Biblioteka
Główna
UMK Toruń
08483 / 1999

Urania

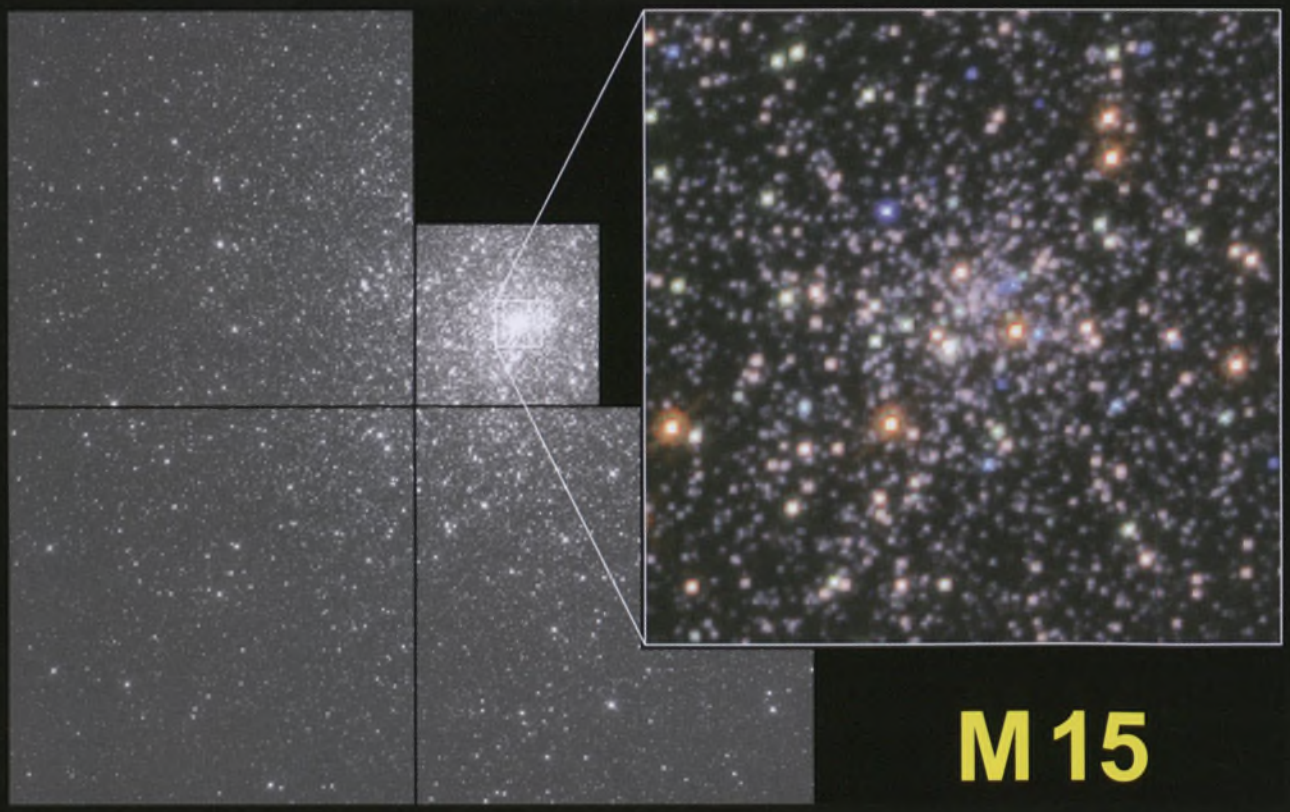
Postępy Astronomii

1/99 (679)
tom LXX
styczeń–luty

Kopernik
Rozbłyski gamma
Ewolucja masywnych gwiazd
SALT – nadzieja polskiej astronomii?

Rozstrzygnięcie konkursu „Wakacyjne zdjęcie nieba"

Teleskop kosmiczny zagląda w serce gromady kulistej



M 15

Gromada kulista może się składać z około miliona gwiazd. Za jedną z najbogatszych i najbardziej zwartych uważana jest M 15. Nawet teleskop kosmiczny Hubble'a nie poradził sobie z rozseparowaniem jej najgęstszych obszarów na pojedyncze gwiazdy. Fragment gromady u góry po prawej obejmuje obszar o rozmiarach ok. 1.6 roku świetlnego (cała mozaika to centralna część gromady o boku 28 l.św.). Barwy gwiazd odpowiadają ich temperaturom. (Fot. NASA)

Po lewej — zdjęcie uzyskane teleskopem naziemnym.
(Fot. F.L. Whipple Obserwatory)

Więcej informacji o gromadzie M15 można znaleźć na str. 20.

1999
tom LXX

Urania
Postępy Astronomii

INDEKS AUTORÓW

Bańcerek Jerzy, 222
Blaes Omer, 42
Błasik Paweł W., 270
Błaszkiewicz Leszek P., 22
Borkowski Kazimierz M., 206
Brzostkiewicz Stanisław R., 8
Bulik Tomasz, 244
Chrupała Henryk, 180
Czart Krzysztof, 161
Czasnowski Maciej, 48, 192
Dobrzycki Jerzy, 40
Domański Juliusz, 32, 132, 228, 280
Drążkowski Jacek, 96, 192, 275, (2)o.IV, (6)o.IV
Gertner Barbara, 233
Gęsicki Krzysztof, 16
Gierliński Marek, 42, 56, 106
Gołębiewski Marek, 28, 127, 130, 274, (1)o.IV, (2)o.II, (6)o.II, (6)w.IV
Heller Michał, 100
Jarzębowski Tadeusz, 62
Kołaczek Barbara, 248
Kreiner Jerzy M., 260
Kruk Jacek, 77, 128, 268
Kuczyński Jerzy, 184
Lipszyc Paweł, 244
Madejski Greg, 42
Marks Andrzej, 68, 196, 279
Michalec Adam, 72, 223, 272
Mietelski Jan, 276
Olech Arkadiusz, 90, 230
Opolski Antoni, 4, 111, 156, 200
Owczarek Andrzej, 34
Osarczuk Janusz, 148
Pankowski Karol, 227
Pańków Maria, 178
Pazderski Eugeniusz, 115
Rafalski Jerzy, 78
Rees Martin J., 52
Rochowicz Krzysztof, 10, 20, 36, 74, 85, 119, 121, 124, 164, 168, 212, 217, 224, 254, 263
Schilling Kazimierz, 170
Schmidt Mirosław, 16
Schreiber Roman, 7, 95, 143
Schunck Franz, 148
Skórzyński Wiesław, 25, 47, 73, 121, 167, 177, 265
Speil Jerzy, 134
Ściężor Tomasz, 43, 93, 139, 172, 187, 234, 282
Śróbka-Kubiak Małgorzata, 288
Szczepanik Jacek, 184
Tylenda Romuald, 10
Woszczyk Andrzej, 1, 49, 76, 97, 131, 136, 145, 162, 193, 220, 241, (2)w.I, (5)o.II, (5)w.I-IV
Wszołek Bogdan, 30, 218
Zagrodnik Jerzy, 31
Zajączkowski Radomir, 26
Zdziarski Andrzej A., 42, 56, 106
Zegler Ewa, 240
Ziołkowski Krzysztof, 82
Zmitrowicz Karolina, 266

INDEKS PRZEDMIOTOWY

Artykuły

Baza satelitarna ALFA, *Andrzej Marks* 68

Czarne dziury w promieniach Roentgena (cz. I) *Marek Gierliński, Andrzej A. Zdziarski* 56

Czarne dziury w promieniach Roentgena (cz.II) *Marek Gierliński, Andrzej A. Zdziarski* 106

Dwunastu dzielnych mężczyzn, *Andrzej Marks* 196

Ekscentryczna orbita Ziemi w układzie planetarnym Kopernika, *Antoni Opolski* 111

Ewolucja masywnych gwiazd, *Krzysztof Gęsicki, Mirosław Schmidt* 16

Grawitacja a gwiazdy bozonowe, *Janusz Osarczuk, Franz Schunck* 148

Gwiazdy na cenzurowanym, czyli astrometria na przełomie tysiącleci, *Krzysztof Rochowicz* 254

Hinduska rachuba czasu, *Kazimierz M. Borkowski* 206

Krater Kopernika, *Stanisław R. Brzostkiewicz* 8

Magnetary — ultramagnetyczne gwiazdy neutronowe *Tadeusz Jarzębowski* 62

Okresy gwiazdowych obiegów w „De revolutionibus", *Antoni Opolski* 4

Orbity planet dolnych w heliocentrycznym układzie Kopernika, *Antoni Opolski* 200

Orbity planet górnych w heliocentrycznym układzie Kopernika, *Antoni Opolski* 156

Rola astronomii w edukacji i kulturze społeczeństwa, *Martin J. Rees* 52

Rozbłyski gamma w świetle nowych faktów, *Leszek P. Błaszkiewicz* 22

SALT — nadzieja polskiej astronomii? *Romuald Tylenda, Krzysztof Rochowicz* 10

Sekrety radioteleskopu 32 m w Toruniu, *Eugeniusz Pazderski* 115

Sto lat monitorowania i badania ruchu obrotowego Ziemi, *Barbara Kołaczek* 248

Stworzenie świata według współczesnej kosmologii, *Michał Heller* 100

Zagadka błysków gamma cz. I *Tomasz Bulik, Paweł Lipszyc* 244

Rozmaitości

80 lat Międzynarodowej Unii Astronomicznej *Paweł W. Błasik* 270

Badania komet in situ, *Jacek Kruk* 128

Czy międzygalaktyczne obłoki pyłu widać w podczerwieni? *Bogdan Wszołek* 218

Królewskie Obserwatorium Greenwich zamknięte, *Andrzej Woszczyk* 76

Krótkie spotkanie z Erosem, *Jacek Kruk* 77

Mokry Wszechświat, *Marek Gołębiewski* 130

Największy teleskop świata już pracuje! *Andrzej Woszczyk* 131

Nowe projekty sond Merkurego, *Jacek Kruk* 268

Nowy układ planetarny, *Krzysztof Czart* 161

Porażka masywnej ciemnej materii? *Marek Gołębiewski* 127

Radiowo-optyczna zmienność źródeł pozagalaktycznych, *Radomir Zajączkowski* 26

Rentgenowski brązowy karzeł, *Marek Gołębiewski* 28

Spiralna gwiazda, *Krzysztof Rochowicz* 217

Trzęsienia Ziemi — Księżyc niewinny *Marek Gołębiewski* 130

Tysięczny pulsar, *Marek Gołębiewski* 127

Zagadka europejskich blizn rozwiązana? *Marek Gołębiewski* 274

Teleskop kosmiczny Hubble'a obserwuje

Galaktyka NGC253 **(2)** w.I

Galeria soczewek grawitacyjnych **(6)** w.I

Głębokie spojrzenie **(3)** o.IV

Kolejne wpisy do planetarnej kartoteki **(2)** o.II

Mgławica planetarna NGC3132 **(2)** w.I

NGC 3603 **(5)** o.I

Pozostałość supernowej SN1987A **(2)** o.IV

Teleskop kosmiczny zagląda w serce gromady kulistej M15 **(1)** o.II

WR124 w morzu ognia **(1)** o.IV

W kraju i na świecie

50 lat Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Mikołaja Kopernika *Andrzej Woszczyk* 220

Czwarte bieszczadzkie spotkania dyskusyjne: „Pola elektromagnetyczne ELF w astrofizyce, geofizyce i medycynie", *Adam Michalec* 223

Jubileusz w Grudziądzu, *Maria Pańków* 178

Pięć lat minęło..., a jednak się kręci! *Jerzy Rafalski* 78

Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii 39

Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii informuje 273

Seminarium astronomiczne w Valašské Meziříčí *Jerzy Zagrodnik* 31

XVI Krakowska Letnia Szkoła Kosmologiczna *Bogdan Wszołek* 30

XXIX Zjazd Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, *Adam Michalec* 272

Astronomia w szkole

Kosmiczny piruet, *Juliusz Domański* 132

Niezwykłe laboratorium, *Juliusz Domański* 280

Pięć lat działalności planetarium przy Szkole Podstawowej w Potarzycy, *Andrzej Owczarek* 34

Rozwiązania wybranych zadań finałowych XLII Olimpiady Astronomicznej *Jacek Szczepanik, Jerzy Kuczyński* 184

Słońce i fotony, *Juliusz Domański* 32

Spróbujmy to sobie wyobrazić *Juliusz Domański* 228

XLII Olimpiada Astronomiczna 1998/99 *Henryk Chrupała* 180

XLIII Olimpiada Astronomiczna 186, (4) o.II

Zadania XLII Olimpiady Astronomicznej 181

P.T. Miłośnicy Astronomii obserwują

Draconidy i Leonidy 1998, *Arkadiusz Olech* 230

Grupa „Pulsar" obserwuje zaćmienie Słońca, *Barbara Gertner* 233

Komety obserwowane w Sekcji Obserwatorów Komet PTMA w 1998 roku, *Tomasz Ściężor* 172

Obserwacje gwiazd zmiennych w 1998 roku, czyli parada supernowych, *Jerzy Speil* 134

Perseidy 1998, *Arkadiusz Olech* 90

Poradnik obserwatora

Fotografowanie przy użyciu długich ogniskowych *Wiesław Skórzyński* 25

Fotografujemy częściowe zaćmienie Słońca *Wiesław Skórzyński* 167

Fuji Super G 800, *Wiesław Skórzyński* 265

Rosyjskie obiektywy–giganty *Wiesław Skórzyński* 73

Teleskop słoneczny, *Wiesław Skórzyński* 177

Zaćmienie w obiektywie *Krzysztof Rochowicz, Wiesław Skórzyński* 121

Elementarz Uranii

Cudze chwalimy, swoje też polecamy! *Krzysztof Rochowicz* 164

Letni spektakl na niebie, *Krzysztof Rochowicz* 85

Struktura Wszechświata, *Karolina Zmitrowicz* 266

W cieniu Księżyca, czyli... czego nie zobaczymy w Polsce, *Krzysztof Rochowicz* 119

W pogoni za cieniem, *Krzysztof Rochowicz* 224

Zaćmienia Słońca, *Krzysztof Rochowicz* 36

Galeria Mgławic Messiera

Krzysztof Rochowicz

Hantle wśród gwiazd (M25—M30) 124

Mgławica Oriona (M42—M43) 263

Poławianie pereł (M14—M18) 20

Sąsiadki Mlecznej Drogi (M31—M33) 168

Siostry Plejad (M34—M41) 212

W ramionach Strzelca (M19—M24) 74

In memoriam

60 rocznica śmierci ks. B. Metlera — twórcy Obserwatorium Astronomicznego w Częstochowie *Jerzy Bańcerek* 222

Paweł Magdziarz (1965–1998) Wspomnienie *Omer Blaes, Marek Gierliński, Greg Madejski, Andrzej Zdziarski,* 42

Roman Karol Janiczek (1910–1999) *Jan Mietelski* 276

Stanisław Robert Brzostkiewicz (1930–1998) *Krzysztof Ziołkowski* 82

Wilhelmina Iwanowska (1905–1999) *Andrzej Woszczyk* 162

Sylwetki Uranii-PA

Stanisław Wojciech Mrozowski (1902–1999) *Andrzej Woszczyk* 136

Z historii polskiej astronomii

Krakowska obserwacja Saturna, 5.09.1640 r. *Jerzy Dobrzycki* 40

Nieznane fotografie Obserwatorium Wileńskiego, *Jerzy M. Kreiner* 260

Ciekawe adresy internetowe...

Roman Schreiber

Astronomy Picture of the Day, Latest HST Releases, Sky and Telescope Magazine, Galileo Home Page 95

Bradford Robotic Telescope 143

Misje FIRST i POLAR 288

Słońce w pajęczynie, czyli... przewodnik internauty 89

Warszawski Oddział PTMA w Internecie 33

Zaćmienie w pajęczynie 166

Kalendarz astronomiczny

Tomasz Ściężor

Rok 1999, marzec—kwiecień 43

maj—czerwiec 93

lipiec—sierpień 139

wrzesień—październik 187

listopad—grudzień 234

Rok 2000, styczeń—luty 282

Recenzje

Czwarty etap pasjonującej wędrówki po krętych ścieżkach nauki, *Kazimierz Schilling* 170

Kilka „drobnych" błędów (T.A. Heppenheimer, „Podbój Kosmosu"), *Andrzej Marks* 279

Program „SkyMap Pro 5.0", *Karol Pankowski* 227

Konkursy

Czy znasz Układ Słoneczny? 48, 96, 144, 192, 240

Rozstrzygnięcie konkursu 275

Kto tak powiedział o Koperniku? 288

Wakacyjne zdjęcie nieba (1)o.III, w.IV, (2)o.III, w.IV

Rozstrzygnięcie konkursu 47

Galeria Uranii

Jacek Drążkowski

(2)o.III, (3)o.III, (4)o.III

Planety (6)o.III

Zaćmienie 11.08.99 (5)o.III

Inne

Atlas Układu Słonecznego NASA (*reklama*) 215

Całkowite zaćmienie Słońca na Karaibach (3) w.I,IV

Komunikat PTA nr 3, *Adam Michalec* 72

Krab w promieniach X (6) o.IV

M31 oglądana z orbity (4) w.I

M33 nie tylko z Ziemi (4) w.IV

NGC 2997 (3) o.II

RT-4 (3) o.IV

Teleskop Subaru i jego pierwsze obserwacje (5) w.I–IV

Wielki Atlas Nieba (*reklama*) 98, 240

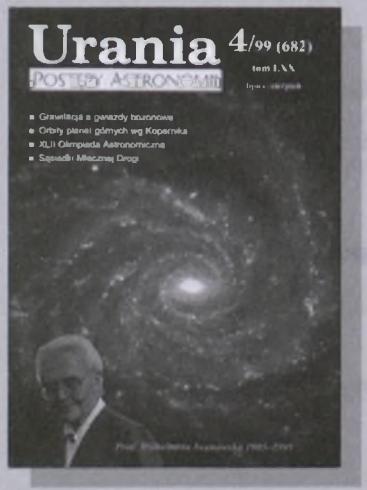
XXII Wakacje w Planetarium 138

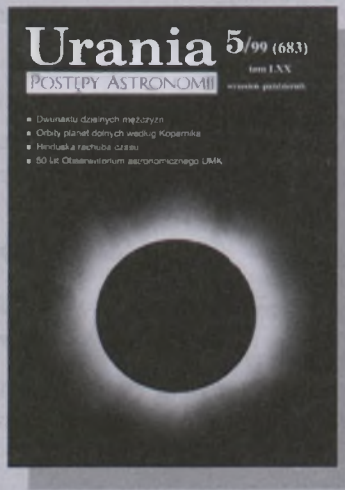
Zaproszenie na OZMA III 138

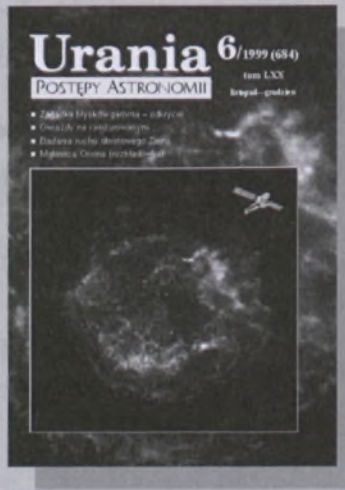
Układ stron w tomie LXX „Uranii-PA":

zeszyt nr 1 (679)	***1 — 48***
zeszyt nr 2 (680)	***49 — 96***
zeszyt nr 3 (681)	***97 — 144***
zeszyt nr 4 (682)	***145 — 196***
zeszyt nr 5 (683)	***197 — 240***
zeszyt nr 6 (684)	***241 — 288***

W przypadku materiałów umieszczonych na stronach kolorowych zastosowano oznaczenia: liczba w nawiasie — numer zeszytu, o — okładka, w — wkładka, cyfra rzymska — numer strony.







Szanowni i Drodzy Czytelnicy,

Z Nowym Rokiem URANIA rozpoczyna siedemdziesiąty siódmy rok istnienia i siedemdziesiąty tom. Witam wszystkich naszych Czytelników i życzę zarówno Im wszystkim, jak i Redakcji dużo zdrowia, pomyślności i ciekawych spotkań z gwiaździstym niebem i naszym czasopismem.

Bieżący zeszyt otwiera artykuł profesora ***Antoniego Opolskiego*** *z Wrocławia o okresach gwiazdowych obiegów planet w „De revolutionibus". Panu Profesorowi pięknie dziękujemy za przybliżenie nam tego fragmentu dzieła naszego Wielkiego Rodaka. Kopernikowi, z okazji 526 rocznicy Jego urodzin, oddajemy też cześć, przypominając piórem* ***Stanisława Brzostkiewicza*** *z Dąbrowy Górniczej, Jego księżycowy krater.*

Astronomia ostatniej dekady bieżącego stulecia charakteryzuje się budową gigantycznych teleskopów. O jednym z planowanych instrumentów tej klasy piszą ***Romuald Tylenda*** *i* ***Krzysztof Rochowicz*** *z Torunia. Teleskop określany kryptonimem SALT będzie miał, z jednej strony, szczególne rozwiązania konstrukcyjne i będzie bardzo tani, a z drugiej strony daje polskiej astronomii wielką szansę posiadania jego cząstki i pełnoprawnej pracy na nim polskich astronomów. Ogromna to dla nas szansa u progu nowego Millenium! Czytajcie o tym na str. 10.*

Dalej ***Krzysztof Gęsicki i Mirosław Schmidt*** *z Torunia omawiają ewolucję gwiazd masywnych (str. 16), a* ***Leszek Błaszkiewicz****, też z Torunia, zdradza tajemnice rozbłysków gamma (str. 22).*

W „Elementarzu URANII" ***Krzysztof Rochowicz*** *omawia zjawisko zaćmienia Słońca. W roku 1999 będziemy bowiem świadkami pięknego zjawiska całkowitego zaćmienia Słońca nieopodal granic naszego Kraju. W tym i następnych zeszytach URANII będziemy się starali zarówno wyjaśniać samo zjawisko, jak i służyć radą, gdzie i jak je obserwować.*

W „Astronomii w Szkole" ***Juliusz Domański*** *z Torunia swój kolejny felieton poświęca Słońcu i fotonom. Jak zawsze zwracamy uwagę i podkreślamy w tym dziale, że astronomia jest istotnym (i pięknym) uzupełnieniem bardzo wielu omawianych na lekcjach fizyki zagadnień. I to na wszystkich stopniach kształcenia: już od przedszkola, aż do szkół najwyższych! W tym kontekście pięknie się wpisuje planetarium działające przy Szkole Podstawowej w Potarzycy. Pisze o nim jego twórca i główny animator* ***Andrzej Owczarek*** *(str. 34).*

Profesor ***Jerzy Dobrzycki*** *z Warszawy przypomina piękną kartę polskich obserwacji astronomicznych: obserwację Saturna w Krakowie w dniu 5 września 1640 roku. W XVII wieku rysunki Saturna przedstawiały raczej nie to, co można było dostrzec, ale to, co spodziewano się zobaczyć i co dyktowała obserwatorom wyobraźnia. Na tym tle teleskopowa obserwacja profesora „geometrii praktycznej i geodezji" Akademii Krakowskiej* ***Wojciecha Rajmunda Strażyca*** *i jego rozprawa na ten temat stanowią pozycję wyjątkową. Zachęcamy do lektury tej ciekawej notatki na str. 40.*

Z naukowych wydarzeń krajowych Bogdan Wszołek z Krakowa odnotowuje szesnastą już międzynarodową ***„Krakowską letnią szkołę kosmologiczną"*** *w Łodzi, a Jan Zagórniak swą wyprawę za granicę polsko-czeską na miłośnicze* ***seminarium obserwatorów Słońca*** *w Valašské Meziříčí. Inne nowości znajdziecie Państwo w Rozmaitościach i naszym stałym dziale „HST obserwuje". Kontynuujemy też prezentację obiektów Katalogu Messiera.*

Nasz konkurs na wakacyjne zdjęcie nieba został zakończony. Nie był to najlepszy rok dla amatorów zdjęć nocnego nieba — pogoda wyraźnie nie sprzyjała. Ale wyniki tej akcji nie są najgorsze. Już w poprzednim zeszycie drukowaliśmy serię zdjęć zorzy polarnej wykonaną przez kol. Krzysztofa Sochę we Fromborku, a obecnie nasz fotograficzny ekspert ***Wiesław Skórzyński*** *przedstawia ogólną ocenę konkursu i jego laureatów (str. 47). Ten sam Autor doradza, w naszym „Poradniku obserwatora", jak fotografować niebo (str. 25).*

W sierpniu 1998 roku zmarł nagle młody krakowski astronom, ***Paweł Magdziarz****. W „In memoriam" wspominają Go ci, którzy Go znali i z Nim pracowali, astronomowie polscy i zagraniczni.*

Kalendarzyk astronomiczny jak zwykle opracował ***Tomasz Ściężor*** *z Krakowa. Publikujemy go w nieco skromniejszej wersji niż ostatnio, odsyłając zainteresowanych Czytelników do znacznie obszerniejszej wersji,* ***„Kalendarza Astronomicznego na rok 1999"*** *tego samego Autora, wydanego przez PTMA w Krakowie.*

Życzę Państwu przyjemnej lektury i Do Siego Roku

Andrzej Woszczyk

Toruń, w grudniu 1998 roku

08483
E.3300/98
BIBLIOTEKA UNIWERSYTECKA w Toruniu

Droga Redakcjo!

Jak nietrudno sprawdzić, pierwsza kwadra Księżyca w styczniu bieżącego roku miała miejsce dnia piątego. I właśnie w tym dniu zostały wykonane zdjęcia Księżyca zamieszczone w „Galerii Uranii" (UPA 4/98). Dlatego pragnę sprostować datę w opisie zdjęć. Warto nadmienić, że zostały wykonane teleskopem „Uniwersał nr 10" z zastosowaniem telekonwertera 2x.

Łączę pozdrowienia

Ireneusz Jankowski
Siemianowice Śl.

***

Szanowny Panie Profesorze,

Z przyjemnością znalazłem w „Uranii — Postępach Astronomii" swój artykuł o przetwornikach CCD. Znalazłem także dwa „ciekawe" błędy (których, jak sprawdziłem, nie było w moim „maszynopisie"). Pierwszy – prawie na początku tekstu. Zamiast „...rozmiar pojedynczego piksela wynosi 9x9 μm..." (mikrometra) jest „9x9 mm". Ciekawe, jak wyglądałby sam „chip" z pikselem prawie 1x1 cm!

Drugi błąd jest podobny. Pod sam koniec artykułu jest mowa o teleskopie „...Newtona 250 mm / 1400 m..." Przy tak długim teleskopie wielka luneta Heweliusza nie wyglądałaby nawet jak szukacz...

Cieszę się, że zdjęcia (zwłaszcza Księżyca) dobrze wyszły. Natomiast moim przeoczeniem było niepodanie, że zdjęcia są moim „dziełem" (oczywiście oprócz zdjęć z zakrycia 28 Sgr przez Saturna i rysunków), co zauważył w tym artykule ktoś z mojej rodziny, ale ponieważ celem artykułu było pokazanie możliwości małych kamer CCD, dlatego tego nie podałem.

Życzę Panu i Redakcji „Uranii-PA" pomyślnego Nowego 1999 Roku

Z poważaniem

Roman Fangor
Warszawa

Red.: *No cóż, znowu złośliwy chochlik dał o sobie znać, a jego wyczyny umknęły czujnej uwadze korekty i redaktorów. Przepraszamy i dziękujemy za sprostowania.*

***

...Proponuję rezygnację z żądania załączania kuponów konkursowych (tak robią brukowce).

Jarosław Bandurowski
Zabrze

Red.: *Wiele czasopism praktykuje podobne kupony. Dla nas jest to pewna forma uprzywilejowania stałych czytelników.*

***

Dzień dobry,

Przesyłam najserdeczniejsze pozdrowienia.

Na początku chciałem podzielić się moimi obserwacjami poczynionymi w prasie po niedawnym maksimum roju Leonidów.

Otóż w dwóch głównych polskich tygodnikach (nietrudno zauważyć, iż chodzi tu o „Wprost" oraz „Politykę") pojawiły się oczywiście artykuły na temat tego roju i ogólnie zagadnienia roju meteorów.

Nie mam oczywiście nic przeciwko takim publikacjom. Cieszy mnie nawet, że tematyka astronomiczna (choć „od święta") pojawia się w takich czasopismach.

Jednak bardzo poruszyły mnie zdjęcia załączone do artykułów o Leonidach.

Mianowicie, w „Polityce" pojawiło się zdjęcie z podpisem:

"Deszcz Leonidów nad Murem Chińskim, noc 18 listopada"

Nie byłoby w tym nic dziwnego, gdyby nie fakt, iż zdjęcie to przedstawiało... obraz na kliszy dobowego ruchu sfery niebieskiej z wyraźnymi już łukowymi śladami gwiazd. Taki „deszcz meteorów" można tam przecież oglądać w każdą pogodną noc...

Podobne zdjęcie pojawiło się we „Wprost". Było jednak tak niefortunnie dobrane, że można było zidentyfikować biegun niebieski!

Te fakty świadczą, niestety, o nierzetelnym przygotowaniu dziennikarzy do pisania o takiej tematyce (która, wbrew pozorom, nie jest łatwa ze względu na poziom wiedzy astronomicznej Polaków, co widać było po wynikach ankiety, publikowanych jakiś czas temu w *PA*). Nawiasem mówiąc, kilka lat temu (również we „Wprost") widziałem zdjęcie pewnej galaktyki z podpisem:

"Tak wyglądał Wszechświat 10 mln lat świetlnych temu"

Bez komentarza...

Może się czepiam, ale te artykuły czyta przecież duża liczba osób, więc jest niezmiernie ważne, aby były to rzetelne informacje.

Druga sprawa jest już przyjemniejsza.

Składam serdeczne gratulacje z powodu połączenia *PA* i *Uranii*. Był to „strzał w dziesiątkę". Nowa *Urania* jest naprawdę świetna.

Z poważaniem,

Marek Wezgowiec
Częstochowa

***

Szanowna i Droga Redakcjo *U-PA*,

Serdecznie gratuluję Państwu numeru 6/98, zamykającego pierwszy rocznik Waszego — naszego Pisma.

Otwiera go pasjonujący i przekonywujący (dla mnie bardziej, niż słynna przed 15 laty publikacja Humphreysa i Waddingtona w *Nature*) artykuł pani dr Ireny Semeniuk.

Dalszy ciąg zawartości numeru też jest interesujący treściowo i piękny optycznie. Cenne jest oddanie tak szerokiego pola dla wypowiedzi naszych wspaniałych miłośników astronomii.

Tymczasem na końcu — lapsus w sympatycznej (tak jak i poprzednie) krzyżówce p. M. Czasnowskiego. Wszystko jest w porządku, jeśli chodzi o terminologię i nomenklaturę astronomiczną. Gorzej jest, gdy Autor wchodzi na GGG czyli grząski grunt „ginekologii". Nie powinno się bowiem mylić *megery* z *heterą*, bo z „megerą" krzyżówka nie „wychodzi", a hetery bywały kobietami pełnymi uroku, powabnymi itd. — z definicji nie pyskatymi; krótko — zaprzeczeniem meger.

Serdecznie pozdrawiam Miły Zespół życząc Wszystkim wiele Dobra w Nowym — 1999 — Roku.

Jan Mietelski
Kraków

PS. Natomiast co do Biblii, to ów syn Noego miał na imię JAFET; — tylko co wtedy zrobić z „fromieniowaniem"?

Red.: *W potocznym znaczeniu słowa hetera w naszym kraju jest jednak mało przyjemną kobietą! Zamiast syna Noego powinien być Japet — syn Uranosa, jeden z Tytanów. Dziękujemy za sprostowanie.*

Tu może być reklama Twojej Firmy!

Nasz cennik jest następujący:
cała strona kolorowa: 1000.00 zł
cała strona czarno-biała: 400.00 zł
Przy mniejszych formatach dla stron czarno-białych:
1/2 str.: 300.00 zł
1/4 str.: 200.00 zł
1/8 str.: 100.00 zł — ten rozmiar traktujemy jako najmniejszy „moduł". Podobnie jest ze stroną kolorową.
Istnieje możliwość negocjowania warunków.

Zapraszamy na nasze łamy!

Zapraszamy na nasze internetowe strony!

http://urania.camk.edu.pl

Reklamodawcom proponujemy miejsce dla reklamy ich produktów na dogodnych warunkach!

08483/1999

Urania
POSTĘPY ASTRONOMII

(PL ISSN 0032-5414/ 0042-07-94)

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstałe poprzez połączenie się „**Uranii**" — dotychczasowego miesięcznika PTMA, ukazującego się od 1922 roku i „**Postępów Astronomii**" — dotychczasowego kwartalnika PTA, wychodzącego od 1953 roku. Patronat: Polskie Towarzystwo Astronomiczne i Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii". Pismo jest częściowo finansowane przez KBN i Komitet Astronomii PAN.

Redaktor Naczelny:
Andrzej Woszczyk, CA UMK Toruń

Zespół Redakcyjny:
Marek Gołębiewski, CA UMK Toruń
Magdalena Kożuchowska, CAMK W-wa
Krzysztof Rochowicz, CA UMK Toruń
Roman Schreiber, CAMK Toruń

Opracowanie graficzne i skład komputerowy:
Jacek Drążkowski

Korekta:
Bożena Wyrzykowska

Adres Redakcji:
Uniwersytet M.Kopernika
ul.Chopina 12/18
87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 52
fax. (0-56) 62 19 381

Poczta elektroniczna (E-mail adress):
aw@astri.uni.torun.pl

Adres WWW:
http://urania.camk.edu.pl

Druk:
Zakład Poligraficzno-Wydawniczy
POZKAL, Inowrocław

Dystrybucja:
Barbara Gertner, CA UMK,
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 14
E-mail: basia@astri.uni.torun.pl

Prenumerata w roku 1999 kosztuje 36 zł. Można również zamawiać pojedyncze zeszyty w cenie 7.50 zł.

Numer zamknięto w grudniu 1998

*** Materiałów nie zamówionych Redakcja nie zwraca, a wykorzystując zastrzega sobie prawo do ich redagowania i skracania * Przedruk materiałów i zdjęć tylko za zgodą Redakcji. * Opinie i poglądy formułowane przez Redakcję i Autorów nie reprezentują oficjalnego stanowiska obu patronujących nam Towarzystw ***

W NUMERZE

4 ***Okresy gwiazdowych obiegów w „De revolutionibus"***
Antoni Opolski
Gwiazdowy okres obiegu jest dla nas jednym z podstawowych parametrów określających ruch planety. Kopernik nie uważał tego pojęcia za ważne i jego Dzieło nie zawiera takiego zbioru danych. Ale znał te okresy i ich przybliżone wielkości wpisał do rysunku przedstawiającego jego Układ Planetarny.

8 ***Krater Kopernika***
Stanisław R. Brzostkiewicz
Polskim Miłośnikom Astronomii wypada dobrze znać księżycowy krater naszego Wielkiego Astronoma. Artykuł przedstawia pejzaż tego ciekawego tworu, doradza jak i kiedy go obserwować oraz przypomina inne kratery noszące polskie nazwiska.

10 ***SALT — nadzieja polskiej astronomii?***
Romuald Tylenda, Krzysztof Rochowicz
Projekt SALT jest międzynarodowym przedsięwzięciem mającym na celu budowę w RPA i eksploatację dużego teleskopu optycznego o średnicy lustra ok.10 m, zlokalizowanego pod południowym niebem. Podobny teleskop już działa na północnej półkuli w Teksasie. Astronomowie polscy chcieliby uczestniczyć w realizacji tego projektu, a więc zarówno w budowie, jak i eksploatacji tego teleskopu.

16 ***Ewolucja masywnych gwiazd***
Krzysztof Gęsicki, Mirosław Schmidt
Skąd możemy czerpać wiedzę o ewolucji gwiazd? Z modelowania struktury gwiazdy. Gwiazdę, czyli kulę gazową, dzielimy na drobne części wzdłuż promienia i dla każdej z tych części znajdujemy, wnioskując z obserwowanego promieniowania, temperaturę, gęstość i ciśnienie gazu oraz jego skład chemiczny itp. O tym, czym różnią się modele „zwykłych" gwiazd od modeli gwiazd masywnych, opowiada ten artykuł.

22 ***Rozbłyski gamma w świetle nowych faktów***
Leszek P. Błaszkiewicz
Rozbłyski w dziedzinie promieniowania gamma należą jeszcze do bardzo tajemniczych zjawisk astronomicznych. Niniejszy artykuł stara się przedstawić podstawowe fakty i próby interpretacji rejestrowanych w tej dziedzinie widma obserwacji. Zarówno źródła, jak i mechanizmy powstawania rozbłysków gamma ciągle stanowią wdzięczne i „otwarte" pole badań.

teleskop kosmiczny Hubble'a obserwuje: *Teleskop kosmiczny zagląda w serce gromady kulistej M15 (okł.II); WR124 w morzu ognia (okł.IV)*

rozmaitości: *Radiowo-optyczna zmienność źródeł pozagalaktycznych (26); Rentgenowski brązowy karzeł (28)*

w kraju i za granicą: *XVI Krakowska Letnia Szkoła Kosmologiczna (30); Seminarium astronomiczne w Valašské Meziříčí (31); Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii (39)*

20 **czarno-białe i w kolorze:** *Poławianie pereł (M14–M18)*

25 **poradnik obserwatora:** *Fotografowanie przy użyciu długich ogniskowych*

32 **astronomia w szkole:** *Słońce i fotony; Pięć lat działalności planetarium przy Szkole Podstawowej w Potarzycy*

36 **elementarz Uranii:** *Zaćmienia Słońca*

40 **z historii polskiej astronomii:** *Krakowska obserwacja Saturna, 5.09.1640 r.*

42 **In memoriam:** *Paweł Magdziarz (1965–1998) Wspomnienie*

44 **kalendarz astronomiczny '99:** *marzec — kwiecień*

48 **krzyżówka i konkurs:** *Czy znasz Układ Słoneczny? (cz. III)*

NA OKŁADCE

Materiały dotyczące wyników obserwacji teleskopu kosmicznego Hubble'a uzyskano dzięki uprzejmości doktora F. Duccio Macchetto, przedstawiciela Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA) w *Space Telescope Science Institute* w Baltimore (USA)

25 czerwca 1998 roku stracono kontakt z satelitą SOHO (*Solar and Heliospheric Observatory* — Obserwatorium Słoneczne i Heliosferyczne). Po wzbudzających niekłamany podziw z racji nieugiętej cierpliwości staraniach, operatorom udało się stopniowo odzyskać kontrolę nad wartym 1 mld dolarów „podglądaczem" Słońca.
Postanowiliśmy zaprezentować jedno z nowych zdjęć wykonanych przez SOHO, a ukazujące oblicze Słońca, jakiego na pewno nie znamy. Efektowny obraz pokazuje emisję naszej gwiazdy w linii wysokojonizowanego żelaza Fe IX/X, na długości fali 171 angstremów. Fot. NASA

Antoni Opolski

Okresy gwiazdowych obiegów planet w „De revolutionibus”

Obecnie publikowane książki o układzie planetarnym zawierają zwykle tabelę, w której umieszczone są główne parametry określające ruchy planet i ich orbity. Dzieło Kopernika „De revolutionibus” nie zawiera takiego zbioru danych. Właściwie jedynym zbiorczym elementem tej książki jest znany rysunek przedstawiający Słońce w środku kolistych, koncentrycznych orbit, na których obok nazw planet podane są przybliżone okresy ich obiegów.

Dla nas gwiazdowy okres obiegu jest jednym z podstawowych parametrów określających ruch planety. Natomiast Kopernik nie uważał tego pojęcia za ważne. W swoich obliczeniach posługiwał się „ruchami” planet zdefiniowanymi następująco: jeżeli T oznacza okres gwiazdowy planety, czyli czas, w którym planeta obserwowana ze środka swojej orbity zatacza pełny obrót o 360° i powraca do tych samych gwiazd, to wielkość

$$u = 360°/T$$

jest jej średnią prędkością kątową. I właśnie ta wielkość, zwana ruchem dziennym lub rocznym, zależnie od jednostek użytych do wyrażenia okresu T, występuje w pracy Kopernika. Zgodnie z założeniem przyjętym przez Kopernika jest to wielkość stała, jednakowa na całej orbicie kołowej i wygodna do obliczania łuków tej orbity, które planeta przebiega w czasie t:

$$\alpha = u\,t$$

Aby ocenić poprawność danych Kopernika, wygodnie nam będzie obliczyć okresy gwiazdowe planet na podstawie wielkości z „De revolutionibus” i porównać je ze współczesnymi. Będzie to również okazja do zapoznania się z postępowaniem Kopernika w rozwiązywaniu problemów. Korzystać będziemy z polskiego tłumaczenia „O obrotach” z 1976 r. str. 226.

Etapem początkowym jest zebranie danych obserwacyjnych dla opozycji planet górnych. W takiej konfiguracji, rys. 2, planeta P i Ziemia Z znajdują się na linii przechodzącej przez środek orbity Ziemi, s.o.Z, koło którego znajduje się Słońce. Linia ta skierowana jest do gwiazdy G. Planeta porusza się ruchem u_p, który jest wolniejszy od ruchu Ziemi u_Z. Ruch ten możemy również mierzyć nie od stałego kierunku do gwiazdy G, lecz względem planety P. Jest to ruch synodyczny u_{ZP}, zwany przez Kopernika ruchem paralaksy. Z rysunku odczytamy związek między tymi ruchami:

$$u_P = u_Z - u_{ZP}.$$

Istotne znaczenie w tych rozważaniach ma zaobserwowanie dwóch opozycji, które następują w kierunku tej samej gwiazdy. Między takimi opozycjami planeta i Ziemia wykonują całkowite ilości obrotów, n_p i n_Z. Również w synodycznym ruchu Ziemi nastąpi całkowita ilość obrotów, n_{ZP}. Zwykle jednak druga opozycja nie następuje dokładnie w kierunku tej samej gwiazdy G. Należy więc uwzględnić poprawki do obrotów planety i Ziemi, lecz w ruchu synodycznym pozostaje nadal całkowita ilość obrotów.

Po tych przygotowaniach zacytujmy fragment polskiego tłumaczenia dzieła Kopernika, zawierający dane dla Saturna:

„W stosunku mianowicie do Saturna Ziemia obiega w koło pięćdziesiąt siedem razy ruchem, który nazwałem ruchem paralaksy, w ciągu naszych pięćdziesięciu dziewięciu lat słonecznych, jednego dnia, 6 minut i 48 prawie sekund dniowych, w którym to czasie gwiazda dokonuje własnym ruchem dwóch okrążeń dodając nadto jeden stopień, 6 minut i 6 sekund.” W podobny sposób w dalszym ciągu Kopernik podaje dane dla wszystkich pozostałych planet. Jako uzupełniają-

Rys. 1. Strona I księgi „De revolutionibus" z rysunkiem Kopernika, przedstawiającym heliocentryczny układ planetarny.

ce wyjaśnienia dodamy, że długość roku słonecznego Kopernik wyznaczył, poprawiając poprzednio przyjmowaną wielkość o jedną sekundę i 10 tercji dniowych, tak że w swoim dziele przyjmuje: 1 rok słoneczny = 365 dni, 15 minut, 24 sekundy i 10 tercji dniowych.

Zwraca uwagę fakt, że Kopernik do wyrażania ułamków stosuje system sześćdziesiątkowy. Doba podzielona jest nie na 24 godziny, lecz na 60 miniut dniowych, a te kolejno na 60 sekund, tercji, kwart itd. System sześćdziesiątkowy miał już za czasów Kopernika wielowiekową tradycję. Wprowadzony został przez Sumerów ok. 3000 lat p.n.e., a stosowane jeszcze do dzisiaj minuty i sekundy, jako miary czasu i kątów, liczą już ok. 5000 lat. Natomiast ułamki dziesiętne, teraz tak popularne, nie były znane Kopernikowi. Pojawiły się dopiero po 1585 r., początkowo oznaczane specjalnymi

znakami, a potem oddzielane kropką dziesiętną — jak obecnie.

Liczbowe wielkości dla wszystkich planet, podane przez Kopernika po odpowiednim przeliczeniu, zebrane zostały w tabeli, której początkowe kolumny zawierają: t — odstęp czasu między opozycjami, α — droga planety, n_P — ilość obrotów gwiazdowych planety, n_{ZP} — ilość obrotów synodycznych Ziemi, n_Z — ilość obrotów gwiazdowych Ziemi.

Dla planet dolnych odpowiednie dane uzyskano z wyznaczonych czasów koniunkcji, chociaż same te zjawiska nie są obserwowalne. Dla nich zachodzi związek: $u_P = u_Z + u_{ZP}$.

Z tak przygotowanych danych Kopernik obliczył kolejno: okres synodyczny planety, zwany obiegiem paralaksy $W = t/n_{ZP}$, ruch roczny tego obiegu dla lat egipskich, liczących 365 dni

$$360°/W\ 365$$

i ruch dzienny też tego obiegu 360°/W.

Odpowiednie wielkości liczbowe dla Saturna znajdziemy w następnym fragmencie dzieła Kopernika:

„Każda zatem planeta ma taki własny obieg paralaksy: Saturn w 378 dniach, 5 minutach, 32 sekundach i 11 tercjach dniowych... Gdy je, przeliczone na stopnie koła i pomnożone przez 365, podzielimy przez liczbę dni i ich części, otrzymamy roczny ruch Saturna na 347 stopni, 32 minuty, 2 sekundy, 54 tercje i 12 kwart..."

Obliczone przez Kopernika wielkości są w pełnej zgodności ze współczesnymi i świadczą o poprawności danych obserwacyjnych użytych do tych obliczeń.

Natomiast w sprawie ruchów gwiazdowych Kopernik wypowiada się następująco:

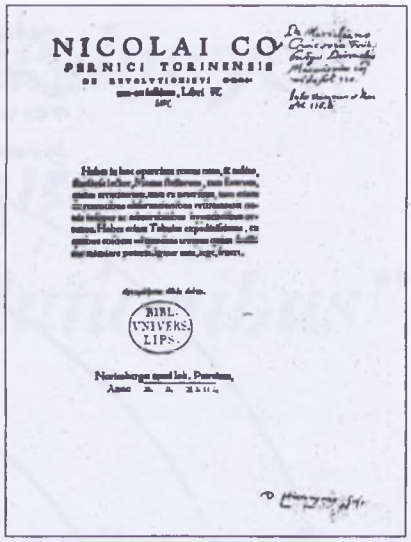
„Uznałem zaś za rzecz zbyteczną tak obszernie też przedstawiać ich własne ruchy. Są bowiem wiadome z odjęcia wyżej podanych od średniego ruchu Słońca, którego, jak powiedziałem, są one składnikami. Atoli ktoś, nie poprzestając na tym, może to uczynić według swego upodobania. Własny mianowicie roczny ruch Saturna w odniesieniu do sfery gwiazd stałych wynosi 12 stopni, 12 minut, 46 sekund, 12 tercji i 52 kwarty... Do Wenus zaś i Merkurego, skoro nie są dla nas widoczne, zamiast nich ma zastosowanie i zastępuje je właśnie sam ruch Słońca, za pomocą którego poznaje się i wyjaśnia ich zjawiska, jak o tym poniżej."

Powyższe zdania Kopernika wymagają pewnych wyjaśnień. Kopernik radzi, by ruchy własne Saturna, Jowisza i Marsa obliczyć z zależności, którą ustaliliśmy przy pomocy rysunku przedstawiającego opozycję planety górnej. Potrzebny ruch roczny Ziemi został przez Kopernika wyznaczony razem z długością roku słonecznego. Jest on równy pozornemu średniemu ruchowi Słońca. Ruch roczny synodyczny Saturna podany jest powyżej, możemy więc wykonać zalecone odejmowanie:

ruch roczny Ziemi
359° 44' 49" 07''' 4''''
– ruch roczny synodyczny Saturna
347° 32' 02" 54''' 12''''
= ruch roczny gw. Saturna
12° 12' 46" 12''' 52''''.

Wszystkie wielkości dla lat egipskich po 365 dni. Podobnie można uzyskać ruchy gwiazdowe Jowisza i Marsa.

Natomiast dla Wenus i Merkurego Kopernik nie zaleca obliczania ich ruchów gwiazdowych. Skoro stale po-


NICOLAI CO
PERNICI TORINENSIS
DE REVOLVTIONIBVS

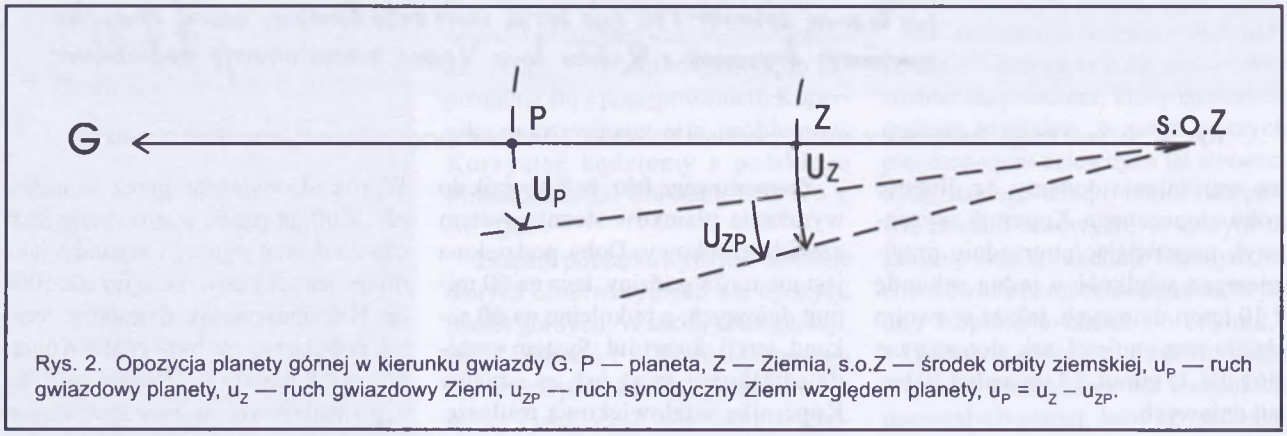
Strona tytułowa pierwszego wydania „De revolutionibus" z 1543 roku.

zostają w pobliżu Słońca, więc średnio poruszają się jak Słońce, a obserwowane zjawiska nie pozwalają na bezpośrednie wyznaczenie ich ruchów gwiazdowych. Ten brak zainteresowania ruchami planet dolnych, który w tym rozdziale wykazuje Kopernik, ma swoje konsekwencje, o których później.

Pomimo zaleceń Kopernika dokonamy jednak obliczeń interesujących nas okresów gwiazdowych wszystkich planet. Dla planet górnych możemy wykorzystać uzyskane ruchy gwiazdowe u_P i z nich wyznaczyć okresy T w latach egipskich:

$$T = 360°/u_P$$

Możemy jednak postąpić inaczej i wykorzystać drogi planet, które podaliśmy w tabeli i które przez Kopernika nie były użyte. Ponieważ ruchy planet z założenia odbywają się ze stałą prędkością, więc istnieje proporcjonalność między czasami i długościami łuków:



Rys. 2. Opozycja planety górnej w kierunku gwiazdy G. P — planeta, Z — Ziemia, s.o.Z — środek orbity ziemskiej, u_P — ruch gwiazdowy planety, u_Z — ruch gwiazdowy Ziemi, u_{ZP} — ruch synodyczny Ziemi względem planety, $u_P = u_Z - u_{ZP}$.

Tabela 1. Gwiazdowe okresy planet wg danych Kopernika, współczesne i przybliżone.

Planeta	Odstęp czasu t (dni)	Droga planety α (°)	Ilość obrotów n_P	n_{ZP}	n_Z	Okres gw. T Kopernik współczesność	T przybliżony Rys. Kopernika
Saturn	21551.2594	721.1017	2	57	59	10759.17 [dni] 10759.21	29.46 lat 30
Jowisz	25927.4691	2154.3160	6	65	71	4332.65 4332.59	11.86 lat 12
Mars	28857.7301	15122.4156	42	37	79	686.98 686.98	1.88 lat 2
Ziemia						365.2567 365.2564	1 rok
Wenus	2919.6074	4677.5888	13	5	8	224.701 224.701	7.6 m. syn. 8.2 m. gw. 9 m. ?
Merkury	16802.3818	68759.4770	191	145	46	87.971 87.969	87.97 dni 80 ?

$T : 360° = t : \alpha$, $T = 360°/\alpha$ t.

W ten sposób obliczone okresy gwiazdowe planet znajdują się również w tabeli. Dla porównania, pod każdą z nich są wielkości współczesne. Widać, że okresy uzyskane z danych Kopernika, a więc sprzed 500 lat, są w pełnej zgodności z wielkościami współczesnymi.

Z powyższych rozważań wynika, że Kopernik wyznaczył tylko okresy synodyczne planet, zwracając uwagę na ich ruchy, które były potrzebne przy dalszych obliczeniach. Nawet w rozdziałach poświęconych orbitom poszczególnych planet nie pojawiają się okresy gwiazdowe. Ale jednak Kopernik znał te okresy, bo ich przybliżone wielkości wpisał do rysunku przedstawiającego jego układ planetarny i rysunek ten zamieścił w I księdze „O obrotach", jako uzupełnienie opisu słownego. Warto bliżej przyjrzeć się tym wielkościom i porównać je ze współczesnymi. Ostatnia kolumna tabeli zawiera przybliżone wartości okresów gwiazdowych T i pod każdą z nich wielkość znajdującą się na rysunku Kopernika. W przypadku trzech planet górnych i Ziemi okresy podane w latach są zrozumiałe. Natomiast dla planet dolnych występują zaskakujące różnice. Dla Wenus Kopernik podał 9 miesięcy. Możemy przypuszczać, że chodzi o miesiące gwiazdowe po $27.^d32$ lub o miesiące synodyczne po $29.^d53$. Ale w obu przypadkach okres T wyrażony przy ich użyciu, 8.2 m.gw. lub 2.6 m.syn., można skrócić do ośmiu, a nie do dziewięciu miesięcy. Podobnie dla Merkurego wartość 80 dni podana przez Kopernika nie odpowiada okresowi T = 87.97 dni, który można skrócić do 88 dni lub 90 dni.

Pewne dodatkowe informacje o tych liczbach możemy znaleźć we wcześniejszej publikacji Kopernika, który ok. 1507 r. wydał krótki *Commentariolus* zawierający pierwszy opis nowego układu planetarnego. W tekście znajdują się okresy obiegów planet: Saturn — 30 lat, Jowisz — 12 lat, Mars — 2.5 lat, Ziemia — 1 rok, Wenus — 9 miesięcy, Merkury — 3 miesiące. Dalej znajdziemy wyjaśnienie, że 3 miesiące to 88 dni, więc chodzi o miesiące synodyczne. Ale z tego wynika, że przyjęty dla Wenus okres 9 miesięcy to 264 dni. Prawdopodobnie, gdy po 1515 r. Kopernik rozpoczął pracę nad swoim głównym dziełem „O obrotach", postanowił zamieścić w I księdze rysunek przedstawiający cały nowy świat, którego obraz chciał przekazać czytelnikom. Ten nowy świat Kopernika to olbrzymia, nieruchoma sfera gwiazd stałych z nieruchomym Słońcem w środku i sześcioma krążącymi planetami. Jedną z nich jest nasza Ziemia. Na orbitach Kopernik napisał nazwy planet i okresy ich obiegów, które przyjął z poprzednio opublikowanego *Commentariolusa*, wprowadzając kilka zmian. Okres Marsa poprawił z 2.5 lat na 2 lata, okres Wenus, 9 miesięcy, pozostawił bez zmiany, a okres Merkurego zmienił na 80 dni. I chociaż potem, w V księdze „O obrotach" powraca jeszcze 88 dni jako okres obiegu małego epicyklu dodanego do orbity Merkurego, to w I księdze, w sztandarowym obrazie świata Kopernika, wielokrotnie reprodukowanym i komentowanym, pozostały dwa zagadkowe okresy.

Literatura

Polska Akademia Nauk, Mikołaj Kopernik, *Dzieła Wszystkie*, *II O obrotach*, PWN, Warszawa 1976.

Edward Rosen, *Three Copernican Treatises*, Dover Publications, Inc. New York, 1959.

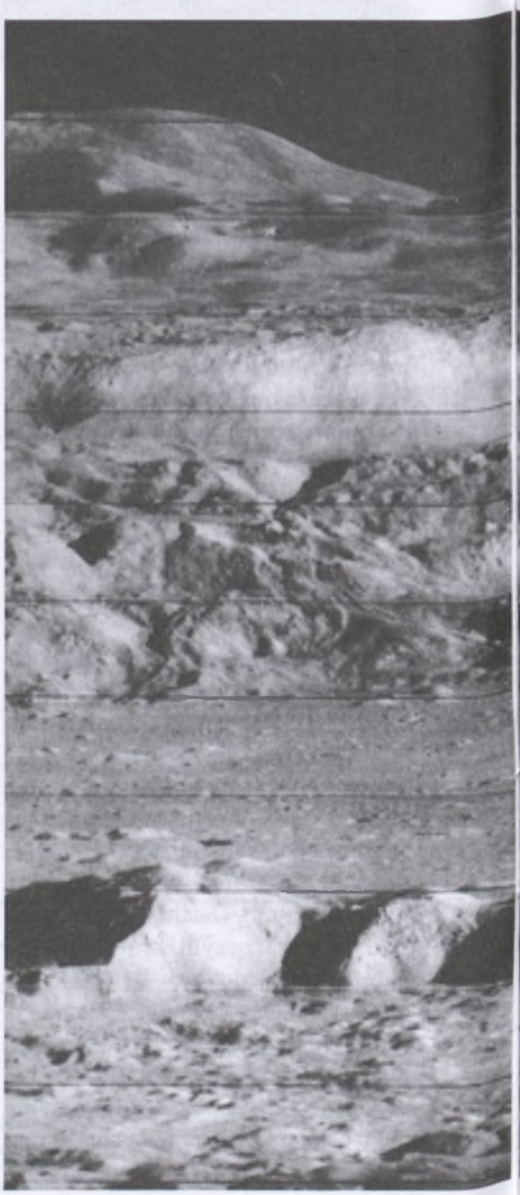
Prof. Antoni Opolski jest astrofizykiem, emerytowanym dyrektorem Instytutu Astronomii Uniwersytetu Wrocławskiego, organizatorem i pierwszym Rektorem Wyższej Szkoły Pedagogicznej (obecnie uniwersytetu) w Opolu.

Stanisław R. Brzostkiewicz

Krater Kopernika

Początkujący miłośnik astronomii niemal odruchowo kieruje swoją lunetę na Księżyc. Może to uczynić w dowolnym czasie, gdy tylko nasz sąsiad kosmiczny znajduje się nad horyzontem, a ściśle mówiąc — gdy świeci na niebie. Najlepiej, by był w pierwszej lub ostatniej kwadrze, gdyż wtedy twory leżące w pobliżu terminatora (granica światła i cienia) są oświetlone ukośnie przez wschodzące lub zachodzące Słońce i rzucają długie cienie, toteż powierzchnia globu księżycowego ma wówczas plastyczny wygląd. Najmniej dla początkującego obserwatora nadaje się pełnia Księżyca, ponieważ w tej fazie promienie słoneczne padają nań niemal prostopadle i znajdujące się tam twory topograficzne nie rzucają cienia, skutkiem czego nasz sąsiad kosmiczny zdaje się mieć gładką powierzchnię. Widać na niej tylko ciemne i jasne plamy, przy czym te pierwsze to olbrzymie równiny, przez dawniejszych obserwatorów nazwane morzami. Natomiast jasne obszary uchodziły za lądy, gęsto pokryte mniejszymi i większymi kotlinami kolistymi, zwanymi kraterami. Jeżeli zatem chcemy poznać topografię Księżyca, obserwacji takich należy dokonywać podczas wielu kolejnych nocy, rozpoczynając je mniej więcej trzy dni po nowiu i kończąc dopiero na dwa dni przed następnym nowiem. Przy pomocy mapy nauczymy się wówczas rozpoznawać poszczególne morza i przynajmniej najważniejsze kratery.

Polscy obserwatorzy powinni umieć rozpoznać przynajmniej kratery noszące nazwiska polskich astronomów, zwłaszcza krater nazwany na cześć Mikołaja Kopernika. Jego nazwę zawdzięczamy Giovaniemu B. Riccioliemu, który wprawdzie nie należał do zwolenników teorii heliocentrycznej, ale miał duże uznanie dla jej twórcy i dlatego przydzielił mu tak okazały krater. W odpowiedniej fazie Księżyca wspaniale się on prezentuje, gdyż w porównaniu z innymi kraterami ma dobrze zachowany wał górski, czemu nie należy się dziwić. O ile bowiem większość dużych kraterów księżycowych powstała w okresie „wielkiego bombardowania", a więc liczy już sobie parę miliardów lat, to krater noszący nazwisko wielkiego polskiego astronoma został utworzony zaledwie około 800 milionów lat temu, co w skali kosmicznej jest bardzo mało. Łatwo go oczywiście na Księżycu rozpoznać, ma bowiem dość duże rozmiary (około 93 km średnicy) i leży stosunkowo blisko środka widocznej z Ziemi półkuli globu księżycowego (współrzędne selenograficzne krateru Kopernika: 10° N, 20° W). Szerokość wału górskiego, który otacza niemal płaskie dno o średnicy około 58 km, dochodzi do około 40 km. Nie jest on zbyt wysoki, na zachodzie najwyższy (3840 m), na południu najniższy (1920 m), przy czym liczby te odnoszą się do dna. Zewnętrzne stoki tego wału górskiego są bardzo



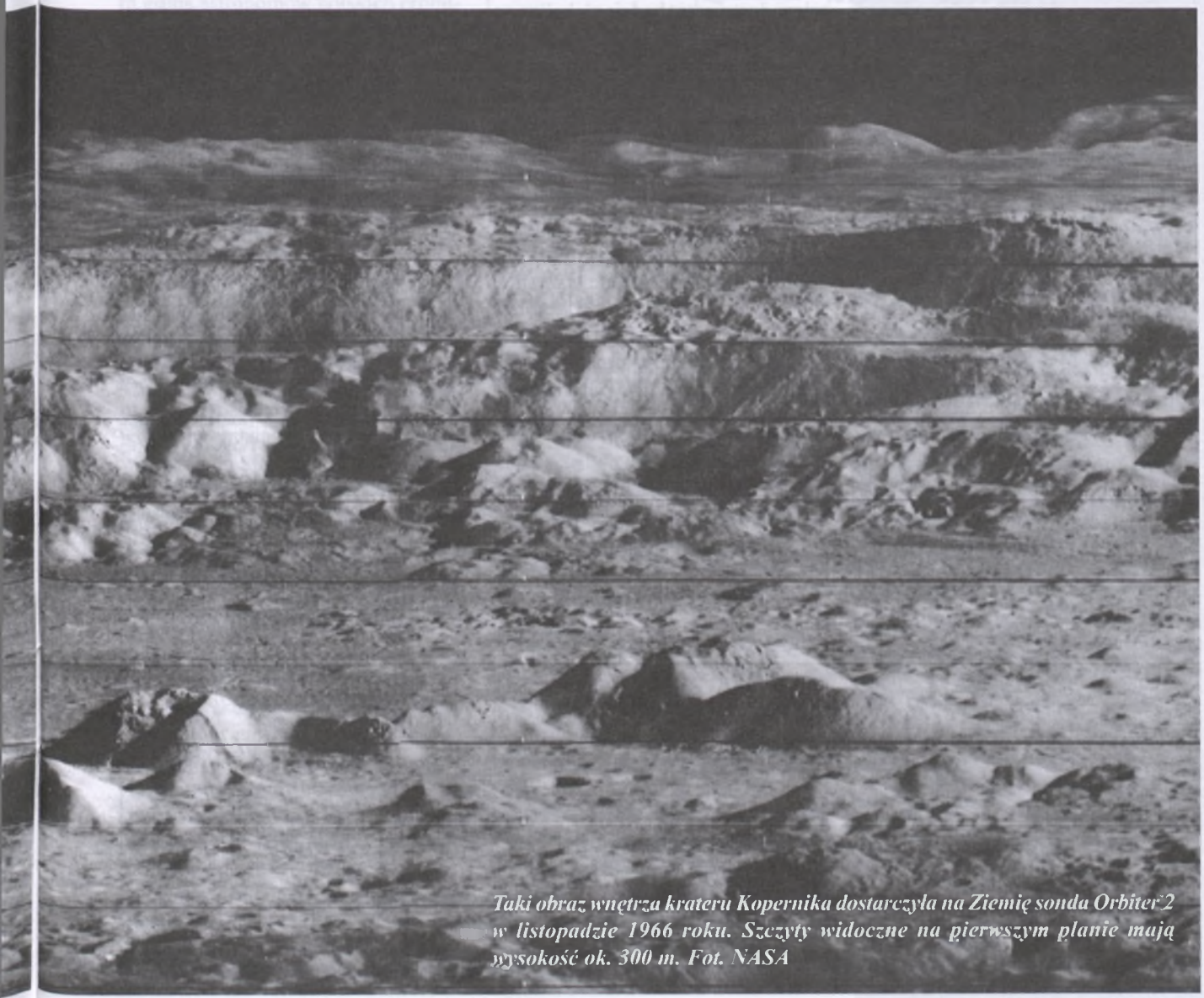
Kratery Eratostenes (wyżej) i Kopernik (niżej) widziane z Ziemi przez teleskop. Fot. Edward Gac

Tabela 1. Dane o „polskich" kraterach na widocznej z Ziemi półkuli Księżyca

Nazwa krateru	Średnica [km]	Współrzędne	Uhonorowany uczony
Banachiewicz	92	5° N, 80° E	Tadeusz Banachiewicz (1882 – 1954)
Bogusławski	97	73° S, 43° E	Henryk Bogusławski (1789 – 1851)
Dembowski	29	3°N, 7° E	Herkules Dembowski (1815 – 1881)
Heweliusz	118	2° N, 68° W	Jan Heweliusz (1611 – 1687)
Kopernik	92	10° N, 20° W	Mikołaj Kopernik (1473 – 1543)
Kunowski	18	3° N, 32° W	Jerzy Kunowski (1786 – 1846)
Lubieniecki	44	18° S, 24° W	Stanisław Lubieniecki (1623 – 1675)
Witello	45	30° S, 38° W	Witello (ok. 1230 – ok. 1280)

łagodne, nachylone zaledwie pod kątem 3°, a jego wierzchołki wznoszą się ponad przyległy teren nie więcej niż około 2400 m. Wewnętrzne wydają się być bardziej strome i opadają do znacznie niżej położonego dna, pośrodku którego znajdują się pagórki o wysokościach dochodzących do 457 m. Jest to właśnie tak charakterystyczna dla kraterów uderzeniowych góra centralna.

Krater noszący nazwisko wielkiego polskiego astronoma należy obserwować w ciągu połowy miesiąca synodycznego, trwającego średnio 29.5306 ziemskiego dnia. Wtedy dopiero poznamy szczegóły jego budowy, zaznajomimy się ze zmianami w wyglądzie krateru na skutek zmiany oświetlenia, przyjrzymy się najbliższemu otoczeniu. Obserwacje takie najlepiej rozpocząć około 8 dni po nowiu, kiedy promienie słoneczne oświetlają jeszcze tylko wschodnią część korony wału górskiego, zakończyć zaś około 6 dni przed następnym nowiem, gdy ślizgają się one już jedynie po zachodniej części tej korony. Wiele tu jednak zależy od pogody, od doświadczenia obserwatora, od jakości i wielkości użytego do tych obserwacji teleskopu. Powinien on mieć co najmniej 10 cm średnicy i dobrze znosić przynajmniej stokrotne powiększenie.



Taki obraz wnętrza krateru Kopernika dostarczyła na Ziemię sonda Orbiter 2 w listopadzie 1966 roku. Szczyty widoczne na pierwszym planie mają wysokość ok. 300 m. Fot. NASA

Romuald Tylenda
Krzysztof Rochowicz

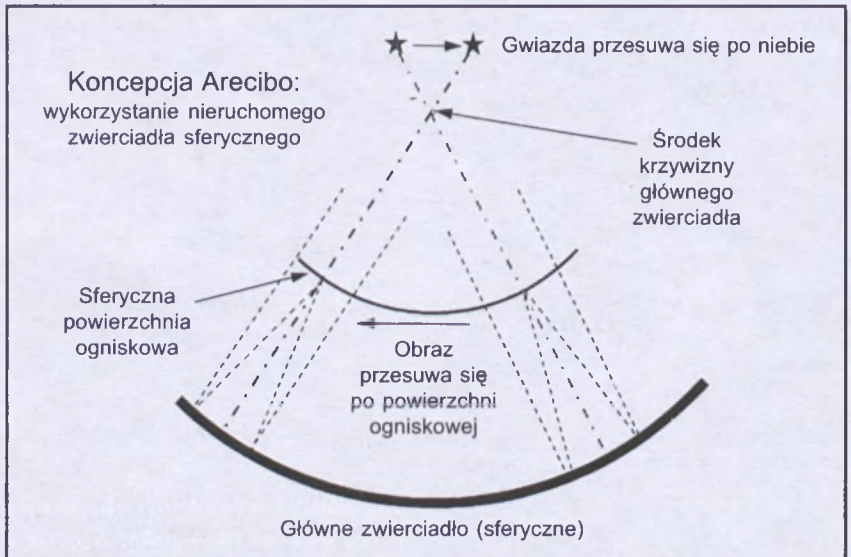
SALT
– nadzieja polskiej astronomii?

Z okazji pobytu w Polsce delegacji rządowej Republiki Południowo-Afrykańskiej odbyło się w Warszawie posiedzenie Międzynarodowego Komitetu Budowy Teleskopu SALT. W dniu 17 listopada, na otwartym posiedzeniu Komitetu Astronomii PAN członkowie Konsorcjum HET-a i SALT-a przedstawili astronomom polskim oba teleskopy. Można było szczegółowo zapoznać się z już działającym teleskopem HET oraz z aktualnym stanem zaawansowania planów budowy SALT-a, jego rozwiązań technicznych, kosztów i programu badawczego (red.).

Wstęp

Dnia 11 marca 1998 r. Komitet Astronomii PAN podjął uchwałę popierającą wejście Polski do międzynarodowego konsorcjum budującego 10-m teleskop w Republice Południowej Afryki. Teleskop nosi nazwę Southern African Large Telescope (SALT) i przeznaczony będzie przede wszystkim do obserwacji spektroskopowych w zakresie optycznym i bliskiej podczerwieni. Instrument będzie zlokalizowany w Obserwatorium Astronomicznym w Sutherland na płaskowyżu Karru, około 350 km na północny-wschód od Kapsztadu. Ma to być kopia teleskopu Hobby-Eberly (HET), który rozpoczyna pracę w Obserwatorium McDonald w Teksasie. Polscy astronomowie chcieliby uzyskać dostęp do minimum 10% czasu teleskopu SALT. Jeśli okoliczności (przede wszystkim finansowe) pozwolą na realizację tego przedsięwzięcia, stanie się ono niewątpliwie elementem w dużym stopniu determinującym rozwój polskiej astronomii w ciągu najbliższych kilkunastu lat.

Wydawać by się mogło, że w dobie obserwatoriów satelitarnych, pozwalających na obserwacje w zakresach spektralnych nieosiągalnych z Ziemi (podczerwień, ultrafiolet, zakres rentgenowski i gamma), angażowanie się w budowę dużego teleskopu optycznego naziemnego nie ma większego sensu. Tak jednak nie jest. Podstawową przyczyną jest to, że większość obiektów astronomicznych, takich jak gwiazdy i galaktyki, gros swojej energii emituje właśnie w zakresie optycznym i podczerwonym. Stąd analiza promieniowania w tych zakresach, głównie przy pomocy metod spektroskopowych, jest źródłem takich podstawowych danych, jak temperatura i gęstość promieniującej materii, jej skład chemiczny i kinematyka, całkowita moc promieniowania obiektu itp. Ale i nawet badania obiektów promieniujących intensywnie w innych zakresach, jak np. kwazarów i innych aktywnych jąder galaktyk czy też pulsarów rentgenowskich, trudno sobie wyobrazić bez obserwacji w obszarze optycznym. Jeśli się weźmie jeszcze pod uwagę to, że koszty budowy i uru-



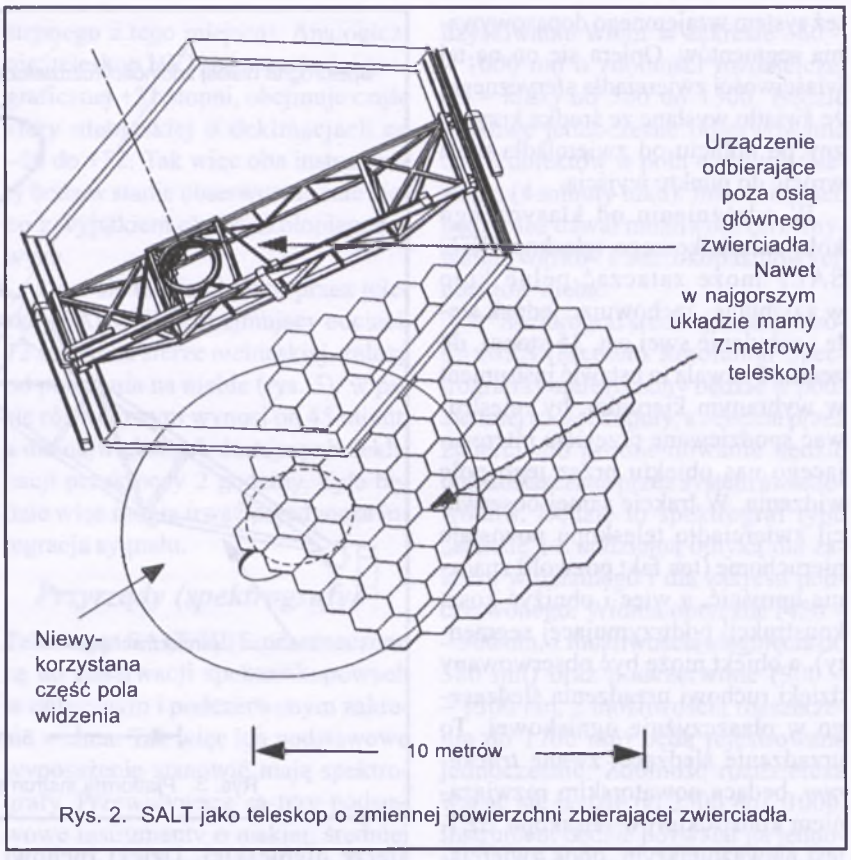
Rys. 1. Schemat zasady prowadzenia obserwacji teleskopem SALT.

chomienia instrumentu naziemnego są wielokrotnie niższe niż instrumentu satelitarnego, to zrozumiałym staje się fakt, że w ciągu ostatnich 5 lat, gdy pojawiły się nowe możliwości techniczne, w astronomii światowej obserwuje się wyraźną tendencję do budowy dużych teleskopów naziemnych. Obecnie działają trzy: Keck I, Keck II (Hawaje) i HET. W najbliższym czasie rozpoczną pracę: MMT (Arizona), Subaru (Hawaje), Gemini (Hawaje), VLT (Chile) i Magellan (Chile). W większości przypadków są to przedsięwzięcia finansowane przez grupy uniwersytetów bądź grupy państw.

Spektroskopia w zakresie optycznym należy do tradycyjnych metod badawczych w wielu ośrodkach astronomicznych w Polsce. Ze względu na brak możliwości obserwacyjnych w kraju, obserwacje są wykonywane w obserwatoriach zagranicznych. Spora grupa astronomów polskich próbuje już obecnie korzystać z dużych teleskopów optycznych. Odbywa się to jednak sporadycznie, dzięki indywidualnym kontaktom, co nie sprzyja długofalowemu planowaniu badań. Widać więc wyraźną potrzebę dostępu do dużego teleskopu optycznego, zwłaszcza nastawionego na obserwacje widmowe.

Ze względu na warunki pogodowe budowa dużego teleskopu w Polsce nie ma większego sensu. Nie stać też nas na budowę własnego, dużego instrumentu poza granicami kraju i jego późniejsze utrzymanie. Z tego względu jedynym rozsądnym rozwiązaniem jest włączenie się do międzynarodowego konsorcjum planującego budowę nowoczesnego instrumentu w dobrych warunkach klimatycznych. Teleskop SALT wydaje się tu dobrą i optymalną okazją i należy zrobić wszystko, by astronomia polska mogła z niej skorzystać.

Teleskopy SALT/HET wywodzą się z nowatorskiej koncepcji instrumentu ukierunkowanego na badania spektroskopowe, koncepcji będącej kompromisem między uniwersalnością instrumentu a kosztami jego budowy. W efekcie koszt budowy teleskopu SALT wyniesie 1/5 kosztów uniwersalnego 10-m teleskopu. Koszty eksploatacji będą również mniejsze niż w przypadku konstrukcji klasycznych. Jednym z powodów jest to, że konstrukcja instrumentu narzuca kolejkowy, komputerowo układany proces wykonywania obserwacji, co eliminuje potrzebę obecności obserwatora na miejscu.



Rys. 2. SALT jako teleskop o zmiennej powierzchni zbierającej zwierciadła.

Bardzo istotnym faktem przemawiającym za zaangażowniem się w budowę teleskopu SALT jest prawie pewna już dziś perspektywa ścisłej współpracy pomiędzy konsorcjum SALT a konsorcjum HET. Oznacza to, że wstępując do konsorcjum SALT, polscy astronomowie uzyskaliby również dostęp do teleskopu HET w Teksasie. Możliwość prowadzenia obserwacji na obu półkulach nieba bardzo podobnymi instrumentami w istotny sposób poszerza zakres potencjalnych programów badawczych.

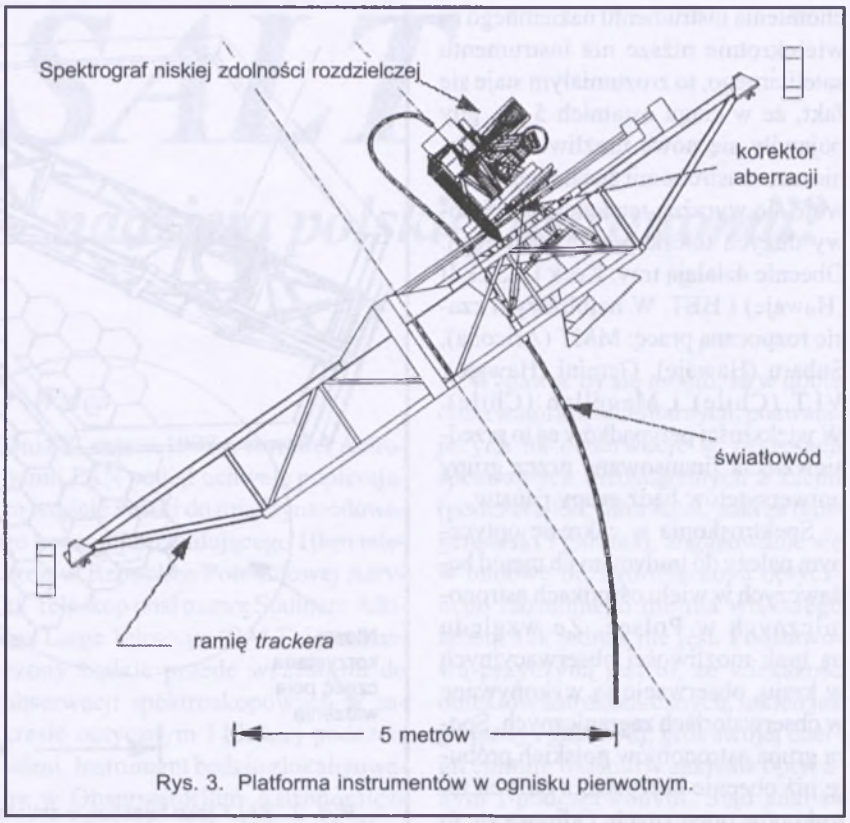
Idea i konstrukcja teleskopu

Czytelnicy „Uranii — Postępów Astronomii" mieli już okazję zapoznać się ogólnie z ideą budowy i przeznaczenia zarówno teleskopu HET (PA 2/97, str. 27), jak i SALT (Urania-PA 1/98, str. 30). Pierwotny zamysł oparto na stwierdzeniu, że duża powierzchnia zbierająca zapewni uzyskanie widm obiektów astronomicznych w stosunkowo krótkim czasie. Rozważając statystyki wykorzystania funkcjonujących teleskopów, przekonano się, że większość obserwacji uzyskano przy czasach ekspozycji nie przekraczających jednej godziny oraz w średnich odległościach zenitalnych. Zrezygnowano więc z kosztownej konstrukcji mechanicznej, pozwalającej na ciągłe prowadzenie ruchem teleskopu za ruchem nieba, odświeżając koncepcję instrumentu przejściowego, który mógłby śledzić gwiazdy w ograniczonym zakresie — dzięki ruchowi odbiornika w ognisku (rys. 1). Nasuwa się tu analogia z „prowadzeniem za obiektem" przez nieruchomy radioteleskop w Arecibo.

Ogólny schemat teleskopu HET/SALT przedstawiony jest na rys. 2. Główne zwierciadło jest sześciokątnym zwierciadłem sferycznym, składającym się z 91 segmentów jednometrowych. Rozmiar maksymalny zwierciadła, zdefiniowany jako średnica okręgu opisanego na sześciokącie, wynosi 11 metrów (średnica okręgu wpisanego to 9.87 m). Jego ogniskowa wynosi 13.08 m, a powierzchnia zbierająca — 77.6 m^2. Wybór sferycznego kształtu zwierciadła podyktowany został względami ekonomicznymi. W odróżnieniu np. od teleskopu Kecka, wszystkie segmenty są identyczne, co obniża koszt ich produkcji. Znacznie prostszy, a więc i tańszy, jest

też system wzajemnego dopasowywania segmentów. Opiera się on na tej właściwości zwierciadła sferycznego, że światło wysłane ze środka krzywizny po odbiciu od zwierciadła musi wrócić do punktu wyjścia.

W odróżnieniu od klasycznego koła południkowego teleskop HET/SALT może zataczać pełne koło w azymucie, zachowując jednak stałe nachylenie swej osi, 35 stopni, do zenitu. Pozwala to ustawić instrument w wybranym kierunku, by rejestrować spodziewane przejście interesującego nas obiektu przez jego pole widzenia. W trakcie samej obserwacji zwierciadło teleskopu pozostaje nieruchome (ten fakt pozwolił znacznie uprościć, a więc i obniżyć koszt konstrukcji podtrzymującej segmenty), a obiekt może być obserwowany dzięki ruchowi urządzenia śledzącego w płaszczyźnie ogniskowej. To urządzenie śledzące, zwane *trackerem*, będące nowatorskim rozwiązaniem konstruktorów teleskopu HET, jest najważniejszym, obok zwierciadła, elementem instrumentu. Jego schemat przedstawiony jest na rys. 3. Podstawowym zadaniem *trackera* jest wykonywanie wszelkiego rodzaju drobnych i precyzyjnych ruchów związanych z nastawieniem instrumentu na zadany obiekt i prowadzeniem za ruchem dobowym obiektu na sferze niebieskiej. Dzięki ruchowi *trackera*, pomimo unieruchomionego zwierciadła, obiekt może być obserwowany na odcinku 12 stopni (± 6 stopni od osi zwierciadła). Platforma *trackera* jest też miejscem, gdzie zamontowane są niektóre instrumenty optyczne teleskopu. Przede wszystkim tam znajduje się korektor aberracji. Korektor ten, złożony z 4 luster, eliminuje aberracje sferycznego zwierciadła głównego i daje dobre ogniskowanie w polu o średnicy 4 minut łuku. Stwarza to możliwość wykonywania obrazów nieba o takich właśnie rozmiarach. Na platformie *trackera* może być też zamontowany niewielki spektrograf o małej zdolności rozdzielczej. Duże spektrografy znajdują się w pomieszczeniu pod teleskopem, a promieniowanie z ogniska korektora doprowadzane jest do nich przez system światłowodów.



Rys. 3. Platforma instrumentów w ognisku pierwotnym.

Kątowe rozmycie źródła punktowego przez teleskop HET/SALT szacowane jest na 0.6 sekundy łuku. Uwzględnia to dokładność wykonania i zestrojenie luster zwierciadła głównego, optykę korektora i precyzję ruchu *trackera*. Średni „seeing" w obserwatorium w Sutherland oceniany jest na 0.9 sekundy łuku. Tak więc kątowa zdolność rozdzielcza teleskopu powinna typowo wynosić 1.1 sekundy łuku. Nie jest to wynik imponujący, zwłaszcza w porównaniu z teleskopami wyposażonymi w optykę aktywną i pracującymi w obserwatoriach wysokogórskich (Chile, Hawaje). Jest to jednak efekt przyjętej koncepcji budowy teleskopu o wysokiej sprawności w dziedzinie spektroskopii za możliwie niską cenę.

Nowe wielkie teleskopy optyczne

Rośnie liczba wielkich teleskopów optycznych. Poniższe zestawienie obejmuje teleskopy oddane niedawno do użytku oraz kilka znajdujących się w budowie.

teleskop	lokalizacja	średnica	rok uruchomienia
Keck II	Mauna Kea, Hawaje	10 m	1996
Hobby-Eberly	Teksas	11 m	1997
Subaru	Mauna Kea, Hawaje	8.3 m	1998
MMT	Mt.Hopkins, Arizona	6.5 m	1998
ESO-VLT	Cerro Paranal, Chile	4 × 8 m	1998
Magellan	Las Campanas, Chile	2 × 6.5 m	1999
Large Binocular	Mt.Graham, Arizona	2 × 8.4 m	
Gemini	Mauna Kea, Hawaje	8.1 m	1998
	Cerro Pachon, Chile	8.1 m	
SALT	Płd. Afryka	11 m	plany

Wspomniana powyżej wartość powierzchni zbierającej zwierciadła teleskopu SALT/HET jest większa niż dla teleskopu Kecka. Trzeba jednak pamiętać o dwóch czynnikach, które sprawiają, że użyteczna powierzchnia zbierająca nie jest w rzeczywistości tak duża. Pierwszy, to efekt winietowania, czyli przesłaniania fragmentu zwierciadła przez aparaturę znajdującą się w jego ognisku. Zmniejsza on efektywną średnicę lustra do 9 m. Drugi wynika z natury obserwacji: gdy interesujący nas obiekt znajduje się na krawędzi lustra (rys. 2), jego powierzchnia zbierająca jest taka, jak dla zwierciadła o średnicy 7 m. Warto w tym miejscu uświadomić sobie też to, że w czasie każdej ekspozycji użyteczna powierzchnia ulegać będzie ciągłym zmianom.

Stały kąt nachylenia osi teleskopu oznacza, że możliwe są obserwacje obiektów astronomicznych, leżących w pasie o szerokości 12 stopni, poprowadzonym dla odległości zenitalnej 35 stopni (rys. 4). Biorąc pod uwagę pozorny ruch sfery niebieskiej oraz szerokość geograficzną południowoafrykańskiego obserwatorium (–32 stopnie), możemy określić zakres deklinacji, które teleskop SALT obejmie swym polem widzenia: od +9 do –73 stopni (pokryje to ok. 70 % nieba dostępnego z tego miejsca). Analogicznie, teleskop HET, na szerokości geograficznej +31 stopni, obejmuje część sfery niebieskiej o deklinacjach od –10 do +72. Tak więc oba instrumenty będą w stanie obserwować całe niebo z wyjątkiem okolic okołobiegunowych.

Czas śledzenia obiektu przez teleskop SALT/HET, obejmujący odcinek 12 stopni na sferze niebieskiej, zależy od położenia na niebie (rys. 5): w pasie równikowym wynosi on 45 minut, a dla największych dostępnych deklinacji przekroczy 2 godziny. Tyle będzie więc mogła trwać pojedyncza integracja sygnału.

Przyrządy (spektrografy)

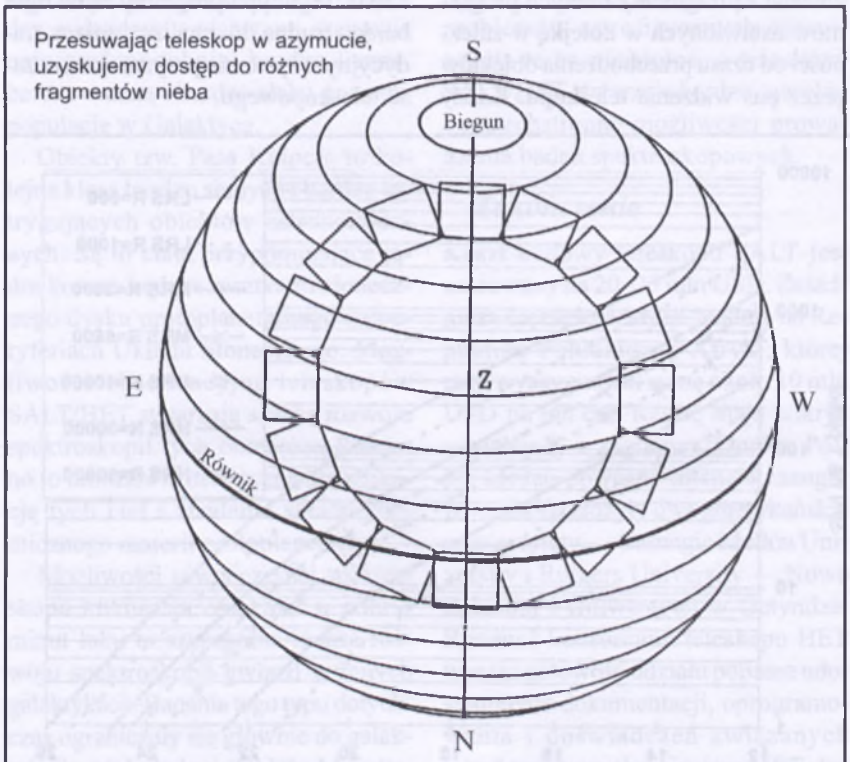
Teleskopy SALT/HET przeznaczone są do obserwacji spektroskopowych w optycznym i podczerwonym zakresie widma. Tak więc ich podstawowe wyposażenie stanowić mają spektrografy. Przewidywane są trzy podstawowe instrumenty o niskiej, średniej i wysokiej zdolności rozdzielczej. Oto ich podstawowe parametry i charakterystyki:

☞ Spektrograf niskiej rozdzielczości LRS (Low Resolution Spectrograph) umieszczony będzie bezpośrednio na platformie *trackera* w ognisku pierwotnym. Pozwalał on będzie na uzyskiwanie widm w zakresie 360 – – 1000 nm o zdolności rozdzielczej ($R = \lambda/d\lambda$) od 500 do 1500. Będzie możliwe jednoczesne obserwowanie do 13 obiektów w polu widzenia teleskopu (4 minuty łuku). Instrument ten będzie też dawał możliwość otrzymywania wąsko- i szerokopasmowych obrazów nieba.

☞ Spektrograf średniej rozdzielczości MRS (Medium Resolution Spectrograph) umieszczony będzie w podziemnej części kopuły, a zebrane przez zwierciadło promieniowanie będzie doń dostarczane przez system światłowodów. Będzie to spektrograf typu „echelle", z oddzielną optyką dla zakresu widzialnego i dla zakresu podczerwonego. Widma optyczne (450 – – 900 nm, z możliwością sięgnięcia do 380 nm) oraz podczerwone (900 – – 1300 nm, z możliwością rozszerzenia do 1700 nm) będą rejestrowane jednocześnie. Zdolność rozdzielcza wahać się będzie od 3500 do 20 000. Instrument będzie pozwalał na jednoczesne obserwacje do 10 obiektów w polu widzenia. Obserwacje obiektów rozciągłych będzie można prowadzić przez system światłowodów ułożonych w „długą szczelinę" o długości 30 sekund łuku bądź zgrupowanych w mozaikę.

☞ Spektrograf wysokiej rozdzielczości HRS (High Resolution Spectrograph) będzie też spektrografem typu „echelle", w pomieszczeniu pod kopułą teleskopu. Obejmie on zakres widmowy od 400 do 11 000 nm ze zdolnością rozdzielczą od 30 000 do 120 000. Możliwa będzie obserwacja tylko pojedynczego obiektu. Spektrograf będzie zapewniał bardzo wysoką stabilność w długości fali, odpowiadającą dokładności w prędkościach radialnych, równą 10 m/s.

Spodziewane możliwości obserwacyjne spektrografów teleskopu SALT/HET demonstruje rys. 6. Przedstawia on stosunek sygnału do szumu widma uzyskanego w trakcie 50-minutowej integracji w zależności od jasności obiektu dla różnych spektrografów i różnych zdolności rozdzielczych.

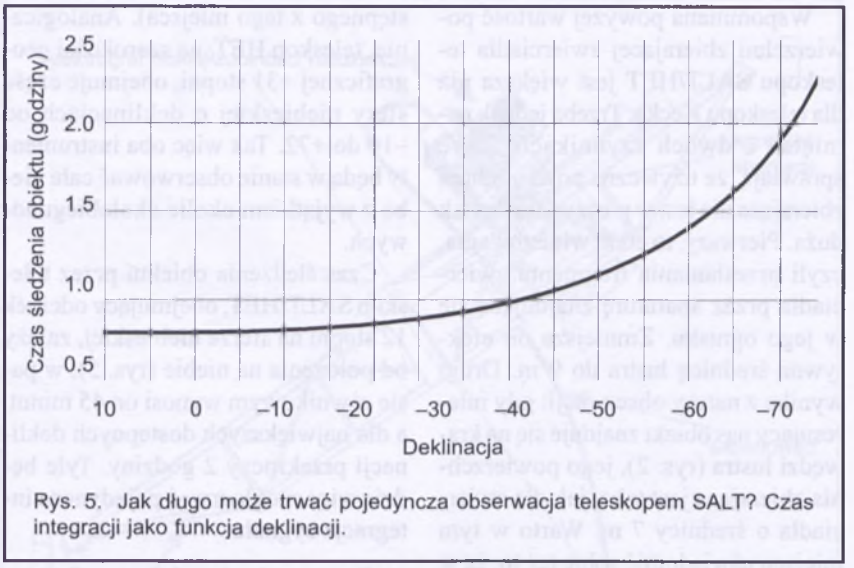


Rys. 4. Część sfery niebieskiej, którą w danej chwili może obserwować SALT.

Ograniczenia i możliwości obserwacyjne

Jak już wspomniano we wstępie, idea teleskopu SALT/HET jest swego rodzaju kompromisem między kosz-

tami a uniwersalnością teleskopu. Za sumę ok. 1/5 kosztów teleskopu Kecka udało się stworzyć instrument o podobnej sprawności w zakresie spektroskopii. Ale tylko w tej dziedzinie. Do innego typu obserwacji, jak precyzyjna fotometria czy robienie obrazów nieba techniką aktywnej optyki, SALT/HET nie nadaje się. Poza tym, jak łatwo wywnioskować z rozdziału 2, konstrukcja teleskopu narzuca ograniczenia na programy obserwacyjne (również spektroskopowe). W danym momencie czasowym przez teleskop SALT/HET można obserwować obiekty leżące jedynie w dość wąskim pasie na niebie (pierścień o promieniu 35 stopni wokół zenitu i szerokości 12 stopni — patrz rys. 4). W efekcie dla większości pozycji obiektów na niebie możliwa jest jedynie integracja sygnału o długości około 1 godziny (patrz rys. 5) w ciągu nocy i to w ściśle określonym czasie, gdy obiekt przechodzi przez wyżej wspomniany pas. Dla niektórych pozycji obiekt przechodzi dwukrotnie przez pas widzenia i wtedy możliwe jest wykonanie dwóch obserwacji w ciągu nocy. Tak więc programy obserwacyjne, wymagające monitorowania przez całą noc lub kilkakrotnych obserwacji w ciągu jednej nocy, nie mogą być realizowane na teleskopie SALT/HET. Stąd obserwacje zmienności widmowych o skalach czasowych rzędu godzin są poważnie utrudnione. Oczywiście, badania zmienności w skalach



Rys. 5. Jak długo może trwać pojedyncza obserwacja teleskopem SALT? Czas integracji jako funkcja deklinacji.

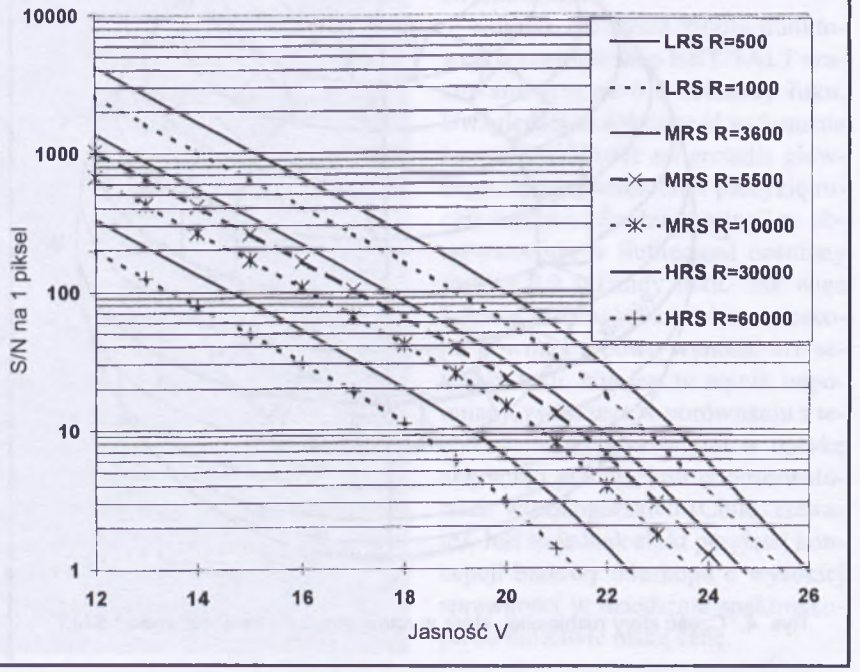
krótszych niż godzina lub dłuższych niż kilka dni mogą być z powodzeniem realizowanie. Również we wszystkich programach, dla których dokładny moment obserwacji nie jest ważny, ograniczenia konstrukcyjne teleskopu SALT/HET nie są istotne.

Opisane powyżej ograniczenia co do czasu obserwacji powodują to, że tradycyjny sposób przydziału czasu na teleskopach naziemnych, tzn. typowo kilka nocy pod rząd dla jednego obserwatora, nie ma większego sensu w przypadku teleskopu SALT/HET. Konstrukcja teleskopu wymusza stosowanie systemu kolejkowego: w ciągu nocy realizowane są fragmenty różnych programów ustawionych w kolejkę w zależności od czasu przechodzenia obiektów przez pas widzenia teleskopu. Każdy typowy program obserwacyjny dzielony jest więc na odpowiednie odcinki do realizacji w trakcie różnych nocy. Ten system, stanowiący swego rodzaju wyzwanie dla autorów software'u teleskopu, zapewnia dużą efektywność wykorzystania przyznanego czasu z punktu widzenia indywidualnego użytkownika teleskopu. Przyznany czas jest bowiem efektywnym czasem realizacji programu, a nie czasem, gdy teleskop jest do dyspozycji autora programu. System ten umożliwia też realizację programów wymagających, np. próbkowania obserwacyjnego jednego obiektu co kilka nocy przez długi okres czasu. Tego typu programy są na ogół bardzo trudne do zrealizowania w tradycyjnym systemie przyznawania czasu teleskopowego.

Rys. 6. Możliwości teleskopu SALT: stosunek sygnału do szumu (S/N) uzyskany dla obiektów o różnej jasności V w trakcie 50-minutowej integracji.

Warunki:

- Czas integracji: 50 minut
- Seeing: 1 sekunda łuku
- Prąd ciemny: 0.0005 e^-/s
- Rozdzielczość: 2 piksele



Podstawowym atutem teleskopu SALT/HET jest duża powierzchnia jego zwierciadła. Ten fakt, w połączeniu z nowoczesną konstrukcją spektrografów, zapewnia bardzo wysoką efektywność i sprawność instrumentu w zakresie spektroskopii.

Jak można łatwo zauważyć z rys. 6, badania spektroskopowe w niskiej zdolności rozdzielczej i przy niezbyt wygórowanych wymaganiach co do stosunku sygnału do szumu będzie można prowadzić dla obiektów o jasności pozornej do około 24 mag. Jest to chyba najpoważniejszą zaletą teleskopu, stwarzającą ogromne możliwości prowadzenia różnorakich badań astrofizycznych, wymagających spektroskopii obiektów bardzo słabych. Z tego też względu kosmologia obserwacyjna wymieniana jest na ogół na pierwszym miejscu na liście dziedzin astrofizyki, mogących w szczególny sposób skorzystać na uruchomieniu teleskopów SALT/HET. Pomiary redshift'ów dla bardzo odległych (słabych) kwazarów i galaktyk są sprawą kluczową dla badań rozmieszczenia i dynamiki materii we Wszechświecie.

Spektroskopia obiektów bardzo słabych to również możliwości powstania i rozwoju nowych dziedzin badań astrofizycznych, np. astrofizyki tzw. brązowych karłów. Obiekty te, które ze względu na masę sytuują się pomiędzy gwiazdami a planetami, stanowią najprawdopodobniej bardzo liczną, bardzo ważną i bardzo słabo poznaną populację w Galaktyce.

Obiekty tzw. Pasa Kuipera to kolejna klasa bardzo słabych i bardzo intrygujących obiektów astronomicznych. Są to ciała przypominające jądra komet, będące resztkami słonecznego dysku protoplanetarnego na peryferiach Układu Słonecznego. Możliwości obserwacyjne teleskopów SALT/HET stwarzają szansę rozwoju spektroskopii tych obiektów. Powinno to umożliwić ostateczną klasyfikację tych ciał i zbadanie składu chemicznego materii protoplanetarnej.

Możliwości równoczesnej spektroskopii kilkunastu obiektów w polu 4 minut łuku to szczególna szansa rozwoju spektroskopii gwiazd w innych galaktykach. Badania tego typu dotychczas ograniczały się głównie do galaktyk Grupy Lokalnej (Obłoki Magellana, M31). Teleskopami SALT/HET spektroskopię niskiej rozdzielczości gwiazd dużej jasności absolutnej (nadolbrzymy, gwiazdy Wolfa–Rayeta, mgławice planetarne) będzie można prowadzić przy odległościach rzędu 10 Mpc (np. galaktyki gromady Virgo).

Jak wspomniano powyżej, kolejkowy system prowadzenia obserwacji na teleskopach SALT/HET stanowi bardzo istotne ułatwienie w realizacji programów systematycznego (np. raz na kilka dni) monitorowania obiektów przez długi okres czasu (np. kilka lat). Możliwość prowadzenia spektroskopii w takim systemie jest nieodzowna do badania długookresowych gwiazd zmiennych i podwójnych (także w innych galaktykach) czy zmienności aktywnych jąder galaktyk. Jeśli do tego zapewniona jest wysoka stabilność i precyzja pomiaru prędkości radialnych, to otrzymujemy narzędzie bardzo dobrze nadające się do wykrywania układów planetarnych wokół innych gwiazd.

Powyższe zestawienie, ograniczone ramami artykułu do przykładowych tematów, jest bardzo dalekie od pełnej listy programów badawczych, możliwych do realizacji teleskopami SALT/HET. Ale nawet i ono pokazuje, że ograniczenia wynikające z konstrukcji tych teleskopów nie są tak ważne, jak może się wydawać na pierwszy rzut oka. Dla ogromnej większości problemów astrofizycznych ograniczenia te są nieistotne, a teleskopy SALT/HET stwarzają bardzo szerokie i wszechstronne możliwości prowadzenia badań spektroskopowych.

Zakończenie

Koszt budowy teleskopu SALT jest szacowany na 20–25 mln USD. Zasadniczy ciężar inwestycji spadnie na Republikę Południowej Afryki, której rząd wyasygnował sumę około 10 mln USD na ten cel. Resztę mają pokryć udziałowcy z zagranicy. Oprócz Polski bardzo poważne intencje zaangażowania się złożyły dwa amerykańskie uniwersytety — Carnegie Mellon University i Rutgers University — Nowa Zelandia i Uniwersytet w Getyndze. Również konsorcjum teleskopu HET wyraża gotowość udziału poprzez udostępnienie dokumentacji, oprogramowania i doświadczeń związanych z budową i uruchamianiem HET. Inwestycja planowana jest na pięć lat, tzn. w latach 2003–4 należy spodziewać się uruchomienia teleskopu SALT.

10% czasu dla polskich astronomów na teleskopie SALT oznacza potrzebę zaangażowania 2.5 mln USD z naszej strony, tzn. średnio 500 tys. USD rocznie. Nie ulega wątpliwości, że przy sumach tego rzędu głównym sponsorem przedsięwzięcia powinien być Komitet Badań Naukowych. Nie wyklucza to oczywiście możliwości zaangażowania funduszy z innych źródeł, jak np. fundusze własne uniwersytetów i instytucji astronomicznych, fundacje naukowe czy też sponsorzy prywatni. Wręcz przeciwnie. Gotowość zaangażowania się finansowego — nawet na stosunkowo niskim poziomie — uniwersytetów czy też instytutów astronomicznych stanowiłaby bardzo poważny argument w staraniach o zasadnicze dotacje z KBN.

Wydawać się może, że 10% czasu na teleskopie to niewiele jak na możliwości i oczekiwania polskich astronomów. Nie ulega wątpliwości, że potencjał polskiej astronomii pozwalałby na efektywne wykorzystanie nawet wyraźnie większego udziału w teleskopie SALT. Postulowany udział jest swego rodzaju kompromisem pomiędzy „apetytem" polskiej astronomii a możliwościami finansowymi w realiach naszego kraju. Ale nawet i te 10% stanowić powinno bardzo istotne źródło wysokiej klasy danych astrofizycznych dla polskich astronomów. Przyjmując średnie warunki pogodowe w obserwatorium w Sutherland (75–80% nocy pogodnych w ciągu roku), otrzymujemy do naszej dyspozycji około 300 godzin obserwacji rocznie. Zakładając, że typowy czas ekspozycji widma wynosi 30 min, oznacza to możliwość otrzymania od 600 do kilku tysięcy (przy równoczesnej spektroskopii wielu obiektów) widm w ciągu roku. Od nas — polskich astronomów — będzie zależało, jakie obiekty, kiedy i w jakiej konfiguracji instrumentalnej będą obserwowane.

Romuald Tylenda jest profesorem astrofizyki pracującym w CAMK-u i UMK w Toruniu oraz koordynatorem planów polskiego uczestnictwa w budowie SALT-a.
Dr Krzysztof Rochowicz jest toruńskim astrofizykiem, jednym z redaktorów Uranii-PA.

Krzysztof Gęsicki
Mirosław Schmidt

Ewolucja masywnych gwiazd

Zanim zaczniemy omawiać ewolucję gwiazd, a w szczególności gwiazd masywnych, należy odpowiedzieć na zasadnicze pytanie: skąd my to wszystko wiemy? Obserwować w gwiazdach możemy jedynie światło opuszczające ich powierzchnie. Zmiany ewolucyjne zachodzą w typowych skalach czasowych milionów i miliardów lat, co nie pozwala na ich rejestrację nawet przez wiele pokoleń astronomów. Nasza wiedza o budowie gwiazd i o przemianach zachodzących w ich wnętrzach jest więc jedynie wiedzą pośrednią. Zdobywamy tę wiedzę, obliczając model gwiazdy. Rzeczywista gwiazda jest kulą gazową, a jej model to tylko tabelka z liczbami. Tworzymy ją, dzieląc promień gwiazdy R na drobne części ΔR i dla każdej z nich wypisując odpowiadającą jej temperaturę gazu, gęstość, ciśnienie, skład chemiczny itp.

Wymienione wielkości fizyczne, a właściwie ich rozkład we wnętrzu gwiazdy, są naszymi niewiadomymi. Równania z tymi niewiadomymi — to równania opisujące zachowanie gazu, takie jak równanie równowagi hydrostatycznej w polu grawitacyjnym i równanie stanu gazu doskonałego. Do tego trzeba dodać równania opisujące wytwarzanie energii przez reakcje jądrowe oraz równania opisujące przepływ wytworzonej energii na zewnątrz. Powstaje tak skomplikowany układ równań, że konieczne jest zastosowanie metod numerycznych i komputerów. Jeśli uda się przezwyciężyć wszystkie trudności numeryczne — otrzymujemy w wyniku obliczeń wspomnianą tabelę.

W pierwszych wierszach tabeli znajdujemy temperaturę i jasność dotyczące powierzchni gwiazdy. Możemy je porównywać z obserwacjami. Domyślamy się, że modele o różnych wnętrzach mogą mieć tak samo wyglądającą powierzchnię.

Jeśli dodamy do układu równań wyrażenia opisujące zmienność w czasie parametrów gwiazdy, to otrzymamy tzw. modele ewolucji gwiazd. Czas życia gwiazdy dzielimy na małe przedziały Δt i dla każdego z nich obliczamy, co zmieniło się od poprzedniej chwili. Dla nowych warunków liczymy nowy model gwiazdy, otrzymując nowy rozkład temperatury, ciśnienia, itp. W ten sposób krok po kroku możemy prześledzić życie gwiazdy.

Budowa gwiazd ciągu głównego masywniejszych od naszego Słońca jest bardziej złożona niż mniej masywnych. W tych drugich energia wytworzona w centrum przez reakcje jądrowe wynoszona jest na zewnątrz przez promieniowanie. W gwiazdach masywniejszych od Słońca energia produkowana jest przez inny cykl reakcji jądrowych, bardziej czułych na temperaturę i wydajniejszych. Transport promienisty okazuje się niewystarczający. Włącza się transport konwektywny, w którym przenoszenie energii powiązane jest z mieszaniem materii. Konwekcję wyobrażamy sobie jako ruch „bąbli": te gorące — wznoszą się, a chłodne — opadają. Jest to zjawisko na tyle skomplikowane, że dokładny opis wymaga złożonych i czasochłonnych obliczeń numerycznych w trzech wymiarach. Dlatego w rachunkach ewolucyjnych konwekcję traktuje się w sposób uproszczony, przez wprowadzenie pojęcia średniej drogi mieszania — średniej drogi przebywanej przez uśrednione elementy konwektywne. W takim opisie warstwę konwektywną od promienistej oddziela wąska granica. Możemy spodziewać się, że bąble konwektywne o dużej energii kinetycznej będą przenikały przez tę granicę i docierały tam, gdzie nie spodziewamy się konwekcji a tylko transportu promienistego. Zjawisko to nosi nazwę „penetracji konwektywnej".

Wpływ utraty masy na ewolucję gwiazdy był badany przez wielu autorów. Bardzo wcześnie zdano sobie sprawę z tego, że ewolucja gwiazdy jest szybsza dla gwiazd masywniejszych. Wynika to z większej temperatury w centrum i związanego z tym większego tempa reakcji jądrowych. Zatem stopniowa redukcja masy gwiazdy przez wiejący z niej wiatr sprawia, że temperatura w centrum wzrasta wolniej, co wydłuża czas życia gwiazdy i pomniejsza jej jasność. Zakładając przy obliczeniach zmienną utratę masy, możemy

Tabela 1. Zestawione tu zostały poszczególne fazy życia gwiazd w kolejności, która wynika z torów ewolucyjnych omawianych w artykule. Dla każdej fazy podano masę, z którą gwiazda w daną fazę wchodzi oraz czas w niej spędzony. Przy modelach Maedera (genewskich) liczba w nawiasach oznacza masę końcową przy założeniu podwojonej utraty masy poza ciągiem głównym. Z podanych liczb wynika, jak wiele materii jest w gwiazdach masywnych przetwarzane i rozpraszane jeszcze przed wybuchem supernowej. Jest to jednak materia bardzo trudna do zaobserwowania ze względu na jej małą gęstość. Jedyna szansa takiej obserwacji, to mgławice pierścieniowe pod koniec fazy LBV i we wczesnej fazie W-R.

ewolucja według Maedera:

gwiazda 60 $M_\odot$			gwiazda 40 $M_\odot$		
faza ewolucji gwiazdy	masa [$M_\odot$] na początku	długość fazy [w tys. lat]	faza ewolucji gwiazdy	masa [$M_\odot$] na początku	długość fazy [w tys. lat]
ciąg główny	60	3400	ciąg główny	40	4300
LBV	45	30	YH	36	15
WNL	29	120	RSG	34	200
WNE	28	25	WNL	19	70
WC	26	250	WNE	15	30
pre-Supernowa	8 (3)		WC	13	150
			pre-Supernowa	8 (3)	

ewolucja według Langera:

gwiazda 60 $M_\odot$			gwiazda 35 $M_\odot$		
faza ewolucji gwiazdy	masa [$M_\odot$] na początku	długość fazy [w tys. lat]	faza ewolucji gwiazdy	masa [$M_\odot$] na początku	długość fazy [w tys. lat]
ciąg główny	60	2800	ciąg główny	35	4500
WNL	40	500	RSG	32	230
PCT-LBV	28	15	YH	15	20
WNL	20	30	WNL	14	70
WNE	18	40	WNE	12	120
WC	15	600	WC	10	30
pre-Supernowa	4		pre-Supernowa	9	

otrzymać różne czasy życia, spędzane przez gwiazdę w różnych fazach ewolucji. Skutkiem unoszenia momentu pędu przez wiatr prędkość rotacji gwiazdy maleje. To zjawisko wpływa na procesy mieszania we wnętrzu gwiazdy. Jeśli z powierzchni gwiazdy wywiane zostaną jej zewnętrzne warstwy, to na tak zmienionej powierzchni zobaczymy produkty reakcji jądrowych, których nie byłoby widać przy ewolucji bez utraty masy. Jest to ważne przy porównywaniu modeli z obserwacjami.

André Maeder (ze współpracownikami) od wielu lat prowadzi obliczenia ewolucji gwiazd, posługując się coraz bardziej udoskonalonymi programami komputerowymi. Wyniki ich obliczeń są przytaczane wszędzie, gdziekolwiek jest mowa o ewolucji gwiazd. Jako tzw. **modele genewskie** stanowią już „klasykę" astrofizyki.

W swoich obliczeniach grupa ta posługuje się dość złożonym opisem konwekcji, z uwzględnieniem penetracji konwektywnej. W ubiegłych latach penetracji przypisywano dość duże znaczenie. Ostatnio, po uwzględnieniu najnowszych tablic nieprzezroczystości, różniących się od starszych uwzględnieniem silnej absorpcji promieniowania jonami żelaza, okazało się, że jej znaczenie jest co najwyżej umiarkowane. Były nawet sugestie, że penetracja konwektywna jest artefaktem wynikającym z niedoskonałości poprzednich tablic nieprzezroczystości.

Tempa utraty masy na poszczególnych etapach ewolucji pochodzą z prostych formuł dopasowanych do zestawień danych obserwacyjnych. Ale autorzy świadomi niedostatków owych formuł prezentują także wyniki obliczeń przy tempach utraty masy dwukrotnie zwiększonych.

Przebieg ewolucji gwiazd masywnych z wiatrem, według modeli genewskich, jest następujący:

1) Masywna gwiazda spalająca wodór w jądrze jest gwiazdą typu O. Otrzymany ciąg główny dla najmasywniejszych gwiazd staje się bardzo szeroki i przechodzi poza granicę Humphreys-Davidsona. Prowadzi to autorów do przypuszczenia, że być może niektóre LBV i gorące nadolbrzymy to także obiekty spalające wodór w jądrze.

2) Gwiazdy bardziej masywne niż 60 $M_\odot$, w trakcie palenia helu w jądrze wykonują wycieczki w fazę LBV, gdzie spotyka je olbrzymie tempo utraty masy. Tory ewolucyjne zakreślają pętle w prawą stronę, lecz niewielkie i krótkotrwałe. Na tym etapie gwiazdy tracą całą początkową otoczkę, by przejść później w fazę W-R, nadal paląc hel w jądrze. Sekwencja WNL — WNE — WC odpowiada zmianom składu chemicznego powierzchni przy odkrywaniu coraz to głębszych warstw wywiewanych przez wiatr.

3) Jeśli masa gwiazdy wynosi około 40 $M_\odot$, wówczas ewoluuje ona na diagramie H-R daleko na prawo i spalanie helu ma miejsce w fazie żółtego lub czer-

BIBLIOTEKA UNIWERSYTECKA w TORUNIU

wonego nadolbrzyma. Następnie tor ewolucyjny zawraca w lewo, w kierunku wysokich temperatur. Gwiazda wchodzi w fazę W-R.

4) Gwiazdy o masach 15–30 $M_\odot$ po opuszczeniu ciągu głównego ewoluują w prawą stronę diagramu H-R i tam pozostają, nigdy nie wchodząc w fazę W-R.

Założenie sztucznie powiększonego tempa utraty masy wydłuża czas życia modeli w fazach W-R oraz zmniejsza ich jasność, co lepiej zgadza się z obserwacjami. Ten właśnie przypadek dla toru o masie początkowej 60 $M_\odot$ przedstawiamy na rysunku. Wnioskuje się zatem, na podstawie przeprowadzonych obliczeń, że rzeczywiste tempa utraty masy przez gwiazdy bardzo masywne są większe niż ich wartości uznawane za standardowe.

Inne podejście do numerycznych obliczeń torów ewolucyjnych przedstawione jest w ostatnich pracach Norberta Langera i współpracowników. Autorzy omawianych poniżej modeli konwekcję opisywali przy pomocy najprostszych równań, a więc bez penetracji konwektywnej i bez dodatkowego mieszania powodowanego rotacją gwiazdy. Jako najważniejszy czynnik sterujący ewolucją przyjęli wiatr gwiazdowy. Tempo utraty masy zapożyczyli z wyznaczeń obserwacyjnych, adaptując różne jego wartości w różnych etapach życia gwiazdy, zwiększając je jednak sztucznie, czasem znacznie, dla uzyskania pożądanego zachowania torów ewolucyjnych. Głównym zarzutem stawianym tego typu podejściu jest to, że brakuje podstaw fizycznych bądź obserwacyjnych, założonym wysokim tempom tracenia masy.

Autorzy szczegółowo prześledzili ewolucję gwiazd na dwóch przykładach, reprezentatywnych dla dwóch rodzajów zachowań gwiazd masywnych. Oba omawiane tory przedstawione są na rysunku.

Ewolucja gwiazdy 60 $M_\odot$

1) Będąc gwiazdą ciągu głównego, obiekt intensywnie traci masę.

2) Jeszcze w fazie palenia wodoru wzrasta tempo utraty masy, napędzane pulsacyjnie. Efekt ten stał się możliwy do stwierdzenia dzięki najnowszym tablicom nieprzezroczystości, modyfikującym głębokie warstwy modeli. Gwiazda wchodzi w fazę W-R z szybkim i gęstym wiatrem, mamy obiekt typu WNL bogaty w wodór. Podkreślmy ten fakt: bogate w wodór gwiazdy W-R są, według tej teorii, na etapie spalania w jądrze wodoru, a nie helu.

3) Później tempo utraty masy słabnie, gwiazda wchodzi w fazę kontrakcji, stając się tzw. obiektem LBV. W tej fazie spalanie wodoru przenosi się z jądra (nazbierał się w nim „popiół" helowy) do otaczającej jądro warstwy. Przy tym promień gwiazdy rośnie, a jądro helowe się zapada. Gdy wskutek rozszerzania temperatura efektywna gwiazdy spadnie poniżej 20 000 K, występują w atmosferze bardzo silne niestabilności. Są one napędzane rekombinacjami wodoru i helu i są znacznie silniejsze niż wspomniane wcześniej niestabilności pulsacyjne. Autorzy obliczeń „stabilizują" sytuację, zakładając ogromne tempo utraty masy, aż do 5×10^{-3} $M_\odot$/rok. Stan taki trwa, dopóki temperatura efektywna gwiazdy nie wzrośnie z powrotem ponad 20 000 K. Gwiazda P Cygni — prototyp klasy LBV — jest tu interesującym przykładem. Jej masa szacowana jest na względnie małą (23 $M_\odot$), co by potwierdzało utratę olbrzymiej ilości masy przez tę gwiazdę na etapie LBV. Obserwowana zwiększona obecność helu na jej powierzchni zgadza się z obliczeniami modelowymi i także potwierdza pozbycie się przez tę gwiazdę jej zewnętrznych warstw. Zauważmy: przyporządkowanie gwiazd LBV typu P Cyg fazie spalania wodoru w warstwie to kolejna cecha różniąca te modele od modeli genewskich.

4) Po powrocie z krótkiej wycieczki w fazę LBV gwiazda wchodzi w fazę palenia helu w jądrze. Znowu staje się gwiazdą typu WN, a wiatr wywiewa z jej atmosfery pozostały wodór. Mówimy, że mamy gwiazdę Wolfa-Rayeta typu WNL, ubogą w wodór, tym razem post-LBV. Następne fazy to typ WNE bez wodoru i typ WC. Otrzymane jasności gwiazd WNE, niższe niż WNL, dobrze zgadzają się z obserwowanymi, a jest to możliwe dzięki wzmożonej utracie masy jeszcze na ciągu głównym.

5) Z chwilą wypalenia helu w jądrze gwiazda staje się prawdopodobnym kandydatem na supernową.

Ewolucja gwiazdy 35 $M_\odot$

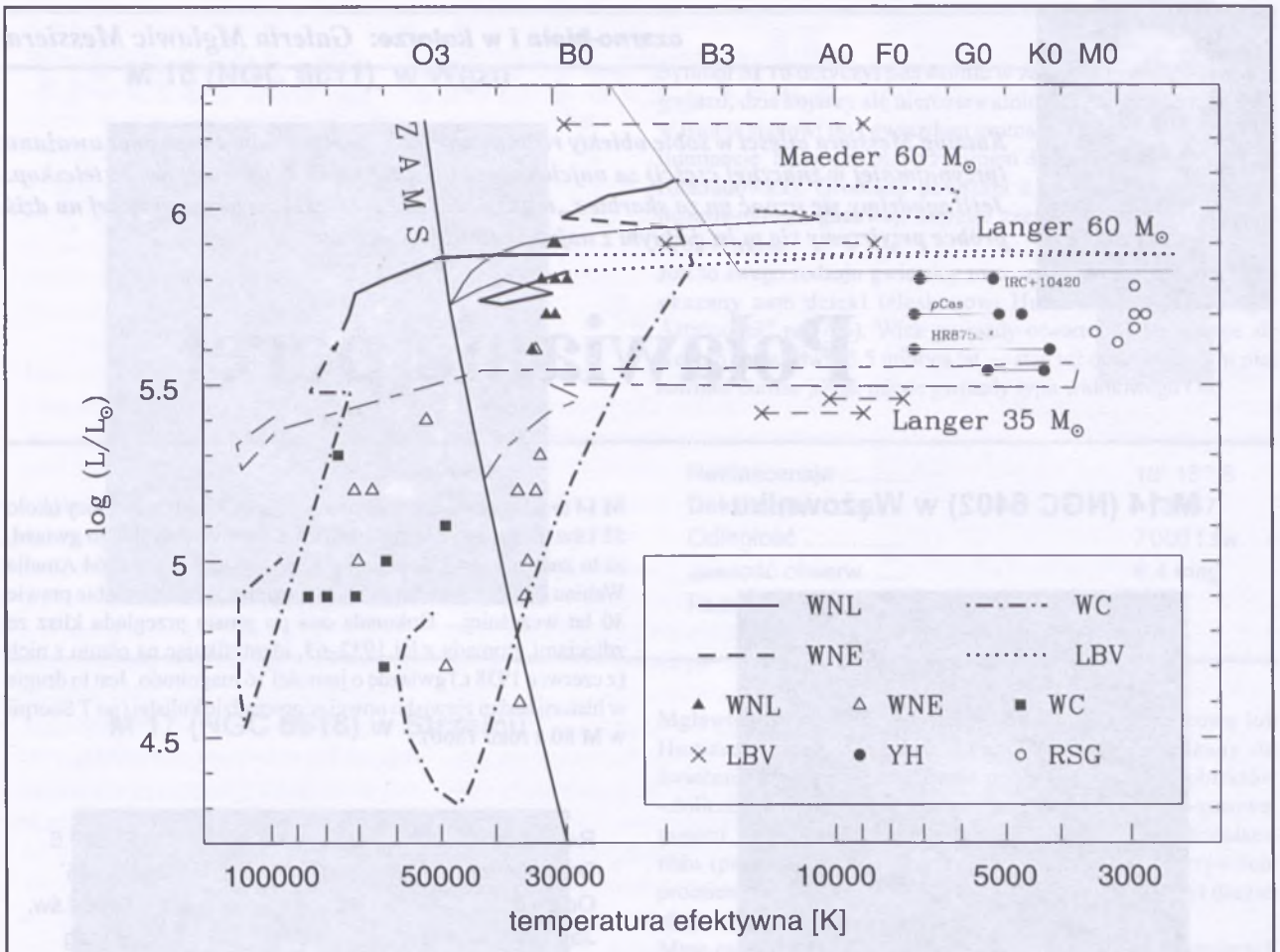
1) Po wyczerpaniu wodoru w jądrze następuje przejście w fazę czerwonego nadolbrzyma. Jako nadolbrzym gwiazda bardzo intensywnie traci masę: z tempem około 10^{-4} $M_\odot$ rocznie i z prędkością kilkudziesięciu km/s. Tracona jest właściwie cała bogata w wodór otoczka i na powierzchni gwiazdy obserwujemy zwiększoną obfitość helu. Tempo utraty masy w tej fazie nie jest dobrze znane, ale gdyby założyć mniejsze tempo utraty masy, nie otrzymalibyśmy w końcowej fazie gwiazdy W-R. Większe tempo utraty masy nie zmieniłoby wiele nakreślonego obrazu ewolucji gwiazdy, jednak astrofizycy nieufnie patrzą na tak wysokie wartości.

2) Koniec etapu czerwonego nadolbrzyma to raczej tzw. żółty skrajny nadolbrzym. Gwiazda w tej fazie stopniowo staje się gorętsza, a ilość wodoru na jej powierzchni maleje. Mamy tu kolejną różnicę w porównaniu z modelami genewskimi: tym razem fazę YH proponuje się po fazie RSG, a nie przed.

3) Dalsze przejście w fazę W-R, czyli do temperatury ponad 30 000 K, trwa tylko 100 lat. Na etapie WNL gwiazda W-R jeszcze zawiera wodór, później to bezwodorowa gwiazda WNE. Prawie pod koniec życia mamy gwiazdę WC o masie ok. 9 $M_\odot$, z żelaznym jądrem ok. 1.4 $M_\odot$, która najprawdopodobniej zostanie supernową.

O poprawności przedstawionych obliczeń decydują ostatecznie obserwacje.

Nie jest łatwo zdecydować, które z obliczanych modeli odpowiadają poszczególnym obserwowanym rodzajom gwiazd. Jeśli pamiętamy, jak różnorodne są gwiazdy górnej części diagramu H-R, to oczywiste staje się, że porównywanie tylko temperatur i jasności to za mało. Dla przykładu, definicja gwiazdy W-R, oparta na szerokościach linii emisyjnych, ze względu na uproszczenia modeli nie może być zastosowana. Autorzy modeli genewskich przyjmują, że gwiazda w swoim życiu wchodzi w fazę W-R, jeśli zawartość wodoru na powierzchni spadnie poniżej 30–40 % oraz temperatura na powierzchni wzrośnie ponad 30 000 K na końcowej części toru ewolucyjnego, skierowanej w gorącą stronę diagramu H-R. Przy takiej definicji gwiazda wchodzi w fazę W-R na etapie palenia helu w jądrze i pozostaje w niej aż do końcowego wybuchu jako supernowa. Z kolei Langer przy określaniu fazy WNL zwraca uwagę głównie na utratę masy. Trzeba pamiętać o takich subtelnościach, gdy porównujemy położenia gwiazd na diagra-



Rysunek przedstawia górną część diagramu H-R z naniesionymi torami ewolucyjnymi. Gwiazdy bardziej masywne ewoluują od ciągu głównego w prawo i „odbijają się" od granicy Humphreys-Davidsona. Gwiazdy mniej masywne ewoluują w poprzek całego diagramu H-R, poniżej wspomnianej granicy.
Ewolucja gwiazdy o masie początkowej 60 $M_\odot$ przedstawiona jest w dwóch wersjach: według obliczeń Langera i Maedera (ze zwiększoną utratą masy). Cienka linia oznacza fazę ciągu głównego, kropkowana — LBV, a różnymi rodzajami pogrubionych linii zaznaczone są poszczególne fazy gwiazd W-R: WNL, WNE i WC. Dla gwiazdy o masie początkowej 35 $M_\odot$ przedstawiony jest tylko tor Langera, bez rozróżniania poszczególnych faz. Dla porównania zaznaczone są położenia wybranych przedstawicieli różnych grup gwiazd, omawianych w poprzednim artykule. Aby tory ewolucyjne kończyły się fazą WC o obserwowanych jasnościach i temperaturach, konieczne było przyjęcie ogromnej utraty masy w fazach poprzedzających i w tym aspekcie obie wersje obliczeń są zgodne. Różnią się od siebie licznymi szczegółami, ale gdy wziąć pod uwagę poczynione założenia i uproszczenia, okaże się, że nie są to różnice znaczące.

mie H-R, wynikające z obu torów. Równie umowne są identyfikacje innych faz życia gwiazdy, w tym także ciągu głównego.

Zliczenia gwiazd z różnych rejonów Galaktyki oraz z Obłoków Magellana pokazują, że stosunek ilości nadolbrzymów niebieskich do czerwonych rośnie ze wzrostem metaliczności gwiazd. Modele genewskie nie odtwarzają prawidłowo tej zaobserwowanej tendencji. Ponadto okazuje się, że obserwowane gwiazdy O są jaśniejsze i bogatsze w hel niż odpowiadające im modele.

Przedstawione zarzuty oczywiście nie znaczą, że kwestionowana jest cała teoria dotycząca gwiazd masywnych. Maeder i Langer stwierdzają jednak, że w tej teorii brakuje ciągle jeszcze jakiegoś istotnego składnika i przyznają, że są w tej sprawie bezradni.

Nie ma natomiast wątpliwości w jednej sprawie: kluczową rolę w ewolucji gwiazd masywnych odgrywa utrata masy.

Widać wyraźnie potrzebę obserwacyjnego określenia temp utraty masy w różnych etapach życia gwiazdy. Ponieważ tempo utraty masy może zmieniać się w skalach kilkudziesięciu — kilkuset lat, więc nawet wieloletnie obserwacje mogą dotyczyć tylko jednej fazy. Lepszą ocenę średnich wartości wchodzących do rachunków ewolucyjnych moglibyśmy uzyskać, gdybyśmy lepiej rozumieli mechanizm powstawania wypływu. Jednak szczegóły fizycznych procesów leżących u podstaw utraty masy są nadal nie zbadane. Najnowsze obliczenia wskazały na dużą rolę pulsacji nie tylko w napędzaniu wiatrów gwiazd chłodniejszych, ale i tych gorętszych. Jak stwierdzone w modelu gwiazdy niestabilności uwzględnić w generowaniu wiatru gwiazdowego i do tego zgodnego z obserwacjami, pozostaje ciągle sprawą otwartą.

Dr Mirosław Schmidt jest astrofizykiem CAMK PAN w Toruniu.
Dr Krzysztof Gęsicki jest pracownikiem Centrum Astronomii UMK.
Obaj autorzy wspólnie zajmują się badaniem atmosfer żółtych skrajnych nadolbrzymów.

Katalog Messiera mieści w sobie obiekty różnorodne, przez miłośników astronomii uważane (przynajmniej w znacznej części) za najciekawsze cele, na które można skierować teleskop. Jeśli zgodzimy się uznać go za skarbiec „mglistych" ciał niebieskich, to w wybranej na dziś próbce przyjrzymy się m.in. jednym z najwspanialszych okazów.

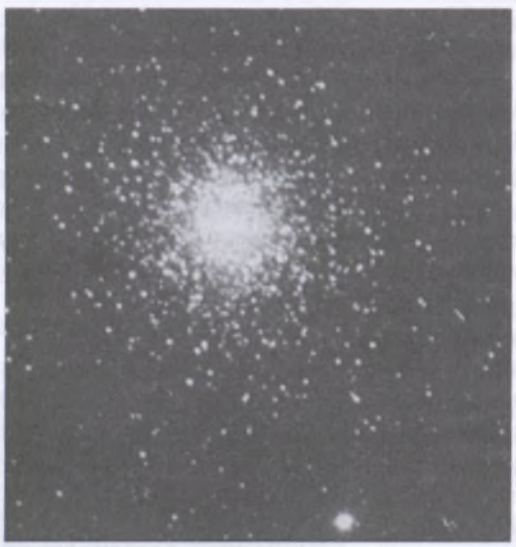
Poławianie pereł

M 14 (NGC 6402) w Wężowniku

M 14 to nieznacznie spłaszczona gromada kulista o średnicy około 55 l.św. Brak w niej wyraźnego zgęszczenia centralnego gwiazd, za to znanych jest kilkadziesiąt zmiennych. W roku 1964 Amelia Wehlau odkryła w M 14 nową, która pojawiła się na niebie prawie 30 lat wcześniej... Dokonała ona po prostu przeglądu klisz ze zdjęciami gromady z lat 1932–63, identyfikując na ośmiu z nich (z czerwca 1938 r.) gwiazdę o jasności 16 magnitudo. Jest to drugie w historii badań zjawisko nowej w gromadzie kulistej (po T Scorpii w M 80 z roku 1860).

Rektascensja	$17^h\,37^m.6$
Deklinacja	–03° 15′
Odległość	27 400 l.św.
Jasność obserw.	7.6 mag
Rozmiary kątowe	11′.7

M 15 (NGC 7078) w Pegazie



M 15 uchodzi za najgęstszą z kulistych gromad Galaktyki. Jej wewnętrzne obszary penetrował teleskop kosmiczny (patrz str. II okładki), poszukując masywnej czarnej dziury lub innych śladów zjawiska kolapsu jądra — grawitacyjnej „pułapki" zastawionej w trakcie dynamicznej ewolucji gromady. Pomimo precyzyjnych obserwacji i analiz, kwestia rozmiarów i masy centralnego obiektu pozostaje póki co nie wyjaśniona.

M 15 zasłynęła jako pierwsza (i przez długie lata jedyna) gromada kulista ze zidentyfikowaną mgławicą planetarną (dokonał tego Pease w roku 1928 w oparciu o klisze uzyskane w obserwatorium na Mt. Wilson) — Pease 1 lub K 648. Plasuje się też w czołówce gromad kulistych bogatych w gwiazdy zmienne (po M 3 i ω Centauri), ukazując ich przeszło setkę. Również pod względem ilości pulsarów (znanych jest 9) należy do wyjątków, zaś jeden z nich (PSR 2127+11 C) wchodzi w skład interesującego układu podwójnego (z gwiazdą neutronową) i wykazuje silne efekty relatywistyczne.

Rektascensja	$21^h\,30^m.0$
Deklinacja	+12° 10′
Odległość	32 600 l.św.
Jasność obserw.	6.2 mag
Rozmiary kątowe	12′.3

M 16 (NGC 6611) w Wężu

Symbol **M 16** dotyczył pierwotnie w zasadzie gromady otwartej gwiazd, dziś kojarzy się nierozerwalnie z Mgławicą Orzeł, która w istocie stanowi tło i gwiazdom gromady zawdzięcza wspaniałą iluminację, będącą m.in. wyzwaniem dla astrofotografów (patrz rozkładówka). Gromada powstała z ogromnego kompleksu materii pyłowo-gazowej, którego część stanowi mgławica IC 4703 (Orzeł).

Jest to swego rodzaju gwiezdny matecznik, w przepiękny sposób ukazany nam dzięki teleskopowi Hubble'a (patrz „Postępy Astronomii" nr 1/96). Wiek gromady otwartej M 16 szacuje się średnio na zaledwie 5.5 miliona lat — stąd też obserwujemy w niej również bardzo jasne, młode gwiazdy typu widmowego O6.

Rektascensja	$18^h\,18^m.8$
Deklinacja	–13° 47'
Odległość	7000 l.św.
Jasność obserw.	6.4 mag
Rozmiary kątowe	7'.0

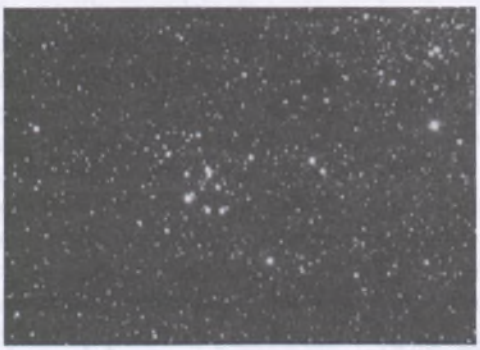
M 17 (NGC 6618) w Strzelcu

Mgławica Omega (zwana niekiedy Łabędziem, Podkową lub Homarem) to obszar powstawania gwiazd, pobudzany do świecenia przez promieniowanie pobliskich młodych obiektów - doliczono się ok. 35 gwiazd zanurzonych w jej pyłowo-gazowej materii. Dominującą barwą mgławicy jest czerwień z odcieniami różu (patrz rozkładówka), a najjaśniejszy obszar rzeczywiście promieniuje światło białe, nie jest to bynajmniej efekt zbyt długiej ekspozycji.

Masę całego obłoku (rozciągającego się w obszarze o rozmiarach rzędu 40 l.św.) szacuje się na 800 mas Słońca, co znacznie przewyższa masę gazu i pyłu chociażby w słynnej mgławicy Oriona M 42. Mgławice Omega i Orzeł to kosmiczne sąsiadki; wchodzą w skład tego samego ramienia spiralnego Galaktyki. David H. Levy, doświadczony obserwator nieba, napisał o M 17: „...jeden z najpiękniejszych widoków, jakie kiedykolwiek obserwowałem: zarówno na ziemi, jak i na niebie."

Rektascensja	$18^h\,20^m.8$
Deklinacja	–16° 11'
Odległość	5000 l.św.
Jasność obserw.	7.0 mag
Rozmiary kątowe	11'.0

M 18 (NGC 6613) w Strzelcu



Ta gromada otwarta prezentuje się najlepiej przez teleskop, ukazując ponad tuzin dość jasnych gwiazd. Oceny jej odległości mieszczą się w przedziale 3900–6000 l.św., co odpowiada rzeczywistym rozmiarom rzędu kilkunastu l.św. Najgorętsze gwiazdy wykazują widmo typu B3, świadcząc o stosunkowo młodym wieku gromady, szacowanym na 32 mln lat. (*kr*)

Rektascensja	$18^h\,19^m.9$
Deklinacja	–17° 08'
Odległość	4900 l.św.
Jasność obserw.	7.5 mag
Rozmiary kątowe	9'.0

Leszek P. Błaszkiewicz

Rozbłyski gamma w świetle nowych faktów

25 kwietnia 1998 roku szerokokątna kamera (WFC — Wide Field Camera) i monitor błysków gamma na pokładzie BeppoSAX oraz urządzenia eksperymentu BATSE (Burst and Transient Source Experiment) na pokładzie Compton Gamma Ray Observatory zarejestrowały kilkusekundowy rozbłysk gamma skatalogowany jako GRB980425. W tym samym czasie, w obszarze, skąd zarejestrowano rozbłysk (galaktyka spiralna ESO184-G82, odległa o około 38 Mpc), zaobserwowano niezwykłą supernową SN1998bw...

Rozbłyski gamma

O rozbłyskach gamma doniesiono po raz pierwszy w 1973 roku, kiedy to ukazał się raport mówiący o 16 błyskach zarejestrowanych w przedziale od czerwca 1969 do czerwca 1972 przez urządzenia na pokładach czterech satelitów Vela. Były to błyski trwające od 0.1 s do 30 s w przedziale energii 0.2 – 1.5 MeV.

Do chwili obecnej zarejestrowano wiele setek rozbłysków, które są skrupulatnie katalogowane. Wydano już cztery katalogi BATSE, a efektem tego jest możliwość statystycznego opracowania danych. Przykład pokazany jest na rys. 1, który przedstawia ponad 1000 rozbłysków umieszczonych w układzie współrzędnych galaktycznych. Widoczne, izotropowe rozmieszczenie sugeruje kosmologiczne pochodzenie rozbłysków. Istnieje jednak wiele teorii próbujących wyjaśnić źródła rozbłysków gamma. Warto wspomnieć, że są trzy grupy hipotez, uzależnionych od proponowanej odległości źródeł:

1. model Obłoku Oorta — źródła mogą być związane ze sferyczną strukturą obłoku kometarnego wokół Układu Słonecznego w odległości około roku świetlnego,

2. modele galaktyczne — źródła umiejscowione są w halo galaktycznym,

3. modele związane z kosmologicznymi skalami.

Jeśli źródła znajdują się w niewielkiej od nas odległości, wtedy można spodziewać się, że są to bardzo egzotyczne i mało poznane obiekty, jeśli zaś są w odległościach kosmologicznych, to przy energiach, czasie trwania i odległości, są to najjaśniejsze obiekty w znanym Wszechświecie.

Poniżej przedstawiam dokładniej kilka najpoważniej traktowanych hipotez, teraz mogę jedynie wspomnieć, że obserwacje na innych falach miejsc, w kierunku których zarejestrowano rozbłyski gamma, nie przyniosły rezultatu. Udało się jedynie zidentyfikować w polu błędu instrumentów rejestrujących supernowe oraz aktywne jądra galaktyk.

W związku z tym możliwe jest powiązanie rozbłysków ze zjawiskami dotyczącymi tychże obiektów.

Hipotezy dotyczące źródeł rozbłysków gamma

Gwiazdy neutronowe

Jeśli chodzi o tę klasę teorii, to istnieje kilka mechanizmów związanych z gwiazdami neutronowymi, które mogą doprowadzić w ostateczności do powstania promieniowania gamma w formie rozbłysku.

Podstawowym i szeroko dyskutowanym mechanizmem jest zlewanie się dwóch gwiazd neutronowych, a także gwiazdy neutronowej z czarną dziurą. Gęstość występowania takich podwójnych układów w Galaktyce może wynosić nawet 10^5. W takim przypadku, nawet gdy zjawisko zlewania się jest bardzo rzadkie, w skali Wszechświata może zachodzić na tyle często, by wytłumaczyć częstość i izotropowość obserwacji rozbłysków gamma. Zakładamy 10^{-6} przypadków na rok w galaktyce, co daje około 3 przypadki rocznie w promieniu megaparseka. Zlewanie się gwiazd neutronowych może być źródłem fal grawitacyjnych, neutrin i wysokoenergetycznych fotonów.

Szeroko w takich scenariuszach dyskutowana jest koncepcja tzw. *fireball*, czyli relatywistycznego strumienia elektronowo — pozytonowego powstałego

po anihilacji neutrin, którego czoło emituje promienie gamma.

Drugim z wymienianych mechanizmów są tzw. *superglicze*, związane z trzęsieniem i zapadaniem się skorup gwiazd neutronowych. We wnętrzach takich gwiazd powstaje wówczas materia kwarkowa złożona z kwarków u i d lub też dziwna materia kwarkowa, która składa się z kwarków u, d i s[1]).

Niektórzy postulują, że tego typu materia jest stabilniejsza od żelaza ^{56}Fe i stanowić może absolutnie podstawowy stan natury. Hybrydowa gwiazda, jaka powstaje po zapadnięciu się skorupy pulsara, zmniejsza swą średnicę tak, że gęstość centralna (w typowym przypadku $M \approx 1.4\ M_{\odot}$) wzrasta o około 2.4%

Nadwyżka energii, jaka powstaje podczas opisanego procesu, który trwać może od 0.05 s do kilku minut, wypromieniowana jest w postaci głównie neutrin, które bardzo szybko anihilują, tworząc wysokoenergetyczne kwanty promieniowania — kwanty γ. Ilość powstałej w opisanym procesie energii szacuje się nawet na 10^{52} ergów, co zgodne jest z obserwowanymi przez nas strumieniami rozbłysków.

Następną z możliwości, jakie dają gwiazdy neutronowe w tłumaczeniu rozbłysków gamma, są magnetary. Swą nazwę zawdzięczają one ultrasilnemu polu magnetycznemu, którego natężenie sięga nawet wartości $10^{15} - 10^{16}$ G. Dzięki pewnym mechanizmom, część z olbrzymiej energii magnetycznej (około $3 \times 10^{47}\ B_{\perp}^2$) może być emitowana w formie powtarzalnych wybuchów. Takim źródłem błysków gamma tłumaczy się między innymi zjawiska powtarzalne.

Inne z możliwych mechanizmów, to zderzenia dysków akrecyjnych wokół czarnych dziur, które są składnikami układów podwójnych. Zderzenie miałoby obejmować helowe jądro olbrzyma. Gwałtowne siły powodują, że w ciągu krótkiego czasu — rzędu minuty — następuje akrecja masy nawet kilku mas słonecznych. Powstała w takiej kolizji energia unoszona zostaje w postaci neutrin (rzędu $10^{51} - 10^{52}$ ergów), które anihilując (z efektywnością 0.1 – 0.01 %) tworzą relatywistyczną falę uderzeniową, złożoną z elektronów i pozytonów o mocy całkowitej 10^{50} erg. Oddziaływanie podświetlnej fali z materią wokółgwiazdową powoduje powstanie kwantów gamma.

[1]) u — up (górny), d — down (dolny), s — strange (dziwny)

Hipernowe

Supernowe, to bardzo gwałtowny koniec życia masywnych gwiazd, których wynikiem jest produkcja pierwiastków będących elementami budowy materii we Wszechświecie (planety, ludzie, etc.) W supernowych, w których dochodzi do kolapsu jądra (jeden z dwóch typów supernowych), odrzucona zostaje siłą eksplozji powłoka, a jądro zapada się, tworząc gwiazdę neutronową. Energia wybuchu powoduje, że w ciągu kilku dni gwiazda rozbłyska jasnością równą całej Galaktyce.

W jaki sposób można połączyć to niezwykłe zjawisko, jakim jest eksplozja supernowej, z rozbłyskami gamma? Powstająca wskutek wybuchu fala uderzeniowa jest rozpędzana i przyspieszana tak, że jej czoło uzyskuje prędkości relatywistyczne. W czasie zderzeń takiego czoła fali z cząstkami materii międzygwiazdowej, nietermiczne elektrony produkować mogą fotony o skrajnie wysokich energiach, które dane są jako:

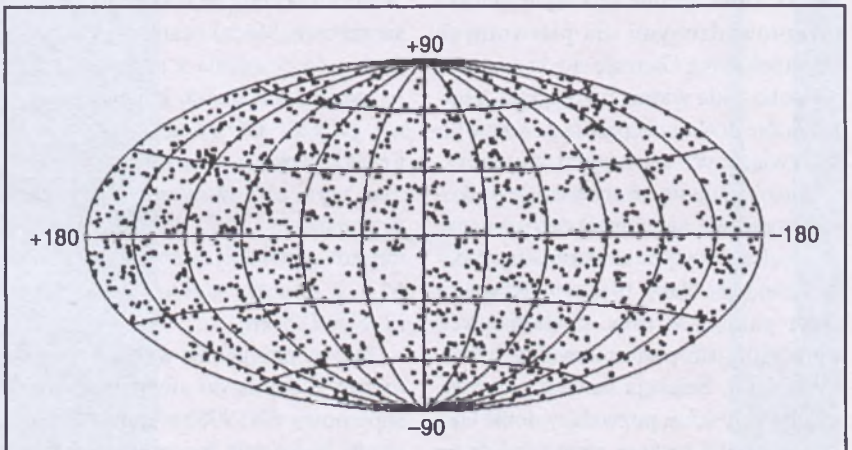
$$160\ \mathrm{keV}\ (\Gamma/100)^4 n_1^{1/2},$$

gdzie Γ to czynnik Lorentza, a n_1 jest gęstością materii międzygwiazdowej w cm^{-3}.

Można pokazać, że w przypadku supernowych, których siła wybuchu jest statystycznie przeciętna ($<10^{52}$ erg), gdy mamy do czynienia ze sferycznie symetryczną eksplozją, promieniowanie γ nie jest produkowane w ilości dostatecznej, by wywołać obserwowane przez nas rozbłyski. Może tak się stać, jeżeli wybuch następuje w dwóch przeciwległych kierunkach w postaci wąskich strug materii. Tylko supernowe o bardzo wielkiej energii wybuchu mogą zatem produkować fale podświetlne, których czoła zdolne są wyemitować odpowiednią ilość promieniowania gamma. W rozważaniach bierzemy oczywiście pod uwagę skale kosmologiczne. W galaktykach supernowa wybucha przeciętnie raz na sto lat, w całym Wszechświecie mniej więcej co kilka sekund. Rozbłyski gamma obserwowane są z częstotliwością rzędu jednego dziennie. Można zatem przyjąć, że nawet jeśli tylko nieznaczna część wybuchów supernowych będzie niezwykła w sensie czy to siły eksplozji, czy też jej ukierunkowania, to i tak obserwowane rozbłyski można statystycznie wytłumaczyć tymi wybuchami.

Parowanie pierwotnych czarnych dziur

Pierwsze obserwacje rozbłysków gamma zbiegły się w czasie z dyskusją na temat możliwości istnienia we Wszechświecie czarnych dziur, powstałych we wczesnych etapach jego istnienia. Zagadnienie poruszone zostało pierwszy raz w *Nature*, w 1974 roku przez Hawkinga. Ten sam autor przedstawił teorię dotyczącą efektów kwantowych, pozwalających na utratę masy przez czarne dziury. Tempo takiego parowania, jak przewiduje teoria, jest odwrotnie proporcjonalne do masy czarnej dziury. W końcowym etapie dochodzi do bardzo gwałtownego tempa emisji energii, z której część unoszona może być w postaci kwantów γ. Taki błysk trwać powinien kilkaset milisekund. Rachunki pokazują, że dla czarnej dziu-



Rys. 1. Miejsca ponad tysiąca zarejestrowanych przez BATSE rozbłysków gamma, ukazanych we współrzędnych galaktycznych, sugerują kosmologiczne powiązania tych zjawisk.

ry o masie $M=2\times10^{33}$ g równoważna temperatura wynosi 10^{-3} K, a dla czarnej dziury o masie 6×10^{14} g temperatura sięga już $\approx$20 MeV[2]. Można wykazać, że gwałtowna emisja promieniowania γ zachodzi, gdy masa czarnej dziury znajduje się pomiędzy 10^{14} g a 10^{7} g. Biorąc pod uwagę, że tempo parowania:

$$\frac{dM}{dt} = \frac{-\alpha(M)}{M^2}$$

można pokazać, że pierwotne czarne dziury mogą w obecnej epoce znajdować się w fazie odpowiedniej do gwałtownej utraty energii, m.in. w postaci błysków γ. Jak pokazują Cline i in., ilość czarnych dziur będących w finałowym stanie parowania może wynosić około 2×10^{5} pc^{-3} rok^{-1}.

Za powstanie błysku gamma odpowiedzialna jest plazma kwarkowo-gluonowa, która reaguje z gwałtownie ekspandującą z pobliża parującej czarnej dziury materią hadronową (tworzą ją głównie piony). Krótko po rozpadzie pionów, ekspandująca „ognista kula" przekształca się w mieszaninę fotonów, leptonów i barionów. Fotony są przechwytywane aż do momentu, gdy grubość optyczna pozwoli wyrwać się najbardziej energetycznym fotonom γ, w czasie liczonym w milisekundach (obliczenia pokazują, że błysk taki trwać może od kilku do kilkuset milisekund). Energie, jakich można się spodziewać po fotonach γ produkowanych w ostatniej fazie procesu parowania, zawierają się w granicach 0.05 – 0.3 MeV, przy czym dla krótszych czasów energie osiągają wyższą wartość.

Musimy odpowiedzieć sobie teraz tylko na pytanie, czy obserwowane były błyski, które zgodne są z wyliczeniami przeprowadzonymi dla pierwotnych czarnych dziur. Okazuje się, że zaobserwowano takie widma rozbłysków gamma, które doskonale pasują do scenariuszy związanych z czarnymi dziurami.

I tu okazuje się, że obserwacje doskonale zgadzają się z przewidywaniami. Biorąc bowiem typowe parametry, można oczekiwać około 10 przypadków błysków gamma w roku, pochodzących z procesów parowania pierwotnych czarnych dziur. Selekcja danych, dotyczących rozbłysków, pozwala wyłonić taką liczbę zjawisk rocznie, jakiej właśnie się oczekuje.

[2] 1 MeV $\approx 10^{10}$ K

Rozbłysk GRB980425 i supernowa SN1998bw

O teorii wiążącej rozbłyski gamma z wybuchami supernowych pisałem już powyżej. Istnieje jednak niedawno zaobserwowany rozbłysk, który być może spowodowany został w taki właśnie sposób.

W ramieniu spiralnym galaktyki ESO184-G82, odległej około 140 milionów lat świetlnych od nas, w dniu 25 kwietnia 1998 roku zarejestrowano rozbłysk gamma. Dokonano tego przy użyciu szerokokątnej kamery WFC i monitora błysków gamma na pokładzie BeppoSAX oraz niezależnie przez urządzenia eksperymentu BATSE na pokładzie satelity Compton Gamma Ray Observatory.

Rozbłysk trwał około 30 sekund i osiągnął maksymalny strumień $\approx 3\times10^{-7}$ erg cm^{-2} s^{-1}. Współrzędne obserwacji oszacowano na $\alpha = 19^h34^m54^s$ i $\delta = -52°\,49'.9$, z błędem instrumentalnym ok. 8′.

26 kwietnia rozpoczęto obserwacje obszaru błędu przy pomocy 50- i 30-calowych teleskopów Australijskiego Uniwersytetu Narodowego (ANU — Australian National University) w Obserwatorium Mt Stromlo, 40-calowego teleskopu ANU w Obserwatorium Siding Spring, Anglo-Australijskiego teleskopu w Anglo-Australijskim Obserwatorium, 3.5-metrowego teleskopu NTT (New Technology Telescope) i 1.5-metrowego duńskiego teleskopu w Europejskim Obserwatorium Południowym.

Przegląd wyników z NTT ujawnił w polu błędu zarejestrowanego wcześniej błysku gamma źródło punktowe. Widma wskazały, że źródłem światła jest supernowa. Modelowanie wykazało, że mamy do czynienia z supernową typu Ic, gdzie dochodzi do kolapsu masywnej gwiazdy CO (węglowo-tlenowej), a czas kolapsu na podstawie krzywej blasku zsynchronizowano z błyskiem w przedziale (+0.7, –2) dni. Masę początkową gwiazdy oceniono na 12 – 15 $M_\odot$, a energię wybuchu na $E_{exp} \approx (2–5)\times 10^{52}$ erg.

Gdyby przyjąć, że wybuch miał symetrię zbliżoną do sferycznej, wtedy supernowa SN1998bw musiałaby być około 30-krotnie bardziej potężna niż „zwykłe" supernowe. W przypadku eksplozji w postaci dwóch przeciwbieżnych strug, potrzeba mniej energii. W obu jednak przypadkach zjawisko było bardzo duże.

Konkluzje

Jak więc widzimy, istnieje kilka hipotez, które starają się wyjaśnić pochodzenie tajemniczych rozbłysków gamma. Podstawowym pytaniem, na które szuka się odpowiedzi, jest stwierdzenie, czy błyski są pochodzenia lokalnego (obłok kometarny Oorta, halo Galaktyki), czy też odległość do źródeł błysków jest kosmologiczna.

Pewne światło może rzucić fakt, że zaobserwowano w przeciągu trzech dni trzy rozbłyski o podobnym widmie. Paczyński na łamach *Astrophysic Journal* twierdzi, iż jest to obraz tego samego źródła, który uległ grawitacyjnemu soczewkowaniu przez leżącą na drodze promieniowania galaktykę.

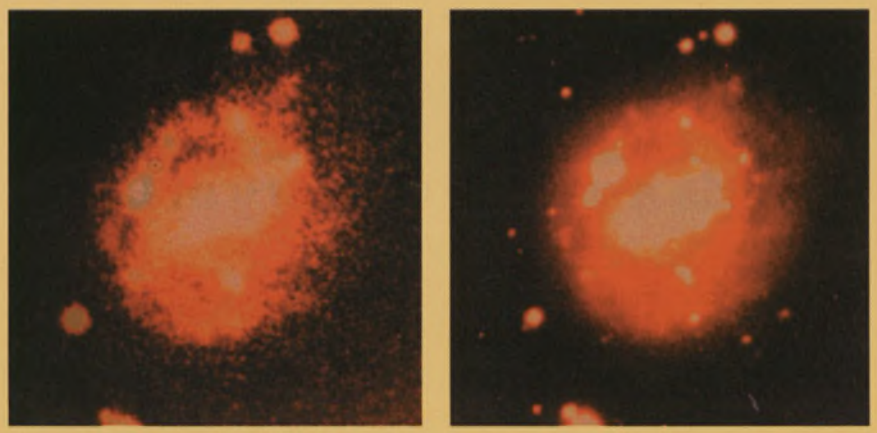
Istnieją także pewne teorie wiążące błyski gamma z AGNami i burzliwymi zjawiskami, jakie w ich pobliżu zachodzą, tym bardziej że kilka błysków pochodzi z obszarów na sferze niebieskiej, gdzie obserwuje się, np. kwazary.

Przyglądając się wymienionym powyżej teoriom i innym, o których nie wspominałem, statystycznie najwięcej zwolenników ma pogląd mówiący o pozagalaktycznym pochodzeniu rozbłysków gamma i nawet biorąc pod uwagę tak rzadkie w skali lokalnej zjawiska, jak zlewanie się gwiazd neutronowych czy też wybuchy hipernowych, w skali Wszechświata są one w doskonałej zgodności z faktami obserwacyjnymi. Z drugiej strony lokalne źródła rozbłysków — pierwotne czarne dziury z halo galaktycznego lub też jakieś zjawiska w przestrzeni wokółsłonecznej — są w chwili obecnej równie prawdopodobne z racji braku pewności co do mechanizmów powstawania tychże błysków.

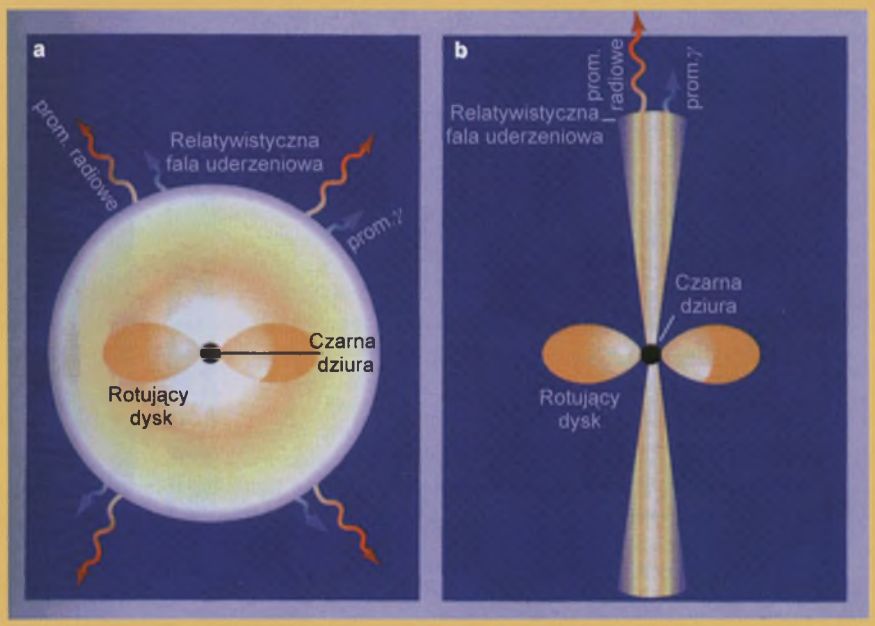
Pytanie o źródła rozbłysków gamma i mechanizmy ich powstawania jest zatem cały czas otwarte. Jednak już teraz można stwierdzić, że istnieje kilka klas rozbłysków, co wiązać się musi (może) z kilkoma klasami źródeł.

Mgr Leszek Błaszkiewicz jest doktorantem w Katedrze Radioastronomii Uniwersytetu M. Kopernika w Toruniu. Jego astronomiczne zainteresowania dotyczą maserów kosmicznych i zagadnień współczesnej kosmologii.

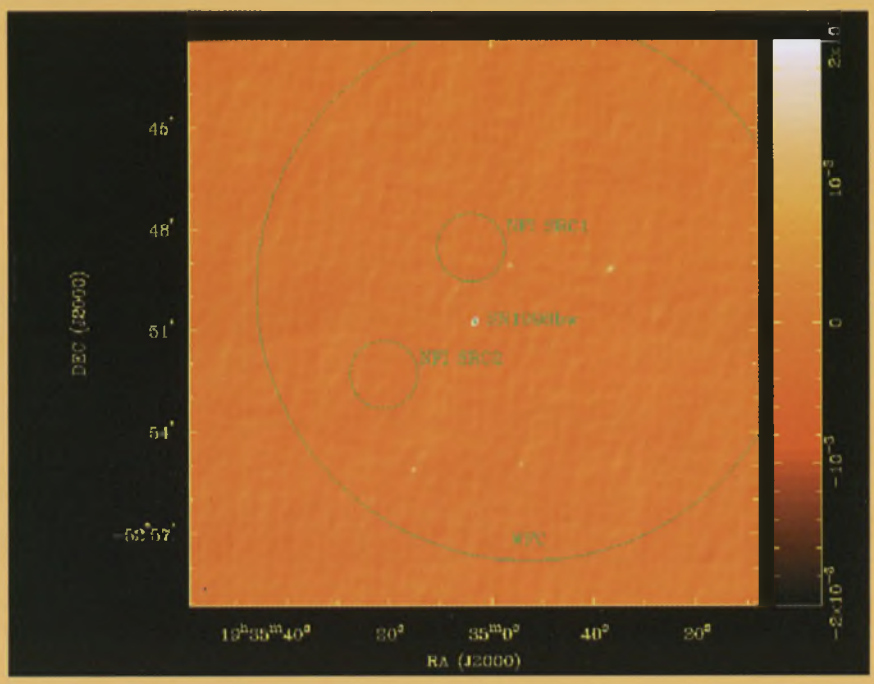
Rozbłyski gamma...



Rys. 2. Galaktyka ESO184-G82 w stanie normalnym (lewa część) i po wybuchu supernowej SN1998bw w ramieniu spiralnym (po prawej).



Rys. 3. Rodzaje eksplozji supernowych: a) eksplozja sferyczna, b) wybuch skierowany w dwie strony w postaci strug materii. Gdyby powiązać rozbłysk GRB980425 z supernową SN1998bw, wtedy w pierwszym przypadku (a) musiałaby mieć ona siłę około 30-krotnie przewyższającą klasyczne supernowe. W przypadku ukierunkowania siły eksplozji, jak w wybuchu rodzaju b), siła mogła być mniejsza, ale i tak musiałaby wielokrotnie przewyższać energie klasycznych supernowych.



Rysunek 4. Pole widzenia kamery szerokokątnej (WFC) i zaznaczony obszar błędu, w którym znajduje się supernowa SN1998bw. Zaznaczone są także dwa źródła promieniowania X.

Mozaika przedstawia kolejne zbliżenia mgławicy Orzeł. Dwa górne zdjęcia uzyskano z Ziemi (fot. GCO), trzy w dolnym rzędzie pochodzą z teleskopu kosmicznego (fot. NASA).

Obraz mgławicy w sztucznych barwach: czerwonej odpowiada emisja [SII], zielonej — Hα, niebieskiej [OIII]. Fot. P. Scowen

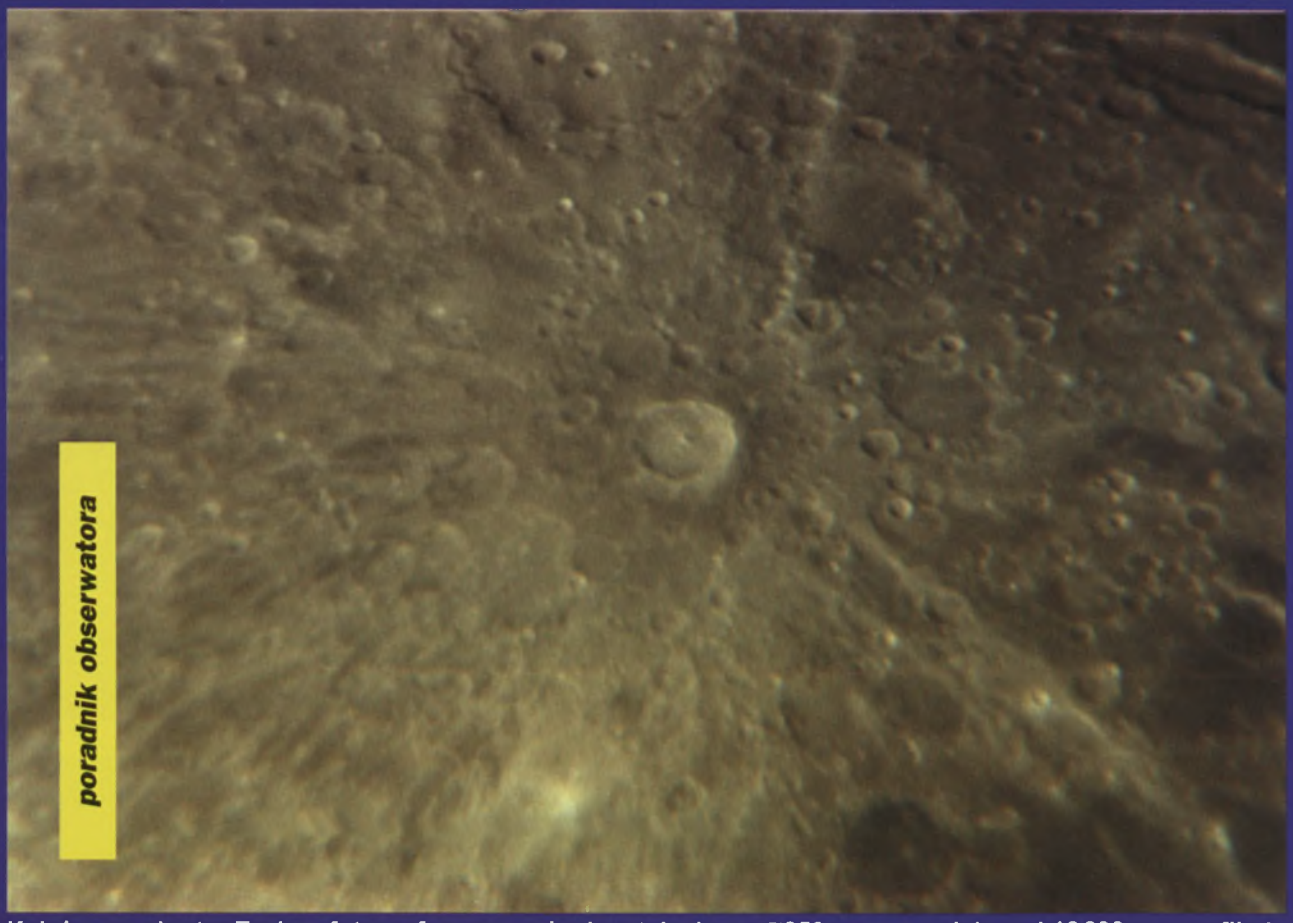
Gwiazdy gromady otwartej M 16 ginęłyby na otaczającym je tle, gdyby nie rozświetlona przez nie mgławica. Fot. J. Ware

M 16 i M 17

Urania
Postępy Astronomii

Powyższe zdjęcie ukazuje nam jeden z najpiękniejszych obszarów nieba, na pograniczu gwiazdozbiorów Strzelca i Węża, zawierający gromadę M 16 z mgławicą Orzeł (u góry, nieco na prawo), mgławicę M 17 (Omega) (pośrodku) oraz gromadę otwartą M 18 (poniżej M 17). Fot. A. Jager

Po prawej: mgławica Omega w obiektywach mistrzów astrofotografii Davida Malina (u góry) i Jasona Ware (pośrodku i na dole).



Księżycowy krater Tycho sfotografowany z użyciem teleskopu ∅250 mm o ogniskowej 12600 mm na filmie Fuji Super G 100 ASA z czasem ekspozycji 1.5 sekundy. Fot. W. Skórzyński.

WAKACYJNE ZDJĘCIE NIEBA

II miejsce

Zdobywcą drugiego miejsca w konkursie na wakacyjne zdjęcie nieba jest Jerzy Łągiewka z Katowic za zdjęcie przedstawiające tarczę Słońca z widoczną rozległą grupą plam w dniu 3.09.98 o godz. 8:36 CWE. Nagrodzone zdjęcie zostało wykonane za pomocą lunety 60/800 mm wyposażonej w telekonwenter x3 i z zastosowaniem zestawu trzech filtrów obiektywowych (film Equicolor 100 ASA, czas naświetlania 1/500 s)

FOTOGRAFOWANIE PRZY UŻYCIU DŁUGICH OGNISKOWYCH

Ogniskowa obiektywu jest związana ze skalą obrazu tworzonego na negatywie. Im ogniskowa obiektywu jest większa, tym większe rozmiary na negatywie ma fotografowany obiekt. Zależność tę można przedstawić za pomocą poniższego wzoru:

$$R=(F\times U)/3440$$

gdzie R jest średnicą obrazu obiektu na negatywie w milimetrach, F — ogniskową obiektywu w milimetrach, a U — średnicą kątową obiektu na niebie w minutach kątowych. Stosując ten wzór, możemy szybko wyznaczyć rozmiary fotografowanego obiektu na kliszy jeszcze przed jego sfotografowaniem, co pozwala dobrać optymalną ogniskową. Optymalną tzn. taką, która pozwoli zarejestrować obiekt w odpowiedniej skali. Jeśli chcemy zarejestrować cały obiekt (nie przykładamy wagi do ilości widocznych szczegółów), to używamy takiej ogniskowej, która da obraz mniejszy od rozmiarów klatki negatywu. O ile sami nie wykonujemy odbitek, tylko robią to za nas laboratoria (zakłady) fotograficzne, musimy pamiętać o tym, że to, co widzimy na odbitce, nie jest reprodukcją całej klatki filmu. Minilaby (automatyczne urządzenia wykonujące odbitki) kadrują obraz na kliszy, tzn. wykonują odbitkę nie z całej klatki negatywu, a tylko z jej części. To, z jakiego obszaru klatki negatywu będzie wykonywana odbitka, zależy od rodzaju minilabu, wewnętrznych ustawień oraz rozmiarów odbitki (9×13 cm, 10×15 cm, 13×18 cm czy też 15×21 cm). Warto też zostawić mały margines, aby nasz obiekt nie rozciągał się od jednej krawędzi odbitki do drugiej. Bezpiecznie jest zatem założyć, że efektywna wielkość klatki (film małoobrazkowy) wynosi nie 24×36 mm, a 20×30 mm.

Weźmy następujący przykład. Chcemy sfotografować Księżyc w pełni tak, aby na odbitce był widoczny w całości, przy czym chcemy uzyskać maksymalne rozmiary Księżyca na odbitce. Posługując się powyższym wzorem, wyznaczamy F, podstawiając za R — 20 mm, a za U — 30′ (w rzeczywistości rozmiary kątowe Księżyca zmieniają się od 29′24″ do 33′39″). Wyznaczona ogniskowa wynosi 2293 mm, co można zaokrąglić do 230 cm. Użycie ogniskowych znacznie większych od 230 cm objawi się na naszych odbitkach „obciętą" tarczą Księżyca.

Większość zdjęć, jakie się wykonuje Księżycowi czy też Słońcu, ma na celu uwidocznienie jak najmniejszych struktur. W tym też celu stosuje się długie ogniskowe, które na ogół uzyskuje się poprzez zastosowanie projekcji okularowej. Praktycznie nie stosuje się ogniskowych dłuższych niż 10–12 metrów. Ogniskowe o analogicznej wielkości stosuje się również do fotografowania Jowisza, Saturna czy Wenus.

Kłopoty z wykonywaniem zdjęć przy tak długich ogniskowych związane są z małą jasnością powierzchniową obrazu, co prowadzi do wydłużania czasu ekspozycji. Jako że w naszym kraju dobry mechanizm zegarowy należy nadal do rzadkości, zdjęcia Księżyca, Słońca czy też planet najczęściej wykonuje się przy nieruchomym teleskopie. Jednak czas ekspozycji w takim przypadku jest ograniczony i tym krótszy, im dłuższą ogniskową dysponujemy. Tabelka poniżej pokazuje maksymalne czasy ekspozycji, w zależności od ogniskowej, jakie możemy zastosować przy fotografowaniu nieruchomym teleskopem.

f_{ob} [m]	1	2	3	4	6	8	10	12
t_{exp} [s]	1/2	1/4	1/6	1/9	1/15	1/20	1/25	1/30

Użycie dłuższych czasów ekspozycji spowoduje pogorszenie ostrości obrazu.

Tak jak było powiedziane na początku, im dłuższa ogniskowa, tym większe rozmiary na negatywie fotografowanego obiektu. Postawmy sobie jednak pytanie: czy wraz ze wzrostem ogniskowej rośnie nam liczba widocznych na negatywie szczegółów? Na to, jak małe szczegóły będą widoczne na negatywie, ma wpływ w głównej mierze (poza optyką) *seeing*. *Seeing* poniżej 2″ na obszarze Polski jest rzadkością, a typowa jego wartość wynosi 3–6″. Zatem jeśli dysponujemy teleskopem o średnicy np. 100 mm (MTO 1000), to chociaż jego teoretyczna zdolność rozdzielcza wynosi 1.″4, to rozdzielczość obrazu będzie zmniejszona do wielkości *seeingu*. Istotną rolę w rejestrowaniu niewielkich szczegółów na powierzchni Księżyca, Słońca czy też planet odgrywa również rozdzielczość kliszy. Rozdzielczość kliszy jest tym lepsza, im niższą ma czułość i wynosi ona dla filmów o czułości 100 ASA i 200 ASA około 0.02 mm.

Aby na negatywie zostały uwiecznione wszystkie możliwe do zarejestrowania szczegóły (zależne od wielkości *seeingu*), powinniśmy użyć takiej ogniskowej, przy której na negatywie wielkości seeingu (np.3″) odpowiada skala 0.02 mm. W tym celu korzystamy z opisanego powyżej wzoru, podstawiając za U — 0.05′(3″/60), a za R — 0.02 mm. Otrzymujemy w ten sposób ogniskową równą 1376 mm (w przybliżeniu 1400 mm). Jeśli seeing podczas obserwacji wynosi 6″, to otrzymamy ogniskową około 690 mm, a dla *seeingu* 1.5″ — 2752 mm.

Użycie dłuższych ogniskowych nie spowoduje wzrostu ilości szczegółów widocznych na kliszy, lecz tylko wzrost skali obrazu.

To, że klisza zarejestrowała detale o rozmiarach 0.02 mm, nie oznacza, że będą one widoczne na odbitkach. Jeśli chcemy, aby tak drobne szczegóły były widoczne na naszych zdjęciach, musimy powiększyć klatkę negatywu około 10 razy, czyli format odbitki powinien wynosić 24×30 cm. Odbitki w tym formacie są dość drogie (10–15 zł), gdyż naświetlane są ręcznie. Zdjęcie wykonane w takim formacie ujawni nam wszystkie szczegóły zawarte na kliszy.

Wiesław Skórzyński

Radiowo-optyczna zmienność źródeł pozagalaktycznych

W ostatnich latach coraz częściej obserwacje wybranych obiektów prowadzone są w szerokim zakresie widma elektromagnetycznego, sięgając od fal radiowych aż do promieni gamma. Fakt ten dostarcza astronomom wielu dodatkowych możliwości, stawiając jednocześnie większe wymagania w realizacji projektów. W wyniku takich sesji obserwacyjnych, istnieje możliwość porównania danych pochodzących z różnych zakresów widma badanych obiektów. Informacji, które w ten sposób udaje się uzyskać, niekiedy nie sposób wydobyć z jednego tylko przedziału częstości. Pewne rodzaje badań z założenia wymagają danych z kilku przedziałów widma. Tego rodzaju zagadnienie, to jest pomiary strumienia obiektów pozagalaktycznych w kontekście poszukiwania korelacji pomiędzy danymi optycznymi i radiowymi, przedstawiam poniżej.

W zakresie radiowym obserwacje na większą skalę rozwinęły się w ostatnim pięćdziesięcioleciu, podczas gdy optyczne obrazy dobrej jakości otrzymywano znacznie wcześniej. Początkowo pod względem dokładności dane radiowe o kilka rzędów wielkości ustępowały optycznym. Obecnie, przede wszystkim dzięki zastosowaniu techniki VLBI, sytuacja odmieniła się i to obserwacje radiowe dostarczają najdokładniejszych obrazów.

Już pierwsze mało precyzyjne mapy radiowe porównywano z optycznymi, z biegiem lat dokonując kolejnych identyfikacji. W ten sposób w latach 50-tych odkryto pierwsze radiogalaktyki a dziesięć lat później kwazary. Obecnie znamy kilka rodzajów radioźródeł pozagalaktycznych. Większość z nich to galaktyki posiadające aktywne jądra. Zalicza się do nich takie obiekty, jak galaktyki Seyferta, radiogalaktyki, kwazary, lacertydy i określa wspólnie skrótem AGN (*Active Galactic Nuclei*).

Zwykłe galaktyki świecą niemal wyłącznie w zakresie optycznym, a ich jasności przeważnie nie przekraczają 10^{37} W. Taką moc promieniowania zapewniają im gwiazdy w liczbie setek milionów. Galaktyki aktywne są o kilka rzędów jaśniejsze, np: jasności kwazarów sięgają 10^{41} W. Ponadto promieniowanie wysyłane jest w kilku przedziałach energetycznych widma od fal radiowych do promieni gamma. Dodatkowo emisja bywa zróżnicowana nawet w obrębie jednej klasy obiektów.

AGN-y posiadają bardzo jasne obszary centralne, przekraczające nieraz tysiące razy jasności zwykłych galaktyk. Właśnie tam następuje produkcja ogromnych ilości energii. Jak przewiduje współczesna teoria, dzieje się to na skutek akrecji, czyli opadania otaczającej materii na czarną dziurę umiejscowioną właśnie w centrum aktywnej galaktyki. Po obu stronach jądra rozciągają się obszary emisji radiowej w postaci rozległych płatów (czasami osiągające rozmiary megaparseków), połączonych z jądrem wypływającymi strugami materii — dżetami. Kształt i rozmiary płatów oraz dżetów są bardzo zróżnicowane i nie zawsze widoczne na obrazach.

Jedne z pierwszych badań dotyczących powiązań pomiędzy optyczną i radiową emisją podjął Usher (1972). Dotyczyły one galaktyki Seyferta 3C 120. Bazując na 5-letnich danych optycznych z lat 40-tych oraz 2-letniej próbce pokrywających się danych optycznych i radiowych (2–40 cm) z lat 70-tych, oszacował typowe skale zmienności optycznej oraz wysunął sugestię, iż optyczne zmiany strumienia powinny wyprzedzać radiowe o 2 tygodnie na falach 3 mm i o 5 tygodni na 8 mm.

Rozleglejsze badania dotyczące korelacji radiowo-optycznej podjęli Pomphrey i in. w 1976 roku. Do tego czasu większość uwagi skupiały obiekty 3C 120, BL Lac, OJ 287, a obserwacyjne ciągi czasowe były raczej krótkie. Autorom tej pracy udało się zgromadzić dane optyczne i radiowe na 10.7 GHz, 15.5 GHz i 2 GHz dla 22 źródeł. Pochodziły one z kilku obserwatoriów i pokrywały okres dochodzący w niektórych przypadkach do 10 lat. Jeśli dysponowano danymi tego samego rodzaju z różnych teleskopów, łączono je w jeden ciąg czasowy, dbając o odpowiednią kalibrację pomiędzy nimi. Spośród wszystkich obiektów tylko OJ 287 wykazał silną korelację radiowo-optyczną, czym odróżniał się od pozostałych 8 źródeł wykazujących marginalną korelację oraz 13 pozostałych, nie wykazujących żadnej. Współczynnik korelacji wyniósł 0.85 (gdzie: 0 — brak korelacji, 1— idealna korelacja) przy przesunięciu czasowym $\Delta t = 0.875 \pm 1$ rok (zmiany optyczne wyprzedzały radiowe). Charakter zmienności dla źródeł marginalnie skorelowanych a także OJ 287 w obu zakresach widma wyglądał nieco inaczej. Większość radiowych krzywych przedstawiała wygładzone długookresowe zmiany, podczas gdy optyczne były bardziej zróżnicowane.

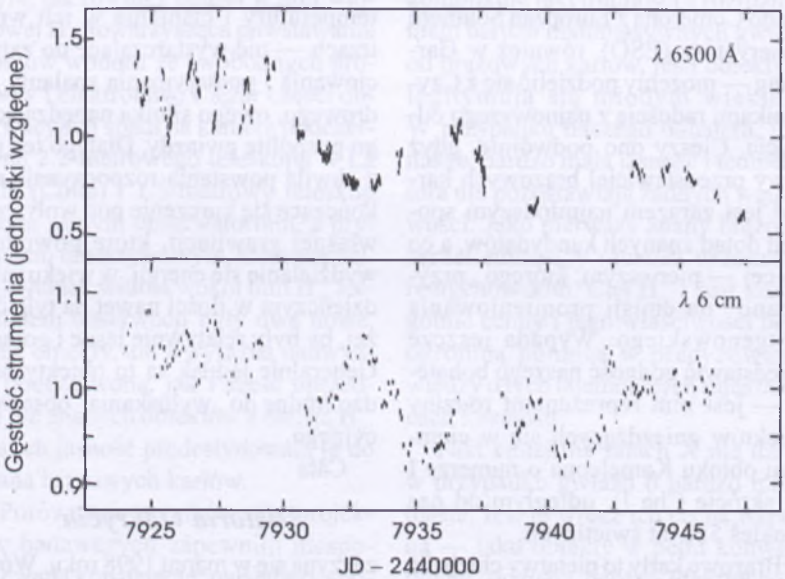
Również Usher (1979) wnioskował istnienie optycznych odpowiedników radiowych rozbłysków lacertydy OJ 287. Dalsze badania potwierdziły korelację radiowo-optyczną dla OJ 287 sugerując, że optyczne zmiany poprzedzają zmiany radiowe. Zauważono również, że opóźnienie radiowe zwiększa się ze wzrostem długości fali, na której prowadzone są obserwacje w tym zakresie. Na podstawie prac różnych autorów wiemy, że generalnie optyczne rozbłyski są gwałtowniejsze niż radiowe. W stosunku do nich wzrost strumienia w zakresie radiowym następuje synchronicznie bądź z opóźnieniem narastającym w kierunku niższych częstości.

Hufnagel i Bregman (1992) przeanalizowali optyczne i radiowe (4.8; 8.0; 14.5 GHZ) zmiany strumienia pię-

ciu często obserwowanych AGN-ów: BL Lac, OJ 287, 0735–178, 3C 445, 3C 446. Pierwsze 3 to lacertydy, pozostałe dwa to kwazary silnie zmienne w dziedzinie optycznej. Radiowe i optyczne ciągi danych posiadały rozpiętość przeważnie w granicach 20 lat. Przynajmniej niektóre ze źródeł wykazały statystycznie znaczącą korelację pomiędzy danymi radiowymi i optycznymi. Rozbłyski optyczne rejestrowano zwykle kilkaset dni wcześniej niż radiowe. Radiowy charakter zmian prezentował się inaczej u lacertyd i u kwazarów. Zmiany optyczne w obu wypadkach były podobne. Autorzy wyciągnęli wnioski, iż korelacja sugeruje fakt fizycznego powiązania regionów emisji radiowej i optycznej oraz identyczności samego mechanizmu promieniowania w obu zakresach. Istniejące różnice miałyby wynikać jedynie z odmienności struktury emitującej plazmy radiowej i plazmy optycznej.

Kolejną analizę danych optycznych z 76 cm teleskopu na Florydzie i radioteleskopu SEST w Chile, a także radioteleskopu w Finlandii przeprowadzili Tornikoski i in. Pośród próbki 22 źródeł pozagalaktycznych oprócz „zwykłych kwazarów" (QSO) znalazły się kwazary silnie spolaryzowane (HPQ), lacertydy oraz galaktyki. Dane radiowe otrzymano na 22, 37, 90 oraz dla niektórych źródeł na 230 GHz. Dla poszczególnych obiektów otrzymano kilka punktów pomiarowych w roku. W ten sposób pokryto okres od początku lat 80-tych do początku lat 90-tych. W 10 przypadkach znaleziono korelację radiowo-optyczną. W sześciu z nich nie zaobserwowano opóźnienia rozbłysków radiowych w stosunku do optycznych. Rozbłyski w optycznej części widma były zazwyczaj szpiczaste, z bardzo stromym wzrostem i spadkiem strumienia po obu stronach szczytu. Rozbłyski radiowe miały większą rozciągłość czasową. Wszystkie źródła silnie skorelowane należały do HPQ lub lacertyd, które to klasy łącznie nazywa się też blazarami.

W swojej pracy Clements (1995) i in. poddali analizie dane optyczne próbki AGN z okresu 26 lat, otrzymane w obserwatorium na Florydzie oraz dane radiowe z MRAO[1] oraz ARO[2]. Wśród 46 badanych obiektów znalazło się 19 lacertyd, 24 kwazary, 2 galaktyki Seyferta i jeden neutralny obiekt gwiazdowy. 37 z tych obiektów zakwalifikowano jako blazary zmienne silnie spolaryzowane (HPV) lub silnie zmienne optycznie (OVV). Część danych wykazała za dużą nieregularność, dlatego wiarygodną analizę udało się przeprowadzić dla 18 źródeł.



Rys. I. Zmiany strumienia lacertydy 0716+714 w zakresie optycznym i radiowym (poniżej).

Korelację radiowo-optyczną wykazała połowa z nich: 6 lacertyd, 2 galaktyki Seyferta, 1 QSO. Wśród nieskorelowanych źródeł znalazło się 7 QSO i 2 lacertydy.

W ostatnich latach rozpoczęto również poszukiwania równoczesnej zmienności radiowej i optycznej źródeł pozagalaktycznych w bardzo krótkich skalach czasowych. Stanowi to nową formę tego rodzaju badań. Obserwacje prowadzone są w tym samym okresie w obu przedziałach, a rejestrowana zmienność bywa rzędu dni, godzin, a nawet minut. Niewielka wprawdzie ilość dotychczas zgromadzonych danych wskazuje, że przy tego typu zmienności może również występować korelacja.

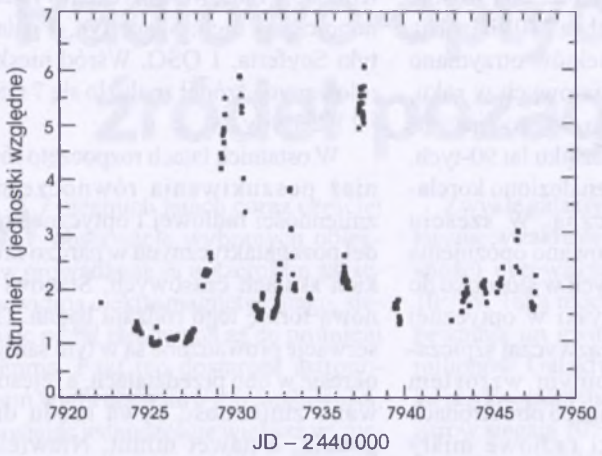
W 1990 r Wagner i in. opublikowali wyniki obserwacji przeprowadzonych w maju 1989 r. Optyczne dane (filtr R) zebrano 0.71-m teleskopem w Heidelbergu, radiowe 100-metrowym w Efelsbergu na 6 i 11 cm. Wspólny okres rejestracji wyniósł ~3.5 dnia. Obserwowano 6 źródeł: 2 kwazary i 4 lacertydy. Dla 3 lacertyd zarejestrowano zmienność optyczną i radiową w skali jednodniowej, nie notując jednak korelacji pomiędzy obydwoma zakresami.

W 1990 roku Quirrenbach i in. przeprowadzili 4-tygodniowy monitoring licznych radioźródeł o płaskim widmie. Równoczesne obserwacje prowadzono za pomocą VLA oraz 2.2 m teleskopu w Calar Alto i 0.71 m teleskopu w Heidelbergu. Dane były równomiernie próbkowane w odstępach ~2 godzin (radiowe) i ~30 minut (optyczne). Dwie lacertydy 0716+714 i 0954+658 wykazały szczególnie interesujące zmiany strumienia. Zmienność pierwszej z nich początkowo następowała w skalach ~1 dnia (rys. 1), równocześnie w obu zakresach. Później zmiany uległy spowolnieniu z jednoczesnym przesunięciem w fazie, jak się zdaje.

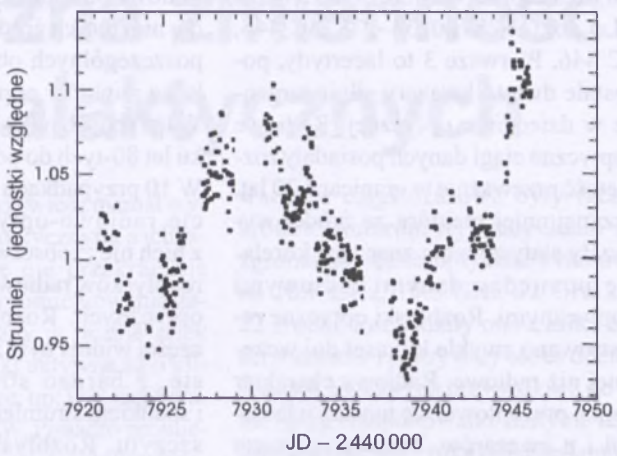
Przez cały okres obserwacji dostrzec można było bardzo wyraźną korelację danych obu zakresów.

[1] Michigan Radio Astronomy Observatory

[2] Algonquin Radio Observatory



Rys. 2. 0954+658 — względne zmiany strumienia na 6500 Å



Rys. 3. 0954+658 — względne zmiany strumienia na 6 cm.

Kilka gwałtownych rozbłysków zarejestrowano również w przypadku lacertydy 0954+658. Pomimo że całkowity czas trwania poszczególnych z nich był krótszy od 4 dni, strumień w dziedzinie optycznej wzrastał o czynnik 6 (rys. 2). Kształt kolejnych rozbłysków był bardzo zbliżony, z prawie identyczną stałą czasową wzrostu i spadku jasności. Niestety, z powodu okazjonalnych przerw w danych radiowych w istotnych momentach sesji obserwacyjnej (rys. 3), nie udało się wiarygodnie ocenić stopnia korelacji.

Pozostaje faktem, iż równoczesna zmienność w dziedzinach optycznej i radiowej w bardzo krótkich skalach czasowych została zaobserwowana. Jak dowodzi przypadek 0716+714 możliwa jest też silna korelacja pomiędzy tymi zakresami. Dalsze obserwacje powinny dostarczyć nowych interesujących z tego punktu widzenia dowodów obserwacyjnych.

Radomir Zajączkowski

Referencje:

Clements i in. 1995 AJ 110...529
Hufnagel i Bregman 1992 ApJ 386...473
Quirrenbach i in. 1991 ApJ 372...L71
Pomphrey i in. 1976 AJ 81...489
Tornikoski i in. 1994 A&A 289...673
Usher 1972 ApJ 172... L25
Usher 1979 AJ 84...1253
Wagner i in. A&A 271...344
Wagner i in. A&A 235...L1

Rentgenowski brązowy karzeł

Z pewnością jedne z przyjemniejszych odkryć naukowych to te, które wpadają do kategorii „naj" lub dzierżą z jakiegoś powodu palmę pierwszeństwa. Tym bardziej to cieszy, jeśli dodatkowo dany obiekt jest spowity aurą tajemniczości, który mimo intensywnych badań bardzo „niechętnie" odkrywa swe zagadkowe oblicze. Taka opisowa, „sensacyjna" wręcz charakterystyka, bardzo pasuje do niezmiernie ciekawych i ważnych dla teorii powstawania gwiazd obiektów, nazywanych brązowymi karłami. Pisaliśmy już o nich niejednokrotnie (zob. np. *Kelu-1 —samotny brązowy karzeł*, U-PA 1/98, str. 27, *GL229B — brązowy karzeł!*, PA 2/96, str. 77), a dzięki wysiłkowi Ralpha Neuhausera z Max Planck Institute for Extraterriestrial Physics w Garching (Niemcy) i Fernando Comerona z European Southern Observatory (ESO), również w Garching — możemy podzielić się z Czytelnikami radością z najnowszego odkrycia. Cieszy ono podwójnie, gdyż nowy przedstawiciel brązowych karłów jest zarazem najmłodszym spośród dotąd znanych kandydatów, a co więcej — pierwszym, którego „przyłapano" na emisji promieniowania rentgenowskiego. Wypada jeszcze przedstawić godność naszego bohatera — jest nim reprezentant rodziny obiektów gnieżdżących się w ciemnym obłoku Kameleona o numerze I (w skrócie Cha I), odległym od nas o jakieś 550 lat świetlnych.

Brązowe karły to niełatwy chleb dla obserwatorów. O ich odmiennym losie w odniesieniu do „zwykłych" gwiazd i dużych planet rozstrzygają temperatury i ciśnienia w ich wnętrzach — nie wystarczające do zainicjowania i podtrzymania spalania jądrowego, owego silnika napędzającego pospolite gwiazdy. Dlatego też już z chwilą powstania rozpoczynają nie kończące się kurczenie pod wpływem własnej grawitacji, które powoduje wydzielanie się energii, w wieku młodzieńczym w ilości nawet na tyle dużej, by były relatywnie jasne i gorące. Generalnie jednak są to obiekty bardzo trudne do „wyłuskania" obserwacyjnego.

Cała

Historia Odkrycia

zaczyna się w marcu 1998 roku. Wówczas to wspomniany już Neuhauser poddawał analizie obrazy dostarczone przez pracującego już osiem lat na or-

bicie satelitę ROSAT, badającego kosmiczne otchłanie w zakresie promieni rentgenowskich. Owo orbitalne obserwatorium wykonało pierwszy pełny przegląd nieba na falach X, jak również bez mała 9 tysięcy obserwacji punktowych. Właśnie jedna z takich ekspozycji, trwająca całe dziesięć godzin, miała na celowniku rejon gwiazdotwórczy Kameleon I. O ile większość dających się zidentyfikować obiektów to młode gwiazdy już uprzednio znane ze „słabości" do zakresu rentgenowskiego, to większa czułość obrazów z ROSAT-a pozwoliła dopatrzyć się nowych „miłośników" fal X, zbyt słabych, by być odkrytymi wcześniej. Fakt słabej emisji w tym zakresie jest niezmiernie istotny: jasność rentgenowska jest skorelowana bowiem z całkowitą jasnością gwiazdy, a ta z kolei zmienia się wraz z jej masą. Stąd, słabo świecące obiekty Kameleona I, mogą należeć do jego najmniej masywnych przedstawicieli czy wręcz — brązowych karłów.

Niezależnie problem atakował Fernando Comeron. Starał się on rozpoznać potencjalnych kandydatów na brązowe karły na podstawie cech charakterystycznych dla młodych obiektów: nadwyżce promieniowania w podczerwieni, za którą odpowiedzialna jest okołogwiazdowa materia, pozostałość po procesie gwiazdotwórczym, jak również emisja w linii widmowej H_α, towarzysząca powstawaniu atomów wodoru ze swobodnych protonów i elektronów. Ciężar części obserwacyjnej spadł na kamerę podczerwoną 2.2-metrowego teleskopu w La Silla (Chile) i 1.5-metrowy teleskop w tym samym obserwatorium, z pryzmatem obiektywowym, który zapewnił wycinek widma wokół linii H_α. Rezultatem obserwacji były dwa nowe, słabe obiekty, ale z wyraźną nadwyżką podczerwoną, jak i sześć uprzednio nie znanych obiektów z emisją H_α. Zaś ich jasność predestynowała je do miana brązowych karłów.

Porównanie wyników obu projektów badawczych zapewniło niespodziewaną konstatację: najsłabszy spośród obiektów emitujących w linii H_α był tożsamy z najsilniejszym źródłem rentgenowskim w tym obszarze nieba, nie mającym dotychczas zidentyfikowanego odpowiednika optycznego. Do pełni szczęścia brakowało jednak widma Cha H_α 1, gdyż to o nim właśnie znów mowa, jako że 1.5-metrowy instrument okazał się zbyt mały, by skutecznie zmierzyć się z tak słabym obiektem. Widmo zaś jest istotnie niezbędne do określenia temperatury „podejrzanego", która z kolei pozwoliłaby na porównanie z modelami teoretycznymi, skąd wreszcie dowiedzielibyśmy się o jego masie i wieku. Szczęśliwie długo nie trzeba było czekać, bowiem już w maju 1998 roku można było „pstryknąć" widmo Cha H_α 1 w zakresie optycznym i podczerwonym, przy użyciu 3.5-metrowego New Technology Telescope w La Silla. Znajomość temperatury obiektu z dokładnością do 150 kelwinów pozwoliła na podstawie porównania z przewidywaniami teoretycznymi oszacować jego masę na zaledwie 4 do 5% masy Słońca, a wiek na ledwo milion lat — z czystym sumieniem można było już obwieścić identyfikację:

Cha H_α 1 To Brązowy Karzeł!

Na ilość pewnych identyfikacji brązowych karłów ma wpływ nie tylko ich bardzo niewielka jasność. Nawet przy dużej liczbie kandydatów sprawę komplikuje fakt trudności z rozróżnieniem bardzo małomasywnych gwiazd od brązowych karłów, jeśli obiekty te legitymują się młodym wiekiem. W przypadku naszego bohatera, jednakże, bardzo mała jasność i temperatura nie pozostawiają żadnych wątpliwości. Jako pierwszy znany brązowy karzeł emitujący również w zakresie rentgenowskim, Cha H_α 1 jest szczególnie cenny i jego właściwości będą ogromną pomocą w precyzowaniu wiedzy o tych tajemniczych mieszkańcach kosmosu.

Fakt emisji na falach X nie dziwi w przypadku gwiazd o bardzo małej masie. Jest to wręcz ich cecha wspólna — jako obiekty w pełni konwektywne, doznają bardzo efektywnego transportu energii z ich wnętrz na powierzchnię. Takie wielkoskalowe ruchy gazu, sprzężone z rotacją samej gwiazdy, powodują powstanie silnego pola magnetycznego. Ono właśnie transportuje energię z wnętrza aż do chromosfery, obszaru gorącego gazu, rozpościerającego się ponad atmosferą gwiazdy. Chromosfera jest w ten sposób podgrzewana do tak wielkich temperatur, iż pojawia się termiczna emisja rentgenowska. (Podobny mechanizm transportu energii występuje również na Słońcu, jednakże szczegóły jego działania nie są zbyt dobrze znane). Sama detekcja emisji na falach X i jej korelacja z rozmaitymi właściwościami gwiazdy (np. jasnością i okresem obrotu), może wiele powiedzieć na temat procesów generacji pól magnetycznych, jak również struktury wewnętrznej gwiazdy.

Można by zatem podejrzewać o działanie podobnego mechanizmu w przypadku brązowych karłów, również będących w pełni konwektywnymi. Niestety, póki co jest to jedynie przesłanka teoretyczna, bez żadnego poparcia obserwacyjnego. Co więcej, fakt niemożności podtrzymania reakcji jądrowych może mieć negatywny wpływ na proces generacji pola magnetycznego. Teoretycy nie mogą także uzgodnić stanowiska co do wpływu w takich okolicznościach rotacji obiektu — wzmacnia on powstające pole magnetyczne czy przeciwnie — osłabia, wskutek kłopotów z utrzymaniem uporządkowanego wzoru konwekcyjnego wewnątrz gwałtownie rotującego obiektu? Z pewnością, w miarę postępu w obserwacjach brązowych karłów, również i na te pytania będziemy kiedyś w stanie odpowiedzieć. (*mag*)

XVI Krakowska Letnia Szkoła Kosmologiczna

W dniach 14–20 września b.r. odbyła się w Łodzi XVI Krakowska Szkoła Kosmologiczna zatytułowana „Intergalactic Medium and Galactic Halo's". Szkoła miała zasięg międzynarodowy. Zajęcia odbywały się w pomieszczeniach Budynku Fizyki Uniwersytetu Łódzkiego.

Nad lokalną organizacją Szkoły czuwali dr hab. Wiesław Tkacz i mgr Mieczysław Borkowski. Organizacją części naukowej byli obarczeni profesorowie: Maria Giller, Arnold Wolfendale, Piotr Flin i Konrad Rudnicki.

Szkoła była sponsorowana przez Komitet Badań Naukowych, Urząd Miasta Łodzi, Uniwersytet Łódzki i Fundację OMEGA.

W ramach Szkoły zostały wygłoszone:

a) wykłady proszone (45 minutowe)

1. *Dwarf Galaxies in Virgo Cluster* — E. Almoznino, Izrael.
2. *TeV Gamma Rays as a Probe of Intergalactic Medium* — W. Bednarek, Polska.
3. *Dwarf Galaxies and Intergalactic Medium* — N. Brosh (wygłoszony przez Almoznino E.), Izrael.
4. *The Highest Energy Cosmic Ray and Intergalactic Medium* — M. Giller, Polska.
5. *CORSIKA Simulation for High Energy Astrophysics Problems* — J.N. Capdevielle, Francja.
6. *Nasty Problems of Intergalactic Space* — K. Rudnicki , Polska.
7. *Magnetic Field in the Intergalactic Medium* — A.W. Wolfendale, Anglia.
8. *Cosmic Rays in the Intergalactic Medium* — A.W. Wolfendale, Anglia.
9. *Intergalactic Dust as Seen in Extinction of Visual Light* — B. Wszołek, Polska.
10. *The Search for Intergalactic Clouds as Far Infrared Sourcess* — B. Wszołek, Polska.

b) przyczynki (30 minutowe)

1. *Problems of Cosmic Ray Modulation* — M. Alania
2. *Electromagnetic Cascade Shower and Proton Shower at Extremely High Energies* — E. Kryś, Polska.
3. *The Analysis of „Halo" in Pb-Block of X-Ray Calorimeter* — E. Kryś, Polska.
4. *TeV Gamma-Ray Radiation from Mrk 501* — O. Głuszko, Ukraina.
5. *Cluster Dynamics and the Intergalactic Medium in the Hercules Supercluster* — J. Krempeć-Krygier, Polska.
6. *On the Structure of the Interplanetary Magnetic Field and its Influence on the Modulation of the Galactic Cosmic Rays* — Z. Kobyliński, Polska.
7. *So Called Intergalactic Supernovae* — K. Rudnicki, Polska.
8. *Time Delay of Galactic and Extragalactic UHE Cosmic Rays* — W. Tkaczyk, Polska.

Przedstawiono również plakaty:

1. *3-D Numerical Evolution of Magnetic Fields in Galactic Halo* — K. Otmianowska-Mazur.
2. *Numerical Modeling of the Effects Given by Intergalactic Extincting Clouds and by Voids in the Distribution of Galaxies* — B. Wszołek, G. Owczarek.
3. *Intergalactic Cloud Heated by M64?* — B. Wszołek.

W zajęciach Szkoły uczestniczyło 80 osób z różnych ośrodków krajowych. W niektórych wykładach uczestniczyły nadto całe zespoły klasowe ze szkół średnich w Łodzi (w sumie ok. 120 uczniów).

Kilku proszonych wykładowców z przyczyn losowych nie przybyło na Szkołę, co odbiło się niewątpliwie na ogólnej jakości tej imprezy naukowej. Jedne spośród planowanych tematów zostały dogłębnie omówione, podczas gdy inne prawie pominięte lub nie dokończone. Przykładowo prof. Rudnicki w wykładzie „Kłopotliwe problemy przestrzeni międzygalaktycznej" omówił zjawiska nie dające się łatwo włączyć w jednolity obraz budowy i ewolucji Wszechświata, jak: kwantyzacja przesunięć ku czerwieni, nieruchomość naszej Galaktyki i innych galaktyk względem ich otoczenia i pewne sprzeczne ze sobą dane dotyczące zwartych grup galaktyk. Zapowiedział też rozwiązanie niektórych sprzeczności w wykładzie Marka Biesiady. Niestety, dr Biesiada z powodu choroby nie przyjechał i uczestnicy nie mieli możności zapoznać się z tym rozwiązaniem.

Staraniem komitetu organizacyjnego materiały ze Szkoły zostaną opublikowane i udostępnione zainteresowanym.

Bogdan Wszołek,
Kraków

PRENUMERATA NA ROK 1999

Prenumerata na rok 1999 (6 zeszytów) kosztuje 36 zł (zagraniczna 50 zł). Cena pojedynczego zeszytu 7.50 zł. Wpłaty prosimy kierować na konto:

Polskie Towarzystwo Astronomiczne
BIG Bank Gdański S.A. o/Toruń
Nr 11601612-6347-132

Wszelkich informacji o prenumeracie i zakupie numerów archiwalnych „Postępów Astronomii" i „Uranii-PA" udziela: Barbara Gertner
Centrum Astronomii UMK
ul. Gagarina 11
87-100 Toruń
E-mail: basia@astri.uni.torun.pl
tel/fax (0-56) 611 30 14 / 611 30 08

Seminarium astronomiczne w Valašské Meziříčí 18–20 września 1998. Wrażenia z pobytu

Po przyjeździe do 38-tysięcznego, przepięknego miasta Valašské Meziříčí zakwaterowano mnie i moją żonę w XV-wiecznym zamku typu pałacowego. Zamek Żerotinu został wybudowany w 1538 roku w stylu renesansowym. Obecnie na parterze są kluby i kawiarnia, na piętrze kino, czytelnie i sale koncertowe, piętro wyżej pokoje gościnne i biura. Pokoje gościnne są dostępne tylko dla zaproszonych gości.

W obserwatorium przywitał nas dyrektor Libor Lenža, który po krótkiej rozmowie i wypiciu kawy oprowadził nas po obserwatorium. Obserwatorium składa się z czterech kopuł, w których są umieszczone reflektory i refraktory. Głównym instrumentem jest zespół refraktorów o średnicy obiektywu 20 cm. Jeden jest do obserwacji korony słonecznej, drugi do obserwacji największych plam na Słońcu, trzeci do wykonywania zdjęć tarczy Słońca. Pozostałe instrumenty optyczne są przeznaczone dla zaproszonych gości, którzy je dowolnie wybierają do swej pracy.

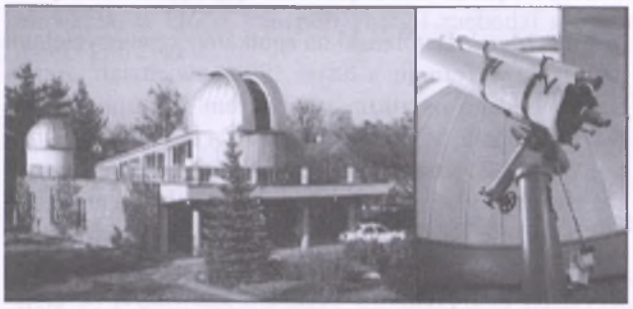
Po południu rozpoczęto seminarium. Libor Lenža wygłosił referat na temat protuberancji na Słońcu, pan Zloch o plamach na Słońcu i ich strukturze. Następnie pan Zloch mówił o dwudziestym trzecim cyklu aktywności słonecznej. Obserwacje Słońca przy pomocy CCD omówił Libor Lenža, a o programie archiwizacji wizualnych obserwacji Słońca mówił p. Schmied.

Dzień zakończył się dyskusją.

W sobotę odczyty na temat różnych technik obserwacji Słońca mieli panowie: Kolman, Maziar, Kubanek, Neliba i Lenža. Na temat moich obserwacji Słońca mówili panowie Lenža i Schmied. Poprosiłem o głos i w krótkiej przemowie podziękowałem za zaproszenie i opiekę.

Seminarium zakończono bankietem w stylu angielskim.

Na koniec zostałem zaproszony na następny rok, by u nich spędzić wczasy, a zarazem przez kilka godzin dziennie pracować na teleskopie o średnicy zwierciadła 150 mm, wykonując obserwacje i zdjęcia tarczy słonecznej. Na pewno skorzystam z zaproszenia, bo będzie to dla mnie następny krok w poznaniu tajemnic Słońca.



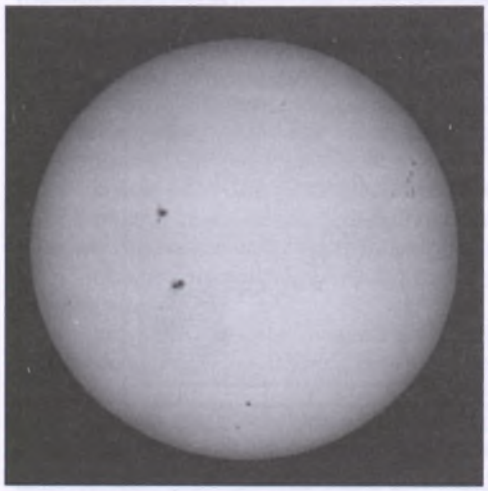
Po pożegnaniu udaliśmy się na zwiedzenie miasta, które jest pięknie położone, ma masę zabytkowych kamieniczek, przepiękny rynek, drugi zamek Kinskych z 1730 roku, w którym mieści się muzeum gobelinów, porcelany i figur z drewna. Miasto jest bardzo czyste, nie ma wałęsających się psów, nie spotkaliśmy również żadnego pijaka na ulicy. Spacerować można spokojnie w dzień i w nocy, nie bojąc się, że ktoś nas zaczepi.

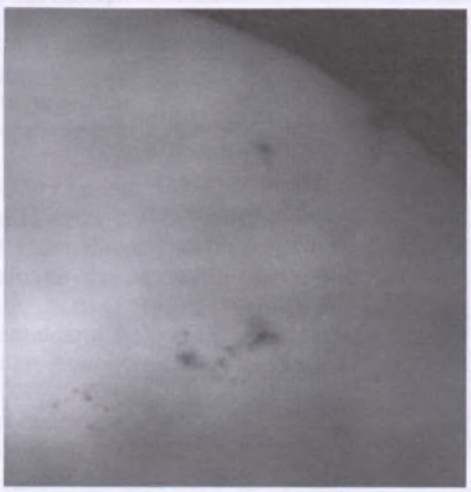
Jazda samochodem tu też ma swoje dobre strony — każdy samochód jedzie w dużym odstępie, nikt nikogo na siłę nie wyprzedza, jedzie się spokojnie i bezpiecznie.

Mój pobyt w Czeskiej Republice uważam za bardzo udany zarówno z punktu naukowego, jak i turystycznego.

Jerzy Zagrodnik, Krosno

Stacja Obserwacyjna nr 31 Obserwatorium Valašské Meziříčí





Na zdjęciach

U góry strony: budynek obserwatorium astronomicznego w Valašské Meziříčí i jeden z teleskopów będących na jego wyposażeniu (reflektor Göertza 240/4000 mm).

Powyżej: autor relacji i jego sprzęt stosowany w obserwacjach Słońca.

Obok: Zaplamione Słońce 12.08.98 — fotografia Jerzego Łągiewki oraz grupa plam słonecznych z 15.09.98 sfotografowana przez Krzysztofa Wiórkiewicza. Obaj panowie są laureatami konkursu na wakacyjne zdjęcie nieba.

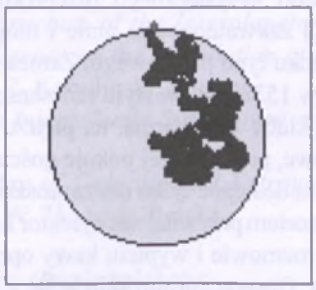
Słońce i fotony

Prof. Marek Demiański na spotkaniu z nauczycielami fizyki w Toruniu w lutym 1998 powiedział: „Astrofizykę będącą ostatnim rozdziałem IV tomu Fizyki (M. Demiański, M. Kozielski *FIZYKA dla szkół średnich* t.4, Wyd. B.Z. Kozielski, W-wa 1998) starałem się napisać tak, aby była ona podsumowaniem całego kursu fizyki." Świetnie powiedziane! I nie tylko, bowiem równie świetnie zrealizowane. Gdyby tak jeszcze autorzy części fizycznej podręczników zechcieli zauważyć, że astronomia (a w szczególności astrofizyka) jest świetnym uzupełnieniem (i pogłębieniem) bardzo wielu omawianych w kursie fizyki zagadnień!

Prawie w każdym kursie fizyki omawia się reakcje termojądrowe, wzbudzenia atomów, jonizację i rekombinację, efekt Comptona. Napisałem w prawie każdym, bowiem można spotkać i takie (A. Czerwińska, B. Sagnowska, *Fizyka dla szkół średnich*, Wydawnictwo „Zamiast korepetycji", Kraków 1996), które fizykę w szkole średniej starają się sprowadzić do poziomu zasadniczej szkoły zawodowej. Mamy więc prawie wszystko, aby powiedzieć coś więcej o wędrówce fotonów w Słońcu (i innych gwiazdach).

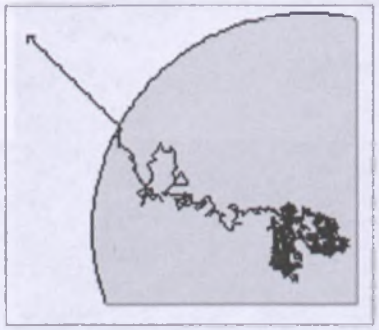
Wielokrotnie pytałem uczniów: jak sądzicie, ile czasu może trwać wędrówka kwantu (fotonu) wytworzonego gdzieś w jądrze Słońca do jego powierzchni? Najczęstsza odpowiedź brzmiała: światło ze Słońca wędruje na Ziemię ok. 8 minut, więc z jego środka do powierzchni ułamek sekundy. Dopiero postawienie pytania: „jaka jest energia fotonów generowanych w jądrze, a jaka opuszczających powierzchnię Słońca?" zmuszało do głębszego zastanowienia się (choć nie do udzielenia poprawnej odpowiedzi). A poprawna odpowiedź [1] to kilkaset tysięcy lat!

Kolejne pytanie to: „czy znacie zjawiska powodujące zamianę kwantu (fotonu) o danej energii na kwant (kwanty, fotony) o energii mniejszej?" Przy poprawnym (w moim rozumieniu) nauczaniu fizyki uczniowie powinni wymienić: 1) absorpcję i emisję, 2) jonizację i rekombinację oraz efekt Comptona. Możemy teraz (choć nie jest to konieczne) wspomnieć, że istnieje jeszcze jeden proces: oddziaływanie z elektronem znajdującym się w silnym polu jonu [2], [3]. Dość łatwo można teraz doprowadzić do następującego stwierdzenia. Jakkolwiek czas życia stanu wzbudzonego (jonu) może być w warunkach panujących w Słońcu bardzo krótki, to nie jest on zerowy! Nie można więc przyjmować, że w ciągu kilkuset tysięcy lat wędrówki kwant stale jest „w drodze". Drugi problem: czy istnieje związek między kierunkiem ruchu kwantu pierwotnego i wtórnego? Jak wiadomo, związek taki istnieje jedynie dla efektu Comptona. Wniosek — wędrówka fotonu to podobne jak przy ruchach Browna błądzenie przypadkowe.



Rys. A

W tym miejscu można wykorzystać opracowany i rozprowadzany przez CLEA (Contemporary Laboratory Experiences in Astronomy) program komputerowy (public domain) — SUN. Ew. kontakt z CLEA — clea@gettysburg.edu. Pozwolę sobie w tym miejscu zacytować wypowiedź prof. Łukasza Turskiego z jednego ze spotkań z nauczycielami fizyki : „Komputer w nauczaniu nadaje się tylko do jednej rzeczy — do wyznaczania przyśpieszenia ziemskiego. Tylko po co, u diabła, rzucać komputerem." Jeśli tylko możliwe jest doświadczenie lub obserwacja — wybieramy doświadczenie (obserwację). Częstym usprawiedliwieniem korzystania z komputera jest słabe wyposażenie szkolnych pracowni. Usprawiedliwienie przeważnie niesłuszne. Bardzo wiele doświadczeń można przeprowadzić niezwykle prostymi środkami. Niedawno opisałem 187 doświadczeń wykonywanych „przyrządami", które znajdują się w każdym domu [4]. A ile ich będzie, gdy dołączymy do nich choć kilka przyrządów znajdujących się w pracowni szkolnej? Jednak wędrówki fotonów w Słońcu nigdy nie zobaczymy. W tym przypadku przyda się jednak komputer. Nawet lepiej bez programu SUN. Napisanie odpowiedniej animacji nie przekracza możliwości większości uczniów. Zalecam wykorzystanie prostego, ogólnie dostępnego (jest elementem składowym DOS-u) języka QBASIC. Wystarcza zapoznanie uczniów z kilkoma zaledwie instrukcjami języka. A oto listing odpowiedniego programu.



Rys. 2

Zaledwie 17 króciutkich linijek! Wiele instrukcji (szczególnie dla znających angielski) zrozumiałych bez dodatkowych objaśnień (np. SLEEP, LINE, PAINT, FOR...NEXT). Wiele dodatkowych informacji można uzyskać z doskonale opracowanej pomocy programu QBASIC.

Rysunek 1 to zrzut fragmentu ekranu z programu SUN, rysunek 2 to wynik uruchomienia naszego programu. I jeszcze parę informacji dla początkujących. Program qbasic.exe uruchamiamy bezpośrednio w DOS-ie (np. w Norton Commanderze) lub w Esploratorze Windows (jeśli pracujemy w Windows 95). Po wpisaniu programu uruchamiamy go klawiszem F5. Aby go zapisać, korzystamy z menu FILE, gdzie wybieramy SAVE AS... Trzeba też zdawać sobie sprawę z pewnych uproszczeń wprowadzonych w programie. Średnia droga swobodna fotonu w Słońcu nie jest stała — zmienia się od ułamka milimetra w centrum do kilkudziesięciu kilometrów przy powierzchni. Można to zresztą (częściowo) uwzględnić w programie. Ponadto należy pamiętać o istnieniu warstwy konwekcyjnej, prawie nieprzezroczystej dla promieniowania, w której transport energii zachodzi głównie dzięki konwekcji.

Juliusz Domański

Literatura

[1] R. Mössbauer, *Problem neutrin słonecznych*, Postępy Fizyki, 3/1998

[2] M.Kubiak, *Gwiazdy i materia międzygwiazdowa*, PWN 1994

[3] J. Stodółkiewicz, *We wnętrzu Wszechświata*, WP 1981

[4] J.Domański, *Domowe zadania doświadczalne*, Prószyński i S-ka (w druku)

```
 1  SCREEN 12                              wybieramy ekran graficzny 640 x 480 pikseli
 2  WINDOW (-320,240)-(320,-240)           ustalamy własne współrzędne (początek
                                           układu odniesienia w środku ekranu)
 3  CIRCLE (0,0),120,12                    rysujemy okrąg o promieniu 120 pikseli
                                           kolorem czerwonym (12)
 4  PAINT (0,0),14,12                      zamalowujemy wnętrze okręgu kolorem żółtym (14)
 5  SLEEP                                  czekaj na wciśnięcie dowolnego klawisza
 6  x1 = 0: y1 = 0                         początkowe współrzędne fotonu
 7  RANDOMIZE TIMER                        uruchamiamy generator liczb losowych
 8  FOR n = 1 TO 10000                     otwieramy pętlę obliczeń
 9  x = (4.45 — INT(RND * 10)/4            losujemy pierwszą liczbę
10  y = (4,45 — INT(RND *10)/4             losujemy drugą liczbę
11  x2 = x1 + x                            nowa współrzędna fotonu x
12  y2 = y1 + y                            nowa współrzędna fotonu y
13  LINE (x1, y1) — (x2, y2), 15           rysuj odcinek (podaliśmy współrzędne początku
                                           i końca) kolorem białym (15)
14  x1 = x2 : y1 = y2                      nowe współrzędne początkowe
15  IF SQR(x2^2+y2^2)>120 THEN EXIT FOR    instrukcja warunkowa — gdy foton osiągnie
                                           powierzchnię Słońca — wyjdź z pętli
16  NEXT n                                 wróć do początku pętli
17  SYSTEM                                 lub END
```

Zarząd Oddziału PTMA w Warszawie informuje czytelników „Uranii-PA", że nasz Oddział PTMA ma od 10 września 1998 r. swoją „stronę" w Internecie. Adres:
http://www.camk.edu.pl/localinfo/PTMA/ptma_wwa.htm
Przekazywane informacje mogą zainteresować nie tylko członków naszego Oddziału, ale wszystkich miłośników astronomii. Oto niektóre z nich:

- wykaz odczytów organizowanych (od 1978 r.) przez CAMK,
- pokazy nieba prowadzone przez nasze teleskopy w CAMK-u — wskazówki dla nauczycieli zainteresowanych pokazami dla uczniów,
- obserwacje najciekawszych zjawisk — efemerydy i „sprawozdania" z tych obserwacji,
- kronika Oddziału — spotkania astronomiczne (takie jak „Spacer po Wszechświecie" — Dzień Otwarty w Centrum Astronomicznym w Warszawie),
- galeria zdjęć — zdjęcia wykonane przez obserwatorów naszego Oddziału,
- aktualności — informacje o wystawach astronomicznych.

PIĘĆ LAT DZIAŁALNOŚCI PLANETARIUM PRZY SZKOLE PODSTAWOWEJ W POTARZYCY

Wśród działających w Polsce planetariów tylko trzy wykonane są w warunkach amatorskich. Są to planetaria w Piotrkowie Trybunalskim, Łodzi oraz pierwsze planetarium w Szkole Podstawowej im. Jana Heweliusza w Potarzycy k. Jarocina — Poznański Oddział PTMA.

Planetarium rozpoczęło działalność 1 września 1993 roku. Po pięciu latach od jego uruchomienia mogę stwierdzić, że aparatura projekcyjna wykonana amatorsko może być również bardzo przydatna i niezawodna w działaniu.

Planetarium w Potarzycy stało się placówką potrzebną, licznie odwiedzaną przez uczniów szkół podstawowych i średnich oraz osoby dorosłe, które często po raz pierwszy w życiu mają okazję uczestniczyć w seansie i przeżyć tak bliski kontakt z Wszechświatem.

Nauczyciele organizujący lekcje pod kopułą planetarium mają do wyboru seanse na następujące tematy: gwiazdozbiory nieba wiosennego, gwiazdozbiory nieba letniego, gwiazdozbiory nieba jesiennego, gwiazdozbiory nieba zimowego, niebo Jana Heweliusza, ruch planet na niebie, zaćmienia Słońca, zaćmienia Księżyca, wyznaczanie położenia ciał niebieskich, ruch Księżyca i Słońca na niebie.

Planetarium jako pomoc dydaktyczna odgrywa bardzo ważną rolę w nauczaniu astronomii, poczynając od przedszkola a na wyższej uczelni kończąc.

Choć planetarium nigdy nie zastąpi nam bezpośredniego kontaktu z gwiaździstym niebem, to uczestniczenie w seansie jest chyba dla każdego niezapomnianym przeżyciem i bodźcem do bliższego zainteresowania się Wszechświatem.

Zajmując się od 25 lat upowszechnianiem wiedzy o Wszechświecie w szkole, miałem okazję przekonać się, że poziom wiedzy astronomicznej wśród uczniów nie jest wysoki.

W 1987 roku podjąłem decyzję o budowie planetarium w szkole podstawowej.

Zbudowanie planetarium w warunkach amatorskich nie jest rzeczą niemożliwą. Budując główny projektor gwiaździstego nieba, opierałem się na projekcie pana Zbigniewa Solarza — twórcy pierwszych amatorskich planetariów w Piotrkowie Trybunalskim i Łodzi.

Trudno w krótkim artykule opisać całą dokumentację techniczną budowy planetarium. Jest ona dość złożona, wymagająca wprowadzania często własnych rozwiązań w zależności od użytych elementów optycznych i średnicy kopuły projekcyjnej.

Kopułę projekcyjną o średnicy 5 metrów dla 30 widzów wykonałem z 36 klinów wyciętych z cienkiej płyty pilśniowej. Projektor w kształcie kuli o średnicy 32 cm ma 24 obiektywy projekcyjne, wyświetlające 24 fragmenty północnej i południowej półkuli nieba. Z 12 obiektywów półkuli północnej 8 wyświetla gwiazdozbiory położone nad równikiem niebieskim od deklinacji 0 stopni do +45 stopni, a 4 obiektywy wyświetlają gwiazdozbiory okołobiegunowe od deklinacji +45 stopni do +90 stopni. Podobnie z 12 obiektywów półkuli południowej 8 wyświetla gwiazdozbiory położone pod równikiem niebieskim od deklinacji 0 stopni do –45 stopni, a 4 obiektywy wyświetlają gwiazdozbiory okołobiegunowe od deklinacji –45 stopni do –90 stopni.

Każdy z obiektywów osadzony jest na wspólnej osi optycznej z układem dwóch płasko-wypukłych kondensorów o średnicy 59 mm i ogniskowej 100 mm. Między każdym obiektywem a układem kondensorów znajdują się metalowe klisze wykonane z cienkiej blachy mosiężnej o grubości 0,05 mm i średnicy 54 mm z wykłutymi otworkami pełniącymi rolę gwiazd do 6 mag.

Kulisty projektor małego planetarium ma tylko jedną żarówkę 12 V / 50 W umieszczoną centralnie, której światło zbierane jest przez wszystkie 24 układy projekcyjne ustawione w ten sposób, aby ich osie optyczne dokładnie przecinały się na włóknie żarówki. Promień kopuły projekcyjnej, ogniskowe obiektywów projekcyjnych oraz wielkości metalowych klisz z wykłutymi gwiazdami są ściśle do siebie dobrane, tak aby podczas projekcji ich obrazy połączyły się idealnie w jedną całą sferę niebieską.

Dodatkowe rzutniki umieszczone na głównym projektorze pozwalają wyświetlić Drogę Mleczną, równik niebieski, południk zerowy, ekliptykę, znaki zodiaku, jasne planety oraz Słońce i Księżyc.

Obracający się wokół osi biegunowej projektor umożliwia pokazanie wyglądu gwiaździstego nieba w różnych porach doby i roku.

Seans w planetarium wzbogacony jest przez projekcję sztucznego satelity, meteorów, zorzy polarnej, komety, zaćmień Słońca i Księżyca.

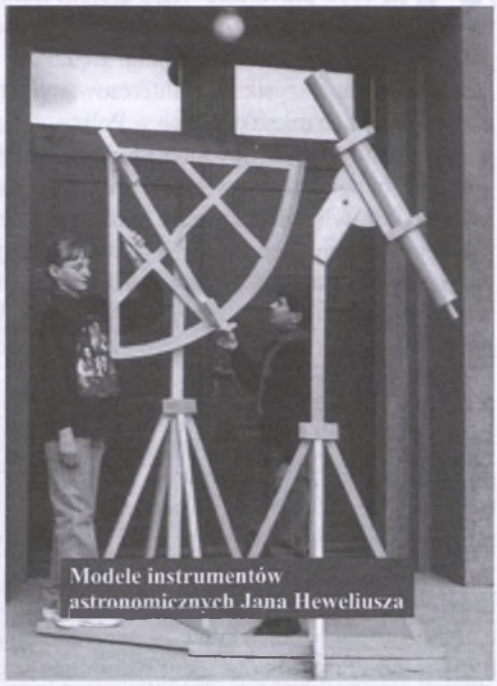
Zachęcam wszystkich miłośników astronomii, zajmujących się popularyzacją tej pięknej nauki, do podejmowania prób budowy małych, amatorskich, szkolnych planetariów.

Andrzej Owczarek

Zespół Szkół w Potarzycy

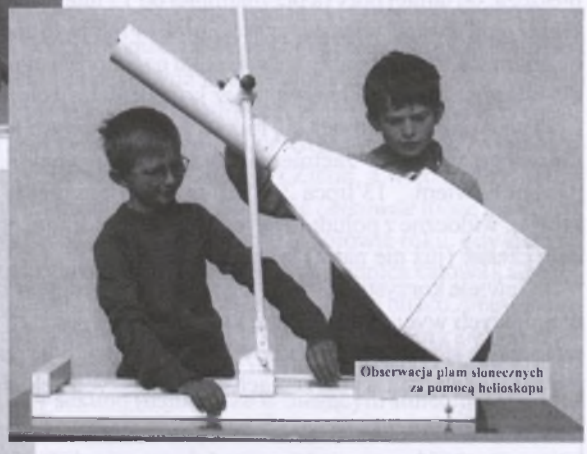
Zamieszczone tu ilustracje zostały zaczerpnięte z informatora wydanego z okazji 5-lecia planetarium w Potarzycy.

Fot. Andrzej Owczarek



Modele instrumentów astronomicznych Jana Heweliusza

Pod kopułą planetarium mamy zawsze pogodne gwiaździste niebo



Obserwacja plam słonecznych za pomocą helioskopu

Projektor planetarium i jego konstruktor

Lunetą częstochowską ks. B. Mettlera możemy obserwować Wszechświat

Adres:

PLANETARIUM
Szkoła Podstawowa im. Jana Heweliusza
w Potarzycy k. Jarocina
ul. Wyzwolenia 65
63-211 Golina
tel. (0-62) 740-46-46

Zaćmienia Słońca

Rok 1999 przyniesie wielu krajom Europy prawdziwy astronomiczny rarytas: całkowite zaćmienie Słońca w dniu 11 sierpnia. Będzie to również nie lada gratka dla wszystkich zainteresowanych tym rzadkim zjawiskiem osób mieszkających w Polsce — wystarczy bowiem oddalić się o ok. 300 km na południe od granic naszego kraju, by znaleźć się w gronie milionów szczęśliwców, którym (jeśli tylko dopisze aura...) dane będzie oglądać ten niesamowity fenomen natury. Postaramy się jak najlepiej przygotować wszystkich Czytelników „Uranii" do podziwiania i udokumentowania tego wydarzenia. W kolejnych numerach pisma znajdą Państwo szczegółowe informacje o przebiegu zaćmienia, dowiedzą się, gdzie — w świetle gromadzonych przez ostatnie dziesięciolecia danych meteorologicznych — możemy się spodziewać dobrej pogody, doradzimy też, jak obserwować, fotografować i filmować to niezwykłe zjawisko, by po powrocie taką pamiątką zaimponować wszystkim, którym się wyjechać nie udało.

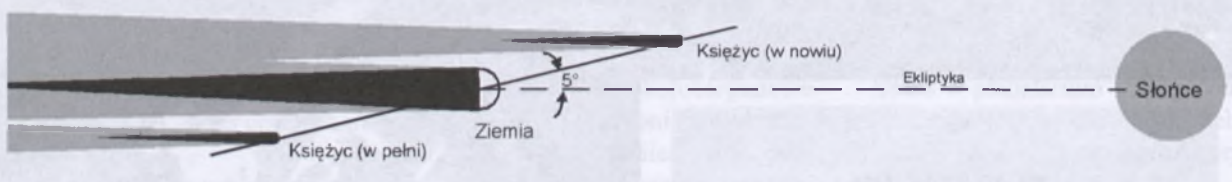
Pokolenie najstarszych Czytelników „Uranii" miało możliwość podziwiania całkowitego zaćmienia Słońca z północno-wschodnich krańców naszego kraju 30 czerwca 1954 roku. Pod tym względem natura nas jednak nie rozpieszcza: od tamtej pory (a przynajmniej od 15 lutego 1961 r., biorąc pod uwagę większą część Europy) nie było lepszej okazji niż ta, która nadarzy się w środku nadchodzącego lata. Co więcej, nie będzie lepszej przez kolejne dziesięciolecia!

Tylko optymiści mogą się łudzić, że w sędziwym wieku doczekają w Polsce zaćmienia obrączkowego, najbliższe nastąpi bowiem... 13 lipca 2075 roku. A na zaćmienie całkowite, widoczne z południowej części naszego kraju, przyjdzie czekać (już nie nam!) kolejnych 60 lat.

Niewiele korzystniej rysuje się perspektywa dla osób nie planujących wycieczek na inne kontynenty — jedynie wypuszczając się na krańce Europy, będziemy mogli uczestniczyć w podobnych wydarzeniach w najbliższych dekadach. Np. jeśli kogoś zadowoli zaćmienie obrączkowe, to 31 maja 2003 roku można będzie się wybrać do północnej Szkocji lub na Islandię (malkontentom możemy jeszcze polecić Grenlandię) albo też być w Madrycie 3 października 2005 roku. Jedyne w nadchodzącym ćwierćwieczu zaćmienie, które może więcej niż garstka szczęśliwców z naszego kraju zechce wpisać do swojego kalendarza, widoczne będzie w Turcji (m.in. w sąsiedztwie Kapadocji) 29 marca 2006 r. Aby podziwiać koronę słoneczną 1 sierpnia 2008 roku, trzeba by przenieść się dość blisko bieguna północnego (albo na Syberię), za to już „tylko" na Wyspy Owcze (ewentualnie Spitzbergen) — 20 marca 2015 roku. Tak więc nie zmarnujmy okazji, jaka nadarzy się już w najbliższe wakacje. Zaczniemy przygotowania od krótkiego wprowadzenia w tematykę zaćmień.

Aby doszło do zaćmienia Słońca, Księżyc powinien znaleźć się prawie w tym samym co ono miejscu na niebie. Odpowiada to fazie nowiu: nasz naturalny satelita zwraca w naszym kierunku nie oświetloną część swojej tarczy. Dlaczego więc całkowite zaćmienie Słońca to zjawisko tak rzadko obserwowane? Przecież Księżyc znajduje się w nowiu praktycznie każdego miesiąca, niekiedy nawet dwukrotnie. Winę za taki stan rzeczy ponosi fakt nachylenia płaszczyzny orbity Księżyca do płaszczyzny orbity Ziemi: wprawdzie stosunkowo niewielkie (ok. 5 stopni), ale jednak odpowiadające mniej więcej 10 średnicom księżycowej czy słonecznej tarczy — o tyle więc może „minąć" Słońce Księżyc w nowiu (por. rys. 1).

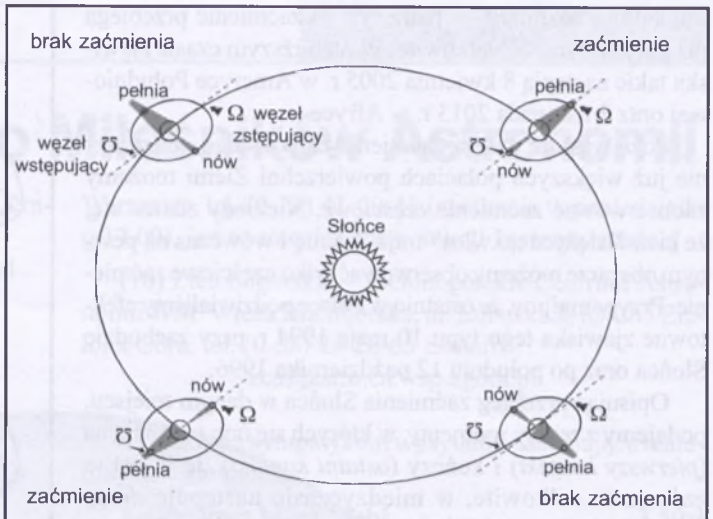
Na szczęście zdarzają się takie sytuacje, gdy obiegający Ziemię po swojej orbicie Księżyc przecina płaszczyznę orbity naszej planety w tym czasie, gdy za takim punktem przecięcia (zwanym *węzłem*; mówimy o węźle *wstępującym*, gdy ciało w swym ruchu wychodzi „ponad" płaszczyznę odniesienia[1] oraz o węźle *zstępującym*, gdy przecina tę płaszczyznę, wędrując z północy na południe) znajdzie się Słońce



Rys. 1. Nie obserwujemy zaćmień każdego miesiąca, gdyż płaszczyzna orbity Księżyca jest nachylona do płaszczyzny orbity Ziemi.

(rys. 2). Ponieważ linia węzłów w sposób ciągły zmienia swoją orientację względem ekliptyki (jest to efekt grawitacyjnego oddziaływania, głównie Ziemi i Słońca, na Księżyc), nasza planeta nie potrzebuje nawet pełnego roku, by ten sam węzeł księżycowej orbity znalazł się ponownie w kierunku Dziennej Gwiazdy — następuje to bowiem co 346.6 dni. Tyle liczy sobie *rok zaćmieniowy*.

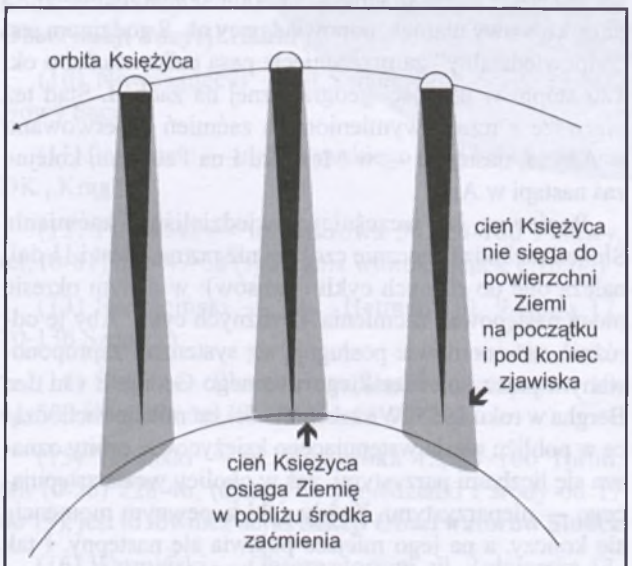
Dochodzimy więc do wniosku, że każdego roku powinny nastąpić dwa zaćmienia Słońca. W rzeczywistości mówimy raczej o dwóch „porach" zaćmień, gdyż Księżyc w nowiu nie musi być dokładnie w węźle swojej orbity — nie powinien być jednak od ekliptyki dalej niż o ok. 1 stopień, by doszło choć do częściowego zaćmienia. Jeśli uwzględnimy te ostatnie, każdego roku następują nie tylko dwa, ale trzy, cztery, a czasem nawet pięć zaćmień Słońca (ostatnio zdarzyło się to w roku 1935, następnym tak obfitującym w słoneczne zaćmienia rokiem będzie 2206).



Rys. 2. Zaćmienia mogą się pojawiać tylko wtedy, gdy Słońce i Ziemia leżą blisko linii węzłów orbity Księżyca — sytuacja taka ma miejsce dwukrotnie w ciągu tzw. roku zaćmieniowego.

Zaćmienia Słońca nie są więc wcale rzadsze niż np. zaćmienia Księżyca, jednak znajdując się w konkretnym miejscu na Ziemi, częściej obserwujemy księżycowe — są one bowiem widoczne na całej półkuli, nad którą w tym czasie świeci nasz satelita. Natomiast całkowite zaćmienie Słońca w danym miejscu na Ziemi zachodzi średnio raz na 360 lat — wynika to z faktu, że cień rzucany przez Księżyc przy powierzchni Ziemi może mieć co najwyżej 270 km średnicy; wprawdzie w trakcie zjawiska przemierza on nieraz tysiące kilometrów (z prędkością ok. pół kilometra na sekundę i na ogół z zachodu na wschód), jednak powierzchnia takiego pasa zaćmienia całkowitego z reguły nie przekracza jednego procentu powierzchni Ziemi.

Nachyleniu płaszczyzny orbity Księżyca do płaszczyzny ziemskiej orbity zawdzięczamy fakt, że całkowite zaćmienia Słońca mogą następować w zasadzie we wszystkich miejscach na Ziemi i gdyby go nie było, zjawisko takie miałoby miejsce przy każdym nowiu, ale tylko w pasie zwrotnikowym. Warto też pamiętać, że szczególną widowiskowość całkowitych zaćmień Słońca zawdzięczamy temu szczęśliwemu zbiegowi okoliczności, że kątowe rozmiary Księżyca i Słońca na niebie są zbliżone — w Układzie Słonecznym nie znajdziemy planety ani księżyca, z którego moglibyśmy podziwiać równie efektowne zjawisko. Mamy też szczęście żyć w epoce, w której Księżyc jest w „odpowiedniej" od Ziemi odległości — jak wiadomo, wielkość ta z upływem czasu systematycznie wzrasta (obecnie w tempie ok. 3 cm na rok) i dlatego nasi dalecy potomkowie za jakieś 350 milionów lat stracą bezpowrotnie okazję bezpośredniego podziwiania korony słonecznej...



Rys. 3. Rzadko obserwowany typ zaćmienia Słońca: obrączkowo-całkowite. Cień Księżyca osiąga powierzchnię Ziemi w pobliżu środka centralnego pasa zaćmienia, ale — z uwagi na krzywiznę Ziemi — nie następuje to w pobliżu początku i końca zjawiska.

Ponieważ już dziś kątowe rozmiary zarówno Księżyca, jak i Słońca zmieniają się w pewnych granicach (wynika to z eliptyczności orbit Księżyca i Ziemi, a więc zmiany odległości do danego ciała), zaćmienie *całkowite* może mieć różny przebieg. Jeśli np. następuje w połowie roku, gdy Ziemia jest najdalej od Słońca (najmniejsza średnica kątowa), a Księżyc znajdzie się w tym czasie stosunkowo blisko Ziemi (osiągając maksymalne rozmiary kątowe), możemy się spodziewać, że zakryje on Słońce na nieco dłużej — nawet do 7 minut 31 sekund (najdłuższe w bieżącym stuleciu całkowite zaćmienie 20 czerwca 1955 trwało 7 minut i 8 sekund, o 6 sekund dłuższe nastąpi dopiero 25 czerwca 2150). Z reguły czas trwania fazy całkowitej jest krótszy, a niekiedy Księżyc ma rozmiary kątowe nie wystarczające do zakrycia całej tarczy Słońca — wówczas nawet w czasie całkowitego zaćmienia jego ciemny dysk otacza jasna obwódka (stąd też mówimy o zaćmieniu *obrączkowym*) i nie obserwujemy efektownej korony słonecznej. Mniejszą widowiskowość takiego zjawiska może czasami wynagrodzić dłuższy czas jego trwania, np. obrączkowe zaćmienie 14 grudnia 1955 r. mogło być obserwowane przez ponad 12 minut.

Niekiedy następuje zaćmienie obrączkowo-całkowite, które jest jakby połączeniem obu zjawisk: na początku w pasie zaćmienia całkowitego obserwujemy jeszcze cienką obrączkę, zaś w pobliżu środka (gdzie na skutek krzywizny powierzchni Ziemi Księżyc znajduje się bliżej i ma więk-

[1] dla mieszkańców północnej półkuli

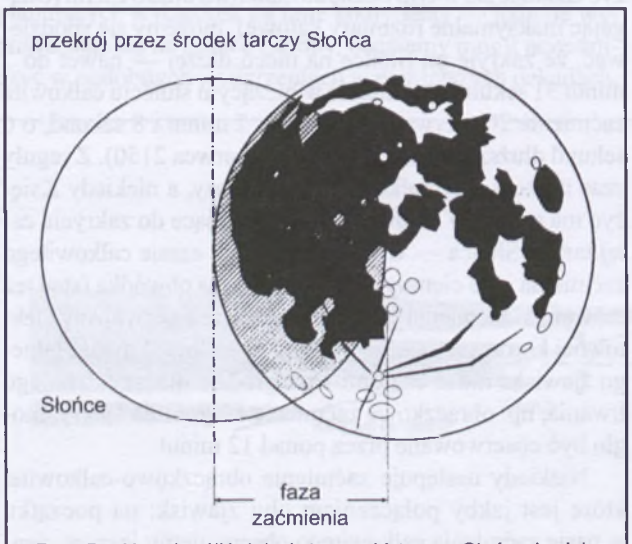
sze kątowe rozmiary — patrz rys. 3) zaćmienie przebiega już jak „klasyczne" całkowite. W najbliższym czasie zjawiska takie nastąpią 8 kwietnia 2005 r. w Ameryce Południowej oraz 3 listopada 2013 r. w Afryce.

Poza wąskim pasem zaćmienia całkowitego, na znacznie już większych połaciach powierzchni Ziemi możemy zaobserwować zaćmienie *częściowe*. Niekiedy zdarza się, że cień Księżyca „o włos" mija Ziemię i wówczas na pewnym obszarze możemy obserwować tylko częściowe zaćmienie. Przypomnijmy, że ostatnio w Polsce podziwialiśmy efektowne zjawiska tego typu 10 maja 1994 r. przy zachodzie Słońca oraz po południu 12 października 1996.

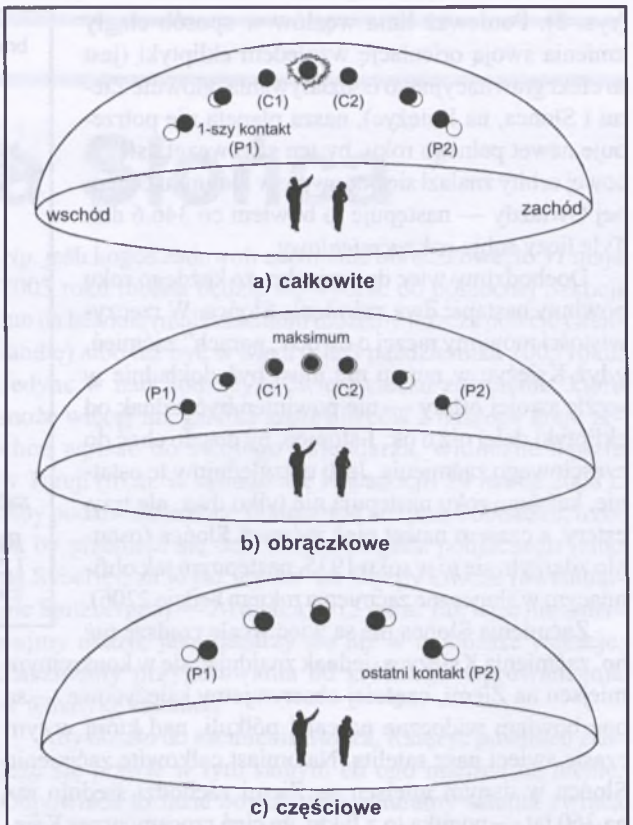
Opisując przebieg zaćmienia Słońca w danym miejscu, podajemy z reguły momenty, w których się ono rozpoczyna (*pierwszy kontakt*) i kończy (*ostatni kontakt*). Jeśli jest to zaćmienie całkowite, w międzyczasie następuje *drugi* i *trzeci* kontakt — czyli jego początek i koniec (por. rys. 4). Dodatkową wielkością, która charakteryzuje te i pośrednie etapy zaćmienia, jest jego *faza*, czyli ułamek określający, jaka część średnicy tarczy Słońca jest przesłonięta przez księżycowy dysk (rys. 5). Warto pamiętać, że część przesłoniętej w danym momencie powierzchni jest przy częściowym zaćmieniu odpowiednio mniejsza — obrazuje to umieszczona niżej tabelka.

Faza	Część zakrytej powierzchni
0.10	0.04
0.20	0.11
0.30	0.19
0.40	0.29
0.50	0.40
0.70	0.63
0.90	0.89
1.00	1.00

Na koniec jeszcze kilka słów o powtarzalności zaćmień. Już babilońscy astronomowie zauważyli, że zaćmienia Słońca i Księżyca powtarzają się co 6585 dni (18 lat i 11 dni) — okres ten nazwano *sarosem* (znaczy to „powtórzenie"). Dwa



Rys. 5. Aby określić, jak duża część tarczy Słońca będzie zakryta podczas zaćmienia, podajemy jego fazę. Jest to ułamek, mówiący jaką część średnicy (nie powierzchni) słonecznego dysku zakryje tarcza Księżyca (w tym przypadku 0.5).



Rys. 4. Momenty rozpoczynające kolejne etapy zaćmienia Słońca nazywamy „kontaktami". Górna część rysunku przedstawia przebieg całkowitego zaćmienia, środkowa — zaćmienia obrączkowego. W dolnej części widzimy zaćmienie częściowe, w którym następują tylko dwa kontakty: pierwszy (P1) i ostatni (P2).

zaćmienia zachodzące w tym odstępie mają podobne charakterystyki: typ, czas trwania, długość i kształt pasa zaćmienia itd. Na przykład ok. 7-minutowe zaćmienia z 30 czerwca 1973, 11 lipca 1991 oraz 22 lipca 2009 roku należą do tej samej serii. Ponieważ saros liczy sobie dokładniej 6585.32 dnia, końcowy ułamek, odpowiadający ok. 8 godzinom jest „odpowiedzialny" za przesunięcie pasa całkowitości o ok. 120 stopni w długości geograficznej na zachód. Stąd też pierwsze z trzech wymienionych zaćmień obserwowano w Afryce, następne — w Meksyku i na Pacyfiku, kolejne zaś nastąpi w Azji.

Ponieważ, jak wcześniej powiedzieliśmy, zaćmienia Słońca zachodzą znacznie częściej niż raz na 18 lat i 11 dni, należą one do różnych cykli (sarosów): w danym okresie mogą następować zaćmienia 42 różnych cykli. Aby je odróżnić, astronomowie posługują się systemem zaproponowanym przez holenderskiego uczonego George'a van den Bergha w roku 1955. W szczególności zaćmienia zachodzące w pobliżu węzła wstępującego księżycowej orbity oznacza się liczbami parzystymi, zaś w okolicy węzła zstępującego — nieparzystymi. Każdy cykl w pewnym momencie się kończy, a na jego miejsce pojawia się następny. I tak 1 lipca 2011 roku częściowym zaćmieniem Słońca rozpocznie się saros nr 156.

Tymczasem już za parę miesięcy szczególnie nas interesujące zaćmienie sarosu nr 145 — przeczytają o nim Państwo w następnym zeszycie „Uranii-Postępów Astronomii".

(*kr*)

Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii

Zarząd Główny — ul. Św. Tomasza 30/8, 31-027 Kraków, Tel. (0-12) 422-38-92

Poczta elektroniczna (E-mail:) ptma @oa.uj.edu.pl

Szukajcie nas w Internecie po adresem:

www.oa.uj.edu.pl:80/~ptma/

ODDZIAŁY I SEKCJE

(1) Białostocki — Kolonia Księżyno 4, 15-601 Białystok

(2) Częstochowski — Obserwatorium Astronomiczne Instytutu Fizyki WSP, Al. Armii Krajowej 13/15, 42-200 Częstochowa, E-mail: saturn @ matinf.pcz.czest.pl (spotkania w piątki g.17.00)

(3) Gliwicki — Al. Korfantego 23/1, 44-100 Gliwice

(4) Grudziądzki — Planetarium, ul. Hofmana 5, 86-300 Grudziądz

(5) Jeleniogórski — Plac Piastowski 18, 58-560 Jelenia Góra 9

(6) Krakowski — PTMA, ul. Św. Tomasza 30/8, 31-027 Kraków, tel. (0-12) 422-38-92, (spotkania poniedziałki g. 18.00), jest to także adres **Sekcji Obserwatorów Gwiazd Zmiennych i Sekcji Obserwatorów Komet**

(7) Krośnieński — Czajkowskiego 92, 38-400 Krosno

(8) Lubelski — Instytut Fizyki, Pl.M.Curie Skłodowskiej 1, pok.260, 20-031 Lublin

(9) Łódzki — Planetarium, ul. Pomorska 16, 91-416 Łódź, tel. (0-42) 633-13-63, jest to również adres **Sekcji Obserwacji Pozycji i Zakryć**

(10) Nowosądecki — ul.Śniadeckich 6/10, 33-300 Nowy Sącz

(11) Poznański — ul. Dmowskiego 37, 61-772 Poznań, DK „Krąg"

(12) Puławski — ul. Filtrowa 50, 24-100 Puławy, tel. (0-81) 886-49-68 (spotkania wtorek, piątek g.18.00)

(13) Szczeciński — DK „Hetman" ul. 9-Maja 17, 70-136 Szczecin

(14) Śląski — Planetarium Śląskie, skr. poczt. 10, 41-500 Chorzów, tel.(0-32) 254-63-30

(15) Toruński — ul. Kopernika 42, 87-100 Toruń, tel. (0-56) 228-46, (dyżury w poniedziałki i środy od 17 do 19), jest to również adres **Sekcji Obserwatorów Słońca**

(16) Warmiński — Obserwatorium, ul. Żołnierska 13, 10-558 Olsztyn, przy oddziale działa Komisja Współpracy Planetariów Polskich , aleja J. Piłsudskiego 30, 10-450 Olsztyn, przy oddziale pracuje **Sekcja Meteorów i Meteorytów**, skr.poczt 6, 14-530 Frombork

(17) Warszawski — CAMK, ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa, tel. (0-22) 41-00-41 (spotkania w poniedziałki g.17.00), jest to również adres **Sekcji Instrumentalnej**

(18) Zielonogórski — Zielonogórskie Centrum Astronomii WSP Wieża Braniborska, ul. Lubuska 2, 65-265 Zielona Góra, tel. (0-68) 20-28-63 E-mail: zca@astro.ca.wsp.zgora.pl

Członkom i sympatykom wysyłamy następujące materiały astronomiczne:

1. Obrotowa Mapa Nieba 3.50zł
2. Mapa Księżyca z diagramem faz 3.50zł
3. Pocztówki o tematyce astronom.(kpl. 4 szt) 2.00zł
4. A. Rybarski, K Serkowski: Amatorski Teleskop Zwierciadlany 3.00zł
5. Mieczysław Markowski: Uniwersytet Krakowski jako miejsce duchowych narodzin Mikołaja Kopernika 4.00zł
6. Janusz Kosinski: Poradnik Obserwatora Meteorów 5.00zł
7. Tomasz Ściężor: Kalendarz Astronomiczny na 1999 rok 16.00zł
8. Tomasz Krzyt: Poradnik Obserwatora Gwiazd Zmiennych 8.50zł
9. Marek Zawilski i inni: Poradnik Obserwatora Pozycji i Zakryć 13.00zł
10. Tomasz Ściężor: Poradnik Obserwatora Komet 2.50zł
11. Stanisław R. Brzostkiewicz: Obserwujemy Księżyc, Planety i Słońce 13.00zł
12. Jacek Kruk: Dawne stacje astronomiczne Obserwatorium Krakowskiego na Ziemi Myślenickiej 6.00zł

Pieniądze należy przesyłać przekazem pocztowym „czerwonym" na adres PTMA z adnotacją, czego dotyczy wpłata. W sprawie archiwalnych egzemplarzy URANII (do 1997 roku) prosimy o kontakt z Zarządem Głównym w Krakowie.

ASTRO-BIT
Oprogramowanie i materiały astronomiczne

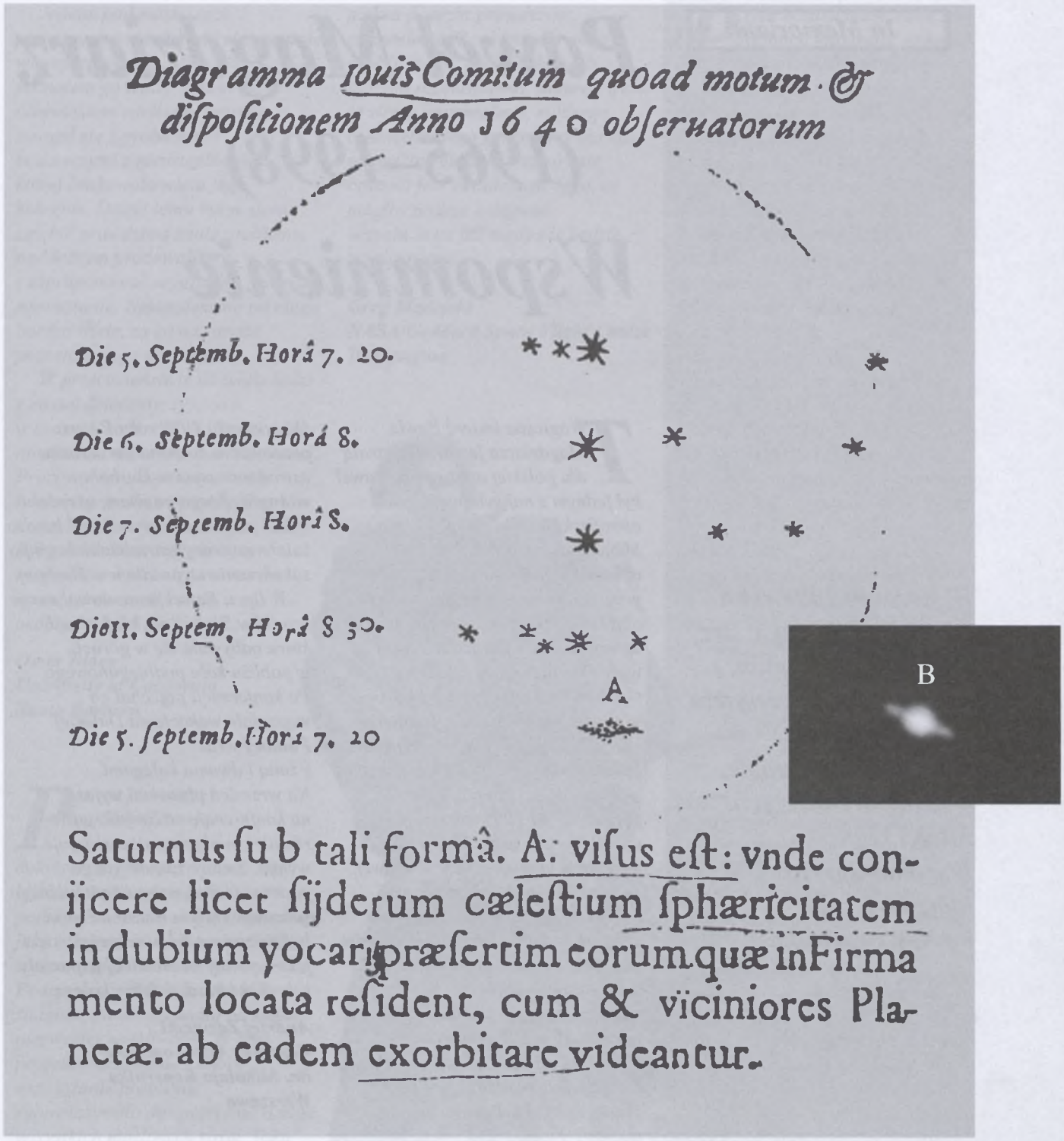
Ireneusz Włodarczyk
ul. Rewolucjonistow 15/13
42-500 Będzin

tel.:(0-32) 761-29-46 e-mail: astrobit@ka.onet.pl

Krakowska obserwacja Saturna, 5 września 1640 r.

W lipcu 1610 Galileusz odkrył, że Saturn widziany przez teleskop nie jest pojedynczą gwiazdą. Planeta wraz z pierścieniami, obserwowana lunetą przy 30-krotnym powiększeniu, przedstawiała się jako zbiór trzech gwiazd „bliskich sobie i nie zmieniających wzajemnego położenia". Nastąpiło po tym pół wieku obserwacji, dociekań i hipotez co do faktycznego kształtu planety, zanim w końcu lat pięćdziesiątych Huygens rozstrzygnął zagadkę pierścieni Saturna. Ograniczona siła rozdzielcza teleskopów „pierwszej generacji" i wpływ utrwalonych już przekonań sprawiały jednak, że jeszcze poza połowę XVII stulecia rysunki Saturna — poza najbliższą poprawności obserwacją Galileusza z 1616 r. — przedstawiały raczej nie to, co można było dostrzec, ale to, co spodziewano się zobaczyć i co dyktowała obserwatorom wyobraźnia.

Dzieje obrazów Saturna z tego okresu trzeba jednak skorygować ze względu na teleskopowe obserwacje wykonane w Krakowie w 1640 roku i przedstawione w wydanej w tymże roku rozprawie profesora „geometrii praktycznej i geodezji" Akademii Krakowskiej, Wojciecha Rajmunda Strażyca. Publikacja Strażyca *Quaestio astronomica* (tu w znaczeniu „Problemy astronomii"), miała tradycyjną formę profesorskiego wykładu omawiającego temat zamierzonej publicznej debaty. Rozprawa Strażyca stanowi jednak pozycję wyjątkową, bez precedensu w piśmiennictwie akademickim. Była to bowiem ugruntowana znajomością odkryć ostatniego stulecia (od Kopernika począwszy) zdecydowana krytyka arystotelesowskiej filozofii przyrody. Strażyc stwierdzał, że: „Twierdzeń starożytnych filozofów i astronomów, podważonych przez wyniki obserwacji w czasach najnowszych, nie da się już utrzymać". Nie wymieniając imiennie Keplera i Galileusza, Strażyc odwoływał się do ich dzieł i odkryć jako podstaw nowożytnej nauki: „spostrzeżenia dokonane przez astronomów w naszych czasach mają oparcie w podstawach wynikających z zasad matematyki". Przedstawienie tez nowej astronomii uzupełniała wkładka przedstawiająca na dwóch stronach obserwacje z września 1640 roku plam słonecznych, księżyców Jowisza oraz obserwację Saturna, której warto poświęcić tu więcej uwagi (rys. obok) Jakkolwiek rysunek Saturna był tylko szkicowo przedstawiony i reprodukowany (zapewne w drzeworycie), obserwacja planety wyróżnia się wśród innych z tego okresu, choćby już jako jedyna znana obecnie obserwacja Saturna z roku 1640, dwa lata przed fazą niewidoczności pierścieni (z Ziemią, znajdującą się w ich płaszczyźnie). Co ważniejsze jednak to fakt, że rysunek krakowskiego obserwatora odtwarzał kontur obserwowanej planety dostrzegany przy użyciu teleskopu z epoki, a nie w kształcie sugerowanym przez uprzednie wyobrażenia obserwatorów. Autentyzm obserwacji potwierdza też jej unikalność. Żadna, poza krakowską, obserwacja z omawianego tu okresu nie uchwyciła charakterystycznego obrazu Saturna z pierścieniami zredukowanymi do rozchodzących się symetrycznie od Saturna równoramiennych ramion. Dodajmy, że nieostre kontury rysunku pozwalają na orientacyjne tylko określenie proporcji rozpiętości pierścieni do średnicy samej planety. I tu jednak zaznacza się samodzielność obserwacji krakowskiej; w *Quaestio astronomica* Strażyca proporcję pierścienie:planeta oszacować można jako nie mniej niż 3:1. Wyróżnia to rysunek z *Quaestio astronomica* spośród innych rysunków tej epoki, rejestrujących proporcję ok. 2:1 (rzeczywista rozpiętość pierścieni to 2.5 średnicy Saturna). Autorstwo obserwacji (a więc i rysunków) jest w rozprawie Strażyca anonimowe. Okoliczności, w których powstawały zarówno obserwacje, jak i sama rozprawa Strażyca, pozwalają z całym przekonaniem stwierdzić, że w całym przedsięwzięciu uczestniczył starszy kolega uniwersytecki Strażyca, Stanisław Pudłowski — na uniwersytecie profesor prawa cywilnego — ale we własnym obserwatorium i pracowni kompetentny eksperymentator, konstruktor aparatury naukowej i obserwator, znawca dzieł Galileusza i ich propagator. Działalność małego kręgu krakowskich entuzjastów nowożytnych nauk przyrodniczych, „Galileuszowego lobby", należy już do innego, szerszego tematu historii nauki siedemnastego wieku. Trzeba przy tym wyrazić co najmniej zdziwienie, że zarówno osoba autora, jak i sama *Quaestio astronomica*, dzieło propagują-



ce nowożytny model nauk przyrodniczych zamiast panującej na uniwersytetach filozofii perypatetycznej, dotychczas pozostawały ignorowane we wszystkich publikacjach zajmujących się historią nauki i dziejami Akademii Krakowskiej w XVII wieku.

Warto za to podkreślić, że tradycja teleskopowych obserwacji Saturna, zainicjowanych w Krakowie w 1640 roku, została podtrzymana, czego przejawem jest fotografia Saturna, wykonana 20 stycznia 1998 roku przez Ireneusza Jankowskiego (reprodukowana w „Uranii-Postępach Astronomii" R. 69, 1998, zesz. 4, tu powtórzona w wersji czarno-białej). Zbiegiem okoliczności obie obserwacje przedstawiają Saturna w odstępie dwóch lat od fazy niewidocznych pierścieni (w latach 1642 i 1995).

Jerzy Dobrzycki
Warszawa

Literatura

J. Dobrzycki, *Św. Jerzy gra na skrzypkach, czyli krakowski spór o podstawy i metody nauki w XVII wieku*, „Odrodzenie i Reformacja w Polsce" 42,1998, s.73–80;

A. van Helden, *Saturn and its Anses*, „Journal for the History of Astronomy" 5,1974, s.105–122,

oraz *Angulo cingitur; The Solution of the Problem of Saturn*. tamże, s.155–174;

J. Włodarczyk, *Planeta z uchami*, „Wiedza i Życie" zesz. 8, 1992.

Paweł Magdziarz (1965–1998)

Wspomnienie

W sierpniu 1998 roku zmarł Paweł Magdziarz, krakowski astronom, pracownik Uniwersytetu Jagiellońskiego. Odszedł od nas nagle, w pełni sił twórczych. Miał 33 lata. Wspominają Go ci, którzy Go znali i z Nim pracowali.

Tragiczna śmierć Pawła Magdziarza jest wielką stratą dla polskiej astronomii. Paweł był jednym z najwybitniejszych astrofizyków młodego pokolenia. Mimo iż dopiero dwa lata temu obronił swój doktorat, wiele jego prac z astronomii rentgenowskiej obiektów zawierających czarne dziury wywarło bardzo znaczący wpływ na rozwój tej dziedziny. Opublikował co najmniej 14 prac w recenzowanych czasopismach i dużą liczbę prac konferencyjnych. Sprawdziłem cytowania 9 z tych prac — było ich co najmniej 110, począwszy od 1996 roku, co jest wyjątkowe dla astronomów na tak wczesnym etapie kariery naukowej.

Miałem możliwość pracować z Pawłem w czasie robienia przez niego doktoratu i byłem pod wielkim wrażeniem jego kreatywności, znakomitej umiejętności rozwiązywania problemów i pracowitości. Z tego co wiem, Paweł był też bardzo dobrym kolegą. Choć zwykle bardzo zajęty swoją pracą, zawsze był gotów do pomocy innym.

Ostatnio Paweł zajmował się fascynującym problemem teoretycznego opisu szerokich linii żelaza odkrytych w emisji aktywnych jąder galaktyk. Odkrycie takich linii wskazuje bezpośrednio na istnienie czarnych dziur w tych obiektach. Opis, którym zajmował się Paweł, pozwala wyznaczyć odległość rejonu emisji od czarnej dziury oraz prędkość jej rotacji, co ma fundamentalne znaczenie dla zrozumienia tych obiektów.

Od początku 1998 roku Paweł pracował w doskonałym ośrodku astronomicznym w Durham w Anglii. Z tego co wiem, ośrodek NASA pod Waszyngtonem był bardzo zainteresowany zatrudnieniem go po zakończeniu stypendium w Durham.

W lipcu Paweł prezentował swoje wyniki w Szwecji na konferencji, która odbywała się w górach, w pobliżu koła podbiegunowego. Po konferencji pojechał na wspaniałe wakacje na Dalekiej Północy wraz z żoną i dwoma kolegami. Na wrzesień planował wyjazd na konferencję na Sycylii, gdzie również miał prezentować swoje wyniki. Śmierć zaskoczyła go podczas intensywnego życia pełnego sukcesów i wielu radości. Paweł będzie zawsze żył w naszej pamięci jako wybitny naukowiec, wspaniały człowiek i bardzo dobry kolega.

Andrzej Zdziarski
Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika
Warszawa

Pawła poznałem kilka lat temu, gdy zaczęliśmy wspólnie pracować nad zrozumieniem szerokopasmowych widm galaktyk Seyferta. Od razu dostrzegłem w nim osobę spokojną, acz ciężko pracującą. Z powodu bariery językowej nasze kontakty z początku ograniczały się jedynie do krótkich dyskusji, podczas których Paweł okazał się być miłym i sympatycznym młodym człowiekiem.

Jednak pod maską tych pierwszych wrażeń kryło się znacznie więcej, co zrozumiałem, gdy poznałem go lepiej. Paweł był człowiekiem wielkiego umysłu, zmagał się z problemami badawczymi z nieustępliwością, której brakowało wielu jego kolegom. Dzięki temu był w stanie zgłębić prawdziwą istotę problemu, nad którym pracowaliśmy i zaproponować oryginalne, twórcze rozwiązanie. Nauczyłem się od niego bardzo wiele, za co na zawsze pozostanę jego dłużnikiem.

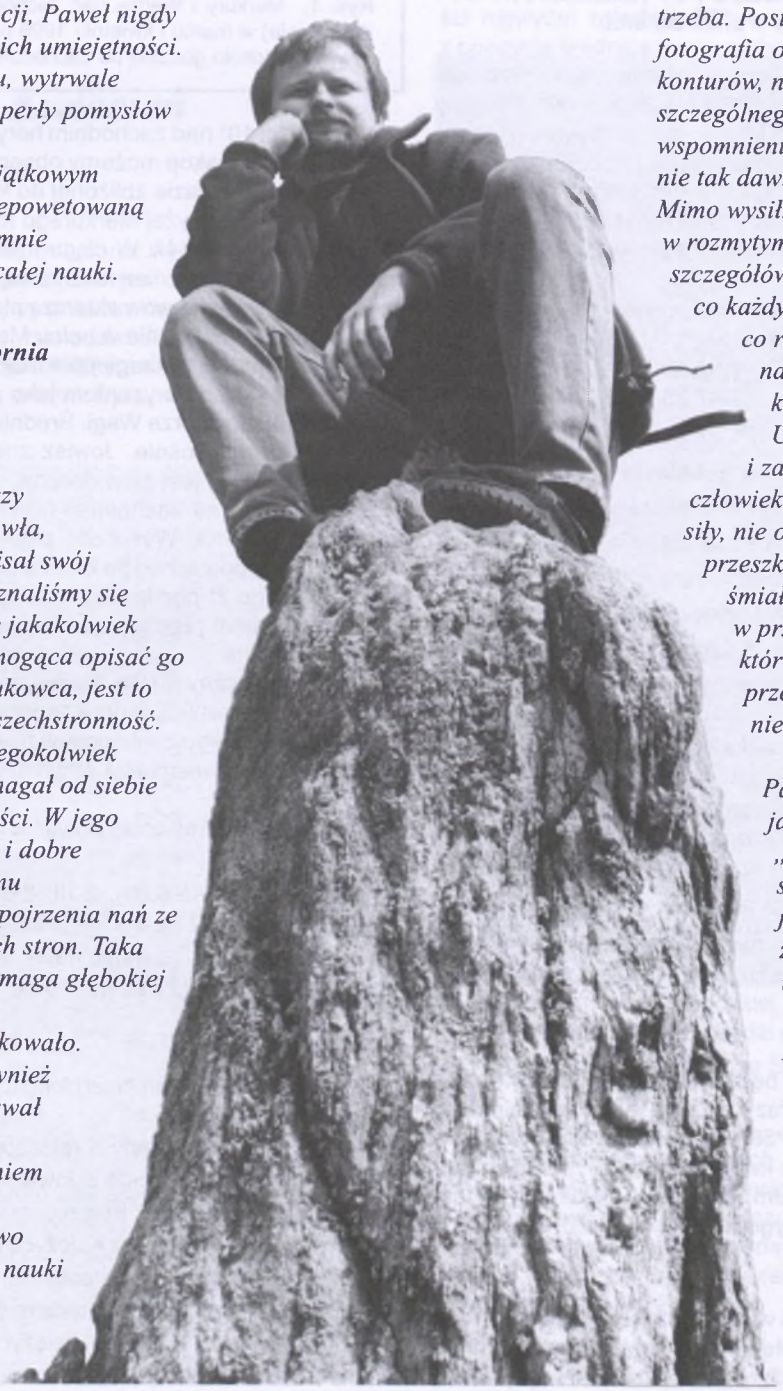
W przeciwieństwie do wielu ludzi z naszej dziedziny, żyjących w czasach konkurencji, Paweł nigdy nie reklamował swoich umiejętności. Pracował na uboczu, wytrwale tworząc prawdziwe perły pomysłów i rozwiązań.
Był człowiekiem wyjątkowym i jego śmierć jest niepowetowaną stratą zarówno dla mnie osobiście, jak i dla całej nauki.

Omer Blaes
University of California
Santa Barbara

Po raz pierwszy spotkałem Pawła, gdy jeszcze pisał swój doktorat. Szybko poznaliśmy się bliżej. Jeżeli istnieje jakakolwiek pojedyncza cecha, mogąca opisać go jako człowieka i naukowca, jest to zapewne głęboka wszechstronność. Podejmując się jakiegokolwiek zadania, Paweł wymagał od siebie niezwykłej wnikliwości. W jego pojęciu zrozumienie i dobre rozwiązanie problemu zobowiązywało do spojrzenia nań ze wszystkich możliwych stron. Taka wszechstronność wymaga głębokiej wiedzy, a tej mu z pewnością nie brakowało.

Paweł kochał również muzykę, którą odczuwał w podobny sposób, z głębokim rozumieniem zarówno treści, jak i formy. Podobieństwo w jego podejściu do nauki i do muzyki nie było przypadkowe. W obu szukał piękna poprzez prawdziwe zrozumienie. Zarówno dla mnie osobiście, jak i dla wielu osób, z którymi rozmawiałem, śmierć Pawła to strata wspaniałego, mądrego człowieka. Jego śmierć jest dla nas wszystkich ciosem, lecz równie bolesna jest świadomość tego, co mógłby jeszcze osiągnąć w życiu, a co już nigdy nie będzie zrealizowane...

Greg Madejski
NASA/Goddard Space Flight Center
Waszyngton



Fot. M. Skorupski

Przed oczami mam jedną z jego ostatnich fotografii, wykonaną podczas naszej wspólnej podróży na północne krańce Półwyspu Skandynawskiego. Na zdjęciu stoimy razem obok niebieskiej tablicy, na której wielkimi literami wypisano w pięciu językach słowa: „krąg polarny". Białe kamienie wyznaczają na ziemi linię koła podbiegunowego. Paweł stoi dokładnie na tej linii. Obraz jest lekko nieostry. Aparat fotograficzny — z gatunku tych zautomatyzowanych, wszechwiedzących zabawek — zogniskował się nie tam, gdzie trzeba. Postać Pawła, której fotografia odebrała ostrość konturów, nabiera przez to pewnego szczególnego dystansu, właściwego wspomnieniom z przeszłości przecież nie tak dawnej, ale już minionej. Mimo wysiłku nie potrafimy w rozmytym obrazie dostrzec szczegółów. Jest jednak coś, co każdy niechybnie dostrzeże, co rzuca się w oczy natychmiast: uśmiech, który rozjaśnia jego twarz. Uśmiech promienny i zawadiacki. Uśmiech człowieka pełnego wewnętrznej siły, nie obawiającego się żadnych przeszkód. Człowieka, który śmiało i pewnie spogląda w przyszłość. Przyszłość, która już wkrótce miała się przed nim zamknąć nieodwołalnie.

Z nieostrej fotografii Paweł uśmiecha się do nas, jakby chciał powiedzieć: „Rozejrzyj się dokoła, świat jest wspaniały i tyle jeszcze pozostało do zdobycia!". I tak go utrwalił ten kolorowy obrazek. Taki też pozostanie w mojej pamięci.

Marek Gierliński
Uniwersytet Jagielloński
Kraków

Marzec

Słońce

W punkcie równonocy wiosennej znajdzie się w tym roku 21 marca o 1^h46^m. Punkt ten nosi historyczną nazwę „punktu Barana" (zaczyna się od niego zodiakalny znak Barana) i spełnia dość ważną rolę w astronomii: od niego mierzy się na niebie współrzędne kątowe: rektascensję i długość ekliptyczną. Chwilę, w której Słońce znajduje się w punkcie Barana, uważamy za początek wiosny astronomicznej.

W ciągu marca dnia przybywa równo o dwie godziny: w Warszawie 1 marca Słońce wschodzi o 5^h23^m, zachodzi o 16^h14^m, a 31 marca wschodzi o 4^h14^m, zachodzi o 17^h07^m. W marcu Słońce wstępuje w znak Barana.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h UT)

Data 1999	P [°]	B_0 [°]	L_0 [°]
III 1	–21.42	–7.21	88.68
3	–21.92	–7.23	62.34
5	–22.39	–7.25	35.99
7	–22.84	–7.25	9.64
9	–23.26	–7.24	343.29
11	–23.65	–7.23	316.93
13	–24.02	–7.21	290.58
15	–24.36	–7.18	264.22
17	–24.68	–7.13	237.86
19	–24.96	–7.09	211.50
21	–25.22	–7.03	185.13
23	–25.45	–6.96	158.76
25	–25.66	–6.89	132.39
27	–25.83	–6.80	106.02
29	–25.98	–6.71	79.64
III 31	–26.10	–6.62	53.26

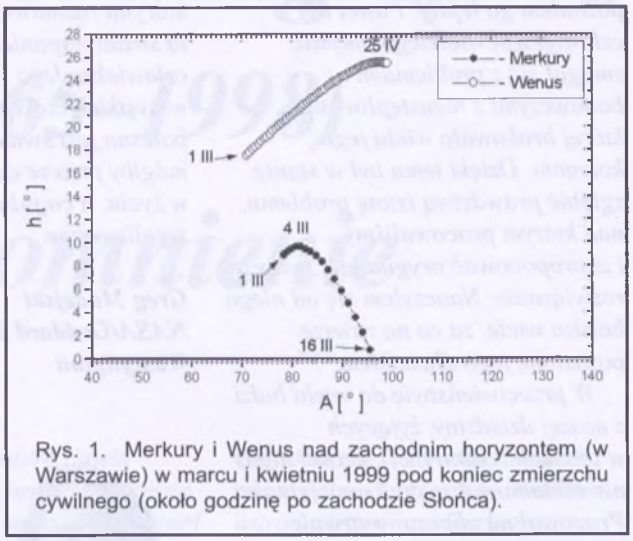
P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;
B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;
$7^d17^h33^m$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°

Księżyc

Bezksiężycowe noce będziemy mieli w połowie miesiąca, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: pełnia $2^d06^h58^m$, ostatnia kwadra $10^d8^h40^m$, nów $17^d18^h48^m$, pierwsza kwadra $24^d10^h18^m$ i znowu pełnia $31^d22^h49^m$. W apogeum Księżyc znajdzie się w dniu 8 marca o 5^h07^m, a w perygeum 20 marca o 0^h17^m.

Planety i planetoidy

Na początku miesiąca wystąpią najlepsze w 1999 roku warunki dla obserwacji Merkurego. Wieczorem 4 marca, około godzinę po zachodzie Słońca znajdziemy planetę



Rys. 1. Merkury i Wenus nad zachodnim horyzontem (w Warszawie) w marcu i kwietniu 1999 pod koniec zmierzchu cywilnego (około godzinę po zachodzie Słońca).

na wysokości 10° nad zachodnim horyzontem jako „gwiazdę" 0^m. Przez teleskop możemy obserwować tarczę planety o średnicy 8" w fazie zbliżonej do kwadry.

Kilka stopni powyżej Merkurego możemy obserwować Wenus jako obiekt -4^m. W ciągu miesiąca wysokość planety nad horyzontem nieznacznie się zwiększa. Przez teleskop możemy obserwować tarczę planety o średnicy około 12" będącą praktycznie w pełni. Mars zbliża się do opozycji i jest widoczny w drugiej połowie nocy na południu na wysokości 24° nad horyzontem jako „gwiazda" o jasności -0.4^m w gwiazdozbiorze Wagi. Średnica tarczy planety wynosi 13" i powoli rośnie. Jowisz znajduje się na niebie w pobliżu Słońca i jest niewidoczny.

Wieczorem nad zachodnim horyzontem możemy obserwować Saturna. Wysokość planety nad horyzontem około godzinę po zachodzie Słońca szybko maleje, od 30° na początku do 7° pod koniec miesiąca.

Uran i Neptun przebywają na niebie w pobliżu Słońca i są niewidoczne.

Pluton widoczny jest w drugiej połowie nocy w gwiazdozbiorze Wężownika, jednakże jego jasność wynosi jedynie 13.7^m i do jego zaobserwowania niezbędny jest teleskop o średnicy zwierciadła przynajmniej 15 cm.

W marcu możemy obserwować w pobliżu opozycji dwie planetoidy:

(4) Westa, (jasność 6.6^m). 2 III: $8^h53.9^m$,+24°40'; 12 III: $8^h48.3^m$,+25°05'; 22 III: $8^h45.9^m$,+25°13'.

(349) Dembowska, (jasność 8.6^m). 2 III: $4^h12.4^m$,+22°24'; 12 III: $4^h23.3^m$,+23°12', 22 III: $4^h35.8^m$,+23°58'.

***

3^d13^h Merkury w maksymalnej elongacji wschodniej od Słońca (18°11').
3^d16^h Merkury nieruchomy w rektascensji.
4^d13^h Złączenie Merkurego z Jowiszem w odl. 4°.
7^d02^h Złączenie Marsa z Księżycem w odl. 3°.
13^d23^h Złączenie Neptuna z Księżycem w odl. 1°.
14^d Pluton nieruchomy w rektascensji.
14^d20^h Złączenie Urana z Księżycem w odl. 1°.
17^d20^h Złączenie Merkurego z Księżycem w odl. 7°.
18^d11^h Mars nieruchomy w rektascensji.

18^d11^h Złączenie Jowisza z Księżycem w odl. 3°.

19^d19^h Merkury w koniunkcji dolnej ze Słońcem.

20^d00^h Złączenie Wenus z Saturnem w odl. 3°.

20^d02^h Złączenie Wenus z Księżycem w odl. 5°.

20^d03^h Złączenie Saturna z Księżycem w odl. 3°.

$21^d01^h46^m$ Słońce wstępuje w znak Barana, jego długość ekliptyczna wynosi wtedy 0°; mamy początek wiosny astronomicznej i zrównanie dnia z nocą.

$22^d18^h(42^m - 53^m$: w zależności od położenia obserwatora w Polsce) Zakrycie gwiazdy α Tau (Aldebarana) przez Księżyc (widoczne w całej Polsce).

$28^d14^h(31^m - 52^m$: w zależności od położenia obserwatora w Polsce) Zakrycie gwiazdy α Leo (Regulusa) przez Księżyc (widoczne w całej Polsce).

Kwiecień

Słońce

Wznosi się po ekliptyce coraz wyżej ponad równik niebieski, w związku z czym dzień jest coraz dłuższy. W ciągu miesiąca dnia przybywa prawie o dwie godziny: w Warszawie 1 kwietnia Słońce wschodzi o 4^h12^m, zachodzi o 17^h09^m, a 30 kwietnia wschodzi o 3^h09^m, zachodzi o 17^h59^m. W kwietniu Słońce wstępuje w znak Byka.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h czasu UT)

Data 1999	P [°]	B_0 [°]	L_0 [°]
IV 1	–26.15	–6.56	40.06
3	–26.23	–6.45	13.68
5	–26.27	–6.34	347.29
7	–26.29	–6.21	320.90
9	–26.28	–6.08	294.50
11	–26.24	–5.94	268.10
13	–26.17	–5.79	241.70
15	–26.08	–5.64	215.30
17	–25.95	–5.48	188.89
19	–25.79	–5.32	162.48
21	–25.60	–5.15	136.06
23	–25.39	–4.97	109.65
25	–25.14	–4.79	83.23
27	–24.87	–4.60	56.80
IV29	–24.56	–4.41	30.37
V 1	–24.23	–4.21	3.94

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;
B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;
$4^d20^h58^m$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

Księżyc

Bezksiężycowe noce będziemy mieli w połowie kwietnia, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: ostatnia kwadra $9^d02^h51^m$, nów $16^d04^h22^m$, pierwsza kwadra $22^d19^h02^m$ oraz pełnia $30^d14^h55^m$. W apogeum Księżyc znajdzie się $4^d21^h31^m$, a w perygeum $17^d05^h27^m$.

Planety i planetoidy

Merkury znajduje się na niebie w pobliżu Słońca i jest niewidoczny Wieczorem w godzinę po zachodzie Słońca możemy obserwować Wenus jako „gwiazdę" -4^m około 20° nad zachodnim horyzontem. Wysokość planety nad horyzontem powoli rośnie. Mars w opozycji do Słońca widoczny całą noc w gwiazdozbiorze Panny, niestety na wysokości najwyżej zaledwie 25° nad horyzontem. W związku z opozycją średnica tarczy planety rośnie do 16", a jasność do -1.6^m. Nawet niewielkie teleskopy przy powiększeniach powyżej 100´ umożliwią obserwacje szczegółów na tarczy planety. Jowisz, Saturn, Uran i Neptun pozostają na niebie w pobliżu Słońca i są niewidoczne. Pluton widoczny jest całą noc w gwiazdozbiorze Wężownika, jednakże jego jasność wynosi jedynie 13.7^m i do jego zaobserwowania niezbędny jest teleskop o średnicy zwierciadła przynajmniej 15 cm.

W kwietniu możemy obserwować w pobliżu planetoidę **(4) Westa**, (jasność 7.2^m). 1 IV: $8^h46.7^m$,+25°04'; 11 IV: $8^h50.5^m$,+24°41'; 21 IV: $8^h57.0^m$,+24°07'.

***

1^d07^h Jowisz w koniunkcji ze Słońcem.

3^d08^h Złączenie Marsa z Księżycem w odl.3°.

10^d08^h Złączenie Neptuna z Księżycem w odl.1°.

11^d07^h Złączenie Urana z Księżycem w odl.1°.

14^d04^h Złączenie Merkurego z Księżycem w odl.1°.

15^d07^h Złączenie Jowisza z Księżycem w odl.3°.

16^d16^h Merkury w maksymalnej elongacji zachodniej od Słońca (27°35').

16^d18^h Złączenie Saturna z Księżycem w odl.3°.

18^d21^h Złączenie Wenus z Księżycem w odl.7°.

$20^d12^h45^m$ Słońce wstępuje w znak Byka, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 30°.

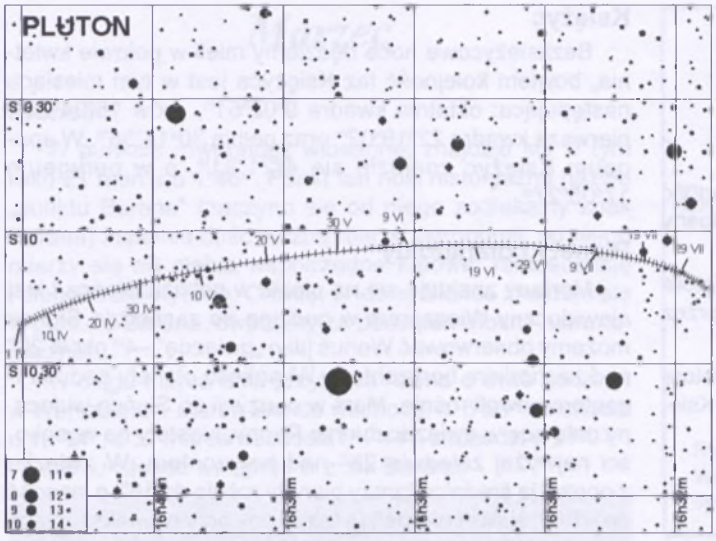
24^d16^h Mars w opozycji ze Słońcem w odległości 0.58334 j.a. od Ziemi (czyli 87 266 600 km).

$24^d22^h(02^m - 06^m$ w zależności od położenia obserwatora) Zakrycie gwiazdy α Leo (Regulusa) przez Księżyc (widoczne w Kotlinie Kłodzkiej i Sudetach). Przez Przedgórze Sudeckie przechodzi pas zakrycia brzegowego.

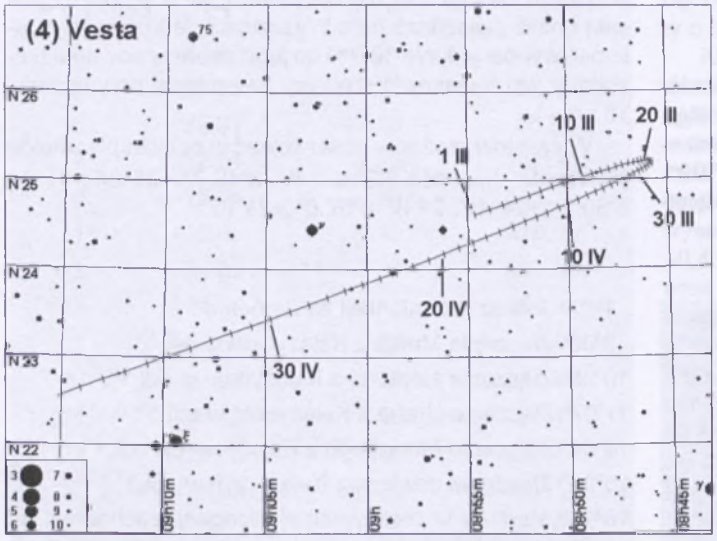
27^d11^h Saturn w koniunkcji ze Słońcem.

UWAGA: *Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie uniwersalnym UT (Greenwich).*
Aby otrzymać datę w obowiązującym w marcu w Polsce „czasie zimowym", należy dodać 1 godzinę, aby otrzymać datę w obowiązującym w kwietniu w Polsce „czasie letnim", należy dodać 2 godziny.

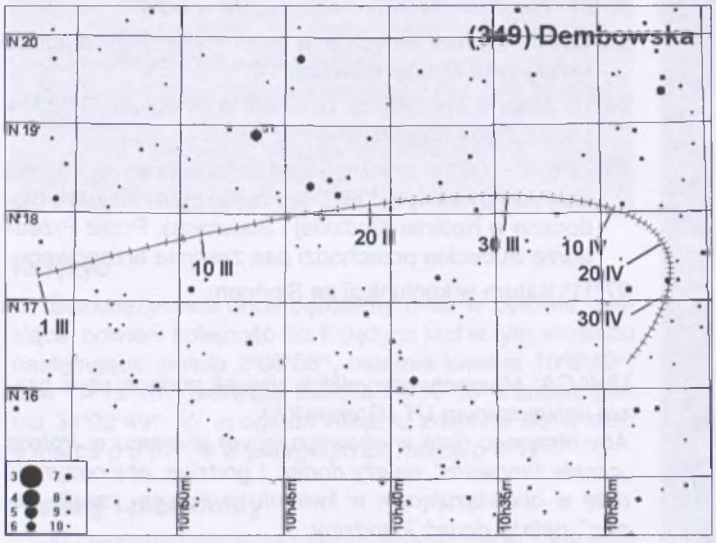
Opracował T. Ściężor



Rys. 2. Trasa Plutona na tle gwiazd gwiazdozbioru Wężownika od kwietnia do lipca 1999 (zaznaczone gwiazdy do 14^m).



Rys. 3. Trasa planetoidy (4) Westa na tle gwiazd gwiazdozbioru Lwa w marcu i kwietniu 1999 (zaznaczone gwiazdy do 8^m).



Rys. 4. Trasa planetoidy (349) Dembowska na tle gwiazd gwiazdozbioru Lwa w marcu i kwietniu 1999 (zaznaczone gwiazdy do 11^m).

wakacyjne zdjęcia nieba

WAKACYJNE ZDJĘCIE NIEBA

„Urania-Postępy Astronomii" kontynuuje tradycję „Uranii", polegającą na corocznym organizowaniu konkursu fotograficznego pt. „Wakacyjne zdjęcie nieba". Tegoroczny Konkurs zaowocował 95 pracami 22 autorów.

Tematyka prac była rozmaita. Zdjęcia przedstawiały praktycznie wszystkie obiekty, jakie mogą obserwować miłośnicy astronomii, tzn. gwiazdozbiory, mgławice, Księżyc, planety, planetoidy, Słońce. Najodleglejszy obiekt, o którego sfotografowanie pokusiło się kilka osób, znajduje się w odległości około 2.2 mln lat świetlnych i jest nim galaktyka M31 leżąca w gwiazdozbiorze Andromedy. Uczestnicy konkursu nadesłali też szereg zdjęć przedstawiających zjawiska rozgrywające się w atmosferze ziemskiej, tzn. wyładowania atmosferyczne, tęcze, Słońce poboczne, a także zorzę polarną obserwowaną z Polski!

Nadesłane prace były w większości starannie zabezpieczone oraz dokładnie opisane. Jednak zdarzały się i takie, które nie zawierały podstawowych informacji, tzn. światłosiły użytego sprzętu, rodzaju filmu, czasu ekspozycji oraz informacji o rodzaju prowadzenia (jeśli takie było zastosowane). Konkurs ten ma nie tylko na celu wybranie kilku najładniejszych zdjęć nocnego nieba, ale także ma cel edukacyjny. Obserwacja astronomiczna to nie tylko sam pomiar (wykonanie zdjęcia), ale także opis użytego sprzętu oraz metody wykonania pomiaru.

Pamiętajmy również o tym, aby w przyszłości zabezpieczać lepiej nasze prace (np. poprzez włożenie dwóch tekturek do koperty), gdyż nawet najciekawsze zdjęcie traci wiele ze swoich walorów, gdy jest pozaginane (prace takie się zdarzały). W związku z opisami mam uwagę natury ogólnej: otóż opisy zdjęć powinny być podane na osobnej kartce, a nie na odwrocie zdjęcia. Jeśli już chcemy fizycznie połączyć zdjęcie z jego opisem, to można dokonać tego za pomocą samoprzylepnych karteczek. Pamiętajmy również o zabezpieczaniu negatywów, gdyż od ich stanu zależy jakość naszych odbitek. Wiele zakładów fotograficznych stosuje metodę zwijania filmu. Takie działanie powoduje powstanie rys na negatywie, które są później widoczne na odbitkach w postaci jasnych linii. Zwracajmy też uwagę na jakość odbitek, tzn. na to, czy widać na nich białe plamki lub włoski. Są to na ogół kurz i inne drobiny występujące na naszym negatywie podczas wykonywania odbitki. Na ogół są one spowodowane niedbalstwem laborantów pracujących przy minilabach.

Uczestnicy konkursu nadesłali swoje prace w różnych formatach, od 9×13 cm do15×21 cm. Format prac był dowolny, tak więc nie miał wpływu na ocenę, jednak zdjęcia w formacie 13×18 cm lub 15×21 cm prezentują się znacznie lepiej. Największą popularnością wśród uczestników konkursu cieszyły się filmy firmy FUJI, co potwierdza fakt, że wśród miłośników astronomii cieszą się one większą popularnością aniżeli filmy KODAKA.

Co do jakości wykonania zdjęć nie mam większych zastrzeżeń, aczkolwiek chciałbym zwrócić uwagę na fakt, iż przy fotografowaniu obiektywami o ogniskowej powyżej 800 mm powinno się wykonywać zdjęcie z pominięciem migawki aparatu, tzn. ekspozycja powinna odbywać się poprzez odsłonięcie i zasłonięcie obiektywu. Tylko w przypadku posiadania bardzo ciężkiego (kilkanaście–kilkadziesiąt kg) i dobrze wyważonego montażu (statywu) można pokusić się o wykonanie zdjęć przy użyciu migawki aparatu fotograficznego (zwłaszcza Zenita). Wiele z nadesłanych zdjęć miałoby większą rozdzielczość, gdyby przestrzegano powyższej zasady.

Poniżej prezentuję laureatów tegorocznego konkursu.

Miejsce 1

Socha Krzysztof: *za serię zdjęć przedstawiających zorzę polarną obserwowaną z Fromborka. Gdy zobaczyłem te zdjęcia, od razu pomyślałem o przeprowadzce na północ Polski...*

Zdjęcia Pana Krzysztofa mogliśmy podziwiać na rozkładówce ostatniego numeru „Uranii-Postępów Astronomii".

Trzeba przyznać, że autor znalazł się w odpowiednim miejscu o odpowiedniej porze, czego życzę wszystkim fotografującym.

Miejsce 2

Łągiewka Jerzy: *za zdjęcie całej tarczy słonecznej wraz z rozległą grupą plam.*

Miejsce 3

Binkiewicz Andrzej: *za zdjęcie przedstawiające koniunkcję Księżyca z Wenus.*

Wyróżnienie

Wiórkiewicz Krzysztof: *za zdjęcie Jowisza wraz z jego galileuszowymi księżycami.*

Wyróżnienie

Malec Jarosław: *za interesujące zdjęcia planetoidy Ganymed.*

Oceniając ogólnie tegoroczną edycję konkursu, należy się cieszyć z faktu, iż zdjęcia były wykonane starannie i w większości poprawnie technicznie. Miejmy nadzieję, że kolejny konkurs przyniesie do redakcji jeszcze większą ilość zdjęć o jeszcze lepszej jakości.

Wiesław Skórzyński

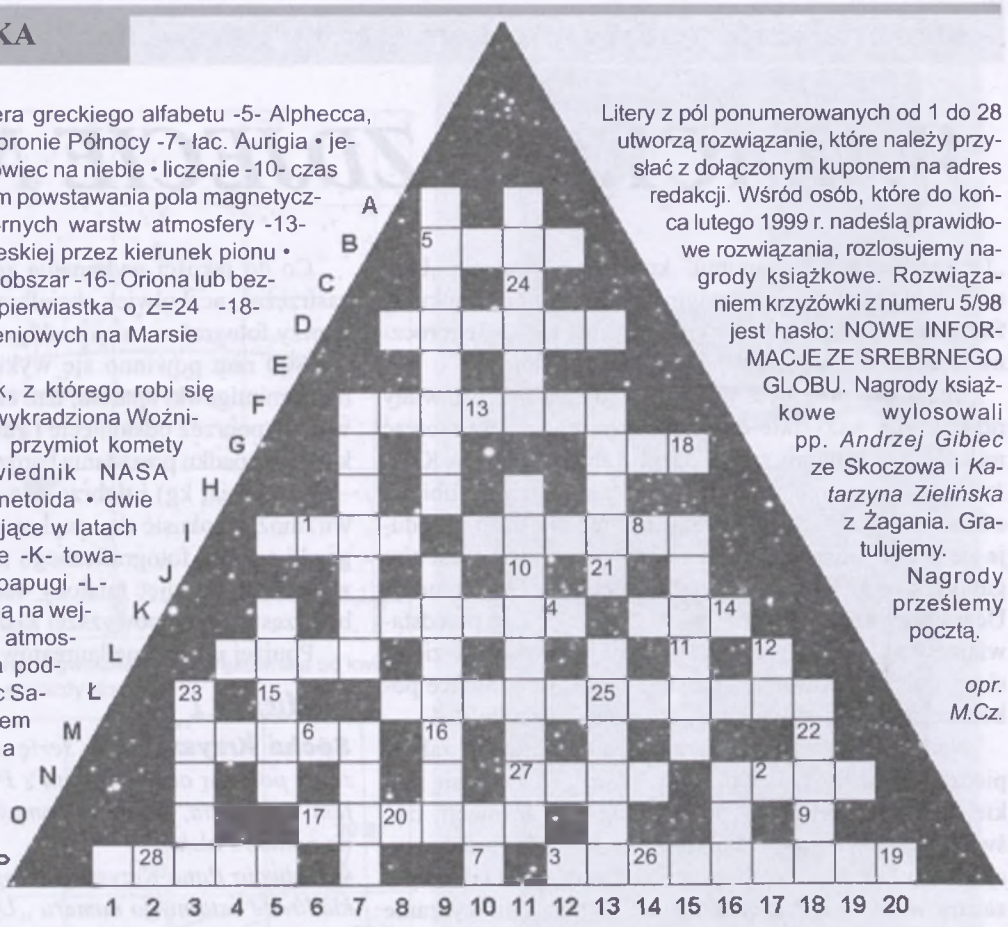
Od Red. *Laureaci Konkursu otrzymują nagrody książkowe w tym m.in. książkę W. Skórzyńskiego „Astrofotografia" z jego dedykacją i autografem.*

Krzyżówka
Urania-PA 1/99

KRZYŻÓWKA

PIONOWO -3- ostatnia litera greckiego alfabetu -5- Alphecca, najjaśniejsza gwiazda w Koronie Północy -7- łac. Aurigia • jeden ze zmysłów -9- fiszbinowiec na niebie • liczenie -10- czas dynamiczny -11- mechanizm powstawania pola magnetycznego • fizyka i chemia górnych warstw atmosfery -13- punkt przebicia sfery niebieskiej przez kierunek pionu • metal na ostrzu żyletki -15- obszar -16- Oriona lub bezpieczeństwa -17- symbol pierwiastka o Z=24 -18- jeden z basenów pouderzeniowych na Marsie

POZIOMO -B- pierwiastek, z którego robi się igły lekarskie -D- gwiazda wykradziona Woźnicy przez Byka -F- damski przymiot komety -G- europejski odpowiednik NASA -I- pierwsza sztuczna planetoida • dwie niemieckie sondy obserwujące w latach siedemdziesiątych Słońce -K- towarzysz Plutona • gatunek papugi -L- miejsce, gdzie statki czekają na wejście do portu -Ł- warstwa atmosfery słonecznej, widoczna podczas zaćmienia -M- księżyc Saturna z największym kraterem -N- Mirak, jasna gwiazda w Wolarzu • przewodnictwo -O- prawidłowość -P- ruch cząsteczek atmosfery • powłoka gazowa ciała niebieskiego



Litery z pól ponumerowanych od 1 do 28 utworzą rozwiązanie, które należy przysłać z dołączonym kuponem na adres redakcji. Wśród osób, które do końca lutego 1999 r. nadeślą prawidłowe rozwiązania, rozlosujemy nagrody książkowe. Rozwiązaniem krzyżówki z numeru 5/98 jest hasło: NOWE INFORMACJE ZE SREBRNEGO GLOBU. Nagrody książkowe wylosowali pp. *Andrzej Gibiec* ze Skoczowa i *Katarzyna Zielińska* z Żagania. Gratulujemy.

Nagrody prześlemy pocztą.

opr. M.Cz.

KONKURS

Czy znasz Układ Słoneczny?

III część naszego konkursu, zgodnie z przewidywaniami, sprawiła już znacznie więcej kłopotu naszym Czytelnikom niż części poprzednie. O ile prawie wszyscy prawidłowo rozpoznali na pierwszym zdjęciu charakterystyczny wygląd powierzchni księżyca Urana — Mirandy, to dwa następne zdjęcia zostały właściwie zidentyfikowane (przynajmniej pod względem lokalizacji na konkretnym ciele niebieskim) już tylko przez nielicznych. A oba przedstawiały obrazki z powierzchni planety... Ziemia! Widok młodych, skalistych gór, był najczęściej brany za radarowy obraz powierzchni planety Wenus, natomiast stare kratery meteorytowe z Australii próbowano „umiejscowić" na Księżycu lub Merkurym.

W bilansie ogólnym maksymalną ilość punktów (**86**) posiadają obecnie tylko cztery osoby: **Tadeusz Karamucki** ze Szczecina, **Ariel Majcher** z Dębna Lub., **Tadeusz Maliszewski** z Białegostoku i **Artur Pilarczyk** z Gorzowa Wlkp. Nagrodę książkową wylosował Tadeusz Karamucki. Gratulujemy, nagrody wyślemy pocztą.

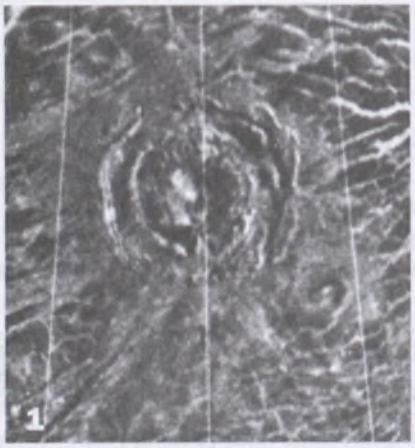
W bieżącej, V już, części konkursu zdobyć można łącznie 24 punkty (po 12 za każdą prawidłową odpowiedź). Przypominamy, że wystarczy podać tylko nazwy ciał niebieskich, które w całości lub fragmencie przedstawione są na prezentowanych obok zdjęciach.

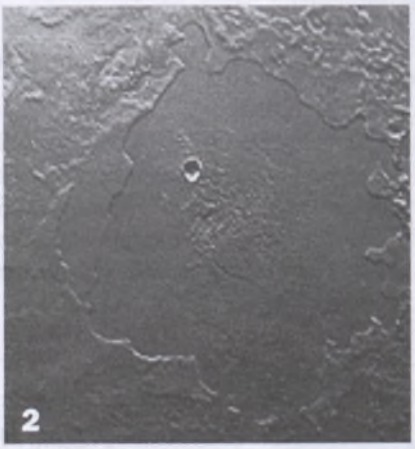
Drobnymi nagrodami honorujemy wylosowane osoby, które udzieliły prawidłowych odpowiedzi w danej edycji konkursu, natomiast na zdobywcę maksymalnej ilości punktów, po zakończeniu konkursu, czeka nagroda specjalna.

Odpowiedzi prosimy przesyłać na adres redakcji do końca lutego 1999 r. Na kartkach prosimy nakleić kupon konkursowy.

Uwaga: aktualną listę uczestników i zdobytych przez nich do tej pory punktów można znaleźć na naszych stronach internetowych pod adresem: urania.camk.edu.pl/konkurs.

Kupon konkursowy
Czy znasz Układ Słoneczny?
Urania-PA 1/99





III miejsce

Laureat trzeciego miejsca w naszym konkursie, Andrzej Binkiewicz z Kępia k. Kozłowa, wykonał zdjęcie koniunkcji młodego Księżyca i Wenus jeszcze w grudniu ubiegłego roku (31.12.97 o 16:30 CSE), używając teleskopu firmy „Uniwersał", zwanego „szukaczem komet". Czas ekspozycji wynosił 2 sekundy na filmie Fuji 800 ASA. (Podobne zdjęcie tegoż autora było już prezentowane na łamach *Uranii-PA* 3/98)

WAKACYJNE ZDJĘCIE NIEBA

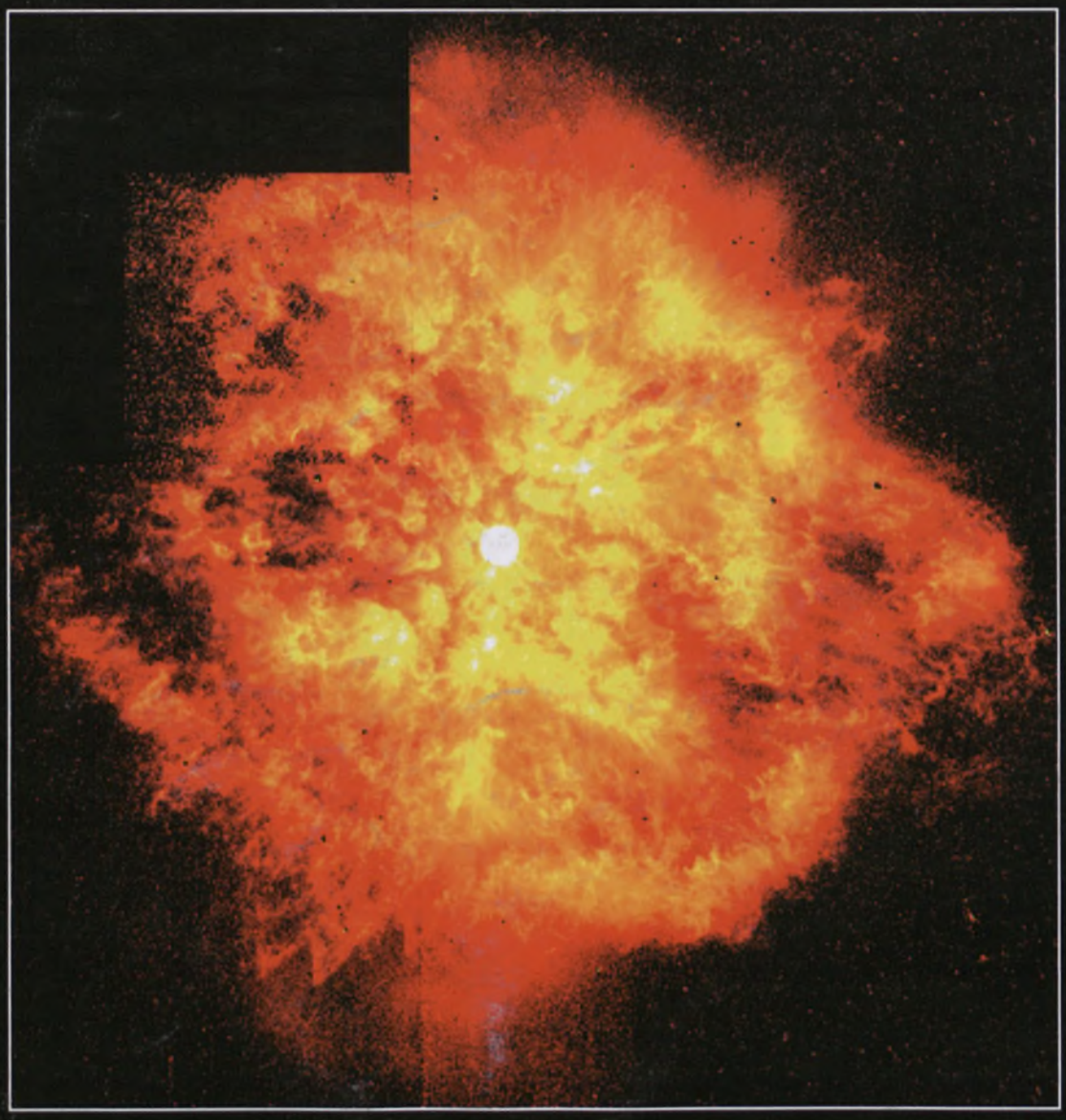
wyróżnienie

Autorem wyróżnionych zdjęć prezentowanych obok jest Jarosław Malec z Ząbkowic. W nocy 27/28 sierpnia br. sfotografował on obszar Perseusza, w którym znajdowała się właśnie planetoida Ganymed (10.^{m}5). Oba zdjęcia dzieli różnica czasu dwu godzin. Wystarczyło to, aby było wyraźnie widoczne przesunięcie planetoidy (5-minutowe ekspozycje z użyciem teleskopu 150/900 mm, film Kodak Royal 400).

Jowisza wraz z jego księżycami sfotografował w dniu 25.09.98 Krzysztof Wiórkiewicz z Rumi k. Gdyni. Film Fuji 1600, czas eksp. 5 s, teleskop ∅150 mm, f=1800 mm (tzw. „szukacz komet" *Uniwersała*)

wyróżnienie

WR 124 w morzu ognia



Wbrew pozorom nie są to ostatnie chwile w życiu gwiazdy, choć trzeba przyznać, iż zdjęcie robi duże wrażenie. Częściowo ma na to wpływ fakt, że kolory są fałszywe — dobrane tak, by uwypuklić interesujące struktury. Centralna biała plama to gwiazda Wolfa-Rayeta WR 124, otoczona wspaniale tutaj wyglądającą mgławicą M1-67.

Po raz pierwszy, obserwacje wykonane instrumentem WFPC 2 w marcu 1997 roku, pozwoliły bezpośrednio uwidocznić skomplikowaną strukturę wiatru, wnioskowaną dotychczas z przesłanek spektroskopowych, gorących gwiazd. A do takich z pewnością należy WR 124, z temperaturą 50 tysięcy kelwinów. Jak wszystkie gwiazdy Wolfa-Rayeta, tak i ona gwałtownie traci masę, przy czym nie odbywa się to „gładko", ale — co widać doskonale na zdjęciu — wszystko dosłownie się kłębi. Każde z jasnych zgęszczeń gazu unosi jakieś 30 mas Ziemi z prędkością ponad 160 tysięcy km/h. Nie będą one jednak stanowiły żadnego zagrożenia dla sąsiadujących gwiazd, gdyż stopniowo stygnąc, „rozpłyną" się w mgławicy, zresztą bardzo młodej — jej wiek nie przekracza 10 tysięcy lat.

Kosmiczny spektakl rozgrywa się w gwiazdozbiorze Strzały, w odległości 15 tysięcy lat świetlnych od nas.

(mag)

Urania

Postępy Astronomii

Numer Specjalny !
tom LXX
Rok 1999

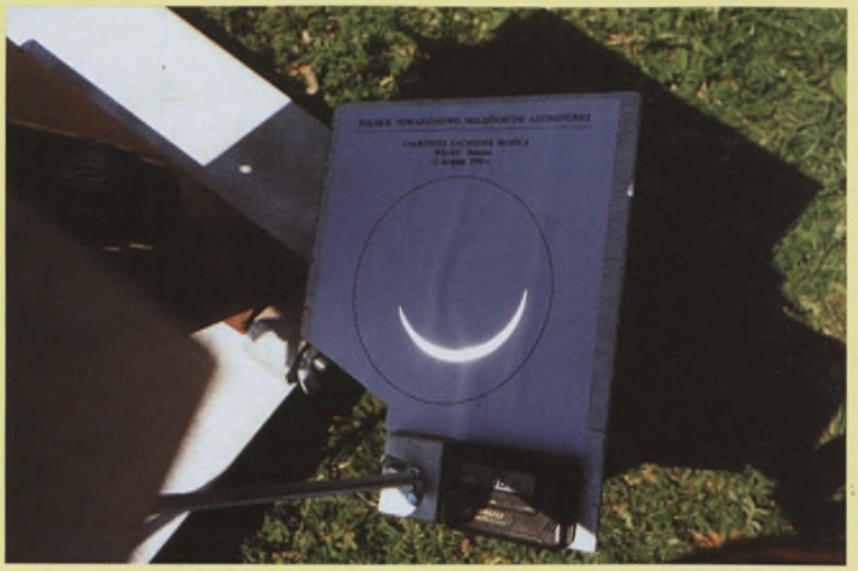
- Informacje o zjawisku zaćmienia
- Sposoby obserwacji
- Relacje naocznych świadków
- Dużo zdjęć!

Dane nam było Słońca zaćmienie

Jeden z najbezpieczniejszych i najwygodniejszych sposobów obserwacji zaćmienia w fazie częściowej — projekcja okularowa na ekranie (fot. J. Magda)

Jako ekran mogła służyć dowolna biała płaszczyzna (fot. T. Mazur)

W ostateczności wystarczała koszula, a teleskop nie był konieczny (fot. T. Mazur)



Na takich ekranach bacznie obserwowali kolejne fazy częściowego zaćmienia członkowie Sekcji Obserwacji Pozycji i Zakryć PTMA (fot. R. Fangor)

Na częściowo zaćmione Słońce patrzyliśmy przez rozmaite filtry, dyskietki, spawalnicze maski... (fot. J. Drążkowski)

...lub specjalne „zaćmieniowe" okulary (fot. K. Rochowicz)

Szanowni i Drodzy Czytelnicy,

Odkąd zacząłem wertować kartki podręcznika K. Rudnickiego „Astronomia" dla kl. IV LO (a było to znacznie wcześniej, niż mógł mi się on rzeczywiście przydać w szkole), podziwiając mizernej jakości czarno-białe zdjęcie całkowitego zaćmienia Słońca z Suwalszczyzny z 30 czerwca 1954 r., miałem cichy żal do losu, że nie urodziłem się we wcześniejszym pokoleniu. Dopiero gdy natknąłem się na mapkę przedstawiającą przebieg pasów całkowitych zaćmień Słońca do końca XX wieku, pojawiła się nadzieja. Oto 11 sierpnia 1999 r. cień Księżyca przewędruje nad Europą — i to nie tylko nad niedostępnymi krajami po drugiej stronie żelaznej kurtyny, ale również nad bratnimi Węgrami, Rumunią i Bułgarią!

Pod koniec 1980 r. poznany korespondencyjnie Sierioża z Moskwy przysłał mi niewielką książeczkę pod redakcją A.A. Michajłowa „Sołniecznoje zatmienije 31 ijulia 1981 goda i jego nabljudienije" (oj, zazdrościłem koledze zza wschodniej granicy, że może pojechać na wakacje do Kazachstanu czy na Syberię!). Opublikowane w niej dane wykorzystałem do obliczenia efemerydy zjawiska częściowego w rodzinnym wówczas Olsztynie. Wprawdzie ostatni poranek lipca 1981 r. był pochmurny, jednak pożółkłe kartki z szeregiem wzorów i liczb do dziś oglądam z sentymentem.

Minęło 18 lat i 11 dni — kolejne zaćmienie tego samego cyklu oglądało inne już pokolenie i inna Europa. Dla wielu z nas, którzy nie bacząc na trudy podróży zdecydowali się przejechać te kilkaset kilometrów, spełniło się jedno z marzeń. Dla młodych pasjonatów oglądających zjawisko z własnego podwórka w kraju stanie się ono zapewne inspiracją do zorganizowania w przyszłości własnej wyprawy. Przecież już za niespełna 18 lat „powtórkę" sierpniowego zaćmienia obejrzą mieszkańcy USA i ci, którzy zdecydują się spędzić tam wakacje...

Z wielką radością oddajemy w Wasze ręce ten specjalny numer naszego pisma. To Wasz, drodzy Czytelnicy, numer. To Waszej pasji i potrzebie przeżycia niezwykłej przygody zawdzięczamy materiały, które złożyły się na tę niezwykłą pamiątkę uczestnictwa w najważniejszym astronomicznym spektaklu końca XX wieku. Nie będziemy Was tym razem zasypywać lawiną sensacyjnych odkryć, zdradzać tajników nowych technik obserwacji czy też przybliżać finezję i kunszt wyrafinowanych teorii. Przeglądając kolejne strony, znajdziecie za to więcej niż zwykle wrażeń i emocji. W końcu inspirowało nas jedno z najniezwyklejszych na ziemi i na niebie wydarzeń. Długo jeszcze będziemy, wraz z grupą studentów fizyki WSP z Krakowa, opowiadać rodzinie i znajomym: „Widzieliśmy je, było cudowne".

Krzysztof Rochowicz

BIBLIOTEKA UNIWERSYTECKA Toruń

Od redakcji

Pięknie dziękujemy naszym Czytelnikom, którzy zechcieli się z nami podzielić zdjęciami i opowieściami z sierpniowego zaćmienia. Swoje materiały przesłali nam: Franciszek Chodorowski (Kolonia Księżyno), Roman Fangor i Janusz Wiland (Warszawa), Marcin Filipek (Jerzmanowice), Andrzej Gibiec (Skoczów), Marek Gierliński (Kraków), Katarzyna Gniazdowska (Wyszków), Romuald Graul (Borówno), Radosław i Mirosław Grochowscy (Świdnica), Ewa Janaszak (Olsztyn), Bartosz Janiszewski (Włodawa), Tadeusz Jarzębowski (Wrocław), Marek Kapczyński (Piła), Piotr Kezwoń (Jasienica), Adam Kisielewicz (Lublin), Wiesław i Paweł Kołaczowie (Myszków), Rafał Kosturek (Rzeszów), Sebastian Ligęza (Będzin), Janusz Magda (Trzęsówka), Ariel Majcher (Dębno), Jarosław Małec (Dąbrowa Górnicza – Ząbkowice), Adam Michalec (Kraków), Maciej Michalunio (Frombork), Waldemar Ogłoza (Kraków), Lech Palczewski (Szczecinek), Dominik Pasternak (Kraków), Wojciech Piskorz (Gliwice), Janusz Płeszka (Kraków), Janusz Poths (Gliwice), Maciej Sikorski (Warszawa), Ryszard Siwiec (Szczecin), Andrzej Skoczewski (Żręcin), Wiesław Skórzyński (Toruń), Sebastian Soberski (Grudziądz), Paweł Sobotko (Olsztyn), Jerzy Stuzeja (Mikołów-Paniowy), Małgorzata Śróbka-Kubiak (Grudziądz), Mariusz Świętnicki (Żręcin), Krzysztof Wiszniowski (Tarnobrzeg), Adam Wróbel (Rakszawa), Jerzy Zagrodnik (Krosno), Bartłomiej Zakrzewski (Kraków) i Marcin Zieliński (Nowogard).

Tym, którym nie dane było wyjechać z kraju i podziwiać pełne zjawisko zaćmienia Słońca, pozostało oglądanie zaćmienia częściowego. Ale i tym, w wielu miejscach kraju, skutecznie przeszkodziła pogoda. Zdjęcie prezentowane wyżej wykonał w Olsztynie Grzegorz Januszewicz jeszcze na kilkanaście minut przed fazą maksimum. Później były już tylko chmury. Zrobiło się ciemniej... Zawiało... Spadł deszcz... Podobnie było gdzie indziej. Zazdrośnie słuchano relacji z zagranicy.

W Szczecinku...

11 sierpnia br. był dla szczecineckich miłośników astronomii dniem szczególnym i swoistym wyzwaniem. Częściowe zaćmienie Słońca stworzyło okazję dla przeprowadzenia wartościowych obserwacji . Nad Szczecinkiem zaćmienie rozpoczęło się ok. godz. 11:27 CSE. Momentu pierwszego kontaktu nie udało się dokładnie wyznaczyć ze względu na duże zachmurzenie nieba. Ale już po kilkunastu minutach szybki wiatr przegonił chmury i warunki obserwacji do końca zaćmienia były dobre. Moment maksymalnej fazy zaćmienia, kiedy Księżyc zakrył 84% tarczy Słońca, nastąpił o godz. 12:44, a ostatniego kontaktu o godz. 14:04 CSE. Wykonano sekwencje zdjęć obrazujących kolejne fazy zaćmienia przy pomocy reflektora 80/1200 aparatem Zenit 122.

Dzięki pomocy Urzędu Miasta i lokalnych mediów zorganizowano ciekawą imprezę: „Minifestyn Słońca". Miejscem festynu był park miejski licznie odwiedzany przez mieszkańców i turystów. Większość przybyłych oglądała zaćmienie przez filtry. Bardziej dociekliwi mogli penetrować fazy zakrycia oraz plamy słoneczne na białych ekranach umieszczonych przy okularach lunet. Najmłodsi obserwowali zachowanie się ptactwa wodnego na jeziorze i małych zwierząt. Przeprowadzony został, wzbudzający zainteresowanie astronomią, konkurs wiedzy o Słońcu. Zwycięzcy konkursu nagrodzeni zostali cennymi publikacjami oraz kopertami z okolicznościowym datownikiem i rysunkiem zakrytego przez Księżyc Słońca. /.../ Zaćmienie Słońca, jak każde wspaniałe i niecodzienne wydarzenie, zmusza ludzi do nowego spojrzenia na przyrodę i życie. Chyba w tym tkwi sens organizowania podobnych imprez.

Na marginesie tej notatki należy dodać, że ambitnym zamierzeniem szczecineckich miłośników astronomii jest zbudowanie w mieście małego planetarium. Osoby, które chciałyby pomóc w realizacji tej idei, proszone są o kontakt listowny: SKBPS, 78-400 Szczecinek, ul. Lipowa 5/6 lub tel./094/ 37 419 57.

Lech Palczewski

...i w Krośnie

O godz. 11.00 wyszedłem z domu na podwórko szkolne, zaopatrzony w statyw, aparat Zenit 12xp, teleobiektyw MC MTO – 11CA 100 1000 mm i komplet filtrów. Po kilku próbach widzę, że przy szybkości migawki 1/500 s i 1/250 s aparat diodami daje mi do zrozumienia, że obraz będzie niedoświetlony, to samo przy migawce 1/125 s. Rezygnuję z chybotliwego statywu, szybko myślę, jak wykonać zdjęcie z wolnej ręki przez tak duży i ciężki teleobiektyw. Zbliża się maksimum zaćmienia Słońca, przez filtry aparat nie pozwala wykonać dokładnego zdjęcia. Pozostaje jedno: usuwam filtry, zostawiając tylko jeden ultrafioletowy, który poza zabezpieczeniem obiektywu nie zabezpiecza mojego wzroku, a trzeba pamiętać, że w Krośnie zaćmienie Słońca wynosiło 93%. Widzę wnękę w murze szkoły, nie namyślam się, staję przy murze, opierając się i przyciskając teleobiektyw, jest możliwość wykonywania zdjęć przy szybkości migawki 1/60s i 1/ 30s, wykonuję 30 zdjęć.

Wszystko szczęśliwie się zakończyło, a wystarczyło, żeby w chmurach w czasie wykonywania zdjęć zrobiła się malutka przerwa: teleobiektyw, zbliżenie 20 razy, oko przy wizjerze i ślepota jednego oka pewna na 100%. Prawdopodobnie byłoby długie leczenie i koniec z astronomią, ale to zrozumiałem dopiero na drugi dzień, gdy opadły emocje.

Jerzy Zagrodnik

W oryginalny sposób „słonecznym klejnotem" przyozdobił swoją małżonkę (dokładnie w 15. rocznicę ślubu!) Romuald Graul z Borówna.

Urania
POSTĘPY ASTRONOMII

(PL ISSN 0032-5414/ 0042-07-94)

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstałe poprzez połączenie się **„Uranii"** — dotychczasowego miesięcznika PTMA, ukazującego się od 1922 roku i **„Postępów Astronomii"** — dotychczasowego kwartalnika PTA, wychodzącego od 1953 roku. Patronat: Polskie Towarzystwo Astronomiczne i Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii". Pismo jest częściowo finansowane przez KBN i Komitet Astronomii PAN.

Redaktor Naczelny:
Andrzej Woszczyk, CA UMK Toruń

Zespół Redakcyjny:
Marek Gołębiewski, CA UMK Toruń
Magdalena Kożuchowska, CAMK W-wa
Krzysztof Rochowicz, CA UMK Toruń
Roman Schreiber, CAMK Toruń

Opracowanie graficzne i skład komputerowy:
Jacek Drążkowski

Korekta:
Bożena Wyrzykowska

Adres Redakcji:
Uniwersytet M. Kopernika
ul.Chopina 12/18
87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 52, 611 34 50
fax. (0-56) 62 19 381

Poczta elektroniczna (E-mail adress):
aw@astri.uni.torun.pl

Adres WWW:
http://urania.camk.edu.pl

Druk:
Zakład Poligraficzno-Wydawniczy
POZKAL, Inowrocław

Dystrybucja:
Wiesław Skórzyński, CA UMK,
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 58
E-mail: urania@astri.uni.torun.pl

Prenumerata w roku 2000 kosztuje 36 zł. Można również zamawiać pojedyncze zeszyty w cenie 7,50 zł.

Numer zamknięto w październiku 1999

*** Materiałów nie zamówionych Redakcja nie zwraca, a wykorzystując zastrzega sobie prawo do ich redagowania i skracania * Przedruk materiałów i zdjęć tylko za zgodą Redakcji. * Opinie i poglądy formułowane przez Redakcję i Autorów nie reprezentują oficjalnego stanowiska obu patronujących nam Towarzystw ***

W NUMERZE

6 *Krzysztof Rochowicz* **Zaćmienia Słońca**

9 *Krzysztof Rochowicz* **Letni spektakl na niebie**

Relacje czytelników

12 **Całkowite zaćmienie Słońca, Szántód, Węgry, 11-08-1999**
Roman Fangor, Janusz Wiland

16 *Ewa Janaszak* **Widziałam...**

20 *Tomasz Ściężor* **Wyprawa Krakowskiego Oddziału PTMA**

23 *Adam Michałec* **Olśnienie 1999**

24 *Radosław Grochowski* **Widziałem zaćmienie!**

26 *Małgorzata Śróbka-Kubiak* **Noc w pigułce**

31 *Sebastian Soberski* **I stała się ciemność**

32 *Waldemar Ogłoza, Bartłomiej Zakrzewski* **Nasze zaćmienie**

33 **Galeria zaćmieniowych impresji Klary Stolp**

35 *Janusz Płeszka* **Złapaliśmy bakcyla!**

38 *Janusz Świętnicki* **Wyścig z chmurami**

41 *Andrzej Zakrzewski* **Perseidy i całkowite zaćmienie Słońca**

42 *Tadeusz Jarzębowski* **Wspomnienia o całkowitych zaćmieniach Słońca**

46 *Jerzy M. Kreiner* **Całkowite zaćmienie Słońca z 1887 roku w relacji Bolesława Prusa**

50 *Krzysztof Rochowicz* **W pogoni za cieniem**

53 **Po amerykańsku i... po polsku?**
(recenzja książki P.S. Harringtona „Zaćmienie!")

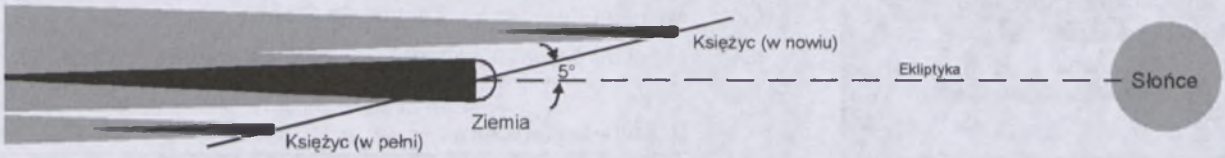
54 **Słońce w pajęczynie, czyli przewodnik internauty**

Zaćmienie A.D. 1954

Jedno z poprzednich zaćmień Słońca w Europie było również widoczne jako całkowite w północno-wschodnich rejonach Polski. Relacje z ówczesnych obserwacji tego zjawiska można znaleźć w archiwalnych zeszytach „Uranii" nr. 9, 11, 12 z 1954 r. oraz 3/1955.

Sejny, 1954 r.

NA OKŁADCE *wykorzystano zdjęcia Franciszka Chodorowskiego, Marka Gierlińskiego, Ryszarda Matuszczaka i Tomasza Ściężora.*



Rys. 1. Nie obserwujemy zaćmień każdego miesiąca, gdyż płaszczyzna orbity Księżyca jest nachylona do płaszczyzny orbity Ziemi.

Zaćmienia Słońca

Rok 1999 przyniósł wielu krajom Europy prawdziwy astronomiczny rarytas: całkowite zaćmienie Słońca w dniu 11 sierpnia. Była to również nie lada gratka dla wszystkich zainteresowanych tym rzadkim zjawiskiem osób mieszkających w Polsce — wystarczyło bowiem oddalić się o ok. 300 km na południe od granic naszego kraju, by znaleźć się w gronie milionów szczęśliwców, którym (nie zawsze przy sprzyjającej aurze...) dane było oglądać ten niesamowity fenomen natury. Staraliśmy się jak najlepiej przygotować wszystkich Czytelników „Uranii" do podziwiania i udokumentowania owego wydarzenia. Cieszymy się, że tak wiele osób wykorzystało sezon urlopowy na przeżycie tego jedynego w swoim rodzaju spektaklu. Jeszcze bardziej ucieszyła nas sterta listów ze zdjęciami i wspomnieniami, którą listonosz dostarczył do redakcji. Mamy nadzieję, że trzymając w ręku ten specjalny numer naszego pisma, czujecie się Państwo usatysfakcjonowani. Jego trzon stanowią bowiem relacje Czytelników, niezwykle żywe, barwne i pasjonujące, zwłaszcza dla tych, którzy uczestniczyli osobiście w kulminacyjnej fazie zjawiska. Chcielibyśmy, by był to nie tylko pamiętnik fantastycznego widowiska, odchodzącego w przeszłość wraz z mijającym tysiącleciem. Niech będzie to również swego rodzaju przewodnik dla zarażonych bakcylem pobytu w cieniu Księżyca oraz miniporadnik dla tych, którzy największe bodaj emocje mają wciąż jeszcze przed sobą. Niech nam wybaczą nasi stali Czytelnicy, że powtórzymy tu część informacji, zamieszczanych już w „Elementarzu Uranii". Czynimy to m.in. z myślą o tych, którzy zechcą się do lektury naszego pisma przyłączyć.

Pokolenie najstarszych Czytelników „Uranii" miało możliwość podziwiania całkowitego zaćmienia Słońca z północno-wschodnich krańców naszego kraju 30 czerwca 1954 roku. Pod tym względem natura nas jednak nie rozpieszcza: od tamtej pory (a przynajmniej od 15 lutego 1961 r., biorąc pod uwagę większą część Europy) nie było lepszej okazji niż ta, która nadarzyła się w środku lata roku 1999. Co więcej, nie będzie lepszej przez kolejne dziesięciolecia. Tylko optymiści mogą się łudzić, że w sędziwym wieku doczekają w Polsce zaćmienia obrączkowego, najbliższe nastąpi bowiem... 13 lipca 2075 roku. A na zaćmienie całkowite, widoczne z południowej części naszego kraju, przyjdzie czekać (już nie nam!) kolejnych 60 lat.

Niewiele korzystniej rysuje się perspektywa dla osób nie planujących wycieczek na inne kontynenty — jedynie wypuszczając się na krańce Europy, będziemy mogli uczestniczyć w podobnych wydarzeniach w najbliższych dekadach. Np. jeśli kogoś zadowoli zaćmienie obrączkowe, to 31 maja 2003 roku można będzie się wybrać do północnej Szkocji lub na Islandię (malkontentom możemy jeszcze polecić Grenlandię) albo też być w Madrycie 3 października 2005 roku. Jedyne w nadchodzącym ćwierćwieczu całkowite zaćmienie, które może więcej niż garstka szczęśliwców z naszego kraju zechce wpisać do swojego kalendarza, widoczne będzie w Turcji (m.in. w Kapadocji) 29 marca 2006 r. Aby podziwiać koronę słoneczną 1 sierpnia 2008 roku, trzeba będzie przenieść się dość blisko bieguna północnego (albo na Syberię), za to już „tylko" na Wyspy Owcze (ewentualnie Spitzbergen) — 20 marca 2015 roku. Dopiero 12 sierpnia 2026 roku będziemy mogli zaplanować urlop w Europie (Islandia, Hiszpania), by jednocześnie znaleźć się w cieniu Księżyca...

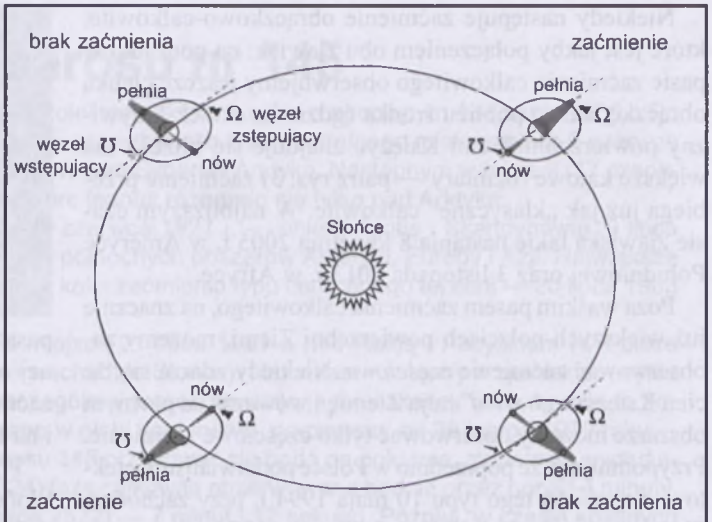
Ale zacznijmy, jak to się mówi, od początku. Żeby doszło do zaćmienia Słońca, Księżyc powinien znaleźć się prawie w tym samym co ono miejscu na niebie. Odpowiada to fazie nowiu: nasz naturalny satelita zwraca w naszym kierunku nieoświetloną część swojej tarczy. Dlaczego więc całkowite zaćmienie Słońca to zjawisko tak rzadko obserwowane? Przecież Księżyc znajduje się w nowiu praktycznie każdego miesiąca, niekiedy nawet dwukrotnie. Winę za taki stan rzeczy ponosi fakt nachylenia płaszczyzny orbity Księżyca do płaszczyzny orbity Ziemi: wprawdzie stosunkowo niewielkie (ok. 5 stopni), ale jednak odpowiadające mniej więcej 10 średnicom księżycowej czy słonecznej tarczy — o tyle więc może „minąć" Słońce Księżyc w nowiu (por. rys. 1).

Na szczęście zdarzają się takie sytuacje, gdy obiegający Ziemię po swojej orbicie Księżyc przecina płaszczyznę orbity naszej planety w tym czasie, gdy za takim punktem przecięcia (zwanym *węzłem*; mówimy o węźle *wstępującym*, gdy ciało w swym ruchu wychodzi „ponad" płaszczyznę odniesienia[1], oraz o węźle *zstępującym*, gdy prze-

cina tę płaszczyznę, wędrując z północy na południe) znajdzie się Słońce (rys. 2). Ponieważ linia węzłów w sposób ciągły zmienia swoją orientację względem ekliptyki (jest to efekt grawitacyjnego oddziaływania, głównie Ziemi i Słońca, na Księżyc), nasza planeta nie potrzebuje nawet pełnego roku, by ten sam węzeł księżycowej orbity znalazł się ponownie w kierunku Dziennej Gwiazdy — następuje to bowiem co 346.6 dni. Tyle liczy sobie *rok zaćmieniowy*.

Dochodzimy więc do wniosku, że każdego roku powinny nastąpić dwa zaćmienia Słońca. W rzeczywistości mówimy raczej o dwóch „porach" zaćmień, gdyż Księżyc w nowiu nie musi być dokładnie w węźle swojej orbity — nie powinien być jednak od ekliptyki dalej niż o ok. 1 stopień, by doszło choć do częściowego zaćmienia. Jeśli uwzględnimy te ostatnie, każdego roku następują nie tylko dwa, ale trzy, cztery, a czasem nawet pięć zaćmień Słońca (ostatnio zdarzyło się to w roku 1935, następnym tak obfitującym w słoneczne zaćmienia rokiem będzie 2206).

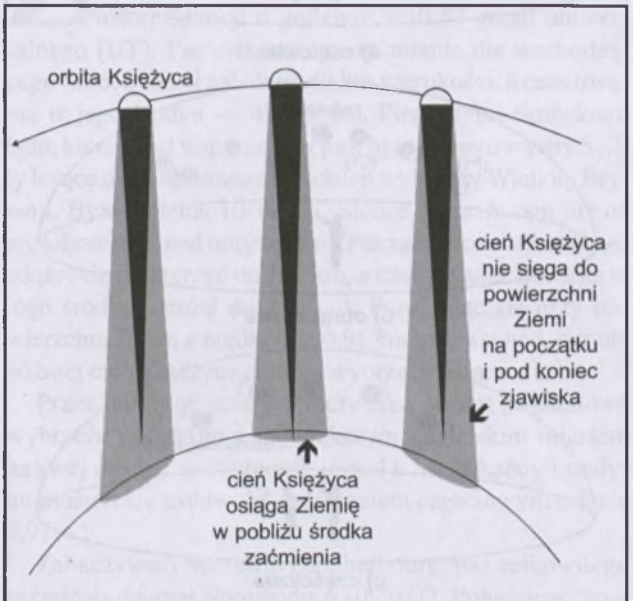
Zaćmienia Słońca nie są więc wcale rzadsze niż np. zaćmienia Księżyca, jednak znajdując się w konkretnym miejscu na Ziemi, częściej obserwujemy księżycowe — są one bowiem widoczne na całej półkuli, nad którą w tym czasie świeci nasz satelita. Natomiast całkowite zaćmienie Słońca w danym miejscu na Ziemi zachodzi średnio raz na 360 lat — wynika to z faktu, że cień rzucany przez Księżyc przy powierzchni Ziemi może mieć co najwyżej 270 km średnicy; wprawdzie w trakcie zjawiska przemierza on nieraz tysiące kilometrów (z prędkością ok. pół kilometra na sekundę i na ogół z zachodu na wschód), jednak powierzchnia takiego pasa zaćmienia całkowitego z reguły nie przekracza jednego procenta powierzchni Ziemi.



Rys. 2. Zaćmienia mogą się pojawiać tylko wtedy, gdy Słońce i Ziemia leżą blisko linii węzłów orbity Księżyca — sytuacja taka ma miejsce dwukrotnie w ciągu tzw. roku zaćmieniowego.

Nachyleniu płaszczyzny orbity Księżyca do płaszczyzny ziemskiej orbity zawdzięczamy fakt, że całkowite zaćmienia Słońca mogą następować w zasadzie we wszystkich miejscach na Ziemi i gdyby go nie było, zjawisko takie miałoby miejsce przy każdym nowiu, ale tylko w pasie zwrotnikowym. Warto też pamiętać, że szczególną widowiskowość całkowitych zaćmień Słońca zawdzięczamy temu szczęśliwemu zbiegowi okoliczności, że kątowe rozmiary Księżyca i Słońca na niebie są zbliżone — w Układzie Słonecznym nie znajdziemy planety ani księżyca, z którego moglibyśmy podziwiać równie efektowne zjawisko. Mamy też szczęście żyć w epoce, w której Księżyc jest w „odpowiedniej" od Ziemi odległości — jak wiadomo, wielkość ta z upływem czasu systematycznie wzrasta (obecnie w tempie ok. 3 cm na rok) i dlatego nasi dalecy potomkowie za jakieś 1;5 miliona lat stracą bezpowrotnie okazję bezpośredniego podziwiania korony słonecznej...

Ponieważ już dziś kątowe rozmiary zarówno Księżyca, jak i Słońca zmieniają się w pewnych granicach (wynika to z eliptyczności orbit Księżyca i Ziemi, a więc zmiany odległości do danego ciała), zaćmienie *całkowite* może mieć różny przebieg. Jeśli np. następuje w połowie roku, gdy Ziemia jest najdalej od Słońca (najmniejsza średnica kątowa), a Księżyc znajdzie się w tym czasie stosunkowo blisko Ziemi (osiągając maksymalne rozmiary kątowe), możemy się spodziewać, że zakryje on Słońce na nieco dłużej — nawet do 7 minut 31 sekund (najdłuższe w bieżącym stuleciu całkowite zaćmienie 20 czerwca 1955 trwało 7 minut i 8 sekund, o 6 sekund dłuższe nastąpi dopiero 25 czerwca 2150). Z reguły czas trwania fazy całkowitej jest krótszy, a niekiedy Księżyc ma rozmiary kątowe nie wystarczające do zakrycia całej tarczy Słońca — wówczas nawet w czasie całkowitego zaćmienia jego ciemny dysk otacza jasna obwódka (stąd też mówimy o zaćmieniu *obrączkowym*) i nie obserwujemy efektownej korony słonecznej. Mniejszą widowiskowość takiego zjawiska może czasami wynagrodzić dłuższy czas jego trwania, np. obrączkowe zaćmienie 14 grudnia 1955 r. mogło być obserwowane przez ponad 12 minut.



Rys. 3. Rzadko obserwowany typ zaćmienia Słońca: obrączkowo-całkowite. Cień Księżyca osiąga powierzchnię Ziemi w pobliżu środka centralnego pasa zaćmienia, ale — z uwagi na krzywiznę Ziemi — nie następuje to w pobliżu początku i końca zjawiska.

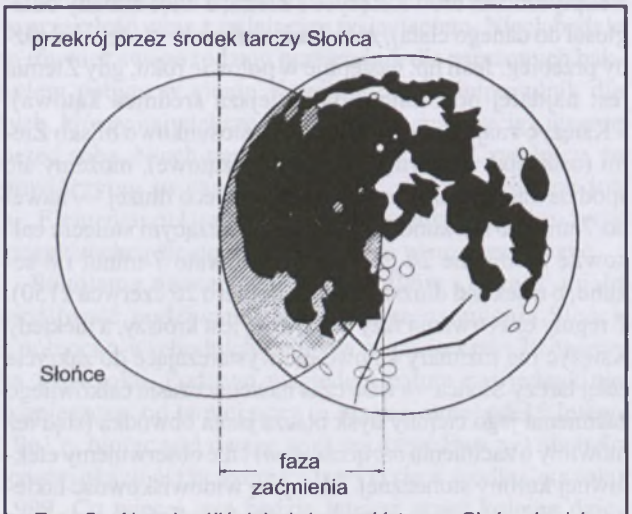
[1] dla mieszkańców północnej półkuli

Niekiedy następuje zaćmienie obrączkowo-całkowite, które jest jakby połączeniem obu zjawisk: na początku w pasie zaćmienia całkowitego obserwujemy jeszcze cienką obrączkę, zaś w pobliżu środka (gdzie na skutek krzywizny powierzchni Ziemi Księżyc znajduje się bliżej i ma większe kątowe rozmiary — patrz rys. 3) zaćmienie przebiega już jak „klasyczne" całkowite. W najbliższym czasie zjawiska takie nastąpią 8 kwietnia 2005 r. w Ameryce Południowej oraz 3 listopada 2013 r. w Afryce.

Poza wąskim pasem zaćmienia całkowitego, na znacznie już większych połaciach powierzchni Ziemi, możemy zaobserwować zaćmienie *częściowe*. Niekiedy zdarza się, że cień Księżyca „o włos" mija Ziemię i wówczas na pewnym obszarze możemy obserwować tylko częściowe zaćmienie. Przypomnijmy, że poprzednio w Polsce podziwialiśmy efektowne zjawiska tego typu 10 maja 1994 r. przy zachodzie Słońca oraz po południu 12 października 1996.

Opisując przebieg zaćmienia Słońca w danym miejscu, podajemy z reguły momenty, w których się ono rozpoczyna (*pierwszy kontakt*) i kończy (*ostatni kontakt*). Jeśli jest to zaćmienie całkowite, w międzyczasie następuje *drugi* i *trzeci* kontakt — czyli jego początek i koniec (por. rys. 4). Dodatkową wielkością, która charakteryzuje te i pośrednie etapy zaćmienia, jest jego *faza*, czyli ułamek określający, jaka część średnicy tarczy Słońca jest przesłonięta przez księżycowy dysk (rys. 5). Warto pamiętać, że część przesłoniętej w danym momencie powierzchni jest przy częściowym zaćmieniu odpowiednio mniejsza — obrazuje to umieszczona obok tabelka.

Na koniec jeszcze kilka słów o powtarzalności zaćmień. Już babilońscy astronomowie zauważyli, że zaćmienia Słońca i Księżyca powtarzają się co 6585 dni (18 lat i 11 dni) — okres ten nazwano *sarosem* (znaczy to „powtórzenie"). Dwa zaćmienia zachodzące w tym odstępie mają podobne charakterystyki: typ, czas trwania, długość i kształt pasa zaćmienia itd. Na przykład ok. 7-minutowe zaćmienia z 30 czerwca 1973, 11 lipca 1991 oraz 22 lipca 2009 roku należą do tej samej serii. Ponieważ saros liczy sobie dokładniej 6585.32 dnia, końcowy ułamek, odpowiadający ok. 8 godzinom jest „odpowiedzialny" za przesunięcie

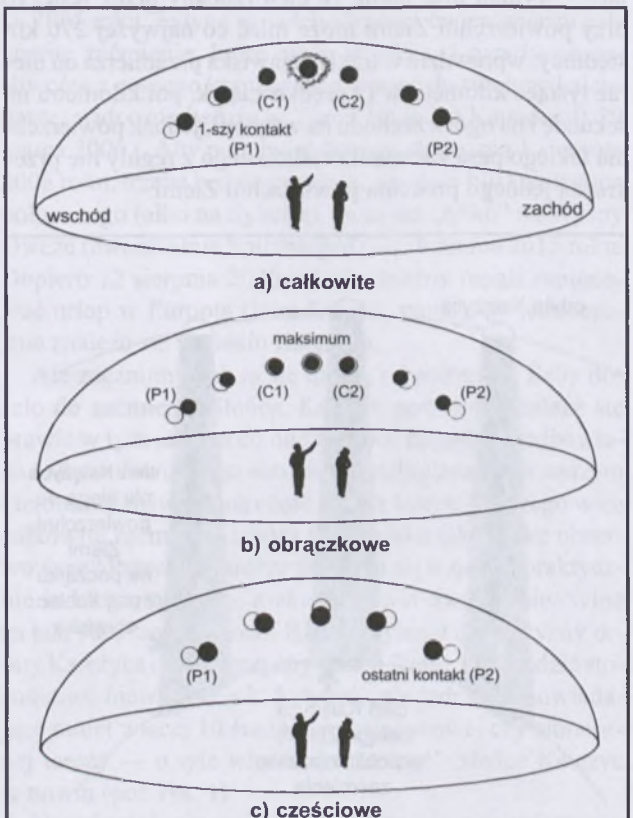


Rys. 5. Aby określić, jak duża część tarczy Słońca będzie zakryta podczas zaćmienia, podajemy jego fazę. Jest to ułamek, mówiący jaką część średnicy (nie powierzchni) słonecznego dysku zakryje tarcza Księżyca (w tym przypadku 0.5).

Faza	Część zakrytej powierzchni
0,10	0,04
0,20	0,11
0,30	0,19
0,40	0,29
0,50	0,40
0,70	0,63
0,90	0,89
1,00	1,00

pasa całkowitości o ok. 120 stopni w długości geograficznej na zachód. Stąd też pierwsze z trzech wymienionych zaćmień obserwowano w Afryce, następne — w Meksyku i na Pacyfiku, kolejne zaś nastąpi w Azji.

Ponieważ, jak wcześniej powiedzieliśmy, zaćmienia Słońca zachodzą znacznie częściej niż raz na 18 lat i 11 dni, należą one do różnych cykli (sarosów): w danym okresie mogą następować zaćmienia 42 różnych cykli. Aby je odróżnić, astronomowie posługują się systemem zaproponowanym przez holenderskiego uczonego George'a van den Bergha w roku 1955. W szczególności zaćmienia zachodzące w pobliżu węzła wstępującego księżycowej orbity oznacza się liczbami parzystymi, zaś w okolicy węzła zstępującego — nieparzystymi. Każdy cykl w pewnym momencie się kończy, a na jego miejsce pojawia się następny. I tak 1 lipca 2011 roku częściowym zaćmieniem Słońca rozpocznie się saros nr 156. Natomiast sierpniowe zaćmienie należało do sarosu nr 145.



Rys. 4. Momenty rozpoczynające kolejne etapy zaćmienia Słońca nazywamy „kontaktami". Górna część rysunku przedstawia przebieg całkowitego zaćmienia, środkowa — zaćmienia obrączkowego. W dolnej części widzimy zaćmienie częściowe, w którym następują tylko dwa kontakty: pierwszy (P1) i ostatni (P2).

Historia sarosu nr 145

Zaćmienie Słońca w dniu 11 sierpnia 1999 r. było 21 z kolei zjawiskiem w cyklu rozpoczętym 4 stycznia 1639 r. Po 14 zaćmieniach częściowych o coraz większej fazie pierwsze zjawisko typu centralnego miało miejsce 6 czerwca 1891 roku — było to 6-sekundowe zaćmienie obrączkowe nad Syberią i Arktyką. Następnym w tej serii (17 czerwca 1909) było już zaćmienie obrączkowo-całkowite, które jednak rozegrało się tylko nad Arktyką.

Dopiero pierwsze całkowite zaćmienie sarosu 145–29 czerwca 1927 r. — objęło Anglię i Skandynawię. 9 lipca 1945 r. kolejne tego typu zjawisko oglądali mieszkańcy północnych obszarów Ameryki, Europy i Azji. Największe bodaj zainteresowanie mediów towarzyszyło piątemu z kolei zaćmieniu typu centralnego tej serii — 20 lipca 1963 r. nad Kanadą.

Poprzednie zaćmienie całkowite sarosu 145 miało miejsce 31 lipca 1981 r. nad Rosją i Pacyfikiem (w Polsce widoczny był koniec częściowego zaćmienia tuż po wschodzie Słońca). Natomiast następnym zjawiskiem cyklu będzie zaćmienie w dniu 21 sierpnia 2017 roku; szczególnie gorąco powitają je mieszkańcy USA, będzie to bowiem dla nich pierwsze całkowite zaćmienie widoczne w głębi kontynentu, począwszy od 26 lutego 1979 roku.

W ciągu czterech następnych stuleci zaćmienia sarosu 145 przesuwać się będą na południe, stopniowo wydłużając swój czas trwania. W połowie serii (25 lutego 2324) faza całkowita obserwowana będzie przez ponad 4 minuty, zaś w najdłuższym zaćmieniu tego cyklu (25 czerwca 2522) — 7 minut i 12 sekund. Później, w czasie kolejnych sześciu zaćmień czas trwania fazy całkowitej gwałtownie zmaleje, choć i tak przekroczy 3 minuty w ostatnim (z 43) zjawisku typu centralnego 9 września 2648 r.

Saros 145 zwieńczy seria 20 częściowych zaćmień o coraz mniejszej fazie. Cykl zakończy się definitywnie w okolicach południowego bieguna Ziemi 17 kwietnia 3009 roku.

Przez prawie 40 lat większą część Europy omijał pas całkowitego zaćmienia Słońca. We środę 11 sierpnia 1999 r. miliony ludzi były świadkami ostatniego tego typu zjawiska w drugim tysiącleciu n.e.

Letni spektakl na niebie

Zaćmienie całkowite rozpoczęło się na Północnym Atlantyku, około 300 km na południe od wybrzeży Nowej Szkocji o godzinie 9:30:57 czasu uniwersalnego (UT). Pas całkowitego zaćmienia dla wschodzącego Słońca liczył zaledwie 49 km szerokości, a czas trwania w jego środku — 47 sekund. Pierwszymi skrawkami lądu, które objął wspomniany pas, były dopiero wyspy Scilly leżące u południowo-zachodnich wybrzeży Wielkiej Brytanii. Była godzina 10:10 UT, Słońce świeciło tam już na wysokości 45° nad horyzontem. Pas zaćmienia całkowitego zdążył się rozszerzyć do 103 km, a czas trwania zjawiska w jego środku wzrósł do 2 minut. Poruszając się przy powierzchni Ziemi z prędkością 0,91 km/s na wschód, minutę później cień Księżyca ogarnął wybrzeża Kornwalii.

Przez następne cztery minuty cień omiótł południowe wybrzeże półwyspu z największym angielskim miastem na swej drodze — Plymouth (rys. 1). Mieszkańcy Londynu musieli się zadowolić zaćmieniem częściowym o fazie 0,97.

Zahaczywszy wcześniej o Cherbourg, pas całkowitego zaćmienia ogarnął Normandię o 10:20 UT. Południowy jego kraniec zaledwie o 30 km minął Paryż (z centrum miasta widać było zaćmienie o fazie 0.99). Kilka minut później w zasięgu cienia znalazł się południowy kraniec Belgii i Luksemburg oraz największe z francuskich „miast — szczęśliwców": Strasbourg.

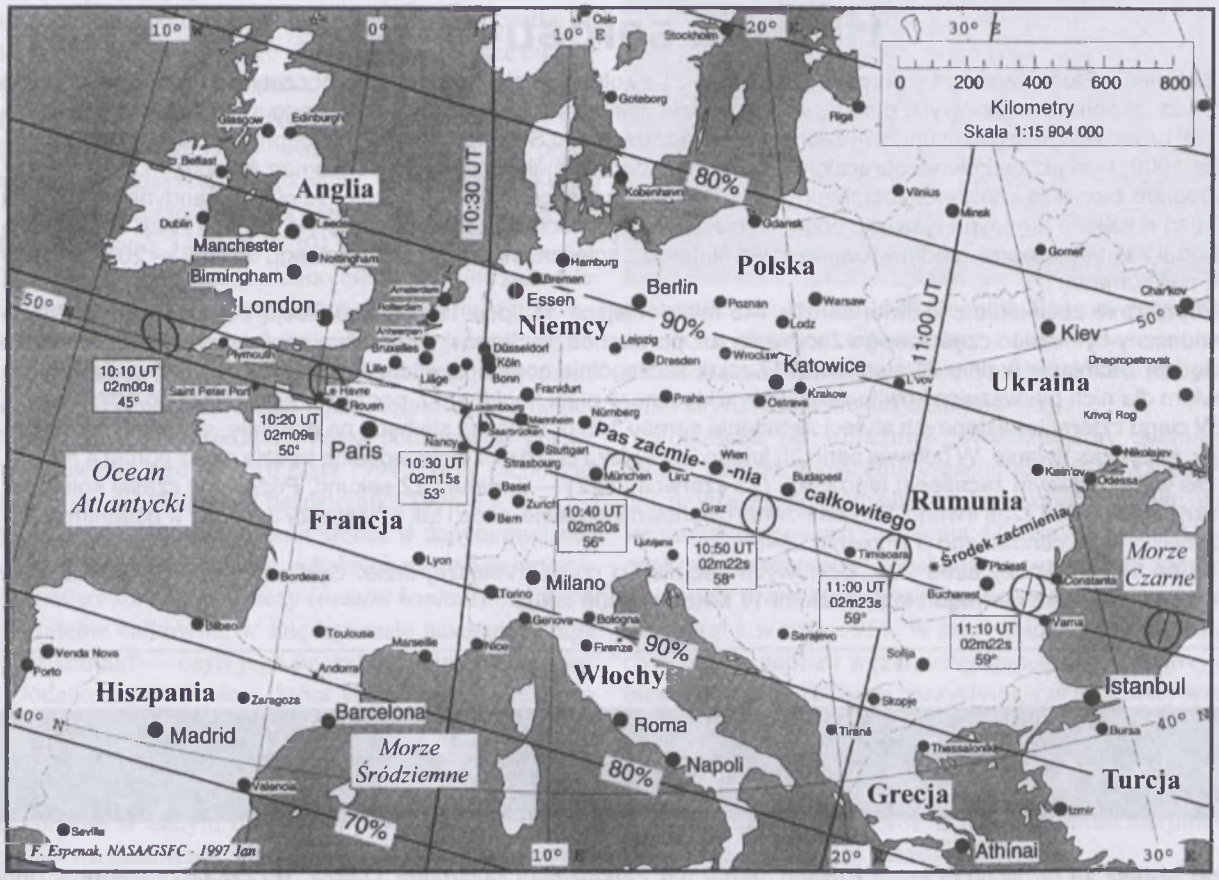
Przez ok. 10 minut, do 10:41 UT, zjawisko rozegrało się nad południową częścią Niemiec. Słońce znajdowało się w tym czasie na wysokości 55°, a pas całkowitego zaćmienia o szerokości 109 km poruszał się przy powierzchni Ziemi z prędkością 0,74 km/s. We Frankfurcie nastąpiło co prawda tylko częściowe zaćmienie (o fazie 0,98), za to przeszło 2-minutowych ciemności doświadczyli mieszkańcy m.in. Karlsruhe, Stuttgartu i 2-milionowego Monachium.

„Swoje" kilka minut (do 10:47 UT) mieli z kolei Austriacy; w domach mogli pozostać m.in. mieszkańcy Salzburga oraz miejscowości Linz i Graz.

Kolejnymi szczęśliwcami byli Węgrzy (pomijając dosłownie skrawek Słowenii). O 10:50 UT w cieniu Księżyca pogrążyło się całe jezioro Balaton, a w środku pasa całkowitego zaćmienia można było podziwiać koronę słoneczną przez 2 minuty i 22 sekundy. Mieszkańcy Wiednia i Budapesztu, położonych ok. 40 km na północ od granicy pasa, obejrzeli zaćmienie częściowe o fazie 0.99.

O godzinie 10:55 UT zjawisko przeniosło się do Rumunii (zahaczywszy przy okazji o Jugosławię). Tam właśnie o godzinie 11:03:04 UT nastąpił środek zaćmienia[1]. Oś stoż-

[1] za środek zaćmienia przyjmujemy moment, w którym odległość osi cienia Księżyca od środka Ziemi jest minimalna; położenie środka zaćmienia różni się nieco od położenia maksymalnej fazy i maksymalnego czasu trwania zjawiska, jednak rozbieżność ta jest minimalna i nie ma praktycznego znaczenia



Rys. 1. Przebieg pasa całkowitego zaćmienia Słońca 11.08.1999 nad Europą (wg. F. Espenak, NASA/GSFC)

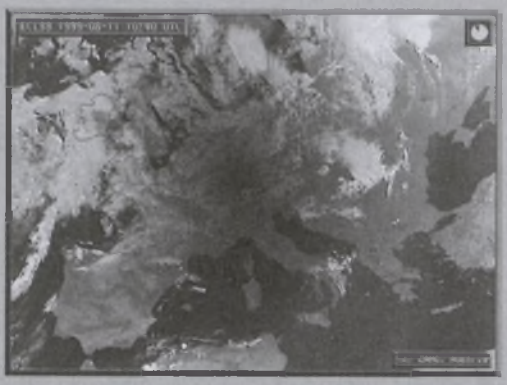
ka cienia (o szerokości 112 km) przemieszczała się wówczas (z prędkością 0,68 km/s) wśród wzgórz południowo-centralnej części kraju, w pobliżu miejscowości Rimnicu — Vilcea. Słońce, położone 59° nad horyzontem, zostało przesłonięte na 2 minuty 23 sekundy. Tylko o sekundę krócej, zaś 4 minuty później, oglądali zjawisko mieszkańcy Bukaresztu. Zaćmienie na kontynencie europejskim pożegnali o godzinie 11:12 UT plażowicze nad Morzem Czarnym między Konstancą (Rumunia) a Warną (Bułgaria).

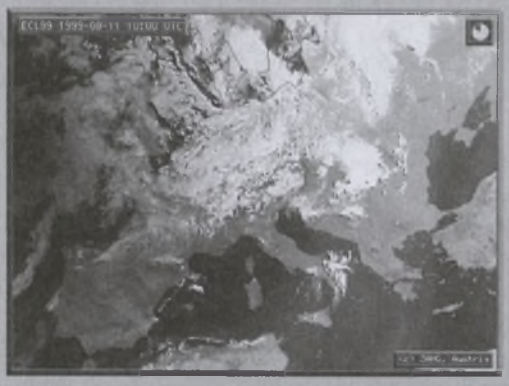
Opisany fragment wędrówki cienia Księżyca po powierzchni Ziemi to jedynie wycinek pasa całkowitego zaćmienia; zjawisko widoczne było również w Azji (Turcja, Irak, Iran, Pakistan i Indie — cień Księżyca opuścił Ziemię nad Zatoką Bengalską, by powrócić dopiero w następnym tysiącleciu: 21 czerwca 2001 r.).

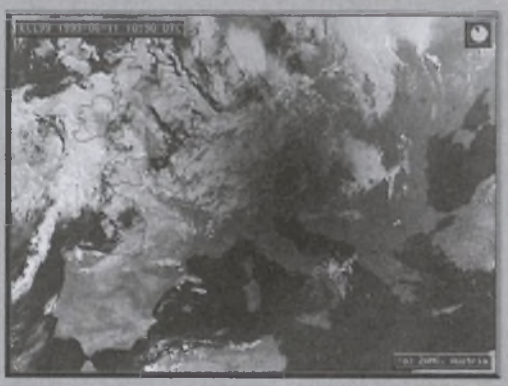
Oczywiście nie wszyscy mogli się cieszyć zjawiskiem w równym stopniu. Zgodnie z przewidywaniami, najgorzej było w Europie Zachodniej. Niż znad Atlantyku dość skutecznie uniemożliwiał podziwianie korony słonecznej z Anglii, Francji i Niemiec, choć i tam trafiły się niewielkie przejaśnienia. Przez nieco cieńsze chmury oglądali zaćmienie obserwatorzy w Austrii. Cieszymy się, że nieśmiało sugerowany przez nas Balaton większości z Państwa nie zawiódł. Po nocnej i porannej burzy przezroczystość powietrza była doskonała i tylko obserwatorzy na północno-zachodnim brzegu mieli trochę więcej obłoków. Na pograniczu Węgier i Rumunii burza rozegrała się w czasie zaćmienia, a bliżej Morza Czarnego było znów lepiej. Najmniej nerwów towarzyszyło oczekującym na zjawisko obserwatorom w Turcji i Iranie.

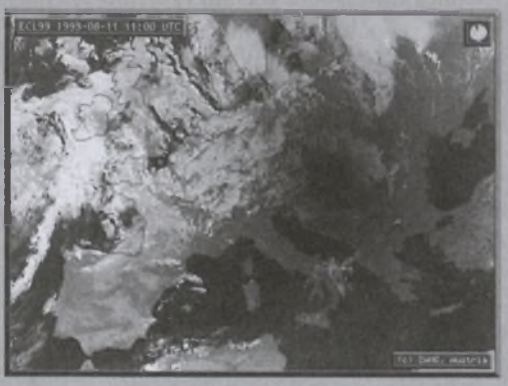
Jak wyglądało całkowite zaćmienie? Cóż, wszelkie próby jego opisania przypominają przysłowiowe opowiadanie niewidomemu o kolorach. Cieszę się, że próbując przygotować Państwa (i siebie) do podziwiania tego zjawiska w „Uranii–PA" nr 3/99, byłem „przed", znając tylko relacje innych świadków, zdjęcia i filmy. Dzięki temu odważnie zmierzyłem się z tym tematem. Dziś jednego jestem pewien – żadne zdjęcia i filmy nie oddają tego, co przekazują nam, chyba niesłusznie niedoceniane, nasze własne oczy. Każdy z nas posiada fenomenalny odbiornik o ogromnej dynamice możliwych do zarejestrowania wrażeń, potrzebne jest tylko tak wspaniałe widowisko, by wydobyć pełnię jego możliwości. To rzeczywiście był oszałamiający spektakl natury. Na kolejnych stronach przeczytacie Państwo, jak przeżyli go nasi Czytelnicy.

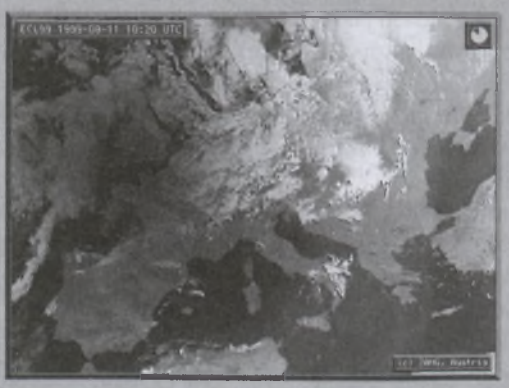
Wędrówka cienia Księżyca po kontynencie europejskim w dniu 11 sierpnia 1999 roku widziana z satelity

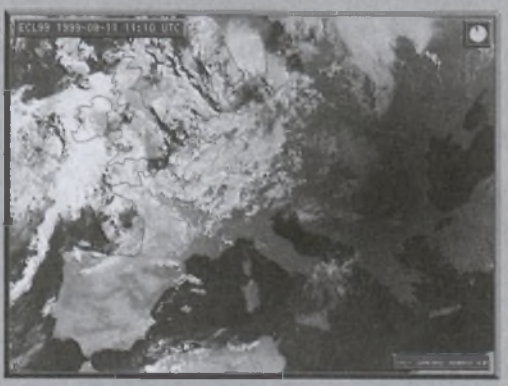


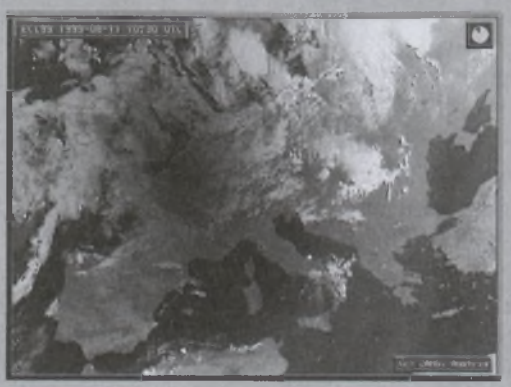


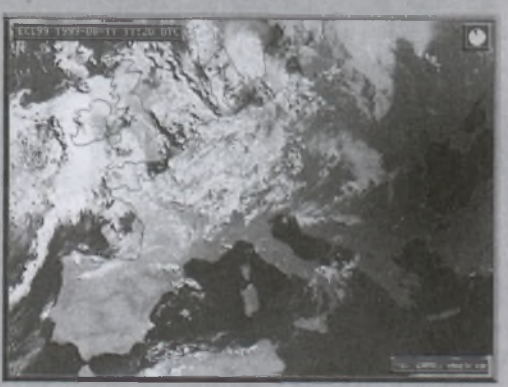












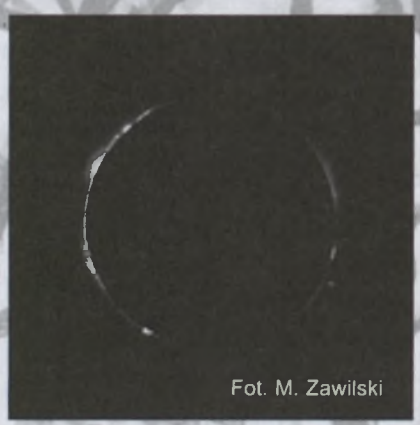
Całkowite zaćmienie Słońca Szántód, Węgry, 11-08-1999

Pomysł zorganizowania wyprawy na całkowite zaćmienie Słońca na Węgry powstał w Sekcji Obserwacji Pozycji i Zakryć (SOPiZ) już w 1997 r., a podczas XIX Seminarium SOPiZ w 1998 przedstawiono konkretny plan całej wyprawy.

Podczas jubileuszowego, XX Seminarium SOPiZ, które odbyło się w dniach 22–24 maja 1999 r. w CAMK-u w Warszawie, jedną sesję (5 referatów) poświęcono „Wielkim Europejskim Zaćmieniom Słońca" — w tym całkowitemu zaćmieniu Słońca 11 sierpnia 1999 r. Wstęp był wolny. 24 lipca w Muzeum Techniki zorganizowano podobne spotkanie z udziałem ponad 60 osób. Prelekcje wygłosili dr Marek Zawilski i Roman Fangor. Warszawskie media nie były zainteresowane tymi spotkaniami. Gdy na 2–3 dni przed zaćmieniem w prasie znalazły się informacje o zjawisku, okazało się, że uzyskanie wiarygodnych informacji nie jest łatwe, bo większość astronomów (i obserwatorów PTMA) wyjechała już za granicę...

Relacja Romana Fangora:

Przygotowania do udziału w wyprawie na Węgry zacząłem na początku roku. W przeciwieństwie do poprzednich zaćmień Słońca, które w Polsce były zwykle nisko nad horyzontem, a wykonywanie zdjęć refraktorem 80/1200 wymagało użycia tylko dwóch filtrów o gęstości ok. 40× każdy, obecnie sytuacja była inna. Aby wykonać zdjęcia zarówno fazy częściowej, jak i całkowitej, zaplanowałem zakup teleobiektywu „MTO 11CA" o ogniskowej f = 1000 mm i światłosile F/10. Faza całkowita miała być oczywiście fotografowana bez żadnego filtru, natomiast faza częściowa z telekonwerterem 2× i specjalnym filtrem słonecznym. Problemy zaczęły się przy próbie sprowadzenia takiego filtru przez znajomych — do maja nic z tego nie wyszło. Wówczas spróbowałem zamówić filtr poprzez Internet. Ze strony firmy „Orion" dowiedziałem się, że nie można u nich tego zamówić, bo w Europie trzeba przez dealerów europejskich. Wybrałem firmę znajdującą się blisko Polski — niestety, łatwiej było trafić na jakieś dowcipy polityczne niż zapoznać się z ofertą dotyczącą tych filtrów... Spróbowałem w firmie „Thousand Oaks Optical". Po trwającej pewien czas wymianie e-maili przyjęli w lipcu zamówienie, ale zaznaczyli, że ze względu na czas i duże zamówienia nie dają gwarancji, że filtr otrzymam przed 11 sierpnia. Na „wszelki wypadek" próbowałem znaleźć inne filtry. Próby kupienia w sklepach fotograficznych i giełdach jakiegokolwiek filtru, który by się nadał, spełzły na niczym. W najlepszym razie można było dostać filtry o gęstości 8x, tymczasem potrzeba było filtru o gęstości co najmniej 10000×... (nawet w prasie były informacje o braku na rynku jakichkolwiek akcesoriów potrzebnych do obserwacji zaćmienia Słońca). W lipcu udało mi się kupić inny teleobiektyw — „Rubinar", który został przystosowany przez Janusza Wilanda do jego montażu używanego wcześniej do fotografowania komet. Na tym montażu oprócz w/w „Rubinara" znalazła się kamera wideo oraz drugi (mniejszy) teleobiektyw. Plan zakładał jednoczesne fotografowanie dwoma aparatami fotograficznymi i rejestrowanie na taśmie wideo. Czas płynął, filtru nie dostałem i zastosowane w końcu filtry do teleobiektywu i kamery były tylko improwizacją. Na kilka dni przed planowanym na 8 sierpnia wyjazdem nastąpiło pogorszenie zdrowia, równocześnie otrzymałem zamówiony filtr (!) — ale zabrakło już czasu, aby wykonać więcej próbnych zdjęć. Decyzję o wyjeździe podjąłem na kilka godzin przed odjazdem obserwatorów z Warszawy do Łodzi, skąd wyruszała cała wyprawa.



Fot. M. Zawilski

Relacja Janusza Wilanda:

Ja kupiłem na zaćmienie obiektyw MTO 10/1000 i zblokowałem go z drugim teleobiektywem o ogniskowej 500 mm w jeden układ. Ponieważ podczas testów mój statyw się chwiał, podjąłem decyzję o wykonaniu nowego, stabilnego statywu (na dwa dni przed wyjazdem!). Okazał się on bardzo praktyczny, gdyż jeden z teleobiektywów służył do rzucania obrazu Słońca na ekranik z zamontowanym do niego zegarkiem. Dzięki temu bez potrzeby używania specjalnych okularów i filtrów można było oglądać obrazy Słońca bezpiecznie, w dużym powiększeniu. Na dwa miesiące przed zaćmieniem kupiłem specjalny filtr słoneczny do MTO. Po testach okazało się, że powierzchnie tego filtru są tak fatalne, że plamy na Słońcu, które były świetnie widoczne — na zdjęciach w ogóle nie wyszły. Uratował mnie w końcu Janusz Płeszka (firma ASTROKRAK), który poprawił płaszczyzny tego filtru tak, że obrazy Słońca na kliszy były bardzo dobre. Poprawiony filtr dostałem w ostatniej chwili w piątek, w sobotę wykonałem test, a w niedzielę udałem się z moimi synami Michałem i Pawłem do Łodzi na miejsce zbiórki.

W niedzielę 8 sierpnia wszyscy uczestnicy wyprawy zebrali się w Łodzi. O godz. 21 rozpoczęła się podróż autokarem, a dyr. Planetarium i Obserwatorium m. Łodzi Mieczysław Borkowski pilotował nas swoim polonezem, z którym mieliśmy łączność przez CB radio. W nocy przekroczyliśmy granicę Polski w Chyżnem, a później wjechaliśmy na teren Węgier przez punkt graniczny Sahy. Na szczę-

ście nie było kolejek, a odprawy paszportowe przebiegały szybko i sprawnie.

Rankiem **9 sierpnia wjechaliśmy do Budapesztu,** gdzie powitały nas korki uliczne spowodowane remontem dróg — skąd my to znamy! Po przekroczeniu Dunaju pojechaliśmy autostradą nad Balaton, do miasteczka wczasowego Szántód, do którego dotarliśmy po ok. 14 godzinach podróży autokarowej. Zabudowa tej osady składa się prawie wyłącznie z domków jednorodzinnych, nie licząc kilku małych hoteli, w których też byliśmy zakwaterowani. Po rozpakowaniu się udaliśmy się na pierwsze zwiedzanie miasteczka, gdzie główna promenada prowadziła do portu, z którego promem samochodowym można było się dostać na drugi brzeg do miejscowości Tihany. Pogoda była słoneczna i upalna.

10 sierpnia — na dzień przed zaćmieniem — po śniadaniu przeprowadziliśmy próbę generalną również przy wspaniałej pogodzie. Każdy przyniósł swoją aparaturę do obserwacji i fotografowania Słońca i sprawdzał działanie sprzętu na trawiastej plaży przy hotelu. Pod koniec próby niebo zasnuło się niewielkimi chmurami i nie było wiadomo, czy nad Węgry dotarła już gruba warstwa chmur z Europy Zachodniej, czy to jest zjawisko lokalne, związane z wielkością jeziora. Po próbie był czas wolny na dalsze zwiedzanie, opalanie się lub kąpiel w Balatonie (niebo ponownie było czyste). Co ciekawe, Balaton po naszej stronie był bardzo płytki, bowiem nawet dzieci mogły wchodzić 100 m w głąb jeziora. Niestety, woda była mętna, a dno, szczególnie przy brzegu, muliste. Większość uczestników wyprawy kupiła koszulki z zaćmieniem Słońca — stąd nazwa naszej grupy obserwatorów — „Czarne Koszule". Prawie wszyscy kupili sobie specjalne okulary sprzedawane początkowo po ok. 350 forintów (przed zaćmieniem i po 600...). Były też szybki spawalnicze, folia aluminiowa, dyskietki, ale nie było już okopconych szybek — jakby nie było — to już prawie XXI wiek. Pod wieczór zaczął wiać wiatr i zachmurzyło się. Prognozy pogody przewidywały następnego ranka zachmurzenie ponad 65%. W nocy wiał silny wiatr i kto nie mógł zasnąć, ten przeżył podczas obserwacji pogody w noc przed zaćmieniem wielkie emocje. Nad ranem widać było błyskawice nad zachodnim brzegiem Balatonu (czyli po drugiej stronie). Zachmurzyło się całkowicie. Wyładowania w chmurach było widać także po naszej stronie po godz. 5-tej. Od 6-tej chmury obniżyły się i zaczął u nas padać deszcz. Praktycznie wydawało się, że jest już po zaćmieniu.

11 sierpnia rano nastąpiła cudowna zmiana pogody. W ciągu godziny zniknęły chmury i pojawiło się Słońce na błękitnym niebie. Z wielkimi nadziejami zaraz po śniadaniu udaliśmy się na miejsce obserwacji w doskonałych nastrojach. Dyr. Borkowski miał problemy z wjechaniem samochodem na teren plażowy celem rozstawienia dużej ilości sprzętu. Właścicielka hotelu nie zgadzała się na wjazd samochodu na kamienistą uliczkę prowadzącą do plaży. Jednak 5000 forintów zlikwidowało opór i nasz główny organizator wyprawy mógł już bez przeszkód rozstawić się ze sprzętem, którego przywiózł niemało. Kilkoro z nas (w tym dr Marek Zawilski — koordynator SOPiZ z małżonką) udało się na obserwację na drugi brzeg do Tihany.

Relacja R.F.:

Podczas próby przeprowadzonej dzień przed zaćmieniem okazało się, że niski montaż wymagał postawienia go np. na stoliku, gdyż wizjery kamery i aparatów znajdowały się zaledwie 30 cm nad ziemią i trzeba by wykonywać zdjęcia, leżąc na trawie. Starania o jakiś stolik nie były owocne — w hotelu nie wyrażono zgody na jego pożyczenie! W ostatniej chwili (tuż przed właściwym zaćmieniem) jeden z gości hotelowych wyniósł ze swego pokoju taki stolik...

Relacja J.W.:

11 sierpnia 1999, o godz. 11:26:10 rozpoczęło się częściowe zaćmienie Słońca przy pięknej słonecznej pogodzie i temperaturze powietrza 38 stopni („na słońcu"). Wszyscy byli już gotowi do obserwacji. Wyposażenie członków wyprawy było zróżnicowane. Większość miała małe lunetki połączone z aparatem fotograficznym; były także teleobiektywy MTO 10/1000, które dawały z telekonwerterem obraz Słońca o średnicy ok. 19 mm. W kilku miejscach można było oglądać przebieg zaćmienia na ekranikach, na których rzucany był obraz Słońca. Spora część obserwatorów wykonywała zdjęcia, a także były nagrywane relacje wydarzeń na trzech kamerach wideo. Pięknie były widoczne plamy na tarczy Słońca i obserwowaliśmy, jak Księżyc zakrywa je po kolei.

Od godz. 12 przez Słońce przetaczała się mała ławica chmur — niepokój obserwatorów — czy fazę całkowitą będziemy widzieli tylko przez chmury? Na szczęście, na 20 minut przed kulminacją zjawiska, chmury w tej części nieba zniknęły zupełnie (były po północnej stronie).

Przy fazie ok. 0,8 można już było zauważyć, że oświetlenie jest inne, temperatura spadała, podniecenie nas wszystkich wzrastało — coś się zaczynało dziać. Na białym płótnie pod drzewem obserwowaliśmy malutkie obrazy rogalików Słońca — dziurki w liściach działały jak „camera obscura". Przed fazą całkowitą cienie stały się bardzo wyraźne (bez półcieni), zdecydowanie się ściemniło, a temperatura wyraźnie spadła; wielu pozakładało coś na siebie. Wszyscy byliśmy podekscytowani i szczęśliwi, że to niecodzienne zjawisko, które ma się zaraz

Montaż elektoniczny trzech zdjęć wykonanych przez Romana Fangora.
Niżej autorzy relacji wraz ze swoim sprzętem do obserwacji i fotografowania zaćmienia.

Fot. Janusz Wiland

zacząć, będzie widoczne na idealnie czystym niebie. Na horyzoncie nad Balatonem były widoczne chmury, które z koloru białego stopniowo ciemniały. Stamtąd biegł cień Księżyca.

O godzinie 12h 48m 50s zaczęło się u nas całkowite zaćmienie Słońca. To wspaniałe zjawisko przypadło podczas dużej aktywności Słońca, toteż widać było cudowne różowe protuberancje. Pięknie pokazała się korona słoneczna. Zrobiło się prawie zupełnie ciemno jak u nas w Polsce ok. godziny po zachodzie Słońca. Na niebie pięknie błyszczała Wenus z dołu po lewej stronie, natomiast z prawej strony widoczny był Merkury. Po pewnym wpatrzeniu się widać też było najjaśniejsze gwiazdy — Kastora, Polluksa, niektórzy dostrzegli także Procjona i Syriusza. Na bardzo ciemnym granatowym niebie widać było czarne kółko z jasną obwódką — koroną słoneczną. Wszyscy byli podnieceni, a wrażenia podczas fazy całkowitej były niesamowite. To było wspaniałe przeżycie. Kolor chmur na horyzoncie zmienił się na żółto-różowy, a na przeciwnym brzegu Balatonu było widać, jak włączyło się oświetlenie domów, ulic i przystani. Widoczne też były błyski fleszów. Co chwilę słychać było okrzyki zachwytu nad pięknem tego zjawiska. Będąc zajęty filmowaniem zaćmienia, ludzi i Balatonu podczas fazy całkowitej, tylko dzięki mojemu serdecznemu koledze Andrzejowi Mikielowi mogłem podziwiać cudowną koronę słoneczną i protuberancje przez jego wspaniałą lornetkę 25x70 przez całe 30 sekund. Dzięki Ci za to Andrzejku – nie zapomnę tego widoku do końca życia.

Relacja R.F.:

Zrealizowanie całego mojego planu obserwacyjnego nie było łatwe. Zdjęcia były wykonywane dwoma aparatami na 2 błonach negatywowych o czułości 25 ASA (specjalnie wybranych ze względu na małe ziarno, większy kontrast i uniknięcie prześwietlenia podczas fazy częściowej) oraz na 3 slajdach o większej czułości (jedna błona — 36 zdjęć — miała być użyta tylko do fazy całkowitej). Czasy naświetlania były ustalone według tabel, uwzględniających gęstość posiadanego filtru (0,01% czyli 10000×), czułość błony i jasność teleobiektywu — niemal każde zdjęcie było wykonywane 2–3 razy (przy 2- i 4-krotnie dłuższej migawce). Najtrudniejsza była część podczas fazy całkowitej. W ciągu ok. 4 minut (czyli $2^m 23^s$ zaćmienia całkowitego plus po kilkadziesiąt sekund przed i po fazie całkowitej) trzeba było zdjąć filtry słoneczne z teleobiektywu i kamery, wykonać sekwencję zdjęć z perłami Baily'ego, wykręcić aparat z „Rubinara", wyjąć teleobiektyw, wkręcić aparat z powrotem, wykonać jak najwięcej zdjęć na slajdach, i drugim aparatem z negatywem, zmienić ustawienie migawki w kamerze oraz zarejestrować także Wenus i Merkurego, następnie przed końcem fazy całkowitej powrócić do poprzedniego ustawienia „zooma" w kamerze, ponownie wkręcić telekonwerter, wykonać serię zdjęć podczas końca fazy całkowitej i ponownie założyć filtry słoneczne.

Na kilka minut przed początkiem zaćmienia całkowitego zmieniłem plan i usunięcie telekonwertera nastąpiło 2 minuty przed fazą całkowitą, a wsta-

wienie — już po fazie całkowitej. Mimo iż podczas prób mogłem wykonać te „operacje" w 15 sekund, ryzyko, że nie zdążę z wymianą optyki przed końcem fazy całkowitej (i aparat będę miał w ręku...), było zbyt duże. Plan został zrealizowany niemal w całości — nie zdążyłem tylko zarejestrować kamerą wideo także planet. W ciągu ok. 3 minut wykonałem prawie cały slajd (ok. 30 zdjęć). „Gołym okiem" widziałem zaćmienie całkowite jedynie przez kilkanaście sekund — pozostałe dwie minuty tylko przez wizjer aparatu i kamery (gdzie korona była wspaniale widoczna, zwłaszcza przy migawce 1/6 sekundy). Było na tyle ciemno, że nie widziałem cyfr na zegarku z DCF i cały plan realizowałem dosłownie „w ciemno". Mając na uszach słuchawki, aby kontrolować nagrywaną fonię przez kamerę, słyszałem krzyki osób podnieconych fazą całkowitą. Wkrótce potem nagrałem relacje wielu obserwatorów. Dopiero pod koniec zaćmienia częściowego zauważyłem, że podczas wykonywania zdjęć aparat się poruszał. Jak się potem okazało, odkręciły się śrubki mocujące pierścień z gwintem w telekonwerterze. Dokręcenie ich na plaży bez specjalnego śrubokręta było niemożliwe.

Relacja J.W.:

Po 2 minutach i 23 sekundach pojawiła się z prawej strony korony słonecznej śliczna perła, która szybko jaśniała i na niebie widoczny był tzw. pierścień z diamentem. Znowu zaświeciło nam Słońce przy wrzawie obserwatorów i okrzykach radości. W tym momencie biliśmy brawo jak w teatrze po wspaniałym przedstawieniu. Temperatura powietrza spadła do ok. 20 stopni, czyli o prawie 20 stopni! Dalej było chłodno, choć już dość jasno. Na białej płachcie obrazy rogalików słonecznych obróciły się. A zaraz po tym, jak wyjrzało Słońce, stado przerażonych jaskółek z krzykiem poderwało się i przeleciało koło nas nisko nad ziemią. Na jeziorze słychać było syreny okrętów. Wkrótce po całkowitej fazie wypiliśmy szampana i atmosfera silnego podniecenia zaczęła opadać — pojawiła się wielka radość z faktu, że udało się nam obserwować ten wielki spektakl na niebie przy wspaniałej pogodzie.

O godzinie 14:13 ostatni fragment Księżyca zszedł z tarczy Słońca i zaczęliśmy pomału chować sprzęt. Radość i humory dopisywały nam do końca wyprawy tym bardziej, że obserwacje na półwyspie w Tihany również się udały. Wieczorem w hotelu odbyła się prezentacja nagrania wideo z fazy całkowitej, zarejestrowanej kamerą przez R. Fangora.

Rankiem 12 sierpnia po śniadaniu udaliśmy się do Budapesztu. Zwiedzaliśmy zabytki tego miasta w przyspieszonym tempie i ok. 19-tej wyruszyliśmy w kierunku Polski.

Bez problemów 13 sierpnia (ok. godz. 8) dotarliśmy do Łodzi, gdzie zakończyła się nasza wyprawa na całkowite zaćmienie Słońca.

Relacja R.F.:

Po powrocie do Warszawy oddałem do wywołania jeden slajd i jeden negatyw (aby w razie jakiegoś nieszczęścia w punktach „Kodaka" uniknąć zniszczenia wszystkich zdjęć). Po wywołaniu okazało się, że filtr miał większą gęstość niż podano w opisie, sprawdzona później doświadczalnie jasność „Rubinara" wynosiła nie 10, a 16 i wszystkie zdjęcia są niedoświetlone... Jedynie te, które miały być 4-krotnie prześwietlone, były do przyjęcia, ale za to poruszone... Pozostałe filmy zostały wywołane w tzw. „forsownej obróbce", co poprawiło jakość tych zdjęć. W praktyce tylko ze slajdów można było otrzymać przyzwoite obrazy. Trzeba było zdecydować się na dość kosztowne (ale jedyne w tej sytuacji) rozwiązanie: wykonania kontrnegatywów (czyli negatywów ze slajdów), duplikatów ze slajdów (aby pokazywać jedynie duplikaty, a nie oryginały) oraz zeskanować najlepsze slajdy i dopiero w postaci cyfrowej poprawić ich jakość. Okazało się bowiem, że „Rubinar" ma dość nietypową wadę (a może to jego właściwość?) — na zdjęciach z perłami Bailley'a występują dość silne niebieskie zaświetlenia. Dopiero po korekcie programami graficznymi w komputerze można było zmniejszyć te zaświetlenia. Trzy tak wykonane zdjęcia formatu 50×60 cm były pokazane 26 września 1999r w CAMK-u w Warszawie, podczas „Dnia Otwartego".

Autorzy tej relacji oraz p. Daniel Filipowicz zarejestrowali zaćmienie (i całą wyprawę) 3 kamerami wideo. W sumie na 7 taśmach mamy ponad 8 godzin nagrań! Krótki (44 minutowy) film z zaćmienia zaprezentowaliśmy na w/w „Dniu Otwartym".

A na naszej (Oddziału PTMA w Warszawie) stronie WWW można obejrzeć nasze zdjęcia z zaćmienia (a także uczestników innych wypraw) — przypominamy adres:

http://www.camk.edu.pl/localinfo/PTMA/ptma_wwa.htm

Na zakończenie gorące podziękowania dla organizatorów wyprawy, a zwłaszcza dla Dyrektora Planetarium i Obserwatorium Astronomicznego Miasta Łodzi, pana Mieczysława Borkowskiego — za jego trud i realizację naszej wspólnej wyprawy na obserwację tego wspaniałego wydarzenia na niebie.

Roman Fangor i Janusz Wiland

Widziałam...

Wiadomo, że całkowite zaćmienie Słońca to zjawisko, które każdy szanujący się astronom powinien zobaczyć choć raz w życiu. Cień Księżyca skrzętnie omija polskie ziemie i trzeba ruszyć na jego spotkanie. Po raz pierwszy doświadczyłam tego w lipcu 1990 r. (czytaj PA **39**, 3, 127-128). Finlandia, mimo że bardzo przyjazna, zgotowała nam niemiłą niespodziankę — gęste chmury zakryły niebo — i o tym, że całkowite zaćmienie nastąpiło, przekonała nas jedynie ciemność, jaka nagle zapadła na 90 sekund. Stanowiło to pewną atrakcję, zwłaszcza że był to okres białych nocy, ale najważniejszego nie widzieliśmy i trzeba było próbować dalej. W „budżetówce" nie było to łatwe (wręcz niemożliwe) i dlatego kolejna ekspedycja z olsztyńskiego Planetarium wyruszyła dopiero po 9-ciu latach, tym razem nad Balaton.

Wehikuł naszej ekspedycji, specjalnie oznakowany, budził zainteresowanie

Bazę mieliśmy w Veszprem, mieście o uroczej starówce, noszącej ślady trudnej historii przechodzenia z rąk do rąk. Nocowaliśmy w samym sercu Wzgórza Zamkowego pod troskliwym okiem św. Stefana i bł. Gizeldy — pomnik królewskiej pary stał u wrót naszego hotelu.

We wtorek odbyliśmy rekonesans wzdłuż północnego brzegu Balatonu. Okolice jeziora były zatłoczone, szanse na znalezienie dobrego miejsca do obserwacji i to blisko wody (upały dochodziły 40°C) zdawały się topnieć z każdym następnym kilometrem drogi. Zatrzymaliśmy się w niepozornej wiosce Örvényes, by przyjrzeć się działającemu młynowi wodnemu (miele mąkę od XIV w.). Tuż za nim, na wzgórzu, znajdowała się wspaniała łąka z widokiem na Balaton. Było to niespełna 2 km od centrum pasa cienia — wymarzone miejsce do jutrzejszych obserwacji. W doskonałych humorach resztę popołudnia spędziliśmy na plaży, a potem jeszcze zajrzeliśmy do Balatonfüred na festiwal wina.

Na miejsce obserwacji wybraliśmy Örvényes nad Balatonem, w tle widoczny półwysep Tihany

Bilans musi wyjść na zero i szczęście nie może trwać za długo — pogoda zaczęła się psuć. Radio zapowiedziało nadchodzący niż z możliwymi burzami oraz ostrzegało przed korkami na drogach wiodących nad Balaton. Na korki rada jest, trzeba będzie wyjechać skoro świt, ale co z pogodą?

Podczas nocnego spaceru po Veszprem, przez przypadek trafiliśmy do ... Internetu, satelitarna mapa Europy była przerażająca, nad nami jedna wielka chmura! Ale niebo nad głową było rozgwieżdżone, coś tu nie gra, postanowiliśmy pilnować pogody. Przy gitarze i winie, w towarzystwie spadających Perseid dotrwaliśmy do 2-ej w nocy i stwierdziwszy, że nic już nie grozi, poszliśmy spać. I to był błąd. O 5-ej rano obudziła nas szalejąca burza.

Na śniadanie szliśmy z nosami na kwintę. Na szczęście silny wiatr rozgonił chmury, zanim dotarliśmy na miejsce i niebo w Örvényes powitało nas błękitem. Minęła dopiero ósma. Spokojnie wzięliśmy się za rozstawianie sprzętu. Błogosławiliśmy tych, którzy udostępnili GPS cywilom. Dzięki nim justowanie teleskopu Meade poszło sprawnie i prowadzenie za Słońcem było idealne. Zostało jeszcze sporo czasu, by wszystko jeszcze raz posprawdzać i czekać...

Prowadzenie teleskopu działa bezbłędnie

O 11:26 zaczęło się częściowe zaćmienie, niestety gwałtownie zaczęło też przybywać chmur. O ile początkowo oglądaliśmy Słońce przez filtry z zaczernionych klisz rentgenowskich, to przy cirrusowym zachmurzeniu były one już za silne i wystarczały szkła spawalnicze o numerze 11.

Czas biegł powoli, atmosfera coraz bardziej przypominała piknik. Robiliśmy sobie zdjęcia pod drzewkiem migdałowca, gdzie przesiane przez liście światło dawało obrazy dziesiątków rogali słonecznych. Dopiero parę minut przed całkowitym zaćmieniem, gdy zrobiło się wyraźnie chłodniej, jaskółki brzuszkami muskały nam głowy, mrówki pochowały się do mrowiska, a ze wsi dobiegł głos piejącego koguta, poczuliśmy dreszcz emocji. Mrok zaczął gęstnieć, ujrzeliśmy Wenus. Żarty się skończyły! Z niepokojem obserwowaliśmy ruch na niebie — była szansa na to, że dziura w chmurach zdąży dojść do miejsca, gdzie trwała „mijanka" Słońca z Księżycem. Natura wystawiła nasze nerwy na nieludzką próbę. Ale się udało! Dosłownie parę sekund przed pojawieniem się diamentowego błysku, chmury się przesunęły.

To te malownicze chmury dostarczyły tylu dodatkowych emocji

Tu przytoczę wyczytaną gdzieś, ważną radę dla przyszłych fotografów zaćmienia. Należy zaplanować nie tylko to, ile i jakie zdjęcia chcemy wykonać, ale przede wszystkim, ile cza-

Krzątanina przy rozstawianiu sprzętu.

Upał dawał się we znaki; w tle teleskop Telementor (63x840) z ekranem słonecznym.

Naturalna „camera obscura" pod drzewkiem migdałowca

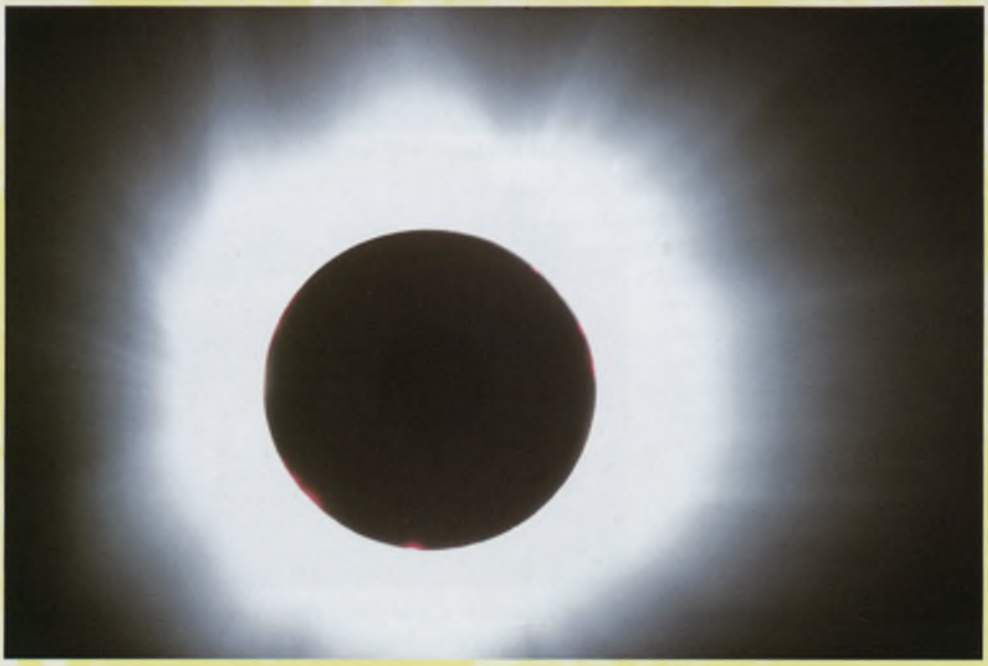
Uwaga, zaczyna się...

Tak wyglądał NNE horyzont podczas fazy całkowitej

„Cywilni" uczestnicy wyprawy mogli oglądać przebieg zaćmienia także przez prywatny teleskop TAU1 (110x805) wyposażony w niezbędny podczas częściowej fazy, filtr słoneczny (z kliszy rentgenowskiej). Właściciel teleskopu Rysiek Wąworek patrzy przez lornetkę z takimi samymi filtrami.

Teleskop i fotograf gotowi do pracy.

Już po wszystkim. Część grupy wymieniła się zaćmieniowymi koszulkami z ekipą Włochów. Nasze projektował Jacek Drążkowski



Zdjęcia Słońca wykonałam teleskopem Meade LX 200, f=1280 mm, D=203 mm, na filmie Fujichrome Sensia II ISO 100.

1) Czekając na całkowite zaćmienie z przerażeniem śledziliśmy gęstniejące chmury. (t_{eksp} = 1/250 s)

2) Tuż przed II kontaktem ujrzeliśmy perły Baily'ego (t_{eksp}=1/1000 s). Zaczęły się magiczne 142 sekundy

3) Liczymy protuberancje

4) Zdjęcie korony wykonane przez Ryśka (obiektyw MTO 10/1000, film Fuji Super G 800 ASA, czas eksp. 1/1000 s))

5) Żadne zdjęcie nie jest w stanie oddać tego, co widziały nasze oczy (t_{eksp}= 1/2 s)

su na to poświęcimy i pod żadnym pozorem, nawet jeśli nie uda się zrobić żadnego zdjęcia (np. sprzęt może się zbiesić), nie przekraczać ustalonego limitu czasu. Żadne zdjęcie bowiem nie zrekompensuje nam tego, co bezpowrotnie niechcący można stracić — okazji do uczestniczenia w najwspanialszym spektaklu przyrody.

Teleskop „zrobił swoje" (zdjęcia z fazy całkowitej) i teraz przez filtr H-alfa oglądamy protuberancje i czekamy na IV kontakt

Mnie wykonanie całej serii zaplanowanych zdjęć zajęło niecałą minutę. Resztę miałam dla siebie i Słońca. To, co ujrzałam, przerosło wszelkie oczekiwania. Na zdjęciach, nawet tych najbardziej udanych, tego się nie zobaczy. Oka nie zastąpi żaden instrument, nawet wykorzystanie techniki cyfrowej nie jest w stanie oddać ani prawdziwego widoku korony rozbarwionej protuberancjami, ani tego wszystkiego, co dzieje się wokół. Mieniąc się kolorami, zorza podświetlała cały horyzont. Drugi brzeg Balatonu iskrzył błyskającymi fleszami aparatów. Trawa przybrała srebrzysty odcień. Nie było aż tak ciemno, jak oczekiwałam — mniej więcej tak jak godzinę po zachodzie Słońca w pogodny, letni wieczór. Na niebie oprócz Wenus pojawił się Merkury, może i coś jeszcze, ale nie zdążyłam zauważyć. Tyle się działo i tak szybko, a wszystko jakby w innym wymiarze. I ta niesamowita cisza, przerywana tylko okrzykami zachwytu, i łzy wzruszenia. Ech, trzeba by poety! Czułam się jak zaczarowana, porażona majestatem Słońca w koronie. Chciałam zatrzymać czas.

Aż tu nagle oślepiający błysk światła i szybko jeszcze ostatnie zdjęcie, diamentowy pierścień obwieścił koniec. Jaka szkoda!

Emocje były tak wielkie, że nie sposób opisać, co się działo, dość, że nikt już nie chciał, nie był w stanie oglądać trwającego przecież nadal zaćmienia częściowego. Dopiero gdy do teleskopu, zamiast aparatu fotograficznego, zamontowaliśmy filtr Hα, ustawiła się kolejka, by zozobaczyć jeszcze raz protuberancje. Ale i to wypadło jakoś blado. Tylko z przyzwoitości dotrwaliśmy na stanowiskach do IV kontaktu.

A potem pakowanie, obiad i w dalszą drogę. Zaplanowanie noclegu w Budapeszcie nie było najlepszym pomysłem, bo chyba cały świat zrobił to samo. Ugrzęźliśmy w koszmarnym korku i obserwowaliśmy, jak wyprzedzają nas grupki piechurów. Ale widok miasta nocą wynagrodził trudy przydługiej podróży. Budapeszt: jaki jest... każdy wie. Chciałabym natomiast wspomnieć inne miasto, jakie znalazło się na naszej trasie parę dni później. To Eger. Tam w bazylice, na plafonie jednej z kopuł, zobaczyliśmy znowu ... zaćmienie Słońca i pożerającego je smoka, i ogniste kamienie lecące z nieba: to fragment ilustracji Apokalipsy św. Jana. Cóż za niespodzianka! Naprzeciw tego kościoła stoi gmach Wyższej Szkoły Pedagogicznej z maleńkim muzeum astronomicznym w starym obserwatorium. Zgromadzono tam prawdziwe skarby, m.in. stare lunety, zegary słoneczne, restaurowany kwadrant ścienny i największą chyba atrakcję — rodzaj peryskopu zwanego „camera obscura", przez który można oglądać panoramę miasta. Jeśli planujecie podróż na Węgry, wstąpcie tam koniecznie. Zwłaszcza że okolice Egeru słyną zasłużenie z wyśmienitych win, a w licznych piwnicach

Jeszcze jedno zaćmienie...

muzykanci grają nie tylko czardasze, lecz i „Szła dzieweczka". Cudowne miejsce na zakończenie dnia.

Muszę jeszcze wyznać, że choć od prawie 20-tu lat zawodowo trudnię się popularyzacją astronomii, to dotąd nie miałam pojęcia, czym jest naprawdę całkowite zaćmienie Słońca. A teraz, kiedy to przeżyłam, jestem w nie lada kłopocie — jak to przekazać. Oczywiście, mogę nadal wyjaśniać, na czym polega to zjawisko, jak i dlaczego zmienia się wygląd Słońca, opowiadać o koronie, chromosferze, protuberancjach, o tym, co dzieje się z przyrodą i krajobrazem. Mogę, tylko że ktoś, kto nigdy sam tego nie doświadczył i tak nie pojmie istoty zjawiska, które odbiera się wszystkimi zmysłami, tym zaś, którzy je przeżyli, wystarczy jedno słowo, a już jadą, choćby na koniec świata, by znowu w tym uczestniczyć. Do zobaczenia ... na Madagaskarze!

Ewa Janaszak

Zdjęcia: Ewa Janaszak i Ryszard Matuszczak

Udało się! Widzieliśmy! Radość nas rozpiera.

Wyprawa Krakowskiego Oddziału PTMA

Wyjazd na zaćmienie Słońca zorganizowaliśmy za pośrednictwem jednego z krakowskich biur podróży, co zapewniło nam autokar, miejsce zakwaterowania oraz opiekę pilota. Hotel zarezerwowaliśmy już w maju 1998 r. i dobrze zrobiliśmy! Miesiąc później Węgrzy zorientowali się, że na zaćmieniu można zarobić i ceny miejsc hotelowych wzrosły o ok.100%! Naszym celem był hotel „Azur" w Siofoku — wybraliśmy Balaton, gdyż podawany był on jako miejsce o najpewniejszej w Europie w tym okresie pogodzie, a Siofok znany jest z dobrej infrastruktury turystycznej.

W wyprawie wzięły udział 42 osoby, głównie z Krakowa i okolic, lecz mieliśmy także kilku uczestników z Mysłowic, Torunia, Inowrocławia, a nawet Elbląga. Nasza grupa składała się z 31 panów i 11 pań, przy czym najmłodsza uczestniczka wyprawy liczyła sobie zaledwie niewiele ponad pięć wiosen, natomiast najstarszy obserwator skończył miesiąc wcześniej 78 lat!

Wyjazd z Krakowa nastąpił we wtorek, 10 sierpnia o godzinie 7:00. Jak przystało na astronomów, wszyscy byli punktualni. Pogoda, z początku w Krakowie raczej nastrajająca optymistycznie, szybko się popsuła i do granicy polsko-słowackiej w Chyżnem dojechaliśmy w rosnącej mgle, która wprawdzie w jeździe nie przeszkadzała, jednak nie pozwalała na podziwianie jakichkolwiek widoków. Optymiści szybko przypomnieli, że po pierwsze jesteśmy jeszcze daleko, a po drugie przed nami jeszcze ponad 24 godziny. Na granicy słowacko-węgierskiej w miejscowości Szachy, trochę postaliśmy w niewielkiej kolejce, obserwując inne polskie „grupy zaćmieniowe" jadące autobusami, busami oraz samochodami osobowymi. Była godzina 15:00, a przed nami zaledwie sto kilkadziesiąt kilometrów do celu. Wydawało się więc, że niedługo zajedziemy. Ale im głębiej w las, tym więcej drzew! Do Budapesztu było jeszcze nieźle, natomiast przejazd przez Budapeszt w olbrzymich korkach zajął blisko godzinę. W międzyczasie zmiana pogody — zamiast nieprzerwanej powłoki chmur pojedyncze obłoczki na mlecznym, wyżowym niebie.

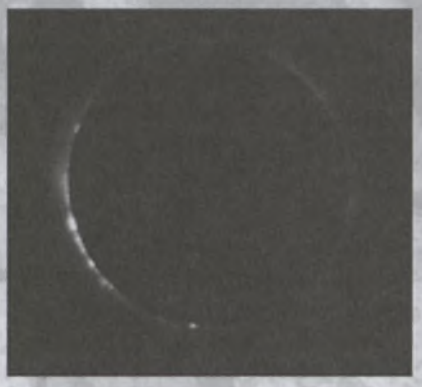
Po wyjechaniu z Budapesztu, mając przed sobą 106 km, myśleliśmy, że zaledwie za 1,5 godziny będziemy u celu. Po przejechaniu 60 km konsternacja — przed nami olbrzymi korek aż po horyzont! Prędkość przesuwania się samochodów spadła do zaledwie kilku km/h. Pojawiają się najczarniejsze myśli — czyżby był to już „korek wjazdowy" nad Balaton, czyżby tylu ludzi jechało już na zaćmienie? Na szczęście (dla nas) okazało się, że korek związany był z niezbyt groźnym karambolem dwa kilometry przed nami. Do Siofoku dojechaliśmy o 19, zajęliśmy miejsca w hotelu, po czym szybko pobiegliśmy zanurzyć się w Balatonie. Z plaży uważne spojrzenie na niebo — co przyniesie nam dzień następny? Na zachodzie widoczny wał chmur — a wiemy, że od zachodu zagraża nam zbliżający się niż. Czy jest to właśnie on? W każdym razie utrwalam na zdjęciach piękny zachód Słońca. Do północy niebo oczyszcza się i gwiazdy widoczne są wyraźnie po sam horyzont. Nie mogę zasnąć, szum wiatru co chwila zmusza mnie do wyglądania przez okno, czy to aby nie deszcz. O godzinie 2 w nocy zasypiam, widząc przez okno piękne, wygwieżdżone niebo.

O godzinie 6 rano budzi mnie szum za oknem. Wyglądam przez okno i nogi uginają się pode mną. Niebo zasnute gęstymi chmurami, a do tego narastający deszcz. Na śniadanie o 7 idę pod parasolem, mając świadomość, że za chwilę trzeba będzie podjąć ważną decyzję — zostać i czekać na cud czy jechać gdzieś, szukając lepszej pogody. Mieliśmy kontakt za pośrednictwem telefonów komórkowych z kolegami w innych rejonach Węgier, tak więc byłaby możliwość dowiedzenia się, jak jest gdzie indziej. Zanim jednak jakiekolwiek decyzje zostały podjęte, na śniadaniu pojawili się koledzy mieszkający na wyższych piętrach hotelu z informacją, że zachodni horyzont jest niebieski, wręcz lazurowy, i pas ten powoli się poszerza. Podejmujemy szybką decyzję — zostajemy! Już w trakcie śniadania widzimy przez okno słońce oświetlające okoliczne drzewa. Po wyjściu z jadalni zachwyt — chmury znikające gdzieś na wschodzie, a nad nami bezchmurne, lazurowe niebo! Lekki niepokój — czy nie zrobiło się ładnie za wcześnie? Czy to „wytrzyma" do fazy całkowitej zaćmienia, czyli do 12:49?

Zdjęcie grupowe wyprawy Oddziału Krakowskiego PTMA

O 9 kolejna decyzja — nie organizujemy „centralnych obserwacji", każdy obserwuje z kim chce i gdzie chce. Tworzą się kilkuosobowe podgrupy obserwacyjne, wewnątrz których następuje podział funkcji. W skład takiej trzyosobowej grupy wchodzę i ja. Jako nasze miejsce obserwacji wybieramy przystań żaglówek w Siofoku, około kilometra od hotelu. Zwłaszcza interesuje nas widok zachodniego horyzontu — chcemy zobaczyć zbliżający się cień Księżyca. Każdy otrzymuje jakieś zadanie — fotografowanie otoczenia, protuberancji i chromosfery oraz korony słonecznej. Oczywiście przestroga — nie przegapić zaćmienia, zajmując się jego fotografowaniem. Punktualnie o 11:26 CWE zaczyna się! Pędzę do hotelu po zapomniany konwerter 2× oraz mapkę nieba podczas zaćmienia. Sesję zdjęciową rozpoczynam o 11:37. Na początkowo bezchmurnym niebie pojawiają się ławice obłoczków, regularnie przesłaniających Słońce. Budzi się niepokój — a jeśli faza całkowita wypadnie akurat za takim obłoczkiem? Licząc na szczęście, czekamy. Wokół nas niezbyt liczna grupa obserwatorów i wędkarzy — Węgrzy, Słowacy, Polacy. Dojście do przystani nie było wyraźnie oznakowane i dlatego mieliśmy dosyć dużo wolnego miejsca. W oddali na plaży Siofoku widoczny jest duży, wielobarwny tłum.

W miarę upływu czasu nie widać zmian oświetlenia gruntu, jednak około 12:20 stwierdzamy, że słońce nie grzeje już tak, jak wcześniej. Po niebie wędruje ławica chmur i wydaje się, że nie zdąży odejść przed fazą całkowitą. Jednak



Resztki fotosfery, tzw. "Perły Baily'ego", przeświecają przez doliny brzegu Księżyca

o 12:40, na 9 minut przed rozpoczęciem fazy całkowitej, ławica odchodzi, pozostawiając za sobą czyste, lazurowe niebo. Następna jest daleko — nam nie zaszkodzi (zaszkodziła nieco obserwatorom na północnym brzegu Balatonu). Już wiemy — zobaczymy wszystko, co całkowite zaćmienie może nam oferować!

Jest już wyraźnie ciemno, niebo, a zwłaszcza woda, zmienia kolor na zielonkawy. O 12:47 nad zachodnim horyzontem pojawiają się czarne obłoki — zbliża się cień Księżyca! Po chwili dochodzi do nas okrzyk radości niosący się od północno-zachodniego brzegu Balatonu, po czym zaczyna się! Resztki fotosfery znikają za brzegiem Księżyca. Widzimy „pierścień z diamentem", perły Bailly'ego nie są wyraźnie widoczne. I w tym momencie nagle rozbłyskuje korona. Gwałtowność tego zjawiska zadziwia wszystkich. Słychać okrzyki. Na niebie widzimy czarne kółeczko okolone czerwoną obwódką chromosfery i piękną, perłowobiałą koroną. Zaćmio-

„Pierścień z diamentem" tuż przed drugim kontaktem

ne Słońce ma wygląd nieco upiorny. Nawet gołym okiem, a zwłaszcza przez lornetkę, widocznych jest wiele rozchodzących się promieniście od Słońca pasm koronalnych, rozciągających się aż do odległości kilku stopni kątowych od brzegu tarczy. Spojrzenie w okular teleskopu ujawnia szereg protuberancji, z których jedna, na „godzinie 4", wydaje się wisieć nad zaćmionym brzegiem tarczy Słońca. W odległości kilkunastu stopni od Słońca wspaniałym blaskiem lśni Wenus, stosunkowo nisko nad horyzontem widać Syriusza i Spikę. Nie udają się próby dostrzeżenia Merkurego. Niebo nie jest zupełnie ciemne, przypomina raczej późny zmierzch. Wokół całego horyzontu widoczny jest jasny pas „świtu". Już pod koniec fazy częściowej otoczyły nas chmary owadów, chwilę potem zaobserwowaliśmy siadające na falach mewy. Wędkarz łowiący obok nas ryby, któremu od rana szczęście nie dopisywało, tuż po fazie całkowitej złowił dosyć pokaźnego karpia. Temperatura wyraźnie spada. Przystępujemy do dokumentowania zaćmienia. Czas „leci" bardzo szybko. Około 30 s przed końcem fazy całkowitej na tle Słońca zaczynają kondensować się niewielkie „kłaczki" obłoczków, prawdopodobnie efekt gwałtownego ochłodzenia się atmosfery w cieniu Księżyca. Obłoczki te przeszkadzają nieco w obserwacji korony. Pora na zdjęcie szerokokątne obejmujące Słońce, Wenus oraz maszty zacumowanych żaglówek. Na brzegu tarczy Słońca około „godziny 2" przykuwa oczy jaśniejący, błękitny punkt. Niebieska protuberancja?! Po chwili staje się jasne, że jest to perła Bailly'ego obwieszczająca koniec zaćmienia. Po kilku sekundach perła ta zamienia się w jasny brzeg fotosfery. Wraca dzień. Po kilku minutach rozwiewają się wspomniane obłoczki, skondensowane

Cień Księżyca nad północno-zachodnim brzegiem Balatonu.

w czasie zaćmienia. Następujące dalej końcowe fazy zaćmienia prawie nikogo już nie interesują. Także i my po pół godzinie „zwijamy manatki" i wracamy do hotelu. Spotykamy tam pozostałych członków grupy, chociaż niektórzy dokumentowali zaćmienie aż do końca fazy częściowej. Okazuje się, że miejsce wybrane przez nas było bardzo szczęśliwe — na skutek zjawiska paralaksy wspomniana wcześniej ławica chmur, która nam zdążyła „uciec", przesuwając się kilka stopni pod Słońcem-Księżycem, już pół kilometra dalej skutecznie przeszkadzała w obserwacji fazy całkowitej, przechodząc potem we wspomniane „kondensaty zaćmieniowe".

Plonem zaćmienia w naszej grupie jest jeden nakręcony film, dziesiątki (może nawet setki) zdjęć, a także odręczne rysunki. Przede wszystkim jednak wszyscy są oszołomieni — widzieliśmy całkowite zaćmienie Słońca z wszystkimi jego elementami. Udało się!

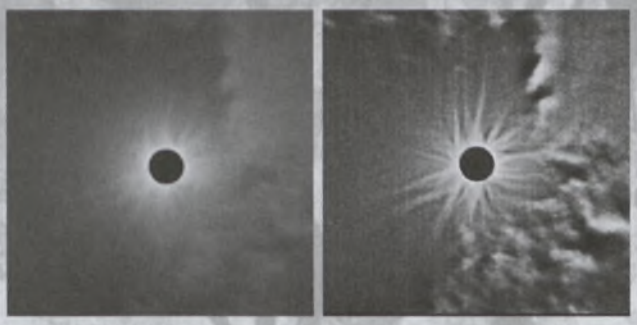
Po odpoczynku, o godzinie 15:30 wyruszamy na wycieczkę autokarową wokół Balatonu na półwysep Tihany. W zasadzie dopiero ta wycieczka pokazuje nam ogrom jeziora — objeżdżamy jedynie jedną czwartą jego obwodu, a trwa to aż dwie godziny! Inna sprawa, że musimy przedzierać się przez korki samochodów odjeżdżających z obserwacji zaćmienia.

Na półwyspie podjeżdżamy pod zabytkowy kościół i klasztor benedyktynów z XI w., skąd z góry podziwiamy widok całej wschodniej części Balatonu. Na parkingu szereg autokarów „zaćmieniowych", w tym czeskich miłośników astronomii oraz Koła Przyjaciół Astronomii z Włoch. Do hotelu wracamy o 20:00, co pozwala nam jeszcze zanurzyć się w wodach jeziora.

Rankiem 12 sierpnia o 7:00 pobudka i śniadanie, ostatnie spacery po Siofoku i wsiadamy do autokaru. Po drodze w planie jeszcze zwiedzanie Budapesztu. Wysiadamy na wzgórzu zamkowym w Budzie, zwiedzamy Stare Miasto i kościół Macieja. Odjazd o 13:30. Niedługo po przekroczeniu granicy ze Słowacją na najbliższym postoju spotykamy autokar z Torunia, w którym jadą m.in. Barbara Gertner i Marek Muciek. Byli w okolicach Szegedu, chmury rozstąpiły się dosłownie w ostatniej chwili na fazę całkowitą. Wszyscy szczęśliwi, chociaż już zmęczeni upałem, a przecież do domu jeszcze daleko! Tam właśnie robimy sobie pamiątkowe zdjęcie na tle autokaru. Zbliżając się do granicy z Polską około 19, jesteśmy pewni, że w domu będziemy około 21. Tuż przed granicą ostatnia niemiła niespodzianka — jeden z naszych rodaków spowodował wypadek i droga na jakiś czas jest zablokowana. Po około półgodzinie na szczęście ruszamy i około 22 jesteśmy na miejscu. Czas na odpoczynek oraz oddanie zdjęć do wywołania. Co zarejestrowały nasze obiektywy? Zobaczymy... W każdym razie pozostały wspomnienia po niepowtarzalnym spektaklu, którego byliśmy świadkami.

Tomasz Ściężor
Kraków
(Zdjęcia autora)

P.S. Wszystkie przesłane zdjęcia wykonałem aparatem Practica LTL przy pomocy obiektywu 135 mm oraz soczewki Barlowa 2×, przy wynikającej z tego światłosile f/11.2, na filmie Fuji Color Superia 100.



Po lewej: cyfrowy montaż czterech zdjęć o czasach naświetleń: 1/250 s, 1/30 s, 1/8 s oraz 1/4 s, co umożliwiło wyrównanie oświetleń i maksymalnie zbliżyło otrzymany obraz do tego, co było widać gołym okiem na niebie.

Po prawej: to samo zdjęcie po zastosowaniu metody tzw. „nieostrej maski" pozwalającej wydobyć mało kontrastowe szczegóły. Widać, że promienie koronalne rozciągają się na odległość przynajmniej 4 średnic Słońca od jego brzegu, co daje średnicę korony około 5 stopni kątowych!

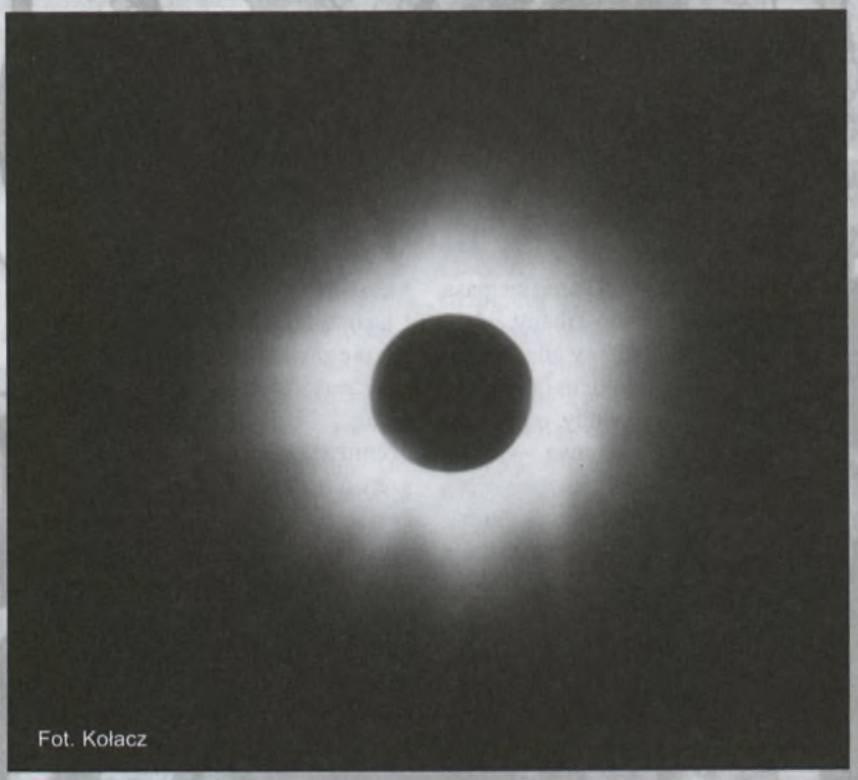
Na pewno niejeden z nas zadawał sobie pytanie, jak daleko sięgają widoczne w czasie zaćmienia promienie koronalne? Powyższa kompozycja złożona została ze zdjęcia Słońca wykonanego przez satelitę SOHO w czasie zaćmienia 11 sierpnia 1999 (zewnętrzny pierścień) oraz kompozytu autorstwa T.Ściężora (wewnętrzne koło, w miejscu koronografu SOHO). Ciemny skośny pas po lewej jest cieniem wspornika koronografu. Cała widoczna korona ma ok.20 stopni średnicy!
Courtesy of SOHO/LASCO consortium. SOHO is a project of international cooperation between ESA and NASA.

Niżej: Przebieg zaćmienia Słońca, Siofok (Węgry), exp.1/500 s (fazy częściowe z filtrem słonecznym). Momenty: 9:38, 10:00, 10:15, 10:31, 10:37, 10:43, 10:47, (10:48:55), (10:49:00), (10:49:05), (10:49:30), (10:52), 10:54, 10:56, 11:00, 11:10 (wszystkie czasy UT, w nawiasach przybliżone)

Olśnienie 1999

Całkowite zaćmienie Słońca 11 sierpnia obserwowały miliony Europejczyków. Szczególnie oblężony był pas zaćmienia całkowitego na Węgrzech. Nic więc dziwnego, że parę dni przed tą datą kolumny samochodów i autobusów wypełnione miłośnikami obserwacji zaćmienia, ciągnęły na ten wymarzony obszar. U nas, w południowej Polsce, maksymalnie 92% tarczy słonecznej było przysłonięte przez glob Księżyca. Tak bowiem ułożyły się te trzy ciała niebieskie, biorące udział w tym spektaklu, że pas całkowitości ominął nasz rejon. Na szczęście nad Balaton nie jest daleko, szczególnie jeśli miało się dużą szansę być świadkiem całkowitego zaćmienia Słońca. Jest to zawsze przeżycie niesamowite. Można powiedzieć, że to zjawisko boskie, tak jak ambrozja jest mitologicznym napojem bogów. Nic zatem dziwnego, że w starożytnym Egipcie czczono boga słońca— Ra i przedstawiano go jako uskrzydloną postać. Tak też wyglądało Słońce ze swą koroną w czasie przesłonięcia go przez tarczę Księżyca w dniu 11 sierpnia. Na ponad dwie minuty — w pasie zaćmienia całkowitego, jak Europa długa i szeroka— zapadły przysłowiowe egipskie ciemności, czyli jakaś dziwnie popielata poświata, a przy tym cały horyzont wokół obserwatorów tego zjawiska wyglądał tak, jakby w każdym jego punkcie następował zachód Słońca. Był to niesamowicie piękny widok, można powiedzieć: porażające piękno danego nam oglądać zjawiska, którego nie odda w zupełności żaden opis czy film. To trzeba przeżyć!

Najpierw pojawiło się stopniowe szarzenie całego otoczenia, potem — powolna zmiana natury światła, które wyglądało tak, jakby dochodziły do nas promienie słoneczne przysypane popiołem. W miarę rosnącej fazy zaćmienia pojawiły się sierpowate cienie pod drzewami, oddające dokładnie kształt świecącej części tarczy słonecznej. Narastało gorączkowe napięcie wśród obserwatorów. Następnie — zgodnie z obliczeniami— wystąpiła gwałtowna fala ciemnienia wszystkiego, biegnący cień Księżyca i ten piękny widok na niebie: świetlista korona wokół tarczy Księżyca, którą znało się z rozlicznych zdjęć zaćmień. Ta była żywa, trójwymiarowa, dzięki wzmożonej aktywności magnetycznej Słońca: pulsowała, mieniąc się przy brzegach różowymi protuberancjami, zaś w momencie II i III kontaktu tzw. perłami Baily'ego. Wyglądało to tak, jakby „ktoś" przekręcił kontakt i wyłączył tę olbrzymią „żarówkę".



Fot. Kołacz

Przyroda oniemiała na przeciąg tych 140 sekund specyficznych ciemności w środku dnia. Lekki wiaterek spowodowany lokalnym, wyraźnie odczuwalnym ochłodzeniem i zdezorientowane muszki owocówki, zlatujące się pod liście jarzębin, przygotowujące się już do snu, gdy wtem znów wytrysnęło światło słoneczne i szybko zaczęła opadać gorączka emocji wśród świadków zaćmienia. Ludzie olśnieni blaskiem Słońca spontanicznie bili brawo dla tej symbolicznej niebiańskiej potęgi.

Nic więc dziwnego, że dawniejszymi czasy ludzie — ba, nawet nam współcześni— widzieli w tym czysto geometrycznym zjawisku jakieś niezwykłe znaki.

W „Kronice" Jan Długosz pisze: „Kiedy (Król Władysław Jagiełło) jechał z Kobrynia do Myta, w piątek po Oktawie Bożego Ciała (7 czerwca 1415), o trzeciej godzinie w godzinie pacierzy Tercja zwanych, wielkie zaćmienie Słońca się objawiło, które jako zjawisko niespodziewane i nieznane Króla Władysława i wszystkich, którzy z nim jechali, wpierw w wielkie zdumienie, a potem w bojaźń zabobonną wprawiło. Tak bowiem było wielkie, że ptaki nagłą ciemnością przestraszone na ziemi osiadły, a gwiazdy święciły jak w nocy; tenże Król Władysław z powodu ciemności zmuszony był się zatrzymać i nie wcześniej mógł ruszyć naprzód, aż zaćmienie słońca nie minęło."

W Krakowie, jako ostatnie całkowite, właśnie to zaćmienie Słońca było obserwowane, zaś następne całkowite wystąpi dopiero 7 października 2135 roku. Dlatego też zrozumiałym jest, że kto tylko mógł, wyjechał w sierpniu do pasa całkowitego zaćmienia, gdyż gratka tak bliskiego Polski zaćmienia całkowitego nieprędko się powtórzy. Zatem, czyż nie byliśmy wybrańcami losu, że mogliśmy uczestniczyć w takim spektaklu, który nam zafundowało niebo?

Adam Michalec
Kraków

Widziałem zaćmienie!

To, że pojadę na to zaćmienie, było dla mnie oczywiste już prawie 10 lat temu, gdy na małej mapce w książce „Niebo na dłoni" zobaczyłem trasę całkowitego zaćmienia przecinającego środkową Europę i opatrzoną datą 11 VIII 1999. Początkowo lata leciały leniwie, ale w końcu dzień zaćmienia zaczął się zbliżać wielkimi krokami. Gdy zostało już tylko parę miesięcy, trzeba było pomyśleć o załatwieniu transportu. Wszystko poszło gładko i oto 10 sierpnia o 7 rano zapakowaliśmy sprzęt do białego volkswagena transportera i ruszyliśmy w kierunku granicy. Cel — jezioro Balaton.

Balaton wybraliśmy z kilku względów, z których najważniejsze to stosunkowo niewielka odległość i dość duże prawdopodobieństwo czystego nieba. Przypuszczaliśmy też, że obecność dużego zbiornika wodnego może osłabić możliwość rozwoju zachmurzenia konwekcyjnego (co się później świetnie sprawdziło). A poza tym — kto by nie chciał zobaczyć Balatonu?

Jechało nas sześcioro plus kierowca. Bliski krąg rodziny i przyjaciół. Pogoda za oknem samochodu nie nastrajała optymistycznie. Niebo było zasnute ciemnymi chmurami, z których regularnie spadał deszcz. Spostrzegliśmy jednak, że im bardziej posuwamy się na południe, tym pogoda staje się znośniejsza. Gdy po południu przekroczyliśmy granicę węgierską, zza chmur wreszcie wyjrzało słońce i aż do wieczora mogliśmy się pławić w jego promieniach. Rzecz zrozumiała, nastroje od razu się poprawiły. Jednak nie tylko nam — w tę samą stronę, na południe, ciągnęła długa kolumna samochodów z niemal wszystkich krajów północnej Europy — z Niemiec, Holandii, Czech, Słowacji, Polski. Im bliżej celu, tym gęściej było na naszym pasie, podczas gdy — co ciekawe — ruch na pasie przeciwnym był dużo mniejszy.

[...]

Wreszcie po pokonaniu łagodnej przełęczy ukazały się zielonkawe wody Balatonu. Co jakiś czas mijaliśmy billboardy reklamujące zaćmienie Słońca. Gdy dotarliśmy do pierwszego kempingu, okazało się, że od dawna nie ma tam wolnych miejsc. Pracownik obsługi kempingu, który mówił trochę po niemiecku, powiedział, że nie pamięta tutaj takiego tłoku, po czym uśmiechając się współczująco, wskazał ręką Słońce. Wszystko jasne...

Sytuacja wyglądała podobnie na kilku następnych kempingach. Miejsce znalazło się dopiero w odległości przeszło 20 kilometrów od ustalonego przez nas wcześniej punktu obserwacyjnego.

O godzinie 4 rano ze snu wyrwał mnie głośny grzmot pioruna i stukot ciężkich kropel deszczu o płachtę namiotu. A więc to tak zaczyna się *Eclipse Day* — pomyślałem ponuro. Nie zmrużyłem oka do godziny siódmej, gdy ze stojącego naprzeciwko namiotu usłyszałem radosny krzyk: „Widać niebieskie niebo!". Wypełzłem z namiotu. Rzeczywiście, choć większość nieba zasnuwały jeszcze burzowe chmury, to na zachodzie widniał piękny, czysty błękit.

Już o godzinie 9 wyruszyliśmy w drogę. Jadąc na wschód wzdłuż północnego brzegu jeziora, mijaliśmy ludzi rozstawiających na pobliskich łąkach i polnych drogach teleskopy i teleobiektywy. Godzina „zero" zbliżała się wielkimi krokami. Choć każdy starał się udawać, że jest opanowany, nie dało się ukryć, że wszystkich powoli opanowywało dziwne podniecenie. Skręciliśmy w prawo, na położony dokładnie w środku pasa całkowitości półwysep Tihany, gdzie wcześniej wypatrzyliśmy górę wznoszącą się stromym stokiem jakieś 200 metrów nad poziom wody, o płaskim szczycie porośniętym trawą — idealne miejsce obserwacyjne.

Po niedługiej wspinaczce znaleźliśmy się na szczycie, gdzie zastaliśmy grupę około stu osób, która to liczba miała się jeszcze potroić. Panorama była wspaniała. Mieliśmy nieograniczony widok na prawie cały horyzont, a zielonkawe wody Balatonu prezentowały się z góry wyjątkowo efektownie. Mieliśmy jeszcze ponad pół godziny do początku zaćmienia częściowego, który to czas upłynął na rozstawianiu statywów i przygotowywaniu sprzętu. A było co przygotowywać! Teleskop słoneczny z wytrawionym z luster aluminium (zgodnie z sugestią pana Wiesława Skórzyńskiego w „Uranii" 4/99), 4,5-calowy „newton" o dużym polu widzenia do obserwacji fazy całkowitej, teleobiektywy, aparaty i kamera wideo. Siła naszego „uzbrojenia" grubo przekraczała wszystko, co zgromadzili inni obserwatorzy w tym miejscu. Ledwie skończyliśmy, gdy o godzinie 11:27 pierwszy wygryziony kęs w tarczy Słońca zasygnalizował początek spektaklu.

Przejrzystość powietrza po porannej burzy była doskonała. Nad horyzontem wszędzie widać było pojedyncze cumulusy, podczas gdy nad naszymi głowami niebo, początkowo czyste, zaczęło się zasnuwać cienkimi ławicami *altocumulusów*. Na szczęście w miarę rozwoju zaćmienia chmury te powoli zanikały (być może na skutek coraz słabszego promieniowania słonecznego). Początkowo czas płynął dosyć leniwie. Z lubością obserwowaliśmy jak za tarczą Księżyca chowają się kolejne plamy słoneczne. Gdy zniknęła mniej więcej połowa Słońca, Księżyc „pożarł" wielki półcień nadziewany małymi, czarnymi plamkami jak ciasto rodzynkami. Kilka chwil później zauważyliśmy, że koloryt krajobrazu uległ zauważalnej zmianie, wszystko nieznacznie pociemniało, barwy pól i lasów, tak żywe przed chwilą, już tak nie zachwycały. Ktoś odważył się przyznać, że zaczyna odczuwać niepokój. Z biegiem czasu zmiany w otoczeniu stawały się coraz wyraźniejsze i następowały z rosnącą szybkością, zrobiło się nieco chłodniej, cienie się wyostrzyły. Niezwykłe wrażenie potęgowały przelatujące co chwila nisko nad wzgórzem śmigłowce, wśród nich dwa francuskie Alouette (czyżby zdjęcia na żywo dla węgierskiej telewizji?), a także samoloty. W pewnej chwili nisko przemknął

z hukiem najprawdziwszy amerykański bombowiec z czasów II wojny światowej. Motolotniarz niezmordowanie krążył nad zatoką, na której zacumowało kilkadziesiąt jachtów ze zwiniętymi dla lepszego widoku żaglami. Woda, wcześniej zaledwie zielonkawa, teraz wydawała się ciemnoszmaragdowa. Wokół szczytu wzgórza zaczęło krążyć spore stado jaskółek brzegówek wydających głosy zaniepokojenia. Atmosfera podniosłości i skupionego wyczekiwania była niemal namacalna.

Patrząc przez teleskop, nagle odkryłem, że ze Słońca został już tylko cienki rogalik. Spojrzałem na zegarek — jeszcze tylko cztery minuty, a ja nie zamontowałem teleobiektywu! Szybko odkręciłem teleskop słoneczny od statywu i przykręciłem aparat z 300-milimetrowym obiektywem i konwerterem. Podniosłem głowicę, aby skierować obiektyw na to, co zostało ze Słońca i... tragedia! Nie sięga. W panice zacząłem przestawiać statyw na różne sposoby, wydłużać i skracać jego nogi, ale za żadne skarby nie mogłem sięgnąć Słońca. Jak mogłem popełnić taki głupi błąd?! Chwyciłem statyw i przebiegłem kilka metrów, tam, gdzie grunt wydawał się bardziej płaski. Rozejrzałem się szybko wokół. Ludzie, którzy do niedawna rozmawiali i leniwie sączyli piwo, teraz bez jednego wyjątku stali. Zewsząd dobiegały głosy zachwytu. Popatrzyłem na Słońce, pozostało z niego tylko wąskie pasemko. Dopiero teraz zauważyłem, że przesłania je nieduża ławica *altocumulusów*, na szczęście bardzo cienka, a dokoła niego roztacza się wieniec o cudownych barwach. Popatrzyłem na zachód. Mój Boże, co za widok! Nigdy nie przypuszczałem, że może to wyglądać tak niesamowicie. Rozłożysta chmura nisko nad zachodnim horyzontem, do tej pory brudnobiała, teraz była niemal czarna. Mocując się ze statywem, jednocześnie obserwowałem, jak cała zachodnia część nieba ciemnieje z sekundy na sekundę, gdy potężny cień Księżyca zbliża się z prędkością 700 m/s, pochłaniając kolejne pojedyncze ławice chmur, a kolory nieba zmieniają się jak w kalejdoskopie. Jednocześnie wąski jak żyletka sierp Słońca błyskawicznie zmniejsza swą długość, po czym dzieli się na fragmenty. W tym momencie krzyknąłem: „Widzę koronę!". W rzeczy samej, zanim jeszcze znikły perły Bailly'ego, dokoła czarnego dysku zaczęła się pojawiać niezwykła poświata, co było świetnie widoczne w wizjerze aparatu. Kilka sekund później ostatni skrawek fotosfery zgasł i zapadł mrok.

Wykonałem zaplanowane zdjęcia na chyboczącym się statywie i wreszcie mogłem się rozejrzeć. Lekki wiatr, który wiał przed chwilą, nagle ucichł. W miejscu Słońca widniała okrągła, czarna plama otoczona świecącą nieziemskim światłem, niemal okrągłą koroną. Nieopodal błyszczały Wenus i Merkury. Widać było wyraźnie wszystkie gwiazdy do 2 wielkości, najwyraźniej Syriusza, Procjona i Rigela. Niebo w zenicie przybrało barwę ciemnogranatową, która blisko horyzontu przechodziła w bursztynową, jednak wyraźnie inną niż przy zachodzie Słońca. Na ziemi niemal po sam horyzont widać było niezliczone błyski fleszy, a w miasteczkach i wioskach poniżej pozapalały się latarnie. Podobnie jak wszyscy wokół czułem wzruszenie, a jednocześnie dziwny, niemal instynktowny niepokój. Podbiegłem do teleskopu i przy powiększeniu 25× przez ponad minutę mogłem cieszyć oczy rzeczami, które do tej pory znałem tylko z fotografii i wykładów heliofizyki. Przy samym brzegu widocznych było co najmniej 5 protuberancji, z których szczególnie jedna wryła mi się w pamięć. Położona w pobliżu południowego bieguna Słońca, duża, jasna i zwarta, miała kształt wytryskującej w górę fontanny albo lejka. Tuż obok niej dostrzegłem coś na kształt ciemnej pętli w jasno świecącej koronie. Zimne, niebieskawe światło włóknistej korony wyraźnie kontrastowało z czerwono-fioletowym światłem protuberancji.

Tymczasem niebo na zachodzie, tam, skąd przyszedł cień, powoli zaczynało się rozjaśniać, początkowo nisko nad horyzontem, później z rosnącą szybkością coraz wyżej, aż nagle na zachodnim brzegu Słońca pojawił się jasny błysk. Ten pierwszy widoczny fragment fotosfery oznaczał koniec zaćmienia całkowitego. Choć trwało ono 2 minuty i 22 sekundy, wydawało się, że czas ten upłynął niemal w jednej chwili. Odczucie to potwierdzili później wszyscy, z którymi rozmawiałem. Po kilku sekundach pojawiły się perły Bailly'ego, które szybko zlały się w wąski, coraz dłuższy świetlny pasek. Pierwsze słabe promienie Słońca zaczęły oświetlać okolicę. Wszyscy wokół patrzyli jak urzeczeni. Nie wytrzymałem i zacząłem bić brawo. Wszyscy podchwycili i rozległ się głośny aplauz, gdy tłum ludzi zaczął gwizdać i klaskać w ręce.

Po kilkunastu minutach wszyscy zaczęli się powoli rozchodzić. Spakowaliśmy się i zeszliśmy szybko w dół, aby zażyć kąpieli w wodach Balatonu.

Trudno powiedzieć, co jest bardziej uderzające: czy sam widok zaćmionego Słońca, czy nagła ciemność, czy niezwykłe kolory nieba. Najwyraźniej wszystkie te zjawiska są tak samo niesamowite i razem składają się na to, że całkowite zaćmienie Słońca wywiera tak niezapomniane wrażenie. Jedyne, czego żałuję to to, że bateria w kamerze wideo wyczerpała się dokładnie w momencie drugiego kontaktu i została nagrana tylko faza częściowa i zbliżający się cień Księżyca. Cóż — złośliwość rzeczy martwych...

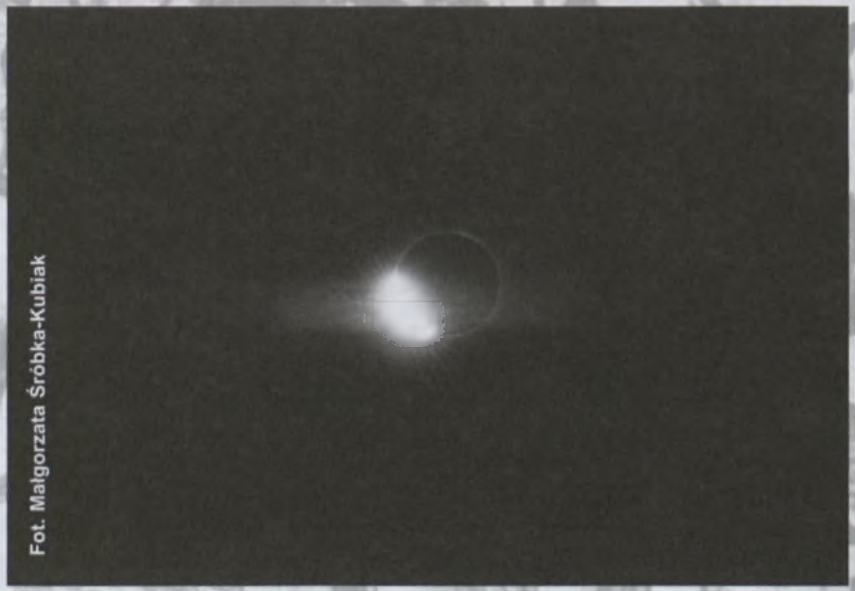
Radosław Grochowski

Grupa obserwatorów (fot. M. Grochowski)

Noc w pigułce

Wyprawa na całkowite zaćmienie Słońca została zorganizowana przez Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne przy Zespole Szkół Technicznych w Grudziądzu, jako 50-osobowa wycieczka połączona ze zwiedzaniem Budapesztu i Györu, a to ostatnie w tym stuleciu zaćmienie chcieliśmy zobaczyć w odpowiedniej scenerii: Balaton i zaćmienie Słońca — to byłoby to! Dzień przed zaćmieniem byliśmy w Budapeszcie. Telewizja węgierska podawała prognozę pogody, z której wynikało, że w dzień zaćmienia na pewno będą chmury, gdzieniegdzie popada, ale będą też i przejaśnienia. Pokazywano tłumy ludzi nad Balatonem, korki na autostradach w kierunku pasa całkowitego zaćmienia. Bardzo wcześnie rano w Budapeszcie było chmurno, zimno i pokropił deszcz. Mimo to pełni optymizmu, z ciężkim sercem rezygnując z Balatonu, wybraliśmy się 70 km na południe od Budapesztu, do miasteczka nad Dunajem, Dunaföldvár. I tu postanowiliśmy rozstawić nasz sprzęt, czyli refraktor 80/1200 i teleskop Maksutowa z ekranem słonecznym, który na każdej granicy (polsko-czesko-słowacko-węgierskiej) oglądany był skrupulatnie przez celników obojga stron, karnet ATA był starannie i długo ostemplowywany, a dane wprowadzane do komputera. Przez te przedłużające się formalności celne, wszyscy patrzyli na teleskop początkowo ze złością, potem z szacunkiem — jechaliśmy w końcu na zaćmienie i to z nie byle jaką rurą, która niejedno już zaćmienie całkowite widziała (w przeciwieństwie do nas). W Dunaföldvár wybraliśmy sobie miejsce na wzgórzu przy kościele i jak się okazało później, Opatrzność nad nami czuwała. Zaczęło się zaćmienie częściowe, chmury od czasu do czasu zakrywały Słońce, dając naturalny filtr, duże luki w chmurach pozwalały nam na oglądanie zaćmienia częściowego przez filtry spawalnicze nr 11–14, można też było oglądać Słońce na ekranie teleskopu Maksutowa, zwracając uwagę na 2 grupy plam słonecznych. W miarę upływu czasu napięcie i zdenerwowanie rosło, bo i chmur przybywało. Spoglądaliśmy na siebie nerwowo i z niedowierzaniem, w coraz większej ciszy i w coraz większym napięciu.10 minut przed zaćmieniem całkowitym, gdy wyczuwało się już cudowność i niepowtarzalność zjawiska, gdy wiedzieliśmy, że zdarzy się za chwilę coś niezwykłego, bo robiło się już wokół dziwnie; światło przyblakło, „zdziczało" — pojawiła się chmura. Była ogromna, nazwaliśmy ją 10-ciominutówką. Mogła spokojnie zepsuć nam wszystko. I zdarzyło się coś niezwykłego, chmura przeszła bokiem (już nikt nie zwracał na nią uwagi), luka w chmurach objęła prawie całe niebo, które ciemniało coraz szybciej, mrok był coraz większy, a jednocześnie dziwne białe światło, jak od lampy neonowej, przepełniało przestrzeń i mieszało się z mrokiem. Z lewej strony wąziutkiego już sierpka Słońca widać było Wenus. Zrobiło się chłodniej (przez cały czas był upał), powiał wiatr, nisko przeleciał wystraszony ptak. Cisza. Z zapartym tchem chłonęliśmy każdą sekundę. Dalej wszystko działo się szybko — drugi kontakt, perły Bailly'ego, pierścień z diamentem, zabłysła korona, bardzo jasna, cudowna, majestatyczna, gołym okiem widać protuberancje. Przez 2 minuty nic się nie dzieje. Spokój. Trzeba to utrwalić, ale też i trochę się napatrzeć. Pstrykają aparaty przy refraktorze i teleobiektywach. Nie jest zupełnie ciemno, jaśniej niż przy Księżycu w pełni, widać tylko Wenus i Merkurego. Horyzont wokół jasny, niebo ciemnoniebieskie, a jednocześnie to białe światło... Słychać głos: minęła minuta..., minęło półtorej minuty... Czemu ten czas tak szybko leci?... Minęły 2 minuty i 16 sekund. I niestety trzeci kontakt, pierwsze błyski, słoneczne promyczki przedzierające się przez postrzępioną krawędź Księżyca, czyli jeszcze raz perły, pierścień, korona znika, jakby ją ktoś wyłączył. Jeszcze przez chwilę panuje mrok przetykany coraz jaśniejszym „dzikim" światłem białym, które jakby żółcieje i ciepleje. Gdy robi się „prawie normalnie", wszyscy na chwilę zapominają, że zaćmienie trwa. I nagle wybucha wielka radość. Wielkość, podniosłość i niesamowitość tej ponad 2-minutowej chwili była tak wielka, że teraz mogliśmy sobie dopiero pozwolić na gesty radości, gratulacje i łzy. Dopiero teraz poczuliśmy, że mocno pogryzły nas komary. Teraz wiedzieliśmy na pewno, że byliśmy świadkami czegoś wielkiego, jedynego w życiu. Czego nawet opisać się nie da, a co próbowała zrobić

Małgorzata Śróbka-Kubiak



Fot. Małgorzata Śróbka-Kubiak

PS Z uzyskanej bogatej dokumentacji fotograficznej (kilka zdjęć wykonanych przez refraktor 80/1200 autorstwa Sebastiana Soberskiego ukazało się w Uranii-PA nr 5/99) oraz grafik Klary Stolp pt. „Poszukiwania w kosmosie", wykonanych po obserwacji zaćmienia Słońca powstaje w grudziądzkim Planetarium wystawa.

Fot. Bartłomiej Zakrzewski (obiektyw MS 2M-55A, f = 500 mm, film Kodak Gold 200, czas ekspozycji 1 s)

Fot. Piotr Kezwoń (teleskop o średnicy zwierciadła 90 mm, 10/900 mm, film Konica VX 100, czas ekspozycji automatyczny)

Fot. Marek Gierliński (teleobiektyw MC MTO-11 CA, film Fuji Velvia 50 ASA, czas ekspozycji automatyczny)

Zdjęcie wykonane standardowym obiektywem f=50 mm, na filmie Kodak Gold 100. Fot. Krzysztof Socha. Trudno jest fotografować przez takie chmury koronę słoneczną.

Fot. Wojciech Kreft (luneta o średnicy obiektywu 50 mm, 24/1200 mm, film Kodak Gold 100, czas ekspozycji 1/30 s)

Całkowite zaćmienie Słońca 11-08-1999

Fot. R. Fangor

Fot. K. Rochowicz

Fot. A. Kisielewicz

Fot. S. Soberski

Fot. M. Gierliński (Soltvadkert, Hungary, Canon EOS 50E + MC MTO-11 CA, Fuji Velvia 50 ASA)

Urania
Postępy Astronomii

Zdjęcie wykonane przez Sebastiana Soberskiego ujawnia zawiłe struktury protuberancji chromosferycznych

Fot. Maciej Lose (MTO 10/1000, Fuji Superia 200, 1/30 s)

Fot. Tomasz Lewicki (4,5/300 , 2x, Fuji Superia 200, 1/60 s)

I stała się ciemność

Dnia 11 sierpnia 1999 roku byliśmy świadkami ostatniego w tym tysiącleciu całkowitego zaćmienia Słońca. Grupa astronomów i studentów z Torunia wraz z miłośnikami astronomii z grudziądzkiego obserwatorium, zorganizowała wspólną wyprawę w pas całkowitego zaćmienia Słońca.

Wzięliśmy ze sobą specjalistyczny sprzęt. Prezentowane zdjęcia wykonane zostały przez teleskop soczewkowy o średnicy obiektywu 80 mm i ogniskowej 1200 mm. Bardzo ważny był wybór miejsca obserwacji. Ostatecznie zdecydowaliśmy się na Węgry.

Dzień przed zaćmieniem w okolicach Budapesztu było około 38°C. Postanowiliśmy przenocować niedaleko Budapesztu i nocą, po przeanalizowaniu prognoz pogody, zadecydować w jakim rejonie Węgier będą najlepsze warunki.

Z raportów telewizyjnych i radiowych wynikało, że drogi prowadzące w rejon jeziora Balaton są zakorkowane przez amatorów zaćmienia. Na dzień przed zjawiskiem do największej nad Balatonem miejscowości, czterdziestotysięcznego Siofoku, przyjechało 300 000 obserwatorów. Samochody na autostradzie poruszały się z „zawrotną" prędkością 3 kilometrów na godzinę. Jednak okazało się, że ze względu na pogodę nie jest to optymalny rejon do obserwacji. Najkorzystniej powinno być w okolicach miejscowości Paks, ponieważ nad Balatonem zapowiadano przelotne opady, a w rejonie Szeged stosunkowo duże zachmurzenie. Postanowiliśmy bocznymi drogami przebijać się na południe, aby jak najgłębiej wjechać w pas całkowitego zaćmienia.

Ranek w dniu zaćmienia powitał nas chmurami. Jednak podczas jazdy na południe, w miarę upływu czasu niebo stało się bezchmurne. Na 45 minut przed rozpoczęciem kosmicznego spektaklu zatrzymaliśmy się w małej miejscowości Dunafoldvar leżącej nad Dunajem, 20 kilometrów na południe od Dunaujvaros. Znaleźliśmy się prawie w centrum pasa całkowitego zaćmienia. Szybko rozstawiliśmy sprzęt na skarpie przy katolickim kościele i po kilku minutach zaczęło się ... padł okrzyk: „Pierwszy kontakt!".

Słońca zaczęło ubywać od prawej strony. Podczas fazy częściowej cały czas byliśmy gotowi, aby w przypadku załamania aury zapakować teleskop do samochodu i gonić dobrą pogodę. Na szczęście nie było to konieczne. W końcu pozostał już tylko wąski sierp Słońca. W środku dnia zaczęły być widoczne jasne planety:

Wenus i Merkury. Jeszcze ostatni błysk fotosfery i tarcza Słońca zniknęła...

...zrobiło się ciemno. Zapanowała wszechogarniająca cisza rozdzierana tylko okrzykami: „Pozostało jeszcze 30 sekund!... jeszcze 10!..."

W czasie 2 minut i 18 sekund wszyscy poczuliśmy jeszcze silniej, że żyjemy w Kosmosie. W ciągu paru chwil kilka ciał kosmicznych znalazło się dokładnie na jednej linii: Słońce, Księżyc, My i Ziemia. Pomimo że znaliśmy mechanizm tego zjawiska, jednakże jego nieuchronność wzbudzała w nas podświadomy, irracjonalny lęk. Czuliśmy również zachwyt dla praw przyrody, które tak konsekwentnie od miliardów lat wiążą przyczyny ze skutkami w naszym Wszechświecie. Korona słoneczna była nadspodziewanie jasna, a spoza ciemnej tarczy Księżyca wybijały się fioletowe protuberancje. Patrząc na ten kosmiczny spektakl, miało się przekonanie, że jeszcze raz potwierdziły się słowa Mikołaja Kopernika, który powiedział: „A cóż piękniejszego nad niebo, które przecież ogarnia wszystko, co piękne".

„...Uwaga koniec! Trzeci kontakt!". Na tę komendę szybko założyłem filtr na obiektyw teleskopu, który uchronił mnie przed potokiem fotonów dobiegających z wyłaniającej się tarczy Słońca.

Jest to już druga astronomiczna wyprawa na całkowite zaćmienie Słońca, w której brali udział członkowie Koła Naukowego Studentów Fizyki i Astronomii UMK. Pierwsza, w marcu 1997 roku, zawiodła nas aż do Mongolii, gdzie w czasie zaćmienia można było podziwiać kometę stulecia (Hale-Bopp'97).

Następne całkowite zaćmienie będzie widoczne w 2001 roku na terenie Afryki. Będzie to pierwsze zaćmienie w nowym tysiącleciu. Już teraz zaczynamy przygotowania do obserwacji tego zjawiska.

Sebastian Soberski

Wszystkie zdjęcia wykonane z tymi samymi parametrami, w jednakowych odstępach czasu między fazą 0,5 a zaćmieniem całkowitym.
Fot. Piotr Kezwoń.

Nasze zaćmienie

Wyprawa została zorganizowana przez studentów fizyki krakowskiej WSP. Główny cel — zaćmienie! Cele dodatkowe: zobaczyć, zwiedzić, obejrzeć, co tylko jest po drodze. Własny środek transportu umożliwia dość swobodne zaplanowanie trasy. Jedziemy na południe Węgier, do Szeged, w sam środek pasa zaćmienia. Tam prawdopodobieństwo pogody jest o całe 3% większe niż nad masowo obleganym Balatonem. Od momentu wyjazdu z Krakowa zaćmienie jest ciągle obecne w naszych rozmowach i rozmyślaniach. Nawet w podziemnych basenach Miszkolca czy mrocznych piwnicach Tokaju. Na granicach dreszczyk emocji. Czy będzie tłok? Czy mamy poprawnie wypełnioną Eurolistę? Czy będą pytania o sprzęt? Bez większych przeszkód docieramy na miejsce.

W dzień przed zaćmieniem robimy próbę generalną. Z przepastnych bagażników autobusu wyłaniają się teleskopy i statywy, kamery i teleobiektywy. Największe zainteresowanie gapiów wzbudza rejestrator zachmurzenia — szklana kula wypalająca ścieżkę na papierowej taśmie. Ścieżka nie ma przerw, bo dziś pogoda jest bezchmurna, ale jak będzie jutro? Podobno złe wieści z Internetu. Wieczorem grupa studentów, która próbuje jeszcze raz przećwiczyć ocenę zasięgu widoczności gwiazd (a przy okazji policzyć Perseidy), melduje, że nadciągają chmury. Na razie ciśnienie się nie zmienia, a cirrusiki nie wyglądają groźnie. Jednak nad Balatonem już pada. Czy front idzie w naszym kierunku? Z jaką szybkością? Czy na te kilkanaście godzin zatrzyma się czy wręcz przeciwnie — przyspieszy i w ciągu nocy przesunie się na wschód? Przecież do południa MUSI się rozpogodzić!

Dzień zaćmienia. O 7:00 — chmury, 7:30 chmury, ale jakby nieco jaśniej, 7:45 — deszcz. Nastroje niewesołe. Chłopcy od pomiaru jasności zapewniają, że ich przyrząd, światłomierz zbudowany w oparciu o baterię słoneczną z kalkulatora, zarejestruje zaćmienie nawet przez chmury. O 8:00 powraca nadzieja. Dostajemy wiadomość, że w Siofok nad Balatonem zachmurzenie 0,2 i świeci Słońce! W pośpiechu pakujemy się do autobusu i ruszamy na zachód.

Szeged opuszczamy w deszczu i jedziemy wzdłuż środka pasa zaćmienia. Po pół godzinie widzimy przejaśnienie prosto przed nami. Na wąskiej drodze spory ruch. Widać nie tylko my w pogoni za pogodą uciekamy spod szczelnej kołdry frontu atmosferycznego. Im dalej na zachód, tym więcej przejaśnień a wraz z nimi coraz lepsze humory. Pierwszy błysk Słońca upewnia nas, że decyzja o wyjeździe w poszukiwaniu pogody była słuszna. Niepokoi nieco fakt, że wszystkie parkingi są zapchane przez wpatrzonych w Słońce ludzi. Nad Balatonem nadal 0,2 a u nas czysto. Może trzeba już stanąć, by nie „przestrzelić"? Decyzja: jeszcze 20 km i stop na pierwszym dogodnym miejscu. Tuż za Kiskörös jest cudowny asfaltowy, suchy parking ze stróżówką w kącie. Będzie prąd! Ze stu metrów kabla rozwijamy najwyżej 20. Widok wtyczki w ręku wyjaśnił portierce, o co chodzi, równie dobrze jak nasz nieoceniony tłumacz. — Pieniądze? Nie, nie, ale ... może pozwolicie popatrzeć? Portierka też czeka na zaćmienie.

Rozstawiamy sprzęt. GPS mierzy, gdzie jesteśmy, obserwatorzy przyrody szukają mrowisk, świerszczy i kwiatków, pracuje już meteorologia. Sprawdzamy, czy wszystkie filtry chroniące wzrok są na swoich miejscach. Filtry są różne, wykonane z uszkodzonych dyskietek, klisz rentgenowskich, prześwietlonych filmów. Tych „profesjonalnych" z Zeissa mamy tylko 2. Jesteśmy gotowi na 15 minut przed pierwszym kontaktem. Akurat żeby ochłonąć i pomyśleć jeszcze raz spokojnie, czy wszystko jest OK. Spiker prowadzący pomiar czasu stopniowo zwiększa tempo odliczania aż do sekund — 9, 8, 7 — napięcie wzrasta — 3, 2, 1, 0! I nic! Dopiero po chwili grupa obserwująca Słońce na ekranie krzyczy, że u nich widać pierwszy kontakt. Faza zaćmienia rośnie. Ludzie są podekscytowani. Czekamy, co będzie dalej.

Faza przekroczyła 50%, pogoda idealna, jednak patrząc na białe ogrodzenie pobliskiej kawiarenki wzrok już nie jest oślepiony. Grupa mierząca jasność Słońca potwierdza nasze subiektywne wrażenie. Na białym ekranie rozłożonym w cieniu drzewa przebłyskujące refleksy słoneczne przybierają kształt wąskich sierpów. Światło jest coraz bardziej niesamowite, wyraźnie czujemy ochłodzenie — słupek rtęci wystawiony na działanie Słońca obniża się w maksimum o 8°C, cichną cykady, chowają się mrówki. Naprawdę można uwierzyć w nadciągający koniec świata.

Jest Wenus! Jest Merkury! Koronę słoneczną dostrzegamy tuż przed zaćmieniem całkowitym. Ci z bystrzejszym wzrokiem twierdzą, że widać protuberancje. Filtry precz! W ruch idzie szukacz komet, gołym okiem widać gwiazdy do 1,75 magnitudo. Wiatromierz stoi na zerze, ale flagi na wysokich masztach przed autosalonem zaczynają łopotać. Rozglądamy się dookoła. Mamy wrażenie, że Słońce zaszło we wszystkich kierunkach na raz. Beznamiętny głos spikera jakby wywoływał Słońce zza Księżyca. Już jest, już koniec, już po zaćmieniu. Nie udało się nam dostrzec pędzącego cienia Księżyca, lecz przez kilkadziesiąt sekund widać na asfalcie drobne cienie, które jak zmarszczki czy fale mkną na południowy zachód.

Wszyscy mówią! Studenci z dyktafonem zbierają na gorąco wrażenia. Będą mieli co włączyć do swojej relacji. Entuzjazm wybucha na widok bociana, który właśnie wstał i zabrał się za drugą tego dnia poranną toaletę. W miarę cofania się Księżyca świat wraca do normy. Kwiaty rozchyliły kielichy, zaczął się ruch na drodze. A my nadal fotografujemy zaćmienie, nadal mierzymy czasy odsłaniania się kolejnych plam na tarczy Słońca. Wszyscy mają poczucie, że widzieli najbardziej niezwykły spektakl, jaki natura stworzyła dla człowieka. Oprócz zachwytów słychać zdziwienie. Tak krótko? Tak jasno?

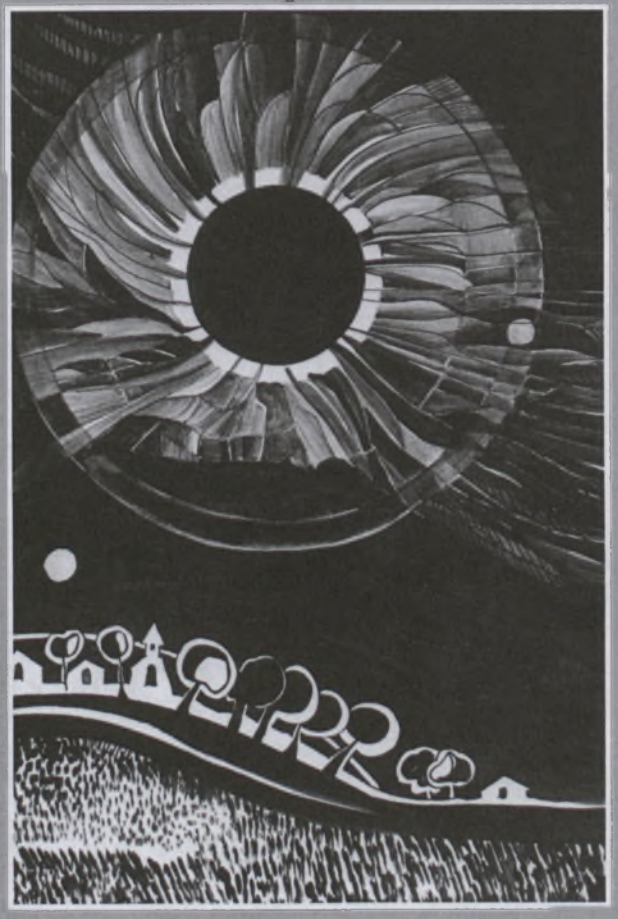
Samotny cumulus zasłonił ostatni kontakt. Robimy zdjęcie grupowe i pakujemy sprzęt. Żegnamy gościnny węgierski parking, na którym przeżyliśmy zaćmienie i wracamy do Szeged, do Polski, do domu. Wszystkim spotkanym ludziom długo jeszcze opowiadamy: widzieliśmy je, było cudowne!

Waldemar Ogłoza
Bartłomiej Zakrzewski

Galeria zaćmieniowych impresji Klary Stolp

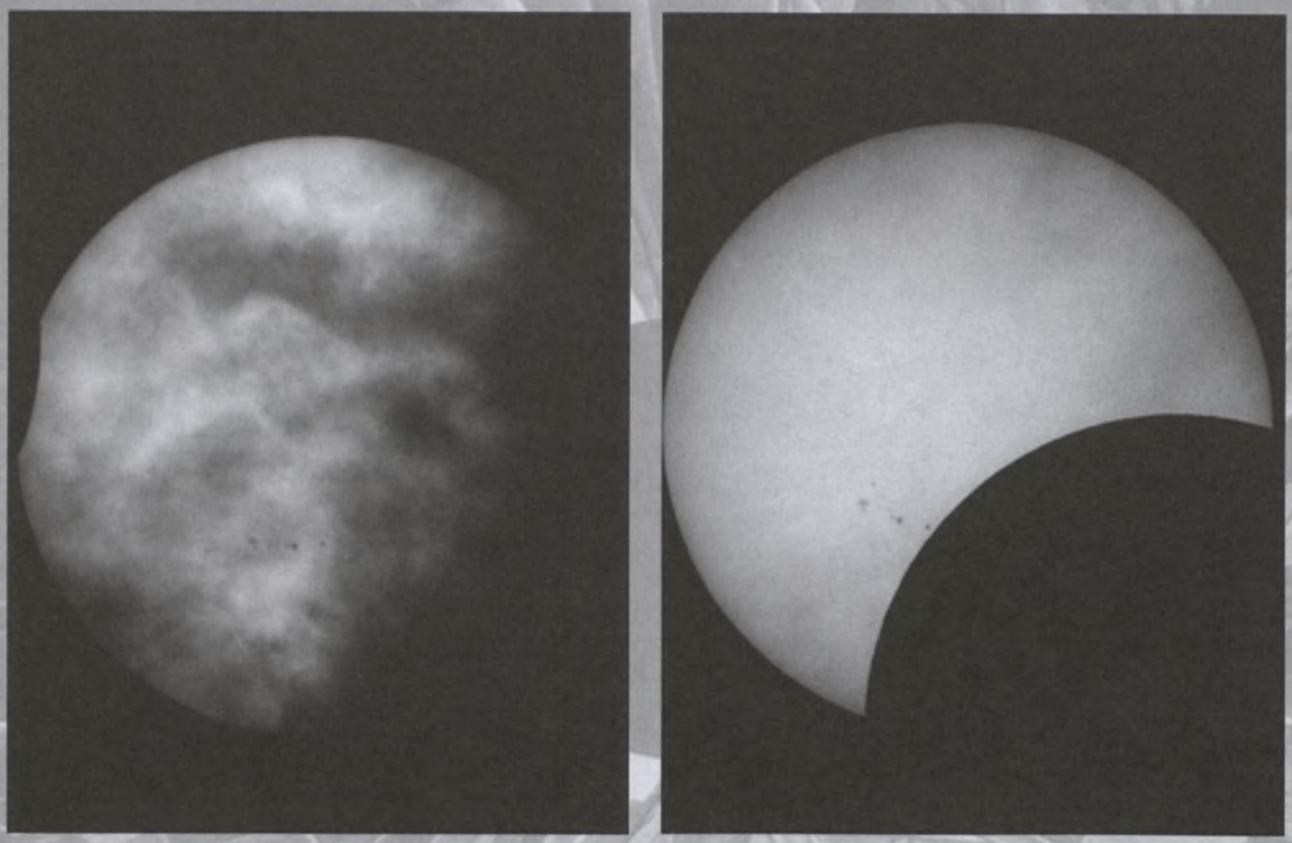
I faza

Świat w innym świetle

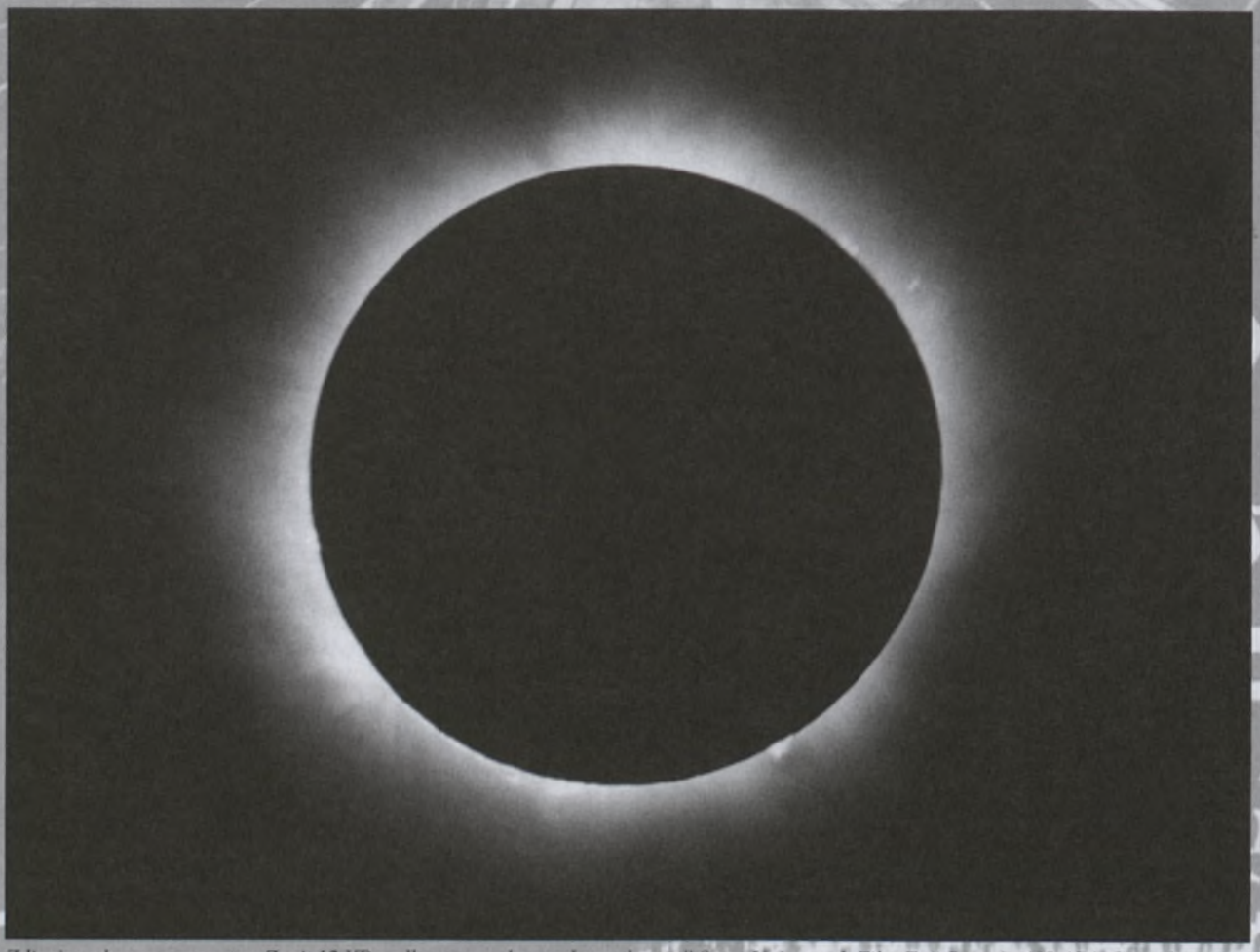


Zaćmienie Słońca

Ku końcowi



Oprócz zakrycia tarczy słonecznej jako takiej, można było jeszcze śledzić zakrycia kolejnych grup plam słonecznych. Ogniskowa teleskopu 2200 mm, film Fuji Superia 100 ASA, czas eksp. 1/500 s. Fot. W. Skórzyński



Zdjęcie wykonane aparatem Zenit 12 XP podłączonym do „szukacza komet" firmy Uniwersał. Film Fuji Superia 400 ASA. Czas ekspozycji 1/250 s. Fot. J. Stuzeja

Złapaliśmy bakcyla!

To była prywatna ekspedycja członków Oddziału krakowskiego PTMA w składzie: Iwona Kubies, Marcin Filipek, Piotr Czerski, Janusz Płeszka.

Po powrocie do kraju postanowiliśmy opisać nasze przeżycia związane z obserwowanym na Węgrzech zaćmieniem z okolic miasta Szeged.

Nasza grupa obserwacyjna już pół roku wcześniej obrała po analizie pogodowej okolicę na płn.-zach. od Szeged za cel ekspedycji zaćmieniowej. Wydawało się, że przygotowaliśmy się do zaćmienia znakomicie, ale o mały włos pogoda nie popsuła nam całego widowiska, pokazując, że statystyczne 55% to trochę mało by mieć pewność obserwacji zjawiska zaćmienia.

Z dojazdem na miejsce i przekraczaniem granic nie było żadnych kłopotów, hasło „zaćmienie" praktycznie do formalności ograniczało odprawy celne, a widok doładowanego po dach sprzętem opla combi chyba do reszty zniechęcał celników do jakiejkolwiek kontroli, notabene świadomie zaplanowaliśmy przekraczanie granic niewielkimi przejściami, chcąc unikną korków i drobiazgowej, czasochłonnej kontroli.

Dzień przed zjawiskiem, rano jesteśmy wg mapy na miejscu przewidzianych obserwacji w środku pasa całkowitości, skręcamy w lokalną drogę w celu znalezienia spokojnego i dogodnego miejsca do obserwacji, wszędzie płasko jak okiem sięgnąć, ale to w końcu Nizina Węgierska, więc wszystko w najlepszym porządku.

Kusząco wygląda polna, piaszczysta droga wiodąca w bezkres pól. Mijamy jakieś spore pole namiotowe, jak się później okazało, obóz Węgierskich Miłośników Astronomii, ale jedziemy dalej, bo szukamy bardziej spokojnego miejsca. Po kilkuset metrach spotykamy kogoś z miejscowych, Marcin próbuje zagadnąć po niemiecku, ale bezskutecznie, okazuje się, że Laszlo studiował w Budapeszcie i zna nieźle angielski, tak więc dogadaliśmy się bez większych problemów. Nasz gospodarz dał nam w posiadanie całą starą farmę, przez którą za rok ma przebiegać autostrada, teren ogrodzony, płaski, bezpieczny. Podejmujemy decyzję: zostajemy.

Po rozbiciu obozu i wypakowaniu sprzętu jedziemy odwiedzić węgierskich obserwatorów stacjonujących tam już od tygodnia. Cały czas mieli wspaniałą pogodę, niestety po węgiersku nie rozumiemy zbyt wiele, więc po krótkiej wizycie wracamy do „naszej" farmy.

Wieczorem jedziemy do Szeged na większe zakupy. Poza paroma kiepskimi gadżetami nie widać, by miasto przygotowało się do przejścia księżycowego cienia w środku dnia, żyje raczej normalnym rytmem .

Wracamy do obozu i przy zachodzie Słońca spostrzegamy pierwsze niepokojące symptomy nadciągającego frontu atmosferycznego z opadami, na zachodniej stronie widać piękne haczykowate cirrusy, ładnie podświetlone od spodu na pomarańczowo i różowo.

Przed północą podczas obserwacji nieba słychać pierwsze oznaki nadciągającej burzy, ale nadal jest pogodnie.

Rano budzi nas ulewa szarpiąca namiotami, nie przestaje padać aż do 9 godziny, niebo zasnute ciężkimi chmurami przechodzącymi w zachmurzenie warstwowe, a na płd.-zach. widać przy horyzoncie pierwsze prześwity błękitu.

Skoro widzimy błękit tak nisko, to oznacza, że rozpogodzenie ma spore rozmiary i mamy szansę się w nim znaleźć. Szybka kalkulacja i ocena prędkości chmur powoduje podjęcie radykalnej decyzji, pakujemy się i pędzimy do czystego nieba, bo chmury nie zdążą nas opuścić przed zaćmieniem. Bierzemy do auta tylko lekkie przenośne moduły i za kilkanaście minut, uzbrojeni w dobrą mapę, już pędzimy lokalnymi drogami raczej z małym poważaniem dla lokalnych ograniczeń i przejazdów kolejowych ku Słońcu. Mijamy, zostawiając w tumanach kurzu kilkanaście ekip z całej Europy i kilka z polskimi numerami, ulokowanych na poboczach, aż wreszcie pół nieba jest już błękitne i chmury nadal nas opuszczają. Znów polna droga gdzieś za Pustomergesz, gdzie miał dotrzeć jeszcze jeden kolega z Krakowa, ale przed Budapesztem zepsuł się jego maluch i z lekkim sprzętem dotarł tylko nad Balaton. Rozkładamy w pośpiechu sprzęt na jedynym w okolicy stepowym, parometrowym pagórku obok jakichś wykopalisk archeologicznych — być może na prehistorycznym kurhanie. W gotowości stają solidne statywy ze sprzętem do obserwacji i fotografii. Marcin ustawia montaż z napędem. Wszystko gotowe i czekamy na pierwszy kontakt. Jest!!! Z prawej strony zaczyna Słoneczka ubywać.

Przygotowany sprzęt to aparaty Praktica i Pentacony Six oraz teleobiektyw Sonnar 300/4 , 120/2,8 przewidziany do multiekspozycji i fischeye30/3,5 format 6x6 cm oraz lustrzane Rubinar 500/5,6, MTO 11CA, teleskop Newtona „Kastor" 170/1200 na montażu paralaktycznym, Maksutow Cassegrain „Alamak" 150/1500 na solidnym drewnianym azymutalnym statywie oraz 2 zeissowskie lornetki 7×50 do obserwacji korony.

Słoneczka dalej ubywa, ale na niebie dzieje się coś bardzo niepokojącego: chmury powoli zmieniają kierunek i zaczynają zbliżać się do nas pomimo trzydziestostopniowego zapasu, jaki uznaliśmy za wystarczający.

Następna szybka decyzja: zwijamy się z teleskopami na kolanach, bo nie ma czasu na chowanie do futerałów. Już wiem, że z wielokrotnej ekspozycji nici, bo nie ustawię dokładnie drugi raz obrazu w jednej linii.

Pędzimy dalej w szaleńczej pogoni za Słońcem. Widocznie naruszyliśmy spokój duchów naszego wzniesienia „kurhanu" — to był błąd. Mijamy, zwalniając nieco w Kiskunhalas, aby nie zatrzymała nas lokalna policja, bo na taką stratę czasu nie możemy sobie pozwolić. Jedziemy, a raczej przelatujemy nad dziurami i mostkami jakieś 60 km w polnym terenie, przez szyberdach widzimy już fazę 0,4 , chmury pozostają jakieś 30 stopni nad horyzontem, a my coraz bardziej oddalamy się od Szeged wzdłuż pasa centralnego. Znów polna droga przed miejscowością Kecel, puste ściernisko. Tym razem pobijamy rekord i sprzęt rozstawiony zostaje w kilka minut, dalsza rejestracja zjawiska od fazy 0,5.

Z najbliższego domostwa, jeszcze pod strzechą, wychodzi starszy pan — pewnie właściciel pola. Zatrzymuje

Seria zdjęć wykonanych przez M. Filipka

się, obserwując nas uwijających się przy sprzęcie, jakieś 100 m od nas. Machamy do niego, zachęcając, aby przyszedł, ale po dwudziestu metrach staje — chyba boi się podejść bliżej i tak do fazy 0,95 — gdy już wyraźnie się ściemniło, patrzy z przerażeniem w niebo, potem znów na nas, jeszcze raz na niebo i w wielkiej panice puszcza się pędem na skróty prosto do chałupy, tratując po drodze przydomowy ogródek. Zamyka drzwi, zatrzaskuje okiennice i już go nie widzimy do końca zjawiska. Czyżby nie wiedział nic o zaćmieniu i pomyślał, że to może nasza nieczysta sprawka?

Od momentu rozbicia sprzętu, czyli od fazy 0,5, widać już wyraźnie różnicę w oświetleniu terenu, światło jest jakby zimniejsze, a my rzucamy coraz ostrzejsze cienie.

Na obiektywach błyszczą filtry słoneczne i co chwila cykają migawki, przy fazie około 0,7 na czysto granatowobłękitnym niebie gołym okiem zauważamy Wenus na lewo pod sierpem Słońca. Oświetlenie staje się coraz bardziej sine, prawie surrealistyczne, trawa jest szaro-błękitno-fioletowa, a zieleń drzew przybiera morski odcień błękitu, niebo zaś jakby szarzało, stając się coraz bardziej fioletowe. Jest wyraźnie chłodniej.

W fazie 0,8 do 0,9 milkną skowronki, a jaskółki latają pół metra nad ziemią — widocznie tam zebrały się owady.

Nadejście cienia zastaje nas w absolutnej ciszy — ale tu wielki szok. Nic nie widać w wizjerach aparatów!

Sekundy konsternacji, poziom adrenaliny rośnie: przecież nie zdjęliśmy filtrów! Stracone 10 sek. z planu zdjęciowego; dalejże, przelatuję zaplanowane czasy ekspozycji z ogniskową 2 m dla pełnej rejestracji protuberancji i wewnętrznej korony. Protuberancje widoczne gołym okiem niby krwiste krople wokół czarnego kręgu Księżyca, na jasnych matówkach aparatów widok wprost oszałamiający: głęboka czerń okolona ognistym pierścieniem dziewięciu protuberancji.

Czas na obserwacje wizualne.

Gołym okiem widać 3–4 stopniową koronę ze wspaniałymi igłowatymi smugami gubiącymi się w tle czarno-granatowo-fioletowego nieba, które przy horyzoncie rozjaśnia się wokół, przybierając przejściowo barwy od sepii, ochry aż po pomarańcz przy samej ziemi. W lornetce 7×50 smugi koronalne wypełniają całe 7,5 stopniowe pole widzenia. Wspaniała, olśniewająca Wenus, widoczny Regulus, Kastor, Pollux Capella, Procjon, Aldebaran oraz górne gwiazdy z Oriona po zachodniej stronie. Jowisz i Saturn niewidoczne z powodu niskiego położenia i ochrowego rozjaśnienia nieba z dala od zenitu, także Merkurego nikt z nas nie zauważył. Powoli zachodni horyzont się rozjaśnia, a żółcie, pomarańcze i ochry podnoszą się coraz wyżej. Czyżby się kończyło? Niemożliwe, nie mogły przecież minąć aż dwie minuty — a jednak — minęły tak szybko, jakby to było 30 lub 45 sekund. Podczas tego spektaklu czas upływał tak szybko jak na wspaniałym filmie i jego upływ wydawał nam się aż nadto relatywistyczny. Z powodu niezdjęcia filtrów tracimy 10 s, pozostaje jednak nadal pełne dwie minuty i 10 sekund, które na pewno doskonale zapamiętamy do końca życia. Zdajemy sobie sprawę, że jeszcze nie mamy zdjęć korony z ogniskową 500 i 1000 mm, ale cień kończy się nieubłaganie i zastaje mnie przy wymianie konwertera.

W panice obsługiwałem tylko aparat z negatywem, zapominając o równolegle podpiętym aparacie z przeźroczem i wolno stojącym aparacie z ustawioną ponownie multiekspozycją, brakło w niej fazy całkowitej.

Potem już spokojnie zakładamy filtry i kończymy dokumentację malejących faz zsuwania się tarczy Srebrnego Globu z naszej Gwiazdy Dziennej.

W sumie wykonaliśmy kilkadziesiąt zdjęć faz częściowych oraz fazy całkowitej.

Najważniejsze, że widzieliśmy całe zjawisko przy prawie doskonałej pogodzie, a trzeba przyznać, że miejsce i cisza były naszymi sprzymierzeńcami podczas obserwacji i przeżywania chyba najwspanialszego widowiska, jakim na Ziemi może obdarzyć nas Natura. Dwoje obserwatorów zwróciło uwagę, że podczas trwania tej anomalnie krótkiej nocy drogą za drzewami pędził na światłach lokalny pusty autobus, jakby jego kierowca wiedziony atawistycznym instynktem próbował niemożliwego, czyli ucieczki przed księżycowym cieniem.

Pogoda wytrzymała prawie do ostatniego kontaktu, a potem nie wiadomo skąd szybko utworzyły się cienkie altocumulusy, pokrywając na kilka minut całe niebo, by po następnych kilku minutach rozpłynąć się bez śladu, dała o sobie widocznie znać wilgoć z porannej burzy.

Powoli i tym razem do futerałów pakujemy teleskopy i aparaty i lepszą drogą wracamy na farmę Laszlo. Na miejscu hiobowa wieść: tutaj nie było widać fazy całkowitej, a fazy częściowe tylko w przerwach chmur.

Obiecujemy przysłać naszemu gospodarzowi komplet zdjęć, co już zresztą zrobiliśmy.

Świadomi zastanego stanu rzeczy zadowoleni jesteśmy z podjęcia tych dwu szybkich decyzji zmiany lokalizacji, bo naprawdę było warto gnać na złamanie karku lokalnymi drogami, a przy okazji takich emocji pozostają wspomnienia, którymi warto się podzielić.

Spora grupa Słowaków i Amerykanów w campingu przy drodze nr 5 do Szeged, gdzie nawet chcieliśmy się początkowo zatrzymać, ale nie było już dobrych miejsc z widokiem na południe — dobrze, że tam nie stanęliśmy, bo oni też mieli niezłego totolotka z chmurami i sporo z tego widowiska stracili.

Na miejscu zaraz po fazie całkowitej rozdzwoniły się komórki od innych obserwatorów z zapytaniami o wrażenia i pogodę. Z ich relacji wynikało jednak, że nie mieli czystego nieba ani na zachodzie, blisko Austrii, ani nad Balatonem, gdzie dotarła większość obserwatorów z Polski — bo nad tym sporym zbiornikiem wody przy ochłodzeniu podczas zaćmienia skondensowała się para wodna, tworząc niewielkie chmurki, które skutecznie przeszkadzały w obserwacjach subtelności korony.

Chcąc podsumować, należałoby powiedzieć, że zjawisko zaćmienia całkowitego przerosło nas swoim urokiem i nawet nie zdawaliśmy sobie sprawy, że tak pięknego widowiska może dostarczyć nam Natura.

Nasuwa nam się tu kilka wniosków na przyszłość (Taaak! Już złapaliśmy zaćmieniowego bakcyla), którymi pragniemy podzielić się z czytelnikami:

1. Dobre i odpowiednio wczesne planowanie miejsca obserwacji obejmujące prognozę pogodową i dokładna znajomość terenu, dokładna mapa; unikajmy miejsc mokrych i zbiorników wodnych, bo obejrzymy chmurki i obłoczki pary skraplającej się po ochłodzeniu, zamiast zaćmienia.

2. Wczesne przybycie na miejsce zjawiska i znalezienie naprawdę dobrego i bezpiecznego miejsca do prowadzenia niezakłóconych obserwacji

3. Używanie sprawdzonego i w pełni przenośnego sprzętu szybko instalowanego w terenie na solidnych, sztywnych statywach umożliwiających wykonanie nie poruszonych zdjęć bezpośrednio z migawki aparatu. (Na metodę kapeluszową nie ma wtedy czasu, a nie sprawdzona konfiguracja obiektyw-konwerter może dobrze nie współpracować lub dawać dokuczliwe odblaski!)

4. Odpowiednio wczesne zaopatrzenie się w dobrej klasy, zawczasu przetestowane filtry słoneczne. (Trzeba koniecznie wykonać przez nie próbne zdjęcia przed zaćmieniem i obejrzeć wyniki.)

5. Wyjazd niewielką, zgraną, w pełni mobilną grupą obserwacyjną, gotową do podjęcia szybkich, radykalnych decyzji w terenie.

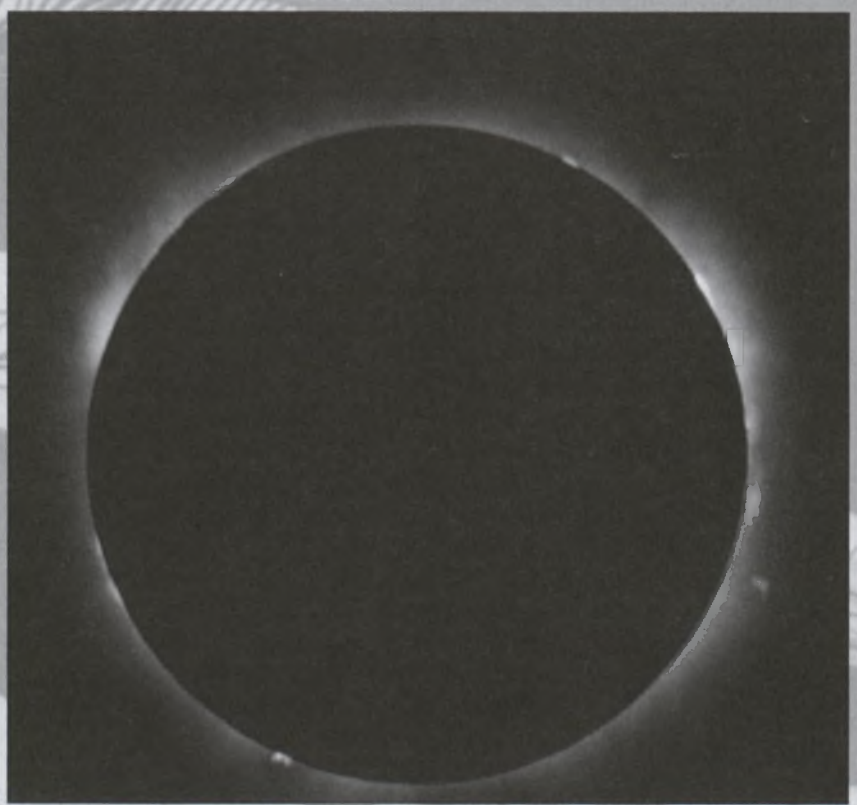
6. Dobre zaplanowanie programu zdjęciowego i obserwacyjnego i przećwiczenie zawczasu wykonania poszczególnych serii zdjęć i obserwacji, z uwzględnieniem rezerwy czasowej na zawsze możliwą awarię (pamiętajmy, że na zmianę rolki filmu nie będzie wtedy czasu, a jeśli nawet zmienimy w pośpiechu, tracąc cenną minutę, może okazać się, że film szybko zwijany zaświetlił się wyładowaniami elektrostatycznymi, a nowy, szybko zakładany, nie wciągnął się i będziemy mieli wszystkie ujęcia na pierwszej klatce, czyli nie będziemy mieli nic).

7. Posiadanie pod ręką zapasowych części, takich jak wężyk z blokadą czy śruba statywowa, które łatwo się gubią — szczególnie w transporcie czy przy rozkładaniu w pośpiechu sprzętu na trawie.

8. Wyłączenie „komórek", szczególnie podczas fazy całkowitej, bo inni obserwatorzy mogą być dalej na zachód już po 3 kontakcie i niecierpliwie wydzwaniać do nas, jak udało się zaćmienie, pomimo że my jesteśmy w samym środku trwania fazy całkowitej zjawiska.

Te kilka spostrzeżeń pozwoli nam w przyszłości uniknąć popełnionych błędów i lepiej przygotować się na następne zaćmienie.

Miłośnik Astronomii
Janusz Płeszka



Obiektyw MTO + telekonwenter 1,8x. Film Fuji Superia 200 ASA. 1/125 s. Fot. M. Filipek

Wyścig z chmurami

Pragnę podzielić się wrażeniami z eskapady po Węgrzech, w której uczestniczyło 15 osób z krośnieńskiego oddziału PTMA.

10 sierpnia o godz. 14-tej przyjechaliśmy na miejsce obserwacji, jakieś 10 km na północ od Szegedu. Wyszukanie miejsca na obozowisko zajęło nam sporo czasu; panował niesamowity upał, na niebie ani jednej chmury. Jednak wieczorem od zachodu pojawiły się *cirrusy*, co nas bardzo zaniepokoiło.

W dniu zaćmienia pobudka o godzinie 5. Wczesnym rankiem nad północno-zachodnim horyzontem wisiały czarne chmury, z których o godzinie 7 rozwinęła się burza. Po niej zaczął padać ciągły deszcz. W naszym zespole zapanowało zniechęcenie i smutek — prawdopodobnie nie zobaczymy zaćmienia. W telewizji śledziliśmy satelitarne przekazy meteorologiczne, z których wynikało, że na zachód od nas panuje jednak słoneczna pogoda! Gdy o godzinie 9 dostrzegliśmy nisko na zachodzie pas błękitu, natychmiast została podjęta decyzja o złożeniu obozu i wyjeździe w stronę Balatonu.

O 10-tej w strugach deszczu ruszyliśmy na zachód w poszukiwaniu Słońca. Rozpoczął się szaleńczy wyścig z Księżycem i chmurami. Nasz zespół, w trzech samochodach i na motocyklu, pomknął równolegle do środka pasa zaćmienia. Pędziliśmy z szybkością znacznie przekraczającą 100 km/godz., łamiąc ograniczenia prędkości, ale stawka była wysoka. Już w obszarze lepszej pogody spotkaliśmy pierwsze grupy obserwatorów zaćmienia, gubiąc jednocześnie jeden z samochodów naszego zespołu. Po przejechaniu 75 km, w chwili I-go kontaktu rozstawiliśmy teleskopy przy drodze. Jednak kolejna ławica chmur zmusiła nas do ponownej jazdy. 15 km dalej teleskopy stanęły ostatecznie na wspaniałej polanie, wzbudzając spore zainteresowanie innych grup Polaków i Węgrów. Była godzina 12:10. Zachodnie niebo tonęło w pięknym błękicie, a nad wschodnim horyzontem wisiały ponure chmury. Ze wzrastającym napięciem oczekiwaliśmy II-go kontaktu, wiedząc już, że pogoda nie popsuje nam fantastycznego spektaklu.

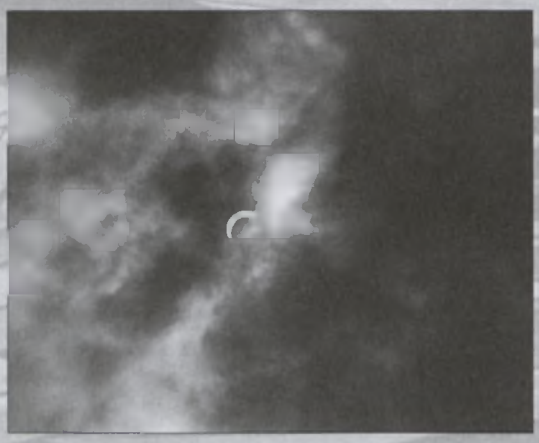
Kilka minut przed zaćmieniem całkowitym, przy wąskim sierpie Słońca, wyraźnie zmniejszyło się oświetlenie. Wyczuliśmy niepokój ptaków. Na zachodzie niebo gwałtownie pociemniało — zbliżał się do nas z ponaddźwiękową szybkością cień Księżyca. Nagle głęboki półmrok, wyraźnie odczuwalny chłód, brak wiatru i zupełna cisza w przyrodzie. Ruszyły aparaty fotograficzne i kamera wideo. Krótko błysnęły perły Bailly'ego, po drugiej stronie Słońca zaczęła rozbudowywać się fantastyczna korona. Radosne okrzyki: jesteśmy w cieniu Księżyca!

Nad horyzontem niebo pomarańczowe, nad nami ciemny granat, doskonale widoczna Wenus. Korona słoneczna zrobiła na mnie niesamowite wrażenie, była potężna i miała nieziemską strukturę. Dookoła ciemnej tarczy Księżyca wyraźnie widoczne były czerwonoróżowe protuberancje. Czuliśmy się jak w nierealnym, surrealistycznym śnie.

W pewnej chwili dociera do moich uszu pomiar czasu — 2 minuty 15 sekund. W oczekiwaniu III kontaktu przestawiam czas ekspozycji w aparacie na 1/1000 s. Nagle pierwszy błysk fotosfery i kolejne zdjęcia. Mrok gwałtownie pryska, w ciągu kilku sekund zrobiło się zupełnie jasno. Opuścił nas cień Księżyca, a jego ciemny krąg odsłaniał kolejne grupy plam na tarczy Słońca.

Jeszcze pamiątkowe zdjęcia, pożegnania z innymi obserwatorami i szczęśliwi wracamy przez Budapeszt do domu.

Mariusz Świętnicki



Nie wszystkim chmury pozwoliły w pełni nacieszyć się zaćmieniem. Fot. R. Urbanowicz

Pod znakiem zaćmienia odbył się w Budapeszcie koncert Luciano Pavarottiego, a Poczta Rumuńska przygotowała okolicznościowe znaczki i pocztówki.

Grupa obserwatorów z Torunia, która pojechała do Szeged, żałowała wyboru tego miejsca, gdy okazało się, że chmury były tam dla nich mniej życzliwe. Fot. M. Rafalska

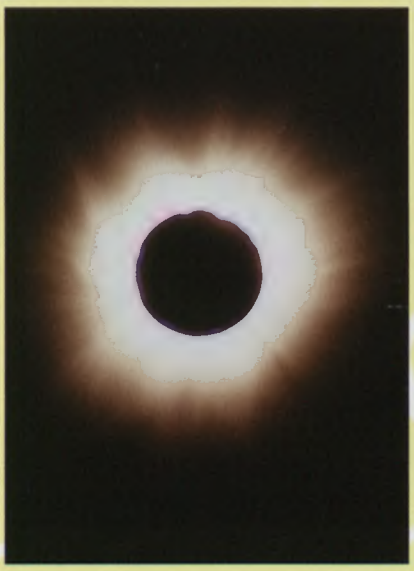
Ostatnie sekundy przed całkowitym zaćmieniem. Zdjęcie przez filtr (fot. K. Rochowicz)

Tu do zrobienia takiego zdjęcia zamiast filtru wystarczyły chmury. (fot. Sz. Kozłowski)

Mimo chmur, jest! Mały błysk i korona! Można już zdjąć okulary i cieszyć się, że jednak chmury nie popsuły wszystkiego. Fot. M. Rafalska

Drugi i trzeci kontakt. Praktica MTL-3 + refraktor 65/400 z telekonwerterem 2x, film Konica VX 400, czas 1/1000 s. Fot. M. Świętnicki

Zachód słońca w Szantod nad Balatonem w wieczór poprzedzający zaćmienie „rybim okiem" sfotografował Franciszek Chodorowski



Dwa zdjęcia wykonane przez Małgosię Śróbkę-Kubiak (obiektyw 4/300, 200 ASA)

Drugi kontakt sfotografowany w Kamen Bryagu (Bułgaria) obiektywem 44/600 na filmie Kodak 400 ASA z czasem 1/500 s. Fot. Konrad Szaruga

Perseidy i całkowite zaćmienie Słońca

Czytając ten tytuł, zastanawialiście się może co te dwie rzeczy mają wspólnego ze sobą? Otóż daty 11 08 1999 r. myślę, że nie trzeba nikomu tłumaczyć, a noc z 12/13 08 powinna się każdemu kojarzyć z maksimum jednego z najaktywniejszych rojów — Perseid.

Te okoliczności sprawiły, że IMO (International Meteor Organization) i bułgarski klub astronomiczny Canopus, zorganizowały 10 dniowy (5 VIII – 15 VIII) obóz w miejscowości Kamen Bryag, położonej nad brzegiem Czarnego Morza w Bułgarii (vide „Urania" 6/98 A. Olech — Międzynarodowa Konferencja Obserwatorów Meteorów). Na obóz zostało zaproszonych wielu obserwatorów z kilku krajów, takich jak: Belgia, Bułgaria, Holandia, Japonia, Niemcy, Rosja, Serbia, Ukraina, Wielka Brytania oraz Polska.

Reprezentacja Polski na ten obóz składała się z 9 osób (Mariola Czubaszek, Jarosław Dygos, Marcin Gajos, Marcin Konopka, Dominik Stelmach, Konrad Szaruga, Mariusz Wiśniewski, Luiza Wojciechowska oraz niżej podpisany), które są zrzeszone w Pracowni Komet i Meteorów. Jednak droga do tego obozu nie była łatwa, gdyż w Polsce trudno było znaleźć przewoźnika, który mógłby nas przetransportować do Bułgarii (z wyjątkiem samolotu ... ale to już, niestety, dość wysokie koszty). Upartość członków grupy — dodatkowo wspomagana przez największe prawdopodobieństwo wystąpienia pogody właśnie dla tego rejonu — doprowadziła do bezpiecznego dotarcia na miejsce. A co do miejsca ... Kamen Bryag (Kamienny Brzeg) to mała miejscowość nad klifowym brzegiem Czarnego Morza, w której, poza idealnymi warunkami do obserwacji astronomicznych, dodatkową atrakcją są ruiny wkomponowane w skalisty brzeg, jaskinie (także podwodne) i nocne zakwity fosforyzujących glonów.

Co noc wykonywaliśmy obserwacje meteorów, komet oraz gwiazd zmiennych. Jeśli chodzi o obserwacje meteorów, to łącznie udało się nam zrobić ponad 300 godzin obserwacji wizualnych i teleskopowych oraz wiele godzin ekspozycji fotograficznych. Wszystko to dzięki świetnej pogodzie i temperaturze, która nad ranem dochodziła do 22–25°C (!). Podczas tych obserwacji i bezpośrednio po nich większość obozowiczów wymieniała się wrażeniami z przeprowadzonych obserwacji oraz ciekawymi opowieściami (największe audytorium podczas nocnych rozmów miał Nagatoshi Nogami z Japonii).

Nadszedł upragniony dzień zaćmienia...

O 9:00 czasu lokalnego jesteśmy obudzeni przez upał. Śniadanie, nerwowe, ostateczne plany co do rozłożenia kamer i filmów na poszczególne fazy. Gdy część z nas zebrała się, aby ustalić doskonałe miejsce do obserwacji, spodziewaliśmy się dużego wyboru, niestety trudno było uwierzyć, że to ta sama miejscowość co wczoraj. Na ulicach były tak wielkie korki, że kierować ruchem musiała policja. Próbujemy się przedostać na brzeg morza i własnym oczom nie dowierzamy: ta ostoja spokoju zostaje zakłócona przez kilkadziesiąt tysięcy ludzi którzy przyjechali zobaczyć zjawisko trwające tylko 2,5 minuty. Przed 12:00 docieramy na wymarzone miejsce i przygotowujemy się do zaćmienia.

12:47 — pierwszy kontakt — a w międzyczasie pojawia się nad brzegiem bułgarski okręt wojskowy.

13:29 — prawie pół tarczy Słońca jest już zakryte. Na początku zaćmienia każdy chował się przed niesamowitym upałem, a teraz czuje się, że promienie słoneczne wyraźnie osłabły.

14:10 — widać tylko wąziutki sierp, zaczyna bardzo szybko zapadać zmierzch, nie słychać już ptaków. Odliczamy ... 20, (...), 10: widzimy perły Bailly'ego,

14:12 — drugi kontakt — dzieje się coś wspaniałego i niewyobrażalnego dla człowieka, który choć raz nie zobaczył (i poczuł na własnej skórze) tego zjawiska. Słychać dzikie okrzyki kilkudziesięciotysięcznego tłumu oraz huk salw wystrzelonych przez okręt. Ekscytujemy się przepiękną pomarańczowo-purpurową koroną, podziwiamy protuberancje przez lornetki, zauważamy Merkurego, potem Wenus.

14:14 — pojawia się ogromna perła ... Zmrok przechodzi w półmrok, widać coraz więcej naszej dziennej gwiazdy. Ludzie zaczynają się rozchodzić, tylko nieliczni zostają, by podziwiać do końca to niecodzienne zjawisko ... A my czujemy niedosyt...

Na szczęście obóz na zaćmieniu się nie kończył, czekało na nas maksimum Perseid, które wg prognoz miało wystąpić w środku nocy z 12/13 ok godz. 23 UT (2:00 miejscowego czasu). Niestety pech chciał, że noc w maksimum pokryły chmury i dopiero o północy (lokalnego czasu) zaczęły przechodzić.

Ten obóz uważam za udany (myślę, że nie tylko ja), składa się na to wiele czynników: pogoda, świetne towarzystwo oraz dobra koordynacja pani Evy Bojurovej. Na pewno dla niejednej osoby był świetną okazją do poznania wielu ciekawych ludzi, obejrzenia warunków pracy astronomów, a co najważniejsze do świetnego i przyjemnego wypoczynku w niezłej atmosferze i warunkach.

Andrzej Skoczewski

PS Serdeczne podziękowania dla Fundacji Astronomii Polskiej i Wydawnictwa Prószyński i S-ka za wsparcie finansowe naszej wyprawy.

Ekipa obserwatorów PKiM z zeszytem Uranii-PA na plaży w Kamen Bryag

Wspomnienia o zaćmieniach Słońca

Ze zjawiskiem zaćmienia Słońca — jednym z jakże pięknych zjawisk przyrody — wiążą się dwie skrajności: moment, w którym ma ono nastąpić, znamy z wysoką dokładnością, natomiast stan pogody w miejscu zaćmienia to zawsze wielki znak zapytania. Prawa mechaniki nieba są jednoznaczne, podczas gdy splotu szeregu zjawisk meteorologicznych nie sposób przewidzieć. Obserwatorowi towarzyszy tu więc zawsze dreszcz niepewności.

Pierwszy mój wyjazd na obserwacje zaćmienia to już dość dawne czasy, rok 1954, Kaukaz. Kierownikiem ekspedycji była profesor Iwanowska; powędrował też na Kaukaz bogaty w historię toruński teleskop. Niestety, miejsce na niebie, gdzie miała ukazać się korona słoneczna, pokrywały ciemne chmury. Niezależnie od Księżyca, chmury przykrywały Słońce i w latach późniejszych. Niebiosa okazały się łaskawe dopiero w ostatnim dziesięcioleciu. Stare porzekadło głosi: do trzech razy sztuka — a tymczasem w tychże latach dziewięćdziesiątych aż cztery razy pod rząd nieboskłon w dniu zaćmienia przybierał dla mnie piękną, błękitną barwę.

Meksyk, Boliwia, Indie

Dnia 11 lipca roku 1991 pas zaćmienia przebiegał od Wysp Hawajskich po Brazylię, przecinając całą Amerykę Środkową z miastem Meksyk (gdzie w południe Słońce przechodziło prawie przez zenit). Zjawisko to określano szumnym mianem „zaćmienia stulecia", a Meksykanie nazywali je nawet: *eclipse de milenio*. I były po temu powody. Tegoż bowiem dnia przypadało perygeum Księżyca, jego średnica kątowa wynosiła aż 33'24". A był to przecież początek lipca, kiedy nasza planeta znajduje się w największej odległości od Słońca, w aphelium. Obydwa te czynniki sprawiały, że w dniu zaćmienia rozmiary Księżyca na sferze niebieskiej były aż o 2' większe od średnicy kątowej Słońca. Nasz satelita mógł więc przesłaniać to ciało niebieskie przez blisko siedem minut. (Na następne zaćmienie o tak długim czasie trwania trzeba będzie poczekać aż do roku 2132).

Najlepszych warunków należało oczekiwać na Półwyspie Kalifornijskim; cały ten półwysep to w zasadzie pustynia — a gdzie pustynnie, tam na ogół i pogodnie. Do miasta La Paz, stolicy stanu Baja California Sur, przybyły ekspedycje z 14 krajów. Najwięcej było Japończyków, ich instrumenty zajmowały aż trzy przewiezione przez Pacyfik kontenery; byli też astronomowie chińscy. Z kierunku przeciwnego przybyli Rosjanie, Czesi, ... jak też młodzieżowa ekspedycja z obserwatorium w Niepołomicach i z PTMA w Krakowie. Wszystkich przyjął położony za miastem campus uniwersytecki; w owych dniach uczelnia w La Paz przekształciła się w wielki obóz astronomów.

Pogoda w pełni dopisała. Od świtu do zmierzchu (w dniu, w którym świt i zmierzch miały nastąpić dwa razy) ani jednej chmurki na nieboskłonie. Wytrawni badacze naszej gwiazdy, którzy obserwowali już szereg zaćmień wcześniejszych, powiadali, że tym razem korona była wyjątkowo wspaniała. To nie była okalająca Słońce poświata, lecz zespół rozbiegających się w kilku kierunkach wspaniałych promieni. Obserwując gołym okiem, dostrzec je można było do odległości około trzech średnic Słońca. A dodajmy, że było prawie zupełnie ciemno, jako że szerokość pasa zaćmienia wynosiła aż 260 km.

30 czerwca 1954. Nalczyk (przedgórze Wielkiego Kaukazu). Ekspedycja toruńska, przygotowania do zaćmienia.

Ale nie wszystkim szczęście dopisało. W centralnych częściach kraju Azteków było na ogół pochmurno. Wyjątkowo brzydkiego zaś figla spłatała aura tym meksykańskim i japońskim astronomom, którzy weszli z instrumentami na szczyt wulkanu Popocatépetl. Zdawałoby się, że tam, na wysokości 5452 m, nic poza Księżycem Słońca przesłaniać już nie powinno. Niestety, ich wielki wysiłek zdobycia pokrytego wiecznym śniegiem wulkanu przyniósł niewiele — niebo pokrywały bowiem cirrusy. No cóż, może wyprawa ich nie spodobała się azteckiemu bogowi wiatrów, Quetzalcóatlowi?

Rozczarowanie panowało też i na Hawajach, gdzie na szczycie wygasłego wulkanu Mauna Kea, na wysokości 4200 m, znajduje się znane w świecie obserwatorium astronomiczne. Niewielkie jest prawdopodobieństwo przechodzenia pasa zaćmienia przez wyposażoną w duże instrumenty placówkę i oto taką rzadką okazję popsuły cirrusy. Niepocieszeni byli też specjaliści od obserwacji w podczerwieni. Ale to nie meteorologię tym razem winić — wszystko popsuł wulkan Pinatubo na odległych Filipinach, który wybuchł tuż przed zaćmieniem, wprowadzając do atmosfery wielkie ilości pyłu. Skoro drzemał on przez ponad 600 lat, dlaczego nie poczekał tych kilkanaście dni więcej! — skarżyli się astronomowie z Hawajów.

***

Pas zaćmienia z roku 1994 przecinał Amerykę Południową. Ponętnym miejscem do obserwacji była tu południowo-zachodnia Boliwia, płaskowyż Altiplano w Andach Środkowych. Po drodze

było największe wysokogórskie jezioro naszej planety, Titicaca — 3812 metrów n.p.m.

Boliwia to jeden z najsłabiej rozwiniętych gospodarczo krajów Ameryki Łacińskiej, 40% ludności to Indianie; brak tu dróg, brak infrastruktury turystycznej, brak uczelni czy instytucji organizujących takie imprezy jak np. obserwacje zaćmienia Słońca. Wybór miejsca (według mapy) padł na położoną na wysokości 4 km małą wioskę, na południe od miasta Potosí. Dochodziła tam kamienista droga, przebiegała też tamtędy linia kolejowa, po której raz dziennie miał kursować pociąg towarowo-osobowy (a i e tylko w te dni, kiedy było coś do przewiezienia). Znalazł się tam pokoik za jednego dolara dziennie, zabłąkało się też kilku miłośników astronomii z USA. Opodal wznosiła się góra, 4850 m n.p.m. — tam postanowiliśmy udać się w ów wiosenny poranek, 3 listopada. Było trochę cirrusów na niebie, ale na wschodzie, w pobliżu Słońca, niebo czyste. Stopniowo następował zmierzch i po trzech minutach drugi świt; zimno, mróz, a wokół radość. To wyjątkowo piękne zjawisko w tak wspaniałej wysokogórskiej scenerii było czymś niezwykłym.

Skoro jesteśmy na półkuli południowej, to zwróćmy uwagę na różnicę w zjawiskach na sferze niebieskiej. Słońce po wzejściu kieruje się tam na północno-wschodnią część nieba, w ciągu dnia oświetlane są więc okna usytuowane od strony północnej. Nawiązując zaś do zaćmienia, zauważmy, że czarna tarcza Księżyca zaczyna nasuwać się nie na prawą, lecz na lewą część tarczy Słońca. Gdy chodzi natomiast o niebo nocne, to np. gwiazdozbiór Oriona widoczny jest tam w pozycji „odwróconej"; gdy kulminuje, czerwona Betelgeuse jest pod pasem myśliwego, zaś mgławica ponad nim.

***

Zaćmienie roku 1995 to południowa Azja, Pacyfik; najdłuższy czas trwania fazy całkowitej — 2 min 9 s — w pobliżu wyspy Borneo. Sensownym miejscem do obserwacji wydawała się być pustynia Thar w stanie Radżasthan w Indiach. Wprawdzie tam tylko 55 sekund, ale za to ponad 80-procentowe prawdopodobieństwo nie zachmurzonego nieba. Pas zaćmienia wąski, 40 km; wybór padł na położone w samym jego

Campus uniwersytecki w La Paz, plac obserwatorów.

Rok 1994. Boliwia, góry Andy, 4850 m n.p.m. Miłośnicy astronomii z USA, ostatnie chwile przed zaćmieniem.

Indie, Dżajpur, obserwatorium astronmiczne z roku 1727.

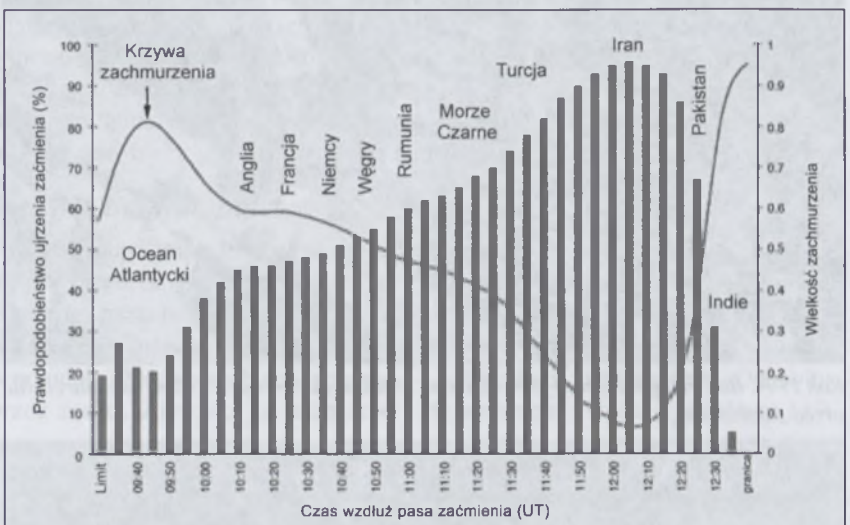
środku miasteczko Mandawa. I tu miła niespodzianka: spotykam znajomych z nieudanego wyjazdu na zaćmienie do Finlandii, a przy ustawionym na piaskach teleskopie jest też Jay Anderson, kanadyjski astronom i meteorolog, współautor wydawanych od lat przez NASA publikacji z danymi o zaćmieniach Słońca.

Mała jest ta nasza planeta.

Indie, pustynia Thar, Mandawa. Jay Anderson z żoną.

W pobliżu letniej stolicy króla Dariusza

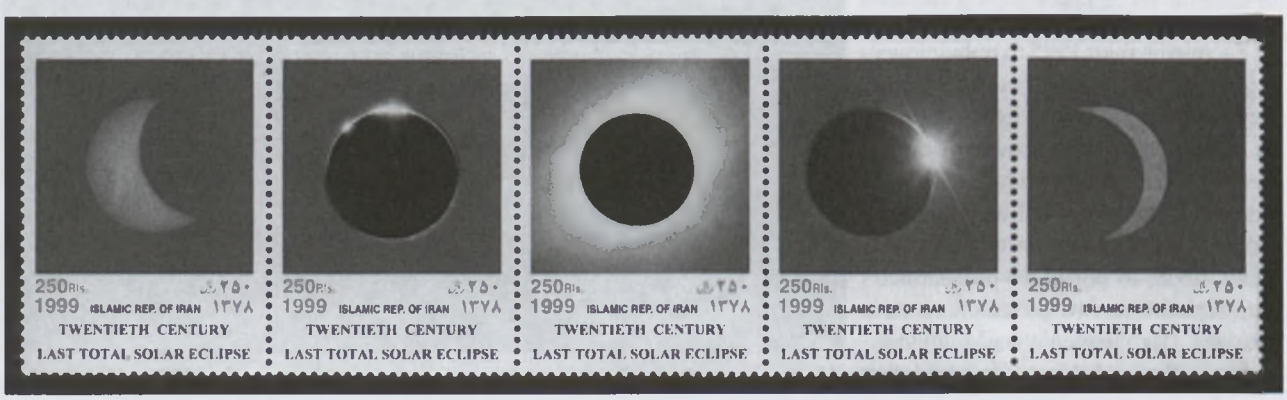
Prawdopodobieństwo ujrzenia zaćmienia Anno Domini 1999 ukazane jest na rysunku (to oparta na danych satelitarnych praca Jay Andersona). Jak widać, w obszarach objętych klimatem północnego Atlantyku warunki meteorologiczne nie rokowały wiele. I tak też było — w Anglii, Francji — pas zaćmienia opuszczało wielu rozczarowanych. W Europie południowo-wschodniej, gdzie przejawia się już wpływ klimatu znad Adriatyku, sytuacja winna być lepsza. Po drugiej stronie Morza Czarnego, w Turcji, prawdopodobieństwo ujrzenia zaćmienia dochodziło do 80%. Najlepsze warunki, do 95% pewności, oferował pustynny Iran. Natomiast dalej na wschód (Pakistan, Indie) to już rejon letnich deszczów monsunowych, pogoda radykalnie się psuje. We wschodnich Indiach szanse ujrzenia korony słonecznej spadały do około 5%.



Rys. 2. Prawdopodobieństwo zobaczenia zaćmienia obliczone z uwzględnieniem wysokości Słońca nad horyzontem, pory dnia i dokładnej daty zjawiska w państwach przeciętych pasem całkowitego zaćmienia w dniu 11 sierpnia br. (wg. J.Anderson, Environment Canada)

Dokąd należało udać się w tym roku? Omawiane to było bliżej w „Sky & Telescope" w numerze z kwietnia 1998. Otóż za najodpowiedniejszą brano pod uwagę południowo-wschodnią Turcję, z tym jednak „ale", że są to tereny o znacznej diasporze kurdyjskiej, a więc politycznie niespokojne. Niedawny proces Öcalana problem ten jeszcze uwielokrotnił. Turyści omijają Turcję. Co się natomiast tyczy Iranu, to autor artykułu, Fred Espenak, pisał: „ mimo tak wielkiego prawdopodobieństwa czystego nieba, chyba mało osób z Zachodu odważy się tam pojechać".

Ten tak mocny pesymizm w tym jednak przypadku się nie potwierdził. Rewolucja Chomeiniego, to rok 1979. Mijają już dwa dziesięciolecia i ostatnio coraz bardziej zauważa się, że władza ajatollahów słabnie, że polityka izolacjonizmu się kruszy. W roku 1997 wybrany został nowy prezydent, Chatami; znamienną była jego reakcja na okrzyki tłumu: „śmierć Ameryce", odpowiedział on: „wolałbym mówić o życiu niż



Prasa irańska poświęcała zaćmieniu sporo miejsca i to na pierwszych stronach gazet!

ایران

گزارشهای کامل و

میلیاردها

حمله مهاجمان به جهانگردان ـ تلخترین حادثه در اخبار خورشیدگرفتگی

معاون سازمان ایرانگردی و جهانگردی: سایه مشکلات، صنعت جهانگردی را در کسوف فرار داده است

در شهر تاریخی اصفهان اتفاق افتاد

● آخرین خبر شبه‌گرفتگی قرن در ایران، از ماکو آغاز شد و بعد از گذشتن از شهرها و مناطق زیادی از طریق سراوان به سمت پاکستان حرکت کرد

صفحه‌های ۲، ۴، ۱۲

گزارش خبری «ایران»

از سوی نمایندگان مجلس و به‌صورت انفرادی و گروهی

۱۸۰ پیشنهاد در مورد طرح اصلاح قانون مطبوعات ارا

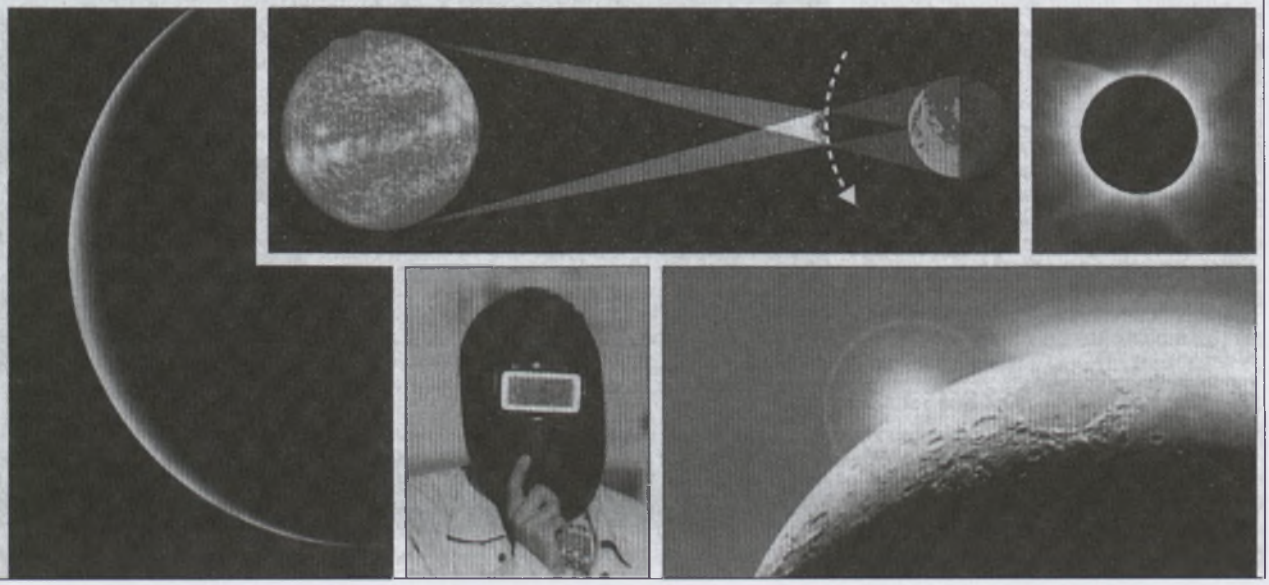
در مجمع علمی تمدن، تاریخ و فرهنگ سامانیان

دکتر مهاجرانی: سختگیری

تازه‌ترین گزارشهای "ایران" از آمادگی سراسری برای دیدار

به خورشید نگاه

کودکان بیش از بزرگسالان در معرض ضایعات درمان ناپذ



o śmierci". Iran zaczyna otwierać się ku Zachodowi: na ruinach Persepolis spotkać już można amerykańskich turystów.

Gdy udawałem się do ambasady Iranu w Warszawie, by zorientować się, jakie są szanse otrzymania wizy, na tablicy przed wejściem widniała wypisana grubymi literami informacja „Ostatnie w tym stuleciu zaćmienie Słońca — wizy wydaje się w trybie przyspieszonym". Jakże miłe zaskoczenie, to przecież zaproszenie do odwiedzenia historycznej Persji. Potwierdzeniem tego były późniejsze informacje z zachodnich rozgłośni, że do położonego w centrum Iranu miasta Esfahan przybyło na obserwacje zaćmienia kilkadziesiąt osób z państw zachodnich, w tym sporo Amerykanów. Odbyła się tam też poświęcona zaćmieniu konferencja naukowa. A poczta irańska wydała okolicznościowe znaczki z napisami w języku angielskim: „Islamska Republika Iranu, ostatnie całkowite zaćmienie Słońca w dwudziestym stuleciu".

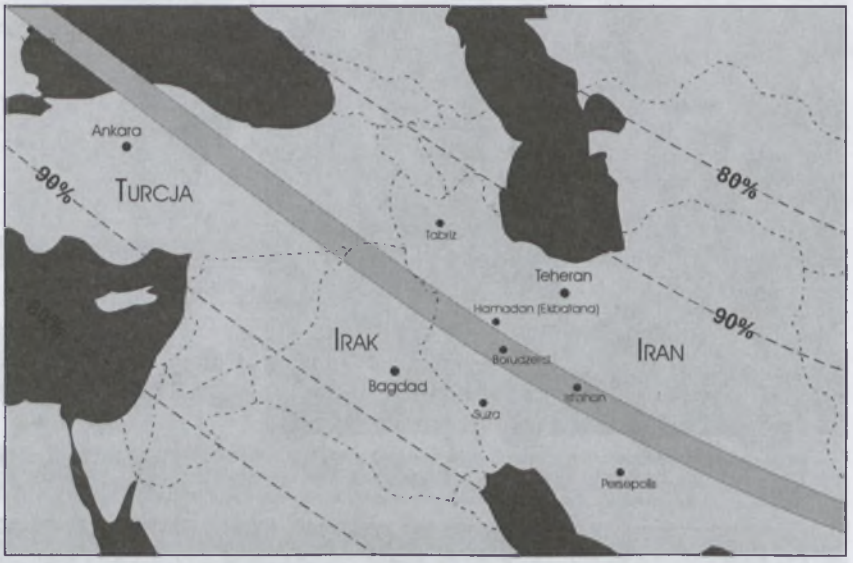
Pas całkowitego zaćmienia przecinał cały Iran, z zachodu na wschód. Dokąd się udać? Decyzja zapadła po przypomnieniu sobie fragmentu z utworu Kornela Ujejskiego „Maraton"

„Suza, wiosenna królewska stolica,
Jako wybrana młoda miłośnica,
Rozpieszcza pana; o, bo jej kochany,
Zatęskni w lecie do swej Ekbatany,
A stamtąd w zimie mknie do Babilonu;
A gdy się skłoni do wiecznego schronu,
w Persepolisu skalach grób wyrąbie
i na wiek wieków uśnie w katakombie."

A spośród rezydencji Dariusza I, pas zaćmienia przechodził najbliżej tej letniej — Ekbatany. Tam więc się skierowałem.

Starożytna Ekbatana to dziś ponad 300-tysięczne miasto o nazwie Hamadan. Tysiąc lat temu działał tu wielki uczony arabskiego Wschodu, Avicenna Ibn Sina; tam jest pochowany, tam zbudowano mu niedawno mauzoleum. Stąd do centralnej części pasa zaćmienia już niecałe sto kilometrów.

11 sierpnia 1999 roku, miasto Borudżerd. Przez cały dzień ani jednej chmurki na niebie. Na termometrze (przed zaćmieniem) +38°C. Mężczyźni w lekkich koszulkach, każda kobieta w czarnej czadrze. Wzgórze za miastem, tłumy, dziennikarze, radio, telewizja. Jedno z pytań, jakie mi najczęściej zadawano, dotyczyło związanych z zaćmieniami polskich ludowych wierzeń, przesądów. Mocno byli rozczarowani, dowiedziawszy się, że w Europie o tym już się nie słyszy, że tam mowa tylko o przesłaniającym Słońce Księżycu.



Zaćmienie Słońca 11 sierpnia 1999 w Turcji i Iranie.

21 czerwca 2001

To data najbliższego całkowitego zaćmienia. Zjawisko widoczne będzie na półkuli południowej, na Atlantyku, w Afryce. Skoro w pobliżu aphelium, to trwać będzie dłużej; maksimum (jeszcze na oceanie) prawie pięć minut. Dobre warunki do obserwacji byłyby w Angoli, tam Słońce będzie zakryte przez ponad cztery minuty. Niestety, Angola to dziś jeden z najbardziej żałosnych zakątków naszej planety — przez trzy ostatnie dziesięciolecia trwa tam prawie nieprzerwanie wojna domowa. Może więc sąsiednia Zambia — członek Brytyjskiej Wspólnoty Narodów (językiem urzędowym jest angielski) — zaćmienie w Zambii potrwa około trzy i pół minuty. Wspomina się też o przyjaznym kraju, jakim jest Madagaskar, ale tam już tylko dwie i pół minuty — a Słońce w pobliżu horyzontu, kiedy to wpływ chmur w dużo większym stopniu zmniejsza szanse ujrzenia ciała niebieskiego.

Tadeusz Jarzębowski

Zaćmienie Słońca 21 czerwca 2001 w Afryce.

Całkowite zaćmienie Słońca z 1887 roku w relacji Bolesława Prusa

Bolesław Prus, jeden z najwybitniejszych polskich pisarzy okresu pozytywizmu, pozostaje w naszej pamięci jako autor kilku znakomitych powieści, wśród których szczególne miejsce zajmują: *Lalka*, *Emancypantki*, a nade wszystko *Faraon*. Nie wszyscy jednak znają Prusa jako znakomitego felietonistę, publikującego w latach 1874 — 1911 niemal co tydzień w prasie (głównie warszawskiej) swoje „Kroniki". Ich tematyka była niezwykle urozmaicona. Oprócz felietonów o charakterze polityczno-społecznym, były teksty humorystyczne, obrazki obyczajowe, a nawet wierszyki. Niemało miejsca zajmowały doniesienia kulturalne a także informacje o ważniejszych odkryciach naukowych.

Przeglądając „Kroniki", dowiadujemy się również z ich kart o astronomicznych zainteresowaniach Autora *Lalki*. Z początkiem 1887 roku w „Kalendarzu Ilustrowanym" Bolesław Prus zauważył, że 19 sierpnia tegoż roku z terenów Polski widoczne będzie całkowite zaćmienie Słońca. Prasa warszawska zaczęła również zamieszczać wiadomości tym zjawisku, a nawet pewna grupa osób zaproponowała, aby na odbywającej się właśnie *wystawie higienicznej* urządzić demonstrację zaćmienia Słońca. Jak ironicznie pisze Prus, *projekt ten* [jest] *ze wszech miar godzien poparcia. Mieszkańcy naszego grodu* [Warszawy], *którym nie sądzono oglądać świetnego zjawiska sierpniowego, będą mieli sposobność zapoznać się z nim choć teoretycznie.*

Dalej jednak nasz znakomity pisarz nie omieszkał zakpić sobie z czytelników „Kuriera Warszawskiego", przedstawiając rzekomą prośbę „pewnego kółka inteligentnych warszawiaków, by na placu Ujazdowskim [obecnie: Ogród Ujazdowski] urządzić wspomnianą demonstrację.

Oto co pisze Bolesław Prus w „Kurierze Codziennym" (nr 188) z dnia 10 lipca 1887 roku:

(...) wielu inteligentnych warszawiaków wcale nie widziało zaćmienia słońca. Wielu z nich nie rozumie tego ciekawego zjawiska; wielu może umrzeć przed dniem 19 sierpnia, w którym odbędzie się zaćmienie prawdziwe, ale to bardzo wielu może przespać ranek wróciwszy późno do domu i — znowu nie zobaczyć fenomenu, zdarzającego się raz na trzydzieści kilka lat w Warszawie i jej okolicach. Z tych powodów „inteligentne kółko" prosi komitet wystawy o urządzenie „demonstracji zaćmienia słońca" upewniając, że figiel ten napełniłby plac Ujazdowski ciekawymi i rozumie się, napędziłby sporo grosza wystawie.

No i uprzejmy komitet wystawy przychylił się do żądań „kółka inteligentnych warszawiaków" i postanowił, nie podwyższając ceny wejścia (słuchajcie! słuchajcie!) demonstrować na placu Ujazdowskim przez niedzielę i poniedziałek zaćmienie słońca.

Pragnący zaś korzystać z tego dobrodziejstwa zechcą poddać się następującemu regulaminowi:

§1. Każdy inteligentny amator zaćmienia na obstalunek kupi sobie bilet przy jednej z dwu kas, za kop. 15, jeżeli jest pełnoletnim, a za kop. 5 jeżeli jest dzieckiem. Uwaga: Kto na dowód, że jest dzieckiem nie może złożyć metryki, ten powinien przyjść z mamką lub co najmniej z boną.

§2. Kupiwszy bilet amator ma prawo wejść na plac wystawy i — silnie zamknąć oczy na dwie minuty lub więcej, stosownie do tego, czy chce widzieć zaćmienie krótsze lub dłuższe.

Uwaga. Jeżeli go przy tej czynności okradną, komitet wystawy nie będzie poczuwał się do obowiązku wynagradzania.

§3. Kto by zaś pragnął widzieć gwiazdy na niebie, które zwykle ukazują się podczas zaćmień całkowitych, ten raczy zgłosić się na plac wystawy po zachodzie słońca.

Niestety Autor felietonu nie podaje, jak wiele osób przybyło oglądać tak zaplanowaną demonstrację zaćmienia...

Tymczasem termin zaćmienia szybko się zbliżał. Prasa donosiła („Kurier Warszawski", No 149): *W dniu 19 sierpnia tarcza księżycowa zakryje przed oczyma spektatorów na ziemi jasną tarczę słoneczną w zupełności, sprowadzając tam wpośród dnia noc prawie zupełną, prawda, że tylko na nadzwyczaj krótki przeciąg czasu [...]. W Warszawie, jak i w całej części Królestwa i guberni ościennych, zjawisko będzie widziane tylko częściowo. Dlatego też radzilibyśmy każdemu, mającemu możność po temu, udać się do jednej z wyżej wymienionych miejscowości [Radziejów, Włocławek, Lipno, Rypin, Sierpc, Mława, Ciechanów, Przasnysz, Ostrołęka, Łomża, [...] Wilno [...] Dla mieszkańców Warszawy najlepiej udać się do Wilna, które ma najdłuższe trwanie zaćmienia i skądinąd najlepsze warunki obserwacji przedstawia. W Mławie np. trwanie zaćmienia całkowitego wynosi tylko kilka sekund, gdy tymczasem w Wilnie dochodzi do dwóch minut. Ale niezależnie od ogólnego zajęcia, jakie może wzbudzić zaćmienie, ma ono również wielkie naukowe znaczenie w kwestii rozwiązania zagadki fizycznego ustroju słońca.*

Bolesław Prus, jak co roku, wakacje spędzał w Nałęczowie. Swoje odczucia z pierwszych dni sierpnia opisał w pierwszym z czterech reportaży poświęconych zaćmieniu Słońca i zatytułowanych *„Wędrówka po ziemi i niebie"* („Kurier Codzienny" nr 236):

W miarę jak zbliżał się 19-ty sierpnia, obojętność dla zaćmień przeradzała się w niepokój. Tu jednak przyszło na pomoc wspomnienie, że natura nawet wówczas gdy przeraża, jeszcze jest piękną i twórczą, głęboko wstrząsa ona duszę a zarazem odnawia ja i przebudowuje. Po każdem takiem strząśnieniu gdy spojrzysz w siebie, znajdziesz jakiś nowy układ wyobraźni, jakieś nowe źródło uczuć, jakiś nowy punkt widzenia niby wierzchołek góry, która nagle wyrosła i pozwala spojrzeć na świat trochę pod innym kątem.

Późnym wieczorem 17-tego sierpnia Bolesław Prus wsiadł w Nałęczowie do pociągu jadącego linią nadwiślańską do Warszawy. Podróż ta dostarczyła dalszych zabarwionych humorem spostrzeżeń związanych z oczekiwanym zjawiskiem przyrody. W reportażu znajdujemy znamienną uwagę („Kurier Codzienny" nr 237): *Dostrzegam, że jutrzejsze zaćmienie już wywarło wpływ na świat zwierzęcy. Ani jednej pchły w wagonie! [...] Niebo na wschodzie jaśnieje już wszystkimi blaskami dnia, pokazuje się wesoła, roześmiana tarcza słońca.*

W przeddzień zaćmienia, w Warszawie, gdzie pisarz dotarł wczesnym rankiem, panowała piękna pogoda, która niestety pod wieczór zaczęła się psuć. Około siódmej wieczorem Prus wyjechał do Mławy, docierając tam w cztery godziny później. Wspomina, że po kilku godzinach odpoczynku u znajomych, wczesnym rankiem *po błotnistej drodze szedł na widowisko, które człowiekowi pozwolono oglądać raz, czasami dwa razy w życiu. Widno bo widno, ale chmury ani myślą ustępować.*

Pogoda nie dopisywała. Na moment między obłokami pokazał się fragment wschodzącego Słońca i zaraz potem całe niebo pokryły gęste chmury. Nie umniejszyło to jednak emocji autora *Faraona*, którym dał wyraz w kolejnym reportażu, opublikowanym w „Kurierze Codziennym" (No 239) z dnia 30 VIII 1887 roku:

(...) Jest niby ciemno, a jednak wszystko widać, jest mrok burzowy, lecz obłoki nie mają burzowego wyglądu. Oczy moje coś widzą, ale ja nie umiem tego określić. Brak mi nawet porównań, tylko wielki żal, który rozpiera mi serce, może znaleźć porównanie. Gdyby konający widział własną twarz, jak mu stopniowo blednie, sinieje, wreszcie szarzeje, doznawałby zapewne tego smutku, jaki się ma patrząc na stopniowe zamieranie światła. A jednocześnie czujesz inny żal, że ten widok skończy się tak prędko! (...)

Zaćmienie...

Już nie widzę sekundnika na zegarku, ręce dygoczą jakbym komu wygrażał. Zapalam jedną zapałkę, drugą. Daję za wygraną sekundom, minutom, barwom, wszystko leci mi z rąk, nie wiem na co pierwej popatrzeć. Cały horyzont od bliskich piasków do zenitu napełnia jakiś sinawy mrok (...) Na południowym horyzoncie, tuż przy ziemi ciągnie się długi na łokieć pas światła barwy żółtawo-rudej, przysypanej sadzą. Ach jak smutno, jak smutno ... to jest raczej stroskanie świata... Z jakiego powodu? Może ziemia myśli i oto teraz wyobraża sobie straszną epopeję, kiedy gasnące słońce, to ukochane słońce, zamiast światła będzie rzucać tylko pomrokę?

(...) Było około godziny szóstej i mrok ogarnął całą ziemię aż do godziny dziewiątej... (Łk. 23,44)

Nie ma chyba zjawiska, które by dokładniej odpowiadało podobnemu nieszczęściu, jak ten siny mrok i krwiste obłoki zasłonięte kirem (...) I czekałem, że lada chwilę usłyszę ciężkie westchnienie ziemi. Boże bądź miłościw nam grzesznym...

Nagle zniknęła sina ciemność z widnokręgu i ów czarny delikatny pył z zachodnich obłoczków, które wnet zbielały.... Już po zaćmieniu całkowitym! (...)

Nazajutrz, 20 sierpnia 1887, „Kurier Warszawski" w dziale depesz donosił:

Mława, 19 sierpnia, godzina 8 rano. [...] Deszcz, który towarzyszył gościom warszawskim w drodze do Mławy, przeszedł tutaj o godzinie 12 [w nocy] w silna ulewę. Wszyscy stracili też nadzieję ujrzenia tyle wyczekiwanego zjawiska. Jak wiadomo, przybyło do Mławy około 600 osób żądnych zobaczyć zaćmienie słońca. Pośród przybyłych widzieliśmy wielu literatów i dziennikarzy warszawskich, przyrodników itd. Około godziny 3 niebo zaczęło się nieco rozwidniać i deszcz padać przestał [...] Wschód słońca przeszedł niedostrzegalnie w stopniowaniu światła. Do godziny 5 w barwie chmur nie można było dostrzec żadnej zmiany. Ku zenitowi tylko zaczęły się z lekka zabarwiać miedzianym odcieniem, jak przy zachodzie słońca. O godz. 5 min. 34 zaczęło się nagle ściemniać, chmury nabrały barwy stalowej, przerwy i załamy jaśniały złotym kolorem. Ciemność odtąd postępowała szybko i o godz. 5 min. 35 nastąpiła chwila zupełnej ciemności trwająca minutę z sekundami. Następnie rozwidniło się prawie bez wyraźnego stopniowania [...] Podczas maksimum zaćmienia chmury i kolor nieba zbliżone były do nieba nocnego, ale już w kilka sekund na wschodzie ponad horyzontem ukazała się chmura czerwona.

Zaledwie w dwa dni po zaćmieniu, w „Kurierze Codziennym" (nr 230) z dnia 21 sierpnia Bolesław Prus publikuje kolejny felieton, nie omieszkając zawrzeć w nim paru satyrycznych uwag:

Znałem starego optymistę, który ile razy mówiono przy nim o ciężkich czasach, o zacofaniu społeczeństwa, o naszej nic nie znaczącej roli w cywilizacji, zawsze odpowiadał:

— Nie bójcie się i nie narzekajcie! Przyjdzie czas, że i my zapiszemy się w rocznikach przemysłu, handlu i nauki, Przyjdzie czas, że i o nas będzie mówić cała Europa, a może i zazdrościć nam...

No i co powiecie? ... Stary optymista już dawno zmarł, ale proroctwa jego spełniły się choć w części. Mieliśmy bowiem kilka takich dni, w ciągu których niejeden Europejczyk, ba! nawet Amerykanin, zazdrościł nam położenia (jeograficznego), w ciągu których mówiono o nas w całym cywilizowanym świecie, a także zapisano nas w rocznikach naukowych.

Dniami tymi były: 17, 18, a nade wszystko 19 sierpnia — do g. 6 rano. Od g. 6 bowiem, a nawet trochę wcześniej przestaliśmy być sławni. Zarazem przekonaliśmy się, że Mława, Rypin, Sejny, Suwałki i w ogóle my wszyscy, ich mieszkańcy, stajemy się widocznymi dla Europy dopiero — przy zupełnym zaćmieniu słońca.

Aby jednak nawet tak niewinny rozgłos nie wbił nas w pychę, natura, dając jedną ręką zaćmienie, drugą zasłoniła nam gęstymi chmurami niebo. W rezultacie więc otrzymaliśmy laurowy wieniec, ale oskubany. Z „naszego" bowiem zaćmienia nauka nie wyciągnie żadnych wniosków.

Dzięki temu, że lubimy pozować na powagę, pewien procent naszej inteligencji jest niezadowolony ze zjawiska. Sam słyszałem gniewne okrzyki:

— Co mi tam zaćmienie, przy którym nie widać „korony" ani „protu-

berancji", ani komet wypadkowo bliskich słońca, ani nawet gwiazd! Trochę ciemności, i basta! Ciemność zaś zna każdy, kto ma chwalebny zwyczaj późno wracać do domu. (...)

Wy jednak, ludzie dobrzy, nie wierzcie im i nie sądźcie, że zupełne zaćmienie słońca, nawet przy dniu pochmurnym, należy do tuzinkowych zjawisk. Ja także je widziałem w biednej Mławie przy chmurach, a owe półtory minuty, przez które trwało, uważam za najszczęśliwszą chwilę w moim życiu.

I jeżeli kiedy, to w tym wypadku zrozumiałem dawny aforyzm, że kto chce poznać i odczuć naturę w jej cudach, musi przede wszystkim umieć czuć i patrzeć. W przeciwnym razie lepiej zrobi, nie podnosząc się na czas zaćmienia od stolika, na którym „śrubują winta" [...]

Zarówno fragmenty powyższego felietonu, jak i cytowany wcześniej fragment reportażu z zaćmienia świadczą, że zjawisko to wywarło na Bolesławie Prusie niezatarte wrażenie. Można zatem sądzić, że obserwacje poczynione w Mławie stały się inspiracją i zarazem kanwą do opisu całkowitego zaćmienia Słońca, stanowiącego punkt kulminacyjny napisanej kilka lat później (zakończonej w 1895 r.) powieści *Faraon*:

Samo bydło wraca z pastwisk, jakby zbliżał się wieczór (...) Ptaki kładą się spać ... A przecież to dopiero południe. (...) Słońce świeciło, na niebie nie było ani jednej chmurki, a mimo to jasność dzienna poczęła się zmniejszać i powiał chłód. (...) Na dworze, mimo południa wzrastał zmrok. W ogrodach świątyni Ptah zaczęły piać koguty. (...)Było już po pierwszej i istotnie słoneczne światło poczęło zmniejszać się. Wtem na żółte wzgórza libijskie padł złowrogi cień i z błyskawiczną szybkością zakrył Memfis, Nil i pałacowe ogrody. Noc ogarnęła ziemię, a na niebie ukazała się czarna jak węgiel kula, otoczona wieńcem płomieni. (...)

Czy rzeczywiście zjawisko to mogło być wykorzystane do celów politycznych w starożytnym Egipcie? Na ten temat brak wiarygodnych przekazów. Nie możemy z całą pewnością stwierdzić, czy wiedza kapłanów egipskich była na tyle głęboka, aby mogli precyzyjnie przewidywać momenty zaćmień i podawać rejony, gdzie zaćmienia te mogą być obserwowane. Jednakowoż jest dosyć prawdopodobne, iż kapłani zauważyli cykliczność w występowaniu zaćmień, a zatem, mogli w przybliżeniu przewidywać te zjawiska.

Jeden fakt pozostaje niepodważalny. Opis całkowitego zaćmienia Słońca w dwudziestym szóstym rozdziale *Faraona* nie tylko zadziwia swym znakomitym ujęciem literackim, ale także w pełni odpowiada wrażeniom, jakich musiał doznać każdy, obserwując to jedno z najwspanialszych zjawisk przyrody.

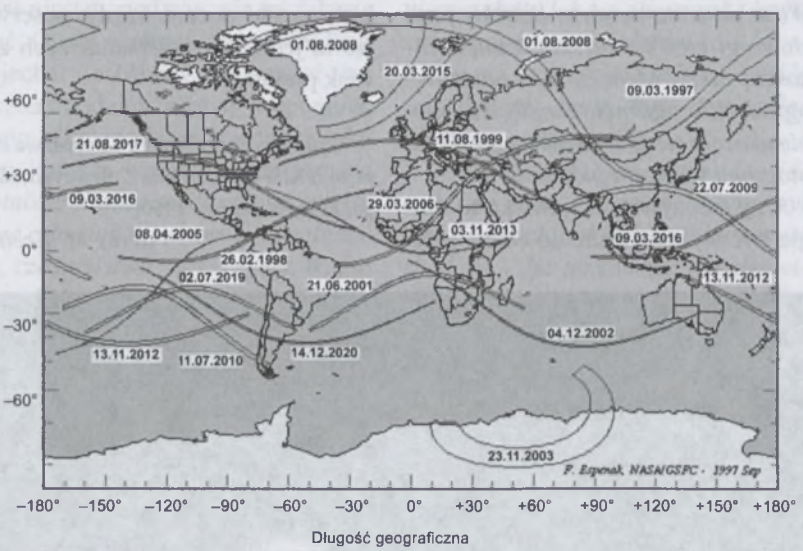
Cytaty według „Kronik" Bolesława Prusa, tom X, w opracowaniu Z. Szweykowskiego, PIW, Warszawa 1960.

Jerzy M. Kreiner

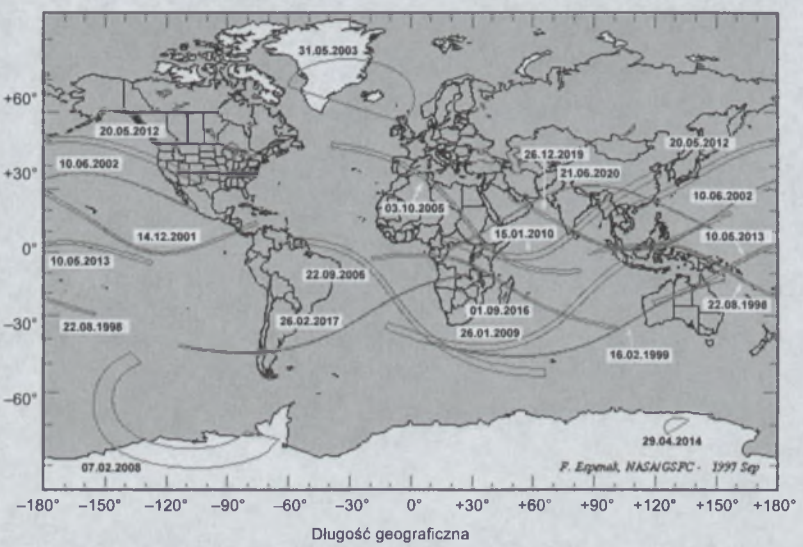
W pogoni za cieniem

Omawiane tu całkowite zaćmienie Słońca zapewne rozbudziło apetyty wielu naszych Czytelników. Nawet David H. Levy, opisując własne doznania po obejrzeniu tego rodzaju zjawiska, zadaje sobie pytanie: „Ciekaw jestem, czy kiedyś spotka mnie jeszcze coś równie oszałamiającego", twierdząc, że „odkrywanie komet też dostarcza niepowtarzalnych wrażeń, ale zupełnie innego rodzaju". Cóż, Słońce i Księżyc „zaplanowały" już szereg interesujących spotkań na ziemskim niebie. Niektóre zobaczą mieszkańcy gęsto zaludnionych obszarów, inne nastąpią w pobliżu atrakcyjnych turystycznie rejonów, będą też takie, które rozegrają się tylko nad bezkresem wód oceanów. Wszędzie tam cień Księżyca pojawi się z całą pewnością. Być może ktoś z Państwa również tam będzie...

Do końca XX w. czekają nas jeszcze cztery zaćmienia Słońca — wszystkie w 2000 roku (5 II, 1 VII, 31 VII, 25 XII), wszystkie też tylko częściowe (zapewne dzięki temu uniknęliśmy w środkach masowego przekazu sporu o to, które zaćmienie całkowite jest ostatnim w tysiącleciu!). Pierwsze przebiegnie praktycznie bez echa, obejmując swym zasięgiem Wyspy Kerguelena i Antarktydę. Świadków drugiego będzie niewiele więcej (mieszkańcy południowych części Chile i Argentyny oglądać będą częściowo zaćmione zachodzące Słońce), jednak zwróci ono na siebie uwagę dzięki... trzeciemu, które nastąpi jeszcze tego samego miesiąca! W języku angielskim jest specjalne określenie „blue moon", gdy Księżyc w pełni można oglądać po raz drugi w tym samym miesiącu (stąd zwrot „once in a blue moon", który u nas tłumaczy się jako „od wielkiego święta"). Tym razem w lipcu nastąpi „blue eclipse", czyli drugie zaćmienie Słońca (poprzednio miało to miejsce w roku 1880, następne takie „święto" zdarzy się dopiero w 2206 r.). Dla obserwatorów w zachodnich stanach USA będzie to jeszcze wieczór 30 lipca, ciekawostką jest też, że z Grenlandii to zaćmienie Słońca obserwowane będzie podczas polarnego dnia około... północy). Amerykanie będą mieli jeszcze jedno zaćmienie Słońca w przyszłym roku, częściowe, ale nie byle jakie — ostatnie zaćmienie drugiego milenium n.e., dokładnie w dzień Bożego Narodzenia...



Rys. 1. Przebieg pasów całkowitych zaćmień Słońca w nadchodzącycm dwudziestoleciu (wg. F. Espenak, NASA/GSFC)



Rys. 2. Przebieg pasów obrączkowych zaćmień Słońca w nadchodzącycm dwudziestoleciu (wg. F. Espenak, NASA/GSFC)

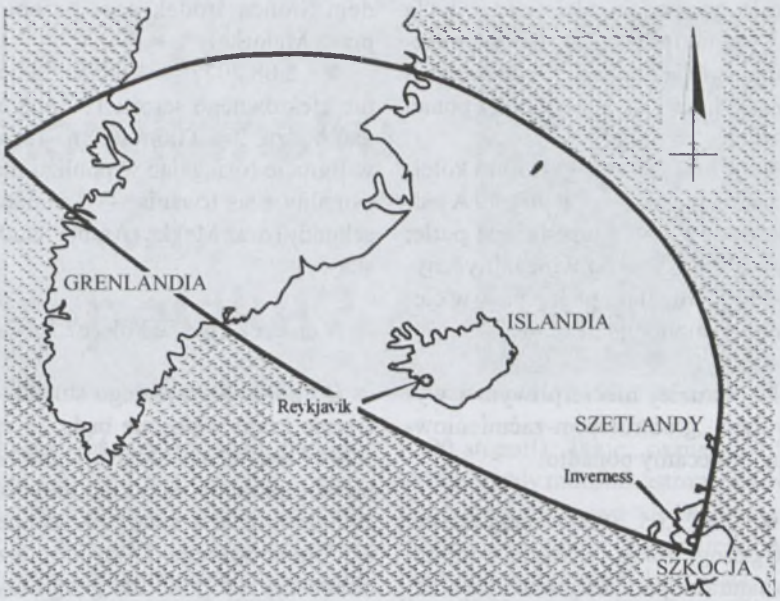
Co czeka miłośników zaćmień Słońca w XXI wieku? Łącznie 224 tego typu zjawiska na całej Ziemi, w tym 77 częściowych, 72 obrączkowe, 7 obrączkowo-całkowitych i 68 całkowitych. Każdego roku co najmniej dwa zaćmienia Słońca, a nawet 12 lat z trzema zaćmieniami, zaś 6 — z czterema (2011, 2029, 2047, 2065, 2076, 2094). W przyszłym stuleciu rozpoczną się cztery nowe cykle — sarosy, a zakoń-

czą dwa. Najdłuższe zaćmienie całkowite (6 minut 39 sekund) nastąpi 22 lipca 2009 r., najdłuższe obrączkowe (11 minut 8 sekund) — 15 stycznia 2010 r. (bardziej szczegółowe informacje dostępne są w internecie pod adresem http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/SEcat/SEcatalog.html).

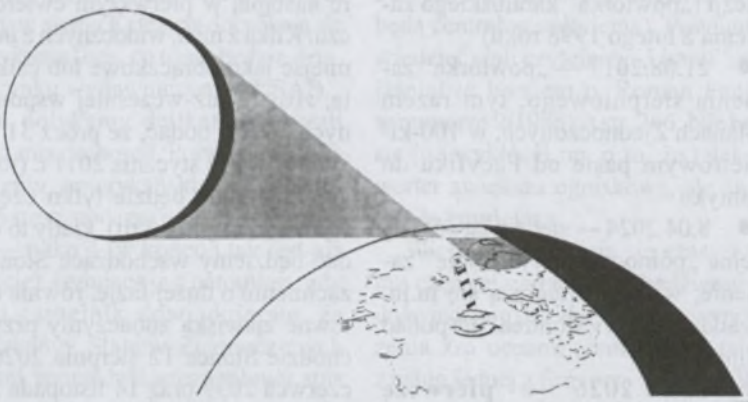
Zamieszczone obok mapki (rys. 1 i 2) przedstawiają przebieg pasów całkowitych i obrączkowych zaćmień Słońca w nadchodzącym dwudziestoleciu. Jak widać, chęć zaobserwowania większej ilości tego rodzaju zjawisk wiąże się z potrzebą dość intensywnego podróżowania. Z drugiej strony, snując plany na przyszłość, chyba warto pomyśleć o odwiedzeniu odległych krewnych czy znajomych bądź egzotycznych wakacjach w odpowiednim czasie, by sprawić sobie podwójną frajdę.

Zwróćmy więc uwagę na parę ciekawostek związanych z (wybranymi) nadchodzącymi zaćmieniami:

- 21.06.2001 i 4.12.2002 — jak wiemy, w danym miejscu na powierzchni Ziemi można się spodziewać całkowitego zaćmienia Słońca przeciętnie raz na 360 lat; tymczasem ok. 60-kilometrowy pas wybrzeża Angoli pogrąży się w cieniu Księżyca dwukrotnie w ciągu 1,5 roku! Ponadto pierwsze z zaćmień nastąpi w niespełna 5 godzin od przesilenia letniego (dla oglądających to zjawisko mieszkańców południowej półkuli będzie to przesilenie zimowe).
- 10-11.06.2002 — zaćmienie obrączkowe, którego pas przebiega z jednego krańca Pacyfiku na drugi (przecinając przy tym linię zmiany daty), niemal zupełnie omijając zamieszkane wyspy. Za to wczasowicze znajdujący się na zachodnim wybrzeżu Meksyku obejrzą malowniczy zachód wąziutkiego sierpa zaćmionego Słońca.
- 31.05.2003 — obrączkowe, godne odnotowania w „księdze rekordów"; przebiegać będzie bowiem nie w pasie, ale niemal w półkolu (rys. 3) o promieniu bliskim 5000 km. Ponieważ dodatkowo cień Księżyca przechodzić będzie nad biegunem północnym, zanim osiągnie powierzchnię Ziemi (rys. 4), zaćmienie przemieszczać się będzie w odwrotnym kierunku, ze wschodu na zachód!
- 8.04.2005 — zaćmienie obrączkowo-całkowite, widoczne jako obrączkowe w Ameryce Środkowej; dla spragnionych widoku korony nie lada wyzwanie: pas całkowitego zaćmienia o szerokości sięgającej zaledwie 25 km przebiega w całości nad południowym Pacyfikiem.
- 3.10.2005 — najlepsza w najbliższym czasie dla naszych Czytelników okazja do podziwiania zaćmienia obrączkowego, połączona z wycieczką do Hiszpanii lub Tunezji.
- 29.03.2006 — w niespełna pół roku później kolejny wydatek: wyjazd do Turcji, tym razem na całkowite zaćmienie (gdyby natomiast ktoś chciał koniecznie tego dnia obejrzeć „wschodzącą" koronę słoneczną, powinien udać się na wybrzeże Brazylii).
- 1.08.2008 — po prawie 2,5 letniej przerwie całkowite zaćmienie Słońca w trakcie polarnego dnia w okolicach bieguna północnego i na Syberii; w pobliżu zachodu Słońca pas zaćmienia przecina Wielki Mur Chiński.
- 22.07.2009 — całkowite zaćmienie najefektowniejszego (dającego najdłuższe, ponad 6-minutowe tego typu zjawiska) obecnie sarosu 136 („powtórka" meksykańskiego zaćmienia z 10.07.1991); przy okazji egzotyczna podróż do Indii, Bhutanu lub Chin.
- 15.01.2010 — obrączkowe, które w środku zaćmienia trwać będzie ponad 11 minut (ten rekord pobity zostanie dopiero... 23 grudnia 3043



Rys. 3. Zasięg obrączkowego zaćmienia Słońca w dniu 31 maja 2003 roku (wg. P.S. Harringtona)



Rys. 4. Nim cień Księżyca trafi na powierzchnię Ziemi w dniu 31 maja 2003 r., przechodzić będzie ponad biegunem północnym — stąd też „pas" zaćmienia poruszać się będzie ze wschodu na zachód (wg. P.S. Harringtona)

roku!); wprawdzie miejsce to wypada na Oceanie Indyjskim, ale i tak obserwatorzy na Malediwach i Sri Lance cieszyć się będą zjawiskiem przez ponad 10 minut.

- 11.07.2010 — pozornie kolejne zaćmienie dla ryb Pacyfiku... A jednak kryje w sobie turystyczną perłę: Wyspę Wielkanocną z megalitycznymi posągami, która pogrąży się w cieniu na 4 minuty 44 sekundy.

Najbardziej niecierpliwym i wytrwałym „globtroterom-zaćmieniowcom" polecamy ponadto:

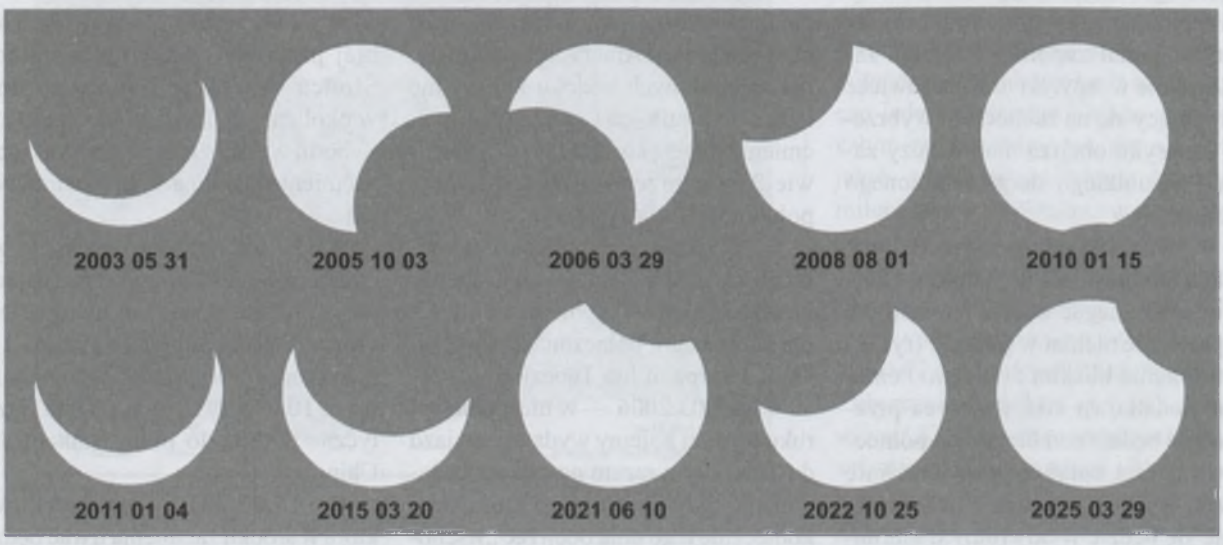
- 20-21.05.2012 — obrączkowe: Hongkong, Tokio (przeszło 5 minut) lub naturalne parki krajobrazowe w zachodnich stanach USA (m.in. Wielki Kanion Kolorado)
- 9.03.2016 — całkowite w Indonezji („powtórka" karaibskiego zaćmienia z lutego 1998 roku)
- 21.08.2017 — „powtórka" zaćmienia sierpniowego, tym razem w Stanach Zjednoczonych, w 100-kilometrowym pasie od Pacyfiku do Atlantyku
- 8.04.2024 — siedem lat później kolejne „północnoamerykańskie" zaćmienie; w cieniu pogrążą się m.in. Mazatlan, Dallas i Montreal (na ponad 4 minuty)
- 12.08.2026 — **pierwsze** w przyszłym stuleciu **całkowite zaćmienie Słońca w Europie**; w pobliżu pasa znajdą się m.in. Rejkiawik, Madryt i Barcelona (tuż przed zachodem Słońca środek pasa przebiega przez Majorkę)
- 2.08.2027 — kolejne zaćmienie efektownego sarosu 136 przebiegać będzie nad Gibraltarem, Tebami w Egipcie (osiągając w pobliżu maksymalny czas trwania — 6 minut 22 sekundy) oraz Mekką (Arabia Saudyjska).

A co czeka nas w Polsce?

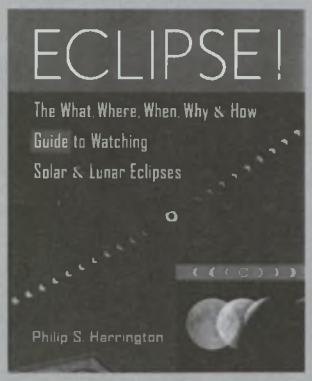
Do połowy przyszłego stulecia na terenie kraju widoczne będą 22 częściowe zaćmienia Słońca. Dane liczbowe (momenty, fazy) ich dotyczące znaleźć można w książce Kazimierza M. Borkowskiego „Astronomiczne obliczenia nie tylko dla geografów". Na rys. 5 prezentujemy widok zaćmionego Słońca w momencie maksymalnej fazy w Warszawie dla zjawisk, które nastąpią w pierwszym ćwierćwieczu. Kilka z nich, widocznych z innych miejsc jako obrączkowe lub całkowite, zostało już wcześniej wspomnianych. Warto dodać, że prócz 31 maja 2003 r. oraz 4 stycznia 2011 r. (to drugie zaćmienie będzie tylko częściowym w Europie i Azji), kiedy to oglądać będziemy wschodzące Słońce w zaćmieniu o dużej fazie, równie efektowne zjawiska zobaczymy przy zachodzie Słońca 12 sierpnia 2026, 21 czerwca 2039 oraz 14 listopada 2050 r. Natomiast świadkami zbliżonego do sierpniowego zaćmienia częściowego w środku dnia będziemy dopiero 11 czerwca 2048 r.

Tak więc póki co warto byłoby zainteresować się również zjawiskami może trochę mniej efektownymi, ale nie pozbawionymi uroku, a przecież formalnie jeszcze rzadszymi — zaćmieniami Księżyca. Najbliższe, i to całkowite, widoczne będą w Polsce 21 stycznia 2000 r. nad ranem oraz wieczorem 9 stycznia 2001 r. Zachęcamy, by każdy amator niezwykłych wrażeń, jakich dostarczają nam zaćmienia dwóch najważniejszych ciał niebieskich, sięgnął też po wydany niedawno w polskiej wersji językowej poradnik Philipa S. Harringtona „Zaćmienie!". Można w nim znaleźć m.in. informacje o wszystkich zjawiskach tego typu, które nastąpią do roku 2017 oraz szereg porad odnośnie ich obserwacji i fotografowania. Życzymy miłej lektury i wielu niezapomnianych przeżyć pod rozgwieżdżonym niebem! (*kr*)

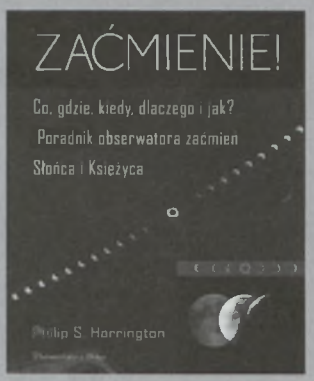
Tak wyglądała faza maksymalnego zaćmienia podczas poprzedniego takiego zjawiska widocznego w naszym kraju w październiku 1996 roku. Fot. M. Śróbka-Kubiak



Rys. 5. Zaćmienia Słońca widoczne w Polsce do roku 2025 (widok w momencie maksymalnej fazy w Warszawie, wg. K.M. Borkowskiego)



Po amerykańsku i... po polsku?



Muszę na wstępie się przyznać, że z poradnikiem P.S. Harringtona „Eclipse!" zdążyłem się już zżyć od ponad roku. Zwróciłem na tę książkę uwagę, planując podjąć w „Uranii–PA" tematykę zaćmień Słońca w związku z wiadomym wydarzeniem. Wydała mi się doskonałą dla miłośników astronomii pozycją — wystarczająco rzeczową, a jednocześnie pisaną z werwą i humorem, mogącą bez trudu zarazić czytelnika pasją śledzenia tych rzadkich a efektownych zjawisk.

Gdyby jej tłumaczenie ukazało się na naszym rynku mniej więcej rok temu, zapewne inaczej wyglądałby też „Elementarz Uranii" w 1999 r. Podczas gdy w niektórych krajach europejskich odpowiednio wcześniej rozpoczęto akcję reklamowo-wydawniczą w związku z „zaćmieniem tysiąclecia", my tradycyjnie już musieliśmy czekać do ostatniej chwili. Cóż — przynajmniej ci, którzy dowiedzieli się o „gorącej" jeszcze pozycji wydawnictwa „Prószyński i S-ka" — mogli zapewnić sobie pouczającą lekturę na podróż w pas centralnego zaćmienia. Nie jest to bynajmniej stawiany komukolwiek zarzut — wręcz przeciwnie: „Zaćmienie!" to świetny wybór, to jedna z nielicznych tego typu pozycji na zachodnim rynku, nie pomyślana jako dzieło, które wypłynie na fali nagłego zainteresowania w związku z 11 sierpnia 1999 r. Jest to poradnik, zawierający informacje o **każdym** zaćmieniu Słońca i Księżyca do roku 2017! Te informacje zajmują mniej więcej połowę książki i dla każdego, kto lubi mieć takie dane w zasięgu ręki, a nie tylko na ekranie monitora (bo w końcu podobne dane generuje większość astronomicznego oprogramowania typu shareware czy freeware), jest to wystarczający powód do jej zakupu.

Jeśli kogoś zaintrygowało, dlaczego akurat rok 2017 jest ostatnim z omówionych, to spieszę wyjaśnić, że obiektywnym powodem jest zamknięcie pełnego cyklu zaćmień (choć w oryginale „załapał" się jeszcze rok 1998), zaś subiektywnym, istotnym (jak sądzę) dla autora — „dociągnięcie" do 21 sierpnia 2017, kiedy to na swoje dwie i pół minuty w cieniu Księżyca doczekają się Amerykanie (ech, co to się będzie działo na rynku wydawniczym w USA!).

I tu dotykamy delikatnej kwestii wyważenia proporcji. Pominę już to, że zaćmieniu „amerykańskiemu" poświęcono 6 stron, podczas gdy „europejskiemu" — tylko 4 (w końcu i tak jest już po fakcie). Irytujące jest natomiast, gdy polski czytelnik dowiaduje się, że „mieszkańcy Stanów Zjednoczonych powinni sporządzić szczegółowy spis całego wyposażenia, jakie wywożą z USA" oraz musi przebrnąć przez sposób wypełniania „Certificate of Registration for Personal Effects Taken Abroad". Wprawdzie niepubliczna telewizja przyzwyczaja nas powoli do dosłownego tłumaczenia list dialogowych, ale razi mnie (a myślę, że i wiele osób używających na co dzień języka polskiego) składnia w rodzaju: „Był to zabawny widok przy odbiorze bagażu, gdy jego samotny śrubokręt jechał w plastikowym pudełku między wszystkimi walizami!". Razi mnie też (może niesłusznie?) używanie terminu „lunacja" zamiast „miesiąc synodyczny".

Jestem za to w stanie zrozumieć psoty drukarskich (komputerowych?) chochlików, które m.in. pozamieniały znaki przy jasnościach gwiazd w tab. 4.3, przypisując np. Rigelowi obserwowaną wielkość gwiazdową 10,1, a Syriuszowi 21,4 (podobne sztuczki zaowocowały w tab. A.1 Dodatku F deklinacjami o wartościach z przedziału 100–−300 stopni!). Takie „oszustwa" dostrzega każdy miłośnik astronomii. Nie każdy musi natomiast wiedzieć, że najbliższe obrączkowe zaćmienie Słońca przechodzące przez Polskę nastąpi 13 lipca 2075 r., zaś całkowite — 7 października 2135 r. (a nie, jak podano na str. 210, odpowiednio — 23 lipca 2093 i 25 maja 2142; wtedy oczywiście też będą centralne zaćmienia). Powinni to wiedzieć stali czytelnicy „Uranii", wyjaśniał to bowiem p. Roman Fangor w numerze 9/1988 na str. 266. Nie będę się już wykłócał np. o to, że telekonwerter zwiększa ogniskową, ale światłosiłę **zmniejsza**.

Wiem, że zmieniają się czasy i coraz częściej zwracać się będziemy do doświadczonych dostawców wyposażenia zza oceanu (sam skorzystałem z usług jednej z firm przy zakupie filtra słonecznego), choć bliżej nam do Europy, ba, może nawet do amerykańskich biur podróży organizujących wyjazdy na zaćmienia. Doceniam wysiłki redakcji polskiego wydania, która starała się umieścić niezbędne minimum informacji (o organizacjach, literaturze etc.) bliższych naszym miłośnikom astronomii. Mimo wszystko po przejrzeniu książki „Zaćmienie!" mam jednak wrażenie, że w chwili obecnej na polskim rynku wydawniczym jakość nie zawsze idzie w parze z ilością. Cóż — przynajmniej możemy dokonać zakupu o połowę taniej.

Z natury nie jestem czepialski i polecam gorąco tę pozycję wszystkim, którzy planują wyprawy lub tylko czekają na kolejne tego typu zjawiska. Myślę, że i mnie — debiutującego w roli recenzenta — mógł mieć na myśli P.S. Harrington, pisząc: „Podobają mi się ludzie, którzy potrafią znaleźć powód do zadowolenia nawet mimo takiego rozczarowania". (*kr*)

Słońce w pajęczynie, czyli... przewodnik internauty

Zainteresowanym zaćmieniami Słońca i — ogólniej — tematyką słoneczną pragniemy polecić szereg interesujących witryn w internecie

Pomoc dla planujących wyjazd i obserwacje całkowitego zaćmienia

- http://umbra.nascom.nasa.gov/eclipse/990811/rp.html — biuletyny NASA poświęcone zaćmieniom w wersji on-line, ze szczegółowymi mapkami, tabelami, prognozami i poradami
- http://planets.gsfc.nasa.gov/eclipse/TSE1999/TSE1999.html — oficjalna witryna zaćmienia redagowana przez NASA, zawartość· jw. rozszerzona o dodatki dla wtajemniczonych i profesjonalistów
- http://www.tvweather.com — dobry punkt wyjścia dla zainteresowanych zjawiskami atmosferycznymi i pogodą na całym świecie
- http://www.nottingham.ac.uk/meteosat — witryna satelity śledzącego aktualną sytuację meteorologiczną na całej kuli ziemskiej

Miłośnicze obserwacje zaćmień Słońca

- http://www.skypub.com/eclipses/eclipses.shtml — informacje o niedawnych i nadchodzących zaćmieniach Słońca i Księżyca
- http://www.eso.org/aol/eclipse99/ — objęta patronatem EAAE akcja Astronomy On-Line; propozycje nie do odrzucenia dla każdego miłośnika astronomii
- http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/eclipse.html — przewodnik po zaćmieniach eksperta tej tematyki Freda Espenaka; liczne raporty z obserwacji, zdjęcia, sekwencje wideo
- http://www.solar-eclipse.org/ — transmisje zaćmień on-line, materiały z kilku ostatnich tego rodzaju przedsięwzięć
- http://www.comet-track.com/eclipse/secl.html — galeria pracowitego fana zaćmień i innych okazjonalnych zjawisk astronomicznych Boba Yena; wspaniała dokumentacja ostatnich całkowitych zaćmień Słońca
- http://www.hermit.org/Eclipse1999/eclipse_observe.html/ — m.in. oferty firm zajmujących się produkcją i rozprowadzaniem filtrów słonecznych do wszelkich przyrządów optycznych

Wademekum dla „słoneczników"

- http://www.exploratorium.edu/eclipse/links.html — kompendium internetowych połączeń do miejsc związanych z szeroko pojętą tematyką słoneczną
- http://www.nso.noao.edu/synoptic/synoptic.html; http://vtt.sunspot.noao.edu/vtt-home.html; http://www.bbso.njit.edu/ — codzienne obrazy Słońca z naziemnych obserwatoriów astronomicznych
- http://sohowww.nascom.nasa.gov/ — oficjalna witryna ultrafioletowego satelity SOHO badającego Słońce; bogate archiwum obrazów, m.in. komet trafiających samobójczym lotem w Dzienną Gwiazdę
- http://www.sunspotcycle.com/ — aktualne i archiwalne dane o plamach słonecznych; można uczestniczyć w tworzeniu wykresu liczb Wolfa w zbliżającym się do maksimum 23 cyklu aktywności
- http://dac3.pfrr.alaska.edu/aurora/ — cotygodniowe prognozy zórz polarnych oraz animacje i obrazy aktualnej sytuacji na nocnym niebie — niekiedy okazja do podziwiania zorzy na żywo!
- http://www.sel.noaa.gov/ — graficzna prezentacja danych satelitarnych o nasileniu cząstek naładowanych w górnych warstwach atmosfery; swego rodzaju podgląd dla polujących na zorze
- http://www.spaceweather.com/ — codzienne raporty na temat słonecznej i geomagnetycznej aktywności oraz jej prognozy

Zaćmienie

Wszystko czego dotykasz
Wszystko co widzisz
Wszystko czego próbujesz
Wszystko co czujesz
Wszystko co kochasz
Wszystko czego nienawidzisz
Wszystko czemu nie wierzysz
Wszystko co oszczędzasz
Wszystko co dajesz
Wszystko w czym bierzesz udział
Wszystko co kupujesz
o co żebrzesz, co pożyczasz
lub kradniesz
Wszystko co tworzysz
Wszystko co burzysz
Wszystko co robisz
Wszystko co mówisz
Wszystko co jesz
Każdy kogo spotykasz
Wszystko co lekceważysz
Każdy z kim walczysz
Wszystko co jest teraz
Wszystko co minęło
Wszystko co nadejdzie
Wszystko pod Słońcem jest
na swoim miejscu
Ale Słońce jest zaćmione przez
Księżyc

Roger Waters (Pink Floyd)
„The Dark Side of the Moon"

BIBLIOTEKA UNIWERSYTECKA w TORUNIU

Nasz redakcyjny kolega, Wiesiek Skórzyński, nie mógł wyjechać na całkowite zaćmienie, więc fotografował to, co było widać między chmurami w Toruniu.

Tak wyglądała maksymalna faza zaćmienia widzianego przez Janusza Magdę z Trzęsówki. Film Konica VX 100, czas eksp. 1/2000 s.

A tak widział zaćmienie Adam Wróbel z Rakszawy. Aparat Zenit 11 z obiektywem o ogniskowej 135 mm. Film Kodak Gold 100 ASA. Czas ekspozycji 1/125 s.

Trzy powyższe zdjęcia wykonał Janusz Poths w Siofok (Węgry) aparatem Zenit podłączonym do tzw. szukacza komet firmy „Uniwersal" na filmie Konica VX 100 z czasami 1/250 s, 1/500 s i 1/125 s.

Fot. M. Filipek

Fot. W. Skórzyński

Fot. M. Stefaniak

Fot. A. Kisielewicz

Fot. J. Wiland

Czas pomyśleć
o następnym zaćmieniu
na Madagaskarze

Fot. K. Rochowicz

Fot. R. Kosturek

Fot. M. Stefaniak

Korona i Wenus. Fot. F. Chodorowski

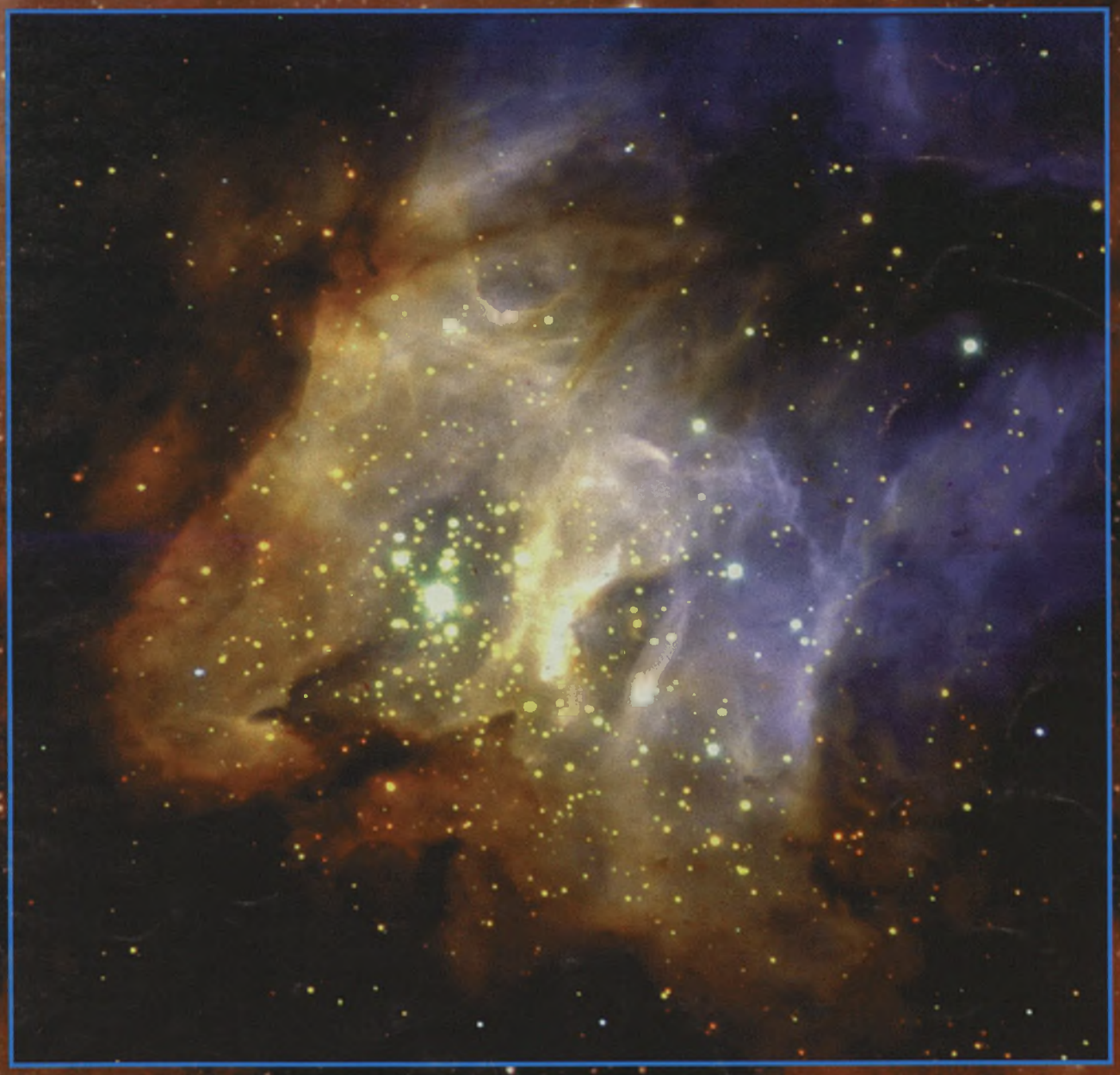
Urania

Postępy Astronomii

2/99 (680)

tom LXX

marzec–kwiecień



- Rola astronomii w edukacji i kulturze społeczeństwa
- Czarne dziury w promieniach Roentgena (cz. I)
- Magnetary – ultramagnetyczne gwiazdy neutronowe
- Baza satelitarna ALFA

Kolejne wpisy do planetarnej kartoteki

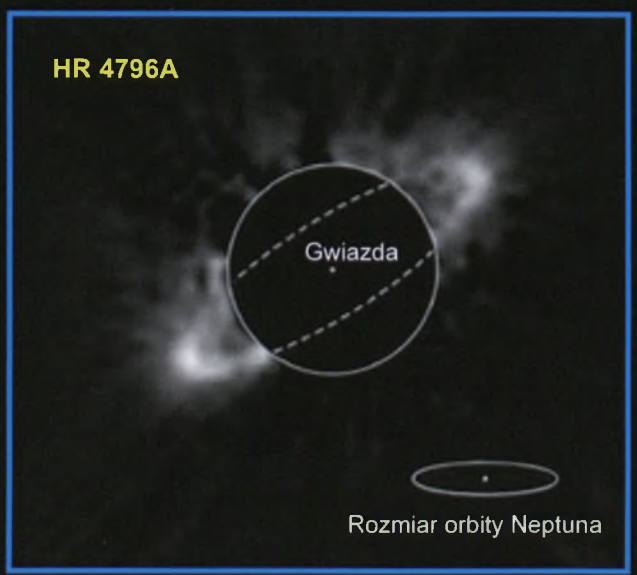
W 1991 roku, na gwiazdę noszącą katalogowe oznaczenie HR 4796A, zwrócił uwagę Michael Jura. Na podstawie obserwacji podczerwonych wykonanych w 1984 roku przez satelitarne obserwatorium IRAS, stwierdził on niezwykłą nadwyżkę pyłu występującego wokół gwiazdy. W zeszłym roku, David Koerner i inni, posiłkując się danymi podczerwonymi z naziemnych teleskopów uściślili tę wiadomość — pył jest w kształcie dysku, choć rozdzielczość uzyskanych obrazów nie pozwalała na uzyskanie zbyt obszernych informacji o jego naturze. Dopiero Brad Smith z Uniwersytetu Hawajskiego, Glenn Schneider z Uniwersytetu w Arizonie ze współpracownikami, kiedy zaprzęgli do pracy Teleskop Kosmiczny Hubble'a, mogli zaprezentować światu pierwsze wyraźne zdjęcie pyłowego dysku .

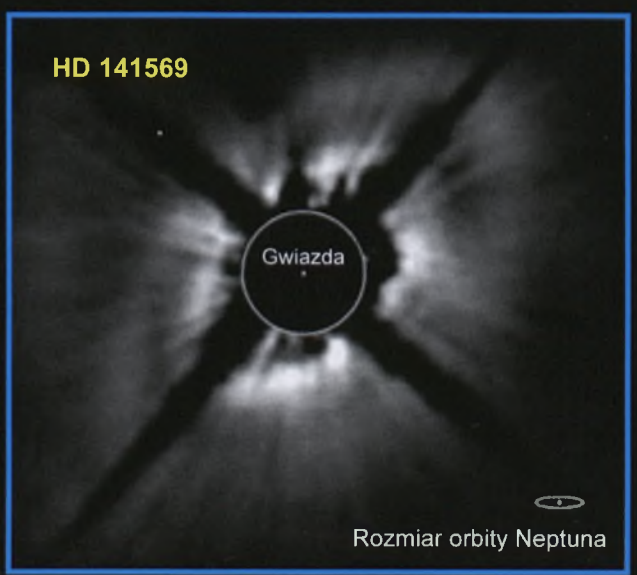
Sama HR 4796A, odległa od nas o 220 lat świetlnych mieszkanka Centaura, jest około 70% większa niż Słońce, za to jej wiek nie przekracza najprawdopodobniej 10 milionów lat — gdyby uznać Układ Słoneczny za będący w średnim wieku, to nasza bohaterka to po prostu kosmiczne niemowlę! Jak widać na zdjęciu, dysk przypomina nieco pierścień Saturna i ma to podobieństwo swoje fizyczne podłoże. Takie bowiem pierścienie, otaczające „nasze" planety, są utrzymywane w ryzach przez krążące po sąsiedzku wokół macierzystej planety księżyce. Gdyby nie ich „ścieśniające" owe pierścienie oddziaływanie grawitacyjne, już dawno „rozpierzchłyby" się one na skutek zderzeń pomiędzy tworzącymi je cząsteczkami, jak również pod wpływem ciśnienia promieniowania i innych rozpraszających — dosłownie — czynników. Płyną stąd zatem od razu dwa wnioski: HR 4796A najwyraźniej również posiada przynajmniej dwie niewidoczne planety (lub protoplanety) położone po obu stronach pyłowego pierścienia i co być może ważniejsze — zdążyły się one uformować pomimo, jak już zaznaczyliśmy, niemowlęcego wieku gwiazdy. Ich masa raczej nie przekracza 10 mas Jowisza; w przeciwnym razie powinny być widoczne na zdjęciach z HST.

Nie jest to pierwszy pyłowy twór towarzyszący gwieździe, lecz w odróżnieniu od zazwyczaj rozległych okołogwiazdowych dysków, opisywany pierścień ma szerokość zaledwie 17 jednostek astronomicznych (czyli mniej więcej odległość dzieląca orbity Marsa i Urana). HR 4796A jest widoczna gołym okiem; pierścień wszakże, odległy od niej o jakieś 10 miliardów kilometrów, świeci już tysiąc razy słabiej. By móc go w ogóle zarejestrować, trzeba było wykorzystać koronograf instrumentu NICMOS pracującego w podczerwieni, który wycinał światło gwiazdy, co pozwoliło pierścieniowi pyłowemu zaprezentować się w pełnej krasie. Niesie on ze sobą dodatkowo zagadkę materii go tworzącej. Czerwonawo–szary odcień wskazuje na to, iż nie jest on „skonstruowany" z ziaren pyłu międzygwiazdowego; podejrzewa się, że powstał w wyniku zderzeń planetezymali, czyli kometopodobnych pozostałości po formacji samej gwiazdy.

Nieco odmienny, acz równie fascynujący jest przypadek obiektu HD 141569. To również jeden z rezultatów programu badawczego, w którym zainteresowania ogniskują się na środowiskach wokół młodych gwiazd ciągu głównego. Ta leżąca w odległości 320 lat świetlnych w konstelacji Wagi gwiazda, już od 1986 roku była poważną kandydatką — z racji wyraźnej nadwyżki promieniowania podczerwonego, diagnozowanej przez IRASa — do wciąż powiększającego się grona „szczęśliwych" posiadaczy dysków pyłowych. Dzięki zdjęciom z HST okazał się on bardzo rozległy. Jego średnica dorównuje trzynastokrotnej rozciągłości orbity Neptuna, wynosząc około 120 miliardów km! Wewnętrzna krawędź dysku wypada na odległości niecałych 34 mld kilometrów od gwiazdy. Najciekawsza jest wszakże łatwo widoczna przerwa — prawie 6 miliardów km szerokości — tnąca dysk na dwie mniej więcej równe składowe: jasną część wewnętrzną i wyraźnie ciemniejsze zewnętrzne połacie — w sumie coś na kształt przerwy Cassiniego w pierścieniach Saturna. A jak z satysfakcją podkreśla Alycia Weinberger, najbardziej oczywistym czynnikiem stwórczym takiej struktury dysku jest działalność planety. Która, co ciekawsze, nawet niekoniecznie musi rezydować w obrębie samej przerwy — takie spustoszenie może czynić jej ruch orbitalny i oddziaływanie grawitacyjne. HD 141569 jest już „pełnokrwistą" gwiazdą — trzy razy masywniejszą od Słońca i 22–krotnie jaśniejszą, choć ze swej przewidywanej długości życia, „uszczknęła" ledwie jeden procent.

Warto przy okazji zauważyć, że oba opisane odkrycia są niejako podwójne — nie dość, że potwierdzono ponad wszelką wątpliwość istnienie wokół tych dwóch gwiazd dysków pyłowych, to jeszcze na podstawie mocnych przesłanek stwierdzono istnienie wokół nich planet! (*mag*)





Szanowni i Drodzy Czytelnicy,

Przeżywamy wielkie reformowanie różnych dziedzin naszego życia. My też chcemy zabrać głos i przedstawiamy w przededniu reformy naszej Edukacji Narodowej refleksję ***Astronoma Królewskiego Martina J. Rees'a*** *z Cambridge na temat roli astronomii w edukacji i kulturze społeczeństwa. Sir Martin wygłosił ten wykład na międzynarodowym kongresie dotyczącym nowych trendów w nauczaniu astronomii. Stanowisko i opinie tu przedstawione podzielane są przez Międzynarodową Unię Astronomiczną, a wygłoszenie ich przez jednego z najwybitniejszych astronomów współczesnej doby tylko dodaje im wagi. Niestety nie mamy wrażenia, aby w kolejnych reformach polskiego szkolnictwa astronomia i fizyka znajdowały należne im miejsce. Jako środowisko astronomiczne musimy dążyć do szerszego wśród naszego społeczeństwa rozumienia praw przyrody. A do tego droga wiedzie przez odpowiednie miejsce astronomii i fizyki w powszechnych programach edukacyjnych. Ojczyzna Kopernika, to powinno coś znaczyć!*

Czasy, w których żyjemy, są bardzo bogate w różnorakie wydarzenia astronomiczne. Odkrywane są nowe obiekty, modyfikowane dotychczasowe interpretacje obserwowanych faktów, powstają nowe hipotezy i teorie. Za znakomitym poetą Leopoldem Staffem i jego wierszem „Niebo w nocy" możemy powiedzieć, że to, co się dzieje na niebie, to „przechodzi ludzkie pojęcie". „Urania" jest w stanie przybliżać Państwu tylko niektóre z tych wydarzeń, przede wszystkim te, które, według nas, mają istotne znaczenie dla rozumienia otaczającego nas Świata. W bieżącym zeszycie podejmujemy m.in. zagadnienie natury czarnych dziur, nowych obiektów zwanych magnetarami, bazy satelitarnej Alfa i sierpniowego zaćmienia Słońca. W następnym numerze będziemy przedstawiali stworzenie Wszechświata według najnowszych koncepcji kosmologicznych oraz mówili o pracy toruńskiego 32-metrowego radioteleskopu i o ekscentrycznej orbicie Ziemi w układzie planetarnym Kopernika.

O naturze i tajemnicach czarnych dziur ujawnianych w promieniowaniu rentgenowskim piszą w tym zeszycie ***Marek Gierliński i Andrzej Zdziarski*** *z Warszawy. Będą kontynuowali ten temat jeszcze w następnym zeszycie. Magnetary to nowa klasa radiowo cichych pulsarów i obiekty powiązane ze zjawiskiem błysków gamma. Przedstawia je* ***Tadeusz Jarzębowski*** *z Wrocławia. Te młode gwiazdy neutronowe o polach magnetycznych 10 miliardów razy większych niż najsilniejsze pola magnetyczne wytwarzane na Ziemi, czerpią swą energie z anihilacji pola magnetycznego. To też jest nowa klasa źródeł energii w Kosmosie.*

Wydarzeniem astronautycznym ubiegłego roku był początek montażu międzynarodowej bazy satelitarnej ALFA. Po załogowych wyprawach na Księżyc w ramach programu Apollo, zaczęła się więc realizacja największego technicznego przedsięwzięcia kosmonautycznego w dziejach ludzkości. O historii, dotychczas zrealizowanym etapie i dalszym programie realizacji tego projektu pisze ***Andrzej Marks*** *z Warszawy, autor świeżo wydanej książki „Baza satelitarna ALFA".*

Wydarzeniem astronomicznym roku bieżącego będzie w Europie całkowite zaćmienie Słońca. Szczegółowy opis zjawiska wraz z mapami jego przebiegu przedstawia w „Elementarzu Uranii" ***Krzysztof Rochowicz*** *z Torunia. Ten sam Autor kontynuuje prezentację obiektów katalogu mgławic Messiera. Tym razem dominują mgławice gwiazdozbioru Strzelca z przepiękną M20 (NGC 6514) zwaną Trójlistną Koniczyną.*

W „Rozmaitościach" głównym tematem jest spotkanie sondy kosmicznej NEAR z planetoidą Eros. Niestety NEAR nie wszedł na orbitę wokół Erosa. Mówimy też o zamknięciu Królewskiego Obserwatorium w Greenwich po 323 latach działalności oraz o powstających planetach. O pięcioletniej pracy Toruńskiego Planetarium pisze w naszej rubryce relacjonującej wydarzenia krajowe ***Jerzy Rafalski****, jeden z astronomów tam pracujących. „Pięć lat minęło..., a jednak się kręci!" to tytuł tego rocznicowego artykułu.*

Miłośnicze obserwacje meteorów roju Perseid zostały podsumowane przez ***Arkadiusza Olecha*** *z Warszawy. Pracownia Komet i Meteorów, której członkowie dokonywali tych obserwacji, jest jednym z najaktywniejszych zespołów obserwacyjnych wśród polskich miłośników astronomii. Intencją regularnego publikowania „Kalendarza astronomicznego", opracowanego przez* ***Tomasza Ściężora,*** *jest właśnie powiększenie kręgów miłośników astronomii i zachęcenie wszystkich naszych Czytelników do świadomego spoglądania na niebo.*

Niestety, z wielkim smutkiem musimy pożegnać naszego Kolegę współpracującego z Uranią od przeszło 40 lat, ***śp. Stanisława Roberta Brzostkiewicza****. Robimy to piórem Krzysztofa Ziołkowskiego, długoletniego Redaktora „starej" „Uranii". Pan Stanisław zmarł w dniu 2 grudnia 1998 roku. Będzie nam Go bardzo brakowało.*

Życzę Państwu przyjemnej lektury

Andrzej Woszczyk

UNIWERSYTET
w Toruniu

Toruń, w lutym 1999

Szanowna Redakcjo!

Prenumeruję czasopismo „Urania-Postępy Astronomii" od numeru 1/98, a więc od chwili połączenia się obu wydawnictw. Uważam, że zaletą powstałego w ten sposób pisma jest jego uniwersalność. Każdy znajdzie w nim coś dla siebie. „Urania-PA" jest przeznaczona dla wszystkich miłośników astronomii — od początkujących, zupełnych laików (takich jak ja), do profesjonalistów.

Tak jak wielu czytelnikom, także i mnie podoba się Wasza kolorowa wkładka, na której umieszczacie najbardziej interesujące zdjęcia. Myślę, że ciekawym urozmaiceniem byłoby drukowanie „od czasu do czasu" plakatu przedstawiającego najpiękniejsze obiekty wszechświata. Jedna strona tego dodatku mogłaby być pusta, tak aby zdjęcia można było przykleić, np. na ścianie.

Bardzo ciekawym pomysłem jest konkurs „Czy znasz Układ Słoneczny?". Proponowałabym więcej takich rubryk.

Chętnie czytam artykuły poświęcone historii polskiej astronomii i najwybitniejszym jej przedstawicielom. To bardzo dobrze, że propagujecie naszą polską naukę. Myślę jednak, że dobrym pomysłem byłoby drukowanie biografii i artykułów o wybitnych astronomach z innych państw. Dobrze byłoby przybliżyć czytelnikom sylwetkę zmarłego niedawno Carla Sagana – świetnego astronoma i wspaniałego człowieka. Kolejnym, zmarłym niedawno wybitnym naukowcem, był Eugene Shoemaker. To bardzo smutne, że opuszczają nas tak niezwykli ludzie. Myślę, że warto im poświęcić kilka kart „Uranii-PA".

Z szacunkiem

Małgorzata Michalak
Rawicz

Red.: *Dziękujemy za miłe słowa i ciekawe propozycje. O niektórych z nich już myśleliśmy w ubiegłym roku (np. plakat, kalendarz ścienny), ale nie starczyło środków na realizację tych pomysłów. Sylwetki astronomów od lat kreśliły „Postępy Astronomii" i stara „Urania" i dalej to robimy (vide nr 1 i 2 br). „Postępy Astronomii" z sylwetkami Carla Sagana (PA t.45 z.1 s.40) i Eugene Schoemakera (PA t.45 z.3 s.47) przesyłamy naszej Czytelniczce pocztą.*

***

Szanowna Redakcjo!

Proponuję utworzenie w „Uranii-PA" rubryki, która zawierałaby adresy ciekawych stron internetowych o tematyce astronomicznej wraz z krótkim opisem ich zawartości. Adres NASA zna chyba każdy, ja natomiast proponuję zajrzeć na stronę dotyczącą misji sondy NEAR, która w najbliższych dniach dotrze do celu, czyli planetoidy Eros.

Adres jest następujący: http://near.jhuapl.edu/

Rafał Kosturek
Rzeszów

Red.: *Przy różnych okazjach podawaliśmy już ciekawe adresy internetowe, ale spodobała nam się idea utworzenia odpowiedniej rubryki i zaczynamy to robić już od tego numeru (s. 95 oraz 89)*

***

Szanowny Panie Redaktorze,

Jestem czytelnikiem „Uranii-PA" za granicą i pragnę umieścić kilka moich uwag na Waszych stronach. (...)

Obecnie jestem emerytem i mam 61 lat. Szkoły ukończyłem w Polsce. We Francji przebywam od 30 lat. Należę tutaj do klubu astronomicznego, który jest jednym z najbardziej aktywnych w naszym regionie.

Od kilku lat astronomia stała się dla mnie pasją do tego stopnia, że przystąpiłem do budowy teleskopów. Nie do sprzedania, lecz dla własnej przyjemności.

Dowiaduję się o problemach „Uranii", ale kto ich dzisiaj nie ma! Tutaj również niektóre czasopisma mają problemy. (...) Czytając piąty numer „Uranii-PA" i jego rubrykę „Czytelnicy piszą" muszę stwierdzić, że niektórzy mają bardzo dobre propozycje i ja również pragnę dołączyć swoje.

W obecnym czasie wszyscy opierają się na zasadzie, że nie trzeba czekać na klienta, lecz należy wyjść mu naprzeciw. Jedynym sposobem jest reklama. Należy przedstawić czytelnikom w największej ilości punktów sprzedaży prasy w Polsce jakość tego czasopisma i do kogo jest adresowane (...) Właśnie Pan Jerzy Zagrodnik z Krosna pisał, że aby przyciągnąć większą rzeszę czytelników, nie należy zamieszczać artykuły tylko na wysokim poziomie, lecz również dla początkujących. Zadaję sobie pytanie, dlaczego wydawnictwo „Uranii-PA" nie sprzedaje niektórych przedmiotów potrzebnych do uprawiania astronomii, aby polepszyć swoją sytuację finansową? Na przykład mapy obrotowe nieba, które są tak potrzebne początkującym. Wystarczy taka mapa i dobra lornetka, aby zobaczyć dużo ciekawych rzeczy na niebie.

(...) Wysyłam artykuł w odpowiedzi na list Pana Adama Mierzejewskiego z Chorzowa na temat zwierciadeł do teleskopów, myślę, że o to Mu chodzi.

Przygotowuję artykuł pt. „Mistyka i rzeczywistość kamery CCD", w którym przedstawię to, co usłyszałem na ten temat na dużym zjeździe astronomów zawodowych i amatorów w Zachodniej Francji tego roku.

Pragnę również napisać o typach teleskopów – opisać ich wady i zalety.

Edward Gac
Trelaze (Francja)

Red.: *Bardzo dziękujemy naszemu Czytelnikowi z Francji za interesujący list i zawarte w nim uwagi. Nasi Czytelnicy zauważyli zapewne publikowane wcześniej zdjęcia różnych obiektów niebieskich wykonane przez p. Edwarda oraz jego zdjęcie z własnoręcznie wykonanym teleskopem („Urania-PA" 2/98 s.91). Nadesłany tekst o zwierciadłach teleskopów już przekazaliśmy Panu Mierzejewskiemu. Czekamy na zapowiedziane artykuły i nowe zdjęcia.*

***

Дорогие друзья – любители астрономии с Polska!

Поздровляем Вас Всех с Новым Годом!

Желаем Вам каждую ночь много звёзд в глазах, а каждый день – солнце в руках!

Успех великолепной Uranie!

Веселка Радева
Warna (Bułgaria)

Red.: *Serdecznie dziękujemy za miłe życzenia z Bułgarii i wzajemnie serdecznie pozdrawiamy naszą Czytelniczkę i całą miłośniczą brać z bliskiej nam Bułgarii. Przysłane „Słońca w rękach (Veselki?)" prezentujemy w „Galerii Uranii".*

Tu może być reklama Twojej Firmy!

Nasz cennik jest następujący:
cała strona kolorowa: 1000.00 zl
cała strona czarno-biała: 400.00 zl
Przy mniejszych formatach dla stron czarno-białych:
1/2 str.: 300.00 zł
1/4 str.: 200.00 zł
1/8 str.: 100.00 zł — ten rozmiar traktujemy jako najmniejszy „moduł". Podobnie jest ze stroną kolorową.
Istnieje możliwość negocjowania warunków.

Zapraszamy na nasze łamy!

Zapraszamy na nasze internetowe strony!

http://urania.camk.edu.pl

Reklamodawcom proponujemy miejsce dla reklamy ich produktów na dogodnych warunkach!

Urania
POSTĘPY ASTRONOMII

(PL ISSN 0032-5414/ 0042-07-94)

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstałe poprzez połączenie się **„Uranii"** — dotychczasowego miesięcznika PTMA, ukazującego się od 1922 roku i **„Postępów Astronomii"** — dotychczasowego kwartalnika PTA, wychodzącego od 1953 roku. Patronat: Polskie Towarzystwo Astronomiczne i Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii". Pismo jest częściowo finansowane przez KBN i Komitet Astronomii PAN.

Redaktor Naczelny:
Andrzej Woszczyk, CA UMK Toruń

Zespół Redakcyjny:
Marek Gołębiewski, CA UMK Toruń
Magdalena Kożuchowska, CAMK W-wa
Krzysztof Rochowicz, CA UMK Toruń
Roman Schreiber, CAMK Toruń

Opracowanie graficzne i skład komputerowy:
Jacek Drążkowski

Korekta:
Bożena Wyrzykowska

Adres Redakcji:
Uniwersytet M.Kopernika
ul.Chopina 12/18
87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 52, 611 34 50
fax. (0-56) 62 19 381

Poczta elektroniczna (E-mail adress):
aw@astri.uni.torun.pl

Adres WWW:
http://urania.camk.edu.pl

Druk:
Zakład Poligraficzno-Wydawniczy
POZKAL, Inowrocław

Dystrybucja:
Barbara Gertner, CA UMK,
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 14
E-mail: basia@astri.uni.torun.pl

Prenumerata w roku 1999 kosztuje 36 zł. Można również zamawiać pojedyncze zeszyty w cenie 7.50 zł.

Numer zamknięto w lutym 1999

*** Materiałów nie zamówionych Redakcja nie zwraca, a wykorzystując zastrzega sobie prawo do ich redagowania i skracania * Przedruk materiałów i zdjęć tylko za zgodą Redakcji. * Opinie i poglądy formułowane przez Redakcję i Autorów nie reprezentują oficjalnego stanowiska obu patronujących nam Towarzystw ***

W NUMERZE

52 ***Rola astronomii w edukacji i kulturze społeczeństwa***
Martin J. Rees
Astronomia jest nauką podstawową, ale jest także najobszerniejszą z nauk o środowisku. Ma ona do odegrania — zwłaszcza w obecnych czasach oszałamiającego postępu technicznego — kluczową rolę w edukacji na wszystkich poziomach nauczania i w powszechnym rozumieniu praw przyrody.

56 ***Czarne dziury w promieniach Roentgena (cz. I)***
Marek Gierliński, Andrzej A. Zdziarski
Czarne dziury narodziły się w umysłach uczonych na długo przed tym, nim komukolwiek przyszło do głowy szukać ich na niebie. Już w roku 1783 brytyjski miłośnik astronomii, wielebny John Michell zauważył, że równania grawitacji Newtona przewidują istnienie gwiazd, których nie widać. Dziś coraz częściej stają się one dla nas koniecznym argumentem dla lepszego rozumienia otaczającego nas świata.

62 ***Magnetary — ultramagnetyczne gwiazdy neutronowe***
Tadeusz Jarzębowski
Magnetary — to nowy termin astrofizyczny określający młode gwiazdy neutronowe o potężnych polach magnetycznych. Ujawniają one naturę pulsarów, ale tylko w dziedzinie rentgenowskiej, a energię swą czerpią nie z rotacji ani akrecji materii, lecz z energii pola magnetycznego, z jego anihilacji. To one są odpowiedzialne za zjawisko wielokrotnych błysków gamma.

68 ***Baza satelitarna ALFA***
Andrzej Marks
Zaczęła się faza konkretnej, technicznej realizacji największego w dziejach ludzkości przedsięwzięcia kosmonautycznego. 20 listopada 1998 r. został wysłany na orbitę okołoziemską przez Rosjan podstawowy moduł międzynarodowej bazy satelitarnej ALFA, a 3 grudnia tzw. Węzeł 1 tej bazy wysłali Amerykanie.

teleskop kosmiczny Hubble'a obserwuje: *Kolejne wpisy do planetarnej kartoteki (okł.II); Galaktyka NGC253 (wkł.I); Mgławica planetarna NGC3132 (wkł.I); Pozostałość supernowej SN1987A (okł.IV)*

rozmaitości: *Królewskie Obserwatorium Greenwich zamknięte (76); Krótkie spotkanie z Erosem (77)*

72 **PTA informuje:** *Komunikat PTA nr 3*

73 **poradnik obserwatora:** *Rosyjskie obiektywy–giganty*

74 **Galeria Mgławic Messiera:** *W ramionach Strzelca (M19 – M24)*

78 **w kraju:** *Pięć lat minęło..., a jednak się kręci!*

82 **In Memoriam:** *Stanisław Robert Brzostkiewicz (1930–1998)*

85 **elementarz Uranii:** *Letni spektakl na niebie*

90 **P.T. Miłośnicy Astronomii obserwują:** *Perseidy 1998*

93 **kalendarz astronomiczny '99:** *maj – czerwiec*

95 **ciekawe adresy internetowe...**

96 **konkurs:** *Czy znasz Układ Słoneczny? (cz. VI)*

96 **krzyżówka**

NA OKŁADCE

Położony w Drodze Mlecznej w odległości 5 tys. lat światła od nas obszar formowania się gwiazd RCW38 „sfotografowany" przy pomocy podczerwonego spektrografu obrazowego ISAAC (w pierwszą noc jego pracy) i teleskopu nr 1 VLT ESO w Chile w nocy 16/17 listopada 1998 r. Pole widzenia wynosi 2.5'×2.5', a rozdzielczość 0.4". Efekt barwny uzyskano przez złożenie obrazów otrzymanych w długościach fali Z (0.9 μm), H (1.65 μm) i Ks (2.16 μm). Widoczne promieniowanie jest mieszaniną światła gwiazd rozproszonego przez pyły oraz świecenia atomowego i molekularnego wodoru.

Materiały dotyczące wyników obserwacji teleskopu kosmicznego Hubble'a uzyskano dzięki uprzejmości doktora F. Duccio Macchetto, przedstawiciela Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA) w *Space Telescope Science Institute* w Baltimore (USA)

Martin J. Rees

Rola astronomii w edukacji i kulturze społeczeństwa

Niniejszy artykuł jest spolszczonym tekstem wykładu jaki Sir Martin J. Rees wygłosił na zakończenie Kolokwium nr 162 Międzynarodowej Unii Astronomicznej na temat „Nowe trendy w nauczaniu astronomii", które odbyło się w lipcu 1996 roku na Uniwersytecie Londyńskim. Jak podkreśla Autor, nie jest to podsumowanie konferencji, ale spojrzenie na rolę astronomii w edukacji i kulturze współczesnego społeczeństwa z perspektywy naukowca-astronoma pracującego w Zjednoczonym Królestwie. Sprawozdanie z tej konferencji ukazało się drukiem w serii wydawnictw kongresowych MUA. Polską wersję tego wykładu (z niewielkimi skrótami) publikujemy za zgodą organizatorów Kolokwium.*

Astronomia i młodzież.

Przywrócenie właściwej rangi nauczaniu przedmiotów ścisłych jest ważne nie tylko dla przyszłych naukowców i inżynierów, ale dla każdego, kto będzie żył i pracował w świecie wprost naszpikowanym nowinkami technicznymi, coraz bardziej uzależnionym od zdobyczy techniki, korzystającym z jej dobrodziejstw i narażonym na ich kaprysy. Wybór kierunku kształcenia w starszych klasach szkoły średniej nie powinien być nieodwołalny. Wielu naukowców podkreśla potrzebę poszerzenia programów nauczania 16–18-latków, aby nie skazywać na izolację od nauk ścisłych i wiadomości technicznych młodzieży wybierającej klasy o kierunkach humanistycznych.

Zmiana nastawienia społecznego do nauk ścisłych będzie możliwa, jeśli uda nam się zachęcić dostatecznie wielu młodych ludzi do wybierania klas o kierunkach ścisłych. Nie uczynią tego, jeśli nie będą przekonani o atrakcyjności takiego wyboru. Rozczarują ich wykłady, które nie pobudzają wyobraźni, zniechęci świadomość, że ich nauczyciel zarabia mniej niż księgowy. Muszą odczuć, że nauki ścisłe trafiają w potrzeby ludzkości, wychodzą naprzeciw rozterkom etycznym naszego wieku. Inną sprawą jest rozpaczliwie niski odsetek dziewcząt wybierających klasy matematyczne i technika. Pozostanie on tak niski, dopóki nie stworzy się możliwości zmiany kierunku kształcenia wybranego w wieku 16 lat.

Astronomia szczególnie łatwo może przyciągać młodych ludzi. Wzbudza zainteresowanie szerokiej publiczności, nie straszy konsekwencjami swoich badań. Ma pod tym względem przewagę nad genetyką i nad fizyką jądrową. Pobudza wyobraźnie błyskotliwych uczniów i studentów. Niedawno przeprowadzono interesujące badania wśród tych, którzy wybrali w I semestrze studiów na brytyjskich uniwersytetach wykład z fizyki. Zapytano, co wpłynęło na ich wybór. Fascynacja astronomią i przestrzenią kosmiczna zajęły wysokie miejsca w tym „rankingu". Na wybory młodzieży mieli wpływ ich nauczyciele, przeczytane książki popularne i czasopisma. Podręczniki szkolne nie odegrały większej roli.

Astronomia powinna stanowić część oficjalnego programu nauczania w szkołach. Młodzi ludzie mają chłonne umysły, żywo reagują i są doskonałymi adresatami inicjatyw nieformalnych. Jest wiele nowych dróg wspomagających i indywidualizujących kontakty naukowców z młodzieżą szkolną. Lista możliwości wciąż się poszerza: rozwój telekomunikacji umożliwił zdalny dostęp do nowoczesnego oprzyrządowania, do komputerów w dużych ośrodkach naukowych, tak że indywidualni odbiorcy — zarówno miłośnicy astronomii, jak i młodzież szkolna — mogą za pośrednictwem Internetu uczestniczyć w bieżących odkryciach naukowych.

Rzeczywistość wirtualna stwarza instytucjom naukowym nowe możliwości. Powstaje jednak pytanie, czy ta „rzeczywistość" ma uzupełniać i wspomagać proces edukacji, czy też miałaby zostać bardzo powierzchownym substytutem tradycyjnej, namacalnej rzeczywistości? Naukowcy spędzają już często większość czasu pracy w przestrzeni cybernetycznej, mając niemal natychmiastowy kontakt z kolegami i współpracownikami na całym świecie, wymieniając informacje i przygotowując publikacje do druku. (Nie znaczy to wcale, że konferencje naukowe są niepotrzebne!) Błyskawiczny dostęp do informacji zmienia nasz sposób uprawiania nauki, zmienia hierarchię celów i wartości. W najgorszym

* *New Trends in Astronomy Teaching, Ed. L. Gouguenheim, D. McNally and J. R. Percy, Cambridge University Press, 1998*

razie szybki przepływ informacji tylko ułatwia żmudną pracę, w najlepszym — może dać nadzwyczaj silne narzędzie pracy do ręki, zwłaszcza naukowcom w krajach rozwijających się, o ile zdołają zdobyć fundusze potrzebne, by sfinansować dostęp do globalnej sieci komputerowej.

Społeczny odbiór nauk ścisłych

Jako przewodniczący istniejącego od 1830 roku Brytyjskiego Towarzystwa Krzewienia Wiedzy zetknąłem się bezpośrednio z problemami popularyzacji nauki .

Gdy patrzymy na propagowane wówczas osiągnięcia naukowców i wynalazców z czasów wiktoriańskich, to według dzisiejszych standardów wydają się one niewielkie. A jednak wpływ Brytyjskiego Towarzystwa Krzewienia Wiedzy na poziom wiedzy społeczeństwa był znaczny. Wspaniałe muzea narodowe i miejskie tworzone w XIX wieku, będące świątyniami odkryć i wynalazków, pochłaniały znaczne jak na owe czasy sumy. **Nasi przodkowie wierzyli, że nauka i technika zasługują na szersze zainteresowanie, że nauka jest częścią naszej kultury, a jej zastosowania powinny wszystkich obchodzić**. Nauka i technika cieszyły się dużym poważaniem. Większość ludzi słyszała o wielkich budowniczych, pamiętała ich nazwiska, podczas gdy obecnie trudniej byłoby wymienić żyjących współcześnie inżynierów, chociaż ich dzieła są o wiele wspanialsze od tych z ubiegłych wieków.

Nie tylko praktycy, ojcowie dobrobytu, zaskarbiali ogólny podziw. Wspomnijmy Darwina: jego wizjonerskie badania nie miały zastosowania praktycznego, a tymczasem zdobył on społeczny szacunek, gdyż zmienił przekonania ludzi co do ich miejsca w przyrodzie. Szerokim zainteresowaniem w czasach wiktoriańskich cieszyły się ekspedycje naukowe i odkrycia dokonywane w najodleglejszych zakątkach Ziemi. Być może to właśnie astronomia i kosmologia odgrywają we współczesnej kulturze rolę podobną do tej, jaką darwinizm i ekspedycje do odległych krain odgrywały 100 lat temu. Możemy badać Kosmos i poszukiwać źródeł życia. Eksploracja przestrzeni międzyplanetarnej przy pomocy teleskopów i sond kosmicznych odbywa się praktycznie na oczach całego świata. Tak jak kiedyś Darwin przyciągał zainteresowanie społeczne, tak teraz przyciągają uwagę odkrycia astronomiczne, które umiejscawiają początek Naszej Planety na skali historii całego Wszechświata.

Załogowe loty kosmiczne stanowią najbardziej widowiskową i najkosztowniejszą formę badań Kosmosu. Program Apollo był olśniewającym produktem ubocznym wyścigu zbrojeń w dobie zimnej wojny. Tymczasem obecnie stacja kosmiczna NASA ani nie wzbudza takiego podziwu, ani nie jest stopniem pośrednim w dążeniu do porywającego wyobraźnię mas odległego celu. Uderzające, jak zmienia się odbiór programu Apollo. Podobnie jak inne osoby będące obecnie w wieku średnim, wzrastałem w przekonaniu, że „człowiek na Księżycu" to koncepcja futurystyczna. Stała się ona rzeczywistością w 1969 roku, zaś ostatnie lądowanie na Księżycu odbyło się w 1972 roku. Nikt w wieku poniżej 35 lat tego nie pamięta. Dla współczesnej młodzieży, dla moich studentów, jest to odległy epizod historyczny. **Oni wiedzą, że Amerykanie wylądowali na Księżycu, tak samo jak wiedzą, że to Egipcjanie wybudowali piramidy**. Patriotyzm jako motyw działania jest dla nich niezrozumiały w obu przypadkach. Ostatni film o Apollo 13, o misji, która omal nie zakończyła się katastrofą, opisuje według nich świat równie zacofany pod względem technicznym i rządzący się równie niedzisiejszymi wartościami moralnymi, co tradycyjne westerny.

Jaki jest więc stosunek społeczeństwa do nauki, do inżynierii, do techniki? Widzieliśmy wszyscy różne quizy, które sprawdzają stan wiedzy uczestników. Niekiedy takim testom bywają poddawane, ku ich niezmiernemu zawstydzeniu, osoby znane z życia publicznego. **Smutno stwierdzić, że poglądy astronomiczne naszych prominentów bywają przedkopernikowskie, a czasem nie odróżniają oni protonu od proteiny**. Mogą się usprawiedliwiać twierdząc, że takie fakty same w sobie nie są istotne. Ważne jest, aby każdy z nas miał umiejętność poruszania się w otaczającym nas świecie, korzystania ze zdobyczy techniki i, choćby przybliżonego, rozumienia zjawisk, jakie obserwuje i podziwia, bez odwoływania się do zabobonów. Abyśmy umieli współuczestniczyć w kształtowaniu kierunków rozwoju nowych technologii i ich zastosowań.

Pewien podstawowy zasób wiedzy potrzebny jest każdemu, aby ocenić, czy różne głośne osiągnięcia naukowe są wiarygodne czy nie. Podczas hałaśliwych dyskusji nie zawsze używa się wyważonych argumentów. Z jednej strony większość tematów, które dotyczą wprost naszej codzienności, wzbudza także szczere zainteresowanie naukowców poprzez swoją złożoność i konieczność optymalizacji wpływu wielu wzajemnie ze sobą powiązanych czynników. Z drugiej strony na przykład etyczne i społeczne konsekwencje zniszczenia środowiska powinny być szeroko omawiane i dyskutowane nawet przez ludzi, którzy nauki nie rozumieją i nie są nauką jako taką specjalnie zainteresowani. To samo dotyczy także np. etycznych implikacji badań biomedycznych.

Środki masowego przekazu

Długa jest tradycja popularyzowania nauki w Wielkiej Brytanii. Pierwszymi popularyzatorami astronomii byli Eddington i Jeans, a dziś ich następcami są słynni na całym świecie Stephen Hawking i Patrick Moore. Autorzy o podobnie silnych osobowościach popularyzują też inne dziedziny nauki. Mamy także długą tradycję dziennikarstwa naukowego. Jednak dziennikarze-zapaleńcy napotykają na przeszkodę: gdy chodzi o teksty dotyczące nauk ścisłych, wydawcy uparcie traktują swoich czytelników jak świeżo upieczonych absolwentów szkoły podstawowej. Ci sami wydawcy nie wahają się publikować profesjonalne teksty dotyczące sztuki lub ekonomii, a tłumaczenie terminów muzycznych uznają za obraźliwe dla czytelników. Ponad połowa czytelników tych szacownych dzienników to osoby o wykształceniu ścisłym i inżynierowie. Niestety, wydawcy i politycy, którym często brak podstawowej wiedzy technicznej, mają decydujący wpływ na media. Należałoby lepiej wykorzystać nieoczekiwane powodzenie „stron komputerowych" wielu gazet, powodzenie, które tak zaskoczyło wielu wydawców. Podobne zadziwienie wzbudził zapał w przeprowadzaniu domowych ćwiczeń z komputerem, wskazujący na wrodzone talenty młodzieży nie „obciążonej" jeszcze formalnym nauczaniem informatyki. ☞

Organizacje rządowe w Wielkiej Brytanii, towarzystwa naukowe, stowarzyszenie inżynierów różnych zawodów i inne gremia zachęcają oficjalnie do popularyzacji nauki. Jest to jeden z elementów ich działalności statutowej. Zachęcają nawet do podejmowania inicjatyw tego typu, oferując skromne wsparcie finansowe. Komitet Badań Naukowych Fizyki Cząstek Elementarnych i Astronomii, organ finansujący badania naukowe, traktuje popularyzację bardzo poważnie i zachęca wszystkich astronomów i fizyków cząstek elementarnych do wykorzystania każdej sposobności w celu popularyzacji wyników ich pracy. Komitet ten traktuje upowszechnianie wyników prac naukowych jako spłatę swoistego długu wobec społeczeństwa finansującego kosztowne eksperymenty, których wyniki stosunkowo trudno spożytkować w codziennym życiu. Z drugiej strony stosunkowo łatwo popularyzować te dziedziny, bo cieszą się szerokim zainteresowaniem. Wyrażenie „społeczny odbiór nauk ścisłych" nie brzmi najlepiej. Fałszywie też sugeruje istnienie linii podziału między nauką i ogółem społeczeństwa, między wtajemniczonymi i niewtajemniczonymi. Społeczeństwo ludzi dorosłych jest bardzo zróżnicowane. My wszyscy stanowimy jego część. Pracownicy naukowi specjalizujący się w jednej dziedzinie wiedzy są jednocześnie laikami w innych dziedzinach. Astronomowie, jak wszyscy, domagają się popularnego przedstawienia np. tematów biomedycznych. I odwrotnie, wielu odbiorców popularnonaukowej literatury astronomicznej może posiadać szeroką wiedzę w innych dziedzinach.

Audycje radiowe i artykuły w prasie dotyczące astronomii wzbudzają mój podziw dla dziennikarzy, którzy z powodzeniem piszą o wielu dziedzinach i to piszą pośpiesznie, aby w krótkich terminach dostarczyć swe teksty do redakcji. Wiem sam z doświadczenia, znanego zapewne większości z obecnych tu na konferencji osób, jak trudno jest wytłumaczyć bez szczegółów technicznych nawet coś z dziedziny, w której jest się specjalistą. Na ogół nauka zasługuje sobie tylko na nagłówek albo miejsce w wiadomościach telewizyjnych, prędzej jako tło niż jako wiadomość sama przez się. W rzeczywistości informacje dotyczące nowych odkryć i streszczenia wyników, dające się łatwo podsumować

jakimś chwytliwym zdaniem, mają szansę przebić się na antenę. Naukowcy nie mogą jednak uskarżać się na złe traktowanie, podobnie jak powieściopisarze i kompozytorzy, których utwory nie są materiałem do nowinek dziennikarskich. Miejsce nauki jest raczej w czasopismach naukowych niż w wiadomościach. Opisy odkryć astronomicznych i z innych dziedzin nauki bywają też zniekształcane, stąd niektóre instytucje, jak np. NASA, szczególnie dbają o kontakt z prasą. Niestety, naukowcy sami nie są obiektywni w stosunku do swych dokonań, stąd też dziennikarze muszą być w stosunku do nich równie sceptyczni, jak w stosunku do polityków.

W ubiegłorocznej ankiecie redakcja „Daily Telegraph" zapytywała swych czytelników, jakie tematy powinny być szerzej omawiane na łamach prasy. Na pierwszym miejscu była „medycyna" oraz „nauka i wynalazki", a zaraz potem „zbrodnie". Często mówimy, że nauka ma być związana z życiem codziennym. Jest to słuszne, ale tylko do pewnego stopnia, gdyż często to właśnie absolutnie oderwane od życia codziennego problemy najbardziej fascynują ludzi. Dinozaury są ciągle popularnym tematem, odkąd zostały odkryte przez Richarda Owena w 1841 roku. Kosmologia i astronomia wzbudzają powszechne zainteresowanie na równi z badaniami nad początkami ludzkości. A wszystko to jest jednakowo fascynujące, choć pozornie zupełnie oderwane od życia codziennego.

Jak już podkreślałem, odczuwam głęboki podziw dla zawodowych popularyzatorów. Ale wielu z nas, zawodowych astronomów (lub przedstawicieli innych gałęzi nauki) poświęca sporo czasu na popularyzację, przedstawiając naszą pracę szerokiej publiczności. Ja sam odczuwałbym znacznie mniejsze zadowolenie z mojej pracy, gdyby interesowała ona tylko paru innych specjalistów. **Popularyzacja to pewne intelektualne wyzwanie, które podobnie jak nauczanie, bywa znacznie trudniejsze na poziomie podstawowym niż na bardziej zaawansowanym.**

Jaka by nie była reakcja słuchaczy, takie doświadczenie jest na pewno ważne dla nas, wykładowców. Pomaga nam nabrać dystansu do własnej pracy. Pracownicy naukowi — z dziedziny astronomii czy innej — zazwyczaj nie mają określonego bezpośrednio wielkiego celu. O ile nie są geniuszami (lub oszustami), ograniczają się do niewielkich problemów, które wydają się osiągalne i są na czasie. To jest strategia, która się opłaca. Ale zawiera ona także ryzyko: możemy zapomnieć, że nasze wysiłki tylko wtedy mają sens, gdy stanowią krok w kierunku zrozumienia jakiegoś

zagadnienia fundamentalnego, podstawowego. Arno Penzias, współodkrywca wraz z Wilsonem promieniowania tła, dokonał rzeczywiście wielkiego odkrycia. Ale powiedział, że sam nie doceniał w pełni jego wagi, zanim nie przeczytał popularnego opisu w „New York Times". Nie powinniśmy zbytnio upraszczać, ale nie powinniśmy też być zbyt dogmatyczni. **Niels Bohr mówił, że powinno się mówić tak jasno, jak się myśli, ale nie bardziej.** Jest to dobra zasada, chociaż sam Bohr jej nie przestrzegał, pomrukując cicho i niezrozumiale!

Często ludzie zadają nam podstawowe pytania, jak np. czy istnieje życie we Wszechświecie? Czy Wszechświat będzie istniał wiecznie? Czemu Wielki Wybuch nie nastąpił wcześniej? To nam przypomina o naszej niewiedzy. Ale gdy specjalista nie wie, co ma odpowiedzieć, to wtedy zmniejsza się przepaść pomiędzy nim a jego audytorium.

Oczekiwanie, aby wczesne etapy rozwoju Wszechświata były dokładnie znane, może wydawać się wygórowane. Trzeba jednak pamiętać, że kosmologia jest bardzo wdzięczną do popularyzacji dziedziną wiedzy. Wewnątrz gwiazdy (a także we wczesnych stadiach rozwoju Wszechświata) warunki są tak ekstremalne, że wszystko jest sprowadzone do składników atomowych, którymi rządzą proste prawa fizyki. To nie rozmiary ciał niebieskich, a złożony charakter zagadnień występujących w badanych obiektach utrudnia nam ich rozumienie. **Zrozumienie żaby jest znacznie trudniejszym intelektualnym wyzwaniem niż zrozumienie gwiazdy czy wczesnego etapu rozwoju Wszechświata.** Atomy, które utworzyły młodą Ziemię, pochodzą z pyłu gwiezdnego, a zrozumienie tego faktu stało się tryumfem nauki XX wieku. A tymczasem wyjaśnienie, jak te atomy musiały się zmieniać, poprzez darwinowską selekcję w bardziej złożone formy, a dalej stworzenia, jest nie kończącym się pytaniem, na które dopiero zaczęliśmy udzielać odpowiedzi. Taka perspektywa powinna ustrzec nas przed zbyt wczesnym triumfalizmem, przed przesadnym twierdzeniem, że wiele zagadnień w przyrodzie już dobrze rozumiemy. Przy okazji — w kosmologii, jak i w innych dziedzinach wiedzy, należy odróżnić problemy dobrze znane, jak np. ogólna ewolucja gwiazd czy ekspansja Hubble'a, od mniej znanych, jak fizyka najwcześniejszych stadiów Wszechświata. Podobnie jak kosmologia, istnieją także inne bardziej „dostępne" problemy w astronomii.

Astronomia na poziomie uniwersyteckim

Na obecnej konferencji zajmowaliśmy się wieloma aspektami nauczania astronomii na poziomie uniwersyteckim. Wstępny, ogólny wykład astronomii w USA jest wielce wartościowym wykładem, gdyż podaje współczesną wiedzę i wyniki bieżących badań na elementarnym poziomie. Mamy tu też przewagę nad kursami fizyki, chemii czy też biologii molekularnej, gdyż istnieją już doskonałe podręczniki podstaw astronomii. W Wielkiej Brytanii sytuacja jest inna, wykłady na uniwersytetach są bardziej specjalistyczne. Na kierunkach humanistycznych nie ma wykładów z nauk ścisłych. Rozpoczęto jednak nauczanie astronomii w połączeniu z fizyką na studiach magisterskich. Wiele uniwersytetów (jednym z pierwszych był Uniwersytet w Londynie) daje dyplom łączony: fizyka i astronomia. Astronomia wzbogaca studia fizyki, a jej włączenie do programu studiów fizycznych zwiększyło ilość kandydatów na ten kierunek studiów.

Uwagi socjologiczne

Astronomowie mają także, jak sądzę, pewną misję do wypełnienia wobec kolegów z innych dyscyplin naukowych: powinni im przekazywać, w jaki sposób rozumieją istotę badań naukowych.

Droga, jaką zbliżamy się do rozwiązania postawionego problemu, to, jakie problemy bardziej przykuwają naszą uwagę, jakiego rodzaju tłumaczenia bardziej przemawiają, jakie pola badań bardziej przyciągają finansowanie, zależy od szeregu czynników: politycznych, socjologicznych i psychologicznych. Niektóre projekty badawcze, zwłaszcza wielkie przedsięwzięcia międzynarodowe, stanowią na ogół produkt uboczny działań prowadzonych w innym celu. Badanie przestrzeni kosmicznej jest produktem ubocznym rywalizacji supermocarstw i związane jest z szerokim programem zastosowania techniki. Superkomputery też powstawały trochę obok naszych głównych zainteresowań, ale zmieniły bardzo wiele w naszej rzeczywistości badawczej.

Docenienie roli spełnianej przez społeczne i polityczne czynniki w rozwoju nauki może wiele wyjaśniać. Pracownicy naukowi mogą stanowić też interesującą grupę do badań w dziedzinie antropologii kulturowej. Dla nas, znajdujących się w tym środowisku, produkcja naukowa wydaje się być niezależna od uwarunkowań kulturowych. Nie udało nam się jeszcze ustalić, jak to w USA przypomina nam Gerard Holton w swych elokwentnych dziełach, roli nauk ścisłych w środowisku intelektualistów innych specjalności.

Steven Weinberg w swej książce „Sny o Teorii Ostatecznej" przytoczył taką metaforę: ***„Grupa osób wspinających się na szczyt może toczyć spór na temat najlepszej drogi, a ich argumenty będą związane z historią i strukturą społeczną całej ekspedycji; w końcu albo znajdą właściwą drogę na szczyt, albo nie, ale gdy tam się znajdą, to już ją znają".*** Może podam jeszcze inną analogię. Fascynującym zagadnieniem jest badanie, jak na rozwój muzyki (np. stosunek muzyki operowej do liturgicznej czy wzrost ilości kompozycji orkiestrowych, które wzięły się z przejścia od finansowania prywatnego do koncertów publicznych) wpływały czynniki społeczne i ekonomiczne. Jest to już jednak zagadnienie uboczne w stosunku do istoty samej muzyki.

Wnioski

Astronomia jest nauką podstawową, ale jest także najobszerniejszą z nauk o środowisku. Ma ona do odegrania — zwłaszcza w obecnych czasach oszałamiającego postępu technicznego — kluczową rolę w edukacji na wszystkich poziomach nauczania i w powszechnym rozumieniu praw przyrody, a głównie fizyki. Zapewne wszyscy opuścimy konferencję ze świadomością radości, jaką daje zdobywanie wiedzy. I z odnowionym przekonaniem o potrzebie szerokiego, coraz szerszego, propagowania zdobytej wiedzy i rozumienia otaczającego nas świata.

(tłumaczyła C. Iwaniszewska)

Prof. Martin J. Rees, Astronom Królewski, pracuje w Instytucie Astronomii w Cambridge, Anglia. Jego zainteresowania badawcze koncentrują się wokół struktury Galaktyki i kosmologii.

Marek Gierliński
Andrzej A. Zdziarski

część I

Czarne dziury w promieniach Roentgena

Czarne dziury narodziły się w umysłach uczonych na długo przed tym, nim komukolwiek przyszło do głowy szukać ich na niebie. Już w roku 1783 brytyjski miłośnik astronomii, wielebny John Michell zauważył, że równania grawitacji Newtona przewidują istnienie gwiazd, których nie widać. Jego rozumowanie było niezwykle proste: jeżeli prędkość ucieczki z powierzchni gwiazdy przekracza prędkość światła, to nawet światło uciec nie może i gwiazda dla oddalonego obserwatora pozostanie czarna. Dziś wiemy, że równania Newtona nie opisują poprawnie bardzo silnej grawitacji, jednak dziwnym zrządzeniem losu rezultat otrzymany przez Michella jest jak najbardziej prawidłowy. Przyjrzyjmy się mu bliżej.

Co to jest czarna dziura?

Rozważmy gwiazdę (albo planetę) o masie M i promieniu R. Prędkość ucieczki jest to minimalna prędkość, jaką należy nadać danemu ciału, aby na zawsze wyrwało się z grawitacyjnych objęć gwiazdy. By tego dokonać, energia kinetyczna ciała ($mv^2/2$) musi przekroczyć energię potencjalną (GMm/R) niezbędną do przeniesienia go z powierzchni gwiazdy do nieskończoności. Porównując te dwie energie, otrzymamy znany ze szkoły wzór na prędkość ucieczki:

$$v_u = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

Jak widać, v_u zależy wyłącznie od masy i promienia gwiazdy (albo planety), nie zależy natomiast od masy uciekającego obiektu. Tabela 1 pokazuje prędkość ucieczki dla kilku przykładowych obiektów.

Światło ma prędkość... światła, czyli c. Jeżeli prędkość ucieczki przekracza c, to nawet światło nie zdoła się wydostać z gwiazdy. Porównując prędkość ucieczki z prędkością światła, $v_u = c$, otrzymujemy wzór na maksymalny promień gwiazdy, z której światło nie jest w stanie uciec:

$$R_S = \frac{2GM}{c^2} \qquad (1)$$

Zauważmy, że ów promień zależy wyłącznie od masy obiektu, żadne inne własności fizyczne nie mają znaczenia. Każda materia o masie M ściśnięta do kuli o promieniu mniejszym od R_S staje się niewidoczna dla obserwatora zewnętrznego: zamienia się w czarną gwiazdę albo — jak to mówimy dzisiaj — *czarną dziurę*. Elementarne rachunki przekonują nas, że promień R_S jest niezwykle mały. Spójrzmy do tabeli 2. Aby nasze Słońce zamienić w czarną dziurę, należałoby jakimś cudem całą jego masę ścisnąć w kuli o promieniu ledwie trzech kilometrów.

W początkach dwudziestego wieku Albert Einstein sformułował nowoczesną teorię grawitacji, daleko wykraczającą poza fizykę Newtona. Równania, które podał,

$$R_{\mu\nu} - \frac{1}{2} R g_{\mu\nu} = \kappa T_{\mu\nu}$$

mówią mniej więcej tyle, że geometria czasoprzestrzeni (lewa strona równań) jest zdeterminowana przez rozkład materii (prawa strona). Równania Einsteina są paskudnie nieliniowe i potrafimy je analitycznie rozwiązać tylko w pewnych szczególnych przypadkach. Rozwiązania między innymi wyjaśniły niezrozumiały przedtem ruch peryhelium Merkurego oraz przewidziały soczewkowanie grawitacyjnie i promieniowanie grawitacyjne, potwierdzone późniejszymi obserwacjami. W roku 1916 niemiecki astronom Karl Schwarzschild, przebywając jako ochotnik na froncie rosyjskim, rozwiązał równania Einsteina dla prostego przypadku symetrii sferycznej, otrzymując czarne dziury.

Czarna dziura, paradoksalnie, jest najprostszym ciałem niebieskim we Wszechświecie: jej własności są całkowicie określone przez masę, moment

pędu i ładunek elektryczny, choć ten ostatni jest równy zeru w przypadku rzeczywistych ciał niebieskich. Nie ma większego sensu mówić o składzie chemicznym czy strukturze wnętrza, czarna dziura nie ma atmosfery, magnetosfery, ba, nie ma nawet powierzchni w powszechnym rozumieniu tego słowa. W jej centrum znajduje się rzecz dla wielu ludzi niepojęta — *osobliwość*, w której krzywizna czasoprzestrzeni jest nieskończona. Sfera o promieniu R_S wokół osobliwości wyznacza tak zwany *horyzont zdarzeń*, spod którego nic nie może uciec, nawet światło. Horyzont zdarzeń nie jest żadnym fizycznym obiektem, którego można dotknąć. Jest to jedynie matematyczna, abstrakcyjna granica, rozdzielająca dwa światy: nasz zewnętrzny od tego w środku. Łączność między nimi może być tylko jednokierunkowa. Do czarnej dziury wpaść całkiem łatwo, wydostać się z niej nie sposób.

Najciekawsze w tym wszystkim jest, że wzór na promień czarnej dziury, zwany dziś *promieniem Schwarzschilda*, wyprowadzony przy użyciu starej, dobrej — szkolnej, chciałoby się rzec — fizyki Newtona jest dokładnie taki sam, jak promień horyzontu zdarzeń wynikający z nowoczesnej i skomplikowanej Ogólnej Teorii Względności (OTW). Jego podstawowa własność jest także identyczna: masa ściśnięta do rozmiarów swego promienia Schwarzschilda przestaje świecić i staje się czarną dziurą. A wydawałoby się, że równania Newtona zupełnie załamują się w przypadku silnej grawitacji...

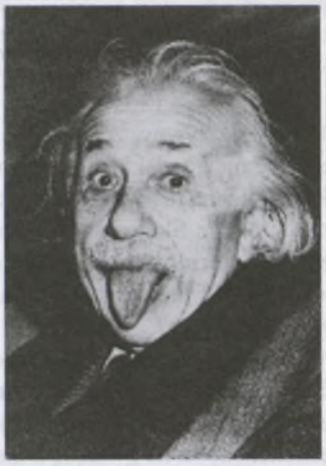
Warto na marginesie skomentować pewien mit, dość powszechnie pokutujący pośród niezorientowanych w tej dziedzinie. Otóż czarna dziura nie jest, jak to się często sugeruje, żadnym kosmicznym potworem, gotowym wessać i połknąć co najmniej całą galaktykę albo i najchętniej cały Wszechświat razem z naszą starą Ziemią, z ludźmi, psami, kotami, drzewami, dziennikarzami i czytelnikami prasy brukowej włącznie. Owszem, jeśli co spadnie bezpośrednio na czarną dziurę, zostanie pochłonięte na zawsze, ale wcale nie tak łatwo trafić w gwiazdę o promieniu kilkudziesięciu kilometrów. Z większej odległości czarna dziura zachowuje się jak każda inna masa. Gdyby w miejscu naszego Słońca umieścić czarną dziurę o takiej samej masie, to nic szczególnego by się nie stało. No, może z taką różnicą, że zrobiłoby się ciemno, zimno, atmosfera na Ziemi by zamarzła i ludzkość wymarła. Ale planety Układu Słonecznego niewzruszenie krążyłyby po swych orbitach, jak dawniej.

Jak zobaczyć czarną dziurę?

Wiele zjawisk, przewidywanych przez Ogólną Teorię Względności, potwierdzono empirycznie. Na przykład obserwowany ruch peryhelium Merkurego znakomicie zgadza się z prognozami teoretycznymi, a światło odległych gwiazd ugina się nieco w pobliżu Słońca, co dostrzeżono w trakcie całkowitego zaćmienia. Czy wobec tego czarne dziury — również wywiedzione z OTW — naprawdę istnieją gdzieś tam we Wszechświecie? Zanim spróbujemy odpowiedzieć na to pytanie, zastanówmy się, czy czarną — nomen omen — dziurę można w ogóle zobaczyć? Co prawda angielski fizyk Steven Hawking wykazał, że efekty kwantowe prowadzą do tak zwanego parowania czarnej dziury, dzięki któremu nie jest ona tak całkiem czarna i ociupinę świeci. Aliści promieniowanie Hawkinga jest wyjątkowo nikłe. Czarna dziura o masie M świeci jak ciało doskonale czarne o temperaturze

$$T = \frac{\hbar c^3}{8\pi k G M}.$$

Łatwo policzyć, że czarna dziura o masie dziesięciu Słońc wysyłać będzie fotony o temperaturze ledwie 6×10^{-9} K, a im większa masa, tym temperatura niższa. W praktyce jest to emisja niemożliwa do jakiejkolwiek detekcji. Potencjalny poszukiwacz czarnych dziur staje wobec sytuacji — zdawałoby się — beznadziejnej.



Albert Einstein (1879–1955)

Karl Schwarzschild (1873–1916)

Skoro samej poszukiwanej nie widać, probierzem jej obecności może się stać okoliczna materia. Co więcej, dzięki silnej grawitacji może ona wyświecać niebywałe wręcz ilości energii. Aby się o tym przekonać, porównajmy kilka procesów produkcji energii. Zdefiniujmy *wydajność energetyczną* jakiegoś procesu jako stosunek wyzwolonej

Tab. 1. Prędkość ucieczki z różnych ciał niebieskich.

Obiekt	Prędkość ucieczki
Księżyc	2.4 km/s
Ziemia	11.2 km/s
Jowisz	60 km/s
Słońce	600 km/s
Gwiazda neutronowa	ok. 200 000 km/s

Tab. 2. Promień Schwarzschilda dla różnych obiektów.

Obiekt	R_S
Giewont	0.001 Å
Księżyc	0.1 mm
Ziemia	9 mm
Jowisz	2.8 m
Słońce	3 km
10^8 Słońc	300 min km = 2 j.a.

w nim energii do energii spoczynkowej zużytego paliwa:

$$\eta = \frac{\text{Energia wyzwolona z masy } m}{mc^2}$$

Bardzo efektywny, zdawałoby się, proces chemiczny, jakim jest spalanie wodoru w tlenie, ma wydajność około 1.6×10^{-9}. Nasze Słońce świeci dzięki przemianie termojądrowej wodoru w hel. Reakcja ta osiąga wydajność 0.007. Czy to dużo?

Policzmy, ile energii można wyciągnąć z pola grawitacyjnego. Wyobraźmy sobie ciało o masie m, spadające z nieskończoności na gwiazdę o masie M i promieniu R. W praktyce nie trzeba uciekać aż tak daleko, wystarczy oddalić się w miejsce, gdzie przyciąganie gwiazdy jest słabe w porównaniu z tym na powierzchni. Energia spadającego ciała wyniesie

$$E_p = \frac{GMm}{R}.$$

Gdyby ją w całości odzyskać, dostalibyśmy źródło energii o wydajności

$$\eta = \frac{E_p}{mc^2} = \frac{GM}{Rc^2} = \frac{1}{2}\frac{R_S}{R},$$

gdzie R_S to znany nam już promień Schwarzschilda. Widać więc, że im bardziej zwarta jest gwiazda, im mniejszy jest jej promień w porównaniu z R_S, tym więcej energii można uzyskać z jej pola grawitacyjnego. Dla naszego Słońca stosunek R_S/R jest bardzo mały i wynosi około 4×10^{-6}. Jednak czarna dziura, o promieniu R_S, może się stać potężnym źródłem energii. Ścisłe obliczenia pokazują, że dla nie obracającej się czarnej dziury wydajność wynosi około 0.06, czyli mniej więcej dziesięć razy tyle, co dla przemiany wodoru w hel. Jeżeli czarna dziura rotuje, wydajność wzrasta nawet do 0.42.

W istocie opadanie materii na czarną dziurę (lub inny zwarty obiekt, na przykład gwiazdę neutronową), czyli *akrecja* (od łacińskiego słowa *accretio*, oznaczającego wzrost, przybywanie), jest ważnym astrofizycznym źródłem energii. W jaki sposób? Kamień rzucony wprost na czarną dziurę zniknie pod jej horyzontem zdarzeń i nie przyniesie nam wielkiego pożytku. Inaczej będzie w przypadku opadającego gazu. Ma on zwykle pewien moment pędu, co sprawia, że opadając zaczyna krążyć wokół centrum po spirali, tworząc płaski *dysk akrecyjny*. W pobliżu czarnej dziury, gdzie grawitacja jest bardzo silna, gaz rozpędza się do niebagatelnej prędkości rzędu połowy prędkości światła. Dysk rotuje różnicowo, co oznacza, że prędkość kątowa pierścieni bliższych centrum jest większa od prędkości kątowej tych dalszych. Na skutek tarcia między kolejnymi pierścieniami gaz się rozgrzewa. Duża wydajność akrecji sprawia, że temperatura gazu w pobliżu czarnej dziury sięga milionów stopni. W tak wysokiej temperaturze gaz świeci w promieniach rentgenowskich.

W poszukiwaniu czarnych dziur[1]

Nim spojrzymy na czarne dziury w promieniach rentgenowskich (inaczej zwanych promieniowaniem X), rozejrzyjmy się po niebie i zastanówmy, gdzie należy ich szukać. Okazuje się, że obserwacje optyczne (a także w podczerwieni i w ultrafiolecie) mogą dostarczyć nam cennych wskazówek, ba — wręcz przekonywujących dowodów na istnienie czarnych dziur w kosmosie. Podejrzewamy dziś występowanie przynajmniej dwóch klas tych obiektów. Pierwsza zawiera czarne dziury o masach od kilku do kilkudziesięciu $M_\odot$ (mas Słońca), związane w układach podwójnych z normalnymi, świecącymi gwiazdami. Druga grupa obejmuje olbrzymie czarne dziury o masach rzędu 10^6–10^9 $M_\odot$, występujące w jądrach galaktyk.

Układy podwójne

Układ podwójny gwiazd jest podejrzany o obecność czarnej dziury, jeżeli emituje silne promieniowanie rentgenowskie. Podobne własności mogą również przejawiać układy z *gwiazdą neutronową*, czyli dość egzotycznym obiektem złożonym z materii jądrowej o masie około 1–2 $M_\odot$, ale o wyjątkowo małym promieniu rzędu 10 km. Kryterium rozstrzygającym, z jakim obiektem mamy do czynienia, okazuje się jego masa. Równania stanu materii, z której złożona jest gwiazda neutronowa, mówią, że istnieje górna granica jej masy, powyżej której staje się niestabilna i musi się zapaść do czarnej dziury. Granicę tę oceniamy na około 2 $M_\odot$. Jeżeli więc mamy wątpliwości co do tożsamości podejrzanej, należy zmierzyć jej masę, by przekonać się, czy jest gwiazdą neutronową, czy też czarną dziurą.

Z pomocą przychodzą nam obserwacje optyczne. Od dawien dawna w astronomii znana jest metoda, pozwalająca na badanie układu podwójnego gwiazd, nawet gdy jego składników nie sposób rozdzielić w najsilniejszym teleskopie. Obserwując cykliczne przesunięcia linii w widmie układu, wywołane efektem Dopplera, można prześledzić ruch jego składników. Metoda jest skuteczna również — choć w mniejszym stopniu — gdy jednego ze składników w ogóle nie widać, co będzie miało miejsce w przypadku gwiazdy neutronowej bądź czarnej dziury. Niestety, pomiar masy nie jest wówczas taki prosty. W praktyce jedyną wielkością, którą jesteśmy w stanie bezpośrednio zmierzyć, jest tak zwana funkcja mas[2]:

$$f = \frac{M_1 \sin^3 i}{(1+M_2/M_1)^2},$$

gdzie M_1 i M_2 to masy składników układu, a i jest kątem nachylenia płaszczyzny orbity do obserwatora. Problem polega na tym, że mamy tu trzy wielkości do rozwikłania i do ich wyznaczenia trzeba się posiłkować dodatkowymi, często niepewnymi informacjami. Masę widocznej gwiazdy możemy oszacować, znając jej typ widmowy, natomiast kąt nachylenia orbity daje się czasem określić z krzywej zmian blasku układu. Niestety, są to z reguły bardzo niedokładne oceny. Co gorsza, nie zawsze jesteśmy w stanie zmierzyć funkcję mas. Tym niemniej w chwili obecnej znamy jedenaście układów podwójnych, w których funkcja mas wskazuje na istnienie czarnej dziury (tabela 3).

Czarne dziury w układach podwójnych powstają jako końcowy etap ewolucji gwiazd o masach wielokrotnie przekraczających masę Słońca. Za swego aktywnego żywota taka gwiazda jest stabilna tylko dzięki temu, że jej własny niebotyczny ciężar, usiłujący ją zgnieść, jest podtrzymywany przez

[1] Polecamy również do przeczytania artykuł Bożeny Czerny o podobnej tematyce, który ukazał się w PA 1/1991, str. 24.

[2] O funkcji mas i jej zastosowaniach Czytelnik znajdzie więcej w artykule Macieja Mikołajewskiego w PA 2/1991, na stronie 62.

energię wyzwalaną w reakcjach jądrowych we wnętrzu. Dzięki przemianie wodoru w hel, a później helu w cięższe pierwiastki, gwiazda może przeżyć miliony lat. Jednak w pewnym momencie paliwo się wyczerpuje i równowaga we wnętrzu zostaje zachwiana. Nie podparty niczym ciężar gwiazdy wali się ku środkowi, a zewnętrzna otoczka jest odrzucana w spektakularnym wybuchu supernowej. Teraz wszystko zależy od masy gwiazdy. Jeżeli nie jest ona naprawdę bardzo masywna, siły jądrowe są w stanie zahamować dalszy kolaps i końcowym etapem ewolucji będzie gwiazda neutronowa. Powyżej pewnej granicy masy nic już nie jest w stanie powstrzymać zapadania się materii i gwiazda dokonuje żywota jako czarna dziura. Dzisiaj sądzimy, że gwiazda musi mieć na początku swego istnienia ponad 40 $M_\odot$, by stać się czarną dziurą. Nasze Słońce ma masę na tyle małą, że zakończy swą ewolucję jako biały karzeł.

Rysunek 1 pokazuje geometrię układu podwójnego z czarną dziurą (lub z gwiazdą neutronową). Materia wypływa z gwiazdy bądź poprzez przepełnioną powierzchnię Roche'a, bądź przez intensywny wiatr gwiazdowy. Następnie zaczyna opadać po spirali na obiekt zwarty, tworząc gorący dysk akrecyjny. Centralne obszary dysku świecą jasno w promieniach X. Warto uzmysłowić sobie kolosalną różnicę rozmiarów obu składników. Dla przykładu, silne źródło rentgenowskie Cygnus X-1 składa się z nadolbrzyma typu widmowego O9 i czarnej dziury o masie rzędu 10 $M_\odot$. Promień gwiazdy przekracza 10^7 km, natomiast promień horyzontu czarnej dziury wynosi około 30 km. Gdyby stworzyć model tego układu, w którym nadolbrzym ma średnicę jednego metra, czarna dziura okaże się niewidoczną gołym okiem kropką o średnicy 3 mikrometrów. Mimo dramatycznej różnicy w rozmiarach, masy obu składników są podobne. Z drugiej jednak strony dysk akrecyjny wokół czarnej dziury ma średnicę porównywalną z nadolbrzymem.

Tabela 3. Układy podwójne gwiazd, prawdopodobnie zawierające czarną dziurę, dla których zmierzono funkcję mas. M_1 oznacza masę niewidocznego składnika.

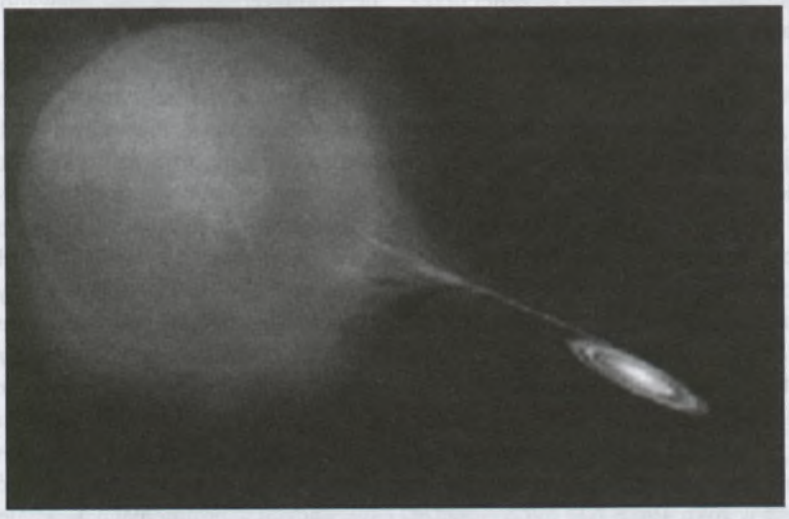
Oznaczenia źródła		M_1 ($M_\odot$)	Okres obiegu
Cyg X-1		>5	$5^d.6$
LMC X-1		>2.6	$4^d.22$
LMC X-3		>4.5	$1^d.7$
Nova Mon 1975	A 0620-00	>3.8	$7^h.75$
Nova Mus 1991	GS 1124-68	>4.6	$10^h.4$
Nova Sco 1994	GRO J1655-40	7±0.2	$2^d.62$
Nova Vul 1988	GS 2000+25	>5.8	$8^h.26$
Nova Cyg 1989	GS 2023+34	>10.3	$6^d.47$
Nova Oph 1977	H 1705-25	>4.6	$12^h.5$
Nova Per 1992	GRO J0422+32	>3.4	$5^h.09$
	4U 1543-47	>2.7	$1^d.12$

Jądra galaktyk[3]

Pośród mnogości obserwowanych galaktyk na szczególną uwagę zasługują tak zwane *galaktyki aktywne*. Należą do nich galaktyki Seyferta i kwazary. Ich cechą charakterystyczną jest niewielkie, za to bardzo jasne jądro, emitujące więcej energii niż cała galaktyka. Duże zmiany jasności jądra w krótkim czasie — rzędu godzin lub nawet minut — świadczą o małym rozmiarze źródła energii. Proste oszacowania prowadzą do niezwykłego rezultatu — obszar o wielkości Układu Słonecznego ma jasność całej galaktyki. Jedynym znanym nam źródłem tak potężnej energii jest pole grawitacyjne czarnej dziury.

Podobnie jak to ma miejsce w przypadku układów podwójnych gwiazd, argumentów za istnieniem czarnych dziur w aktywnych jądrach galaktyk dostarczają obserwacje ruchów materii w pobliżu centrum. W roku 1994 Japończyk Makoto Miyoshi wraz ze swoimi współpracownikami obserwował — na falach radiowych — emisję maserową cząsteczek wody w centrum galaktyki NGC 4258 (M 106). Prędkości gazu, wyznaczone dzięki efektowi Dopplera, sięgają 1000 km/s (rys. 2). Japońscy uczeni sądzą, że udało im się zaobserwować kołowy ruch materii w odległościach rzędu połowy roku świetlnego wokół jądra galaktyki. Ruch po orbicie o takich parametrach wskazuje na istnienie w jądrze galaktyki NGC 4258 monstrualnej czarnej dziury o masie 3.6×10^7 $M_\odot$.

Ostatnio dwaj niemieccy badacze, Reinhard Genzel i Andreas Eckhard, dokonali bardzo precyzyjnych pomia-

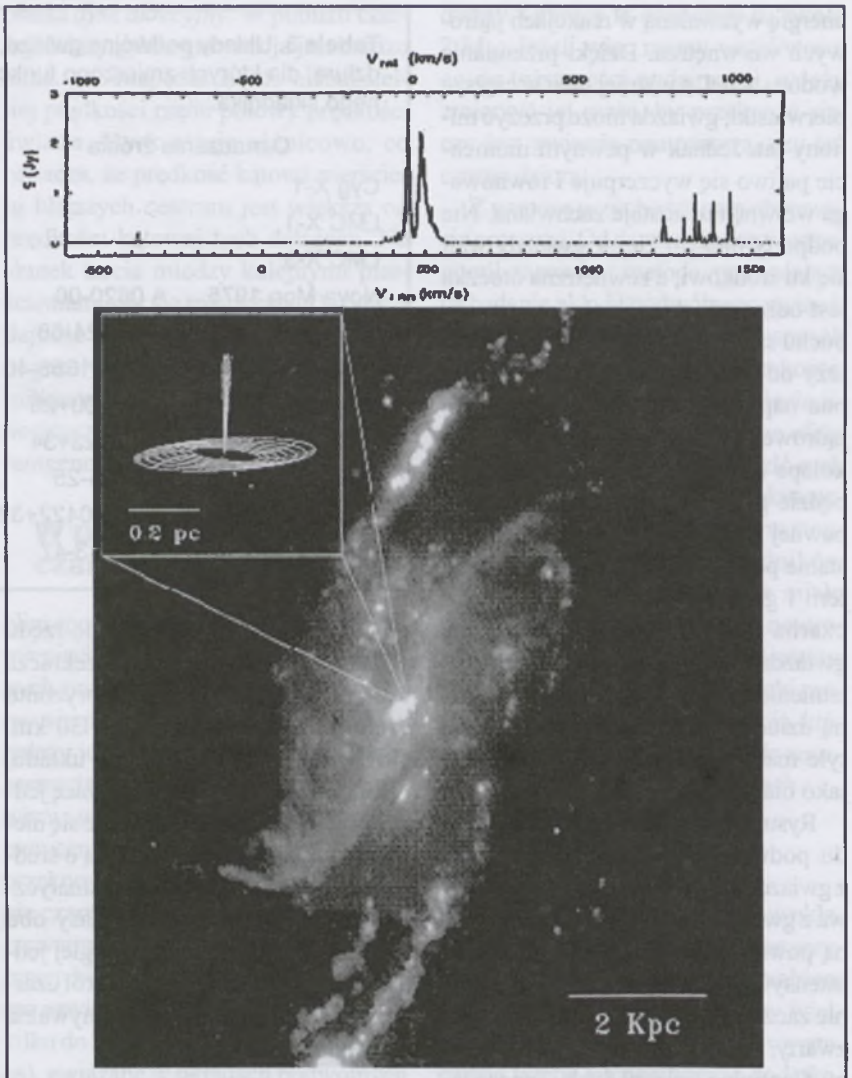


Rys. 1. W ciasnym układzie podwójnym materia przepływa z „normalnej" gwiazdy na czarną dziurę bądź gwiazdę neutronową, tworząc gorący dysk akrecyjny, widoczny w promieniach X.

[3] Temat aktywnych jąder galaktyk był obszernie wyłożony w artykule Piotra Życkiego, PA 4/1994, str. 162.

rów ruchów gwiazd wokół centrum naszej Galaktyki. Udało im się wykazać, że znajduje się tam niewidoczny obiekt o masie 2.6×10^6 $M_\odot$ i rozmiarach nie większych niż 0.03 roku świetlnego (około 2000 jednostek astronomicznych). Wiemy, że gwiazdy nie mogą utworzyć aż tak gęstej gromady i jedynym rozsądnym wytłumaczeniem takiej koncentracji masy wydaje się być czarna dziura. Mimo to Droga Mleczna nie przejawia aktywności typowej dla galaktyk Seyferta.

Dzisiaj uważamy, że w centralną czarną dziurę o masie między 10^6 a 10^9 $M_\odot$ zaopatrzona jest większość galaktyk. Prawdopodobnie powstały one z zapadającego się gazu w procesie formowania galaktyki, dawno temu, gdy Wszechświat był jeszcze bardzo młody. Jest możliwe, że każda galaktyka przeszła w swym życiu etap kwazara, gdy obfitość gazu zapewniała stały dopływ materii do centrum, wyzwalając olbrzymie ilości energii w polu grawitacyjnym czarnej dziury. Z czasem gazowe paliwo się wyczerpało, grawitacyjny „silnik" stanął, a galaktyka się uspokoiła. Rysunek 3 przedstawia schematyczny model jądra galaktyki aktywnej. Gros energii wytwarzane jest w wewnętrznej części dysku akrecyjnego. Obszar o rozmiarze porównywalnym z Układem Słonecznym może emitować wręcz niewyobrażalną moc 10^{46} erg/s, co odpowiada jasności około 10^{12} Słońc.



Rys. 2. Fotografia galaktyki NGC 4258. Wykres powyżej obrazuje zaobserwowane prędkości radialne materii w bezpośrednim pobliżu jądra. Na górnej skali wykresu zaznaczono prędkość materii względem jądra galaktyki, v_{rel}. Po prawej i po lewej stronie wykresu widzimy prążki odpowiadające ruchom materii z prędkościami sięgającymi 1000 km/s, do i od obserwatora. W jądrze galaktyki prawdopodobnie znajduje się ogromna czarna dziura o masie 3.6×10^7 $M_\odot$.

Astronomia rentgenowska

Światło widzialne tworzą fale elektromagnetyczne o długości około 5×10^{-5} centymetrów, czyli 5000 Å. Promieniowanie rentgenowskie — czasem zwane promieniowaniem X — również jest falą elektromagnetyczną, tyle że znacznie krótszą. Nie ma ścisłej definicji fal rentgenowskich. Różni autorzy używają różnych zakresów energii, na dokładkę wyodrębniając tak zwane miękkie i twarde promienie X i uzupełniając je w wyższych energiach promieniowaniem gamma. Dla potrzeb tego artykułu przyjmiemy, że fotony rentgenowskie mają energię pomiędzy 0.2 a 500 keV (czym jest keV, wyjaśniamy w ramce „Kiloelektronowolt"). Poniżej 0.2 keV nasza Galaktyka staje się praktycznie nieprzezroczysta — fotony są pochłaniane w procesie absorpcji fotoelektrycznej przez materię międzygwiazdową. Powyżej — jakby nie było — umownej cezury 500 keV rozciąga się domena promieni gamma. Czasem o fotonach powyżej 100 keV mówimy, że należą do miękkiego promieniowania gamma.

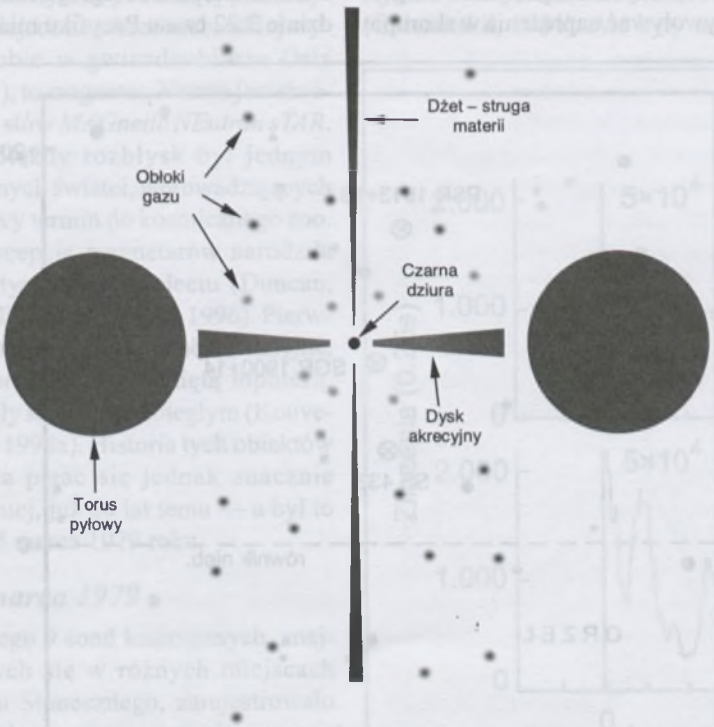
Ku utrapieniu astronomów nasza atmosfera całkowicie pochłania promieniowanie rentgenowskie, uniemożliwiając obserwacje z powierzchni Ziemi. Aby cokolwiek dojrzeć na niebie w tym zakresie widma, trzeba opuścić naszą planetę. Po raz pierwszy detektor promieni X został wyniesiony w kosmos przez niewielką amerykańską rakietę w roku 1962. Nie był to jeszcze lot orbitalny, jedynie krótki skok ponad atmosferę. Odkryto wówczas w gwiazdozbiorze Skorpiona pierwsze kosmiczne źródło rentgenowskie i nazwano je Scorpius X-1. Dziś wiemy, że jest to układ podwójny, składający się z gwiazdy neutronowej i „zwykłej" gwiazdy o niewielkiej masie. Pierwszym satelitą rentgenowskim, obserwującym źródła kosmicznego pochodzenia był *OSO-3*, przeznaczony przede wszystkim do obserwacji Słońca i wystrzelony na orbitę w marcu 1967 roku. Atoli pierwszym obserwatorium rentgenowskim z prawdziwego zdarzenia był satelita *Uhuru*, działający od grudnia 1970 do marca 1973. Dokonał on wielu obserwacji w zakresie od 2 do 20 keV, których owocem stał się katalog 339 obiektów świecących w promieniach X. My jednak zajmiemy się wynikami z satelitów najnowszej generacji, obserwujących rentgenowskie niebo w ostatnich latach.

Ginga po japońsku znaczy galaktyka. Tak nazwany satelita wystrzelony został z Centrum Kosmicznego Kagoshima w Japonii 5 lutego 1987 roku, a skończył swą misję, płonąc w ziemskiej atmosferze 1 listopada 1991 roku. Najważniejszy z trzech instrumentów umieszczonych na pokładzie, licznik proporcjonalny, odbierał fotony w zakresie od 1 do 37 keV. *Ginga* dokonał ponad 1000 niezwykle wartościowych obserwacji około 350 różnych obiektów. *ROSAT*, czyli Roentgen Satellit, jest efektem współpracy uczonych z Niemiec, Stanów Zjednoczonych i Wielkiej Brytanii. W kosmos poleciał 1 czerwca 1990 roku i działa po dziś dzień. Jego detektor pracuje w zakresie od 0.2 do 2 keV. Japońsko-amerykański *ASCA* (skrót od The Advanced Satellite for Cosmology and Astrophysics; jednocześnie *asuka* po japońsku oznacza lecącego ptaka), który wystartował 20 lutego 1993 roku, wyposażony jest w cztery teleskopy pracujące w zakresie od 0.4 do 10 keV. Mogą one wykonywać obrazy o rozdzielczości około 3 minut kątowych. Głównym atutem detektorów *ASCA* stała się wysoka — jak na możliwości instrumentów rentgenowskich — rozdzielczość widmowa: 120 eV dla fotonów o energii 6 keV. Dzięki niej po raz pierwszy wyznaczono profil linii fluorescencyjnej żelaza, powstającej w pobliżu czarnych dziur. Co z tego wynikło, opiszemy w dalszej części artykułu. *RXTE* (czyli Rossi X-ray Timing Explorer, nazwany ku czci człowieka, który — wraz z kolegami — odkrył wspomniane wcześniej źródło Scorpius X-1) został umieszczony na orbicie 30 grudnia 1995 roku. *RXTE* potrafi mierzyć zmienność źródeł rentgenowskich w bardzo krótkich skalach czasowych, rzędu mikrosekund. Jego dwa główne detektory obejmują zakres od 2 do 250 keV. Najnowszym obserwatorium rentgenowskim jest włosko-holenderski *BeppoSAX* (Satellite per Astronomia X), wystrzelony 30 kwietnia 1996 roku. Przedrostek „Beppo" nadano ku czci włoskiego astronoma Giuseppe Occhialiniego (Beppo, czyli Józio, jest zdrobnieniem włoskiego imienia Giuseppe, czyli Józef). Głównym zadaniem tego satelity są obserwacje widmowe w szerokim zakresie energii od 0.1 do 200 keV. I wreszcie *CGRO* (Compton Gamma Ray Observatory), 17-tonowy olbrzym, wyniesiony na orbitę przez prom kosmiczny Atlantis 5 kwietnia 1991 roku. Prowadzi on obserwacje w promieniach X i gamma. My wspomnimy o wynikach pochodzących z jednego spośród instrumentów na pokładzie *CGRO*, noszącego nazwę OSSE (Oriented Scintillation Spectrometer Experiment). Detektor ten umożliwia obserwacje widmowe w zakresie od 50 do 1000 keV.

Kiloelektronowolt

Astrofizycy rentgenowscy na co dzień używają jednostki energii keV, czyli kiloelektronowolt, równej w przybliżeniu 1.6×10^{-9} erg albo 0.016 J. Jak łatwo się domyślić, 1 keV = 1000 eV, czyli tysiąc elektronowoltów. Foton o energii 1 keV ma długość fali 12 Å i częstotliwość 2.4×10^{17} Hz. Promienie rentgenowskie mają około 500 razy krótszą falę niż światło widzialne. Jednocześnie foton rentgenowski niesie 500 razy więcej energii niż foton optyczny.

W kiloelektronowoltach można też podawać temperaturę, korzystając z zależności $E = kT$, gdzie $k = 8.6\times10^{-8}$ keV/K to stała Boltzmanna. Formuła ta wyznacza charakterystyczną energię cząstek w gazie o danej temperaturze. W ten sposób energia 1 keV odpowiada temperaturze 1.2×10^{7} K. Dla prostoty – choć niezbyt ściśle – mówimy wówczas, że gaz ma temperaturę 1 keV.



Rys. 3. Model aktywnego jądra galaktyki. Wokół czarnej dziury o masie setek milionów Słońc krąży gazowy dysk akrecyjny otoczony gorącą koroną. Nieco dalej znajduje się chłodny torus złożony z pyłu i gazu. Obszary centralne wypełnione są obłokami gazu, gorącymi w pobliżu czarnej dziury, chłodniejszymi na zewnątrz. Czasem prostopadle do dysku strzelają tak zwane dżety, czyli wąskie strugi materii rozpędzonej do prędkości bliskiej światłu. Przedstawiony na schematycznym rysunku obszar obejmuje samo centrum – mniej niż setną część rozmiaru całej galaktyki. Rysunek nie zachowuje skali.

Ciąg dalszy w następnym numerze.

Marek Gierliński jest astrofizykiem krakowskim pracującym w CAMK w Warszawie. Na co dzień zajmuje się promieniowaniem rentgenowskim czarnych dziur.

Andrzej Zdziarski jest profesorem w CAMK w Warszawie. Głównym tematem jego badań są procesy promieniste wokół czarnych dziur.

Tadeusz Jarzębowski

Magnetary — ultramagnetyczne gwiazdy neutronowe

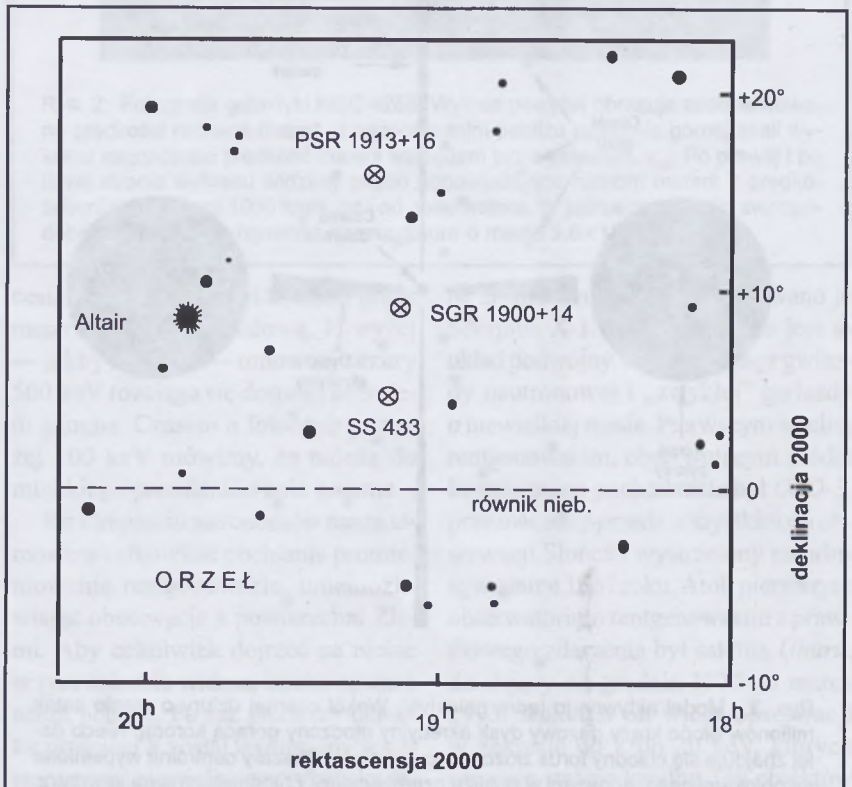
Od odkrycia gwiazd neutronowych minęły już trzy dziesięciolecia, a te egzotyczne twory nie przestają dostarczać stale nowych, fascynujących tematów.
Dość głośnym stal się ostatnio nowy stosunkowo termin: magnetary.
Byłyby to młode gwiazdy neutronowe o potężnych polach magnetycznych, $10^{14} - 10^{15}$ gausów*.
Ujawniają one również naturę pulsarów, ale tylko w dziedzinie rentgenowskiej; natomiast źródłem zasilania nie jest tu ani rotacja, ani akrecja materii — lecz energia pola magnetycznego, jego anihilacja.

Tematyka magnetarów wiąże się ze zjawiskiem błysków gamma. Związek ten dotyczy niewielkiej tylko grupki, mianowicie obiektów będących źródłami błysków wielokrotnych. Byłyby one emitowane przez te ultramagnetyczne gwiazdy neutronowe na wcześniejszym etapie ich ewolucji. Natomiast wywołującym je mechanizmem są najprawdopodobniej zjawiska tektoniczne, podobne do trzęsień na naszej planecie. Potężne pole magnetyczne mogłoby wywoływać naprężenia w skorupie gwiazdy, jej pękanie i w konsekwencji „trzęsienia gwiazdowe", powodujące błysk.

Z magnetarami spokrewniona jest grupa tzw. anomalnych pulsarów rentgenowskich, stanowiąca przypuszczalnie ich późniejszy etap ewolucji. Cała ta rodzinka jest jednak niewielka. Do policzenia ich wystarczyłyby palce obu rąk.

Ingerencja z kosmosu

Dnia 27 sierpnia ubiegłego roku o godzinie 2:22 czasu Pacyfiku miał miej-



Rys. 1. Miejsce ubiegłorocznego rozbłysku SGR 1900+14. Trzeba przyznać, że uplasował się w znakomitym towarzystwie: z jego jednej strony relatywistyczny pulsar PSR 1913+16, z odkryciem którego wiąże się Nagroda Nobla, z drugiej zaś jakże znany kosmiczny „enfant terrible" SS 433.

*1 Gs = 10^{-4} T

sce swego rodzaju „kosmiczny atak"; z kierunku przeciwległego do Słońca w planetę naszą uderzył strumień wysokoenergetycznego promieniowania rentgenowskiego i gamma. Czujniki pomiarowe na sondach kosmicznych uległy przeładowaniu, atmosfera w rejonie Oceanu Spokojnego doznała silnej jonizacji. Dolna granica jonosfery, przypadająca w porze nocnej na wysokości około 85 km, obniżyła się tam nagle do poziomu 60 km. Nastąpiły też zaburzenia w radiotelekomunikacji, jako że fale odbijały się na tych zaniżonych wysokościach. Po około sześciu minutach wszystko wróciło do normy (S&T, 1999).

Do interwencji Słońca w sprawy ziemskie jesteśmy przyzwyczajeni, ale tak spektakularna ingerencja w stan jonosfery naszej planety z oddali, spoza Układu Słonecznego, jest wydarzeniem rzadkim. A źródło tych niepokojów — w zestawieniu z odległością Słońca — znajdowało się rzeczywiście daleko, dzieliło nas dobre 20 tysięcy lat świetlnych.

„Agresorowi", o którym tu mowa, na imię SGR 1900+14. To obiekt naszej Galaktyki, z pobliża jej płaszczyzny; miejsce na sferze niebieskiej wybrał sobie w gwiazdozbiorze Orła (Rys. 1), to magnetar. Nazwa jest skrótem od słów *MAGnetic NEutron sTAR*. Ów potężny rozbłysk był jednym z zielonych świateł, wprowadzających ten nowy termin do kosmicznego zoo.

Koncepcja magnetarów narodziła się w tym dziesięcioleciu (Duncan, 1992; Thompson, 1995, 1996). Pierwsze bezpośrednie dane obserwacyjne, potwierdzające wysuniętą hipotezą, pojawiły się w roku ubiegłym (Kouveliotou, 1998a). Historia tych obiektów zaczęła pisać się jednak znacznie wcześniej, już 20 lat temu — a był to dzień 5 marca 1979 roku.

5 marca 1979

Dnia tego 9 sond kosmicznych, znajdujących się w różnych miejscach Układu Słonecznego, zarejestrowało rozbłysk gamma o potężnej mocy, porównywalnej z tym ubiegłorocznym. Ale tu stwierdzono też coś więcej, coś zupełnie unikatowego: po błysku pojawiły się bowiem oscylacje o wyraźnej, 8-sekundowej okresowości; ujawniła się zatem i natura pulsara. Interpretacja, jaka tu mogła od razu się nasunąć, była dość jednoznaczna: rozbłysk wydarzył się na gwieździe neutronowej, obracającej się wokół osi w okresie 8 sekund.

Na rysunku 2 zapis przebiegu tego zjawiska, przekazany z pobliża Wenus przez sondy Wenera 11 i Wenera 12 (Mazets, 1979).

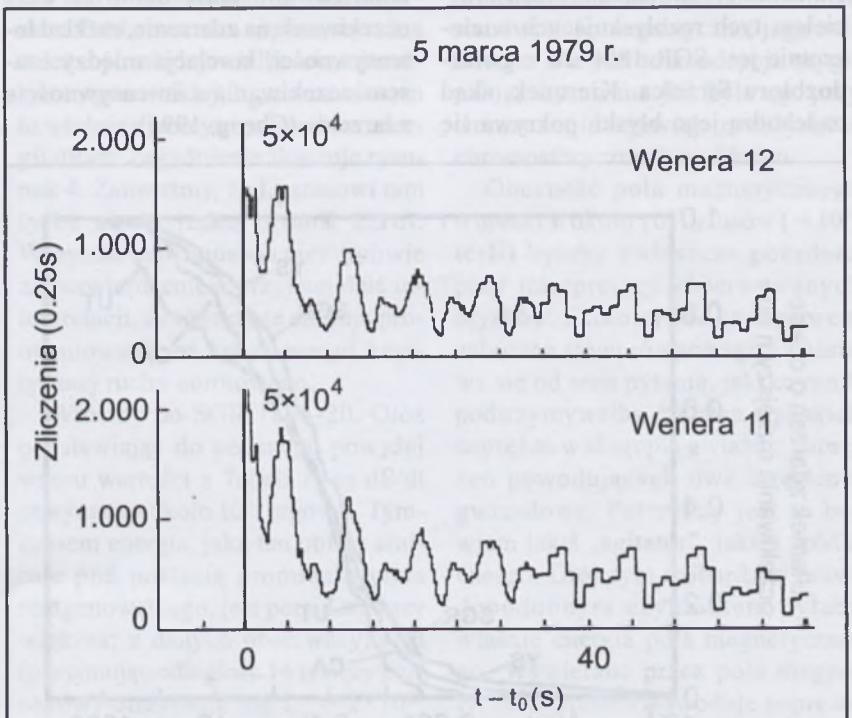
Skoro moment rozbłysku odnotowany został w kilku odległych od siebie miejscach, stwarzało to możliwość dokładnej lokalizacji na sferze niebieskiej (z błędem zaledwie kilku sekund łuku: Evans, 1980, Cline 1982). Stwierdzono przy tym coś bardzo istotnego: kierunek, skąd nadbiegało promieniowanie, wskazywał wyraźnie na pozostałość po supernowej, N49, w Wielkim Obłoku Magellana.

Ów błysk z 5 marca '79 stanowił wydarzenie precedensowe również i w innym aspekcie. Wszystkie bowiem błyski gamma, jakie do tego czasu obserwowano, były zjawiskami jednorazowymi, niepowtarzalnymi. I oto stwierdzono, że z tego kierunku, z mgławicy N49 LMC, błyski się powtarzają. Pierwsza powtórka miała miejsce już dnia następnego, później rejestrowano ich średnio kilka rocznie (Golenetskii, 1984). Ale były to błyski znacznie słabsze i w bardziej miękkim zakresie widma gamma. Natomiast tych tak rewelacyjnych ośmiosekundowych pulsacji więcej — jak dotąd — nie dostrzeżono.

Źródła błysków wielokrotnych (SGRs)

Wobec faktu wielokrotnego nadchodzenia błysków z jednego i tego samego kierunku, źródła tych powtarzających się zaliczone zostały do odrębnej populacji. W terminologii angielskiej są to *Soft Gamma-ray Repeaters*, skrót SGR (w liczbie mnogiej SGRs). Przy określaniu obiektu, po skrócie SGR podaje się wartość rektascensji i deklinacji. Na przykład ów z Wielkiego Obłoku Magellana, który ujawnił się 5 marca '79, to SGR 0525–66.

Do ubiegłego roku znane były trzy takie źródła wielokrotnych błysków miękkiego promieniowania gamma. Jednym z nich jest wspomniany SGR 1900+14, który to jonizował niedawno naszą atmosferę. Z najświeższych danych wynika, że doszedłby tu jeszcze jeden przedstawiciel (Kouveliotou, 1998b). Wymienia je Tabela 1. Sądzi się, że w naszej Galaktyce i otoczeniu tego typu obiektów, obecnie



Rys. 2. Niezwykły rozbłysk sprzed dwudziestu laty, SGR 0525-66; rejestracje przekazane przez dwie sondy kosmiczne. Po potężnym błysku — trwającym ok. 200 ms — przez blisko trzy minuty aparatury rejestrowały słabnące stopniowo oscylacje o okresie 8 sekund. Dla sondy Wenera 11 początek błysku głównego odpowiadał t_0 = $15^h51^m39^s14$ TU, natomiast Wenera 12 zarejestrowała to o ponad pięć sekund później, t_0 = $15^h51^m44^s35$.

aktywnych, być może nie będzie wiele więcej.

Ta nieliczna grupka odróżnia się wyraźnie od błysków jednorazowych, nie powtarzających się (których zarejestrowano już blisko dwa tysiące). Tamte — jak od niedawna już wiemy — winny znajdować się bardzo daleko, podczas gdy natura ich zawiera jeszcze wiele znaków zapytania. Natomiast te z Tabeli 1 to obiekty bliskie; a co do ich natury, to są to niewątpliwie gwiazdy neutronowe. Za niewielkimi ich rozmiarami przemawiałoby i to, że czas trwania błysku wynosi tu średnio około 0.1 sekundy, podczas gdy w tamtych jest to około 10 sekund.

Jednym z kolejnych, bezpośrednich już dowodów przemawiających za koncepcją gwiazd neutronowych była identyfikacja protoplasty tej grupy obiektów, SGR 0525–66, z punktowym źródłem promieniowania rentgenowskiego. Był to zresztą pierwszy przypadek identyfikacji jakiegokolwiek błysku gamma ze stałym obiektem na niebie. (Rothschild, 1994).

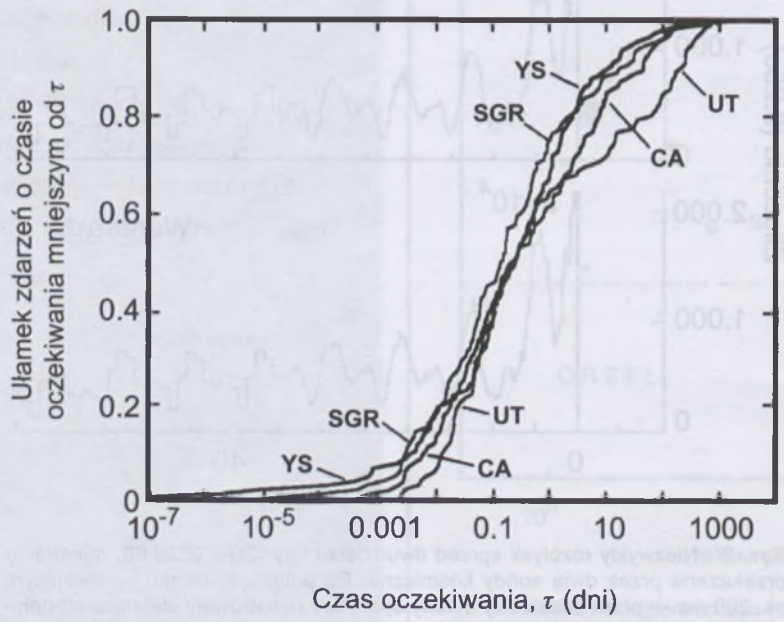
SGR 1806–20 — trzęsienia Ziemi

Najbardziej znanym dziś przedstawicielem tych rozbłyskujących wielokrotnie jest SGR 1806–20 z gwiazdozbioru Strzelca. Kierunek, skąd nadchodzą jego błyski, pokrywa się prawie z kierunkiem ku centrum Galaktyki.

Obiekt ten wyróżnia się rekordową aktywnością. W latach 1979–1985 zarejestrowano tu ponad sto błysków, a w jednym tylko roku 1997 wyemitował on ich około czterdzieści. Tak wielka liczba zdarzeń stanowi bogaty materiał do badań statystycznych nad istotą zjawiska. A chodzi tu o pytanie zasadnicze: jaki mechanizm mógłby stanowić podłoże obserwowanych wybuchów promieniowania?

Gwiazdy neutronowe winny mieć trwałą skorupę — skorupę, która mogłaby podlegać aktywności tektonicznej, podobnej do znanych nam zjawisk geotektonicznych, tj. do trzęsień Ziemi. Otóż przypuszczano, że tego typu zaburzenia równowagi na gwieździe neutronowej (po angielsku „*starquakes*") mogłyby być odpowiedzialne za pojawiające się błyski. Chcąc wykazać zasadność takiego założenia, szukano podobieństw między tymi zdarzeniami a wstrząsami na naszej planecie.

Jako materiał porównawczy służyły tu dane z trzech sejsmicznie aktywnych rejonów w USA, miejsc o częstej powtarzalności wstrząsów. Analizowano takie dane jak czas oczekiwania na zdarzenie, rozkład intensywności, korelacja między czasem oczekiwania a intensywnością zdarzenia (Cheng, 1996).



Rys. 3. Błyski SGR 1806-20 i wstrząsy w trzech miejscach na Ziemi: CA — rejon płd. Kalifornii, YS — Yellowstone, UT — Utah.

Tabela 1

Źródła wielokrotnych błysków miękkiego promieniowania gamma (SGRs)

	Pierwszy błysk
SGR 1806–20	7.01.1979
SGR 0525–66 (oznaczany też: SGR 0526–66)	5.03.1979
SGR 1900+14	24.03.1979
SGR 1627–41	15.06.1998

Na rysunku 3 dane dotyczące czasu oczekiwania na zdarzenie.

Jak widać, rozkład zmiennych dla danych ziemskich i gwiazdowych jest bardzo podobny. Analogia występuje także przy rozpatrywaniu zależności miedzy liczbą zdarzeń a intensywnością zdarzenia. Co się natomiast tyczy czasu oczekiwania i intensywności zdarzenia, to — zarówno dla Ziemi, jak i SGR 1806–20 — żadnej wyraźnej korelacji nie stwierdza się*.

Przedstawione wyniki badań statystycznych przemawiałyby na korzyść hipotezy o tektonicznym rodowodzie tych powtarzalnych błysków miękkiego promieniowania gamma.

A jak wygląda to z punktu widzenia możliwości energetycznych? Czy energia wyzwalana w trakcie takich zaburzeń w skorupie gwiazdy byłaby wystarczająca do zasilania obserwowanych błysków?

Odległość SGR 1806–20 szacowana jest na jakie 14 tysięcy parseków. Przeliczając rejestrowane dane, otrzymuje się tu liczby od 10^{40} do 10^{42} ergów. Gdy zaś chodzi o ten potężny błysk z marca '79, SGR 0525–66, jaki pochodził z Wielkiego Obłoku Magellana, to tu wyemitowanych zostało 4×10^{44} ergów. Otóż w skorupie ziemskiej, w rejonach uskoków, energia naprężeń dochodzić może do 10^{26} ergów, z czym wiązałyby się trzęsienia o natężeniu M ~ 9 (w skali Mercallego-Cancaniego-Sieberga). Natomiast

* Zupełnie inaczej wygląda to w tzw. bersterach — wybuchowych źródłach promieniowania rentgenowskiego. Intensywność rozbłysku jest tam proporcjonalna do poprzedzającego dany rozbłysk czasu oczekiwania. Odmienny jest tu bowiem mechanizm zjawiska.

w gwieździe neutronowej, gdzie gęstość skorupy jest około sto bilionów razy większa, a pole grawitacyjne sto miliardów razy silniejsze, występujące deformacje skorupy pociągałyby za sobą naprężenia o energiach 10^{44}–10^{46} ergów (w tejże skali odpowiadałoby to M ~22). Bilans energetyczny zgadza się.

I jeszcze uwaga innej natury. Planowane odbiorniki fal grawitacyjnych VIRGO czy LIGO zarejestrują być może w przyszłości błyski fal grawitacyjnych, jednoczesne z błyskami gamma. Z aktywnością tektoniczną na tak skondensowanych obiektach winna bowiem wiązać się intensywna emisja fal grawitacyjnych (de Freitas Pacheco, 1998).

Pole magnetyczne siłą napędową

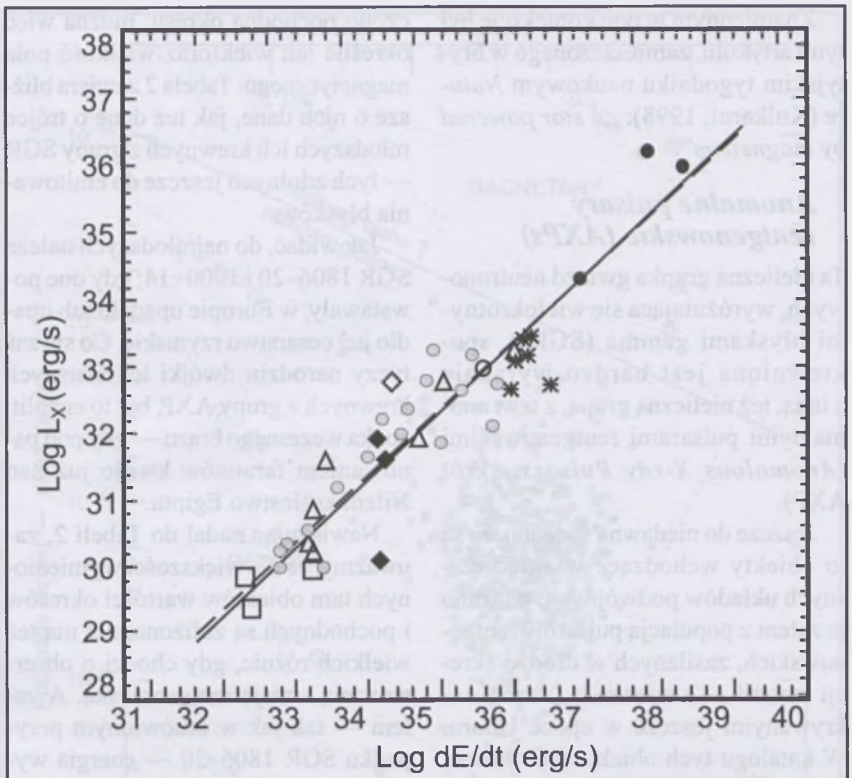
Pozostajemy nadal przy tym najczęściej rozbłyskującym obiekcie, SGR 1806–20. Tak jak ów z 5 marca '79, ten też zanurzony jest w pozostałości po supernowej. Podobnie jak tamten, zidentyfikowany też został z obiektem rentgenowskim (Murakami, 1994). Ale to nie wszystko: okazało się, że obiekt ten co siedem i pół sekundy kieruje ku nam wzmocnioną wiązką promieniowania. Jest to zatem stały pulsar, pulsar rentgenowski. Jest to też wreszcie pierwszy obiekt z tej grupki SGR, dla którego wyznaczono pochodną okresu pulsacji, tj. poznano tempo zwalniania ruchu wirowego (Kouveliotou, 1998a).

Okres P i pochodna okresu dP/dt stanowią te podstawowe dane, pozwalające na oszacowanie wieku pulsara $\{ = P/2\ (dP/dt)\}$, jak też pola magnetycznego $\{ = 6.4\times10^{19}\ (P\times dP/dt)^{1/2}$ gausów$\}$.

Te dwie wielkości — okres i jego pochodna — wskazują również na inny, istotny dla zagadnienia szczegół. Spowalnianie rotacji związane jest oczywiście ze zmniejszaniem się energii kinetycznej ruchu obrotowego gwiazdy. Dla obiektu o parametrach gwiazdy neutronowej ów ujemny przyrost energii, dE/dt, określa zależność

$$dE/dt = \frac{4\times10^{45}\ dP/dt}{P^3}\ (erg/s).$$

Krótka dygresja. Gros znanych gwiazd neutronowych to pulsary radiowe. Od niektórych młodszych z nich, szybko wirujących, odbieramy też promieniowanie rentgenowskie. Otóż stwierdza się tam wyraźną zależność między wielkością tej emisji rentgenowskiej, L_x, a omawianym tu właśnie ujemnym przyrostem energii dE/dt. Zagadnienie ilustruje rysunek 4. Zauważmy, że L_x stanowi tam tylko około jeden promil dE/dt. Wszystko to przemawia niewątpliwie za potwierdzeniem przyjętej dziś interpretacji, że obiekty te emitują promieniowanie na koszt energii kinetycznej ruchu obrotowego.



Rys. 4. Na wykresie pulsary radiowe, które emitują również promieniowanie rentgenowskie. Na osi rzędnych obserwowana energia rentgenowska, L_x na osi odciętych wynikająca z obliczeń wartość energii dE/dt, jaka wyzwala się w następstwie spowalniania ruchu wirowego (Becker, 1997).

Wróćmy do SGR 1806–20. Otóż podstawiając do podanego powyżej wzoru wartości z Tabeli 2, na dE/dt otrzymamy około 10^{33} ergów/s. Tymczasem energia, jaką ten obiekt emituje pod postacią promieniowania rentgenowskiego, jest ponad sto razy większa; z danych obserwacyjnych (przyjmując odległość 14 tysięcy parseków) otrzymuje się $L_x = 2\times10^{35}$ ergów na sekundę.

Wniosek stąd jednoznaczny, że w magnetarach energia kinetyczna ruchu obrotowego nie może być brana pod uwagę jako źródło zasilania. Dla tych obiektów mechanizm pulsarów radiowych nie pasuje; tu trzeba rozglądać się za alternatywnym źródłem energii. Otóż możliwość taką stanowi pole magnetyczne, jego anihilacja. Nie jest to koncepcja oryginalna, wysuwana już była np. przy tłumaczeniu zjawisk rozbłysków chromosferycznych na Słońcu.

Obecność pola magnetycznego o indukcji około 10^{15} gausów (= 10^{11} tesli) byłaby zwłaszcza pożądana przy interpretacji obserwowanych błysków. Skoro są one następstwem zaburzeń stanu równowagi, to nasuwa się od razu pytanie, jaki czynnik podtrzymywałby ów stan wysokich naprężeń w skorupie gwiazdy, naprężeń powodujących owe trzęsienia gwiazdowe. Potrzebny jest tu bowiem jakiś „agitator", jakieś źródło energii. Otóż tym najbardziej prawdopodobnym czynnikiem byłaby właśnie energia pola magnetycznego. Wywierane przez pole magnetyczne ciśnienie powoduje naprężenia, prowadzące do pękania skorupy gwiazdy; anihilacja pola w uskokach, przetwarzanie energii magnetycznej w promienistą — byłyby bezpośrednim źródłem obserwowanych błysków gamma. ☞

Znamiennym w tym kontekście był tytuł artykułu, zamieszczonego w brytyjskim tygodniku naukowym *Nature* (Kulkarni, 1998): „*A star powered by magnetism*".

Anomalne pulsary rentgenowskie (AXPs)

Ta nieliczna grupka gwiazd neutronowych, wyróżniająca się wielokrotnymi błyskami gamma (SGRs), spokrewniona jest bardzo wyraźnie z inną, też nieliczną grupą, z tzw. anomalnymi pulsarami rentgenowskimi (*Anomalous X-ray Pulsars*, skrót AXP).

Jeszcze do niedawna sądzono, że są to obiekty wchodzące w skład ciasnych układów podwójnych; wiązano je zatem z populacją pulsarów rentgenowskich, zasilanych w drodze akrecji materii — a więc m.in. z tymi odkrywanymi jeszcze w epoce Uhuru. W katalogu tych obiektów (Bildsten, 1997) wyodrębnionych było pięć pulsarów o kilkusekundowych okresach, dla których nie udało się zidentyfikować gwiazdy towarzyszącej. Sporo było wokół tej piątki dyskusji, aż trzeba było uznać, że zaszła tu pomyłka, że z zasilanymi akrecją nie mają one związku. Obecnie przyjmuje się, że byliby to też przedstawiciele tych ultramagnetycznych gwiazd neutronowych, tylko znajdujących się w późniejszej nieco fazie ewolucji.

Kandydatów do tej grupy AXP jest już ośmiu. Dla czterech z nich wyznaczono pochodną okresu; można więc określić ich wiek oraz wielkość pola magnetycznego. Tabela 2 zawiera bliższe o nich dane, jak też dane o trójce młodszych ich krewnych z grupy SGR — tych zdolnych jeszcze do emitowania błysków.

Jak widać, do najmłodszych należą SGR 1806–20 i 1900+14; gdy one powstawały, w Europie upadało lub upadło już cesarstwo rzymskie. Co się zaś tyczy narodzin dwójki ich starszych krewnych z grupy AXP, był to eneolit, epoka wczesnego brązu — gdy pod panowaniem faraonów kwitło już nad Nilem królestwo Egiptu.

Nawiązując nadal do Tabeli 2, zauważmy, że dla większości wymienionych tam obiektów wartości okresów i pochodnych są zbliżone; nie ma też wielkich różnic, gdy chodzi o obserwowaną emisję rentgenowską. A zatem — tak jak w omówionym przypadku SGR 1806–20 — energia wynikająca ze zwalniania ruchu wirowego byłaby niewystarczająca do zasilania emisji. Wniosek stąd jednoznaczny, że tym upatrywanym źródłem energii wszystkich tych obiektów winno być też pole magnetyczne.

Przypuszcza się dzisiaj, że jakie 10% powstających w trakcie kolapsu grawitacyjnego gwiazd neutronowych (a zatem jedna na około tysiąc lat) mogłoby zaczynać swą karierę pod postacią obiektu o tak potężnym polu magnetycznym. Ceną za takie wyróżnienie jest jednak krótkie życie. Na etapie SGR byłoby to może nie więcej niż kilka tysięcy lat. Następnym etapem byłaby tu faza anomalnego pulsara rentgenowskiego, AXP, trwająca do około stu tysięcy lat. I na tym koniec. Galaktyka nasza zaludniona jest zapewne milionami wymarłych magnetarów.

Magnetary: pulsary radiowo ciche

Od żadnego obiektu z Tabeli 2 — SGR czy AXP — nie odebrano sygnałów radiowych, są one radiowo ciche. Pytanie: dlaczego? Otóż istota problemu tkwić tu może właśnie... w polu magnetycznym.

Największe wartości pól, jakie stwierdza się w pulsarach radiowych, przekraczają nieco 10^{13} gausów. Zastanawiano się, czy jest to już ta górna granica magnetyzacji gwiazdy neutronowej? Z punktu widzenia fizyki żadnych takich ograniczeń jednak nie ma. Potwierdzałoby to zresztą spojrzenie na Tabelę 2 — figurują tam pulsary o polach wyraźnie większych. W związku z tym wysuwane są sugestie, iż pole takie zmienia już na tyle fizykę zagadnienia, że obiekty te nie mają szans pojawienia się na niebie radiowym (Heyl, 1998).

Fale radiowe, jakie odbieramy od pulsarów, emitowane są z magnetosfery gwiazdy neutronowej. Nie wnikając w bliższe szczegóły tego nie w pełni jeszcze rozwikłanego mecha-

Tabela 2. Główni przedstawiciele rodziny magnetarów

	SGR 1806–20	SGR 1900+14	SGR 0525–66	AXP 1841–04	AXP 1848–59	AXP 0142+61	AXP 2259+58
Okres puls. P (s)	7.47	5.16	8.0	11.77	6.45	8.69	6.98
dP/dt (s/s)	8×10^{-11}	6×10^{-11}		5×10^{-11}	2×10^{-11}	2×10^{-12}	7×10^{-13}
Wiek (lata)	1400	1500		4000	4600	60000	150000
Pole magnet. (Gs)	2×10^{15}	1×10^{15}		2×10^{15}	8×10^{14}	3×10^{14}	1×10^{14}
Odległość (pc)	14000	6000	50000	7000	3000	2000	4000
Lx (erg/s)	2×10^{35}		8×10^{35}	5×10^{34}	2×10^{34}	2×10^{35}	$\sim10^{35}$
Związek z SNR	G10.0–0.3	G42.8+0.6	N49; LMC	Kes 73			

Dla SGR 1900+14 okres i pochodną wyznaczono niedawno (Hurley, 1998). W przypadku SGR 0525–66 okresowość ujawniła się tylko raz, przez około trzy minuty, w roku 1979.

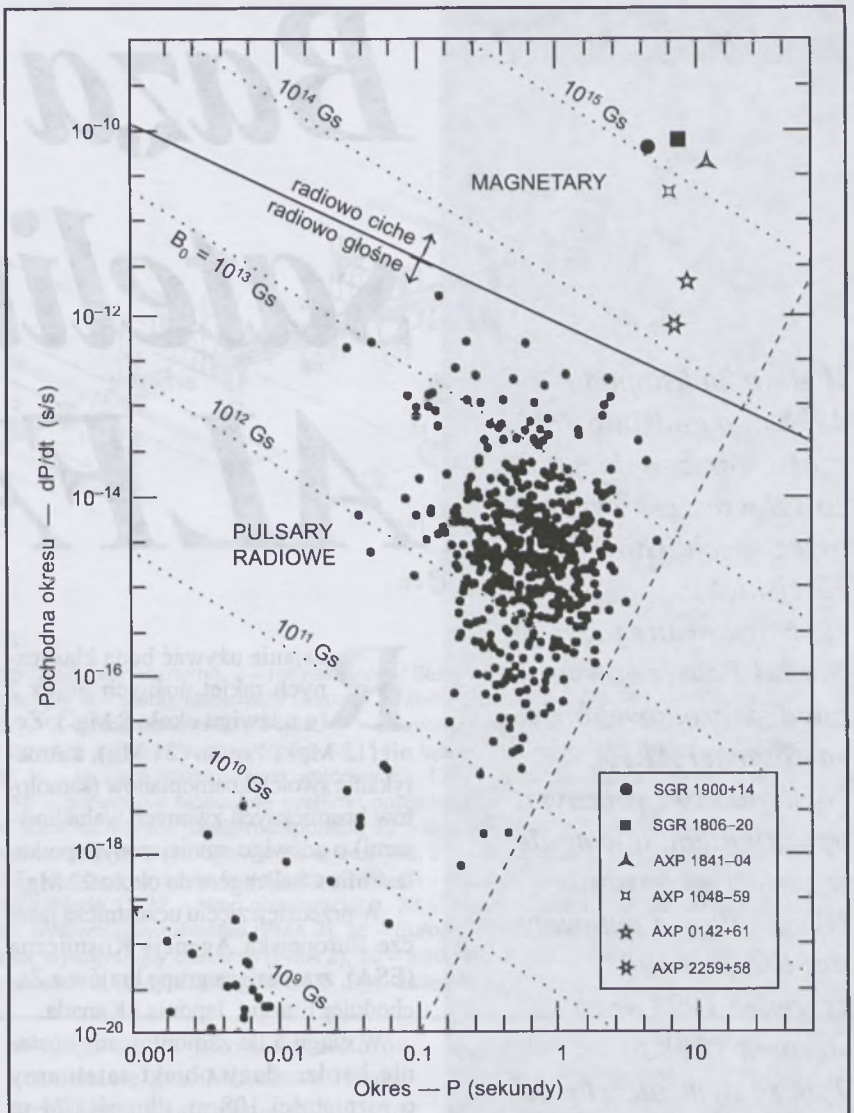
nizmu, podkreślmy tylko, że istotną rolę odgrywałaby tu lawinowa produkcja par elektron-pozyton.

Cząstki te kreowane są w rejonach czap polarnych przez wysokoenergetyczne fotony gamma. Otóż przypuszcza się, że w warunkach ultrasilnych pól magnetycznych, przekraczających 4×10^{13} gausów, to kreowanie par byłoby tłumione; w zamian przeważałby natomiast inny proces elektrodynamiki kwantowej, w którym foton rozszczepiany jest na dwa o niższej energii. A więc w miejsce procesu $\gamma \longrightarrow e^- e^+$ zachodziłby proces $\gamma \rightarrow \gamma\gamma$.

Jak wiadomo, nie obserwuje się pulsarów radiowych o okresach przekraczających 5 sekund. W magnetosferze gwiazdy neutronowej o tak wolnej rotacji, mechanizm dynamo — warunkujący emisję fal radiowych — nie działałby już. Stąd na wykresie okres-pochodna okresu pojawia się tzw. *death line*, „linia śmierci", której przebieg określony jest warunkiem $(dP/dt)/P^3 = \text{const}$. Otóż wraz z tematyką magnetarów na tymże wykresie pojawiła się swego rodzaju „druga linia śmierci". Przebiega ona w przybliżeniu prostopadle do tej pierwszej, odcinając pulsarom radiowym prawo goszczenia na prawej, górnej części tego wykresu (Baring, 1998). Zagadnienie przedstawione jest na rysunku 5. Linia ta ograniczałaby rejon, w którym powstawanie par $e^- e^+$ tłumione już jest przez pole magnetyczne, przekraczające tę krytyczną wartość 4×10^{13} Gs. Zatem gwiazdy neutronowej o tak silnym polu nie dostrzeżemy już na niebie radiowym (ale w dziedzinie rentgenowskiej może ona ujawniać swą obecność). W literaturze, pod adresem magnetarów, spotyka się w związku z powyższym określenie: nowa klasa pulsarów radiowo cichych.

* * *

Kończąc, zauważmy, że największe pola magnetyczne, jakie homo sapiens jest w stanie wytworzyć na tej planecie, to zaledwie 10^5 Gs. W magnetarach mielibyśmy 10^{15} Gs — Natura przewyższa nas tu o dziesięć rzędów wielkości. Obiekt o tak potężnym polu magnetycznym, znajdujący się w odległości do dwudziestu średnic Ziemi, wyciągałby nam klucze z kieszeni, zacierałby dane na kartach kredytowych.



Rys. 5. Pulsary radiowe oraz magnetary (dla których znana jest pochodna okresu pulsacji, tj. tempo zwalniania ruchu wirowego). Obie populacje rozdzielałaby linia, powyżej której mechanizm emisji fal radiowych byłby tłumiony. Skośne linie kropkowane wskazują na wartości pola magnetycznego.

Skrót SGR dotyczy obiektów, znanych z wielokrotnych błysków miękkiego promieniowania gamma; skrót AXP określa tzw. anomalne pulsary rentgenowskie.

Literatura

M. Baring i in.,1998, ApJ **507**, 55
W. Becker i in., 1997, A&A **326**, 682
L. Bildsten i in., 1997, ApJ Suppl. **113**, 367
B. Cheng i in., 1996, Nature **382**, 518
T. Cline i in., 1982, ApJ **255**, L45
J. de Freitas Pacheco, 1998, A&A **336**, 397
R. Duncan i in. , 1992, ApJ **392**, L9
W. Evans i in., 1980, ApJ **237**, L7
S. Golenetskii i in., 1984, Nature **307**, 41
J. Heyl i in., 1998, ApJ **506**, L61
K. Hurley, 1998, IAU Circ. 7001
C. Kouveliotou i in., 1998a, Nature **393**, 235
C. Kouveliotou i in., 1998b, IAU Circ. 6944
S. Kulkarni i in., 1998, Nature **393**, 215
E. Mazets i in., 1979, Nature **282**, 587
T. Murakami i in. , 1994, Nature **368**, 127
R. Rothschild i in., 1994, Nature **368**, 432
Sky & Telescope, 1999, January, str. 22
C. Thompson i in., 1995, MNRAS **275**, 255
C. Thompson i in., 1996, ApJ **473**, 322

Docent Tadeusz Jarzębowski jest autorem artykułu przeglądowego o pulsarach, zamieszczonego w numerze 3 „Uranii-PA" z ubiegłego roku. Relatywistyczne aspekty tematyki pulsarów omawiał na łamach „Postępów Astronomii" 3/96 i 4/96.

Andrzej Marks

Baza satelitarna ALFA

W dniu 20 listopada 1998 r., o godzinie 7:40 czasu warszawskiego, został wreszcie wysłany przez specjalistów rosyjskich, skonstruowany przez nich Moduł Podstawowy międzynarodowej bazy satelitarnej ALFA. Nastąpiło to z rocznym opóźnieniem, a w ogóle w czwartym terminie. (Wcześniejsze opiewały na: listopad 1997, czerwiec 1998 oraz sierpień 1998.) Tym samym zaczęła się faza konkretnej — technicznej realizacji największego, po załogowych wyprawach na Księżyc, przedsięwzięcia kosmonautycznego w dziejach ludzkości, o znaczeniu epokowym. Realizacja jego trwać będzie do 2004 roku i wymagać będzie ogółem 45 wzlotów rosyjskich i amerykańskich środków nośnych.

Rosjanie używać będą klasycznych rakiet nośnych Sojuz 2 (o udźwigu około 8 Mg*), Zenit (12 Mg) i Proton (21 Mg), a Amerykanie swoich kosmoplanów (samolotów kosmicznych zwanych wahadłowcami) o udźwigu zmniejszonym po katastrofie Challengera do około 22 Mg.

W przedsięwzięciu uczestniczą jeszcze Europejska Agencja Kosmiczna (ESA), zrzeszająca grupę krajów z Zachodniej Europy, Japonia i Kanada.

W ciągu 5 lat zamontowany zostanie bardzo duży obiekt satelitarny o rozpiętości 108 m, długości 74 m i masie 415 + 460 Mg — a więc około trzy razy masywniejszy od krążącej obecnie wokół Ziemi rosyjskiej bazy satelitarnej MIR. Jest to liczba robiąca wrażenie, gdyż masę bazy ALFA można porównać z masą pociągu pasażerskiego złożonego z lokomotywy i 8–9 wagonów.

Po zmontowaniu cały obiekt ma być eksploatowany przez przynajmniej 15 lat. Przedsięwzięcie jest bardzo kosztowne, pierwotny preliminarz opiewał na 17 mld dolarów, ale już obecnie mówi się jednak o 60... Natomiast eksploatacja ma pochłonąć 50 mld dolarów. Większość tych kosztów pokryją Stany Zjednoczone. W czasie eksploatacji bazy kosmonauci (z różnych krajów) mają na niej przepracować ogółem około 40000 osobodni, czyli przeszło... 100 lat!

Czy to jednak dotyczy nas, astronomów?

No cóż, człowiek tworzy autentyczne sztuczne ciało niebieskie o rozmiarach porównywalnych z rozmiarami najmniejszych małych planetek czy największych meteoroidów (ciał meteorowych).

Oprócz tego, wśród bardzo bogatego programu badawczego, jaki będzie realizowany na bazie satelitarnej ALFA, znajdują się także różnorodne obserwacje astronomiczne.

Obecny ramowy program badań astronomicznych obejmuje:

1) charakter pyłu międzyplanetarnego i jego pochodzenie,

2) poszukiwanie materii ciemnej w Kosmosie,

3) poszukiwanie źródeł promieniowania kosmicznego,

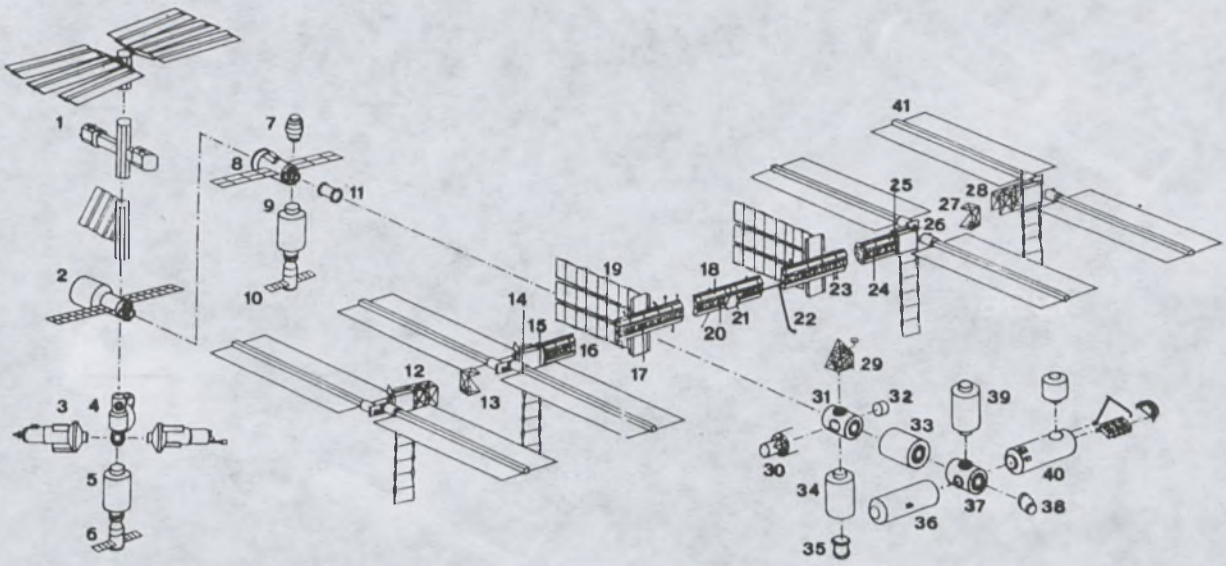
4) morfologię magnetosfery ziemskiej, jej zmiany i powiązanie z aktywnością słoneczną,

5) zmiany intensywności promieniowania słonecznego i jego związek z Ziemią.

Ponieważ płaszczyzna orbity bazy ALFA będzie nachylona do płaszczyzny równika ziemskiego pod kątem 51°.6, więc przelatywać ona będzie nad południową częścią naszego kraju (ograniczoną równoleżnikiem 51°.6 N), ale oczywiście doskonale widoczna będzie też z pozostałej części Polski. Biorąc zaś pod uwagę geometryczne rozmiary obiektu, będzie on okazałym ciałem na nieboskłonie.

Rosyjski Moduł Podstawowy bazy satelitarnej ALFA ma postać cylindra o długości 12.5 m, grubości 4.1 m i pokaźnej masie 24 Mg. (Po bokach

* 1 Mg = 10^6 g = 1 tona.



Rys. 1. Architektura bazy satelitarnej ALFA:

1- źródła energii elektrycznej (płyty z fotoogniwami słonecznymi), 2 – rosyjski Moduł Służbowy, 3 – Moduł Badawczy, 4 – Moduł Cumowniczy i łączący, 5 – Moduł Klimatyzacyjny, 6 – statek ratowniczy Sojuz, 7 – Moduł Cumowniczy, 8 – Moduł Podstawowy (FGB), 9 – Uniwersalny Moduł Cumowniczy,10 – statek ratowniczy Sojuz, 11 – adapter wyrównujący ciśnienie (PMA 1), 12 – łącząca struktura kratownicowa S6, 13 – łącząca struktura kratownicowa S5, 14 – łącząca struktura kratownicowa S4, 15 – obrotnica płyt z fotoogniwami słonecznymi, 16 – łącząca struktura kratownicowa S3, 17 – łącząca struktura kratownicowa S1, 18 – łącząca struktura kratownicowa S0, 19 – generatory słoneczne systemu ogrzewczego, 20 – ruchomy transporter, 21 – struktura kratownicowa modułu łączącego, 22 – kanadyjski dźwig-manipulator, 23 – łącząca struktura kratownicowa P1, 24 – łącząca struktura kratownicowa P3, 25 – obrotnica płyty z fotoogniwami słonecznymi, 26 – łącząca struktura kratownicowa P4, 27 – łącząca struktura kratownicowa P5, 28 – łącząca struktura kratownicowa P6, 29 – łącząca struktura kratownicowa Z1, 30 – śluza powietrzna, 31 – Węzeł Cumowniczy (Node 1), 32 – okno obserwacyjne, 33 – Amerykański Moduł Laboratoryjny US-Labor, 34 – Moduł Mieszkalny, 35 – adapter wyrównujący ciśnienie (PMA 3), 36 – Europejski Moduł Laboratoryjny (COF), 37 – Węzeł Cumowniczy 2 (Node 2), 38 – adapter wyrównujący ciśnienie (PMA 2), 39 – wirówka, 40 – Japoński Moduł Badawczy z otwartą platformą (JEM), 41 – generatory słoneczne (płyty z fotoogniwami). Rys. Julian Malejko

znajdują się dwie otwierane płyty z fotoogniwami słonecznymi o rozpiętości 10.6 m). Kosztujący 238 mln dolarów Moduł został wprawiony w ruch przez wielką rosyjską rakietę nośną Proton, o masie startowej przeszło 720 Mg.

Rakieta wystartowała z kosmodromu Bajkonur. Start był transmitowany przez Program Pierwszy Telewizji Polskiej, która z tej okazji zaprosiła do swojego studia jako komentatorów kosmonautę gen. Mirosława Hermaszewskiego i astronoma dr inż. Andrzeja Marksa.

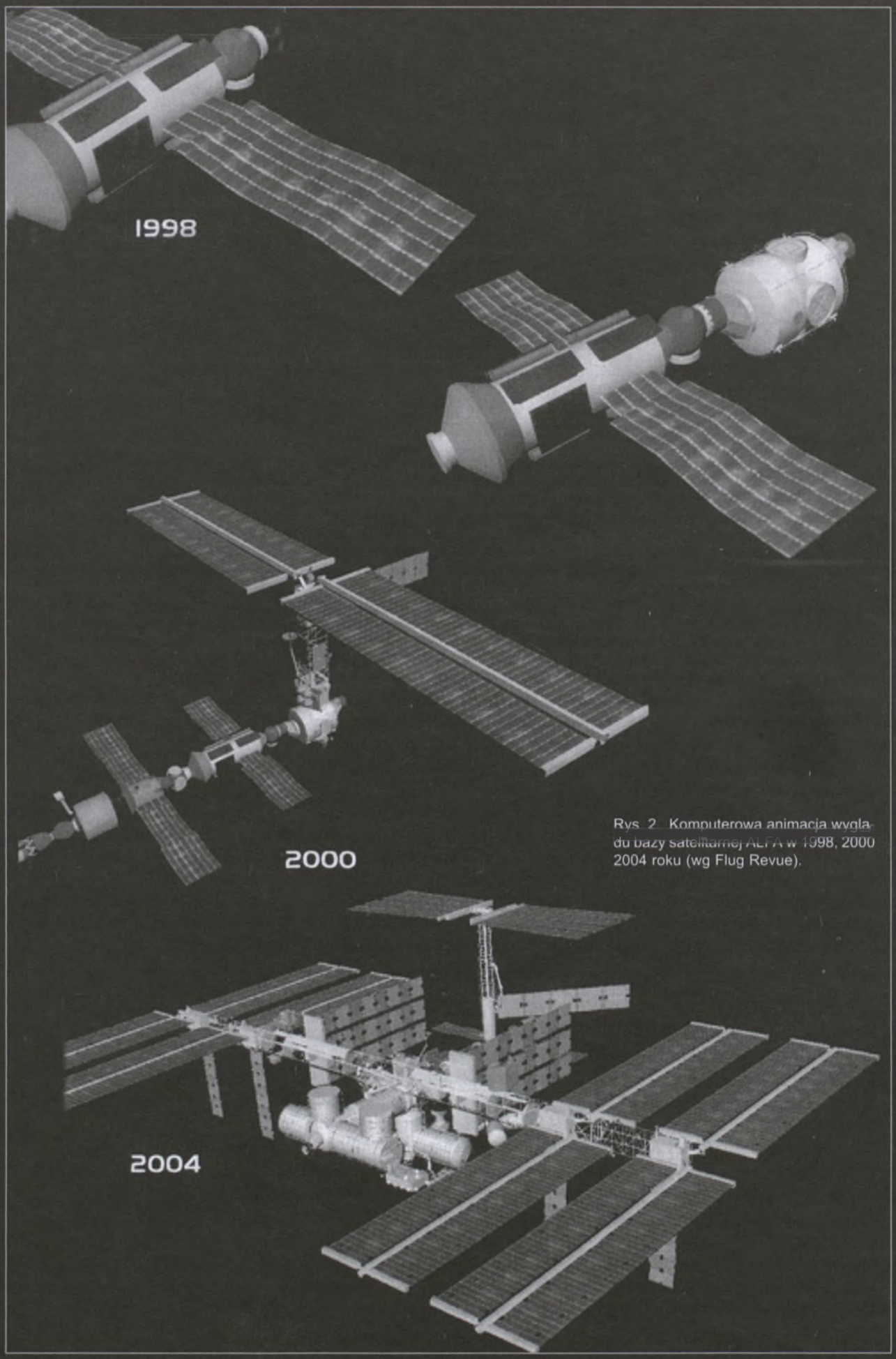
W związku z rozpoczęciem konkretnej realizacji przedsięwzięcia opublikowany został ostateczny program 12 pierwszych wzlotów (tab. 1).

Różni się on od poprzednio kilkakrotnie podawanych. Tym razem nie należy się już jednak spodziewać dalszych istotnych zmian, gdyż względy techniczne uniemożliwiają już ich wprowadzanie.

No cóż, zobaczymy, jak to będzie wyglądać w praktyce... Biorąc pod uwagę skalę przedsięwzięcia, autentycznie międzynarodowy jego charakter, trzeba stwierdzić, że jest to nadzwyczaj złożone i ambitne przedsięwzięcie i spodziewać się można wielu trudności...

Tabela 1. Program pierwszych dwunastu wzlotów w ramach realizacji programu ALFA.

Data	Kryptonim	Kraj	Co zostanie wysłane
20 listopada 1998	1 A/R	Rosja	Moduł podstawowy
3 grudnia 1998	2 A	USA	Węzeł 1 (Node 1)
Maj 1999	2 A1	USA	Moduł Spacehab
Lipiec 1999	1 R	Rosja	Moduł służbowy
Sierpień 1999	2 A2	USA	Moduł Spacehab
Listopad 1999	3 A	USA	Kratownice podtrzymujące i różnego rodzaju wyposażenie techniczne
Grudzień 1999	4 A	USA	Płyty z fotoogniwami słonecznymi
Styczeń 2000	2 R	Rosja	Pierwsza załoga
Luty 2000	5 A	USA	Moduł USA Lab
Marzec 2000	5 A1	USA	Moduł Spacehab
Kwiecień 2000	6 A	USA	Dźwig manipulator (kanadyjski)
Lipiec 2000	7 A	USA	Śluza powietrzna i różnego rodzaju wyposażenie techniczne



Rys. 2. Komputerowa animacja wyglądu bazy satelitarnej ALFA w 1998, 2000 i 2004 roku (wg Flug Revue).

Tabela 2. Program siedmiu pierwszych lotów załogowych na bazę satelitarną ALFA (stan na koniec roku 1998).

Nr	Środek nośny	Czas lotu	Środek powrotny	Załoga
1	Sojuz TM	5 miesięcy	Kosmoplan Atlantis	William Shephertd, Jurij Gidzienko, Siergiej Krikaliew
1 A	Sojuz TM	1 tydzień	Sojuz TM	Tałgat Musabajew, Nadieżda Kuszielnaja
2	Kosmoplan	6 miesięcy	Sojuz TM Atlantis	Jurij Usaczow, James Voss, Susan Helms
3	Sojuz TM	2 miesiące	Kosmoplan Discovery	Kenneth Boversox, Władimir Deskurow, Michaił Tiurin
4	Kosmoplan	4 miesiące	Sojuz TM Discovery	Jurij Onufrienko, Carl Walz, Daniel Bursch
5	Sojuz TM	?	Kosmoplan	Walierij Korsun, Paweł Winogradow, Amerykanin
6	Kosmoplan	?	Sojuz TM	Jurij Malienczienko

Ustalono już także 7 kolejnych lotów załogowych na bazę satelitarną ALFA (tab. 2).

Pierwsza załoga wystartuje dopiero w styczniu 2000 roku w rosyjskim statku kosmicznym Sojuz TM z rosyjskiego kosmodromu Bajkonur w Kazachstanie. Dowódcą będzie astronauta amerykański.

W związku ze startem Modułu Podstawowego bazy ALFA warto wspomnieć, że Rosjanie chcieli go opóźnić o około 10 godzin, gdyż wówczas znalazłby się on we względnej bliskości ciągle istniejącej i funkcjonującej jeszcze bazy satelitarnej MIR. Amerykanie jednak stanowczo na to się nie zgodzili, a ponieważ pokrywają większość kosztów, więc chcą odgrywać główną rolę decyzyjną. Nie zgadzają się jednak na to Rosjanie, którzy chcą być traktowani jako równorzędni partnerzy, a nie tylko swojego rodzaju „podwykonawcy", zwłaszcza że główne centrum kontrolne dla bazy ALFA zostało zlokalizowane w znanym amerykańskim ośrodku w Houston w Teksasie.

Mówiąc o międzynarodowym aspekcie przedsięwzięcia, należy zwrócić uwagę, że jest to przedsięwzięcie wspólne tylko dla „wybranych". Nie biorą w nim na przykład udziału Chiny, które liczą — bądź co bądź — 20% ludności świata, mają własną kosmonautykę i mogą swoimi siłami wysłać kosmonautę (którego zresztą już szkolą!). Pominięto też niewiele mniejsze Indie, które także dysponują własną techniką astronautyczną...

Nie uczestniczy też w przedsięwzięciu, choćby w najmniejszej mierze, Polska... (Nie przystępujemy też do ESA, choć miejsce dla nas w tej organizacji jest „zarezerwowane" od lat (!) No cóż, nie interesuje nas widać udział w największym przedsięwzięciu astronautycznym ludzkości, obliczonym na przynajmniej dwa dziesięciolecia...

W związku z rozpoczęciem montażu bazy ALFA ukazuje się sporo informacji prasowych. Nie zawsze są one jednak poprawne. Najbardziej rażące jest, że zaczyna się u nas upowszechniać przekonanie, że jakoby w przestrzeni kosmicznej „nie ma grawitacji" i że „nie będzie grawitacji" na bazie ALFA. To bardzo niedobrze, że w 40 lat po wysłaniu pierwszego Sputnika mogą być rozpowszechniane tego rodzaju horrendalne nonsensy fizyczne (!)... Chodzi przecież o brak **ciężaru**.

W doniesieniach prasowych można też spotkać się z informacją, że baza ALFA zostanie wykorzystana do załogowej wyprawy na Marsa. To nieporozumienie. Bezpośredniego związku bowiem tutaj nie ma. (Prowadzić się tylko będzie badania wpływu długotrwałego lotu kosmicznego na organizm ludzki, a technologia budowy bazy satelitarnej ALFA zostanie prawdopodobnie wykorzystana do budowy marsjańskiego statku kosmicznego.) Celem budowy bazy ALFA nie jest więc realizacja załogowej wyprawy na Marsa. Takiego przedsięwzięcia nie tylko nikt i nigdzie jeszcze w sposób konkretny nie realizuje, ale nawet nie zostały jeszcze podjęte żadne decyzje w tej dziedzinie...

Najlepszy pogląd na temat tego, jak baza satelitarna będzie wyglądać, daje schematyczny jej rysunek (narysowany przez Juliana Malejkę). Ogólna objętość hermetycznych modułów mieszkalnych i laboratoryjnych ma wynieść około 1400 m^3, czyli tyle, ile kilku niedużych domków jednorodzinnych. Energii elektrycznej dostarczać będą fotoogniwa słoneczne zdolne do wyprodukowania prądu elektrycznego o mocy 150 kW. Stała załoga ma liczyć siedem osób, a nominalny czas jej pobytu ma wynosić 3 miesiące. Hermetyczne moduły mieszkalne i laboratoryjne budują wszyscy uczestnicy przedsięwzięcia (za wyjątkiem Kanady, która dostarczy tylko ogromny dźwig-manipulator). Do japońskiego modułu mieszkalno-laboratoryjnego domontowana będzie odkryta platforma badawcza. Istotne niebezpieczeństwo dla bazy stanowią tzw. „śmieci kosmiczne". Dla zabezpieczenia się przed nimi moduł japoński (JEM) otoczony będzie aż 4 warstwami specjalnego pancerza. Konstruktorzy japońscy uważają, że zabezpieczy to przed uderzeniami bryłek materii o średnicy do 1 cm!

Według obecnych planów jako środek załogowego transportu na bazę ALFA służyć będą amerykańskie kosmoplany (wahadłowce), a także rosyjskie statki kosmiczne Sojuz o zmodyfikowanej konstrukcji. (Dwa lub trzy rosyjskie statki Sojuz będą też domontowane na stałe do bazy ALFA i służyć będą jako ewentualne „szalupy" ratunkowe, umożliwiające natychmiastowy powrót załogi na Ziemię.) Do transportu ładunków służyć będą amerykańskie kosmoplany i nowego typu rosyjski bezzałogowy statek transportowy M1.

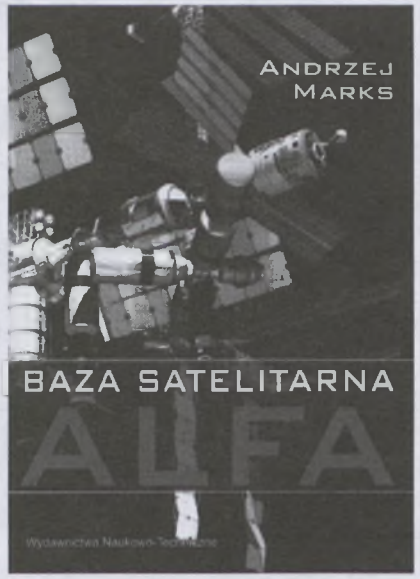
W związku z montażem bazy ALFA stała się aktualna sprawa dalszych losów rosyjskiej stacji MIR. Otóż, według obecnych planów, ma ona być eksploatowana do końca 1999 roku, po czym zostanie planowo skierowana do atmosfery 3000 km na wschód od Nowej Zelandii. (Uprzednio odbędą jednak jeszcze na nią lot dwie trzyosobowe załogi, w składzie pierwszej poleci kosmonauta słowacki Iwan Bella,

a drugiej kosmonauta francuski Jean Pierre Haignere.) Ostatnio pojawiły się jednak oficjalne doniesienia, że baza satelitarna MIR jest w lepszym stanie technicznym niż na to wskazują alarmujące doniesienia prasowe i że w związku z tym mogłaby jeszcze być użytkowana przez około 5 lat.

Na zakończenie chciałbym dodać, że w związku z Programem ALFA ukazała się w listopadzie 1997 r. nakładem Wydawnictw Naukowo-Technicznych w Warszawie moja niewielka monografia na temat bliskoziemskich baz satelitarnych pt. „Baza satelitarna ALFA".

Chciałbym też dodać, że wykorzystując olbrzymi międzynarodowy potencjał naukowy, techniczny i ekonomiczny, jaki uruchomiono dla realizacji Programu ALFA, warto byłoby pokusić się o wysłanie stałej załogowej bazy satelitarnej w sąsiedztwie Księżyca. Posługując się rosyjską rakietą nośną Energia, można by wysłać obiekt o masie ok. 20 Mg, czyli taki, jak rosyjskie bazy satelitarne Salut. Natomiast jako statku transportowego można by używać rosyjskiego statku kosmicznego typu Zond, wprawianego w ruch przez rosyjską rakietę nośną Proton.

Dr inż. Andrzej Marks jest astronomem — absolwentem Politechniki Warszawskiej, autorem wielu książek i artykułów popularyzujących zdobycze badawcze i techniczne wypraw kosmicznych.



Rys. 3. Okładka książki Andrzeja Marksa pt. „Baza satelitarna ALFA".

Polskie Towarzystwo Astronomiczne informuje:

Komunikat PTA nr. 3

1. Uprzejmie Państwa informuję, że od 1 października 1998 funkcję Sekretarki PTA podjęła Pani Magdalena Jórkiewicz-Gos. Jej adres e-mailowy: **hania@camk.edu.pl**
2. Składka członkowska za rok 1999 (i za lata zaległe) wynosi 40 zł, którą powinniśmy uiścić w Sekretariacie PTA (Biblioteka CAMK) lub wpłacić na konto PTA:
   BIG Bank Gdański, IV Oddział w Warszawie, nr 10401019-6536-132.
3. Czeka nas nadzwyczajny Zjazd PTA w sprawie zmian statutowych. Według wstępnych ustaleń Zarządu Głównego PTA, Zjazd taki odbyłby się w CAMK-u w Warszawie, wraz z otwartym Zebraniem Komitetu Astronomii. Termin jeszcze nie jest ustalony i zostanie Państwu podany.
4. XXIX Zjazd Polskiego Towarzystwa Astronomicznego.

Na posiedzeniu Zarządu Głównego PTA w dniu 10 grudnia 1998, po otrzymaniu zaproszenia od Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie, ustalono, że XXIX Walny Zjazd Towarzystwa odbędzie się w Olsztynie w dniach 13–16 września 1999 roku. Hasłem Zjazdu będzie: „Astronomia końca tysiąclecia". W programie przewiduje się m.in.:

Otwarcie Zjazdu w poniedziałek 13 września, w godzinach południowych, Walne Zebranie w środę 15 września, a po nim spotkanie towarzyskie na Zamku, Sesję Dydaktyczną na temat „Elementy astronomii w fizyce — miejsce astronomii w nowym programie edukacyjnym", sesje referatowe i sesje plakatowe.

Lokalnemu Komitetowi Organizacyjnemu będzie przewodniczył prof. Włodzimierz Baran z Akademii Rolniczo-Technicznej.

Adam Michalec
Sekretarz PTA

INFORMACJE O PRENUMERACIE URANII-PA

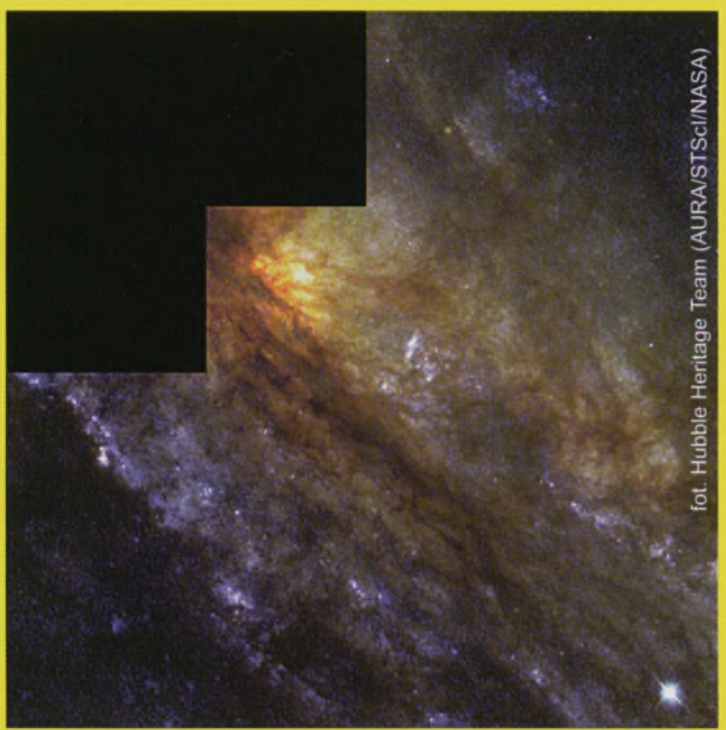
Prenumerata na rok 1999 (6 zeszytów) kosztuje 36 zł (zagraniczna 50 zł). Cena pojedynczego zeszytu 7.50 zł. Wpłaty prosimy kierować na konto:

Polskie Towarzystwo Astronomiczne
BIG Bank Gdański S.A. o/Toruń
Nr 11601612-6347-132

Wszelkich informacji o prenumeracie i zakupie numerów archiwalnych „Postępów Astronomii" i „Uranii-PA" udziela:

Barbara Gertner
Centrum Astronomii UMK
ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń
E-mail: basia@astri.uni.torun.pl
tel/fax (0-56) 611 30 14 / 611 30 08

Galaktyka NGC 253



Wielka spiralna galaktyka NGC 253 jest jedną z najbliższych nam galaktyk. Dzieli nas od niej odległość niespełna 10 min. lat św. Położona jest na południowym niebie i została odkryta przez Karolinę Herschel w roku 1783 w czasie poszukiwań komet. Stanowi obecnie wdzięczny cel zarówno obserwacji miłośniczych, jak i zawodowych astronomów. Widzimy w niej skłębione chmury świecącego gazu, ciemne „gościńce" pyłu i jasne gromady młodych gwiazd, zwane też super gromadami. Te struktury, typowe dla galaktyk spiralnych, są miejscami rodzenia się gwiazd. Prezentowany obraz przedstawia część centralną galaktyki obejmującą ok. 5800 l. św. (cała galaktyka mierzy 60 tys. l. św.) i jest kompilacją szeregu obrazów uzyskanych przez teleskop kosmiczny Hubble'a i jego kamerę WFPC2. Opublikowano je w dniu 3 grudnia 1998. Te obserwacje, przeprowadzone z dużą zdolnością rozdzielczą, potwierdziły fakt, że gwiazdy często rodzą się w gęstych gromadach i że występujący wśród nich gaz o dużej gęstości razem z gorącym pyłem przesłania gwiezdne mateczniki. (*aw*)

Mgławica planetarna NGC 3132

NGC 3132 to piękna mgławica planetarna południowego nieba, zwana też „Pierścieniem Południa". Jest to rozszerzająca się chmura gazowa otaczająca umierającą gwiazdę. Jest ona odległa od nas o 2000 lat świetlnych, a z jednego jej krańca na drugi światło biegnie pół roku. W każdej sekundzie jej rozmiary rosną o 15 km. W środku widzimy 2 gwiazdy: jaśniejszą bliżej środka i znacznie słabszą od niej, położoną lekko w prawo i wyżej. To właśnie ta słabsza gwiazda odrzuciła swą powłokę tworzącą obecnie mgławicę. Ta gwiazda jest obecnie mniejsza od Słońca, ale niezwykle gorąca. Strumień promieniowania ultrafioletowego z jej powierzchni powoduje, że poprzez wzbudzenie fluorescencyjne, pobliski gaz świeci (tak samo jak świecą nasze „neony" i świetlówki). Kolory zostały tak dobrane, aby reprezentowały temperaturę gazów: niebieski jest najgorętszym, a czerwony najchłodniejszym obszarem mgławicy. Nasze Słońce może wyrzucić podobną mgławicę planetarną za jakieś 6 miliardów lat. (*aw*)

Mgławica Trójlistna Koniczyna (M 20)

Kolejne zbliżenia mgławicy. W jej centrum znajduje się zwarta gromada młodych, gorących gwiazd, pobudzających do świecenia otaczający je gaz w obszarze o promieniu 40 lat świetlnych.

Fot. David Malin, Anglo-Australian Observatory

M20 bardzo wyraźnie dzieli się na część emisyjną, świecącą własnym światłem (barwa czerwona) i refleksyjną (odbijającą promieniowanie gwiazd, barwa niebieska). Ten piękny obraz powstał przez nałożenie trzech czarno-białych zdjęć uzyskanych 3.9-metrowym teleskopem AAT (Australia). Po prawej obraz uzyskany po zastosowaniu specjalnych technik przetwarzania (m.in. tzw. nieostrej maski). Wyodrębnione zostały słabo świecące zewnętrzne obszary mgławicy.

Urania
Postępy Astronomii

PORADNIK OBSERWATORA

Powyżej, dwa przykłady zdjęć wykonanych za pomocą teleobiektywu MTO 1000 i telekonwertera zwiększającego dwukrotnie efektywną ogniskową układu optycznego do 2000 mm. Zdjęcie Księżyca wykonane zostało na filmie Scotch 400 ASA z czasem ekspozycji 1/15 sekundy. Drugie zdjęcie wykonane zostało w czasie częściowego zaćmienia Słońca 10.05.94 na filmie Fuji 100 ASA z czasem 1/250 s.

Zdjęcia Księżyca prezentowane niżej zostały nadesłane na konkurs „Wakacyjne zdjęcie nieba" i oba wykonano z pomocą teleskopu 150/900 firmy »Uniwersał« zwanego popularnie szukaczem komet Zdjęcie po lewej wykonał Jarosław Malec (projekcja okularowa, film Kodak Gold Ultra 400, texp = 1/4 s). Autorem zdjecia po prawej jest Krzysztof Wiórkiewicz (telekonwerter ×2, film Kodak 200 ASA, t_{exp} = 1/25 s).

Porównując prezentowane tu zdjęcia Księżyca warto zwrócić uwagę na tzw. efekt libracji w długości powodujący, że widzimy z Ziemi więcej niż 50% powierzchni naszego satelity.

WAKACYJNE ZDJĘCIE NIEBA

ROSYJSKIE OBIEKTYWY – GIGANTY

Na polskim rynku fotograficznym dostępnych jest szereg obiektywów o konstrukcji soczewkowo-lustrzanej (tzw. obiektywy lustrzane). Są to układy optyczne bazujące na teleskopie Maksutowa. Leningradzki optyk D.D. Maksutow po raz pierwszy zaprezentował swój system w 1940 roku. W przypadku kamer Maksutowa mamy do czynienia z płaską powierzchnią ogniskową, a nie — jak w przypadku kamer Schmidta — zakrzywioną. Płaska powierzchnia ogniskowa, dwukrotnie mniejsza długość tubusu, a także łatwość wykonania menisku (niższa cena) w porównaniu do płyty korekcyjnej Schmidta sprawia, iż to właśnie system Maksutowa znalazł szerokie zastosowanie w fotografii.

Układ Maksutowa wykorzystuje sferyczne zwierciadło główne, którego aberracja sferyczna korygowana jest przez sferyczny menisk umieszczony przed zwierciadłem. System Maksutowa, podobnie jak i Schmidta, wykazuje szczątkową aberrację chromatyczną. Światło po przejściu przez menisk i odbiciu od zwierciadła głównego trafia na zwierciadło wtórne (również sferyczne), które kieruje wiązkę na zewnątrz teleskopu (obiektywu) poprzez kołowy otwór wycięty w zwierciadle głównym. Pierwszy obiektyw fotograficzny o budowie soczewkowo-lustrzanej wyprodukowała w 1950 roku szwajcarska firma PIGNONS AG — **Delf Fototel 6.3/500** (ogniskowa 500 mm, a światłosiła 6.3).

Najczęściej jako konstrukcje lustrzane wykonuje się obiektywy o ogniskowych 500 mm i dłuższych. Powód wielkiej popularności obiektywów lustrzanych jest dość prozaiczny — cena. Na przykład, lustrzany obiektyw Rubinar 5.6/500 kosztuje około 500 zł, natomiast soczewkowy obiektyw o analogicznych osiągach 2500–4500 zł (ceny giełdowe) w zależności od firmy. W przypadku ogniskowych 1000 mm dysproporcje te są jeszcze większe. Drugorzędnym powodem skłaniającym nas do kupowania obiektywów lustrzanych jest mniejsza waga i rozmiary, co zwiększa komfort pracy. Jednak pomimo swych ogromnych zalet obiektywy lustrzane nie są w stanie konkurować pod względem jakości uzyskiwanych obrazów ze swymi soczewkowymi odpowiednikami.

Warto nadmienić, że obiektywy lustrzane nie mają zmiennej przesłony. Toteż ilość światła docierającego do kliszy możemy regulować tylko poprzez zmianę czasu ekspozycji lub zakładając na obiektyw szary filtr, który czasami jest dołączony w komplecie z obiektywem.

Poniżej skupimy się na obiektywach lustrzanych najczęściej wykorzystywanych w astrofotografii, a mianowicie rosyjskich obiektywach o ogniskowej 1000 mm, dających pole widzenia 2.5°. Obiektywy te służą głównie do fotografowania powierzchni Księżyca, Słońca lub tarcz najbliższych planet (poprzez użycie telekonwertera lub projekcji okularowej). W chwili obecnej rynek fotograficzny oferuje nam trzy takie obiektywy: MTO-1000, MC MTO-1000 S.A. oraz MC Rubinar 10/1000. Pomimo długiej ogniskowej fizyczna długość tych obiektywów nie przekracza 25 cm (ogniskowa jest ustawiona na Y), co daje zwartą konstrukcję. Światłosiła obiektywów lustrzanych o ogniskowej 1000 mm na ogół wynosi 10, co jest optymalną wartością zarówno w fotografii, jak i astrofotografii. W przypadku tych obiektywów producent podaje analogiczne wartości. Obiektyw MTO-1000 jest najstarszym obiektywem, obecnie już coraz rzadziej spotykanym na rynku. Jego ogniskowa wynosi 1100 mm, a światłosiła (podana przez producenta) 10.5. Specjalnie piszę „światłosiła podana przez producenta", gdyż w rzeczywistości zdecydowana większość obiektywów lustrzanych ma mniejszą światłosiłę aniżeli ta, jaką podaje producent. Dzieje się tak, gdyż światłosiła wyznaczana jest w sposób analogiczny jak w przypadku obiektywów soczewkowych — jako stosunek ogniskowej do średnicy obiektywu (F/D). Obiektywy lustrzane posiadają zwierciadło wtórne, które nie przepuszcza światła, a zatem niecała powierzchnia menisku jest powierzchnią czynną. W rzeczywistości dochodzi do kliszy mniej światła, co powinno być rekompensowane zwiększeniem średnicy wejściowej. Tak jest w przypadku obiektywu Rubinar, dla którego światłosiła wynosi nieznacznie więcej aniżeli podaje producent. Wielkość lustra wtórnego nie tylko wpływa na jasność obiektywu, ale także na kontrast obrazu. Im lustro wtórne ma mniejsze rozmiary, tym kontrast obrazu będzie większy. Ma to zasadnicze znaczenie w przypadku fotografowania powierzchni Księżyca i planet. Z omawianych obiektywów najmniejsze zwierciadło wtórne ma MTO-1000. Bardzo istotna jest również jakość samej optyki jak i powłok przeciwodblaskowych (MC). Miernikiem jakości optyki jest zdolność rozdzielcza podawana jako największa ilość linii na milimetr obrazu, przy której linie te widoczne są jeszcze oddzielnie. Niekwestionowanym liderem w tej klasie został Rubinar. Także i ten obiektyw posiada najlepsze (wielowarstwowe) powłoki MC. Porównując parametry testowanych obiektywów, a także zdjęcia przez nie wykonane, można stwierdzić, iż najlepszą jakość obrazów daje Rubinar. Należy jednak powiedzieć, iż ten obiektyw ma fatalnie rozwiązane mocowanie do statywu, które można i należy samemu „poprawić". Wszystkie obiektywy wyposażone są w skórzany futerał oraz komplet trzech filtrów nakręcanych na obiektyw. Szczegółowe dane dotyczące omawianych obiektywów zawarte są w tabeli poniżej.

Wiesław Skórzyński

Nazwa obiektywu	Ogniskowa [mm]	Średnica menisku [mm]	Średnica lustra wtórnego [mm]	Światłosiła [zmierzona]	Zdolność rozdzielcza centrum/brzeg	Waga [kg]
MTO-1000	1100	104.8	33.5	11.08	28/18	3.6
MC MTO-11 CA	1000	101	37.8	10.68	35/28	1.95
MC Rubinar 10/1000	1000	107.5	38	9.95	50/35	2.15

Fragment nieba obejmujący centralne obszary Galaktyki obfituje w obiekty mgławicowe, stąd też dziś raz jeszcze powędrujemy w te okolice.

W ramionach Strzelca

M 19 (NGC 6273) w Wężowniku

M 19 to gromada kulista o najbardziej eliptycznym kształcie pośród do tej pory zaobserwowanych. Znajduje się stosunkowo blisko centrum Galaktyki (w odległości 4600 l.św.). William Herschel jako pierwszy zauważył, że składa się ona z „niezliczonej liczby gwiazd o jasności 14, 15 i 16 magnitudo".

Rektascensja	$17^h\,02^m.6$
Deklinacja	–26° 16′
Odległość	27 100 l.św.
Jasność obserw.	6.8 mag
Rozmiary kątowe	13′.5

M 20 (NGC 6514) w Strzelcu

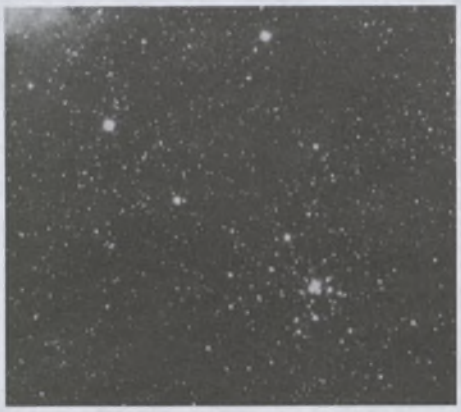
Mgławica Trójlistna Koniczyna jest jednym z najwdzięczniejszych motywów astronomicznych ilustracji (poświęcamy jej rozkładówkę). Messier przedstawiał ją jako „gromadę gwiazd", jej rzeczywistą naturę dostrzegł dopiero William Herschel (który wprowadził nawet własne oznaczenia jej fragmentów, nie zyskały one jednak uznania), zaś popularną nazwę nadał John Herschel. Czerwona mgławica emisyjna z leżącą w pobliżu jej środka grupką młodych gwiazd, otoczona jest świecącą niebiesko mgławicą refleksyjną, widoczną najwyraźniej w pobliżu północnego krańca obiektu.

Odległość M 20 jest kwestią sporną: jej oceny mieszczą się w przedziale 2200 – 7600 l.św. Również wyznaczenia jasności są kontrowersyjne: od 6.8 do 9.0 magnitudo. Wiąże się to z faktem, że gwiazda pobudzająca mgławicę do świecenia (ADS 10991) to układ potrójny o całkowitej jasności 7 magnitudo; wszystkie składniki są bardzo gorące, a ich obecność utrudnia pomiar jasności samej mgławicy.

M 20 leży około dwa stopnie na północ od Mgławicy Laguna (M 8), można je więc odpowiednim obiektywem sfotografować na jednym zdjęciu (por. rozkładówka n-ru 5/98 „Uranii-PA").

Rektascensja	$18^h\,02^m.6$
Deklinacja	–23° 02′
Odległość	5200 l.św.
Jasność obserw.	9.0 mag
Rozmiary kątowe	28′.0

M 21 (NGC 6531) w Strzelcu



M 21 to gromada otwarta wykazująca dość silną koncentrację w kierunku środka. S.N. Svolopoulos w roku 1953 ustalił przynależność do niej 57 gwiazd, z których najjaśniejsze to olbrzymy typu widmowego B0. Wiek gromady ustalono na 4.6 miliona lat i uważa się ją za część asocjacji Sagittarius OB 1. Na niebie znajduje się w sąsiedztwie Trójlistnej Koniczyny i często towarzyszy jej na fotografiach (co można sprawdzić na naszej rozkładówce). Wciąż nie jest do końca jasne, który z obiektów — M 20 czy M 21 — jest bliżej nas; oceny odległości do M 21 mieszczą się w przedziale 2200 – 4250 l.św.

Rektascensja	$18^h 04^m.6$
Deklinacja	–22° 30′
Odległość	4250 l.św.
Jasność obserw.	6.5 mag
Rozmiary kątowe	13′.0

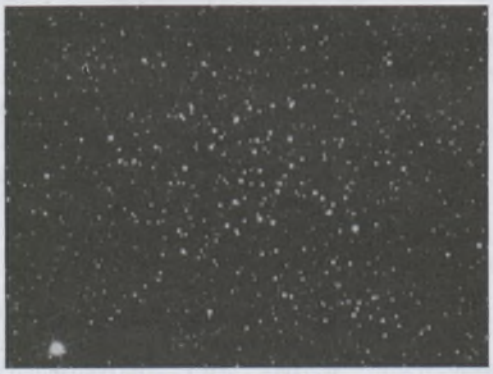
M 22 (NGC 6656) w Strzelcu

M 22 to najdawniej odnotowana gromada kulista — jej obserwację opisał A. Ihle w roku 1665, choć przypuszczalnie mógł ją już wcześniej widzieć Heweliusz. W zasadzie jest ona widoczna nawet gołym okiem na południowym niebie, stąd też kwestia „autorstwa" odkrycia nie może być ostatecznie rozstrzygnięta. W każdym razie przed Messierem oglądali ją bodaj wszyscy zapisani w historii odkryć mgławicowych obiektów — Halley, De Cheseaux, Le Gentil, de la Caille.

M 22 jest jaśniejsza od słynnej M 13 w Herkulesie, ale na niebie południowym przewyższają ją blaskiem dwie inne gromady kuliste, które nie znalazły się w katalogu Messiera: w Centauri (NGC 5139) i 47 Tucanae (NGC 104). Jest jednym z najbliższych tego rodzaju obiektów. Shapley i Pease oszacowali liczbę gwiazd w gromadzie na 70 tysięcy (najjaśniejsze świecą jasnością 11 magnitudo), wśród nich zidentyfikowano 32 zmienne. Gwiazdy zajmują w rzeczywistości obszar o rozmiarach ok. 200 l.św. Warto dodać, że M 22 leży w niewielkiej (poniżej jednego stopnia) kątowej odległości od ekliptyki, stąd też można „zapolować" na jej koniunkcje z planetami.

Rektascensja	$18^h 36^m.4$
Deklinacja	–23° 54′
Odległość	10 100 l.św.
Jasność obserw.	5.1 mag
Rozmiary kątowe	24′.0

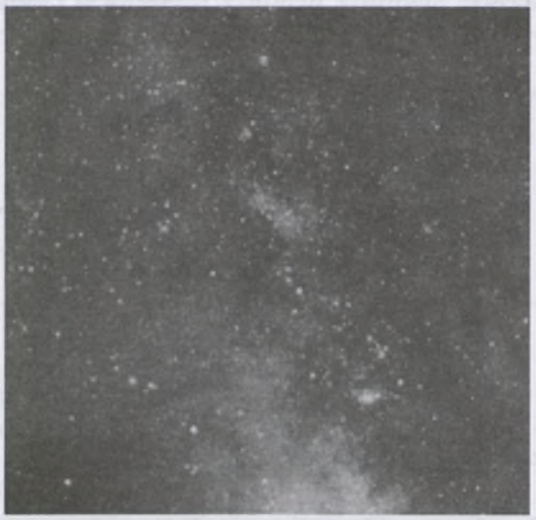
M 23 (NGC 6494) w Strzelcu



Gromada otwarta M 23 — jedno z oryginalnych odkryć Messiera — to dobry cel do obserwacji małym teleskopem. W obszarze o rozmiarach 15 – 20 l.św. leży ok. 150 gwiazd, z których najjaśniejsze świecą blaskiem 9.2 magnitudo. Najgorętsze gwiazdy są typu widmowego B9. Wiek gromady ocenia się na 220 – 300 mln lat.

Rektascensja	$17^h 56^m.8$
Deklinacja	–19° 01′
Odległość	2150 l.św.
Jasność obserw.	6.9 mag
Rozmiary kątowe	27′.0

M 24 (zawiera NGC 6603) w Strzelcu



M 24 nie jest tak naprawdę żadnym odrębnym obiektem, lecz mglistym zbiorowiskiem gwiazd w Drodze Mlecznej, rozrzuconych na dystansie tysięcy lat świetlnych wzdłuż kierunku widzenia, w swego rodzaju „tunelu" ubogim w międzygwiazdowy pył. Ta identyfikacja odpowiada opisowi Messiera („jasna mgławica, w której znajduje się wiele gwiazd o różnych jasnościach") oraz podawanym przez niego parametrom. Niektórzy oznaczają przez M 24 słabą gromadę otwartą NGC 6603, która leży w tym obszarze. Jednak nawet sama jasność tej gromady (zaledwie 11 magnitudo) wyklucza taką interpretację obiektu z listy Messiera. Ponadto gromada NGC 6603 składa się z około 30 gwiazd zajmujących na niebie niewielki obszar o średnicy 5 minut łuku. Do jej obserwacji należałoby użyć co najmniej 10-cm teleskopu, najjaśniejsze wchodzące w jej skład gwiazdy 14 wielkości nie wyróżniają się bowiem niczym szczególnym spośród otaczających je gwiazd tła.

Tak więc M 24 to przypadkowe zagęszczenie gwiazd leżących w tym samym kierunku na niebie. Na prezentowanym obok zdjęciu Mlecznej Drogi w konstelacji Strzelca odnajdujemy je nieco powyżej środka; warto dodać, że obok M 24 na tymże zdjęciu znalazło się aż 10 innych obiektów z katalogu Messiera (M 8, M 16 – M 18, M 20 – M 25, M 28). *(kr)*

Rektascensja	$18^h\ 16^m.9$
Deklinacja	–18° 29′
Odległość	10 000 l.św.
Jasność obserw.	4.6 mag
Rozmiary kątowe	90′.0

Królewskie Obserwatorium Greenwich zamknięte

Królewskie Obserwatorium Astronomiczne w Greenwich (RGO) zostało powołane do życia przez króla Karola II w roku 1675. Było to drugie, po paryskim, założonym w 1666 roku, obserwatorium o charakterze „ogólnokrajowym".* W tym czasie posiadanie obserwatorium było kwestią prestiżu narodowego (czy raczej władców), ale ani w Paryżu, ani w Greenwich nie były gwarantowane środki na zakup wyposażenia i na działalność tych placówek. I tak pierwszy Astronom Królewski Flamsteed musiał z własnego uposażenia opłacać instrumenty i asystenta. Kolejny Astronom Królewski Halley musiał się zapożyczyć u przyjaciół i dopiero interwencja królowej spowodowała wypłatę jego pensji.

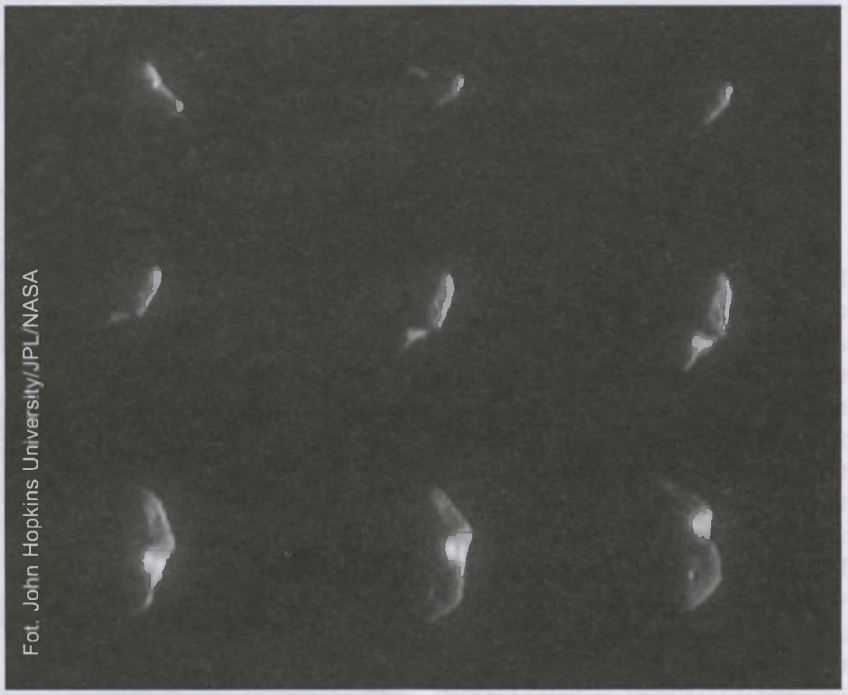
Położone u ujścia Tamizy Obserwatorium Królewskie miało wspomagać nawigację poprzez dostarczanie danych o pozycjach gwiazd i efemeryd Słońca, Księżyca i planet i rzeczywiście przez przeszło 300 lat to robiło. Do dziś opracowuje i wydaje Nautical Almanac, bez którego nie tylko nie wyobrażało sobie żeglowania po morzach i oceanach kilka pokoleń wilków morskich, ale też nie mogły się obejść, aż do połowy XX wieku, obserwatoria astronomiczne. Od lat dwudziestych XX wieku południk przechodzący przez instrument przejściowy Greenwich stał się południkiem zerowym, czyli południkiem, na którym mierzymy słoneczny czas uniwersalny UT. W latach sześćdziesiątych główny teleskop Obserwatorium Królewskiego Anglii, teleskop o średnicy 2.5 m nazwany imieniem Izaaka Newtona, został ustawiony w Herstmonceux w hrabstwie Sussex i tam też została przeniesiona siedziba RGO. Po kilkunastu latach teleskop ten został przeniesiony na Wyspy Kanaryjskie, gdzie też ulokowano inne teleskopy Zjednoczonego Królestwa. Misja RGO polegała wtedy głównie na organizowaniu pracy tych teleskopów i utrzymaniu ich właściwego stanu technicznego. RGO zostało przeniesione w 1990 r. do Cambridge. Ale w 1997 roku Brytyjski Komitet Badań Cząstek Elementarnych i Astronomii (brytyjski organ rządowy finansujący badania astronomiczne) zdecydował o przeniesieniu zarządzania teleskopami brytyjskimi i uprawiania na nich astronomii do Szkockiego Obserwatorium Królewskiego w Edynburgu. I z dniem 31 października 1998 roku, Królewskie Obserwatorium Astronomiczne w Greenwich, po 323 latach działalności, zostało zamknięte. Rząd ma nadzieję zaoszczędzić 4 mln dolarów rocznie do 2002 roku. Oświatowa działalność RGO będzie jednak dalej kontynuowana w Greenwich, które jest obecnie częścią Londynu, a biuro, ciągle użytecznego i wydawanego Nautical Almanac będzie się teraz mieściło poza Rutherford Appleton Laboratory. *(aw)*

* Pierwszym instytucjonalnym obserwatorium astronomicznym z instrumentami optycznymi było obserwatorium uniwersyteckie w Lejdzie (Holandia) założone w 1633 roku.

Krótkie spotkanie z Erosem

Nie powiodło się planowane na 10 stycznia wprowadzenie amerykańskiej sondy NEAR (*Near Earth Asteroid Rendezvous*) na orbitę wokół Erosa. Zbliżająca się do planetoidy sonda miała wykonać 4 korekty trajektorii, jednak bezpośrednio przed pierwszą z nich w dniu 20 grudnia 1998 roku z sondą utracono kontakt radiowy. Udało się go odzyskać dopiero po 27 godzinach, ale było już za późno na manewrowanie; sonda minęła Erosa 23 grudnia w odległości 3800 km. Na szczęście w porę przeprogramowano komputer pokładowy na realizację programu badawczego. W efekcie uzyskano ponad 1100 zdjęć planetoidy, wykonanych kamerą multispektralną, a także dane ze spektrometru podczerwieni i magnetometru. Opublikowano dziewięć zdjęć wykonanych w trakcie zbliżania: pierwsze z nich z odległości 11100 km, ostatnie z odległości 5300 km. Na najdokładniejszym z nich rozdzielczość wynosi 500 m. Pomiędzy pierwszym a ostatnim zdjęciem upłynęły 2 godziny, sekwencja ukazuje zatem nieco mniej niż połowę pełnego obrotu Erosa, wynoszącego 5 godzin 16 minut.

Obecnie sonda i planetoida poruszają się po zbliżonych orbitach wokół Słońca, możliwe są zatem kolejne spotkania.

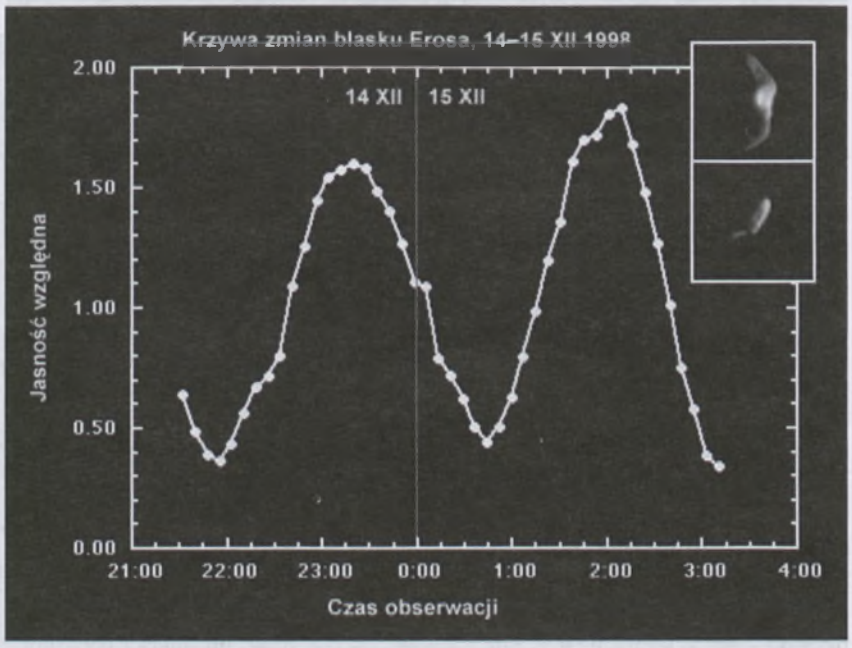


3 stycznia 1999 roku dokonano włączenia silnika głównego NEAR na 24 minuty, które powinno doprowadzić do spotkania z Erosem w lutym 2000 roku. Zostanie wówczas podjęta kolejna próba wprowadzenia sondy na orbitę wokół planetoidy. Pierwotnie planowano jej perycentrum na 200 km, zaś apocentrum na 401 km, a kąt nachylenia do „równika" planetoidy 137 stopni. Oznacza to, że NEAR obiegałaby Erosa ruchem wstecznym. W toku kilkudziesięciu manewrów orbitalnych sonda stopniowo zbliżałaby się do powierzchni planetoidy, zmieniając kąt nachylenia w szerokim zakresie. Przewidziano nawet możliwość łagodnego zetknięcia z powierzchnią i ponowny wzlot, choć NEAR nie ma specjalnych łap czy amortyzatorów, w jakie zazwyczaj wyposaża się lądowniki sond kosmicznych.

Ta pierwsza sonda przeznaczona wyłącznie do badania planetoid wyruszyła z Ziemi 17 lutego 1996 roku, a 27 czerwca 1997 roku przeleciała w odległości 1212 km od planetoidy Matylda. 23 stycznia 1998 roku powróciła ku Ziemi, mijając ją w odległości 500 km. Właśnie ten manewr pozwolił na późniejsze zbliżenie z Erosem.

Jacek Kruk

Red. *O Erosie stale napływają ciekawe dane. 8 lutego wprowadzono do sieci skorygowane rozmiary planetoidy (33×13×13 km), podano średnią gęstość (2.7 g/cm³) oraz opisano rozpoznane na zdjęciach szczegóły powierzchni (dwa kratery 8.5 i 6.5 km średnicy, bruzdy długości do 20 km).*



Krzywa zmian blasku Erosa, wykonana przez sondę NEAR w dniach 14–15 grudnia 1998 r. Z prawej fotografie Erosa w chwili największego i najmniejszego blasku.

A JEDNAK SIĘ KRĘCI!

- ponad 200 projektorów
- ekran o powierzchni 350 m^2
- kilkaset km przewodów
- nagłośnienie 1200 W

Czy to Centrum Kontroli Lotów NASA? Disneyland? Nie! Tak w skrócie można opisać toruńskie planetarium, które właśnie obchodzi swoje piąte urodziny. Powszechnie wiadomo, że nie ocenia się filmów na podstawie ilości efektów pirotechnicznych, tak i nie technika tworzy dobre seanse w planetarium. Jednak różnica polega na tym, że w kinie można wyświetlić doskonały film na byle jakim projektorze, w planetarium natomiast, każdy wizualny i dźwiękowy element seansu tworzony jest każdorazowo z osobnego urządzenia. Tak więc, technika nie jest celem, lecz środkiem służącym szerokiej popularyzacji astronomii i to nie tylko pod kopułą planetarium.

Planetarium toruńskie jest jednym z 13 w Polsce. Mieści się w dawnym, XIX wiecznym zbiorniku gazu, który doskonale harmonizuje z pobliskimi zabytkami Starego Miasta. Wewnątrz budynku znajduje się sala planetarium mieszcząca prawie 200 gości, oraz sala konferencyjna na 110 miejsc. W oczekiwaniu na seans, przy małej kawiarence i sklepiku z pamiątkami widzowie oglądają wystawę astronautyczną oraz zegar wskazujący strefy czasowe na świecie. Ze względu na wielkość, planetarium toruńskie należy do trzech największych w kraju.

Trochę wspomnień

Planetarium rozpoczęło oficjalnie swą działalność 17 II 1994 pokazem „A jednak się kręci". Tytuł, oprócz podstawowej funkcji, miał odzwierciedlać przede wszystkim stan naszej firmy. Wcześniej odbyło się kilka przedpremierowych projekcji, które, jak się dzisiaj okazuje, miały ogromny wpływ na charakter naszej obecnej działalności. Gdy w grudniu '93 gościliśmy pierwszą publiczność, którą była grupa przewodników PTTK, już wtedy okazało się, że jesteśmy w stanie dokonać rzeczy nieprawdopodobnej — przeprowadzić seans w planetarium bez planetarium! Nie było wówczas jeszcze głównego projektora gwiazd, ani nagłośnienia. Każdy z nas przyniósł więc z domu to co miał — magnetofon, filmy, slajdy... Dzisiaj wspominamy to przedstawienie jako jedno z najbardziej udanych. Niedługo później odbyło się spotkanie z władzami wojewódzkimi i miejskimi. Postanowiliśmy tym razem przygotować prezentację bardziej profesjonalnie, opierając się już na montowanym właśnie projektorze gwiazd. Była to opowieść o Gwieździe Betlejemskiej. Spodobało się tak bardzo, że po roku postanowiliśmy powtórzyć spotkanie — w noc Wigilijną o godz 2:00! Znów się udało. Wtedy zrozumieliśmy, że do stworzenia dobrego planetarium, od szalonych pieniędzy ważniejszy jest szalony zapał młodych ludzi. Już po roku widzowie mogli oglądać 5 seansów, z których większość skierowana była do grup szkolnych. Równolegle z projekcjami astronomicznymi powstawały seanse z cyklu „Muzyka pod gwiazdami". W piątkowe wieczory sala planetarium zamieniała się w niezwykły pałac światła i dźwięku. Wówczas muzyka klasyczna, elektroniczna czy nawet rockowa nabierała nowego wymiaru. W otoczeniu wielu obrazów, gry świateł przecinających salę, przestrzennego dźwięku, kreowany był nowy świat nauki i magii. Zwykle podkładem była muzyka z płyt, lecz w podobnej atmosferze miały już miejsce także koncerty na żywo.

Pierwszą rocznicę planetarium uświetnił Józef Skrzek, grając pod sztucznym niebem, lecz niedługo później odbył się koncert Daniela Blooma, tym razem pod prawdziwymi gwiazdami. Nasz okrągły placyk przed wejściem stał się amfiteatrem, a budynek planetarium — zewnętrznym ekranem, na którym pojawiały się obrazy i efekty świetlne, wykorzystywane zwykle na seansach. Ukoronowaniem występu stała się kaseta magnetofonowa ze ścieżką dźwiękową koncertu.

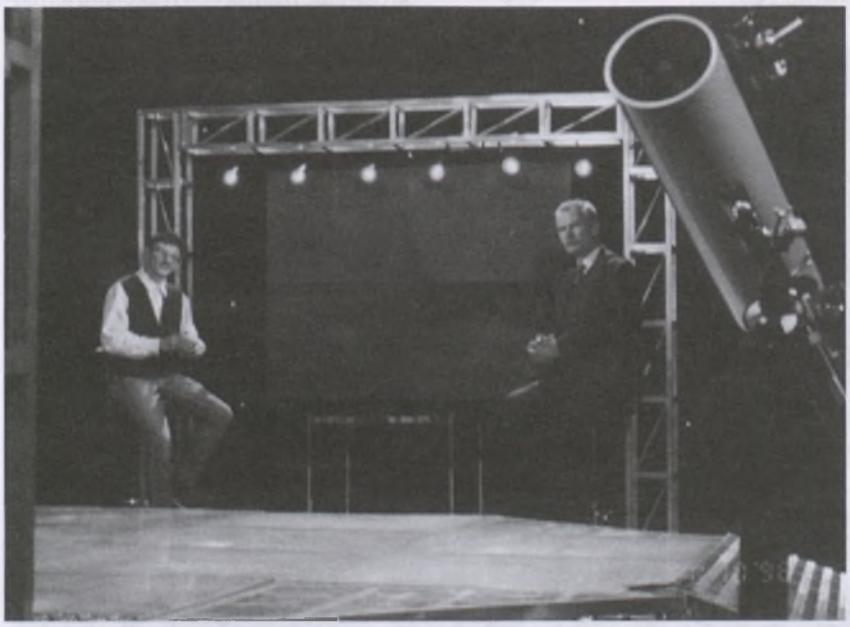
W naszej krótkiej historii zdarzały się i inne wyzwania z pogranicza astronomii, charakterem zupełnie przeciwne koncertowi. Pewnego razu miało być cicho, ciemno i nastrojowo... Czekało nas zorganizowanie spotkania poetów pod gwiazdami. Jakże pięknie zabrzmiała ich twórczość na tle delikatnych szmerów strumyka, świerszczy, wiatru i głębi rozgwieżdżonej nocy.

Dzięki coraz szerszej działalności planetarium, samoistnie zwiększało się zainteresowanie prasy, radia i telewizji. Podczas rozmów z dziennikarzami, oprócz merytorycznych informacji, prawie zawsze poruszano problem — jak to możliwe, by jednostka kulturalna z garstką pracowników wzbudzała tak wielkie zainteresowanie bez komercyjnej reklamy i wsparcia finansowego z zewnątrz? A to właśnie reportaże o naszej działalności były reklamą planetarium. Wielokrotnie gościliśmy na łamach TVP, Polsatu, Polonii, I programu Polskiego Radia i wielu innych. Jednak największą i najważniejszą dla nas produkcją był cykl programów „Planetarium", prezentowany co miesiąc w telewizyjnej „Jedynce". Jego dalszym echem jest dzisiaj cykliczny program na żywo „Jak znaki na niebie" w telewizji edukacyjnej, gdzie toruńskie planetarium ma także swój stały kącik.

Koncert Józefa Skrzeka pod kopułą planetarium

Zainspirowani spotkaniami z „gwiazdami polskiej astronomii i astronautyki" podczas przygotowywania programów, wraz z wydawnictwem Prószyński i S-ka, postanowiliśmy współorganizować wieczór z Robertem Zubrinem — amerykańskim autorem książki „Czas Marsa". Jako wprowadzenie przed wykładem, przygotowaliśmy seans o Czerwonej Planecie. Publiczność jak zwykle dopisała i jak zwykle w przypadku takich imprez zabrakło miejsc. To utwierdzało nas w przekonaniu, że planetarium nie tylko jest atrakcją turystyczną, lecz coraz silniej wrasta w świadomość mieszkańców Torunia. Zresztą przekonaliśmy się o tym już podczas zaćmienia Słońca w październiku 1996. By podzielić się tym niezwykłym zjawiskiem ze spacerowiczami, przed planetarium ustawiliśmy kilka teleskopów. Były też tradycyjne, okopcone kawałki szyb z pobliskiego zakładu szklarskiego, jako filtry słoneczne do bezpośredniej obserwacji. Równocześnie w budynku prezentowaliśmy krótki film o Słońcu i jego zaćmieniach. Liczyliśmy na 100 – 200 osób, tymczasem odwiedziło nas prawie tysiąc!

I jak tu mówić o braku zainteresowania astronomią? Dlatego zbliżającego się zaćmienia Księżyca nie wolno było nam przegapić! I znów pojawiło się kilka teleskopów, filmy wideo wyświetlane na białej ścianie budynku i jak zwykle, mimo wieczornej pory, tłumy widzów. Odwiedziła nas nawet ekipa telewizji bydgoskiej, by po chwili umieścić relację w lokalnych wiadomo-

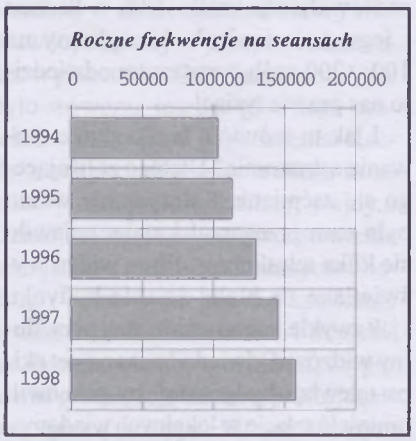


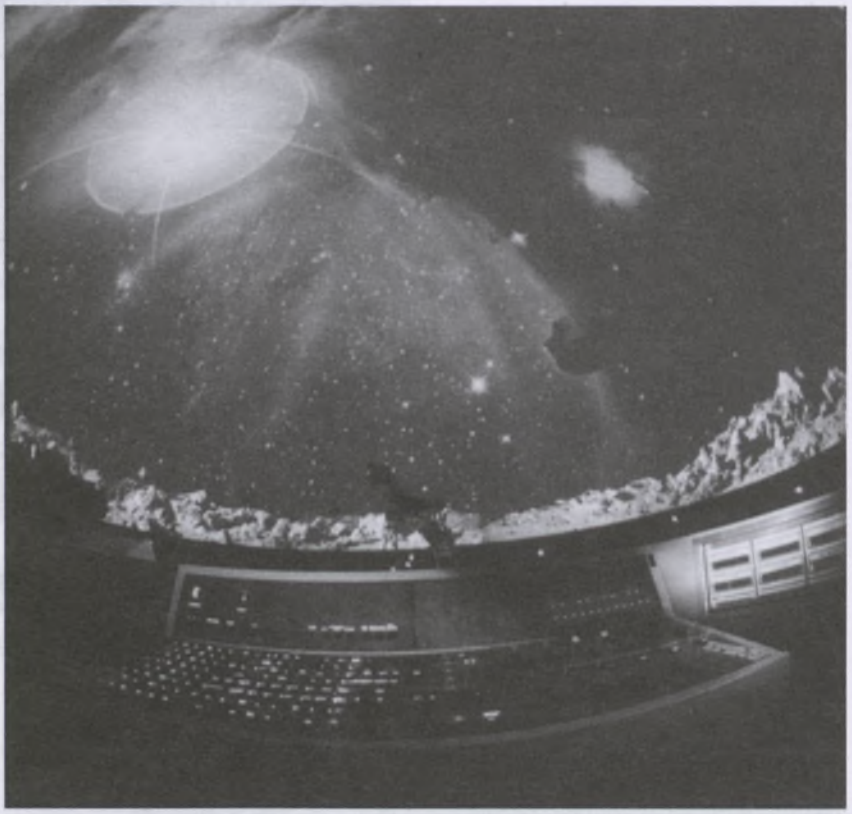
Jerzy Rafalski i Roman Kanciruk na planie programu TVP 1 — „Jak znaki na niebie"

ściach. Na szczęście, po raz drugi dopisała pogoda. Trzeci raz mieliśmy mniej szczęścia. W marcu '97 obchodziliśmy rocznicę pierwszej obserwacji Kopernika — zakrycia Aldebarana przez Księżyc. Wraz z mieszkańcami miasta mieliśmy podziwiać identyczne zjawisko z dziedzińca ratusza, niemal dokładnie 500 lat po słynnym Toruninaninie. Niestety, chmury zasnuły całe niebo. Cóż było robić — odwołać tak ważną imprezę? Nie! W Sali Mieszczańskiej ratusza postawiliśmy jak zwykle wideoprojektor, by tym razem podziwiać na dużym ekranie aktualny wygląd nieba, generowany z komputera. Obok replik przyrządów obserwacyjnych Wielkiego Astronoma ustawionych pod najsłynniejszym portretem, pojawił się sam Kopernik! Wielką Postać zagrał wiernie ucharakteryzowany kolega z planetarium — wówczas student astronomii, w dodatku w ówczesnym wieku Mikołaja! Nie tylko zaprezentował astrolabium, kwadrant i trikwetrum, lecz nawet rozdawał piórem autografy — oczywiście wiernie odtworzone. Punktualnie o 20:06 komputerowy Aldebaran zniknął za komputerową tarczą Księżyca. Owacja była już prawdziwa. I spontaniczna. W tym czasie za oknami Sali Mieszczańskiej deszcz stukał w szyby.

Trochę o seansach

Powyższe przygody z astronomią są oczywiście tylko dodatkiem do podstawowej działalności planetarium, które żyje przecież z seansów astronomicznych prezentowanych pod kopułą. Dotychczas odbyło się ponad 6000 projekcji, które obejrzało 650 tys. widzów, w większości z okręgów ponad 100 km.





Być może tak właśnie wygląda niebo z planety w mgławicy Koński Łeb

Podobno jesteśmy najbardziej obleganą instytucją kulturalno-oświatową w okolicy. W „gorących okresach" pracujemy 7 dni w tygodniu, odtwarzając nawet 11 seansów dziennie!

Z roku na rok ilość widzów systematycznie wzrasta, dlatego już dzisiaj przygotowujemy plany zwiększenia ilości miejsc w sali z obecnych 154 do około 200.

Przez pięć lat przygotowaliśmy kilkanaście projekcji, z których 7 jest prezentowanych obecnie.

Cudowna Podróż to seans dla dzieci w każdym wieku. Jest to opowieść o tym, jak wygląda niebo w dzień, co widać po zachodzie Słońca, gdzie znaleźć niedźwiedzie wśród gwiazd i, oczywiście, dlaczego mają ogony. To także wycieczka na Księżyc, Marsa, Jowisza, Saturna a nawet poza Układ Słoneczny.

Wirująca Ziemia to odkrywanie ruchu obrotowego i obiegowego Ziemi i Księżyca, szerokości geograficznej, kierunków świata tylko na podstawie systematycznych obserwacji nieuzbrojonym wzrokiem.

Śladami Voyagerów ukazuje podróż do planet olbrzymów — Jowisza, Saturna, Urana i Neptuna oraz ich niezwykłych księżyców.

Sąsiedzi Ziemi jest poszukiwaniem drugiego domu dla naszych przyszłych pokoleń. Seans oparty na historycznych, obecnych i przyszłych badaniach Merkurego, Wenus i Marsa.

Światła Kosmosu to opowieść o życiu gwiazd i ich badaniu — od mikroświata, rządzącego reakcjami termojądrowymi do potężnych galaktyk.

Niebo za oknem — krótki seans opisujący aktualny wygląd nieba i jego ciekawostek widocznych ponad dachami Torunia. Prowadzony jest na żywo przez astronoma, dzięki czemu istnieje możliwość bezpośredniego kontaktu z widzami.

Gwiazda Betlejemska to pełna ciepła próba połączenia nauki, wiary i tradycji na temat zjawisk niebieskich sprzed 20 wieków oznaczających narodziny Chrystusa. Seans prezentowany jest w okresie świątecznym.

Każdy seans to niezapomniana przygoda z Kosmosem, oparta przede wszystkim na ukazywaniu jego piękna, potęgi i niezwykłości. Staramy się, by każde przedstawione na kopule zjawisko było nie tylko wiernie odtworzo-

ne, lecz przenosiło także ładunek emocjonalny, stając się głębokim przeżyciem. Dydaktyka oczywiście także istnieje, lecz zwykle jest ukryta. Dlatego wybuch supernowej jest porażający, opis planet to wirtualny lot nad ich powierzchniami z kosmiczną prędkością, a wejście na orbitę okołoziemską czasami przyprawia o mdłości.

Trochę o technice naszego planetarium

Nie lada wyczucie mieli konstruktorzy ZEISSA, by nazwać projektor, którym się dzisiaj posługujemy — Planetarium Lotów Kosmicznych. Co prawda, nasz ponad 25-letni model umożliwiał początkowo ukazanie nieba tylko z Ziemi i Księżyca lub co najwyżej z granic Układu Słonecznego, lecz robiliśmy wszystko, by uratować mu honor. Dzięki własnej rozbudowie dodatkowych systemów projekcji, dzisiaj jesteśmy w stanie zwiedzić praktycznie każdy zakątek Wszechświata. Gdy odrywamy się od Ziemi, nasza przestrzeń nabiera nowych wymiarów, umożliwiając podróże w czasie i przestrzeni. Jest to możliwe dzięki wielu projektorom wyświetlających obrazy na 15 m średnicy kopule. Sercem, podobnie jak w innych planetariach, jest projektor gwiazd. Obok niego jednak równie ważne są projektory efektów specjalnych. Ogromną rolę na seansach gra 40 rzutników przezroczy, skonfigurowanych w system 360° panoram wzdłuż linii horyzontu, a także pokrywających pojedynczym obrazem całą kopułę. Dodatkowo, specjalna wideoprojekcja umożliwia prezentację animacji komputerowych. Tak więc, łącząc wszystkie systemy zwiedzamy niezwykłe krajobrazy odległych planet, księżyców, poruszamy się wyimaginowanym statkiem kosmicznym ponad ich powierzchniami, obserwujemy ewolucje gwiazd i galaktyk z bliska, stajemy się świadkami początku i końca Wszechświata... Jednak równie prosto podziwiamy rozgwieżdżone niebo ponad Toruniem lub zachwycamy się wnętrzem Katedry we Fromborku! A wszystko to ubarwione przestrzennym dźwiękiem, który rozlega się z 20 głośników, umieszczonych za kopułą. Ze względu jednak na ilość efektów wizualnych i dźwiękowych, pełna, ręczna synchronizacja wszystkich systemów na seansach jest już dzisiaj niemożliwa, dlatego koniecznością stało się wprowadzenie automatyki komputerowej, którą, podobnie jak całą resztę, opracowaliśmy i przygotowaliśmy we własnym zakresie.

Bartosz Dąbrowski jako Mikołaj Kopernik

Toruńskie planetarium działa dopiero pięć lat. Ku zaskoczeniu wielu, jego kondycja jest w stanie rozkwitu. Wiemy jednak, że opierając się tylko na dochodach z biletów, stąpamy po cienkim lodzie. Najważniejsze jednak jest, by nie tylko wejść na jego powierzchnię, ale i utrzymać się na niej jak najdłużej, budując coraz więcej oparć i chwytów. Jak to robić? Chyba poprzez to, co dotychczas — nieustannie przybliżając głębię i piękno Wszechświata, upowszechniając astronomiczną tradycję miasta i mając zawsze głowę pełną marzeń, bo przecież to one były pierwsze.

Jerzy Rafalski

Stanisław Rokita prezentuje zaćmienie Słońca 12 X 1996

Red. *Starania o budowę Planetarium w Toruniu trwały prawie 40 lat. O trudnych i długich jego narodzinach oraz uroczystej inauguracji w dniu 17 lutego 1994 pisały „Postępy Astronomii" piórem Andrzeja Woszczyka w 1994 r. (nr 2, str. 82-87), a o pierwszych latach działalności „Urania" z 1997 r. (nr 4, str. 98) w artykule Bartosza Dąbrowskiego "Trzy świeczki na urodzinowym torcie toruńskiego planetarium".*

In Memoriam

Stanisław Robert Brzostkiewicz

(1930–1998)

„Urania" straciła jednego z najwierniejszych przyjaciół: 2 grudnia 1998 roku zmarł w Dąbrowie Górniczej śp. Stanisław Robert Brzostkiewicz. Od kilkudziesięciu lat niemal w każdym numerze naszego pisma można było znaleźć teksty pisane przez Niego; należał niewątpliwie do najpoczytniejszych autorów „Uranii". Od dzieciństwa był zapalonym miłośnikiem astronomii, a swym żarliwym umiłowaniem nieba chciał się dzielić ze wszystkimi. To było treścią Jego życia.

Jako świadkowi tej niezwykłej przyjaźni i zażyłości S.R. Brzostkiewicza z „Uranią" niech mi będzie wolno właśnie teraz ukazać mało znane i niewidoczne dla czytelnika jej wątki. Z Panem Stanisławem znaliśmy się właściwie tylko korespondencyjnie; osobiście zetknęliśmy się kilkakrotnie, po raz ostatni podczas Zjazdu Delegatów Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii w Puławach w 1997 roku. Ale stosunkowo częsty kontakt listowy i oczywiście bardzo bliskie — z racji redagowania przeze mnie „Uranii" — obcowanie z twórczością Brzostkiewicza, wytworzyły więzi, z których zdałem sobie sprawę właściwie dopiero po przeczytaniu w jednym z listów Pana Stanisława z 1987 roku zobowiązujących słów: „Pana Doktora uważam za jednego z najbliższych mi ludzi". To uzasadnia moje autorstwo tego wspomnienia i usprawiedliwia oparcie go na fragmentach listów zmarłego Przyjaciela.

S.R. Brzostkiewicz urodził się 4 stycznia 1930 roku (w którymś z listów w 1996 roku nie bez satysfakcji odnotował: „Urodziłem się akurat w tym czasie, gdy C.W. Tombaugh odkrywał Plutona"). Z wykształcenia był ekonomistą, a z zamiłowania astronomem. Jego droga do astronomii wydaje się typowa: jeszcze w latach chłopięcych zbudował lunetę, przez którą z zapałem poznawał niebo, m.in. prowadził systematyczne obserwacje plam słonecznych, by wreszcie (po przejściu w stosunkowo młodym wieku na rentę inwalidzką) poświęcić się bez reszty pisarstwu astronomicznemu.

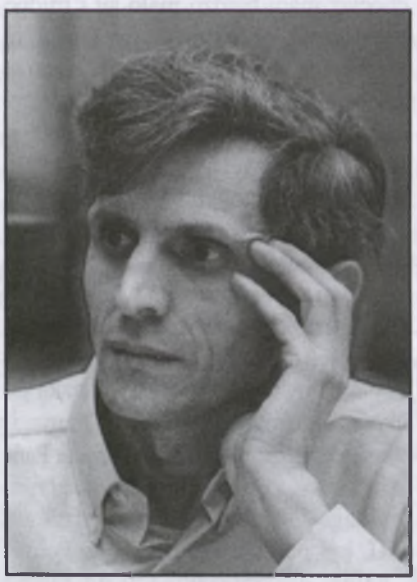
W 1949 roku wstąpił do Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, z którym przez całe życie bardzo silnie był związany. W 1987 roku podkreślał, że „...nasze Towarzystwo traktuję niemal jak swoją rodzinę, bo przecież Towarzystwu i w ogóle astronomii bardzo dużo zawdzięczam". PTMA wyróżniało go wszystkimi swoimi odznaczeniami, by wreszcie w 1997 roku nadać S.R. Brzostkiewiczowi bardzo rzadko przyznawaną godność Członka Honorowego. Najbardziej jednak cieszyło Go uznanie nie ze strony władz czy instytucji, ale kolegów — miłośników astronomii. Gdy w 1996 roku dr Jerzy Giergielewicz ze Szczecina zbudowany przez siebie teleskop nazwał imieniem S.R. Brzostkiewicza („jako maleńki gest — jak uzasadniał w «Uranii» nr 7-8/96 — uznania i wdzięczności za to wszystko, czym od wielu lat przez swoje publikacje, tak wytrwale wzbogaca nasze życie i życie naszego Towarzystwa"), Pan Stanisław z zażenowaniem komentował to w liście z 15 lipca 1996 roku: „O zamiarze dra Giergielewicza wiedziałem parę miesięcy temu, pisał mi o tym i pytał o zgodę. Nie wiedziałem jak postąpić, ale skłamałbym, gdybym twierdził, że te zamiary były mi obojętne. Sprawiło mi to dużą przyjemność, choć nie jestem pewny, czy faktycznie na to wyróżnienie zasłużyłem. Znam sporo członków naszego Towarzystwa, którzy z pewnością na coś takiego zasługują. Mam jednak nadzieję, że gest dra Giergielewicza nic w moim życiu nie zmieni, że nie «uderzy mi woda sodowa do głowy»!".

S.R. Brzostkiewicz zadebiutował na łamach „Uranii" krótką notatką w 1957 roku, ale jego pierwszy artykuł pt. „Polacy na Księżycu" ukazał się w numerze lipcowym w 1959 roku. Odtąd coraz częściej pojawiają się opracowania Brzostkiewicza i to nie tylko w „Uranii", ale także w „Młodym Tech-

niku", „Problemach", „Wiedzy i Życiu", „Wszechświecie" i innych czasopismach. Droga od początkowych mozolnie i pieczołowicie wypracowywanych tekstów do późniejszych lekko i ze swadą tworzonych przekazów ciekawych treści budzi szacunek i imponuje, tym bardziej, że Autor był przecież samoukiem. Na drodze tej kryło się wiele niebezpieczeństw i trudności, ale Brzostkiewicz pokonywał je, nie poddając się pokusie pójścia na łatwiznę, gonienia za tanią sensacją, trywializowania problemów. Świadomy swych możliwości, do popularyzacji wybierał tylko takie zagadnienia, o których rzeczywiście miał coś do powiedzenia. Pisał bardzo starannie, dbając równie troskliwie o treść, jak i o formę. Z wielką pokorą i wdzięcznością przyjmował wszystkie uwagi dotyczące jakichś niezręczności czy potknięć i zawsze umiał je spożytkować w pracy nad doskonaleniem swych umiejętności, stale się rozwijając.

W 1972 roku w „Uranii" ukazał się poświecony Kopernikowi cykl artykułów S.R. Brzostkiewicza, który w środowisku polskich miłośników astronomii poniekąd przygotowywał rocznicę 500-lecia urodzin wielkiego astronoma, uroczyście obchodzoną na całym świecie w następnym roku. Opracowania te stały się podstawą pierwszej książki Brzostkiewicza zatytułowanej „Mikołaj Kopernik i jego nauka", wydanej w roku kopernikowskim 1973 przez wydawnictwo Nasza Księgarnia. Została ona bardzo dobrze przyjęta przez czytelników, osiągając nawet sukces międzynarodowy w postaci wyróżnienia na Biennale w Padwie w 1976 roku (VI Premio Europeo di Letteratura Giovanile „Provincia di Trento" 1976). Otworzyło to możliwości i zachęciło początkującego Autora do dalszego pisania. Blisko współpracując z Naszą Księgarnią, opracował uzupełnienia i przygotował do druku pośmiertne wydanie książki Jana Gadomskiego „Luna, Księżyc, Moon" (1970 r.) oraz drugie wydanie jego książki „Poczet wielkich astronomów" (1976 r.).

W 1976 roku Nasza Księgarnia wydała książkę Brzostkiewicza o Marsie pt. „Czerwona Planeta". Była to jedyna publikacja książkowa w naszym kraju, która wyszła naprzeciw wzmożonym zainteresowaniom Marsem, wywołanym pamiętnym lądowaniem na jego powierzchni sond Viking i ich pełną sukcesów kilkuletnią misją. W latach osiemdziesiątych Nasza Księgarnia wydała aż pięć następnych książek Brzostkiewicza: „Przez ciernie do gwiazd — opowieść o Janie Keplerze" (1982 r.), „W kręgu astronomii" (1982 r.), „Komety — ciała tajemnicze" (1985 r.), „Obserwujemy nasze niebo" (1988 r.), „Wenus — siostra Ziemi" (1989 r.). Będąc u szczytu możliwości twórczych, Pan Stanisław potrafił jednak trzeźwo patrzeć na ten wspaniały dorobek i oceniać swoją kondycję. W liście z 14 lipca 1988 roku pisał: „Ostatnio jestem niespodziewanie nadzwyczaj aktywny, z czego jednak wcale nie wynika, aby z moim zdrowiem było tak dobrze. Ale na to jestem przygotowany, ćwierć wieku temu nie liczyłem, że uda mi się dożyć tylu lat (za półtora roku będę miał przecież 60 lat!).



Jestem za to bardzo wdzięczny Opatrzności i usilnie proszę o dalsze lata! Przy żadnej dolegliwości nie wpadam w panikę, dotychczasowe życie mnie zahartowało ani przez moment nie rezygnuję ze... stu lat. A zresztą już w przyszłym roku obchodził będę kilka pięknych jubileuszów (40-lecie pożycia małżeńskiego, 40-lecie członkostwa PTMA, 30-lecie opublikowania pierwszego artykuliku na łamach „Uranii"). Przed laty nawet o tym nie mogłem marzyć!"

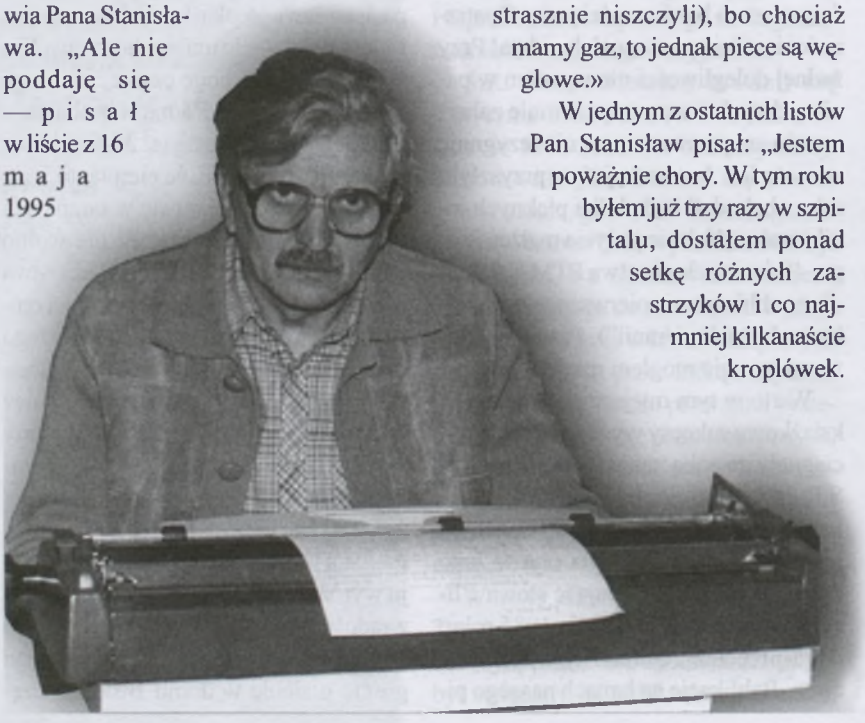
Warto w tym miejscu podkreślić, że książkowe sukcesy wydawnicze nie pociągnęły za sobą zaniedbania „Uranii". S.R. Brzostkiewicz nadal pozostaje najbardziej płodnym i najchętniej czytanym jej autorem. A czym była ona w Jego życiu, świadczą następujące słowa z listu datowanego 27 stycznia 1985 roku: «...ja przecież „Uranii" tyle zawdzięczam. Publikacje na łamach naszego pisma zawsze sprawiają mi największą radość... Wiele satysfakcji dają oczywiście publikacje książkowe, lecz „Urania" to jednak zupełnie coś innego. Jest przede wszystkim jakimś sprawdzianem moich możliwości."

Niewielu czytelników książek i artykułów S.R. Brzostkiewicza zdawało sobie sprawę z tego, jak wiele wysiłku i samozaparcia kosztowały one Autora. Przezwyciężać musiał przede wszystkim słabości swego organizmu. Trudności w poruszaniu się znacznie ograniczały możliwości bezpośredniego kontaktu z ośrodkami astronomicznymi, a więc dostęp do źródeł i materiałów. Częste choroby nieraz powodowały okresy depresji czy załamania; np. w liście z 27 stycznia 1985 roku tak tłumaczył opóźnienie w nadesłaniu jakiejś recenzji: „Przede wszystkim muszę odzyskać dawną wiarę w siebie. Teraz nic mi się nie podoba, cokolwiek napiszę, wydaje mi się złe. Męczę się z tym już od dłuższego czasu. Swego czasu byłem bardziej chory, a mimo to mogłem pisać. No, ale wówczas człowiek był młodszy..." A do tego dochodziły jeszcze problemy peerelowskiej rzeczywistości: „Mam kłopoty z papierem do maszyny. Kupić nie można i muszę korzystać z uprzejmości znajomych, którzy po prostu «kradną» dla mnie papier z zakładów pracy." — żalił się w liście z 18 lutego 1987 roku. Później też nie było łatwo; oto fragment listu z 8 października 1996 roku: „Proszę sobie wyobrazić, że przyczepił się do mnie «półpasiec» lewego oka i od kilku tygodni jestem całkowicie unieruchomiony. Nie mogę pisać, nie mogę czytać, nie mogę w ogóle nic robić... Żadna choroba jeszcze mi tak nie dokuczyła! Jestem bliski załamania. Nie dość, że cierpię, to jeszcze do tego znalazłem się w tarapatach finansowych. Dziś przecież nie wolno chorować, to kosztuje... Same lekarstwa pochłonęły już prawie połowę mojej renty." Pisarstwo S.R. Brzostkiewicza i Jego działalność popularyzatorska przynosiły Mu wiele dowodów uznania. Oprócz wspomnianych już wyżej wymieńmy jeszcze: nagrodę Prezesa Rady Ministrów za twórczość dla dzieci i młodzieży uzyskaną w 1985 roku, o czym informowała prasa oraz szczególnego rodzaju wyróżnienie, o którym Pan Stanisław z radością donosił w liście z 21 grudnia 1987 roku: «...wczoraj miałem zaszczyt gościć u siebie w domu Biskupa Czę-

stochowskiego, który dowiedział się o mojej skromnej działalności i przy okazji pobytu w naszej parafii odwiedził mnie. Sprawił mi tym wielką radość, Dostojnemu Gościowi wręczyłem jedną ze swych książek („W kręgu astronomii") i parę numerów „Uranii".» Ale najwyżej — co często podkreślał — cenił sobie Medal im. Włodzimierza Zonna za upowszechnianie wiedzy o Wszechświecie, którym uhonorowało go Polskie Towarzystwo Astronomiczne w 1983 roku. S.R. Brzostkiewicz był pierwszym laureatem tej prestiżowej nagrody środowiska astronomicznego. Gdy dwa lata później drugim jej laureatem został prof. Jan Mergentaler, Pan Stanisław pisał (w liście z 14 października 1985 roku): „Cieszę się bardzo (...), że Nagroda im. W. Zonna dostała się nareszcie w godne ręce. Dopiero teraz ma przecież ona odpowiednią rangę i w związku z tym mam jeszcze większą satysfakcję, że jestem pierwszym jej laureatem. (...) Być może lepiej by się stało, gdyby pierwszym jej laureatem został prof. J. Mergentaler! Piszę to nie ze skromności, lecz z pozycji człowieka, który się nigdy nie spodziewał tak wysokiego wyróżnienia i który zdaje sobie sprawę, że prof. J. Mergentaler bezapelacyjnie na nie zasłużył. Ja zresztą Profesorowi dużo zawdzięczam, swego czasu swymi problemami zajmowałem Mu wiele czasu. Nigdy nie odmówił mi swojej pomocy."

Ostatnie lata przyniosły znaczne pogorszenie się stanu zdrowia Pana Stanisława. „Ale nie poddaję się — pisał w liście z 16 maja 1995 roku — chciałbym jeszcze coś zrobić, doczekać, gdy moje wnuczki rozpoczną samodzielne życie, a także dowiedzieć się czegoś więcej o Marsie, od którego rozpocząłem swoje związki z astronomią. Nie wiem, co by ze mną było, gdyby nie to zainteresowanie?" Zafascynowany niedawnymi sukcesami w sondowaniu Marsa, S.R. Brzostkiewicz jeszcze raz powrócił do swych młodzieńczych pasji i — mimo wszystkich przeciwności — rozpoczął pracę nad nową książką. W liście datowanym 15 czerwca 1998 roku dzielił się swymi troskami: «Książkę o Marsie piszę zresztą „dla siebie" i raczej „muzom". Po prostu nie mam kontaktu z żadnym wydawnictwem, które zajmuje się wydawaniem literatury popularnonaukowej. (...) Ale chociaż mam bardzo mało sił i trudno powiedzieć, co będzie ze mną dalej, to ja przecież muszę czymś żyć... Lekarze zalecają mi bardzo oszczędny tryb życia, niepodejmowanie pracy wymagającej wysiłku fizycznego, (...) Mieszkam w przedwojennym, odziedziczonym po rodzicach domu (...) nikt tu nie chce mieszkać, ani syn, ani spadkobiercy po zmarłym w dość młodym wieku bracie. (...) Teraz wszystko spadło na barki żony, a przecież ona też ma już swoje lata (...) Pocieszamy się, że starsza wnuczka po ukończeniu studiów (pisze pracę magisterską z astrofizyki pod opieką p. dr Pańków) chce z nami zamieszkać. Dom wymaga jednak remontu (w czasach PRL był pod tzw. „gospodarką komunalną" i zamieszkujący go ludzie strasznie niszczyli), bo chociaż mamy gaz, to jednak piece są węglowe.»

W jednym z ostatnich listów Pan Stanisław pisał: „Jestem poważnie chory. W tym roku byłem już trzy razy w szpitalu, dostałem ponad setkę różnych zastrzyków i co najmniej kilkanaście kroplówek. Najdramatyczniejszy dla mnie był drugi pobyt w szpitalu, który rozpoczął się parę dni po odesłaniu do Torunia artykułu o Tytanie (mam nadzieje, że zostanie wykorzystany, chociaż pisałem go już w chorobie). Niestety, któregoś dnia nad ranem, idąc do łazienki (...), zemdlałem pośrodku pokoju. Żona jakoś wciągnęła mnie na tapczan (...) i czekała, aż wszystko powróci do normy. To jednak nie następowało, wobec czego wezwała pogotowie. (...) Jak dotarliśmy do szpitala, co tam ze mną robiono, tego nie wiem. Odzyskałem świadomość dopiero na trzeci dzień, parę razy podobno spadałem z łóżka, pokaleczyłem się przy tym, a co najgorsze straciłem mowę. (...) Mówię nadal bardzo cicho, lecz nieco lepiej niż w szpitalu. Byłem więc przygotowany na najgorsze, wyspowiadałem się i czekałem spokojnie końca. Żal mi się zrobiło życia dopiero wtedy, gdy uprzytomniłem sobie, że wszyscy są dla mnie tak dobrzy. Znajomi, dalsza i bliższa rodzina żony, syn i synowa, a przede wszystkim wnuczki i małżonka. (...) Widząc tyle dobroci wokół siebie, zacząłem wierzyć, że muszę wszystko przetrzymać. Mam zaś wspaniałą żonę, która włożyła i nadal wkłada wiele wysiłku, by jakoś przetrwać najgorsze. (...) Trzeci pobyt w szpitalu nie był już tak dramatyczny, choć też traciłem przytomność. (...) Jestem już w domu i nawet zabrałem się do pisania artykułu dla „Uranii". Zabrałem się też do wykończenia nowej książki o Marsie..."



Na list ten odpowiedziałem: „Ogromnie wzruszył mnie Pana list i zmartwiła ciężka choroba. Po kilkakrotnym przeczytaniu tego pięknego opisu Pańskich przeżyć i doświadczeń nieodparcie nasuwa mi się refleksja, że jest Pan bardzo szczęśliwym człowiekiem. Szczęśliwym dlatego, że potrafi Pan widzieć wokół siebie tak wiele dobra i to pomimo tak wielkiego cierpienia; że potrafi Pan tak pięknie o ludziach mówić i pisać; no i że tyle życzliwych osób Pana otacza. Ta pogoda ducha może bierze się stąd, że umie Pan widzieć tyle piękna na niebie, w przyrodzie? I umie Pan to piękno innym przekazywać. Obcując z pięknem, człowiek musi stawać się coraz lepszy, nieprawdaż?" Wierzę, że S.R. Brzostkiewicz, przyjaciel „Uranii" i krzewiciel wiedzy o niebie, po trudach pracowitego życia odpoczywa w blasku Prawdy, Dobra i Piękna.

Krzysztof Ziołkowski

Już prawie 40 lat większą część Europy omijał pas całkowitego zaćmienia Słońca. Ta posucha zostanie wreszcie przerwana. We środę 11 sierpnia br. miliony ludzi będą świadkami ostatniego tego typu zjawiska w drugim tysiącleciu n.e.

Letni spektakl na niebie

Zaćmienie całkowite rozpocznie się na Północnym Atlantyku, około 300 km na południe od wybrzeży Nowej Szkocji (rys. 1) o godzinie 9:30:57 czasu uniwersalnego (UT). Pas całkowitego zaćmienia dla wschodzącego Słońca liczy zaledwie 49 km szerokości, a czas trwania w jego środku to 47 sekund. Pierwszymi skrawkami lądu, które obejmie wspomniany pas, będą dopiero wyspy Scilly leżące u południowo-zachodnich wybrzeży Wielkiej Brytanii. Będzie godzina 10:10 UT, Słońce świecić tam będzie już na wysokości 45° nad horyzontem. Pas zaćmienia całkowitego zdąży się rozszerzyć do 103 km, a czas trwania zjawiska w jego środku wzrośnie do 2 minut. Poruszając się przy powierzchni Ziemi z prędkością 0.91 km/s na wschód, minutę później cień Księżyca ogarnie wybrzeża Kornwalii.

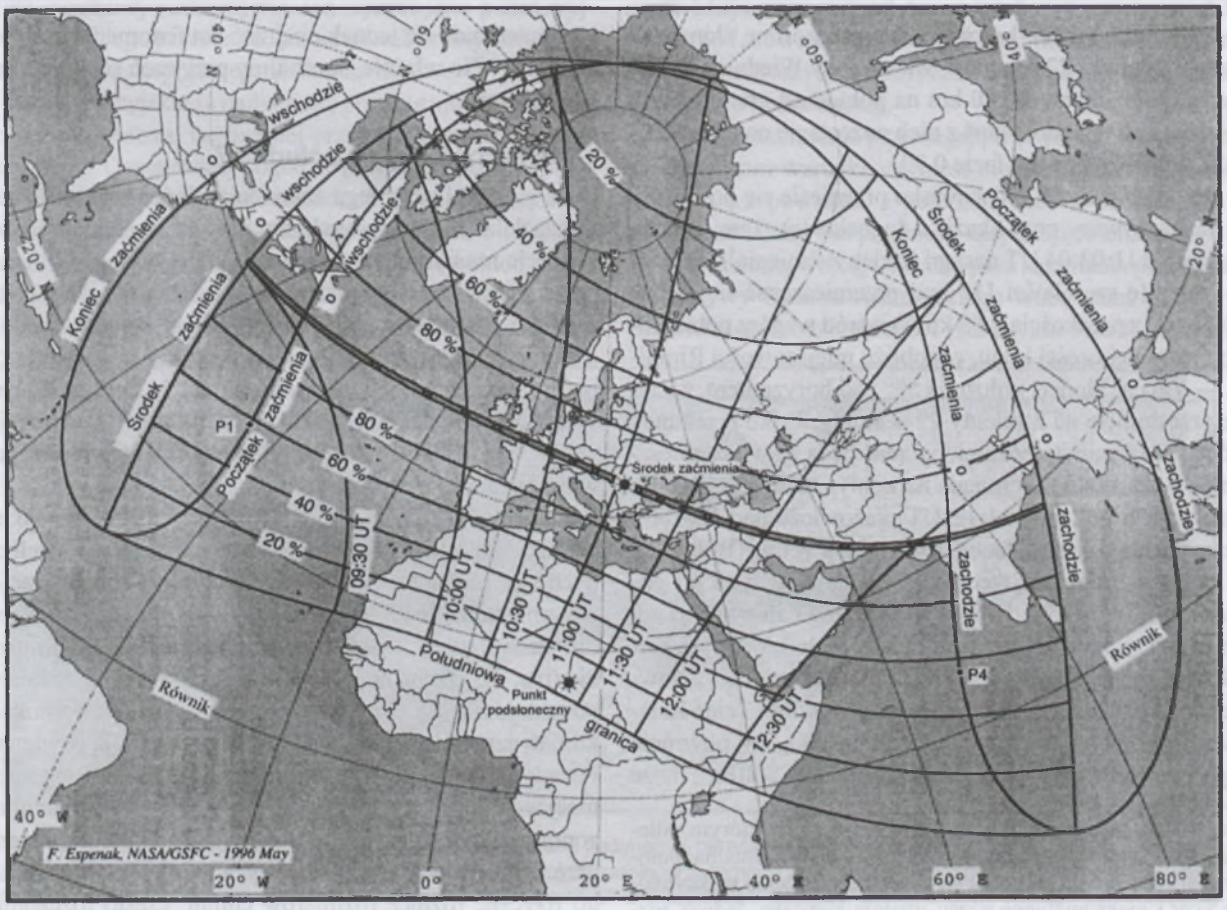
Przez następne cztery minuty cień omiecie południowe wybrzeże półwyspu z największym angielskim miastem na swej drodze — Plymouth (rys. 2). Mieszkańcy Londynu będą musieli się zadowolić zaćmieniem częściowym o fazie 0.97.

Zahaczywszy wcześniej o Cherbourg, pas całkowitego zaćmienia ogarnie Normandię o 10:20 UT. Południowy jego kraniec zaledwie o 30 km minie Paryż (z centrum miasta widać będzie zaćmienie o fazie 0.99). Kilka minut później w zasięgu cienia znajdą się południowy kraniec Belgii i Luksemburg oraz największe z francuskich „miast — szczęśliwców": Strasbourg.

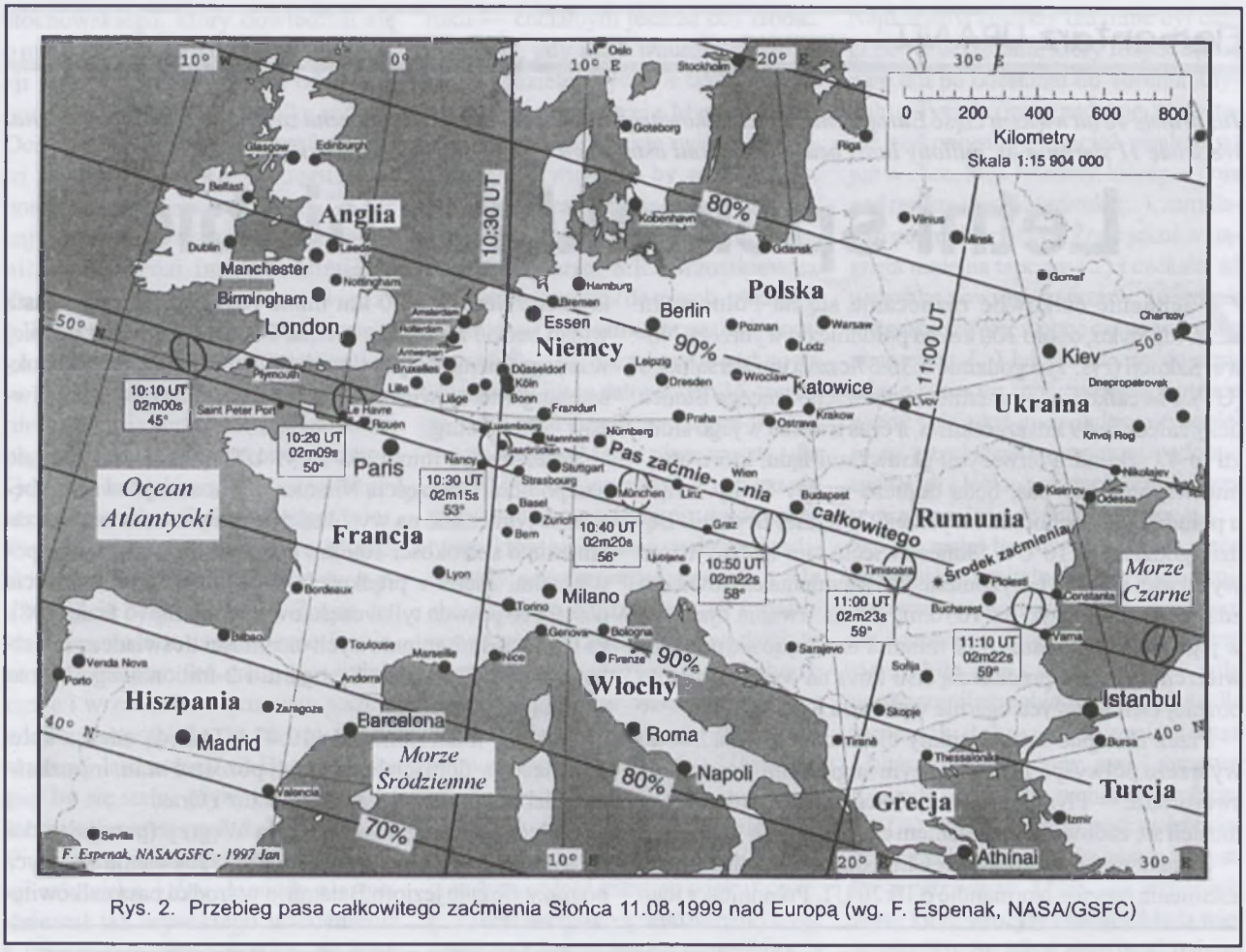
Przez ok. 10 minut, do 10:41 UT, zjawisko rozegra się nad południową częścią Niemiec. Słońce znajdować się będzie w tym czasie na wysokości 55°, a pas całkowitego zaćmienia o szerokości 109 km poruszać się będzie przy powierzchni Ziemi z prędkością 0.74 km/s. We Frankfurcie nastąpi co prawda tylko częściowe zaćmienie (o fazie 0.98), za to przeszło 2-minutowych ciemności doświadczą mieszkańcy m.in. Karlsruhe, Stuttgartu i 2-milionowego Monachium (patrz tabelka).

„Swoje" kilka minut (do 10:47 UT) będą mieli z kolei Austriacy; w domach będą mogli pozostać m.in. mieszkańcy Salzburga oraz miejscowości Linz i Graz.

Kolejnymi szczęśliwcami będą Węgrzy (pomijając dosłownie skrawek Słowenii). O 10:50 UT w cieniu Księżyca pogrąży się całe jezioro Balaton, a w środku pasa całkowite-



Rys. 1. Przebieg całkowitego zaćmienia Słońca w dniu 11 sierpnia 1999 r. (wg. F.Espenak, NASA/GSFC)



Rys. 2. Przebieg pasa całkowitego zaćmienia Słońca 11.08.1999 nad Europą (wg. F. Espenak, NASA/GSFC)

go zaćmienia można będzie podziwiać koronę słoneczną przez 2 minuty i 22 sekundy. Mieszkańcy Wiednia i Budapesztu, położonych ok. 40 km na północ od granicy pasa, obejrzą (jeśli tego dnia ktoś z nich pozostanie na miejscu...) zaćmienie częściowe o fazie 0.99.

O godzinie 10:55 UT zjawisko przeniesie się do Rumunii (zahaczywszy przy okazji o Jugosławię). Tam właśnie o godzinie 11:03:04 UT nastąpi środek zaćmienia[1]. Oś stożka cienia (o szerokości 112 km) przemieszczać się będzie wówczas (z prędkością 0.68 km/s) wśród wzgórz południowo-centralnej części kraju, w pobliżu miejscowości Rimnicu — Vilcea. Słońce, położone 59° nad horyzontem, zostanie przesłonięte na 2 minuty 23 sekundy. Tylko o sekundę krócej, zaś 4 minuty później, oglądać będą zjawisko mieszkańcy Bukaresztu. Zaćmienie na kontynencie europejskim pożegnają o godzinie 11:12 UT plażowicze nad Morzem Czarnym między Konstancą (Rumunia) a Warną (Bułgaria).

Opisany fragment wędrówki cienia Księżyca po powierzchni Ziemi to jedynie wycinek pasa całkowitego zaćmienia, z punktu widzenia naszych Czytelników chyba jednak najbardziej interesujący. Zjawisko widoczne będzie również w Azji (Turcja, Irak, Iran, Pakistan i Indie — cień Księżyca opuści Ziemię nad Zatoką Bengalską, by powrócić dopiero w następnym tysiącleciu: 21 czerwca 2001 r.); może tym razem uda się jednak obejrzeć ten fenomen natury bliżej domu? No właśnie, spróbujmy przyjrzeć się krytycznie letniej aurze...

Na zachód czy na południe?

O ile rachunki przebiegu zaćmienia Słońca wykonają dziś z dużą dokładnością nawet komputery osobiste, planując obserwacje musimy mieć na uwadze kaprysy pogody. Analizując archiwalne dane meteorologiczne, spróbujemy pokusić się o przedstawienie pewnych statystycznych trendów, niemniej oczekiwaniu na zjawisko do końca towarzyszyć będzie dreszcz emocji związany z tym, że aura może nam sprawić niespodziankę. Zdaniem niektórych „zaćmieniowych" wyjadaczy, dodaje to tylko podejmowanym wyprawom pikanterii...

Kanadyjski meteorolog Jay Anderson zebrał dane o zachmurzeniu w sierpniu na podstawie obserwacji satelitarnych z ośmiu lat (1983–1990). Uśredniając je w obszarach o rozmiarach 5° na 5° (szerokości i długości geograficznej), otrzymał statystyczny wielkoskalowy rozkład zachmurzenia (rys. 3). Trzeba od razu zaznaczyć, że takie uśrednianie powoduje zacieranie istotnych niekiedy różnic w warunkach klimatycznych, związanych z lokalną cyrkulacją powietrza. Poza tym średnie zachmurzenie to tylko przybliżona informacja: chmury przesłaniają niebo bardziej w pobliżu horyzontu niż w zenicie; jest to z jednej strony efekt patrzenia przez grubszą warstwę atmosfery, a z drugiej — powodują go fizyczne różnice rozmiarów chmur, często rozciągniętych w kierunku pionowym. Biorąc pod uwagę średni pułap

[1] za środek zaćmienia przyjmujemy moment, w którym odległość osi cienia Księżyca od środka Ziemi jest minimalna; położenie środka zaćmienia różni się nieco od położenia maksymalnej fazy i maksymalnego czasu trwania zjawiska, jednak rozbieżność ta jest minimalna i nie ma praktycznego znaczenia

Tab. 1. Przebieg zjawiska w wybranych miastach pasa całkowitego zaćmienia; wszystkie momenty podane są w czasie uniwersalnym UT (hh:mm:ss), czas trwania fazy całkowitej w minutach i sekundach (m:ss). Obowiązujący w Polsce „czas letni" uzyskamy, dodając do czasu uniwersalnego 2 godziny (czas letni = UT + 2 godz.)

Miasto, kraj	Pierwszy kontakt	Drugi kontakt	Trzeci kontakt	Czwarty kontakt	Długość fazy całkowitej
Penzance, Anglia	08:56:39	10:10:39	10:12:41	11:31:41	2:02
Plymouth, Anglia	08:58:17	10:12:54	10:14:33	11:33:54	1:39
Hawr, Francja	09:02:02	10:18:49	10:20:20	11:41:14	1:31
Reims, Francja	09:06:32	10:24:36	10:26:36	11:47:56	1:59
Metz, Francja	09:09:13	10:27:56	10:30:09	11:51:35	2:13
Luksemburg, Luksemburg	09:09:30	10:28:21	10:29:41	11:51:13	1:20
Saarbrucken, Niemcy	09:10:23	10:29:18	10:31:27	11:52:52	2:09
Strasbourg, Francja	09:11:02	10:30:59	10:32:23	11:54:40	1:24
Stuttgart, Niemcy	09:13:09	10:32:55	10:35:12	11:56:54	2:17
Monachium, Niemcy	09:16:21	10:37:12	10:39:20	12:01:26	2:08
Salzburg, Austria	09:18:28	10:39:56	10:41:58	12:04:11	2:02
Gmunden, Austria	09:19:42	10:41:04	10:43:24	12:05:18	2:20
Steyr, Austria	09:20:42	10:42:16	10:44:13	12:06:08	1:57
Graz, Austria	09:22:09	10:44:57	10:46:09	12:08:56	1:12
Szombathely, Węgry	09:24:06	10:46:23	10:48:45	12:10:38	2:22
Siofok, Węgry	09:26:28	10:49:09	10:51:31	12:13:18	2:22
Szeged, Węgry	09:30:04	10:53:22	10:55:43	12:17:22	2:21
Timisoara, Rumunia	09:32:00	10:55:52	10:57:54	12:19:42	2:02
Petrosani, Rumunia	09:35:58	10:59:52	11:02:15	12:23:21	2:23
Bukareszt, Rumunia	09:41:25	11:05:48	11:08:10	12:28:44	2:22

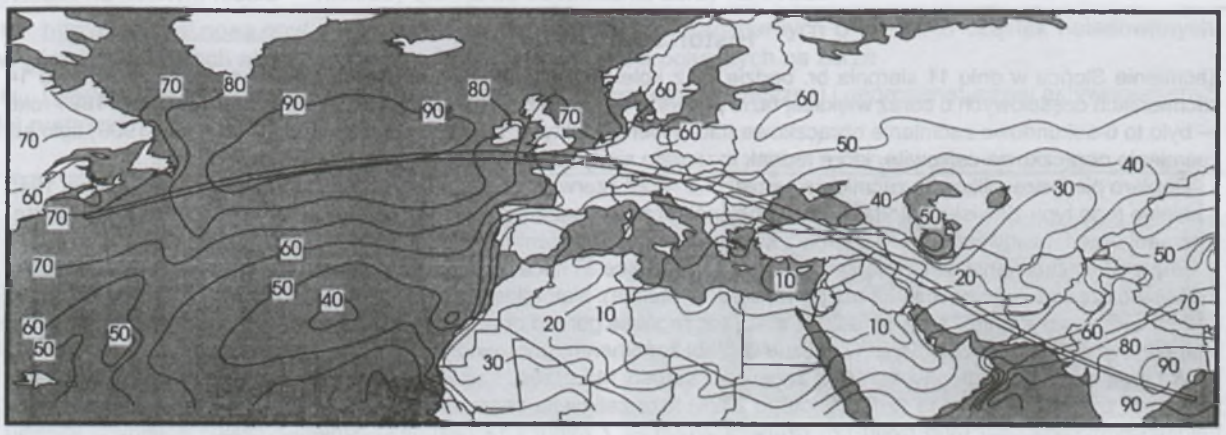
chmur, średnie zachmurzenie i wysokość Słońca nad danym miejscem, można pokusić się o obliczenie „prawdopodobieństwa zobaczenia zaćmienia" (rys. 4). Raz jeszcze podkreślmy, że dane te należy traktować z rezerwą; znacznie bardziej wiążące będą prognozy pogody w przeddzień zjawiska. Niemniej potraktujemy ten wykres jako punkt wyjścia do krótkiego przeanalizowania charakterystycznych dla aury letniego, sierpniowego dnia zjawisk.

Wyspy Brytyjskie są najbardziej podatne na wpływ atlantyckiego powietrza, najczęściej przynoszącego ze sobą zachmurzenie. O angielskiej pogodzie powstają dowcipy i przysłowia, ale i tak szczęśliwie się składa, że nadchodzące zaćmienie widoczne będzie w najpogodniejszym o tej porze roku obszarze Królestwa. Zwłaszcza gdy na północ od archipelagu Azorów lub w zachodniej Francji powstanie ośrodek rozbudowującego się wyżu, można spodziewać się tam kilku dni suchej, słonecznej pogody. Morska bryza faworyzuje zwykle obserwatorów rozlokowanych na nadmorskich plażach. Średnio rzecz biorąc, w Kornwalii większe jest jednak prawdopodobieństwo... niezobaczenia zaćmienia.

Niewiele lepiej wygląda statystyka dla Francji. Tu też możemy liczyć na wyż znad Azorów lub... przenieść się dalej na wschód, bowiem napływające znad północnego Atlantyku chłodne fronty atmosferyczne z pewnością będą się kumulować u podnóża Alp.

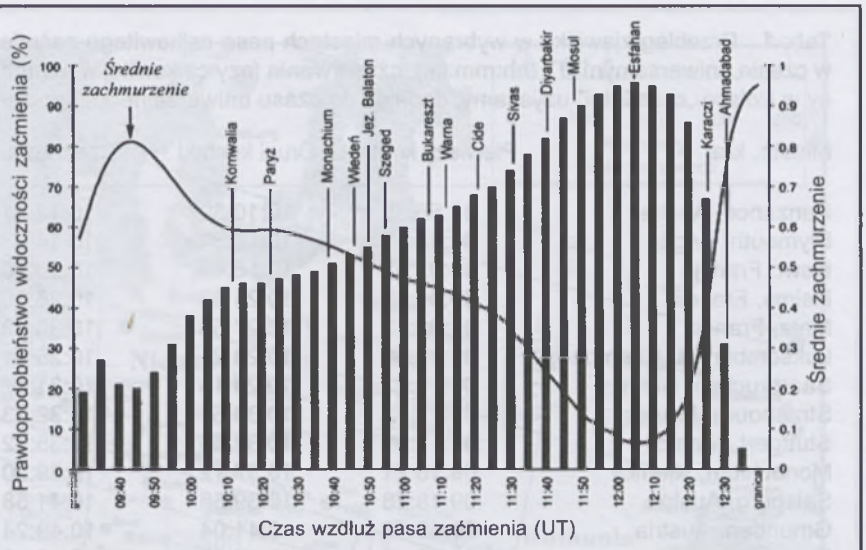
Dla pasa zaćmienia przebiegającego przez Niemcy i Austrię korzystne warunki przynieść może stosunkowo rzadziej napływające powietrze z południa, choć w centralnej Austrii wspomniany pas przebiega niepokojąco blisko Alp.

W tym mniej więcej obszarze pasa zaćmienia przełamują się wpływy Oceanu Atlantyckiego wobec mas powietrza znad Morza Śródziemnego i Adriatyku. Jest to wyraźnie



Rys. 3. Średnie zachmurzenie (w procentach) wzdłuż pasa zaćmienia, określone na podstawie zdjęć satelitarnych z sierpnia, uzyskanych w latach 1983–1990. Zdjęcia uzyskano z różnych satelitów w ramach programu International Satellite Cloud Climatology Project. Dane uśredniono w obszarach o rozmiarach 5°×5°, uzyskując globalny, wielkoskalowy rozkład zachmurzenia (wg. J.Anderson, Environment Canada)

widoczne na rys. 4 — generalnie: im dalej od oceanu, tym korzystniejsze do obserwacji warunki meteorologiczne; prawdopodobieństwo widoczności zaćmienia wzrasta od 53% w Austrii do 63% we wschodniej Rumunii. Warto też nadmienić, że charakterystyczny dla tej części Europy proces rozwoju chmur burzowych — o ile nastąpi — będzie tego dnia wolniejszy ze względu właśnie na zaćmione Słońce, nie nagrzewające w tak znacznym stopniu mas powietrza.



Rys. 4. Prawdopodobieństwo zobaczenia zaćmienia obliczone z uwzględnieniem wysokości Słońca nad horyzontem, pory dnia i dokładnej daty zjawiska. Dane zaprezentowano w 5-minutowych odstępach, zaznaczając charakterystyczne miasta i miejsca wzdłuż pasa całkowitego zaćmienia. Krzywa ciągła reprezentuje średnie zachmurzenie — jak na rys. 3. (wg. J.Anderson, Environment Canada)

Dla większości czytelników „Uranii — PA" najkrótszą wyprawą na całkowite zaćmienie będzie wyjazd na Węgry, stąd też zapewne jesteście Państwo zainteresowani, jakiej pogody można tam oczekiwać. Dr Szecsenyi-Nagy, analizując dane z ostatnich 20 lat twierdzi, że najbardziej charakterystyczna dla Węgier letnia pogoda to długie (3–4 tygodniowe) okresy pogodnego wyżu i suchego powietrza. Zestawiając pomiary z pasa całkowitego zaćmienia dla pierwszej połowy sierpnia, zauważył, że tylko 3 (!) spośród 300 dni nie były słoneczne; z pozostałych prawie dwie trzecie charakteryzowało się przeszło 10-godzinnymi okresami słonecznej pogody. Według podobnych, niezależnych statystyk, miasto Keszthely na zachodnim wybrzeżu Balatonu konkuruje pod względem najkorzystniejszych tego dnia warunków meteorologicznych w Europie z wyróżniającymi się miejscowościami Rumunii i Bułgarii. W ogóle otoczone wzgórzami jezioro Balaton ma z pewnością o wiele lepsze rokowania niż wynikałoby to z przedstawionej na rys. 4 krzywej (raz jeszcze podkreślmy, że jest ona wynikiem zastosowanej procedury uśredniania) — ma ono szansę stać się „mekką" polskich astronomów i miłośników w dniu 11 sierpnia br. Nieco korzystniejsze warunki ma bowiem do zaproponowania w Europie tylko bardziej odległe wybrzeże Morza Czarnego.

Wybierając się jeszcze dalej, np. w niektóre rejony południowego Iranu, mielibyśmy prawie 100% pewności, że pogoda dopisze, tylko pytanie, czy udałoby się nam samo zaćmienie zobaczyć, pozostaje aktualne — po drodze i na miejscu czekałyby nas przecież innego rodzaju przygody...

Pisanie o pogodzie pół roku naprzód to karkołomne zadanie i powyższe rozważania stanowią w dużym stopniu zabawę. Tak naprawdę trzeba będzie śledzić rozwój sytuacji barycznej od początku sierpnia. A w ostatecznym rozrachunku decydować może refleks i mobilność. Oglądając prognozę pogody na następny dzień 10 sierpnia, gdzieś przy południowej granicy naszego kraju, można się przecież jeszcze zdecydować, w którym kierunku wyruszyć — na zachód czy na południe. Życzymy właściwego wyboru!

Warto pamiętać, że tylko podejmując ryzyko mamy szansę przeżyć niezwykłe dwie minuty. Bo w końcu nawet gdyby (odpukać!) stało się to najgorsze i znaleźlibyśmy się pod grubą warstwą chmur, to i tak będziemy świadkami krótkiej nocy w środku upalnego, letniego dnia — a któż może się pochwalić takim doświadczeniem? (*kr*)

Historia sarosu nr 145

Zaćmienie Słońca w dniu 11 sierpnia br. będzie 21 z kolei zjawiskiem w cyklu rozpoczętym 4 stycznia 1639 r. Po 14 zaćmieniach częściowych o coraz większej fazie pierwsze zjawisko typu centralnego miało miejsce 6 czerwca 1891 roku — było to 6-sekundowe zaćmienie obrączkowe nad Syberią i Arktyką. Następnym w tej serii (17 czerwca 1909) było już zaćmienie obrączkowo-całkowite, które jednak rozegrało się tylko nad Arktyką.

Dopiero pierwsze całkowite zaćmienie sarosu 145 — 29 czerwca 1927 r. — objęło Anglię i Skandynawię. 9 lipca 1945 r. kolejne tego typu zjawisko oglądali mieszkańcy północnych obszarów Ameryki, Europy i Azji. Największe bodaj zainteresowanie mediów towarzyszyło piątemu z kolei zaćmieniu typu centralnego tej serii — 20 lipca 1963 r. nad Kanadą.

Poprzednie zaćmienie całkowite sarosu 145 miało miejsce 31 lipca 1981 r. nad Rosją i Pacyfikiem (w Polsce widoczny był koniec częściowego zaćmienia tuż po wschodzie Słońca). Natomiast następnym (po tegorocznym) zjawiskiem cyklu będzie zaćmienie w dniu 21 sierpnia 2017 roku; szczególnie gorąco powitają je mieszkańcy USA, będzie to bowiem dla nich pierwsze całkowite zaćmienie widoczne w głębi kontynentu, począwszy od 26 lutego 1979 roku.

W ciągu czterech następnych stuleci zaćmienia sarosu 145 przesuwać się będą na południe, stopniowo wydłużając swój czas trwania. W połowie serii (25 lutego 2324) faza całkowita obserwowana będzie przez ponad 4 minuty, zaś w najdłuższym zaćmieniu tego cyklu (25 czerwca 2522) — 7 minut i 12 sekund. Później, w czasie kolejnych sześciu zaćmień czas trwania fazy całkowitej gwałtownie zmaleje, choć i tak przekroczy 3 minuty w ostatnim (z 43) zjawisku typu centralnego 9 września 2648 r.

Saros 145 zwieńczy seria 20 częściowych zaćmień o coraz mniejszej fazie. Cykl zakończy się definitywnie w okolicach południowego bieguna Ziemi 17 kwietnia 3009 roku. (*kr*)

Słońce w pajęczynie, czyli... przewodnik internauty

Zainteresowanym nadchodzącym zaćmieniem Słońca i — ogólniej — tematyką słoneczną pragniemy polecić szereg interesujących witryn w internecie

Pomoc dla planujących wyjazd i obserwacje całkowitego zaćmienia

- http://umbra.nascom.nasa.gov/eclipse/990811/rp.html — biuletyn NASA poświęcony nadchodzącemu zaćmieniu w wersji on-line, ze szczegółowymi mapkami, tabelami, prognozami i poradami
- http://planets.gsfc.nasa.gov/eclipse/TSE1999/TSE1999.html — oficjalna witryna zaćmienia redagowana przez NASA, zawartość· jw. rozszerzona o dodatki dla wtajemniczonych i profesjonalistów
- http://www.hermit.org/Eclipse1999/links.html — doskonałe „drogowskazy" dla poszukujących ofert, informacji o przebiegu zjawiska i przygotowaniach prowadzonych w krajach pasa całkowitego zaćmienia
- http://www.tvweather.com — dobry punkt wyjścia dla zainteresowanych zjawiskami atmosferycznymi i pogodą na całym świecie
- http://www.nottingham.ac.uk/meteosat — witryna satelity śledzącego aktualną sytuację meteorologiczną na całej kuli ziemskiej; zdjęcia Europy z ostatnich 6 godzin można też obejrzeć· na rodzimym serwerze: http://www.astro.uni.torun.pl/html/weather/meteosat.ir.html
- http://www.balaton.net — informacja turystyczna okolic jeziora Balaton — hotele, pensjonaty, campingi etc.

Miłośnicze obserwacje zaćmień Słońca

- http://www.skypub.com/eclipses/eclipses.shtml — informacje o niedawnych i nadchodzących zaćmieniach Słońca i Księżyca
- http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/eclipse.html — przewodnik po zaćmieniach eksperta tej tematyki Freda Espenaka; liczne raporty z obserwacji, zdjęcia, sekwencje wideo
- http://www.comet-track.com/eclipse/secl.html — galeria pracowitego fana zaćmień i innych okazjonalnych zjawisk astronomicznych Boba Yena; wspaniała dokumentacja poprzedniego całkowitego zaćmienia Słońca

Wademekum dla „słoneczników"

- http://www.exploratorium.edu/eclipse/links.html — kompendium internetowych połączeń do miejsc związanych z szeroko pojętą tematyką słoneczną
- http://www.nso.noao.edu/svnoptic/svnoptic.html; http://vtt.sunspot.noao.edu/vtt-home.html; http://www.bbso.njit.edu/ — codzienne obrazy Słońca z naziemnych obserwatoriów astronomicznych
- http://sohowww.nascom.nasa.gov/ — oficjalna witryna ultrafioletowego satelity SOHO badającego Słońce; bogate archiwum obrazów, m.in. komet trafiających samobójczym lotem w Dzienną Gwiazdę
- http://www.sunspotcycle.com/ — aktualne i archiwalne dane o plamach słonecznych; można uczestniczyć w tworzeniu wykresu liczb Wolfa w zbliżającym się do maksimum 23 cyklu aktywności
- http://dac3.pfrr.alaska.edu/aurora/ — cotygodniowe prognozy zórz polarnych oraz animacje i obrazy aktualnej sytuacji na nocnym niebie — niekiedy okazja do podziwiania zorzy na żywo!
- http://www.sel.noaa.gov/ — graficzna prezentacja danych satelitarnych o nasileniu cząstek naładowanych w górnych warstwach atmosfery; swego rodzaju podgląd dla polujących na zorze
- http://www.spaceweather.com/ — codzienne raporty na temat słonecznej i geomagnetycznej aktywności oraz jej prognozy

OGŁOSZENIE

Oddział PTMA w Puławach organizuje zjazd (spotkanie) obserwatorów gwiazd zmiennych w obserwatorium w Puławach. Orientacyjny termin to koniec maja lub początek czerwca 1999. Prosimy zainteresowanych o kontakt listowny na adres:

Oddział PTMA Puławy
ul. Filtrowa 50
24-100 PUŁAWY

lub kontakt telefoniczny z p.Ryszardem Cnotą tel. (0-81) 886-34-10

ASTRO-BIT
Oprogramowanie i materiały astronomiczne

Ireneusz Włodarczyk
ul. Rewolucjonistów 15/13
42-500 Będzin

tel.:(0-32) 761-29-46 e-mail: astrobit@ka.onet.pl

P.T. Miłośnicy Astronomii obserwują:

Perseidy 1998 — wyniki PKiM

Od roku 1988 Perseidy są pod bacznym okiem miłośników astronomii na całym świecie. Wtedy to bowiem zaobserwowano pojawienie się nowego maksimum aktywności, które jak się później okazało, zapowiadało pojawienie się na naszym niebie twórczyni roju Perseid — komety 109P/Swift-Tuttle. W latach 1988–89 ten nowy pik pod względem aktywności porównywalny był jeszcze ze starym maksimum, ale w latach 1991–94 przewyższał je dwu- lub nawet trzykrotnie. Modele teoretyczne skonstruowane na podstawie tych obserwacji powiedziały nam, że nowe maksimum związane jest z bardzo świeżym materiałem naniesionym przez kometę podczas jej dwóch-trzech ostatnich powrotów w najbliższe okolice Słońca, natomiast stare, występujące kilka-kilkanaście godzin później maksimum powstaje na skutek spotkania Ziemi z cząstkami wyrzuconymi z komety w bardziej zamierzchłych czasach. Te same modele mówiły nam, że już w latach 1997–98 nowy pik powinien ponownie zniżyć się do aktywności starego maksimum, a w latach następnych zaniknąć. Rzeczywistość, przynajmniej w roku 1997, okazała się trochę bardziej optymistyczna. Maksymalną aktywność roju Perseid w roku 1997 odnotowano w momencie o długości ekliptycznej Słońca λ=139.71° z Zenitalną Liczbą Godzinną ZHR = 137 ± 5. Stare maksimum pojawiło się w momencie λ=140.03° z ZHR = 94 ± 2.

Niestety żaden z powyżej opisywanych momentów nie pokrywał się z czasem trwania nocy w Polsce, więc Perseidy w roku 1997 nie były dla nas zbyt spektakularnym widowiskiem. Maksymalna aktywność nie przekroczyła bowiem poziomu ZHR ≈ 60. Pomimo tego 28 obserwatorów Pracowni Komet i Meteorów (PKiM) przeleżało pod nocnym niebem 937 godzin i 23 minuty, odnotowując pojawienie się 8273 Perseid. Była to najbardziej obfita w dane akcja obserwacyjna w całej historii PKiM.

Pomimo tego, że tegoroczna lipcowo-sierpniowa pogoda nie rozpieszczała naszych obserwatorów, także i w tym roku otrzymaliśmy całkiem spory zestaw danych. W dniach 15 lipca – 25 sierpnia 1998 roku 35 obserwatorów PKiM wykonało w sumie 896 godzin i 57 minut obserwacji, odnotowując pojawienie się 3342 meteorów z roju Perseid. Widać więc, że tegoroczny wynik niewiele ustępuje zeszłorocznemu. Spora jest natomiast różnica, jeśli chodzi o liczbę zaobserwowanych meteorów. Dziwi ona tym bardziej, jeśli weźmiemy pod uwagę fakt, że w 1997 roku nie mieliśmy okazji zaobserwować żadnego maksimum, natomiast przewidywania odnośnie roku 1998 mówiły, że drugiego, starego maksimum możemy oczekiwać 12 sierpnia o godzinie 22 UT, a więc w czasie bardzo korzystnym dla obserwatorów w Polsce. Po głębszej analizie można jednak dojść do wniosku, że wynik ten nie musi być tak zaskakujący, jak to się na początku wydawało. Popatrzmy na Rys. 1, mamy na nim przedstawiony rozkład ilości obserwacji PKiM w poszczególnych dniach lipca i sierpnia. Widać z niego wyraźnie, że dobra pogoda panowała w okresach 15–24 lipca, 8–12 sierpnia i 15–20 sierpnia. Tylko środkowy z tych przedziałów jest okresem obfitującym w spore liczby godzinne roju Perseid. Niestety, okres ten pokrył się w zasadzie dokładnie z pełnią Księżyca, która wystąpiła 8 sierpnia. Sięgając pamięcią do roku 1997, łatwo sobie przypomnieć, że wtedy sytuacja była zupełnie inna. Lipiec, kiedy to liczby godzinne Perseid nie są najwyższe, nie należał do pogodnych miesięcy. Sierpień okazał się jednak zdecy-

Tab. 1. Lista obserwatorów Perseid 1998 oraz ich efektywny czas obserwacji

Konrad Szaruga	(97.715)
Jarosław Dygos	(94.700)
Paweł Trybus	(62.183)
Andrzej Skoczewski	(52.442)
Jacek Kluczewski	(50.250)
Tomasz Żywczak	(49.050)
Marcin Konopka	(48.583)
Maciej Kwinta	(45.333)
Wojciech Jonderko	(41.683)
Krzysztof Socha	(34.116)
Gracjan Maciejewski	(32.916)
Aleksander Trofimowicz	(30.117)
Arkadiusz Olech	(29.350)
Mariusz Wiśniewski	(28.400)
Krzysztof Kamiński	(25.733)
Luiza Wojciechowska	(24.650)
Paweł Brewczak	(19.350)
Marcin Gajos	(18.634)
Tadeusz Sobczak	(15.333)
Cezary Gałan	(13.150)
Tomasz Fajfer	(13.000)
Łukasz Sanocki	(10.967)
Michał Jurek	(10.333)
Krzysztof Mularczyk	(9.916)
Michał Marek	(7.000)
Ewa Dygos	(5.750)
Sylwia Hołowacz	(5.050)
Tomasz Krzyżanowski	(4.410)
Marcin Dżuła	(3.833)
Katarzyna Skoczewska	(3.333)
Waldemar Drozdowski	(2.300)
Artur Szaruga	(2.117)
Bartosz Dąbrowski	(2.000)
Karol Fietkiewicz	(1.750)
Sylwia Chełmoniak	(1.500)

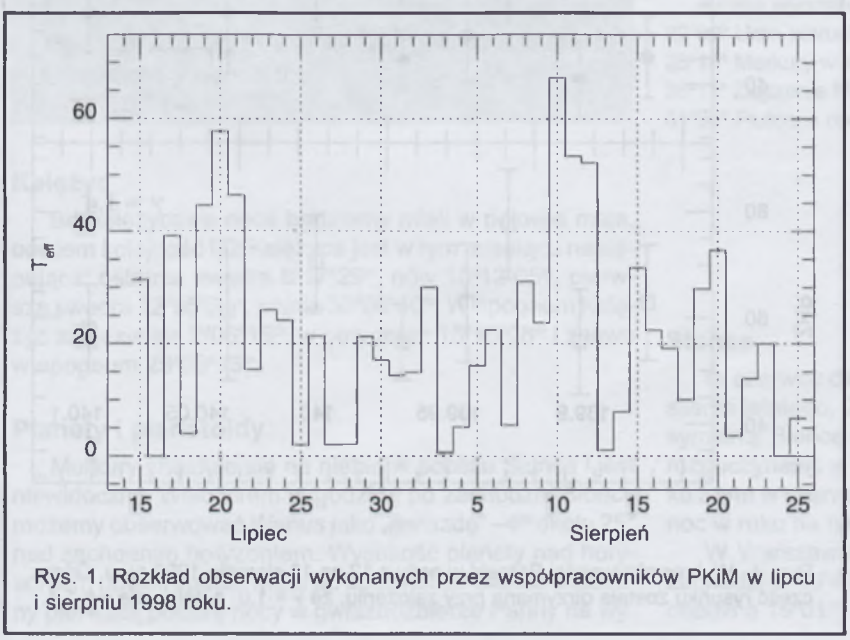
dowanie lepszy i w okresie 5–25 sierpnia w całej Polsce panowała w zasadzie doskonała pogoda. Tak więc nic dziwnego, że w roku 1997 zaobserwowaliśmy dużo więcej Perseid niż w roku obecnym. W tegorocznym sierpniu ani pogoda, ani fazy Księżyca nie należały bowiem do najkorzystniejszych.

Pełna lista naszych obserwatorów, którzy są w zasadzie prawowitymi współautorami tego tekstu, znajduje się w tabeli 1. Obok nazwisk podaliśmy efektywny czas obserwacji każdej osoby.

Niestety, mała liczba odnotowanych meteorów i pełnia Księżyca w okolicach maksimum aktywności roju musiała się odbić na jakości wykresu prezentującego zależność współczynnika masowego r od czasu. Współczynnik ten mówi nam o stosunku liczby meteorów o jasności $m+1$ do liczby meteorów o jasności m i jego ewolucja czasowa dla Perseid 1998 jest zaprezentowana na Rys. 2. W zasadzie trudno się na tym wykresie dopatrzeć jakiegoś rozsądnego trendu. Widać jednak rzecz najważniejszą. Jak dotychczas zawsze minimum r było połączone z maksimum aktywności roju, co jest powiązane z tym, że w maksimum obserwujemy dużą liczbę bardzo jasnych meteorów. Przyglądając się uważnie Rys. 2, widzimy, że i ten rok nie należy do wyjątku. Dwie najniższe wartości r odnotowaliśmy w czasie nocy 11/12 i 12/13 sierpnia i wyniosły one odpowiednio 2.10 ± 0.03 i 2.08 ± 0.03.

Znając już wartość r, możemy pokusić się o wyznaczenie wykresu aktywności roju, czyli zależności ZHR od czasu. Wykres taki dla Perseid 1998 jest zaprezentowany na Rys. 3. Tutaj z kolei widać wyraźnie dużą ilość danych zebranych przez PKiM. Zależność czasowa jest bowiem bardzo gładka i punkty z sąsiednich nocy nie różnią się od siebie bardzo znacznie. Widać też bardzo wyraźne maksimum aktywności w momencie $\lambda_{\odot} = 140°$ (co odpowiada nocy z 12 na 13 sierpnia) z $ZHR = 52 \pm 3$.

Pomimo nie najlepszej pogody panującej w nocy z 12 na 13 sierpnia i bliskiej tej dacie pełni Księżyca, maksymalny punkt naszego wykresu to średnia z aż 69 wyznaczeń ZHR. Wzorem lat ubiegłych zdecydowaliśmy się na podzielenie tego punktu na kilka wartości uzyskanych przez uśrednianie ZHR-ów w krótszych odcinkach czasowych. Dla nocy maksimum uzyskaliśmy przez to osiem punktów, z których każdy jest średnią od 6 do 12 wyznaczeń ZHR. Otrzymany w ten sposób wykres aktywności jest zaprezentowany na górnej części Rys. 4. Trudno się na nim dopatrzeć jakiegoś wyraźniejszego trendu. Większość punktów, w granicach błędów, bliska jest średniej wartości ZHR dla całej nocy i równej 52. Tylko dwa pierwsze punkty wydają się leżeć trochę poniżej tego poziomu. Odpowiadają one niskim wysokościom radiantu Perseid nad horyzontem. Dla nich więc spory wpływ może mieć uwzględnienie we wzorze na ZHR współczynnika γ. My przyjęliśmy $\gamma = 1.0$. W rzeczywistości często $\gamma \neq 1.0$. Uwzględnienie tego faktu powoduje wyraźne zwiększenie ZHR-ów dla małych wysokości radiantu roju nad horyzontem i trochę mniejsze zwiększenie dla wyższych wysokości. Efektem uwzględnienia wartości $\gamma > 1.0$ byłby lekki wzrost wartości ZHR na początku nocy, czyli spłaszczenie naszej zależności, co przedstawiliśmy na dolnej części Rys. 4 (otrzymanej dla $\gamma = 1.4$). Z obu wykresów widać, że maksymalne wartości ZHR dla nocy maksimum otrzymaliśmy w momencie $\lambda_{\odot} = 139.96°$, co odpowiada godzinie 20:40 UT dnia 12 sierpnia. Aktywność w tym momencie wynosiła $ZHR = 59 \pm 8$ dla $\gamma = 1.0$ i $ZHR = 78 \pm 10$ dla $\gamma = 1.4$. Dziwi szczególnie ta pierwsza wartość. W poprzednich latach przy założeniu $\gamma = 1.0$ obserwowana w starym maksimum aktywność roju Perseid wahała się od 80 do 110, czyli znacznie więcej niż otrzymaliśmy obecnie. Ponieważ International Meteor Organization (IMO) opublikowało już swoje pierwsze wyniki oparte na 723 godzinach obserwacji uzyskanych przez 104 obserwatorów, którzy odnotowali 4469 Perseid, możemy porównać ich wyniki z naszymi. Według obserwatorów japońskich nowe maksimum wystąpiło pomiędzy $\lambda = 139.7°$ a $138.8°$. Z powodu jasnego światła Księżyca błędy indywidualnych wyznaczeń ZHR były bardzo duże, co odbiło się na oszacowaniu aktywności roju w tym maksimum. Wyniosła ona bowiem $ZHR = 180 \pm 50$. Widać więc wyraźnie, że w porównaniu z rokiem 1997 aktywność Perseid raczej nie zmieniła się. Moment starego maksimum został przez obserwatorów IMO oszacowany na $\lambda = 140.0°$, co bardzo dobrze zgadza się z naszym rezultatem. Aktywność w starym maksimum wyniosła jednak $ZHR = 80 \pm 10$, czyli zdecydowanie więcej niż u nas. Nawet przy uwzględnieniu błędów, rozbieżność obu wyników nie znika. Trudno odpowiedzieć na pytanie, co jest przyczyną takiej rozbieżności. Być może jest to efekt kiepskich warunków obserwacji, w jakich przyszło pracować polskim obserwatorom. Oprócz tego, że Księżyc był blisko pełni, wielu obserwatorów notowało zachmurzenie, które w niektórych przypadkach nawet przerywało obserwacje.

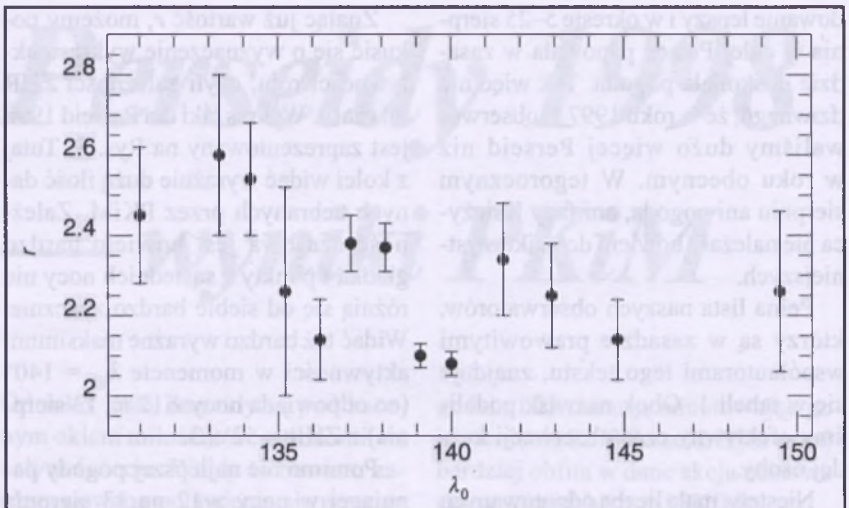


Rys. 1. Rozkład obserwacji wykonanych przez współpracowników PKiM w lipcu i sierpniu 1998 roku.

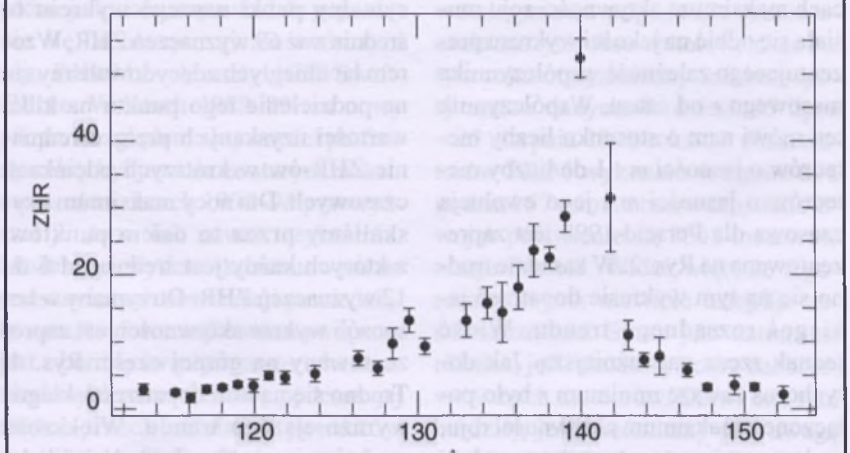
Mamy już za sobą kolejną akcję obserwacyjną poświęconą Perseidom. Kolejny rok z rzędu polscy obserwatorzy zrzeszeni w PKiM nie zawodzą i uzyskują duży materiał obserwacyjny, dotyczący tego roju. Wynik tegoroczny należy uznać bowiem za bardzo dobry, jeśli weźmie się pod uwagę warunki, jakie panowały w lipcu i sierpniu. Niestety, główne maksimum Perseid nie wypadło w czasie korzystnym dla obserwatorów w Polsce. Stare maksimum, co do którego mieliśmy trochę więcej szczęścia, najprawdopodobniej z powodu kiepskich warunków, wydawało nam się trochę mniej aktywne niż zwykle. Na szczęście rok 1999 zapowiada się dużo ciekawiej. Warunki dla obserwatorów w Polsce będą prawie idealne. Jak większość pasjonatów astronomii na pewno wie, 11 sierpnia 1999 roku w Europie będziemy mieli okazję obserwować całkowite zaćmienie Słońca. W trakcie zaćmienia Słońca Księżyc jest zawsze w nowiu, więc w szerokich okolicach maksimum Perseid jego światło zupełnie nie będzie nam przeszkadzać. Dodatkowo spodziewany moment wyższego maksimum Perseid to godzina 23 UT dnia 12 sierpnia, czyli czas bardzo korzystny dla obserwatorów w Polsce. Drugiego maksimum powinniśmy spodziewać się około godziny 5 UT już 13 sierpnia, czyli po wschodzie Słońca w Polsce. Niemniej od zmierzchu do świtu, jeśli pogoda dopisze, powinny towarzyszyć nam całkiem spore liczby godzinne. O 23 UT radiant Perseid jest już 45 stopni nad horyzontem, a brak Księżyca spowoduje, że nie powinniśmy mieć problemów z uzyskaniem widoczności granicznej bliskiej 6.5 mag. W takich warunkach, przy założeniu aktywności podobnej do tej w 1997 i 1998 roku, będziemy mogli obserwować około 100 meteorów na godzinę. Zachęcam więc mocno do obserwacji w 1999 roku i życzę wszystkim pogody co najmniej tak dobrej, jak w sierpniu 1997 roku.

Wszystkich chętnych do nawiązania bliższej współpracy z PKiM zachęcam do kontaktu pod adres: Arkadiusz Olech, ul. ks. T. Boguckiego 3/59, 01-508 Warszawa. Do listu proszę dołączyć znaczek za 1 zł.

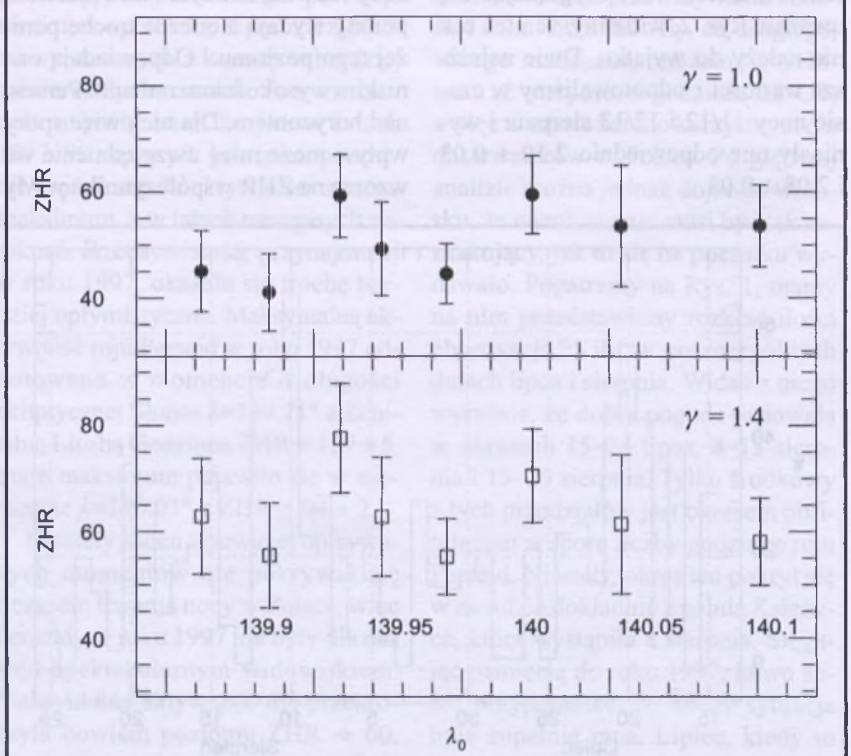
Arkadiusz Olech



Rys. 2. Ewolucja współczynnika masowego r w czasie.



Rys. 3. Wykres aktywności Perseid 1998.



Rys. 4. Wykres aktywności Perseid w nocy z 12 na 13 sierpnia 1998 roku. Górna część rysunku została otrzymana przy założeniu, że $\gamma = 1.0$, a dolna dla $\gamma = 1.4$.

Maj

Słońce

Wznosi się po ekliptyce nadal coraz wyżej ponad równik niebieski, w związku z czym dzień jest coraz dłuższy. W ciągu miesiąca dnia przybywa o ponad godzinę: w Warszawie 1 maja Słońce wschodzi o 3^h07^m, zachodzi o 18^h01^m, a 31 maja wschodzi o 2^h22^m, zachodzi o 18^h46^m. W maju Słońce wstępuje w znak Bliźniąt.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h czasu UT)

Data 1999	P [°]	B_0 [°]	L_0 [°]
V 1	–24.23	–4.21	3.94
3	–23.87	–4.01	337.51
5	–23.48	–3.80	311.07
7	–23.06	–3.59	284.63
9	–22.61	–3.37	258.19
11	–22.14	–3.16	231.75
13	–21.64	–2.94	205.30
15	–21.11	–2.71	178.85
17	–20.55	–2.48	152.40
19	–19.97	–2.25	125.95
21	–19.36	–2.02	99.49
23	–18.73	–1.79	73.03
25	–18.08	–1.55	46.57
27	–17.40	–1.31	20.11
29	–16.70	–1.07	353.65
V 31	–15.98	–0.83	327.18

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;
B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;
$1^d07^h09^m$ oraz $28^d12^h29^m$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

Księżyc

Bezksiężycowe noce będziemy mieli w połowie maja, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: ostatnia kwadra $8^d17^h29^m$, nów $15^d12^h05^m$, pierwsza kwadra $22^d05^h34^m$, pełnia $30^d06^h40^m$. W apogeum Księżyc znajdzie się $2^d06^h15^m$, w perygeum $15^d15^h08^m$ i znowu w apogeum $29^d08^h13^m$.

Planety i planetoidy

Merkury znajduje się na niebie w pobliżu Słońca i jest niewidoczny. Wieczorem w godzinę po zachodzie Słońca możemy obserwować Wenus jako „gwiazdę" -4^m około 25° nad zachodnim horyzontem. Wysokość planety nad horyzontem powoli spada. Mars po opozycji do Słońca widoczny pierwszą połowę nocy w gwiazdozbiorze Panny na wysokości około 30° nad horyzontem jako obiekt -1.5^m. Stosunkowo duża średnica tarczy (15") nadal umożliwia obserwacje szczegółów na tarczy planety. Jowisz, Saturn, Uran i Neptun pozostają na niebie w pobliżu Słońca i są niewidoczne. Pluton widoczny jest całą noc w gwiazdozbiorze Wężownika, jednakże jego jasność wynosi jedynie 13.7^m i do jego zaobserwowania niezbędny jest teleskop o średnicy zwierciadła przynajmniej 15 cm.

W maju możemy obserwować w pobliżu opozycji planetoidy:

(4) Westa, (jasność 7.6^m). 1 V: $9^h05.7^m$,+23°22'; 11 V: $9^h16.4^m$,+22°27'; 21 V: $9^h28.5^m$,+21°23'.

(41) Daphne, (jasność 9.7^m). 1 V: $16^h51.7^m$,+2°08'; 11 V: $16^h48.3^m$,+4°09'; 21 V: $16^h42.6^m$,+5°45', 31 V: $16^h35.7^m$,+6°47'.

Meteory

W dniach od 19 kwietnia do 28 maja promieniują meteory z roju eta Akwarydów, związanego z kometą Halleya. Maksimum aktywności roju przypada w dniu 3 maja. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Wodnika i ma współrzędne: rekt. 22.4^h, dekl. –2°. W obserwacjach przeszkadzał będzie Księżyc niedługo po pełni.

***

1^d23^h Złączenie Merkurego z Jowiszem w odl. 1°.
7^d17^h Złączenie Neptuna z Księżycem w odl. 1°.
8^d16^h Złączenie Urana z Księżycem w odl. 1°.
13^d05^h Złączenie Jowisza z Księżycem w odl. 4°.
13^d15^h Złączenie Merkurego z Saturnem w odl. 1°.
14^d11^h Złączenie Saturna z Księżycem w odl. 3°.
14^d13^h Złączenie Merkurego z Księżycem w odl. 4°.
16^d12^h Zakrycie gwiazdy α Tau (Aldebaran) przez Księżyc, widoczne w północnej Polsce (Gdańsk 13^d00^h, Szczecin 12^h50^m). Przez Pojezierze Pomorskie i Mazury przebiega pas zakrycia brzegowego.
18^d15^h Złączenie Wenus z Księżycem w odl. 6°.
$21^d11^h53^m$ Słońce wstępuje w znak Bliźniąt, jego długość ekliptyczna wynosi wtedy 60°
22^d02^h Uran nieruchomy w rektascensji.
25^d19^h Merkury w koniunkcji górnej ze Słońcem
26^d11^h Złączenie Marsa z Księżycem w odl. 5°.
31^d01^h Pluton w opozycji ze Słońcem.

Czerwiec

Słońce

W czerwcu deklinacja Słońca wzrasta aż do dnia przesilenia letniego, 21 czerwca, kiedy osiągnie wartość maksymalną: Słońce wstępuje wtedy w zodiakalny znak Raka, rozpoczynając w ten sposób astronomiczne lato. W związku z tym w czerwcu przypada najdłuższy dzień i najkrótsza noc w roku na naszej półkuli.

W Warszawie 1 czerwca Słońce wschodzi o 2^h21^m, zachodzi o 18^h47^m, a 30 czerwca wschodzi o 2^h18^m, zachodzi o 19^h01^m.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h czasu UT)

Data 1999	P [°]	B_0 [°]	L_0 [°]
VI 1	–15.61	–0.71	313.95
3	–14.86	–0.47	287.48
5	–14.09	–0.23	261.01
7	–13.31	0.01	234.54
9	–12.50	0.25	208.07
11	–11.68	0.49	181.60
13	–10.85	0.73	155.13
15	–10.00	0.97	128.65
17	–9.14	1.21	102.18
19	–8.27	1.45	75.71
21	–7.39	1.68	49.23
23	–6.51	1.92	22.76
25	–5.61	2.15	356.29
27	–4.72	2.38	329.81
VI 29	–3.81	2.60	303.34
VII 1	–2.91	2.83	276.86

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;
B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;
$24^d17^h16^m$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

Księżyc

Bezksiężycowe noce będziemy mieli w połowie czerwca, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: ostatnia kwadra $7^d04^h20^m$, nów $13^d19^h03^m$, pierwsza kwadra $20^d18^h13^m$, pełnia $28^d21^h37^m$. W perygeum Księżyc znajdzie się $13^d00^h37^m$, a w apogeum $25^d15^h27^m$.

Planety i planetoidy

W drugiej połowie miesiąca wieczorem możemy próbować odnaleźć Merkurego bardzo nisko nad zachodnim horyzontem. Warunki obserwacji będą jednak bardzo trudne, gdyż godzinę po zachodzie Słońca planeta będzie świeciła z jasnością 0^m zaledwie 4° nad horyzontem.

Powyżej Merkurego możemy obserwować planetę Wenus jako „Gwiazdę Wieczorną" o jasności -4.5^m. Wysokość planety nad horyzontem pod koniec zmierzchu cywilnego maleje w ciągu miesiąca od 20° do 9°. Przez teleskop możemy obserwować tarczę Wenus o średnicy 25" w fazie 50% („kwadra").

W drugiej połowie czerwca w blasku zorzy porannej zaczyna być widoczny Jowisz jako „gwiazda" -2.3^m. Pod koniec miesiąca na godzinę przed wschodem Słońca planeta wznosi się już 10° nad wschodnim horyzontem.

W ostatnich dniach czerwca w ślad za Jowiszem nad wschodnim horyzontem pojawia się Saturn jako obiekt 0.4^m, jednak jego mała wysokość (zaledwie 4° na początku świtu astronomicznego) sprawia, że obserwacja planety jest jeszcze raczej niemożliwa.

Uran i Neptun nadal pozostają na niebie w pobliżu Słońca i są niewidoczne.

W czerwcu wraz z nastaniem okresu „białych nocy" praktycznie kończy się okres obserwacji Plutona.

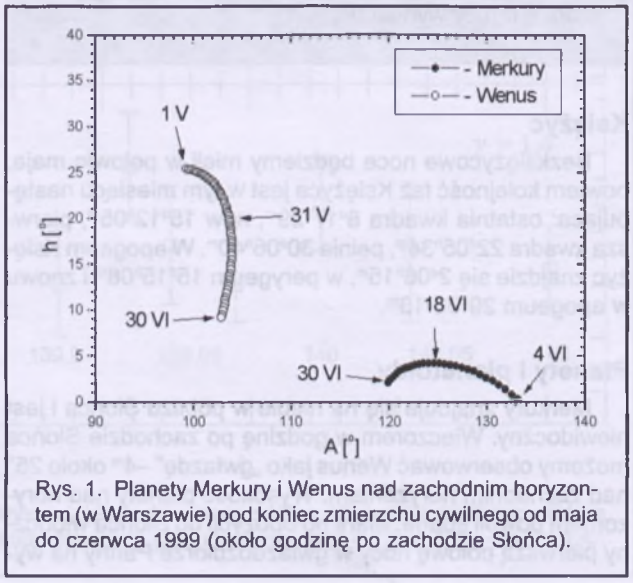
W czerwcu żadna planetoida w pobliżu opozycji nie osiąga jasności 10^m.

Meteory

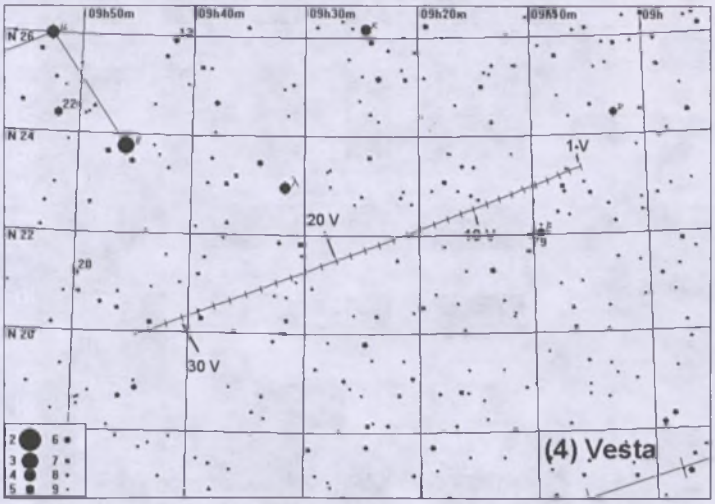
W dniach od 11 do 21 czerwca promieniują meteory z roju czerwcowych Lirydów. Maksimum aktywności przypada na 16 czerwca. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Lutni i ma współrzędne: rekt. 18^h22^m, deki. +35°. Rój nie jest zbyt obfity, lecz w obserwacjach nie będzie przeszkadzał Księżyc tuż po nowiu.

***

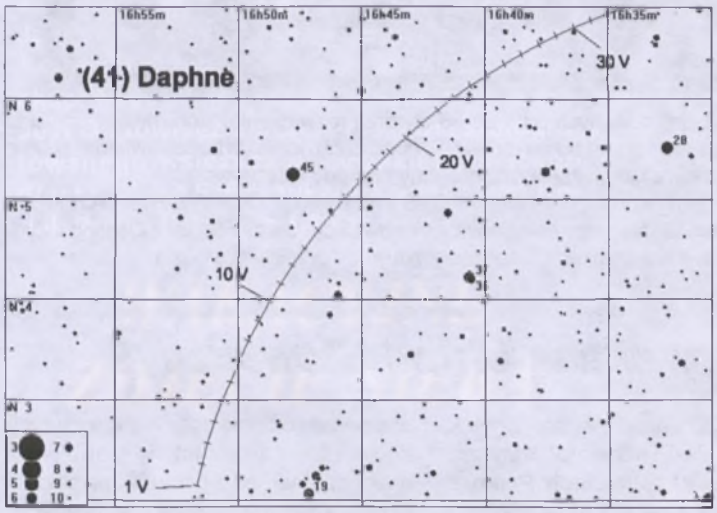
3^d22^h Złączenie Neptuna z Księżycem w odl. 1°.
4^d22^h Złączenie Urana z Księżycem w odl. 1°.
10^d00^h Złączenie Jowisza z Księżycem w odl. 4°.
11^d02^h Złączenie Saturna z Księżycem w odl. 3°.
11^d13^h Wenus w maksymalnej elongacji wschodniej ze Słońcem w odległości 45°.
15^d08^h Złączenie Merkurego z Księżycem w odl. 5°.
17^d04^h Złączenie Wenus z Księżycem w odl. 2°.
$20^d00^h30^m$ Cień II księżyca Jowisza (Europy) wchodzi na tarczę planety.
$20^d01^h07^m$ Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
$20^d02^h06^m$ Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$21^d00^h34^m$ Księżyc I (Io) wyłania się zza tarczy Jowisza.
$21^d19^h49.1^m$ Słońce wstępuje w znak Raka, jego długość ekliptyczna wynosi wtedy 90°. Początek astronomicznego lata.
$22^d02^h13^m$ Wejście III księżyca Jowisza (Ganimedesa) na tarczę planety.
22^d20^h Złączenie Marsa z Księżycem w odl. 6°.
$27^d01^h48^m$ Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
28^d23^h Merkury w maksymalnej elongacji wschodniej ze Słońcem w odległości 25°.
$29^d00^h13^m$ Koniec zaćmienia II księżyca Jowisza (Europy) przez cień planety.



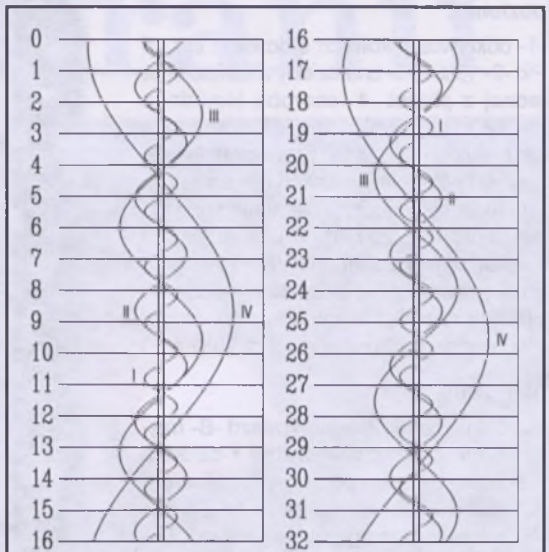
Rys. 1. Planety Merkury i Wenus nad zachodnim horyzontem (w Warszawie) pod koniec zmierzchu cywilnego od maja do czerwca 1999 (około godzinę po zachodzie Słońca).



Rys. 2. Trasa planetoidy (4) Westa na tle gwiazd gwiazdozbioru Lwa w maju 1999 (zaznaczone gwiazdy do 9^m).



Rys. 3. Trasa planetoidy (41) Daphne na tle gwiazd gwiazdozbioru Herkulesa w maju 1999 (zaznaczone gwiazdy do 10.5^m).



Rys. 4. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w czerwcu 1999 (I – Io, II – Europa, III – Ganimedes, IV – Callisto). Przerwa w trasie księżyca oznacza przebywanie satelity w cieniu planety.

29^{d}00^{h}15^m Początek zakrycia II księżyca Jowisza (Europy) przez tarczę planety.

29^{d}01^{h}07^m Cień III księżyca Jowisza (Ganimedesa) wchodzi na tarczę planety.

UWAGA: *Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie uniwersalnym UT (Greenwich).*

Aby otrzymać datę w obowiązującym w maju i czerwcu w Polsce „czasie letnim", należy dodać 2 godziny.

Momenty złączeń podane są dla geocentrycznych złączeń w rektascensji. Podane są ***wszystkie*** *złączenia, nie tylko widoczne w Polsce.*

Opracował T. Ściężor

Ciekawe adresy internetowe...

Astronomy Picture of the Day http://antwrp.gsfc.nasa.gov/apod/astropix.html

Codziennie nowe zdjęcie/obraz związane z astronomią. W krótkim tekście towarzyszącym znajduje się szereg odnośników prowadzących do znacznie bardziej szczegółowych zasobów Internetu.

Latest HST Releases http://www.stsci.edu/pubinfo/Latest.html

Ostatnie, udostępnione publicznie zdjęcia z HST. Oprócz samych obrazów (w różnych zdolnościach rozdzielczych) dostępne są przygotowane dla prasy opisy, niekiedy można też znaleźć schematy, animacje czy odnośniki prowadzące do dodatkowych informacji na dany temat. Istnieje również archiwum dostępnych zdjęć uzyskanych z pomocą HST — poklasyfikowanych według roku obserwacji jak i rodzaju obserwowanych obiektów, ale aby się tam dostać, należy skrócić adres o jego ostatni człon /Latest.html.

Sky and Telescope Magazine http://www.skypub.com/

Ten adres nie potrzebuje reklamy — jest to internetowa strona (czy jak kto woli — witryna) pisma „Sky and Telescope" — najlepszego popularnego magazynu astronomicznego na świecie. Można z niej trafić do wielu ciekawych miejsc, błądzenie po tym labiryncie może zająć sporo czasu...

Galileo Home Page http://www.jpl.nasa.gov/galileo/

Ciągle aktywna misja GALILEO ma również swoją witrynę w Internecie. Jest to kopalnia unikalnych zdjęć Jowisza i jego satelitów (zasoby są ciągle uzupełniane). Dodatkowe odnośniki pozwalają na lepsze poznanie dziwnego świata Jowisza i jego księżyców.

Krzyżówka Urania-PA 2/99

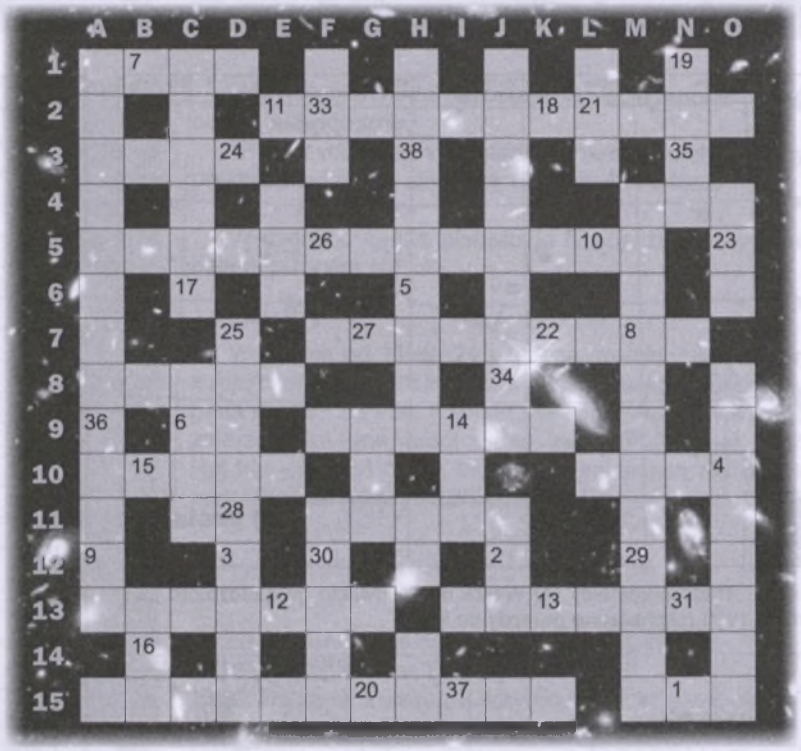
KRZYŻÓWKA

poziomo:

-1- odkrywca pyłowych otoczek α Lyr i β Pic -2- 10 μm -3- znaleziony w atmosferze jednej z planet -4- choroba Howkinga -5- 32 m w Piwnicach -7- Cassegraina lub Newtona -8- „widzi" powierzchnię Wenus -9- południowy • skrzydło Łabędzia -10- składnik chmur na Neptunie • optycznie cienki lub gruby -11- P-L po angielsku • autor prawa załamania fal -13- swoją nazwę zawdzięcza Kopernikowi • ojczyzna Flammariona -15- miesiąc Orionidów • katalog gwiazd podwójnych z 1932 r.

pionowo:

-A- do mierzenia średnic gwiazd -B- między ζ i θ -C- oddział instytucji • oznacza dioptrię -D- „szczęście szczęśliwych" w Wodniku -E- runda dookoła Słońca -F- potrzebna do oglądania gwiazd • Tarcza w dopełniaczu -G- imię wielu arabskich astronomów -H- miała przeprowadzić pierwszą lekcję z kosmosu • były • oznacza galaktykę nieregularną -I- heliakalny wschód Syriusza zapowiadał jego wylew -J- inaczej półkula • skrót oznaczający Lutnię -L- tyle Herschel odkrył księżyców Urana -M- przybliżenie wielkości dokładnej inną -N- imię najbardziej znanego lunonauty -O- zrzesza naszych komeciarzy • wynaleziony przez Hadleya (*jd*)



Litery z pól ponumerowanych od 1 do 38 utworzą rozwiązanie, które należy przysłać z dołączonym kuponem na adres redakcji. Wśród osób, które do końca kwietnia 1999 r. nadeślą prawidłowe rozwiązania, rozlosujemy nagrody książkowe.

Rozwiązaniem krzyżówki z numeru 6/98 jest hasło: ODKRYWANIE TAJEMNIC NATURY GWIAZD. Nagrody książkowe wylosowali pp. *Jerzy Migdał* z Dęblina i *Zygmunt Tomaszewski* z Leszna. Gratulujemy. Nagrody prześlemy pocztą.

KONKURS

Czy znasz Układ Słoneczny?

Po trzeciej, trudnej części naszego Konkursu, część IV okazała się bardzo łatwa. Nielicznym uczestnikom zdarzyło się źle rozpoznać Ariela oraz pomylić Merkurego z Księżycem. Cztery konkursowe zdjęcia przedstawiały kolejno: 1) kratery z powierzchni Merkurego; 2) południowy biegun Ziemi; 3) księżyc Urana Ariel; 4) księżyc Marsa Fobos.

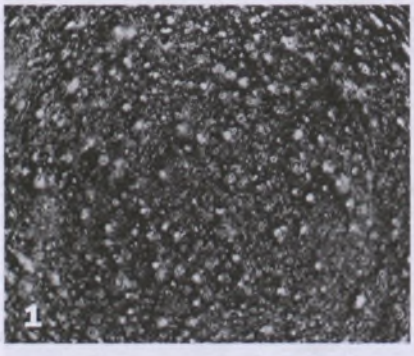
W bilansie ogólnym maksymalną ilość punktów (**114**) posiadają obecnie: **Tadeusz Karamucki**, **Ariel Majcher, Tadeusz Maliszewski** i **Artur Pilarczyk**. Tym SUS-om ustępują tylko 10 punktami: Lech Barski, Andrzej Chyłek, Dariusz Jąkalski, Krzysztof Kandzia, Jerzy Łągiewka, Wojciech Piskorz, Kamila Szafrańska, Łukasz Walec i Bogusław Wrona. Nagrodę książkową wylosował Rafał Pliszka. Gratulujemy, nagrodę wyślemy pocztą.

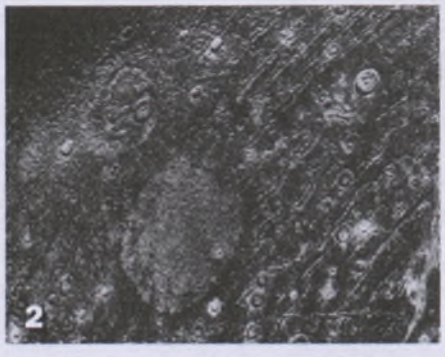
W VI części konkursu zdobyć można 30 punktów (po 10 za każdą prawidłową odpowiedź). Wystarczy podać tylko nazwy ciał niebieskich, które we fragmencie przedstawione są na prezentowanych niżej zdjęciach.

Drobnymi nagrodami honorujemy wylosowane osoby, które udzieliły prawidłowych odpowiedzi w danej edycji konkursu, natomiast na zdobywcę maksymalnej ilości punktów, po zakończeniu konkursu, czeka nagroda specjalna.

Odpowiedzi prosimy przesyłać na adres redakcji do końca kwietnia1999r. Na kartkach prosimy nakleić kupon konkursowy (tylko kartki z kuponem biorą udział w losowaniu nagród). Uwaga: aktualną listę uczestników i zdobytych przez nich do tej pory punktów można znaleźć na naszych stronach internetowych pod adresem: urania.camk.edu.pl/konkurs.

Kupon konkursowy Czy znasz Układ Słoneczny? Urania-PA 2/99





Galeria Uranii

Czy można wziąć Słońca w ramiona? Okazuje się, że tak. Przynajmniej na fotografii i nawet bez fotomontażu, czego dowodem zdjęcie nadesłane przez Veselkę (patrz „Czytelnicy piszą...") a wykonane przez grupę „Łowców skarbów nieba" (STH — ang. Star Treasures Hunters") z Bułgarii. Ich zdjęcia można dość często spotkać w bułgarskim odpowiedniku naszej *Uranii-PA* — miesięczniku *АндромедА*.

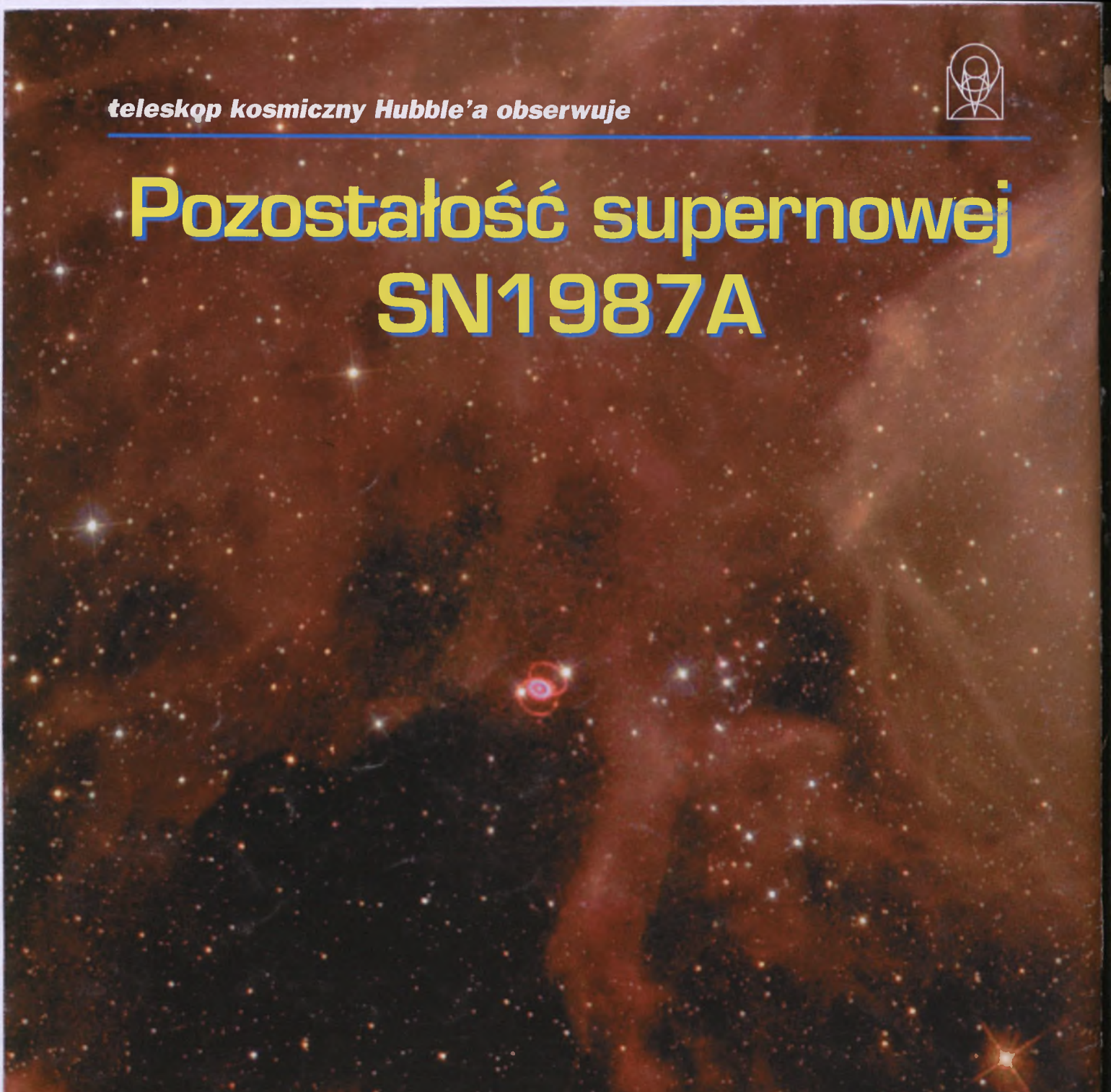
Natomiast zdjęcia prezentowane niżej są plonem konkursu „Wakacyjne zdjęcie nieba".

Malowniczy zachód Słońca to dzieło Tomasza Tyranowskiego z Krakowa. Zdjęcie wykonane zostało w Slopnicach koło Limanowej, przy użyciu teleobiektywu MTO 1000 i telekonwertera ×2 na filmie Fuji Color 100 ASA z czasem ekspozycji 1/55 s.

Zdjęcie fragmentu okołosłonecznego halo 22° wraz ze słońcem pobocznym wykonał Jarosław Malec z Ząbkowic Śl. (Zenit E + obiektyw standardowy z przesłoną 16, czas eksp. 1/500 s., film Kodak GOLD ULTRA 400). Jest On również autorem ciekawie sfotografowanego Księżyca w pejzażu dymiącego Śląska (Zenit E + „szukacz komet", film Kodak Royal 400, t_{exp} = 1/60 s).

WAKACYJNE ZDJĘCIE NIEBA

Pozostałość supernowej SN1987A



Lśniące gwiazdy oraz kłęby i smugi międzygwiezdnego gazu tworzą wspaniałą scenerię dla ginącej masywnej gwiazdy, znanej jako supernowa 1987A. Astronomowie zaobserwowali jej wybuch w Wielkim Obłoku Magellana 23 lutego 1987 r.

Otrzymany za pomocą teleskopu kosmicznego obraz ukazuje pozostałość po supernowej w otoczeniu pierścieni ekspandującej materii, a wszystko to zanurzone w gęstwinie zewnętrznych, dyfuzyjnych obłoków gazowych. Bardzo jasne niebieskie gwiazdy w pobliżu supernowej to gwiazdy o masach przeszło sześciokrotnie większych niż masa naszego Słońca. Ich wiek wynosi 12 milionów lat i są one członkami tego samego pokolenia gwiezdnego co gwiazda, która przeszła etap supernowej. Obecność jasnych obłoków gazowych jest jeszcze jednym świadectwem młodości tego obszaru, który wydaje się być płodną wylęgarnią nowych gwiazd.

Jeszcze przez wiele lat szybko poruszająca się materia będzie zmiatać wewnętrzny pierścień ogrzewając i pobudzając jego gaz, co owocować będzie nową serią kosmicznych fajerwerków i zapierających dech w piersiach widoków przez następne lata.

Prezentowany obraz jest kompilacją zdjęć supernowej i jej sąsiedztwa uzyskanych Szerokokątną Kamerą Planetarną WFPC2 w latach1994, 1996 i 1997. (*jd*)

Fot. Hubble Heritage Team (AURA/STScI/NASA)

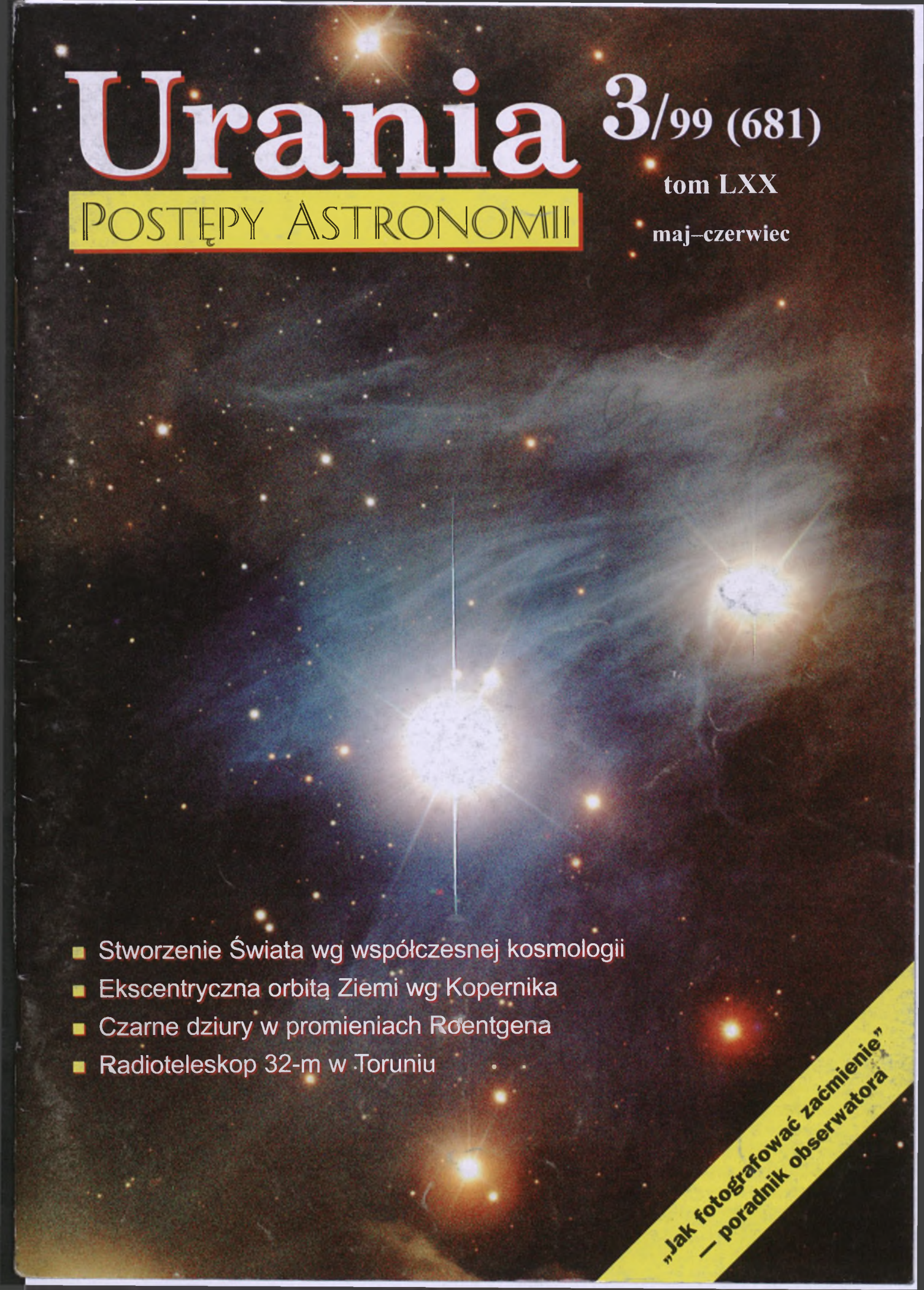
Urania

Postępy Astronomii

3/99 (681)

tom LXX

maj–czerwiec



- Stworzenie Świata wg współczesnej kosmologii
- Ekscentryczna orbitą Ziemi wg Kopernika
- Czarne dziury w promieniach Roentgena
- Radioteleskop 32-m w Toruniu

„Jak fotografować zaćmienie" — poradnik obserwatora

NGC 2997

Galaktyka spiralna NGC 2997 znajduje się na południowym niebie w gwiazdozbiorze Pompa (Antlia). Prezentowane tu zdjęcie zostało uzyskane teleskopem nr 1 (obecnie ANTU) zespołu VLT na Cerro Paranal w Chile rankiem 5 marca 1999, czyli w dniu „chrztu" (nadania nazw) teleskopom VLT (patrz str. 131). Jest to kompozycja 3 oddzielnych ekspozycji w barwach: zielonej V, czerwonej R i w bliskiej podczerwieni I, których rozdzielczość kątowa obrazu oceniana jest na ok. 0.3 sekundy łuku. Pole tu prezentowanego obrazu ma rozmiar ok. 3.4×3.4 (minuty łuku)^2, czyli, biorąc pod uwagę odległość do tej galaktyki równą 55 min lat światła, 55×55 tysięcy lat światła. (fot. ESO)

Szanowni i Drodzy Czytelnicy,

*„**Stworzenie świata według współczesnej kosmologii**" to tytuł artykułu otwierającego ten zeszyt „Uranii". Jego autorem jest ksiądz profesor Michał Heller, znakomity kosmolog i filozof. Jest to jeden z rozdziałów książki Księdza Profesora pt. „Czy fizyka jest nauką humanistyczną?" Autor analizuje w nim samo pojęcie stworzenia świata zarówno z punktu widzenia filozofii i teologii, jak i współczesnej kosmologii relatywistycznej i kwantowej. Jesteśmy przekonani, że ten piękny i jasny wykład historii Wszechświata odpowie na pytania dotyczące początków Kosmosu, stawiane przez wielu naszych Czytelników.*

*Promienie X pozwoliły astronomom przeniknąć w najbliższe sąsiedztwo **czarnej dziury** i zajrzeć do obszarów, gdzie grawitacja jest miażdżąca, temperatury niewyobrażalne, a wyzwalane energie iście piekielne. Te najbardziej niezwykłe obiekty Wszechświata, jakie mogą badać współcześni astronomowie, czarne dziury, są przedmiotem kolejnego artykułu mgr Marka Gierlińskiego i profesora Andrzeja Zdziarskiego. Jest to kontynuacja artykułu z poprzedniego zeszytu.*

*Profesor Antoni Opolski prowadzi nas po kolejnych rozdziałach Kopernikowskiego „De Revolutionibus". Śledzimy razem z Profesorem drogę rozumowania — obliczenia, przy pomocy których Mikołaj Kopernik udowodnił, że obserwowany ruch Słońca po ekliptyce jest ruchem pozornym i że „ruch ciał niebieskich jest jednostajny, kolisty lub z ruchów kolistych złożony". Jak poradził sobie Kopernik z **ekscentrycznością orbity ziemskiej** i czy dobrze wyjaśnił obserwowany ruch Słońca? Na to pytanie Czytelnicy znajdą odpowiedź w artykule Profesora Opolskiego na str. 118.*

*Wielu Czytelników pytało nas ostatnio o największy polski **32-metrowy radioteleskop**. Dziś jeden z jego twórców, mgr Eugeniusz Pazderski, przedstawia nam wiele tajników jego konstrukcji, jego wyposażenia i problemów eksploatacji. Jest to dobrej klasy europejskiej, „żywy", ciągle udoskonalany i pracujący 24 godziny na dobę, instrument badawczy. Wkrótce napiszemy więcej o astronomii uprawianej tym instrumentem.*

*Bieżące **Rozmaitości** bogate są w doniesienia o nowych odkryciach astronomicznych, nowych teleskopach oddawanych w ręce astronomów i nowych obrazach odległych galaktyk. Dużo miejsca poświęcamy sierpniowemu **zaćmieniu Słońca**. Pragniemy w ten sposób dać jak najwięcej informacji, aby nasi Czytelnicy mogli dobrze przygotować się do tego największego w tym wieku w Europie spektaklu astronomicznego. W naszej **Galerii Mgławic Messiera** przedstawiamy kilka mniej znanych gromad oraz jedną z najsłynniejszych mgławic planetarnych M27. Obecna jest rubryka **Astronomia w Szkole,** choć w polskiej szkole jest coraz mniej astronomii. Relacjonujemy miłośnicze obserwacje gwiazd zmiennych w roku 1998 i, jak zwykle, publikujemy **Kalendarz astronomiczny**.*

*W **In memoriam** przypominamy sylwetkę niedawno zmarłego w USA znanego fizyka, **profesora Stanisława Mrozowskiego**. Odszedł jeden z twórców polskiego ruchu miłośników astronomii, założyciel międzyszkolnego Koła Miłośników Astronomii w Gimnazjum im. Mikołaja Reja w Warszawie w roku 1919, z którego wyrosło w roku 1921 ogólnopolskie Towarzystwo Miłośników Astronomii. Ten „platoniczny miłośnik astronomii", członek honorowy PTMA, znakomity, światowej sławy Uczony, był też wielkiego formatu człowiekiem i polskim patriotą całym sercem oddanym Nauce i Ojczyźnie.*

Życzę Państwu przyjemnej lektury

Andrzej Woszczyk

Toruń, w kwietniu 1999 roku

BIBLIOTEKA UNIWERSYTECKA

Red.: *Pan inżynier Stefan Heise z Bydgoszczy przeprowadził bardzo wnikliwą korektę merytoryczną ostatnich dwóch roczników naszego pisma. Zwrócił nam uwagę na szereg m.in. literowych potknięć w cytowanych wzorach czy na poprawność niektórych naszych porównań czy sformułowań. Jesteśmy Mu za to ogromnie wdzięczni. Wiele poruszonych przez Pana Inżyniera spraw wyjaśnialiśmy sobie w bezpośredniej korespondencji. Dziś chcemy zacytować fragment Jego listu w sprawie, która może nurtować też i innych czytelników i przedstawić nasze wyjaśnienie.*

(...) W „Uranii-PA" nr 1/99 str.44 jest: 4^d 13^h Złączenie Merkurego z Jowiszem w odległości 4° (chodzi o marzec). W dniu 4 marca 1999 r. nie nastąpiło złączenie (czyli, o ile wiem, zrównanie w rektascensji) Merkurego z Jowiszem. Wynika to m.in. z książki „Efemerydy planet 1920–2020", która jest co prawda przeznaczona dla astrologów, ale efemeryda jest efemerydą. Z podanych tam współrzędnych ekliptycznych oraz deklinacji można łatwo wyliczyć rektascensję, która dla Merkurego wynosi 0°.74, a dla Jowisza 4°.55, a więc do złączenia dużo brakuje.

Wynika to zresztą również z „Rocznika astronomicznego" na 1999 r. Co więcej, w miesiącu marcu Merkury w ogóle z Jowiszem się nie „złączy", ponieważ ten drugi zwiększa systematycznie rektascensję, a Merkury zmniejsza (ruch wsteczny od 10 III). A swoją drogą, szkoda, że na mapce zamieszczanej od kilku miesięcy w kalendarzu astronomicznym pokazuje się tylko Merkurego i Wenus, a brakuje Jowisza, który plasuje się gdzieś między tymi planetami.

Stefan Heise
Bydgoszcz

Szanowny Panie,
Oczywiście, ma Pan rację, że w dniu 4 marca 1999 nie nastąpiło złączenie (koniunkcja) Merkurego z Jowiszem, jeżeli zdefiniujemy to zjawisko jako zrównanie w rektascensji. Rzeczywiście, taka jest definicja koniunkcji. Inna definicja podaje, że koniunkcja występuje wtedy, gdy następuje zrównanie planet w długości ekliptycznej. Jednak przecież można sobie z łatwością wyobrazić sytuację, gdy np. Merkury „podchodzi" ruchem prostym na odległość np. 1' od Jowisza, a potem się cofa ruchem wstecznym, a złączenie w rektascensji nie następuje. Czy taki układ dwóch planet w odległości 1' nie jest wart uwzględnienia? Czy wyłącznie ze względu na „biurokrację astronomiczną" nie można tego uznać za złączenie? Przecież te planety naprawdę są „złączone"! I jest to nadal zjawisko godne zaobserwowania. Dlatego też w przypadku złączeń planetarnych podaję te tzw. „prawdziwe koniunkcje", co zostało zresztą opisane w moim książkowym „Kalendarzu Astronomicznym".

Nieco odmiennie sprawa wygląda dla koniunkcji planet z Księżycem. Przede wszystkim Księżyc jest położony blisko Ziemi i zjawisko paralaksy sprawia, że dla różnych miejsc na Ziemi złączenie ma różną wielkość i występuje w różnych momentach. Dlatego właśnie dla Księżyca podaje się momenty ***geocentrycznych*** *złączeń w rektascensji. Geocentrycznych, czyli dla teoretycznego obserwatora umieszczonego w środku Ziemi. To, oraz fakt, że podano złączenie w rektascensji, umożliwia zainteresowanemu obserwatorowi obliczenie parametrów złączenia w miejscu obserwacji.*

Obydwie powyższe uwagi powinny chyba być rzeczywiście zamieszczone w notce pod koniec każdego Kalendarza.

Natomiast rzeczywiście, na załączanych mapkach wyglądu horyzontu powinny być też inne planety, a nie tylko Merkury i Wenus, jeżeli tylko znajdują się w okolicy. Zostanie to uwzględnione na kolejnych mapkach.

Za wszelkie uwagi dziękuję.

Tomasz Ściężor

***

Red.: *Pan Kazimierz Bielecki z Kielc, emerytowany matematyk i miłośnik astronomii od prawie 50 lat (były wiceprezes Oddziału Kieleckiego PTMA), w długim liście do Redakcji pozytywnie ocenia nasze pismo i przedstawia swoje propozycje tematyki przyszłych artykułów pisząc:*

Chętnie przeczytałbym artykuły na następujące tematy:

1. Prądy elektryczne i wyładowania w atmosferach Ziemi, Wenus, Jowisza i innych planet... O roli pola elektrycznego, prądów wirowych i konwekcyjnych w oceanie jowiszowym...
2. Obłoki srebrzyste.
3. Plamy na gwiazdach — ich związek z konwekcją i polem magnetycznym. Jak plamy mogą wyglądać na gwiazdach ciągu głównego? Czy gwiazdy neutronowe mają plamy?
4. Czarne dziury a neutrina. Jak reaguje strumień neutrin z czarną dziurą?
5. Prędkość inflacji Wszechświata od osobliwości.

I każdą z tych propozycji krótko uzasadnia.

Szanowny Panie Profesorze, Dziękujemy pięknie za miłe słowa i życzenia. Pański list jest cenną wskazówką dla programu naszej pracy i wyboru interesujących naszych Czytelników tematów przyszłych publikacji. Pragnęlibyśmy otrzymywać wiele takich listów! Jak Pan zapewne zauważył, w tegorocznych numerach U-PA poruszyliśmy już niektóre z interesujących Pana zagadnień, a do innych będziemy nawiązywali w kolejnych zeszytach, bo zapewne interesują wielu naszych Czytelników.

***

*Wiele listów, które Czytelnicy nasi mają zamiar skierować do Redakcji U-PA, jest adresowanych wprost do Uniwersytetu Mikołaja Kopernika. Uniwersytet to m.in. zespół przeszło 30 obiektów ulokowanych w różnych miejscach miasta Torunia. Aby taki list trafił do nas, ktoś musi go najpierw przeczytać i domyśleć się, gdzie go skierować. Prosimy więc o jasne określenie swoich intencji i pisanie na kopercie „**Redakcja Uranii-Postępów Astronomii**" itd. Niektórzy nasi korespondenci zapominają też podać swoje nazwisko i adres. Jest to szczególnie kłopotliwe, gdy chodzi o rozwiązania któregoś z naszych konkursów, bo do kogo mamy wysłać ewentualną nagrodę?*

Redakcja

Tu może być reklama Twojej Firmy!

Nasz cennik jest następujący:
cała strona kolorowa: 1000.00 zł
cała strona czarno-biała: 400.00 zł
Przy mniejszych formatach dla stron czarno-białych:
1/2 str.: 300.00 zł; 1/4 str.: 200.00 zł; 1/8 str.: 100.00 zł
— ten rozmiar traktujemy jako najmniejszy „moduł".
Podobnie jest ze stroną kolorową.
Istnieje możliwość negocjowania warunków.

Zapraszamy na nasze łamy!

O B S E R W A T O R Z Y N I E B A !

W najbliższych dniach ukaże się w sprzedaży wysyłkowej największy polski

ATLAS NIEBA

format A4, ponad 1 000 000 gwiazd do 12^m, ponad 1000 obiektów NGC/IC
592 mapy szczegółowe 10°×8° + 32 mapy poglądowe 50°×40°
100 stron bogatych i precyzyjnych tabel opisujących blisko 10 000 obiektów

Wszystkich zainteresowanych proszę o wysłanie kartki pocztowej z własnym adresem i dopiskiem „ATLAS" na adres: Piotr Brych, ul. Stalowa 26 m.20, 03-426 Warszawa. Wkrótce zostanie Wam przesłana dokładna informacja o zawartości atlasu i sposobie jego zakupu. Planowana cena atlasu — ok. 60 zł.

Urania
POSTĘPY ASTRONOMII

(PL ISSN 0032-5414/ 0042-07-94)

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstałe poprzez połączenie się **„Uranii"** — dotychczasowego miesięcznika PTMA, ukazującego się od 1922 roku i **„Postępów Astronomii"** — dotychczasowego kwartalnika PTA, wychodzącego od 1953 roku. Patronat: Polskie Towarzystwo Astronomiczne i Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii". Pismo jest częściowo finansowane przez KBN i Komitet Astronomii PAN.

Redaktor Naczelny:
Andrzej Woszczyk, CA UMK Toruń

Zespół Redakcyjny:
Marek Gołębiewski, CA UMK Toruń
Magdalena Kożuchowska, CAMK W-wa
Krzysztof Rochowicz, CA UMK Toruń
Roman Schreiber, CAMK Toruń

Opracowanie graficzne i skład komputerowy:
Jacek Drążkowski

Korekta:
Bożena Wyrzykowska

Adres Redakcji:
Uniwersytet M.Kopernika
ul.Chopina 12/18
87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 52, 611 34 50
fax. (0-56) 62 19 381

Poczta elektroniczna (E-mail adress):
aw@astri.uni.torun.pl

Adres WWW:
http://urania.camk.edu.pl

Druk:
Zakład Poligraficzno-Wydawniczy
POZKAL, Inowrocław

Dystrybucja:
Barbara Gertner, CA UMK,
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 14
E-mail: basia@astri.uni.torun.pl

Prenumerata w roku 1999 kosztuje 36 zł. Można również zamawiać pojedyncze zeszyty w cenie 7.50 zł.

Numer zamknięto w kwietniu 1999

*** Materiałów nie zamówionych Redakcja nie zwraca, a wykorzystując zastrzega sobie prawo do ich redagowania i skracania * Przedruk materiałów i zdjęć tylko za zgodą Redakcji. * Opinie i poglądy formułowane przez Redakcję i Autorów nie reprezentują oficjalnego stanowiska obu patronujących nam Towarzystw ***

W NUMERZE

100 ***Stworzenie świata według współczesnej kosmologii***
Michał Heller

Jednym z największych osiągnięć nauki drugiej połowy naszego stulecia jest zrekonstruowanie historii Wszechświata wstecz, aż do jej najwcześniejszych momentów. Prezentowany tekst jest analizą samego pojęcia stwarzania towarzyszącego modelom opisującym początek Wszechświata.

106 ***Czarne dziury w promieniach Roentgena cz.II***
Marek Gierliński, Andrzej A. Zdziarski

Odkrycie silnych źródeł promieniowania rentgenowskiego uzmysłowiło astronomom konieczność stworzenia całkiem nowych teorii. Rychło zdano sobie sprawę, że jedynym rozsądnym mechanizmem tłumaczącym obserwacje jest akrecja materii na zwarty obiekt — gwiazdę neutronową bądź czarną dziurę.

111 ***Ekscentryczna orbita Ziemi w układzie planetarnym Kopernika***
Antoni Opolski

W swoim modelu układu planetarnego Kopernik uznał, że w przypadku Ziemi wystarczy przyjąć najprostszy przypadek — ruch po jednym okręgu. Ale wtedy powstaje problem wyjaśnienia niejednostajnego przesuwania się Słońca w swym pozornym ruchu po ekliptyce.

115 ***Sekrety 32-m radioteleskopu w Toruniu***
Eugeniusz Pazderski

Toruński radioteleskop RT-4 jest ważnym instrumentem badawczym w naszej części Europy. Autor, jeden z twórców tego teleskopu, odkrywa nam wiele tajemnic jego budowy, wyposażenia i eksploatacji.

w kolorze: *RT-4 (okł.II); Całkowite zaćmienia Słońca (wkładka); Galeria „Uranii" (okł.III); NGC 2997 (okł. IV)*

rozmaitości: *Porażka masywnej ciemnej materii? (127); Tysięczny pulsar (127); Badania komet in situ (128); Trzęsienia Ziemi — Księżyc niewinny (130); Mokry Wszechświat (130); Największy teleskop świata już pracuje! (131)*

119 **elementarz Uranii:** *W cieniu Księżyca, czyli... czego nie zobaczymy w Polsce*

121 **poradnik obserwatora:** *Zaćmienie w obiektywie*

124 **Galeria Mgławic Messiera:** *Hantle wśród gwiazd (M25–M30)*

132 **astronomia w szkole:** *Kosmiczny piruet*

134 **P.T. Miłośnicy Astronomii obserwują:** *Obserwacje gwiazd zmiennych w 1998 roku, czyli parada supernowych*

136 **in memoriam:** *Stanisław Wojciech Mrozowski (1902–1999)*

139 **kalendarz astronomiczny '99:** *lipiec– sierpień*

143 **ciekawe adresy internetowe...**

144 **krzyżówka i konkurs** *Czy znasz Układ Słoneczny? (cz. VII)*

NA OKŁADCE

Obszar Chamaeleon I — kompleks jasnych mgławic i gorących gwiazd — w gwiazdozbiorze Kameleona, blisko południowego bieguna nieba. Obraz ten został uzyskany przez złożenie 6 zdjęć zrobionych w pierwszych dniach marca 1999 roku teleskopem nr 1 (ANTU) zespołu VLT w Chile w barwach widzialnej V, czerwonej R i podczerwonej I. Prezentowane pole mierzy 6.8 × 11.2 (minuty łuku)^2.

Materiały dotyczące wyników obserwacji teleskopu kosmicznego Hubble'a uzyskano dzięki uprzejmości doktora F. Duccio Macchetto, przedstawiciela Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA) w *Space Telescope Science Institute* w Baltimore (USA)

Michał Heller

Stworzenie Świata według współczesnej kosmologii

Niniejszy tekst pochodzi z książki Michała Hellera „Czy fizyka jest nauką humanistyczną?" Wydawnictwa Diecezji Tarnowskiej Biblos, 1998.

Wprowadzenie

Jednym z największych osiągnięć nauki drugiej połowy naszego stulecia jest zrekonstruowanie historii Wszechświata wstecz, aż do jej najwcześniejszych momentów. Zostało to osiągnięte przy pomocy następującej metody. Staramy się obserwacyjnie poznać stan Wszechświata w pewnej epoce i pytamy, z jakich stanów wcześniejszych stan ten mógł wyewoluować dzięki znanym prawom fizyki. W istocie obserwacyjnie zbadaliśmy stan Wszechświata w dwu różnych epokach: w tzw. epoce dzisiejszej, tzn. epoce, w której głównymi strukturami Wszechświata są galaktyki i gromady galaktyk i w tzw. epoce ostatniego oddziaływania, w której promieniowanie elektromagnetyczne, wypełniające Wszechświat, po raz ostatni oddziaływało z innymi postaciami materii. Znajomość tych dwóch stanów Wszechświata pozwoliła zrekonstruować historię Wszechświata wstecz aż do chwili (zwanej epoką lub progiem Plancka), odległej od hipotetycznej chwili „t = zero" o niewiarygodnie mały ułamek sekundy, a mianowicie o 10^{-44} s. Oczywiście, im bliżej progu Plancka (idąc wstecz), tym nasza wiedza jest bardziej rozmyta, wymagająca coraz silniejszych dodatkowych założeń. Mamy poważne racje, by przypuszczać, że zrekonstruowanie stanu Wszechświata poza progiem Plancka wymaga „nowej fizyki" opartej na kwantowej teorii grawitacji. Wprawdzie takiej teorii dziś nie posiadamy, istnieje jednak szereg modeli roboczych, dających wyobrażenie, jak taka teoria może wyglądać. Niektóre z tych prób, choć ciągle mają charakter „zabawkowych modeli", idą tak daleko, że starają się wytłumaczyć samo zaistnienie Wszechświata. Modele te często nazywa się *modelami stwarzania*; bardziej ambitni autorzy mówią nawet o *teoriach stwarzania* (*creation theories*). Celem niniejszego rozdziału jest nie tyle przedstawienie tego rodzaju modeli, ile raczej analiza samego pojęcia stwarzania, jakie w tych modelach funkcjonuje. Uczynię to głównie na przykładzie najbardziej znanego modelu tego typu, a mianowicie modelu Hartle'go-Hawkinga. Celem nakreślenia szerszego kontekstu pojęciowego, zacznę od krótkiego naszkicowania ewolucji pojęcia stworzenia w filozofii i teologii; następnie przedstawię wczesne spory dotyczące „początku świata" w kosmologii relatywistycznej (niekwantowej), by wreszcie przejść do analiz „modeli stwarzania" w kosmologii kwantowej, nieco dokładniej rozpatrując kwestię genezy praw przyrody. Próba wniosków dopełni całości przeprowadzonych analiz.

Z dziejów pojęcia stworzenia

Grecka starożytność nie znała idei „stwarzania z nicości". Najbliżej jej był Platon, gdy w *Timajosie* przedstawiał stworzenie świata jako porządkowanie przez Demiurga pierwotnej, chaotycznej materii. Zwłaszcza gdy uświadomimy sobie, że dla Platona chaos oznaczał nie tyle (czy też nie

tylko) bałagan, lecz coś w rodzaju otchłani graniczącej z pustką. Nic więc dziwnego, że gdy pierwsi pisarze chrześcijańscy stanęli przed zadaniem myślowego opracowania biblijnej idei stwarzania (w Starym Testamencie przeżywanej raczej niż poddawanej systematycznej refleksji), po prostu sięgnęli do Platona. Dla Justyna Męczennika, Ireneusza, Klemensa Aleksandryjskiego stwarzanie jest ciągle jeszcze porządkowaniem przez Boga pierwotnego chaosu. Koncepcja stworzenia jako przejścia od nieistnienia do istnienia pojawia się już w *Pasterzu Hermasa*, ale jej pełne opracowanie teologia (i filozofia) zawdzięcza Orygenesowi i św. Augustynowi. Zwłaszcza u tego ostatniego „filozofia stworzenia" została uzupełniona głębokimi rozważaniami na temat czasu i wieczności.[1]

Neoplatońsko-augustiańskie podejście zdominowało teologię (nie wyodrębnioną jeszcze jasno z filozofii) pierwszej części średniowiecza. Istotną nowością w ewolucji pojęcia stworzenia była konfrontacja teologii średniowiecznej z nowo odkrytą w XIII w. myślą Arystotelesa[2]. Jeden z głównych powodów oporu autorytetów kościelnych wobec tej myśli stanowiło przekonanie Arystotelesa o wieczności świata. Natury rzeczy są niezmienne i wieczne; nie istnieje żadna racja przemawiająca za tym, że mogłyby one rozpocząć swoje istnienie w czasie. Recepcję arystotelizmu Europa zawdzięcza w dużej mierze Tomaszowi z Akwinu, któremu udało się zneutralizować opór wobec arystotelesowskiej filozofii przyrody przez wprowadzenie rozróżnienia pomiędzy początkiem świata a jego stworzeniem.

Stworzenie jest ciągłą zależnością bytu przygodnego (czyli świata) od Bytu Koniecznego (czyli Boga) i nic nie stoi na przeszkodzie, by ta zależność rozciągała się od „minus czasowej nieskończoności" do „plus czasowej nieskończoności". A zatem pojęcie świata „wiecznego, ale stworzonego" nie mieści w sobie sprzeczności. Co więcej, Tomasz uważał, iż to, że świat musi być stworzony, można udowodnić przy pomocy filozoficznych argumentów, natomiast to, iż świat miał początek, może być tylko prawdą wiary[3].

Następny ważny etap w rozwoju refleksji nad stworzeniem był ściśle związany z „odkryciem" przestrzeni na początku czasów nowożytnych[4]. W starożytności i średniowieczu nie pojawiła się potrzeba wprowadzenia przestrzeni; całkowicie zastępowało ją pojęcie miejsca. Wszechświat „zajmował miejsce" ograniczone sferą gwiazd stałych, poza którą nie było nic, nawet próżni. Usunięcie sfery gwiazd stałych, jakie dokonało się w wyniku rewolucji kopernikowskiej, zamieniło „miejsce Wszechświata" na rozciągającą się do nieskończoności przestrzeń Euklidesową. Centralnymi postaciami w ciągu tych przemian byli Kartezjusz ze swoją ideą geometryzacji fizyki i Newton, którego autorytet na długo zapewnił miejsce idei absolutnej przestrzeni w klasycznej wizji świata. Zagadnienie stworzenia pojawiło się wprost w polemice Leibniza z Samuelem Clarkiem, wyrazicielem poglądów Newtona. Clarke utrzymywał (za Newtonem), że stworzenie świata nastąpiło *w czasie i w przestrzeni*, tzn. w pewnej chwili absolutnego czasu i w pewnym obszarze absolutnej przestrzeni Bóg powołał świat do bytu. Leibniz natomiast twierdził, że Bóg stworzył świat *z czasem i z przestrzenią*; ponieważ czas i przestrzeń sprowadzają się do relacji porządkujących zdarzenia, przed stworzeniem nie mogło być ani czasu, ani przestrzeni. U Leibniza odżyła więc starożytna idea (której wyrazicielem był św. Augustyn), że nie ma sensu mówić o czasie przed powstaniem materialnego świata.

Pojęcie absolutnego czasu odgrywało wprawdzie ważną rolę w obrazie świata klasycznej fizyki, ale czynnik czasu nie miał w tym obrazie charakteru twórczego. Świat był deterministyczny i, ściśle rzecz biorąc, mogło w nim powstać tylko to, co było zakodowane w jego warunkach początkowych. Idea ewolucji dojrzewała stopniowo. Proces ten zaczął się jeszcze na długo przed Darwinem i z geologii stopniowo przechodził do nauk o życiu. Ślady przeszłości zachowane w skamienielinach ukazywały Ziemię inną niż jest obecnie. Teoria Darwina stała się etapem przełomowym. Po niej już wszędzie zaczęto dostrzegać dynamizm procesów zachodzących w czasie[5]. Gdy pełne nieporozumień (i wzajemnych niezrozumień po obydwu stronach) spory stopniowo ustępowały miejsca trzeźwym analizom, idee ewolucyjne zaczęły wywierać wpływ także na teologię.[6] Coraz częściej Tomaszową definicję stworzenia jako „dawania istnienia" zaczęto rozumieć dynamicznie: ewolucja — już nie tylko biologiczna, lecz wręcz kosmologiczna — nie jest czymś różnym od stworzenia. Stworzenie i ewolucja to dwa aspekty tego samego.[7] Znaczną rolę w tym przejściu od „statycznego" do „dynamicznego" rozumienia stwarzania odegrała wizja świata propagowana przez Teilharda de Chardin.

W pierwszej połowie XX w. termin „stworzenie" pojawił się także w dyskusjach wokół modeli Wszechświata zaproponowanych przez kosmologię relatywistyczną. Chociaż termin ten był teraz używany w całkiem nowym kontekście, często (podświadomie) łączono z nim stare znaczenia. Nierzadko prowadziło to do poważnych nieporozumień. Z drugiej jednak strony trzeba również pamiętać i o tym, że zmiana znaczenia terminu „stworzenie" po przejściu od filozofii i teologii do kosmologii nie jest ostra i jasno określona. Aby nie wplątać się w kolejne labirynty językowo-znaczeniowe, należy ustalić sytuację problemową w kosmologii relatywistycznej, w jakiej pojawił się problem „stworzenie".

[1] Na temat ewolucji pojęcia stworzenia we wczesnym chrześcijaństwie por. mój art.: „Teologia a nauki w okresie Ojców Kościoła", *Tarnowskie Studia Teologiczne* 11 (1992) s. 133-144, oraz: O. Petersen, *Konflikt czy symbioza?* Biblos, Tarnów 1997, s. 119-136.

[2] Na temat „rewolucji Arystotelesowskiej" w XIII w. pisałem obszerniej w: *Nowa fizyka i nowa teologia*, Biblos. Tarnów 1992. s. 38-45.

[3] Por. dziełko św. Tomasza *De aeternitate mundi*, polski przekład w: Św. Tomasz z Akwinu, *Dzieła wybrane*, W Drodze. Poznań 1944. s. 275-281.

[4] Por. O. Pedersen. dz. cyt. s. 251-255.

[5] Por. O. Pedersen, dz. cyt.. s. 262-306.

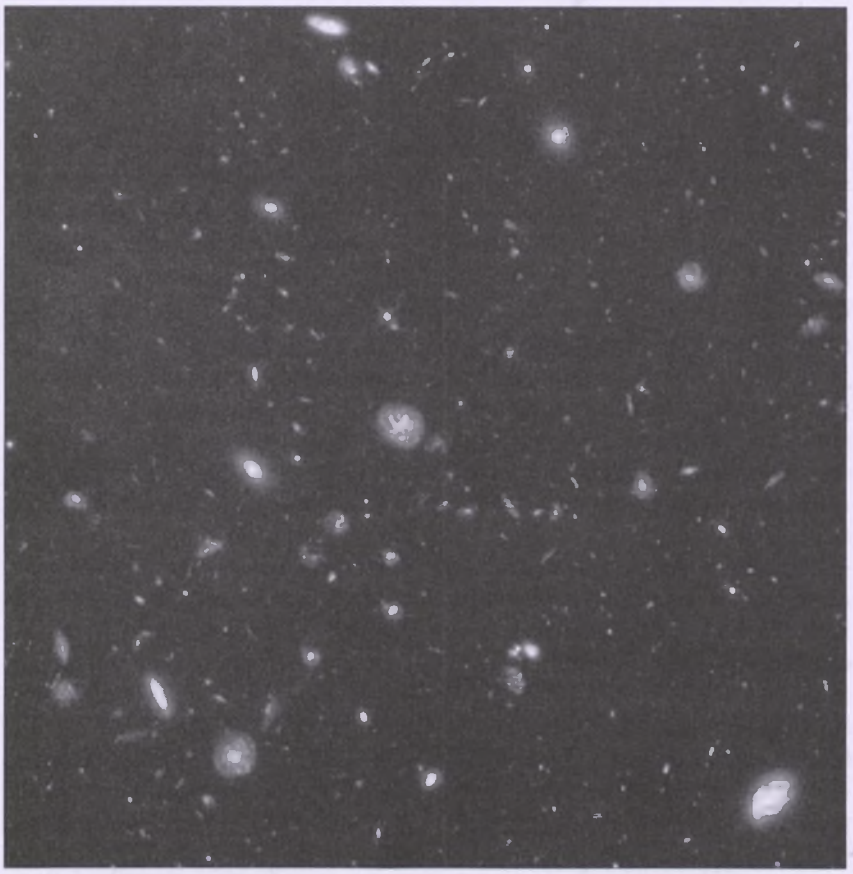
[6] Por. *Nowa fizyka i nowa teologia*, s. 97-123.

[7] Por. tamże.

Początek świata i stworzenie w kosmologii relatywistycznej

Zagadnienie początku świata pojawiło się w kosmologii relatywistycznej bardzo wcześnie. Wprawdzie w swoim pierwszym modelu Wszechświata Einstein[8] uniknął początku przez wprowadzenie dodatkowego członu do równań pola, ale już w klasycznej pracy Friedmana[9] początek pojawił się jako „startowy punkt" kosmicznej ekspansji, a sam Friedman w związku z tym mówił o „okresie czasu, jaki upłynął od stworzenia świata". Potem na określenie „początku" w kosmologii relatywistycznej przyjęło się bardziej techniczne określenie „początkowa osobliwość" lub bardziej popularne „Wielki Wybuch" („Big Bang"). Podobne osobliwości pojawiają się również jako koniec niektórych modeli kosmologicznych (osobliwości końcowe) i jako finał procesu zapadania się masywnych gwiazd pod wpływem własnego pola ciążenia (kolaps grawitacyjny).

Początkowo sam Einstein sądził (a potem za nim wielu innych), że osobliwości w kosmologii są ubocznym produktem nadmiernie upraszczających założeń — w miarę urealistyczniania założeń, osobliwości powinny zniknąć. Z czasem jednak stawało się coraz jaśniejszym, że osobliwości nie da się usunąć z kosmologii żadnym prostym zabiegiem. Kosmologia ze swej istoty pobudza do ogólnofilozoficznych refleksji, w takiej sytuacji nie mogło więc nie dojść do sporów na temat natury początku. Niektórzy (Jeans, Whittaker, Milne) utożsamiali osobliwość z momentem stworzenia świata przez Boga; inni (Bonnor, Tolman) utrzymywali, że Wszechświat nie wymaga stworzenia, gdyż w swojej historii przechodzi przez nieskończoną serię oscylacji, a osobliwości są tylko supergęstymi stanami, pojawiającymi się przy przejściu od jednego cyklu oscylacji do drugiego.



Obraz najdalszych głębin Wszechświata „Głębokie Południowe Pole Hubble'a" (Hubble Deep Field — South, HDF-S) w pobliżu południowego bieguna nieba. Zdjęcie to zostało uzyskane w czasie 10-dniowej ekspozycji teleskopem kosmicznym Hubble'a w październiku 1998 roku. HST pokazuje nam tutaj historię naszego Wszechświata w obrazach tysięcy nigdy przedtem nie widzianych galaktyk, z których najdalsze znajdują się w odległości 12 miliardów lat światła od nas i mają jasność 30 magnitudo.

Obydwie te interpretacje (oraz rozmaite ich odmiany) sprowadzały się w gruncie rzeczy do narzucania kosmologii obcych jej założeń filozoficznych. Metody kosmologii jako nauki empirycznej nie pozwalają jej rozstrzygać zagadnień takich jak działanie Boga przejawiające się w stwarzaniu.[10] Co więcej, utożsamianie stworzenia (w sensie teologicznym) z osobliwością początkową jest błędem teologicznym; sprowadza się ono do redukowania Boga do rangi hipotezy wypełniającej luki w naszej obecnej wiedzy, jest więc powrotem do skompromitowanej doktryny zwanej „God of the gaps theology".

W latach sześćdziesiątych R. Penrose, S.W. Hawking i inni udowodnili szereg tzw. twierdzeń o istnieniu osobliwości, z których wynikało, że osobliwość początkowa (podobnie jak i inne osobliwości) nie jest produktem upraszczających założeń, lecz tkwi głęboko w strukturze klasycznej (tzn. niekwantowej) teorii grawitacji.[11] W latach siedemdziesiątych i osiemdziesiątych wykonano szereg fundamentalnych prac obserwacyjnych i teoretycznych, w wyniku których ustalił się tzw. standardowy model kosmologiczny, rekonstruujący — jak się sądzi — z dużym stopniem wiarygodności historię naszego Wszechświata wstecz aż do progu Plancka. Istnieją poważne racje przemawiające za tym, że aby sięgnąć poza próg Plancka, musimy dysponować kwantową teorią grawitacji i jej zastosowaniem do najwcześniejszych etapów kosmicznej ewolucji, czyli kosmologią kwantową. Czy kwantowa kosmologia usunie osobliwość początkową (łamiąc któreś z założeń twierdzeń o istnieniu osobliwości), czy też ją zachowa? Sprawa do dziś nie jest jasna, ale pojawiła się jeszcze inna możliwość, której dotychczasowa kosmologia nie była w stanie przewidzieć.

[8] A. Einstein, „Kosmologische Betrachtungen zur allgemeinen Relativitatstheorie". *Sitzungsber. preuss. Akad. Wiss* 1 (1917) s. 142-152.

[9] A. Friedman. „Uber der Krümmung des Raumes", *Zeitschr. für Phys.* 10 (1922) s. 377-383.

[10] Analizę tego zagadnienia por. w moim art. „Cises and Abuses of Cosmological Arrgumentation", *Theoria et Historia Scientiarum* 3 (1993) s. 37-44.

[11] Por. na ten temat moją książkę: *Osobliwy Wszechświat*. PWN Warszawa 1991.

Modele kwantowej kreacji

Każda dobra teoria fizyczna musi być *zupełna* (*self complete*), tzn. musi stosować się do wszystkich zjawisk, do wyjaśnienia których została stworzona. W tym sensie ogólna teoria względności nie jest zupełna, gdyż nie wyjaśnia osobliwości i właśnie dlatego musi być uzupełniona przez kwantową teorię grawitacji. Dobra teoria kosmologiczna powinna być nadto *samozwarta* (*self contained*), tzn. powinna sama określać swoje warunki początkowe. W „zwykłych" teoriach fizycznych równania różniczkowe określają prawa fizyki, natomiast warunki początkowe opisują przypadkowe okoliczności ich działania. Na przykład równania ruchu Newtona określają prawo rządzące ruchem rzuconego kamienia, a warunki początkowe dla tego równania ustalają miejsce i prędkość, z jaką kamień został wyrzucony. Ustalenie warunków początkowych (lub brzegowych) dla teorii kosmologicznej nazywa się niekiedy obrazowo „problemem Pierwszej Przyczyny". Teoria kosmologiczna jest samozwarta, jeżeli likwiduje ten problem.[12] Celem kwantowych modeli stwarzania (kreacji) świata jest uczynienie z kosmologii teorii samozwartej.

Jednym z pierwszych modeli tego typu był model zaproponowany w 1973 r. przez E. P. Tryona.[13] Model ten zakładał istnienie próżni kwantowej; z jej fluktuacji, na skutek działania praw fizyki kwantowej, miał powstać świat (przy całkowitym spełnieniu zasad zachowania). Późniejsze modele[14] usunęły z tego scenariusza próżnię kwantową, sprawiając tym samym, że określenie „stworzenie z nicości" stało się bardziej dosłowne. W dalszym ciągu omówię nieco bliżej najbardziej znany model kwantowej grawitacji, pochodzący od J. Hartle'go i S.W. Hawkinga (będę go skrótowo nazywać modelem H-H).[15]

Celem tych dwu autorów było stworzenie samozwartej kosmologii kwantowej. Aby to osiągnąć, wykorzystali oni znaną w kwantowych teoriach pola metodę Feynmana całkowania po drogach. Zgodnie z tą metodą, chcąc obliczyć prawdopodobieństwo przejścia układu kwantowego od stanu A do stanu B, należy wykonać odpowiednie całkowania wzdłuż wszystkich możliwych dróg łączących stany A i B. Przeniesienie tej metody do kosmologii kwantowej nastręczało poważne trudności, ale Hartle'emu i Hawkingowi udało się je przezwyciężyć. Przede wszystkim w kosmologii stany A i B są stanami Wszechświata w dwu różnych chwilach, powiedzmy w chwili t_A, i t_B, i pojęcie wszystkich możliwych dróg, jakie łączą te stany, staje się wyrafinowanym pojęciem geometrycznym. Chcąc zbudować samozwartą kosmologię, należy odpowiedzieć na pytanie: jakie jest prawdopodobieństwo zaistnienia stanu B, gdy stan A nie istnieje? Okazuje się, że na to pytanie można odpowiedzieć, i to bez przyjmowania żadnych warunków początkowych lub brzegowych, jeżeli założyć, że:

Po pierwsze, rozważany model kosmologiczny jest przestrzennie zamknięty (podróżując w takim świecie ciągle przed siebie, wróciłoby się do punktu wyjścia) — tylko w takim wypadku można uniknąć warunków brzegowych w nieskończoności przestrzennej (jest ona zlikwidowana dzięki założeniu zamkniętości przestrzeni).

Po drugie, przechodząc przez próg Plancka, należy zmienną czasową t pomnożyć przez $\sqrt{-1}$ (jednostka urojona). Dzięki tej transformacji czasu poza progiem Plancka czas przestaje płynąć, staje się dodatkowym (czwartym) kierunkiem w przestrzeni. Zabieg ten likwiduje „chwilę początkową", a wraz z nią konieczność przyjmowania jakichkolwiek warunków początkowych.

Warto nadmienić, że żadne z tych dwu założeń nie wynika z jakichkolwiek „ogólnych zasad". Są to założenia *ad hoc*, ale dzięki ich przyjęciu udało się uzyskać samozwarty model kosmologiczny. Jest to ciągle nadmiernie uproszczony „model zabawkowy", ale niewątpliwie stanowi on ważne osiągnięcie teoretycznej myśli kosmologicznej.

Analiza modelu Hartle'go-Hawkinga

Celem modelu Hartle'go-Hawkinga było rozwiązanie „problemu Pierwszej Przyczyny", tzn. zbudowanie samozwartego modelu kosmologicznego[16]. Cel ten, jak widzieliśmy, został osiągnięty kosztem dwu założeń *ad hoc*, które nie wynikają z żadnych podstawowych zasad fizyki. Można by więc wątpić, czy w ogóle problem ten został rozwiązany; można by bowiem dyskutować, co bardziej narusza samozwartość modelu: przyjmowanie warunków brzegowych lub początkowych, wymaganych przez prawa fizyki, czy też postulowanie założeń *ad hoc*, nieusprawiedliwionych żadnymi prawami fizyki? Model H-H jest wszakże interesujący, gdyż ukazuje i taką, nie rozważaną dotychczas, możliwość.

Model H-H jest również interesujący z filozoficznego punktu widzenia. Ukazuje on bowiem, jak daleko sięga metoda stosowana współcześnie w fizyce. Fizyka klasyczna była w stanie badać jedynie *już istniejące* układy; fizyka kwantowa — jak tego dowód dali Hartle i Hawking — potrafi poddawać naukowej analizie sam proces powstawania Wszechświata. Jest to postęp, który trudno przecenić. Ale nie

---

[12] Por. Wu Zhong Chao, *No-Boundary Universe*, Human Science and Technology Press Changscha 1993, s. 97.

[13] E.P. Tryon, „Is the Universe a Vacuum Fluctuation?" *Nature* 246 (1973) s. 396-397.

[14] Np. A. Vilenkin „Boundary Conditions in Quantum Cosmology". *Phys. Rev.* D 33 (1982) s. 3560-3569: Tenże, „Quantum Cosmology and the Initial State of the Universe", *Phys. Rev.* D 37 (1988) s. 888 nast.

[15] „The Wave Function of the Universe", *Phys. Rev.* D 28 (1993) s. 2960-2975. Hawking spopularyzował potem ten model w książce: *Krótka historia czasu*, Alfa, Warszawa 1990.

[16] Doskonałą analizę „kwantowych modeli stwarzania" z filozoficznego i teologicznego punktu widzenia przeprowadził C.J. Isham w następujących dwu artykułach: „Creation of the Universe as a Quantum Process" w *Physics, Philosophy and Theology*, red. R.J. Russell, W.R. Stoeger, G. Goyne, Vatican City State: Vatican Observatory Berkeley 1988, s: 373-403; „Quantum Theories of the Creation of the Universe", w *Quantum Cosmology and the Laws of Nature*, red. R.J. Rossell, N. Murphy, C.J. Isham, Vatican City State: Vatican Observatory Barkeley: The Center for Theology and the Natural Sciences, 1993, s. 49-89.

można również pozwolić sobie na uproszczenia w jego rozumieniu. Następujące uwagi wydają się istotne:

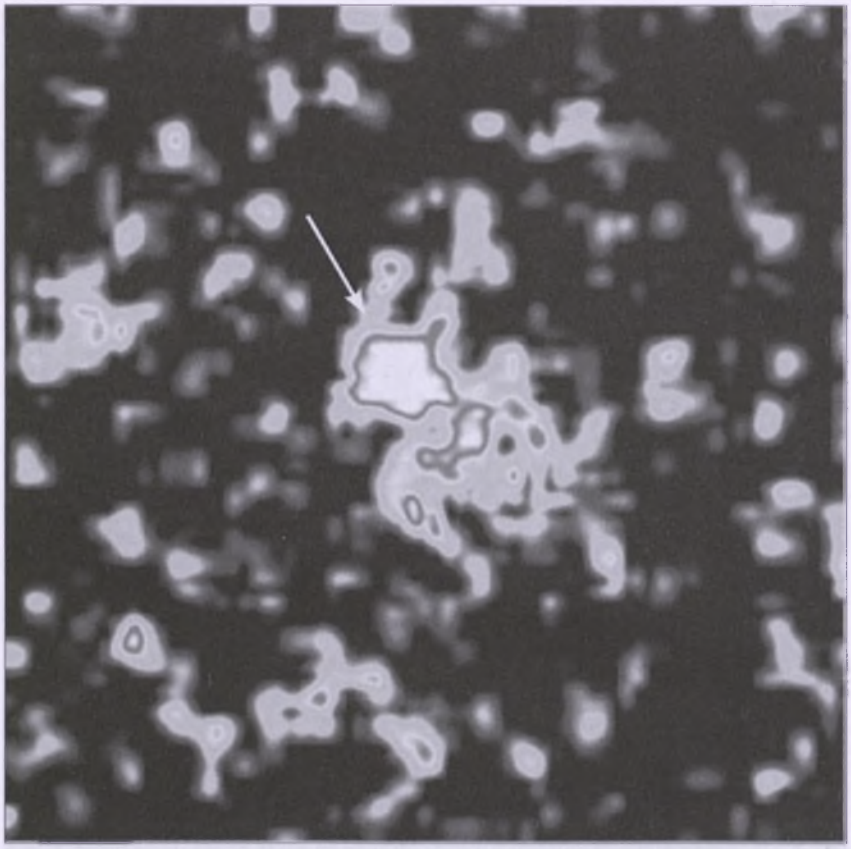
1. Pochodzenie Wszechświata w modelu H-H jest aczasowe. Ażeby pochodzenie to wyjaśnić przy pomocy praw fizyki kwantowej, należało dokonać przekształcenia czasu w zmienną przestrzenną. W ten sposób czas faktycznie został wyeliminowany z fizycznej analizy pochodzenia świata.

2. Niekiedy (zwłaszcza w popularnych opracowaniach) czyta się, że w modelu H-H osobliwość początkowa została wyeliminowana; a więc świat istnieje wiecznie. Należy to rozumieć w odpowiedni sposób. Prawdą jest, że osobliwość początkowa w modelu H-H została wyeliminowana i można się zgodzić z tym, że świat w tym modelu istnieje wiecznie, ale pod warunkiem, że wieczność rozumie się po augustiańsku, jako istnienie poza czasem, a nie tak, jak się wieczność rozumie dziś w języku potocznym, tzn. jako istnienie od minus czasowej nieskończoności do plus czasowej nieskończoności.

3. Z innego punktu widzenia w modelu H-H można mówić o początku świata. Zgodnie bowiem z tym modelem można mówić o prawdopodobieństwie wyłonienia się z nicości (zaistnienia) danego stanu Wszechświata. Mimo to nie ma takiej chwili, w której świat by nie istniał. Wynika to stąd, że w przedplanckowskiej erze w ogóle nie ma żadnych chwil (czas ma własności przestrzenne); czas pojawia się dopiero po przekroczeniu ery Plancka.

4. Porównując powyższe punkty (2) i (3), widzimy, że w modelu H-H zaciera się dychotomia pomiędzy wiecznością świata a jego początkiem. Pod pewnym względem świat można uważać za wieczny (w sensie augustiańskim), pod innym względem można sensownie mówić o jego początku (o prawdopodobieństwie pojawienia się z nicości określonego stanu Wszechświata).

5. Również pojęcie „stwarzania" w modelu H-H nabiera specyficznego (niemal technicznego) znaczenia. Stwarzanie rozumie się tu jako różne od zera prawdopodobieństwo zaistnienia (z nicości) określonego stanu Wszechświata.



W odległych od nas galaktykach dzieją się rzeczy „niepojęte". Oto obraz wielkiego rozbłysku stowarzyszonego z wybuchem w promieniowaniu gamma GRB 970228. Teleskop kosmiczny Hubble'a uzyskał ten obraz w świetle widzialnym w kilka tygodni po zaobserwowanym rozbłysku gamma w lutym 1997 roku. Był to pierwszy dowód na istnienie niezwykle wysokoenergetycznych zjawisk w głębinach Wszechświata.

6. Także pojęcie „z nicości" jest tu zrelatywizowane do modelu. Idzie nie o „nicość w sensie absolutnym", lecz o nicość tak jak może być ona rozumiana w fizyce kwantowej. Model H-H nie zakłada istnienia kwantowej próżni (jak czynił to model Tryona); co więcej; nie zakłada on istnienia niczego za wyjątkiem praw fizyki, w szczególności praw fizyki kwantowej.

W związku z powyższą analizą modelu H-H nasuwają się dwie uwagi o charakterze ontologicznym.

Po pierwsze, należy odpowiedzieć na pytanie: jaki jest ontologiczny status praw fizyki (w szczególności praw fizyki kwantowej, które — jak sądzimy — dotyczą najbardziej fundamentalnego poziomu fizycznego)? Najpowszechniejszą doktryną (także wśród fizyków) jest przekonanie, że prawa fizyki są po prostu częścią, czy raczej aspektem, struktury świata i nie ma sensu mówić o prawach fizyki poza tą strukturą. Jednakże powszechna praktyka fizyków zakłada co innego. Wszystkie wyjaśnienia fizyczne zakładają mianowicie istnienie *a priori* praw fizyki i dopiero przy ich pomocy dokonują zabiegów wyjaśniających. Zagadnienie to rozpatrzymy dokładniej w następnym podrozdziale.

Po drugie, gdyby nawet udało się nam zbudować w pełni konsystentną fizyczną „teorię wszystkiego", tzn. wyjaśniającą wszystko, co fizyka ma do wyjaśnienia, łącznie z zaistnieniem świata (pamiętajmy, że model H-H jest tylko modelem roboczym czy wręcz „zabawkowym" (*toy model*), pozostałby problem: jak od matematycznych wzorów, wyrażających tę teorię, przejść do *rzeczywiście istniejącego świata*? Fizycy niekiedy pytają: skąd wziąć „zapłon istnienia"? Jest to nowa wersja starego problemu związanego ze słynnym ontologicznym dowodem św. Anzelma na istnienie Boga: jak od porządku formalnego przejść do porządku ontologicznego? Moim zdaniem, stanowi to jedną z największych tajemnic, przed jakimi stoi nasze pragnienie zrozumienia Wszechświata.

Prawa przyrody

Wróćmy jeszcze do problemu praw przyrody. Od początku istnienia nowożytnej fizyki natura praw przyrody

była przedmiotem spekulacji zarówno wielu fizyków, jak i filozofów. Zagadnienie jest tym bardziej aktualne, że fizyka dociera już do tych warstw struktury świata, w których różnica pomiędzy fizyką a matematyką zdaje się zacierać i problem natury praw przyrody wiąże się ściśle z zagadnieniem natury formalnych zależności matematycznych. Wśród współczesnych spekulacji na ten temat daje się zauważyć dwie grupy poglądów. Pojawiają się one zwykle w kontekście pytania o warunki początkowe Wszechświata.

Myśliciele zaliczający się do pierwszej grupy często nawiązują do poglądów Einsteina i — odwołując się do jego rozumowania — stawiają pytanie: Czy Pan Bóg mógłby stworzyć świat inny niż ten, w którym żyjemy? I na to pytanie odpowiadają przecząco. Istnieje tylko jeden zestaw matematycznych związków, które mogą stać się prawami przyrody. A więc Wszechświat jest, jaki jest, na mocy logicznej konieczności. Najdrobniejsze szczegóły jego struktury, łącznie z wartościami wszystkich podstawowych stałych fizycznych, muszą być takie, jakie są, gdyż najmniejsza ich modyfikacja wprowadzałaby sprzeczność do całego systemu i wykluczałaby go z możliwości zaistnienia.

Druga grupa wyznaje wręcz przeciwną filozofię. Istnieje nieskończenie wiele możliwych „matematycznych wszechświatów" i wszystkie one (w jakiś sposób) istnieją. Wszechświaty te różnią się między sobą nie tylko wartościami stałych fizycznych, ale również nawet najbardziej fundamentalnymi prawami fizyki. Istnieje tyle różnych fizyk, ile różnych wszechświatów. My żyjemy w tym, a nie innym Wszechświecie, gdyż nasz Wszechświat należy do tego bardzo nielicznego podzbioru wszechświatów (może nawet składającego się tylko z jednego elementu), w którym ewolucja biologiczna jest możliwa.

Ponieważ trudno przytoczyć rozstrzygające argumenty na rzecz którejkolwiek z tych filozofii, na ogół rozpatruje się je raczej jako dwie różne możliwości niż jako dwie zwalczające się nawzajem strony.[17]

Inny problem związany z naturą praw fizyki można zawrzeć w pytaniu: Czy prawa fizyki są *a priori* w stosunku do Wszechświata, czy są raczej zakodowane w jego strukturze, tak że nie ma sensu mówić o prawach przyrody poza Wszechświatem? Tu panuje zgoda zarówno wśród fizyków, jak i filozofów, że druga możliwość jest bardziej atrakcyjna. Co więcej, dwie grupy poglądów wspomniane powyżej zdają się zakładać, że prawa fizyki są po prostu strukturą świata i że mogłyby się one realizować na jeden z dwu sposobów: albo istnieje tylko jedna możliwa struktura świata — w tym sensie świat byłby logicznie konieczny, albo możliwych struktur jest nieskończenie wiele — i wówczas logiczną koniecznością byłaby nieskończona proliferacja wszechświatów.

Są to jednak mniej lub bardziej filozoficznie atrakcyjne spekulacje. Praktyka fizyków teoretyków zakłada zupełnie inną filozofię. W praktyce fizycy muszą zakładać istnienie *a priori* praw fizyki. Jeśli nie przyjęliby ich już w punkcie wyjścia, nie byliby w stanie uczynić następnego kroku, wiecznie staliby w miejscu. Fizyka nie mogłaby powstać. Dobrą ilustracją tego faktu są modele tzw. kwantowej kreacji Wszechświata z nicości, w szczególności rozpatrywany powyżej model kwantowej kreacji w wersji Hartle'go i Hawkinga. Jak widzieliśmy, zaproponowany przez tych autorów mechanizm kreacji sprawia wrażenie, jakby był „ostatecznym wyjaśnieniem". Ale nim nie jest, gdyż cały schemat funkcjonuje tylko przy założeniu, że fizyk od początku (jeszcze przed wyprodukowaniem Wszechświata) ma do dyspozycji prawa fizyki, w szczególności prawa fizyki grawitacji i teorii kwantów. Jest to więc w istocie nie tyle stworzenie Wszechświata z niczego, ile raczej stworzenie z uprzednio (w sensie logicznym, niekoniecznie czasowym) istniejących praw fizyki.

Uwagi na zakończenie

1. Jesteśmy świadkami ogromnego wyostrzania się metody stosowanej w fizyce. Podczas gdy w fizyce klasycznej uchodziło za pewnik, że początek świata można tylko zadekretować przez postulowanie odpowiednich warunków początkowych (jak to czynił sam Newton), w fizyce współczesnej konstruuje się już modele powstawania świata (przy założeniu istnienia praw fizyki kwantowej). Model H-H jest jednym z takich modeli.

2. Wprawdzie historia nauki uczy, że w nauce nigdy nie należy mówić „nigdy", ale wszystko wskazuje na to, że w metodzie naukowej istnieje pewien „asymptotyczny horyzont", do którego nauka nieustannie zbliża się, ale od którego jest ciągle jeszcze równie odległa. Należy sądzić, że to właśnie w tym horyzoncie znajdują się założenia, na których opiera się naukowa metoda, np. założenia istnienia, badalności świata, funkcjonowania praw przyrody, itp.

3. Współczesne modele „kwantowego stwarzania świata z nicości" (takie jak model H-H) są wyrazem poszukiwania przez fizyków „ostatecznego zrozumienia". Jest rzeczą oczywistą (aby się o tym przekonać, wystarczy przekartkować pisane przez fizyków popularnonaukowe książki na temat tych modeli), że inspiracje do tego rodzaju poszukiwań płyną z doktryn teologicznych. Ma to miejsce nawet wówczas, gdy dany fizyk buduje swój „model stwarzania" w celu zwalczania wyjaśnień teologicznych. Jest to naoczny przykład wpływu teologii na współczesną naukę.

4. Patrząc na naukę z perspektywy teologicznej, wydaje się, że najwyraźniejszym „śladem stworzenia" (w sensie teologicznym) jest *racjonalność świata*, czyli ta jego własność, dzięki której świat daje się racjonalnie badać. Z teologicznego punktu widzenia należałoby stwierdzić, że stworzenie świata przez Boga było aktem rozumnym. Nauka nie czyni nic innego, jak tylko krok po kroku rozszyfrowuje pewne elementy rozumnego zamysłu, wedle którego świat został stworzony.

[17] Za przykład toczących się na te tematy dyskusji mogą posłużyć książki: P. Davies, *Plan Stwórcy*, Znak, Kraków 1996; J. Banow, *Teorie wszystkiego*, Znak, Kraków 1995.

Ksiądz Profesor Michał Heller jest kosmologiem, autorem wielu książek o narodzinach i rozwoju Wszechświata, wykładowcą na Wydziale Filozofii Papieskiej Akademii Teologicznej w Krakowie oraz członkiem Papieskiej Akademii Nauk.

Marek Gierliński
Andrzej A. Zdziarski

Czarne dziury w promieniach Roentgena cz. II

Obserwacje podczerwone, optyczne i ultrafioletowe dały nam do ręki przekonujące argumenty o istnieniu czarnych dziur zarówno w gwiazdowych układach podwójnych, jak i w aktywnych jądrach galaktyk. Jednak zjawiska obserwowane w tych zakresach widma zachodzą zwykle z dala od przedmiotu naszego zainteresowania, w odległościach co najmniej dziesiątków tysięcy promieni Schwarzschilda. W układach podwójnych widzimy gwiazdę–towarzysza, emisję obszarów dysku akrecyjnego odległych od centrum albo jedno i drugie. Z kolei w jądrach galaktyk najczęściej widzimy gaz odległy o łata świetlne od centrum. Dopiero promienie X pozwoliły nam przeniknąć w najbliższe sąsiedztwo czarnej dziury i zajrzeć do obszaru, gdzie grawitacja jest miażdżąca, temperatury piekielne, a wyzwalane energie iście kosmicznej miary. Satelity rentgenowskie faktycznie dostrzegły silną emisję z obiektów podejrzanych o posiadanie czarnej dziury. W zarejestrowanych widmach rentgenowskich uczeni dostrzegli szereg fenomenów charakterystycznych właśnie dla czarnych dziur, swego rodzaju „odciski palców" pozwalające zidentyfikować podejrzanego. Przyjrzyjmy się bliżej kilku z nich.

Optycznie gruby dysk akrecyjny

Odkrycie silnych źródeł promieniowania rentgenowskiego uzmysłowiło astronomom konieczność stworzenia całkiem nowych teorii, wyjaśniających powstawanie w kosmosie fal elektromagnetycznych o tak dużej energii. Rychło zdano sobie sprawę, że jedynym rozsądnym mechanizmem tłumaczącym obserwacje jest akrecja materii na zwarty obiekt — gwiazdę neutronową bądź czarną dziurę. Wspomnieliśmy już, że akrecja może być niezwykle wydajnym źródłem energii. Teoria dysków akrecyjnych poczęła się intensywnie rozwijać w latach siedemdziesiątych naszego stulecia, prowadząc do powstania dwóch podstawowych modeli: optycznie grubego (czyli nieprzezroczystego) i optycznie cienkiego (czyli przezroczystego). Oba modele w rozmaitych wariacjach wykorzystywane są po dziś dzień.

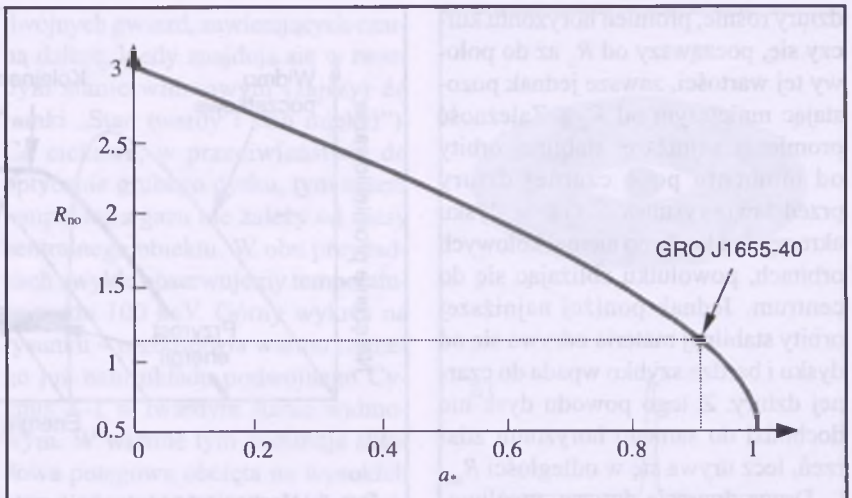
Pierwszy z nich rozwinęli w 1973 roku Rosjanie Nikołaj Szakura i Raszid Suniajew. W ich koncepcji gaz formuje cienki, płaski dysk akrecyjny. Materia w dysku krąży po niemal kołowych orbitach, jednak za każdym obiegiem nieco przybliża się do centrum. W trakcie tego ruchu tarcie lepkie (którego natura, notabene, do dziś nie jest jasna) zamienia część energii grawitacyjnej w ciepło. Gaz silnie rozgrzewa się, osiągając w pobliżu czarnej dziury o masie kilku słońc temperaturę nawet 10^7 K. Według astrofizyków rentgenowskich, którzy uwielbiają podawać temperaturę w jednostkach energii, jest to około 1 keV. Co ciekawe, temperatura dysku jest *mniejsza* dla *większej* masy obiektu centralnego. Na pierwszy rzut oka jest to niezgodne z intuicją, jednak bardzo elementarne obliczenia prowadzą do zależności temperatury od masy $T \propto M^{-1/4}$. Dysk wokół gigantycznej czarnej dziury o masie $10^8\ M_\odot$ ma temperaturę rzędu „zaledwie" 10^5 K, czyli 10 eV.

Stan twardy i stan miękki

Układy podwójne z czarnymi dziurami obserwujemy zwykle w jednym z dwóch charakterystycznych stanów widma rentgenowskiego. Jeden z nich, zwany „miękkim", charakteryzuje się silną emisją w zakresie miękkich promieni rentgenowskich (o energiach kilku keV), pochodzącą z grubego optycznie dysku akrecyjnego (dobrze opisywanego modelem Szakury-Suniajewa). Drugi stan zwany jest „twardym". Widmo zdominowane jest wówczas przez emisję w twardych promieniach X (o energiach rzędu 100 keV), której już nie da się wytłumaczyć modelem Szakury-Suniajewa. Jej źródłem jest optycznie cienka i gorąca plazma, promieniująca dzięki odwrotnemu efektowi Comptona, którego mechanizm wyjaśnia rysunek 6. Przykładowe obserwacje układu z czarną dziurą w obu stanach widmowych przedstawia rysunek 4.

Dysk Szakury-Suniajewa jest optycznie gruby, więc każda jego część świeci jak ciało doskonale czarne, emitując widmo Plancka. Wypadkowe spektrum całego dysku jest złożeniem wielu widm planckowskich o różnych temperaturach. Jest ono jednak zdominowane przez emisję z centralnej, najgorętszej części dysku. W efekcie zobaczymy widmo zbliżone do promieniowania ciała doskonale czarnego o temperaturze takiej, jaką ma wewnętrzna krawędź dysku.

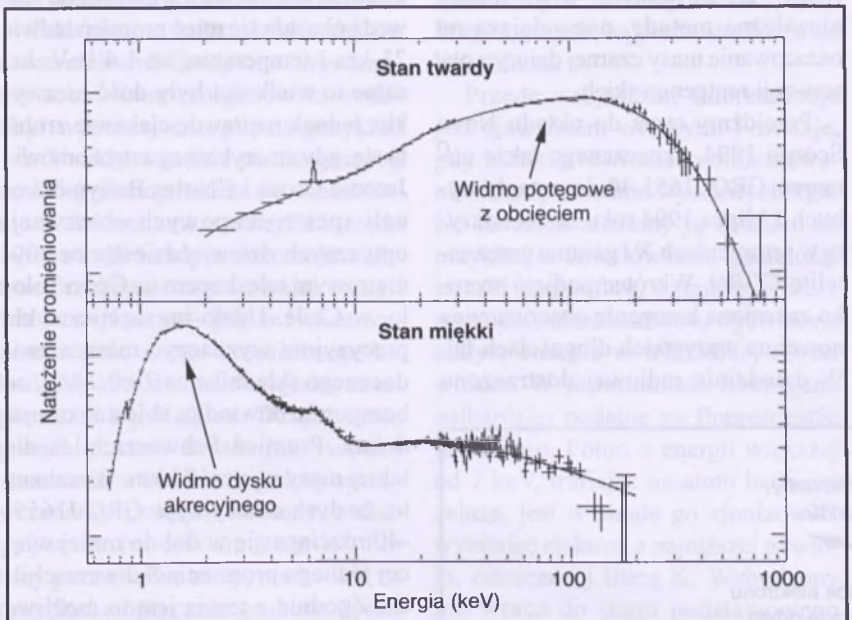
Takie właśnie widma zaobserwowano w wielu układach podwójnych z czarnymi dziurami. Szczególnie wyraźnie są one widoczne, gdy źródło znajduje się w miękkim stanie widmowym (o stanach widmowych piszemy w ramce „Stan twardy i stan miękki"). Dobrym przykładem może być Nova Muscae 1991 (inaczej oznaczana jako GS 1124-68), która rozbłysła w styczniu 1991 roku. W ciągu paru następnych miesięcy, zanim źródło zupełnie zamilkło, nowa była uważnie śledzona przez japońskiego satelitę *Ginga* i rosyjskiego *GRANAT*. W kilka dni po wybuchu dysk akrecyjny osiągnął temperaturę niemal 1 keV. Następnie, gdy jasność nowej stopniowo spadała, temperatura dysku obniżała się, aż w maju 1991 osiągnęła mniej więcej 0.5 keV. Później kształt widma diametralnie się zmienił i obiekt przeszedł w stan twardy. Z kolei przykładem źródła nie wybuchającego, o stałej emisji rentgenowskiej, może być Cygnus X-1. Większość swego życia spędza on w twardym stanie widmowym, kiedy emisja z grubego optycznie dysku jest słabo widoczna. Co jakiś czas przeskakuje jednak do stanu miękkiego. Znakomicie widać wtedy widmo dysku o temperaturze około 0.4 keV (dolny wykres na rysunku 4).



Rys. 5. Położenie najniższej orbity stabilnej w zależności od momentu pędu czarnej dziury. Promień najniższej orbity (R_{no}) wyrażony jest w jednostkach $R_S = 2GM/c^2$, a moment pędu (a.) w jednostkach GM^2/c. Na wykresie zaznaczono zaobserwowaną wartość promienia wewnętrznej krawędzi dysku dla mikrokwazara GRO J1655-40, równą $1.1R_S$, i wynikający z tego moment pędu czarnej dziury, $a_* = 0.93$.

Niezwykle frapujące rezultaty dały obserwacje układu podwójnego Nova Scorpii 1994. Nim jednak do nich przejdziemy, niezbędna jest pewna dygresja. Otóż po pierwsze, dysk akrecyjny wokół czarnej dziury nie dochodzi do samego horyzontu zdarzeń, lecz urywa się w pewnej od niego odległości. A po drugie, promień wewnętrznej krawędzi dysku możemy zmierzyć i na podstawie tego wysnuwać wnioski co do masy i momentu pędu czarnej dziury. Ale po kolei.

Ogólna teoria względności przewiduje, że materia może obiegać czarną dziurę po stabilnych orbitach tylko w pewnym od niej oddaleniu. Jeżeli krążące ciało zanadto obniży swój lot, zostaje gwałtownie wytrącone z orbity i dość szybko niknie pod horyzontem zdarzeń. Promień najniższej stabilnej orbity (oznaczmy go R_{no}) zależy od momentu pędu czarnej dziury, zmieniając się od $3R_S$ dla dziury nie rotującej, do $0.5R_S$ dla czarnej dziury o maksymalnym momencie pędu dopuszczalnym przez teorię, a równym GM^2/c (nawiasem mówiąc, promień orbity mniejszy od R_S wcale nie oznacza, że materia krąży pod horyzontem zdarzeń — otóż gdy rotacja czarnej



Rys. 4. Dwa widma rentgenowskie układu podwójnego z czarną dziurą Cygnus X-1. Wykres u góry przedstawia widmo zaobserwowane przez satelity *Ginga* i *CGRO* 6 czerwca 1991 roku, kiedy obiekt był w twardym stanie widmowym. Na dole znajduje się widmo stanu miękkiego, z 30 maja 1996 roku, otrzymane dzięki satelitom *ASCA* i *RXTE*. W stanie twardym większość mocy wyświecana jest w postaci widma potęgowego, obciętego powyżej około 100 keV. Takie widmo tworzone jest w odwrotnym procesie Comptona, w gorącej plazmie (porównaj z rysunkiem 6). Z kolei stan miękki zdominowany jest przez widmo chłodniejszego dysku akrecyjnego. Czym są stany widmowe, objaśniamy w ramce „Stan twardy i stan miękki".

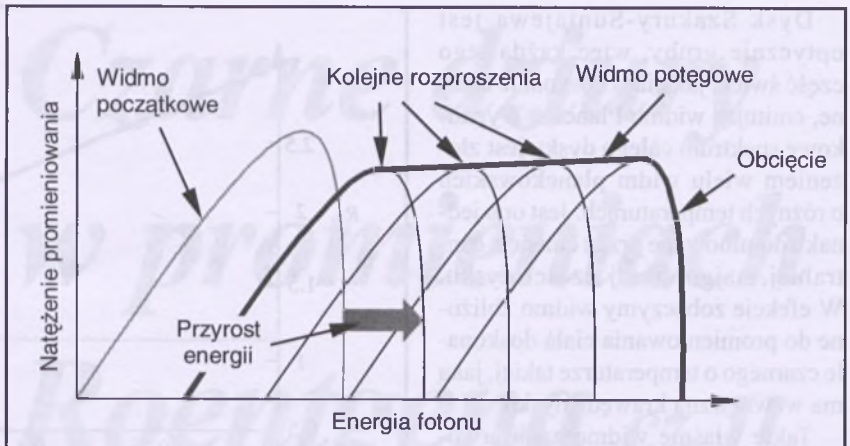
dziury rośnie, promień horyzontu kurczy się, począwszy od R_S aż do połowy tej wartości, zawsze jednak pozostając mniejszym od R_{no}). Zależność promienia najniższej stabilnej orbity od momentu pędu czarnej dziury przedstawia rysunek 5. Gaz w dysku akrecyjnym krąży po niemal kołowych orbitach, powolutku zbliżając się do centrum. Jednak poniżej najniższej orbity stabilnej materia odrywa się od dysku i bardzo szybko wpada do czarnej dziury. Z tego powodu dysk nie dochodzi do samego horyzontu zdarzeń, lecz urywa się w odległości R_{no}.

Druga dygresja dotyczy możliwości zmierzenia wewnętrznego promienia dysku akrecyjnego. Można sobie policzyć, że strumień energii docierający do obserwatora z dysku Szakury-Suniajewa wynosi w przybliżeniu

$$F \approx \frac{2\cos i}{D^2} R^2 \sigma T^4,$$

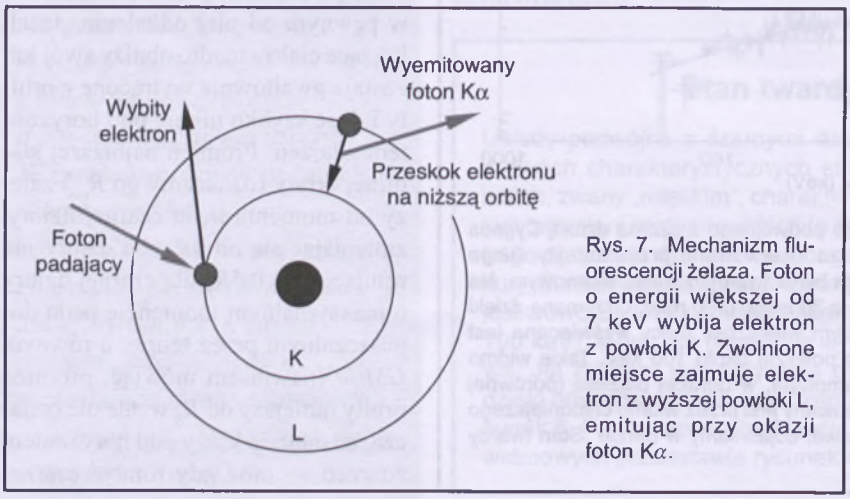
gdzie D jest odległością do źródła, i — kątem nachylenia dysku do obserwatora ($i = 0$ odpowiada płaszczyźnie dysku prostopadłej do kierunku patrzenia), R — promieniem wewnętrznej krawędzi dysku, a T — temperaturą w pobliżu tejże krawędzi. Strumień F obserwujemy bezpośrednio. Temperaturę potrafimy wyznaczyć z obserwowanego kształtu widma. Jeżeli przy pomocy innych metod (przede wszystkim obserwacji optycznych) uda nam się ustalić odległość i kąt nachylenia dysku, to z powyższego wzoru możemy obliczyć promień wewnętrznej krawędzi dysku.

Rozważmy przykład wspomnianego wcześniej układu Cygnus X-1. Analizując widmo dysku akrecyjnego, można policzyć, że wewnętrzna krawędź dysku ma promień około 150 km. Jeżeli założymy, że czarna dziura nie rotuje, wielkość ta odpowiada trzem promieniom Schwarzschilda, zatem $R_S = 50$ km. To natychmiast przekłada się na masę czarnej dziury równą 17 $M_\odot$ (wzór 1). Otrzymujemy w ten sposób niezależną metodę, pozwalającą na oszacowanie masy czarnej dziury z obserwacji rentgenowskich.



Rys. 6. Mechanizm powstawania rentgenowskiego widma potęgowego w odwrotnym procesie Comptona. W gorącej, przezroczystej plazmie początkowe fotony podlegają wielokrotnym rozproszeniom, za każdym razem zyskując energię kosztem elektronów. Widmo początkowe zostaje jakby rozciągnięte w kierunku wysokich energii, tworząc w efekcie widmo, w przybliżeniu opisywane funkcją potęgową $F(E) \propto E^{-\alpha}$. To rozciąganie nie może jednak sięgnąć poza przeciętną energię elektronu w plazmie, gdyż powyżej niej foton nic już od elektronów nie uzyska. Dlatego widmo jest w pewnym miejscu obcięte. Rysunek przedstawia widmo w skali logarytmicznej na obu osiach. Na takim wykresie funkcja potęgowa ma kształt linii prostej.

Przejdźmy teraz do układu Nova Scorpii 1994, oznaczanego także numerem GRO J1655-40. Jego nagły wybuch 27 lipca 1994 roku został odkryty w promieniach X i gamma przez satelitę *CGRO*. Wkrótce podjęto szeroko zakrojoną kampanię obserwacyjną nowej na wszystkich długościach fal. W dziedzinie radiowej dostrzeżono strugi materii wystrzeliwane z układu, bardzo podobne do dżetów wyrzucanych przez aktywne jądra galaktyk. Z tego powodu źródło ochrzczono mianem mikrokwazara. Teleskopy satelity *ASCA* zmierzyły parametry dysku akrecyjnego. Jego wewnętrzna krawędź okazała się mieć promień ledwie 23 km i temperaturę aż 1.4 keV. Już same te wielkości były dość niezwykłe, jednak naprawdę ciekawie zrobiło się, gdy amerykańscy astronomowie Jerome Orosz i Charles Bailyn dokonali spektroskopowych obserwacji optycznych dziewięćdziesięciocentymetrowym teleskopem na Cerro Tololo, w Chile. Udało im się niezwykle precyzyjnie wyznaczyć masę niewidocznego składnika na 7 ± 0.2 $M_\odot$, co bezspornie dowiodło, iż jest to czarna dziura. Promień Schwarzschilda dla takiej masy wynosi 21 km. Wyszło na to, że dysk akrecyjny w GRO J1655-40 rozciąga się w dół do mniej więcej jednego promienia Schwarzschilda. Zgodnie z teorią jest to możliwe jedynie wtedy, gdy czarna dziura rotuje z momentem pędu bliskim maksymalnemu (rysunek 5). Jeżeli prawidłowo interpretujemy powyższe obserwacje, to jest to pierwszy przypadek, gdy zmierzono dokładnie dwie fundamentalne wielkości charakteryzujące czarną dziurę: masę i moment pędu.



Rys. 7. Mechanizm fluorescencji żelaza. Foton o energii większej od 7 keV wybija elektron z powłoki K. Zwolnione miejsce zajmuje elektron z wyższej powłoki L, emitując przy okazji foton Kα.

Gorąca plazma

W połowie lat siedemdziesiątych Amerykanie: Alan Lightman, Douglas Eardley i Stuart Shapiro pokazali, że w pewnych warunkach dysk Szakury-Suniajewa staje się niestabilny. Kiedy zbyt dużo energii grawitacyjnej przekształcane jest w ciepło, ciśnienie wywierane przez promieniowanie może przewyższyć ciśnienie gazu. Fotony potrafią wtedy rozdmuchać dysk we wszystkich kierunkach. Robi się on coraz grubszy i coraz rzadszy, aż w pewnym momencie staje się przezroczysty dla promieniowania, które od tej chwili może uciekać swobodnie, nie rozpychając dalej materii. Akreujący gaz formuje wówczas coś na kształt grubego torusa, otaczającego czarną dziurę. Tworzy go optycznie cienka plazma o bardzo wysokiej temperaturze rzędu 10^9 K, czyli 100 keV. Dalej od czarnej dziury, gdzie wyzwalane są znacznie mniejsze energie, nadal rozciąga się chłodniejszy, optycznie gruby dysk akrecyjny. W innej możliwej konfiguracji „chłodny" dysk rozciąga się do najniższej stabilnej orbity, natomiast gorąca plazma otacza go z obu stron, tworząc coś, co astrofizycy nazywają koroną.

Taka plazma świeci dzięki odwrotnemu efektowi Comptona. Wyobraźmy sobie foton rentgenowski o niezbyt wysokiej energii, na przykład 1 keV. Gdy wpadnie on do gorącej, rzadkiej plazmy, zderza się wielokrotnie z elektronami o energiach rzędu 100 keV. W każdym zderzeniu elektron przekazuje część swojej energii fotonowi, który — gdy w końcu wydostanie się z tego kosmicznego bilardu — ma znacznie większą energię niż na początku. Dzięki temu gorąca plazma działa jak swoisty wzmacniacz światła: z jednej strony wrzucamy „miękkie" fotony, z drugiej są one już całkiem „twarde". Fotony początkowe mogą pochodzić na przykład z optycznie grubego dysku akrecyjnego. Widmo wychodzącego promieniowania ma kształt potęgowy, z charakterystycznym obcięciem w wysokich energiach. Mechanizm tworzenia się takiego widma przedstawiony jest na rysunku 6.

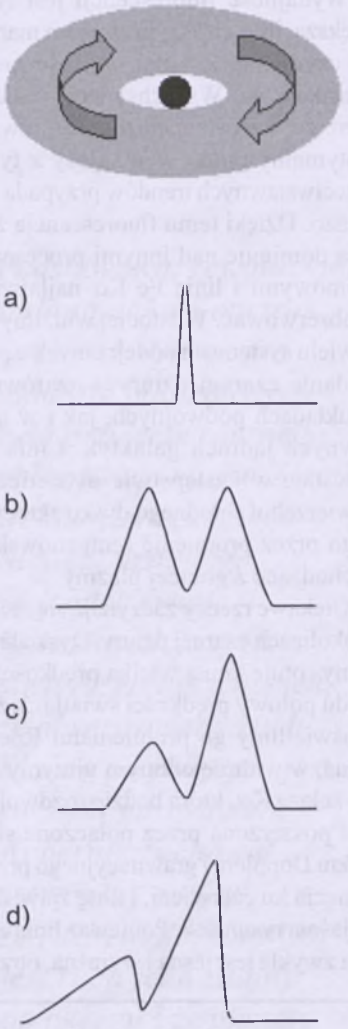
Promieniowanie gorącej plazmy widzimy zarówno w jądrach aktywnych galaktyk, jak i w układach podwójnych gwiazd, zawierających czarną dziurę, kiedy znajdują się w twardym stanie widmowym (zajrzyj do ramki „Stan twardy i stan miękki"). Co ciekawe, w przeciwieństwie do optycznie grubego dysku, tym razem temperatura gazu nie zależy od masy centralnego obiektu. W obu przypadkach zwykle obserwujemy temperatury rzędu 100 keV. Górny wykres na rysunku 4 przedstawia widmo znanego już nam układu podwójnego Cygnus X-1 w twardym stanie widmowym. W widmie tym dominuje składowa potęgowa obcięta na wysokich energiach, dokładnie tak, jak przewiduje teoria. Nieznaczne zagięcie widma na niskich energiach spowodowane jest absorpcją przez materią międzygwiezdną.

*Linia emisyjna żelaza**

Charakterystycznym elementem obecnym w widmach rentgenowskich wielu obiektów zwartych jest fluorescencyjna linia żelaza. Z pewnych względów, o których powiemy za chwilę, nadaje się ona świetnie do sondowania najbliższego sąsiedztwa czarnej dziury i badania efektów wywołanych silnym polem grawitacyjnym. Przyjrzyjmy się najpierw, skąd się owa linia bierze.

Przede wszystkim, fluorescencja jest zjawiskiem wtórnym. Powstaje, gdy materię oświetlić promieniowaniem o odpowiednio wysokiej energii. Na co dzień możemy ją dostrzec na przykład w świetlówkach, gdzie cząsteczki luminoforu, wzbudzone przez promienie ultrafioletowe, wyświecają nabytą energię w widzialnej części widma. W promieniach Roentgena najbardziej podatne na fluorescencję jest żelazo. Foton o energii większej od 7 keV, trafiając na atom bądź jon żelaza, jest w stanie go zjonizować, wybijając elektron z najniższej powłoki, oznaczanej literą K. Wzbudzony jon wraca do stanu podstawowego poprzez przeskok elektronu z wyższej powłoki L na zwolnione miejsce w powłoce K, czemu towarzyszy emisja fotonu o energii między 6.4 a 6.9 keV, w zależności od stopnia jonizacji atomu (rysunek 7). Linię widmową

* Linii żelaza poświęciła swój artykuł Bożena Czerny w PA 3/1991.



Rys. 8. Schemat powstawania szerokiej, rozdwojonej linii widmowej Kα w widmie odbitym od rotującego dysku akrecyjnego wokół czarnej dziury. W układzie współporuszającym się z materią linia jest wąska (a). Jako że dysk nachylony jest do obserwatora pod pewnym kątem, a przy tym szybko rotuje, jedna jego część przybliża się do nas, a druga oddala. Efekt Dopplera spowoduje poszerzenie i rozdwojenie linii na skrzydło „błękitne", od materii przybliżającej się i „czerwone", od materii oddalającej się (b). Ponieważ dysk obraca się z prędkością sięgającą nawet 0.5 c, skrzydło błękitne ulegnie relatywistycznemu wzmocnieniu, a czerwone osłabieniu (c). Dodatkowo masywna czarna dziura spowoduje grawitacyjne przesunięcie ku czerwieni, które przemieści i rozciągnie linie ku niższym energiom. Ostatecznym efektem będzie charakterystyczny, podwójny, niesymetryczny profil linii.

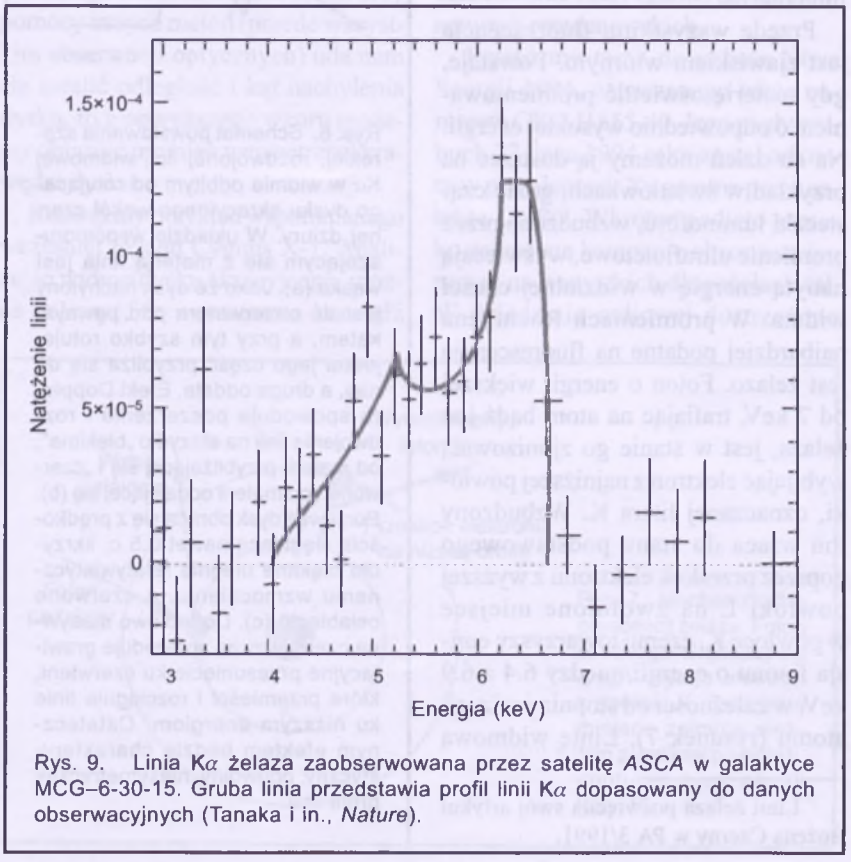
otrzymaną w tym procesie nazywamy linią Kα.

Wydajność fluorescencji jest tym większa, im z cięższym atomem mamy do czynienia. Z kolei obfitość pierwiastków we Wszechświecie maleje wraz ze wzrostem liczby atomowej. Optymalny punkt wynikający z tych przeciwstawnych trendów przypada na żelazo. Dzięki temu fluorescencja żelaza dominuje nad innymi procesami atomowymi i linię Fe Kα najłatwiej zaobserwować. W istocie, widzimy ją w wielu systemach podejrzanych o posiadanie czarnej dziury — zarówno w układach podwójnych, jak i w aktywnych jądrach galaktyk. Linia ta powstaje w następstwie oświetlenia powierzchni chłodnego dysku akrecyjnego przez promienie rentgenowskie pochodzące z gorącej plazmy.

Ciekawe rzeczy zaczynają się dziać w okolicach czarnej dziury. Dysk akrecyjny rotuje tam z wielką prędkością, rzędu połowy prędkości światła. Jeżeli oświetlimy go promieniami Roentgena, w widmie odbitym ujrzymy linię żelaza Kα, która będzie rozdwojona i poszerzona przez połączone siły efektu Dopplera i grawitacyjnego przesunięcia ku czerwieni. Istotę zjawiska wyjaśnia rysunek 8. Ponieważ linia żelaza zwykle jest jasna i wyraźna, otrzymujemy w ten sposób doskonałe narzędzie do badania pola grawitacyjnego w pobliżu czarnej dziury.

23 lipca 1994 japońscy astronomowie, kierowani przez Yasuo Tanakę, skierowali teleskopy satelity *ASCA* na jądro galaktyki MCG–6-30-15. W jego widmie dostrzegli linię Kα żelaza, której duża szerokość wskazuje na prędkości materii rzędu 100 000 km/s. Profil linii jest asymetryczny, z wyraźnym „ogonem" ciągnącym się w kierunku niskich energii (rysunek 9), co doskonale zgadza się z przewidywaniami teoretycznymi. Wydaje się to świadczyć nie tylko o istnieniu w jądrze galaktyki MCG–6-30-15 czarnej dziury, ale i o tym, że otacza ją chłodny dysk akrecyjny, rozciągający się aż do najniższej orbity stabilnej.

Niestety, ograniczona jakość danych rentgenowskich nie pozwala nam, jak na razie, na wysnuwanie ostatecznych wniosków. Wystarczy spojrzeć na rysunek 9, by przekonać się, że dokładność obserwacji pozostawia jeszcze bardzo wiele do życzenia. Oznaczone krzyżykami błędy pomiarowe są na tyle duże, że nie dają nam absolutnej pewności co do słuszności wybranego modelu. Aby można było rzetelnie potwierdzić charakterystyczny kształt linii pochodzącej z dysku akrecyjnego, trzeba by wydatnie zwiększyć rozdzielczość widmową (czyli zmniejszyć poziome kreski błędów i zagęścić punkty obserwacyjne) i czułość instrumentu (skrócić pionowe kreski błędów). Na szczęście już całkiem niedługo stanie się to możliwe, a to dzięki nowym, doskonalszym teleskopom rentgenowskim. Na początek roku 2000 przewidziany jest start japońskiego satelity o roboczej nazwie Astro-E (litera E numeruje kolejnego, piątego już satelitę — jego poprzednik, Astro-D, po wystrzeleniu ochrzczony został mianem *ASCA*). Na jego pokładzie znajdzie się między innymi spektrometr wyposażony w kalorymetr rentgenowski. Jest to urządzenie o nowatorskiej konstrukcji, zapewniającej świetną rozdzielczość widmową, dziesięciokrotnie lepszą niż *ASCA*. Dzięki niemu będziemy w stanie precyzyjnie wyznaczyć kształt linii żelaza. Również w roku 2000 wystartuje europejski satelita *XMM*, którego główną zaletą będzie bardzo duża czułość. Pozwoli on na znaczną poprawę jakości otrzymywanych danych. Mamy nadzieję, że nowe techniki obserwacyjne, dostępne już w najbliższej przyszłości, pozwolą nam jeszcze lepiej poznać i zrozumieć czarne dziury — chyba najbardziej niezwykłe obiekty, jakie przyszło nam kiedykolwiek badać.



Rys. 9. Linia Kα żelaza zaobserwowana przez satelitę *ASCA* w galaktyce MCG–6-30-15. Gruba linia przedstawia profil linii Kα dopasowany do danych obserwacyjnych (Tanaka i in., *Nature*).

Jądro galaktyki NGC4261. Wewnątrz znajduje się czarna dziura (fot. HST)

Marek Gierliński jest astrofizykiem krakowskim pracującym w CAMK w Warszawie. Na co dzień zajmuje się promieniowaniem rentgenowskim czarnych dziur.

Andrzej Zdziarski jest profesorem w CAMK w Warszawie. Głównym tematem jego badań są procesy promieniste wokół czarnych dziur.

Ekscentryczna orbita Ziemi w układzie planetarnym Kopernika

Antoni Opolski

Jak widać na rys.1, pozorne przesuwanie się Słońca po ekliptyce mierzone jego ruchem dziennym u zależy od odległości od Ziemi d i od jej prędkości liniowej v:

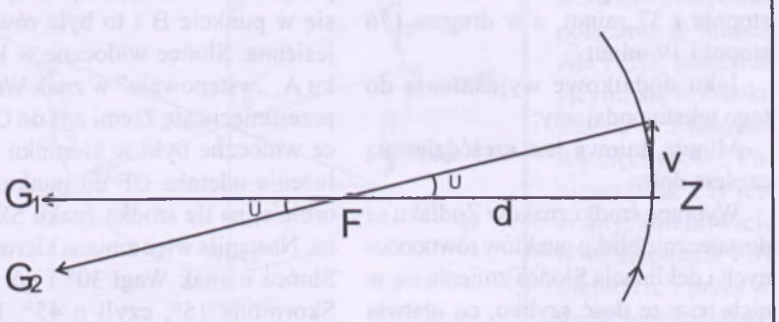
$$u = \frac{v}{d}$$

Gdyby słońce było w środku kołowej orbity ziemskiej, jego pozorny ruch naśladowałby ruch orbitalny Ziemi. Przy stałych wielkościach v i d, także ruch dzienny Słońca byłby stały i równy ruchowi dziennemu Ziemi $u = 59'8''11'''22^{IV}$. Natomiast obserwowana zmienność ruchu dziennego Słońca może być wyjaśniona zmianami odległości d między Słońcem a Ziemią. A to znaczy, że orbita Ziemi jest okręgiem ekscentrycznym i jej środek nie znajduje się w Słońcu. Przy stałej wielkości v pozorny ruch dzienny Słońca jest odwrotnie proporcjonalny do zmieniającej się odległości d. Kopernik przedstawił ten problem na rys.2 i opisał we fragmencie tekstu, który zacytujemy, zmieniając małe litery występujące na rysunku na duże, zgodnie z polskim tłumaczeniem z 1976 r., str. 150:

„Niech mianowicie ABCD będzie kołem ekscentrycznym na płaszczyźnie zodiaku, którego środek E niech leży w niezbyt małej odległości poza środkiem Słońca czy świata, znajdującym się w F, a średnicą jego przechodzącą przez oba środki AEFD, i niech w A będzie apogeum, które autorzy łacińscy nazywają najwyższą absydą, to jest najbardziej oddalone od środka świata miejsce, w D natomiast perigeum, które jest najbliższym miejscem, a więc najniższą absydą. Gdy zatem Ziemia będzie krążyć równomiernie po swoim kole ABCD dookoła środka E, jak zostało już powiedziane, ruch jej dookoła F pokaże się zmiennym".

Dalej Kopernik powołuje się na twierdzenia geometryczne, z których wynika, że przy równych łukach AB i CD kąt CFD jest większy od kąta AEB.

Zwraca uwagę podane przez Kopernika określenie apogeum i perygeum Słońca. Są to punkty orbity Ziemi wyznaczone przez jej średnicę przechodzącą przez Słońce. My oczekiwalibyśmy tutaj nazw aphelium i peryhelium, ale te terminy jeszcze nie istniały. Ko-



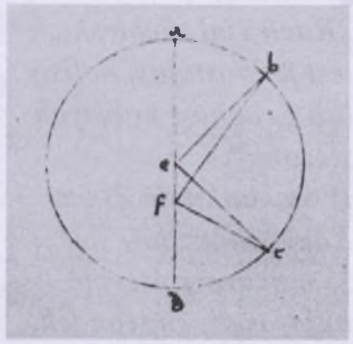
Rys.1. Ruch Ziemi Z po orbicie z prędkością liniową v powoduje pozorne przesunięcie się Słońca F od gwiazdy G_1 do G_2 z prędkością kątową określoną ruchem dziennym u = v/d, gdzie d jest odległością Ziemi od Słońca.

Podstawową, rewolucyjną zmianą, jaką Kopernik wprowadził w swoim układzie planetarnym, było przyjęcie rocznego obiegowego ruchu Ziemi wokół nieruchomego Słońca, uznanego za środek świata. Konsekwencją tych stwierdzeń był wniosek, że obserwowany ruch Słońca po ekliptyce jest ruchem pozornym. Kopernik zachował starożytny pogląd, że ruchem doskonałym jest ruch jednostajny po okręgu i że planety tak właśnie obiegają nieruchome Słońce. Wyraził to następująco (według polskiego tłumaczenia „O obrotach" z 1976 r.): „Ruch ciał niebieskich jest jednostajny, kolisty lub z ruchów kolistych złożony". W stosunku do Ziemi Kopernik uznał, że wystarczy przyjąć najprostszy przypadek, ruch po jednym okręgu. Ale wtedy powstaje problem wyjaśnienia niejednostajnego przesuwania się Słońca.

pernik przeniósł do swego układu nazwy, które powstały przy opisie układu geocentrycznego, gdy nieruchoma Ziemia stanowiła centrum, od którego wyznaczano odległości i kierunki. Dlatego w układzie Kopernika Ziemia przechodzi przez apogeum Słońca A.

Przyjęcie ekscentryczności orbity Ziemi spowodowało konieczność wyznaczenia odległości środka orbity od Słońca i położenia apogeum A. Problemy te Kopernik rozwiązał, a my postaramy się przedstawić jego tok rozumowania. Musimy jednak poznać aparat matematyczny, jakim Kopernik dysponował.

W I księdze „O obrotach" znajduje się rozdział „O bokach i kątach trójkątów płaskich prostolinijnych", w którym Kopernik przedstawił różne przypadki rozwiązywania takich trójkątów. W tekście często odwołuje się do twierdzeń zawartych w Elementach Euklidesa. Korzysta również z „Tablicy cięciw w kole", znajdującej się w I księdze. Wielkości zawarte w tej tablicy zastępują nieznaną jeszcze funkcję trygonometryczną sinus, co wyjaśnimy przy pomocy rys. 3. W okręgu o środku O i promieniu R cięciwa AB opiera się na łuku, którego miara stopniowa wynosi 2α i jest równa mierze stopniowej odpowiadającego mu kąta środkowego AOB. Natomiast każdy kąt wpisany, czyli posiadający wierzchołek na okręgu, oparty na tym samym łuku, np. kąt ADB, jest dwa razy mniejszy od kąta środkowego AOB. W szczególnym przypadku, gdy cięciwa jest średnicą, kąty wpisane są proste, $\alpha = 90°$. Linia CO połowi łuk



Rys. 2. Rysunek Kopernika znajdujący się na marginesie strony „O obrotach", przedstawiający ekscentryczną orbitę Ziemi: *e* – środek orbity, *f* – Słońce, *a* – apogeum, *d* – perygeum.

i cięciwę AB i jedną jej połowę oznaczamy *a*. Dla nas związek między kątem α a odcinkiem *a* wynika z trójkąta prostokątnego:

$$a = R \sin\alpha,$$

więc cała cięciwa $AB = 2a = 2R\sin\alpha$.

W tabeli podanej przez Kopernika odcinek *a* nazywa się „połową cięciwy podwójnego łuku" i obliczona została dla promienia $R = 100\,000$ i dla kątów α od 0° do 90° w odstępach 10'. Są to wielkości całkowite, pięciocyfrowe. Przykład podajemy obok. Kopernik w ten sposób uniknął wprowadzenia wielkości ułamkowych, co było istotne przy ówczesnej nieznajomości ułamków dziesiętnych. W zastosowaniach łuki 2α są zwykle częściami kołowych orbit, a cięciwy AB elementami konstrukcji geometrycznych tworzonych przy rozwiązywaniu zagadnień.

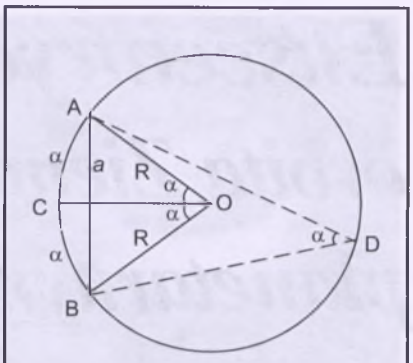
Po tych przygotowaniach zacytujemy fragment „O obrotach" (str.153):

„Od dziesięciu bowiem i więcej lat, w ciągu których skierowałem swe myśli ku zbadaniu tych rzeczy, a zwłaszcza w 1515 roku Chrystusa, stwierdziłem, że od równonocy wiosennej do jesiennej upływa pełnych 186 dni oraz 5 i pół minut dniowych i aby tym mniej się pomylić w oznaczeniu przesileń, co, jak niektórzy podejrzewają, zdarzało się czasami poprzednikom, wziąłem sobie przy tym zadaniu pewne inne miejsce Słońca, które by także jak równonoce nie były wcale trudne do obserwacji, a jakimi są środki znaków Byka, Panny, Lwa, Skorpiona i Wodnika. Otóż od równonocy jesiennej do środka Skorpiona doliczyłem się 45 dni i 16 minut dniowych, a do równonocy wiosennej 178 dni i 53 i pół minut dniowych. Ruch zaś równomierny wynosił w pierwszym okresie 44 stopnie i 37 minut, a w drugim 176 stopni i 19 minut."

Jako dodatkowe wyjaśnienia do tego tekstu podajemy:

Minuta dniowa jest sześćdziesiątą częścią doby.

Wybrane środki znaków Zodiaku są dostatecznie blisko punktów równonocnych i deklinacja Słońca zmienia się w nich jeszcze dość szybko, co ułatwia ustalenie ich przy pomocy obserwacji. Ale stwierdzenie, że to „nie jest wcale trudne", świadczy o dużych umiejętnościach Kopernika jako obserwatora.



Rys. 3. Cięciwa AB okręgu o środku O i promieniu R oparta jest na łuku 2α. Jej połowa $a = R \sin\alpha$. Kąt środkowy $AOB = 2\alpha$, kąt wpisany $ADB = \alpha$.

Z faktu, że okres wiosny i lata jest dłuższy od okresu jesieni i zimy, już można wywnioskować, że w pierwszym okresie Słońce przesuwa się wolniej, a więc jest dalej od Ziemi niż w drugim. Obliczone ruchy Ziemi wynikają z pomnożenia podanego poprzednio ruchu dziennego *u* przez odpowiednie ilości dni między obserwacjami.

W dalszym ciągu dzieła Kopernika znajdujemy obliczenie elementów ekscentryczności orbity Ziemi. Pozwalamy sobie jednak, jako ułatwienie dla przyszłych Czytelników, przedstawić „własnymi słowami" rozumowanie Kopernika, a potem dopiero zacytować oryginalny tekst. Przy tym zachowujemy oznaczenia literowe oryginału, zmieniając litery małe na duże.

Rys. 4 przedstawia kołową orbitę Ziemi o promieniu R i środku E. Słońce znajduje się w punkcie F. Średnica przechodząca przez F wyznacza na orbicie apogeum L i perygeum G. Punkt A oznacza położenie Ziemi w czasie równonocy wiosennej. Wtedy Słońce F widoczne było w kierunku punktu B, na początku znaku Barana ♈. Po ponad 186 dniach Ziemia znajdowała się w punkcie B i to była równonoc jesienna. Słońce widoczne w kierunku A, „wstępowało" w znak Wagi. Po przesunięciu się Ziemi z B do C Słońce widoczne było w kierunku przedłużenia odcinka CF do punktu D na orbicie, na tle środka znaku Skorpiona. Nastąpiła więc zmiana kierunku do Słońca o znak Wagi 30° i pół znaku Skorpiona 15°, czyli o 45°. Dzięki temu punkt F stał się wierzchołkiem dwóch kątów po 45°. Ze znanych łuków BC = 44°37' i BA = 176°19' wynika łuk

CA = BA – BC = 131°42'.

Po połączeniu punktów CA cięciwą powstał trójkąt ACF, w którym możemy wyznaczyć wszystkie elementy, przyjmując promień okręgu R = 100 000.

Bok CA, jako cięciwa oparta na łuku 131°42', wynosi 182 494. Odpowiednie dane liczbowe są w podanym przykładowo fragmencie tabeli cięciw w kole.

Kąt przy wierzchołku A, jako kąt wpisany CAB oparty na łuku 44°37' ma miarę dwa razy mniejszą, równą 22°18',5.

Kąt przy wierzchołku C, ACD, jako różnica kąta zewnętrznego CFB i kąta CAB ma miarę

45° – 22°18',5 = 22°41',5.

Bok CF obliczony przy pomocy znanych już elementów ze wzorów sinusów wynosi 97967.

Łuk AD, na którym opiera się znany już kąt wpisany ACD, jest od niego dwa razy większy:

łuk AD = 2 × 22°41',5 = 45°23'.

Teraz przeprowadzimy średnicę z C przez E do H. Ponieważ suma łuków od C przez A do D wynosi 177°5', więc reszta do połowy okręgu równa jest DH = 180° – 177°5' = 2°55'. (Kopernik podaje 2°54'). Cięciwa oparta na tym łuku wynosi 5068.

Ze środka orbity E prowadzimy EK prostopadle do cięciwy CD opartej na łuku 177°5'. Długość jej wynosi 199 934, a ponieważ K dzieli ją na połowy, więc CK = 99 917.

Teraz zajmiemy się małym trójkątem prostokątnym FKE. Jego bok FK = CK – CF = 1950, co Kopernik zaokrągla do 2000. Drugą przyprostokątną obliczymy z podobieństwa trójkątów CDH i CKE, którego boki są odpowiednio dwa razy krótsze od boków trójkąta CDH. Dlatego

$$KE = \frac{1}{2} DH = 2534$$

Teraz Kopernik zmienił skalę. Przyjął R = 10 000, więc FK = 200, KE = 253 i jako przeciwprostokątną uzyskał EF = 323. A to jest właśnie szukana odległość środka orbity Ziemi od Słońca, czyli środka świata.

Z tego małego trójkąta prostokątnego znajdujemy również kąt EFK, który wynosi 51°40'. Kąt ten, po przedłużeniu ramion staje się kątem LFD. Dodajemy do niego kąt DFA = 45° i otrzymujemy kąt

LFA = 51°40' + 45° = 96°40'.

W ten sposób Kopernik uzyskał wielkość określającą położenie apogeum L w stosunku do punktu A, w którym Ziemia znajdowała się w czasie równonocy wiosennej. Ponieważ punkt przesilenia letniego znajduje się na orbicie w odległości 90° od punktu A, więc wynik Kopernika oznacza, że apogeum L jest 6°40' po przesileniu letnim.

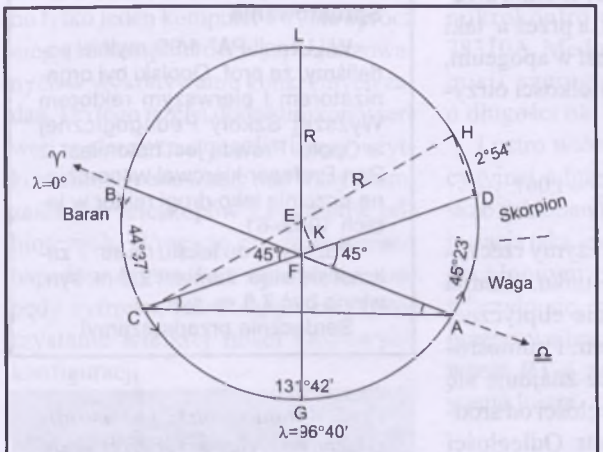
A teraz fragment oryginalnego tekstu z dzieła „O obrotach" przedstawiający to samo rozumowanie, wraz z rysunkiem Kopernika, rys. 5.

„Z tak przygotowanymi naprzód danymi powtórzmy koło ABCD. I niech A będzie punktem, z którego Słońce pokazało się w czasie równonocy wiosennej, B miejscem, skąd widziana była równonoc jesienna, C zaś środkiem Skorpiona: połączmy je liniami AB i CD, przecinającymi się w środku Słońca F, i nakreślmy cięciwę AC. Ponieważ łuk CB jest znany, mianowicie o 44 stopniach i 37 minutach, i przez to dany jest kąt BAC podług tego, że 360 to dwa kąty proste, a kąt ruchu widomego BFC wynosi 45 stopni, jakich w czterech kątach prostych jest 360, lecz gdy tyleż stopni będą miały dwa kąty proste, to kąt BFC będzie zawierał 90 stopni: stąd pozostały kąt ACD, który opiera się na łuku AD, wynosi 45 stopni i 23 minuty. Lecz cały odcinek ACB ma 176 stopni i 19 minut, a po odjęciu BC pozostaje łuk AC o 131 stopniach i 42 minutach, który razem z łukiem AD daje w sumie łuk CAD 177 stopni i 5 minut.

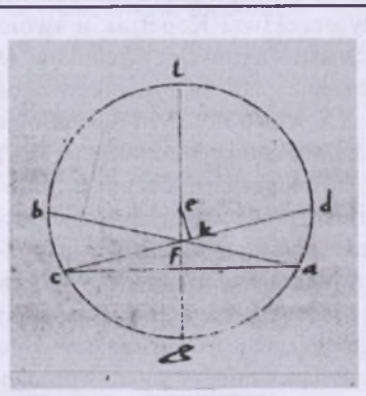
Ponieważ każdy z obu odcinków ACB i CAD mniejszy jest od półkola, jasne więc jest, że w pozostałym odcinku BD znajduje się środek koła; i niech nim będzie E, a przez F poprowadzimy średnicę LFEG i niech L będzie apogeum, G zaś perigeum, a do CFD wystawmy prostopadłą EK. Otóż dla danych łuków dane są również z tabeli ich cięciwy: AC o 182 494 częściach i CFD o 199 934 częściach, jakich dla średnicy przyjmuje się 200 000. W trójkącie więc ACF o danych kątach będzie również dany

Tabela cięciw w kole (wyciąg)

Obwód		Połowa cięciwy podwójnego łuku	Różnice
65°	0'	90631	123
	10	753	2
	20	875	1
	30	996	1
	40	91116	120
	50	235	119
66	0	354	8



Rys.4. Wyznaczanie ekscentryczności orbity Ziemi. E –środek orbity, F – Słońce, A, B, C – pozycje Ziemi podczas ustalania położenia Słońca na ekliptyce, L – apogeum, G – perygeum.



Rys. 5. Rysunek Kopernika znajdujący się na marginesie strony "O obrotach", wyjaśniający wyznaczanie ekscentryczności orbity Ziemi. Porównaj z rys. 4.

na mocy pierwszego twierdzenia o trójkątach płaskich stosunek boków oraz bok CF o 97 967 częściach, jakich w AC było 182 494, a przez to i połowa nadwyżki na FD, to jest FK, wynoszących takichże części 2000. A ponieważ odcinkowi CAD brakuje do półokręgu 2 stopni i 54 minut, których połowa cięciwy, równa linii EK, wynosi 2534 części, przeto w trójkącie EFK, gdzie dwa dane boki FK i KE obejmują kąt prosty, spośród danych boków i kątów bok EF będzie zawierać 323 części, jakich w EL jest 10 000, a kąt EFK 51 i dwie trzecie stopnia, jakich cztery kąty proste mają 360. Cały więc kąt AFL wynosi 96 i dwie trzecie stopnia, a pozostały kąt BFL 83 i jedną trzecią stopnia, takich zaś części, jakich w EL będzie 60, w EF będzie jedna i prawie 56 sześćdziesiątych części. Taka była odległość Słońca od środka koła, która już stała się zaledwie trzydziestą jedną częścią promienia, a Ptolemeuszowi przedstawiała się jeszcze jako część dwudziesta czwarta. A apogeum, które wówczas było przed przesileniem letnim o 24 i pół stopnia w precedencji, znajduje się teraz za nim o 6 i dwie trzecie stopnia w sekwencji."

Przytoczony fragment dzieła „O obrotach" jest dobrym przykładem przedstawiania i rozwiązywania problemów przez Kopernika. Tekst jest krótki, zwięzły i wykazuje dużą swobodę autora w posługiwaniu się pojęciami astronomicznymi i matematycznymi, co umożliwia Mu sprowadzenie trudnego zadania do rozwiązywania trójkątów. Równocześnie możemy ocenić, jakiego przygotowania i zasobu wiedzy oczekiwał Kopernik u swoich szesnastowiecznych czytelników. (Ja dla siebie i moich Czytelników z końca XX wieku dodałem jednak objaśnienia tekstu i rysunku Kopernika.)

Zaskakującym jest użycie przez Kopernika, prócz zwykłych stopni, również „półstopni", których jest 360 w dwóch kątach prostych. Widoczna jest jednak korzyść z zastosowania tego zabiegu. Kopernik znajdował prosty związek między kątem wpisanym a łukiem, na którym ten kąt się opierał. Obecnie związek ten możemy sformułować następująco: Półstopniowa miara kąta wpisanego równa się stopniowej mierze łuku, na którym ten kąt się opiera. Teraz jednak z półstopni nie korzystamy i dlatego koniecznym było obliczenie kątów wewnętrznych trójkąta, CAB i ACD, które Kopernikowi nie były potrzebne. Wystarczyła zmiana 45° na 90 półstopni.

Spróbujemy jeszcze ocenić dokładność wyników Kopernika. Jeżeli wrócimy do rys. 4, stwierdzimy, że kąt BFG, jako wierzchołkowy względem kąta LFA wynosi również 96°40'. A to jest kąt między kierunkami do punktu Barana i do punktu G na orbicie. Punkt ten obecnie należy nazwać peryhelium Ziemi, a nie perygeum Słońca. Kąt liczony od punktu Barana do peryhelium Ziemi jest jego długością $\lambda = 96°40'$. Długości peryheliów Ziemi i innych planet ciągle wzrastają i dlatego ich wielkości podawane są w odpowiednich zbiorach na określoną epokę wraz z szybkością zmian. Dla Ziemi znajdujemy długość peryhelium na 1900 rok 101°13' i przyrost 1°43' na 100 lat. Z tych danych wynika, że w czasie obserwacji Kopernika, 1515 rok, długość peryhelium Ziemi wynosiła 94°36'. Kopernik pomylił się tylko o 2° w wyznaczeniu kierunku ekstremalnych odległości Ziemi do Słońca.

Drugą wielkością uzyskaną przez Kopernika była odległość środka orbity Ziemi od Słońca, wynosząca $s = 323$ przy promieniu orbity $R = 10\,000$. Z tych danych wynika, że w perygeum odległość Słońca od Ziemi wynosiła $R - s = 9677$, a w apogeum $R + s = 10323$. Przy stałej prędkości Ziemi na orbicie, pozorne ruchy dzienne Słońca są odwrotnie proporcjonalne do odległości. Jeżeli przez u_p oznaczymy ruch dzienny Słońca, gdy Ziemia przechodzi przez perygeum, a przez u_a taki sam ruch, gdy Ziemia jest w apogeum, to jako stosunek tych wielkości otrzymamy:

$$\frac{u_p}{u_a} = \frac{R+s}{R-s} = \frac{10323}{9677} = 1{,}067.$$

Dla porównania obliczymy rzeczywistą wartość tego stosunku. Ziemia obiega Słońce po orbicie eliptycznej o półosi dużej $a = 1$ j.astr. i mimośrodzie $e = 0.0168$. Słońce znajduje się w ognisku elipsy w odległości od środka $c = a \cdot e = 0.0168$ j.astr. Odległości Ziemi od Słońca zmieniają się od $a - e = 0.9832$ w peryhelium do $a + c = 1.0168$ w aphelium. Również prędkości liniowe Ziemi ulegają zmianom, od największej v_p w peryhelium do najmniejszej v_a w aphelium. Stosunek tych prędkości wynosi:

$$\frac{v_p}{v_a} = \frac{a+c}{a-c},$$

są one bowiem również odwrotnie proporcjonalne do odległości. Prędkości kątowe Słońca wyrażone przez jego ruchy dzienne wynoszą: w peryhelium $u_p = \frac{v_p}{a-c}$, w aphelium $u_a = \frac{v_a}{a+c}$.

Stosunek tych wielkości równa się:

$$\frac{u_p}{u_a} = \frac{v_p}{v_a} * \frac{a+c}{a-c} = \left(\frac{a+c}{a-c}\right)^2 = \left(\frac{1{,}0168}{0{,}9832}\right)^2 = 1{,}070.$$

Wielkość ta jest zgodna z uzyskaną poprzednio z danych Kopernika. Średni ruch dzienny przyjęty przez Niego jest również poprawny, więc możemy stwierdzić, że obliczona ekscentryczność orbity ziemskiej dobrze wyjaśniała obserwowany ruch Słońca przy ówczesnej dokładności pomiarów.

Przedstawione rezultaty uzyskał Kopernik, korzystając z własnych obserwacji, wykonywanych przy użyciu prymitywnych przyrządów, bez optyki i bez zegara do wyznaczania momentów obserwacji. Był więc nie tylko teoretykiem obdarzonym inwencją twórczą, ale też rachmistrzem i uzdolnionym obserwatorem.

Literatura:

Polska Akademia Nauk, *Mikołaj Kopernik*, Dzieła Wszystkie I i II, PWN, Warszawa 1976.

Allen C.W., *Astrophysical Quantities*, University of London, The Athlone Press 1955.

Sprostowanie

W „Uranii-PA" 1/99 mylnie podaliśmy, że prof. Opolski był organizatorem i pierwszym rektorem Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Opolu. Prawdą jest natomiast iż Pan Profesor kierował wspomnianą uczelnią jako drugi rektor w latach 1959–61.

Poza tym, do tekstu na str. 7 zakradł się błąd: zamiast 2.6 m. syn. winno być 7.6 m. syn.

Serdecznie przepraszamy!

Prof. Antoni Opolski jest astrofizykiem, emerytowanym dyrektorem Instytutu Astronomicznego Uniwersytetu Wrocławskiego i byłym prezesem Polskiego Towarzystwa Astronomicznego.

Sekrety 32-m radioteleskopu w Toruniu

Eugeniusz Pazderski

Radioteleskop o średnicy 32 m, określany mianem RT-4 lub czasem RT-32, jest ważnym instrumentem badawczym w naszej części Europy. Jego parametry (rozmiary, precyzja wykonania, czułość systemów odbiorczych, wyposażenie) pozwalają ocenić go jako instrument średniej klasy, a w wypadku wyposażenia go w systemy odbiorcze pracujące na częstotliwościach powyżej 20 GHz — jako instrument lepszy niż średni. RT-4 był budowany na przełomie epok politycznych i ten fakt jest łatwo dostrzegalny, nawet dla niefachowca, jako pewna dwoistość w jakości jego wykonania. Z całą pewnością projekt teleskopu jest znakomity, bowiem uwzględnia bardzo istotną ideę konstrukcji homologicznej, pozwalającą zachować paraboloidalny kształt lustra głównego w całym zakresie odległości zenitalnych.

Jakość wykonania części mechanicznej jest całkiem przyzwoita. Awaryjność spowodowana błędami w konstrukcji mechanicznej jest bardzo mała. Np. okresowo blokują się hamulce przeciwburzowe w osi elewacji. Przyczyna tkwi w dużych oporach toczenia spowodowanych faktem, że przy ciągłej pracy teleskopu hamulce te nie są używane. Od pewnego czasu funkcjonuje program komputerowy pozwalający nieustannie włączać i wyłączać te hamulce w godzinach serwisowych, co pozwala utrzymać je w stanie sprawności.

Sterowanie

Mieliśmy spory bagaż doświadczeń z teleskopem RT-3 (radioteleskopem o średnicy 15 m pracującym w Toruniu od roku 1978), gdy przyszło nam uzgadniać koncepcję systemu sterowania RT-4 z firmą, która podjęła się tego zadania. Chcieliśmy uniknąć wielkiej ilości styczników, bezpieczników i termików. Chcieliśmy, by sterowanie wykonywały znane nam i niezawodne komputery personalne. Zależało nam też na zastosowaniu napędów Apena, bo znaliśmy je i wydawały się nam one dostatecznie dobre do tego zadania. W rezultacie prawie nic z tych naszych oczekiwań nie ma odbicia w ostatecznym rozwiązaniu.

Ostateczna koncepcja systemu sterowania RT-4 została zaproponowana przez inżynierów z firmy Panda-Tor z Torunia. Nie dało się uniknąć systemu logiki sterującej opartej o styczniki. Wynikało to z norm, które wymagały sprzętowego zabezpieczenia pracy każdego urządzenia elektrycznego. W sterowaniu na teleskopie zastosowano tylko jeden komputer PC, ale oprócz niego 16 komputerów wyspecjalizowanych w wykonywaniu konkretnych zadań. Do tego trzeba dodać unixowy serwer w sterowni, umożliwiający użytkownikowi panowanie nad wszystkimi zasobami teleskopów i systemów odbiorczych. Wreszcie nie zastosowano napędów Apena, lecz nowoczesne napędy cyfrowe, pozwalające na wykorzystanie wielkiej ilości możliwych konfiguracji.

Odczyt współrzędnych

Bazowymi współrzędnymi na RT-4 są odległość zenitalna z i azymut A. Zakresy możliwych wartości tych współrzędnych wynoszą: $-3° \leq z \leq 89°$ i $-265° \leq A \leq 265°$. Do odczytu współrzędnych zastosowano 19-bitowe przetworniki kąta, umieszczone bezpośrednio na osi elewacji i osi azymutów, z mikrokontrolerem zbudowanym na bazie procesora PD 78310A. Dokładność odczytu wynosi 2.5" (0°.0007).

Fizycznym medium łączącym zestawy przetwornik kąta — kontroler z komputerem PC jest światłowód. Na jego końcach zostały zastosowane modemy światłowodowe firmy Lenze. Specyfika pracy tych modemów jest taka, że pomiędzy transmisją a odbiorem musi wystąpić przerwa 0.7 ms. Nieuwzględnienie tego faktu spowodowało, że na początku eksploatacji RT-4 odczyt pozycji odbywał z ilością błędów przekraczającą 50%. Po zmianie oprogramowania nastąpiła wyraźna poprawa i obecnie jeden błędny odczyt występuje raz na tydzień przy 10-ciu odczytach na sekundę i tempie transmisji 38400 kbodów.

Odczyt pozycji lustra wtórnego odbywa się przy użyciu czterech 12-bitowych przetworników kąta i jednego mikrokontrolera z procesorem PD 78310A. Medium fizycznym dla transmisji szeregowej jest światłowód o długości ok. 100 m.

Lustro wtórne wymaga bardzo precyzyjnej adjustacji, aby dało się uzyskać zakładaną sprawność anteny. Adjustacja taka jest bardzo złożonym i pracochłonnym procesem. Dwukrotnie zdarzyło się, że niefrasobliwość osób przeprowadzających testy oprogramowania RT-4 spowodowała rozregulowanie lustra.

Napędy Lenze

Zastosowanie napędów cyfrowych firmy Lenze łamało pewien stereotyp, jaki obowiązywał w technice sterowa-

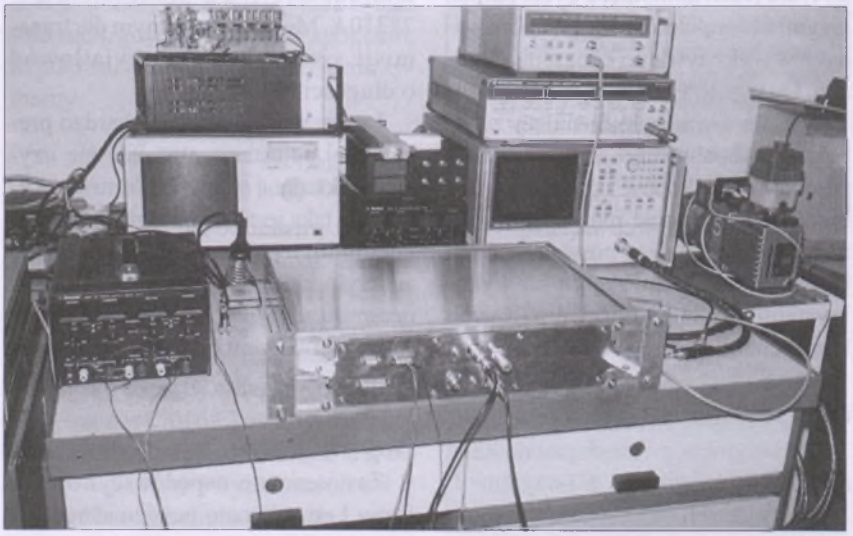
nia radioteleskopów. Mieliśmy duże opory, by porzucić sprawdzoną technologię opartą o silniki prądu stałego na rzecz nowoczesnych, lecz praktycznie nigdzie nie stosowanych w radioteleskopach napędów cyfrowych. Każdy taki napęd składa się z silnika trójfazowego prądu zmiennego o częstotliwości 16 lub 8 kHz oraz sterownika składającego się z tranzystorowego falownika i komputera z 16-bitowym procesorem. Sterownik ten, podłączony poprzez łącze szeregowe z komputerem PC, może obracać silnikiem w sposób określony konfiguracją, na którą składa się ok. 250 różnych parametrów. Sterowniki dają się łączyć w zespoły składające się z jednego sterownika „master" i kilku sterowników „slave". Transmisja pomiędzy sterownikami i PC odbywa się siecią RS-485. Teleskop w osi azymutów jest obracany przez cztery zespoły napędowe. W każdym zespole są dwa silniki. W zamiarze projektanta było takie ich zastosowanie, by dla danego kierunku obrotu jeden silnik napędzał, a drugi hamował ruch teleskopu ze stałym momentem obrotowym będącym pewnym niedużym procentem maksymalnego momentu obrotowego. Przy zmianie kierunku ruchu role silników zmieniały się. Pozwalało to zredukować do zera luzy przekładni w zespołach napędowych. Przełożenie przekładni w osi azymutów wynosi 1:40000, a w osi elewacji 1:70000, z czego wynika konieczność zastosowania wielu kół zębatych. Początkowo idea, by w każdym zespole napędowym jeden silnik napędzał, a drugi hamował, została w pełni zrealizowana. Okazało się jednak, że prowadzi to do bardzo niestabilnej pracy napędów: oscylacje wywołane mechanicznymi sprzężeniami mogły zdegradować jakość ruchów teleskopu. Znacznie lepiej funkcjonowało hamowanie tylko jednym silnikiem, przy czym nie prowadziło to do pogorszenia jakości sterowania.

Inny problem pojawił się przy bardzo małej prędkości obrotowej silników w osi azymutów. Są takie obszary na niebie, którym odpowiada bliska zeru prędkość obrotowa w osi azymutów, jeśli prowadzimy obserwacje. Napędy cyfrowe połączone w taki sposób, że jeden wybrany napęd (master) przekazuje swoją prędkość i maksymalny moment obrotowy trzem pozostałym napędom (slave), funkcjonują źle, jeśli często zmienia się kierunek obrotów, a to właśnie następuje przy zerowej prędkości. Efektem jest pojawienie się bardzo dużych momentów obrotowych, prowadzących do przeciążeń silnika i w efekcie do wyłączenia napędu. Po ponad roku różnych prób problem ten udało się rozwiązać, wykorzystując fakt, że pojedynczy napęd ma przy małych prędkościach dostatecznie dużo mocy, by zakręcić teleskopem w osi azymutów. Zatem obecnie przy małych prędkościach azymutalnych teleskop jest poruszany przez jeden silnik. Podobną regułę zastosowano w osi elewacji. Teoretycznie przewidziano ręczną kontrolę ruchu RT-4. Sprowadza się jednak ona do przeprogramowania ręcznego sterowników Lenze do pewnej szczególnej konfiguracji, co jest zadaniem trudnym, a nawet niebezpiecznym. Przeprowadzono jednak (jeden raz) taką operację, z pozytywnym skutkiem.

Sterownik Festo

Duża liczba styczników, termików i innych urządzeń elektrotechnicznych zastosowana w sterowaniu RT-4, wynika z konieczności sprzętowego zabezpieczenia ruchu teleskopu. Chodzi tu o to, by przy awarii komputerów teleskop nie przekroczył swoich skrajnych położeń, by nie zostały przekroczone maksymalne prądy płynące do silników, by wreszcie dawało się załączać określone urządzenia, których sterowanie odbywa się tylko w trybie załącz/wyłącz. Stany tych wszystkich urządzeń, także stany niektórych sygnałów sterowników Lenze, są kontrolowane przez przemysłowy sterownik firmy Festo. Sterownik ten, to dwuprocesorowy (Z-80) komputer z systemem operacyjnym czasu rzeczywistego, pozwalający na uruchomienie wielu współbieżnych i wzajemnie powiązanych programów. Programy te w zasadzie czytają stany jednobitowych wejść komputera i wypracowują stany wyjść cyfrowych. Bezpieczeństwo i diagnostyka radioteleskopu zależą w dużej mierze od jakości oprogramowania tego komputera. Do niego są podłączone sygnały z wyłączników krańcowych, ten właśnie komputer sprawdza wzajemne powiązania między defektami sterowania RT-4 i decyduje, czy umożliwić jego sterowanie, czy też nie. Sterownik Festo na bieżąco generuje komunikaty o awariach i pozwala na ich czytanie przez komputer główny (PC). Trzeba przyznać, że lista komunikatów o awariach nigdy w historii funkcjonowania RT-4 nie była pusta.

Przetworniki kąta w azymucie pozwalają na bezpośredni pomiar kątów w zakresie jedynie ±180°. By móc funkcjonować w zakresie ±265°, system sterowania musi być poinformowany o tym, w jakim kierunku poruszał się teleskop w momencie, gdy azymut wynosił 0°. Źródłem tej informacji jest detektor kierunku ruchu, podłączony do sterownika Festo. Urządzenie to spisuje się dobrze, poza nielicznymi wypadkami wyłączeń prądu. Przegapienie tego faktu przez operatora może doprowadzić do poważnej awarii teleskopu, polegającej na tym, że teleskopem da się kręcić aż do zafałszowanych pozycji krańcowych ±450°. W efekcie wiele kabli ułożonych na osi teleskopu może ulec uszkodzeniu.



Fot. 1. Odbiornik na pasmo L (18–21 cm) w laboratorium.

Lustro wtórne

Lustro to jest wyposażone w pięć napędów, z których jeden (ruch lustra równolegle do płaszczyzny horyzontu i płaszczyzny lustra głównego) został tylko raz użyty do dokładnej adjustacji lustra i wyłączony. Pozostałe napędy są wyposażone w 12-bitowe przetworniki kąta, odczytywane przez pojedynczy kontroler połączony z Festo światłowodem.

Jeden z napędów służy do zmiany odległości lustra wtórnego od lustra głównego (ogniskowanie), inny przesuwa lustro wtórne wzdłuż linii góra-dół przy teleskopie zwróconym na horyzont (z=90°), a dwa ostatnie pozwalają skręcać oś symetrii lustra tak. by można było w ten sposób wybierać jeden z oświetlaczy umieszczonych w dachu kabiny ogniska wtórnego. Ta ostatnia funkcja nie jest w tej chwili wykorzystywana. Powodem jest zła komunikacja pomiędzy Festo i kontrolerem odczytującym współrzędne lustra, oraz zbyt długi czas zmiany pozycji lustra wtórnego (zbyt wolne obroty silników). Obecnie zmiana systemu odbiorczego odbywa się przez skręcenie całej czaszy i wprowadzenie stałego dla danego odbiornika przesunięcia we współrzędnych A i z. Do obsługi mechanizmu lustra wtórnego służy bardzo masywny i skomplikowany podnośnik. Jego użycie wymaga skrajnej ostrożności i odpowiedzialności ze względu na wymagane wyjątkowo precyzyjne ustawienie teleskopu do takiej operacji.

Komputer główny

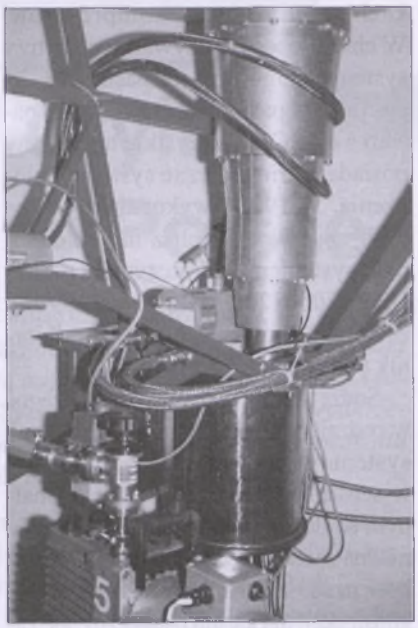
Jest to przemysłowa wersja personalnego komputera klasy 486/66 MHz, 4 MB RAM. Komputer ten pracuje w systemie operacyjnym DOS. Jego zadaniem jest komunikowanie się z podległymi mu sterownikami i kontrolerami za pośrednictwem światłowodowej wersji łącza RS-232 oraz z operatorem za pomocą sieci komputerowej Ethernet, także światłowodowej. Oprogramowanie tego komputera zapewnia rodzaj autonomii teleskopowi. Jest ono napisane w języku C++ i w szerokim zakresie wykorzystuje obiektowość tego języka. Po uzyskaniu komendy od operatora (ze sterowni lub z własnej klawiatury) program wykonuje ją niezależnie od tego, czy połączenie ze sterownią trwa nadal. Są jednak komendy serwisowe, które wymagają reakcji operatora lub zawierzenia niezawodności wyłączników krańcowych, nie są one jednak używane przez zwykłych operatorów.

Użytkownik teleskopu ma do dyspozycji komendy pozwalające na wykonywanie śledzenia radioźródeł, ich skanowania, wykonywania przejazdów offsetowych w stosunku do obserwowanego źródła, w układach współrzędnych równikowych i horyzontalnych, ustawiania teleskopu w dowolnym położeniu A-z. Może też skorzystać z 10 katalogów zawierających po 65000 pozycji każdy. Ma możliwość wyboru odbiornika i tabeli poprawek.

Specjalnego omówienia wymaga problem czasu jako parametru podstawowego potrzebnego w sterowaniu. Obecnie zagadnienie to nie jest dobrze rozwiązane. W momencie startu systemu sterowania podstawą pomiaru czasu jest zegar systemowy komputera głównego. Praktyka pokazuje, że różnica między tym czasem a UT może przekraczać kilka godzin. Operator może albo ustawić czas zegara rzeczywistego w komputerze głównym (co wymaga wycieczki na teleskop) lub też ustawiać czas systemowy, przesuwając go o określoną liczbę sekund. Tę ostatnią czynność wykonuje też automatycznie komputer TRAO2 raz na 10 minut. Niejednoznaczność (czytaj: niedokładność) czasu UT w komputerze głównym może osiągać 2 sekundy, co wpływa na precyzję sterowania. Do teleskopu, także do komputera głównego zostały dociągnięte sygnały 10 MHz i 1 min, co pozwala na stosunkowo prostą poprawę tej sytuacji.

Komputer główny wysyła komendy do sterowników Lenze ok. 10 razy na sekundę, informując je o nowych wartościach prędkości i momentów maksymalnych silników. Dzieje się to w miarę równomiernie do momentu, gdy ze sterowni przychodzi żądanie przysłania informacji o stanie teleskopu, ewentualnie żądanie wykonania komendy. Przygotowanie potrzebnej informacji trwa dość długo i powoduje pojawienie się niestabilności sterowania obniżającej jego dokładność.

Wiele wymienionych wyżej czynników interferuje ze sobą prowadząc do powstania szumu w sterowaniu o amplitudzie ok. 0°.005.



Fot. 2. Odbiornik na pasmo C1 (5 GHz).

Program sterujący w komputerze głównym pozwala stosować wiele tabel poprawek. Tabele te zawierają pary liczb (δA, δz) rozmieszczone co 2° w całej przestrzeni (A, z) dostępnej dla teleskopu. Tabele te uwzględniają także refrakcję atmosferyczną.

Systemy odbiorcze

Jest oczywistym dążenie, by osiągać jak najlepszy stosunek sygnału do szumu w systemach odbiorczych. Realizujemy to przez stosowanie przedwzmacniaczy, w których elementami aktywnymi są tranzystory z gorącymi nośnikami, HEMT, zwykle galowo-arsenowe. Temperatury szumowe takich wzmacniaczy — bez ich chłodzenia — są rzędu 30 K dla zakresu częstotliwości od 1 do 7 GHz. Zwykle jednak chłodzi się te wzmacniacze do temperatury 15 K, co pozwala na osiągnięcie temperatur szumowych 5 K i niższych.

Samo chłodzenie przedwzmacniaczy to mało. Chłodzimy także końcówki falowodów stanowiących przedłużenie oświetlaczy i sprzęgacze, pozwalające wstrzyknąć do toru odbiorczego sygnał o znanej mocy w celu kalibracji systemu.

Stosowanie kriogenicznych temperatur nieodłącznie wiąże się z techniką wysokiej próżni. Wszystko to razem przynosi problemy związane ze szczelnością naczyń próżniowych, z pomiarami skrajnie niskich temperatur i skrajnie niskich ciśnień, wydajnością chłodziarek, czystością i ciśnieniem helu używanego w chłodziar-

kach, awaryjnością kompresorów. W chwili obecnej używamy stale trzy systemy odbiorcze: na pasmo 18–21 cm (L), na pasmo 6 cm (C1) i na pasmo 5 cm (C2). Wszystkie te systemy posiadają kriogeniczne systemy chłodzenia. W 1998 r wykonaliśmy kilka prób obserwacyjnych z nie chłodzonym systemem odbiorczym na pasmo UHF (700–1200 MHz). Na 1999 rok został zaplanowany chłodzony odbiornik na pasmo 1.35 cm.

Sądzę, że dopracowaliśmy się czegoś w rodzaju własnej technologii budowy systemów odbiorczych. Odbiorniki w sensie mechanicznym i funkcjonalnym są do siebie bardzo podobne. Nie można żadnego z istniejących odbiorników uznać za dzieło skończone: część konstrukcji ma kształt ostateczny, ale zawsze jest coś do dodania. Obecnie każdy system otrzyma własny kontroler do jego sterowania i diagnostyki.

Techniki próżniowej i kriogeniki uczymy się na własnych błędach i na doświadczeniach innych. Regułą w naszych systemach jest np. to, że końcowe stopnie falowodów są chłodzone do 70 K. Ostatnio podpatrzyliśmy jednak w Holandii, że w ich systemach ostatnie stopnie falowodów są chłodzone do 20 K. Trzeba to oczywiście naśladować.

Problemy sprawiają krótkotrwałe wyłączenia prądu, co prowadzi do szybkiego podgrzania wnętrza naczyń próżniowych, ulotnienia się skroplonych gazów i utraty izolacji termicznej. Inny efekt polega na tym, że ciepło z folii zamykającej okno falowodowe jest pobierane przez wnętrze dewara (promieniowanie termiczne), a na zimnej folii skrapla się para wodna. Pojawia się wtedy zaskakujący efekt, że bardzo dobrze obserwuje się obiekty na stosunkowo dużych odległościach zenitalnych (woda zlewa się na ścianę falowodu), a szumy systemu są bardzo duże dla z bliskich 0° (woda zakrywa okno). W sytuacji gdy niebo ma temperaturę kilkunastu K, a woda ok. 300 K, efekt jest zupełnie oczywisty. Ostatnio podpatrzyliśmy w Dwingeloo w Holandii, że metodą na zapobieżenie temu efektowi jest zasłonięcie okna dodatkowo specjalną pianką od strony wnętrza dewara. Wzmacnia to mechanicznie folię i chroni wnętrze naczynia próżniowego przed promieniowaniem termicznym okna,. przy czym nie wprowadza istotnych strat w sygnale.

Ciągle eksperymentujemy z takim zamknięciem wlotów naszych oświetlaczy, by nie wprowadzić dodatkowych strat w sygnale i zamknąć oświetlacz dla wilgoci.

Kabinę ogniska wtórnego łączą ze sterownią cztery wysokiej jakości kable koncentryczne. Pozwalają one na stałe używanie dwóch jedynie systemów odbiorczych. Życzenie podłączenia nowego systemu może być zrealizowane jedynie poprzez wyprawę do kabiny ogniska wtórnego i przełączenie kabli. Prowadzi to do okresowych pomyłek co do polaryzacji podłączonych torów i w przypadku, np. obserwacji VLBI, do rezygnacji z użycia obserwacji z naszego teleskopu do tworzenia końcowego obrazu radiowego obserwowanego obiektu. W stadium końcowym jest budowa specjalnej przełącznicy pozwalającej przełączyć dowolny z 16 wejściowych portów do dowolnego z 4 wyjściowych. Pozwoli to na natychmiastowy wybór 2 z 8 możliwych odbiorników.

Stosowany przez nas terminal VLBI wymaga, by częstości pośrednie sygnałów przesyłanych z anteny mieściły się w zakresie 500–1000 MHz. Zakres ten stał się u nas standardem dla wszystkich odbiorników. Mimo że pomiędzy anteną a sterownią stosujemy koncentryczne kable przesyłowe wysokiej jakości, to jednak własności tych kabli są różne na różnych częstotliwościach. Np. różnica w tłumieniu sygnału na 500 i 1000 MHz wynosi ok. 13 dB, co oznacza bardzo znaczną nierównomierność charakterystyki. Dla wąskopasmowych obserwacji nie ma to znaczenia, lecz dla szerokopasmowych znacząco wpływa na jakość obserwacji.

W kabinie ogniska wtórnego znajduje się komputer personalny w wersji przemysłowej, którego skromnym zadaniem jest w tej chwili sterowanie mocą i częstotliwością lokalnego oscylatora, który jest wspólny dla wszystkich systemów odbiorczych, oraz pomiar temperatur w naczyniach próżniowych i załączanie różnych urządzeń za pośrednictwem kontrolera. Wkrótce komputer ten będzie także pośredniczył w pełnej diagnozie i sterowaniu systemami odbiorczymi.

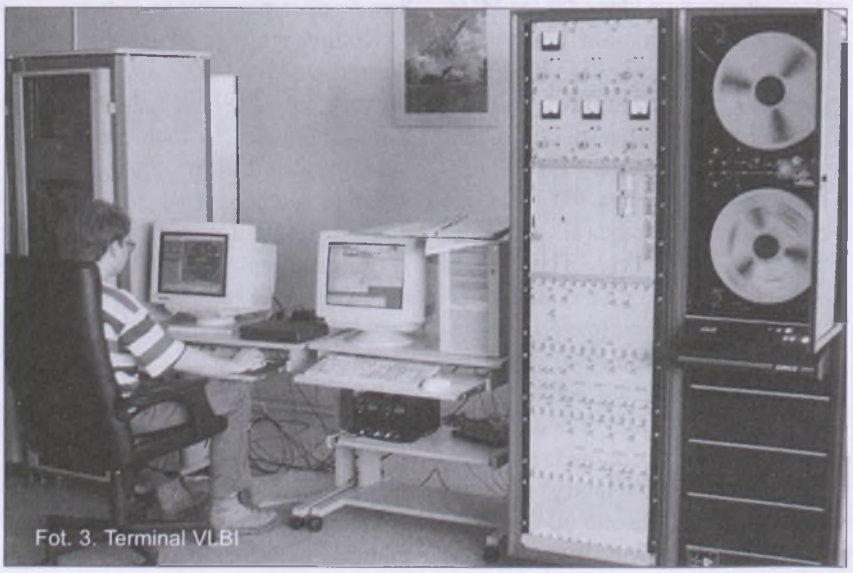
Terminale

Pojęciem tym określamy tę część urządzeń odbiorczych, która dokonuje określonej obróbki sygnałów pośredniej częstotliwości, wychodzących z odbiorników, a sposób tej obróbki zależy od natury obserwowanych obiektów i rodzaju informacji, jaką chcemy uzyskać.

Odbiornik mocy całkowitej

W obecnej formie jest to prosty system dwukanałowy. Pasmo pośredniej częstotliwości (500–1000 MHz) jest dzielone na dwa podzakresy: 500–750 MHz i 750–1000 MHz. Oba podzakresy są poddane detekcji, a opuszczające detektory sygnały niskiej częstotliwości są wzmacniane i uśredniane w układach z regulowaną stałą czasową. Tak przygotowane sygnały są dostarczane do modułu akwizycji danych i dalsza ich obróbka odbywa się w komputerze. Ten typ terminala pozwala mierzyć jasność radioźródeł, jest użyteczny

dokończenie na str. 133



Fot. 3. Terminal VLBI

W cieniu Księżyca, czyli... czego nie zobaczymy w Polsce

Sierpniowe zaćmienie Słońca będzie oglądane nie tylko przez doświadczonych miłośników astronomii, ale również rzesze widzów raczej przypadkowo spoglądających na niebo. Staramy się przygotować wszystkich do świadomej i przemyślanej obserwacji tego niezwykłego zjawiska. Dziś skoncentrujemy się na najbardziej emocjonującym i widowiskowym zaćmieniu całkowitym. Zdajemy sobie sprawę, że nie wszyscy nasi Czytelnicy będą mogli w tym wydarzeniu osobiście uczestniczyć, toteż w następnym numerze „Uranii–PA" zamieścimy porcję informacji i wskazówek dla osób pozostających w kraju, pragnących podziwiać nieczęste w końcu zaćmienie częściowe o głębokiej fazie.

Wyobraźmy sobie, że jest środek nadchodzącego lata — 11 dzień sierpnia, południe. Zdecydowaliśmy się w końcu przejechać te kilkaset kilometrów, by znaleźć się w pobliżu linii, na której ustawiają się właśnie trzy ciała niebieskie — Słońce, Ziemia i Księżyc. Widowisko nabiera dramaturgii: coraz większą część słonecznego dysku przesłania tarcza naszego naturalnego satelity. Czeka nas oszałamiający spektakl natury. Najkrótsza „noc" tego lata, pojedynek światła i cienia, gra barwnych zórz, refleksów, blask słonecznej korony, dwie minuty nagłej ciszy w przyrodzie i okrzyków rozentuzjazmowanego tłumu widzów.

Im bardziej zbliża się cień Księżyca, tym ciemniejsze staje się niebo. Jednocześnie na minutę lub dwie przed fazą zaćmienia całkowitego warto spoglądać na jasną i równą powierzchnię (np. gładko pomalowaną ścianę domu czy... rozłożone na ziemi prześcieradło lub arkusz białego papieru). Przy dobrej pogodzie powinniśmy zauważyć tzw. *pasy cienia* (niektórzy nazywają je „latającymi cieniami"), przypominające smugi wędrujące po dnie wypełnionego wodą basenu w słoneczny dzień, z reguły jednak znacznie słabsze, mało kontrastowe, zmieniające swoją jasność. Na ogół mają formę pasów o szerokości kilkunastu centymetrów, przemieszczających się z prędkością kilku metrów na sekundę. Ciekawostką jest, że ich analityczną teorię opracowano dopiero w poprzedniej dekadzie, choć już wcześniej ich pojawianie się wiązano ze scyntylacją w atmosferze. To turbulencje mas powietrza powodują, że światło wąskiego słonecznego sierpa nie dociera jednorodnym strumieniem, ale jest rozmywane (to samo zjawisko jest przyczyną migotania gwiazd). Można odnotować moment pojawienia się (i zniknięcia) pasów cienia, ich formę, kierunek i prędkość ruchu. Nie warto jednak zbyt długo im się przypatrywać, tymczasem bowiem na niebie dzieją się o wiele ciekawsze rzeczy!

Tuż przed fazą zaćmienia całkowitego zmrok zapada bardzo szybko. Na zachodzie widać już *zbliżający się cień*. Niebo nad głową robi się ciemnogranatowe, dokoła niezwykła zorza, jakby zachód Słońca nad całym horyzontem. Warto nagrać na taśmie magnetofonowej swoje spostrzeżenia (choć trudno znaleźć słowa, by to wszystko opisać, nieprawdaż?).

Księżyc stopniowo odcina słoneczne promienie. Wąski sierp Słońca zamienia się na kilka sekund w sznur świecących korali, gdy ostatnie skrawki fotosfery prześwitują między górami i kraterami na krawędzi księżycowej tarczy. Zjawisko to opisał po raz pierwszy w roku 1836 makler giełdowy i miłośnik astronomii Francis Baily — na jego cześć zjawisko to nazywa się *koralami (perłami) Baily'ego*. Najbardziej efektownie prezentują się one przy krótkich zaćmieniach całkowitych (lub wręcz całkowito-obrączkowych) bądź też przy granicy pasa zaćmienia, gdzie księżycowy dysk „ślizga się" stycznie do tarczy Słońca.

Perły szybko gasną jedna za drugą, po drugiej stronie księżycowej tarczy pojawia się jaśniejąca obwódka, formując pierścień. Ostatni błysk fotosfery i ukazująca się korona to tzw. *pierścień z diamentem* — krótki, przejściowy moment drugiego kontaktu.

Czas zdjąć ochronne okulary, usunąć sprzed obiektywów wszelkie filtry. W ciągu krótkich chwil zaćmienia całkowitego Księżyc znakomicie wywiązuje się z roli przesłony — to jedyne (pomijając wschody i zachody) momenty, gdy możemy (a nawet powinniśmy!) bezkarnie patrzeć na Słońce. Skorzystajmy z lornetki, by podziwiać jego przepiękną *koronę*, rozciągającą się zwykle przynajmniej na odległość jednej średnicy Słońca od krawędzi tarczy. W przypadku obserwacji przez teleskop zadbajmy o dostatecznie duże pole widzenia (ok. 2–3 stopnie), by ogarnąć ją w całości.

Z drugiej strony, obserwując przy większym powiększeniu, powinniśmy dostrzec na krawędzi zaćmionej tarczy Słońca różowe języki ognia — *protuberancje*. Księżyc zasłaniający i odsłaniający stopniowo ich podstawę może powodować złudzenie ich przeobrażenia, choć w rzeczywistości zmiany ich kształtu zachodzą w nieco dłuższych skalach czasowych.

Początek (i koniec) zaćmienia to również dobry moment na dostrzeżenie *chromosfery* — wąskiej, różowej, a niekiedy rubinowoczerwonej wewnętrznej warstwy atmosfery Słońca. Dysponując pryzmatem bądź spektrografem, można w tym czasie zauważyć *widmo rozbłyskowe* Słońca — przejście od widma absorpcyjnego jasnej fotosfery do widma emisyjnego chromosfery i mieszanego widma korony.

A propos korony — warto poświęcić kilka chwil na jej naszkicowanie (na wcześniej przygotowanym arkuszu papieru). Dopiero bowiem, starając się własnoręcznie odtworzyć obserwowany kształt, zwrócimy baczniejszą uwagę na subtelne niejednorodności w jej formie, nierówną jasność, pasy i strumienie materii uwięzionej w polu magne-

tycznym. Ponieważ cykl słonecznej aktywności zbliża się do maksimum, powinniśmy spodziewać się bardziej okrągłego i symetrycznego obrazu korony.

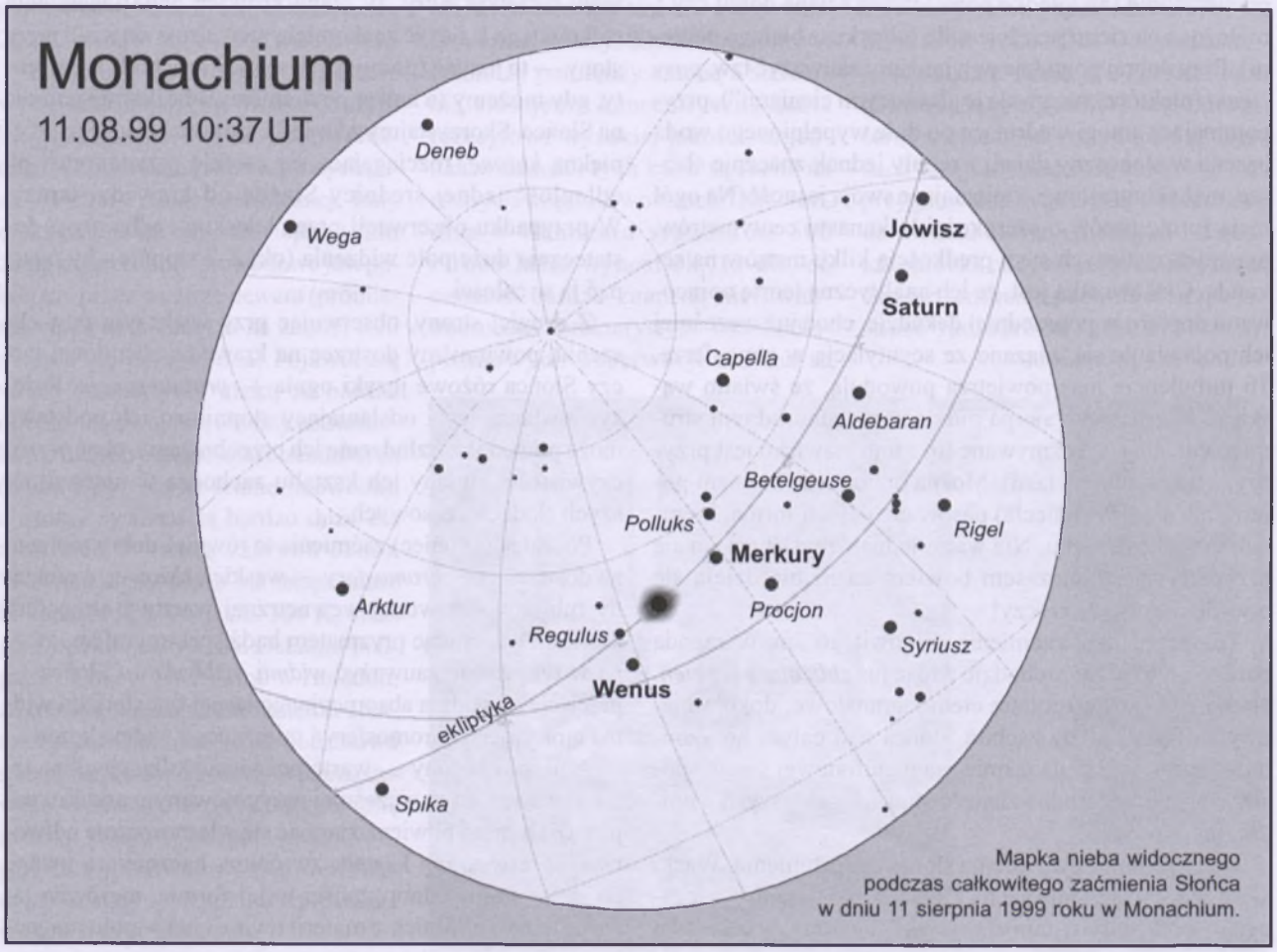
Nie zapomnijmy rozejrzeć się po niebie! Słońce znajdować się będzie w tym dniu na pograniczu gwiazdozbiorów Raka i Lwa (patrz rys.), tak więc na zachód od niego powinniśmy dostrzec najjaśniejsze gwiazdy nieba zimowego (oraz Merkurego, który ustawi się prawie na jednej linii z Kastorem i Polluksem), na wschód — nieba wiosennego (oraz Wenus, którą można próbować zaobserwować przed i po zaćmieniu całkowitym). Z dostrzeżeniem pozostałych planet możemy mieć pewien kłopot. Ci, którzy będą w Anglii czy Francji, mogą jeszcze liczyć na obecność Jowisza i Saturna nad zachodnim horyzontem (w gwiazdozbiorze Barana); jednak w miarę upływu czasu i przesuwania się zjawiska na wschód wysokość obu planet maleje. Obserwując zaćmienie np. z południowych Niemiec, będziemy mieli Jowisza na wysokości zaledwie kilku stopni; Saturn jest co prawda w tym czasie jakieś 10° wyżej, ale problem stanowić może jego niezbyt duża jasność. Gdzie kończyć się będzie zasięg jego widoczności — w Austrii, na Węgrzech czy aż w Rumunii? Sami jesteśmy ciekawi!

Choć najbliższe otoczenie naszej Dziennej Gwiazdy śledzą obecnie satelity (np. SOHO, mający na swym koncie odkrycia m.in. niewidocznych dla nas komet „muskających" Słońce czy też kończących w jego objęciach swój samobójczy lot), warto przypomnieć, że zdarzały się w przeszłości przypadki zauważenia nieoczekiwanego gościa — komety — właśnie w czasie całkowitego zaćmienia. Najbardziej spektakularnym przykładem była jasna kometa z roku 1948, którą nazwano Zaćmieniową; kilka tygodni po zaćmieniu okazała się jedną z najwspanialszych komet XX wieku.

Czy uda nam się zwrócić jeszcze uwagę na otaczającą nas przyrodę, zaobserwować reakcję zwierząt zdezorientowanych niespodziewanie nastającą ciemnością i chłodem? Z pewnością tak, jeśli postaramy się włączyć w ten spektakl, poczuć jego wyjątkowość, napawać się każdą chwilą, którą natura nam podaruje.

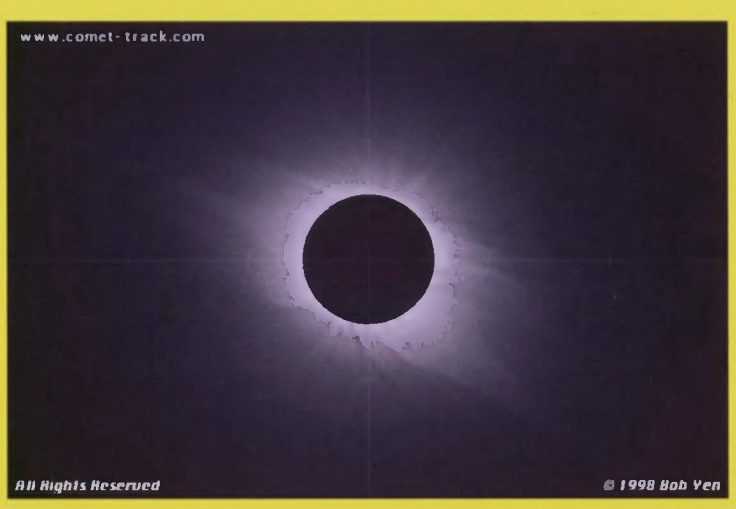
Te 2–3 minuty miną szybciej, niż można by się spodziewać: po drugiej stronie księżycowej tarczy, w gasnącym pierścieniu korony, rozbłyśnie diament — pierwsza z pereł Baily'ego, zmuszając nas do włożenia ochronnych filtrów i okularów. Jeszcze tylko kilka sekund eksplodujących blaskiem korali, uciekająca dalej na wschód krawędź cienia Księżyca, ciągnąca za sobą smugi słabnące w blasku Słońca — pasy cienia.

Jeśli będziemy próbować zrobić w tym czasie zbyt wiele — zaobserwować wszystkie wymienione tu zjawiska, a do tego zajmować się jeszcze ich fotografowaniem, może się okazać, że zaćmienie... przegapimy! Pamiętajmy, że astronomowie od wielu już dziesięcioleci potrafią badać i obserwować Słońce, jego koronę i chromosferę, przejawy aktywności, protuberancje i widmo na co dzień, bez potrzeby uciekania się do zjawisk tak rzadkich jak zaćmienia Słońca. Skonstruowali sztuczne przesłony — księżyce, specjalne teleskopy i obserwatoria również po to, by po prostu rozkoszować się tym fenomenem natury. Niech więc 11 sierpnia będzie dla nas — zgodnie z duchem tego czasu — wakacyjnym, astronomicznym świętem. (*kr*)



Mapka nieba widocznego podczas całkowitego zaćmienia Słońca w dniu 11 sierpnia 1999 roku w Monachium.

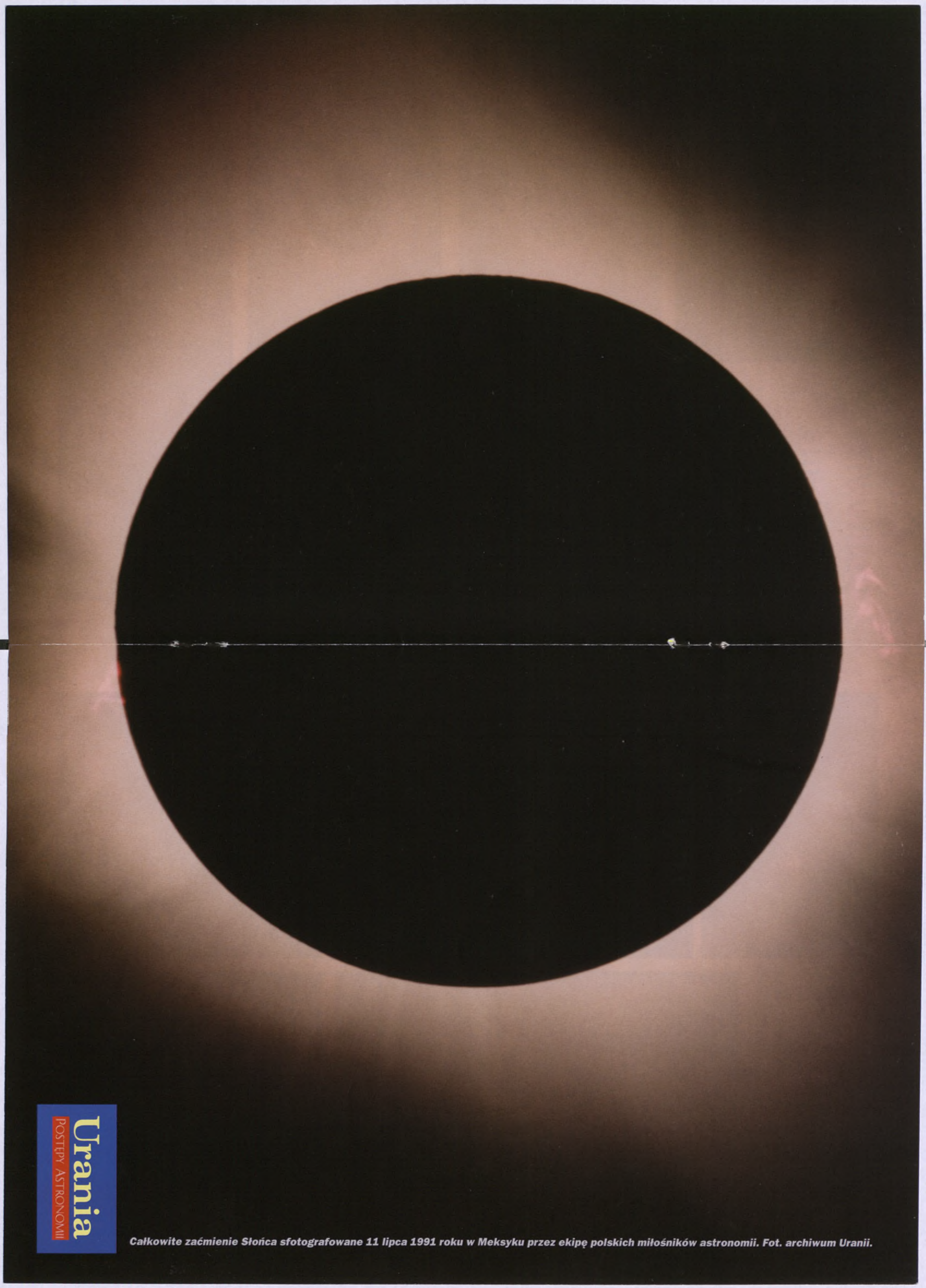
Całkowite zaćmienie Słońca na Karaibach 26.02.1998



Autorem zdjęć na pierwszej i czwartej stronie wkładki jest amerykański miłośnik astronomii i fotografik Bob Yen.

Do wykonania zdjęć wykorzystane zostały obiektywy o różnych ogniskowych:

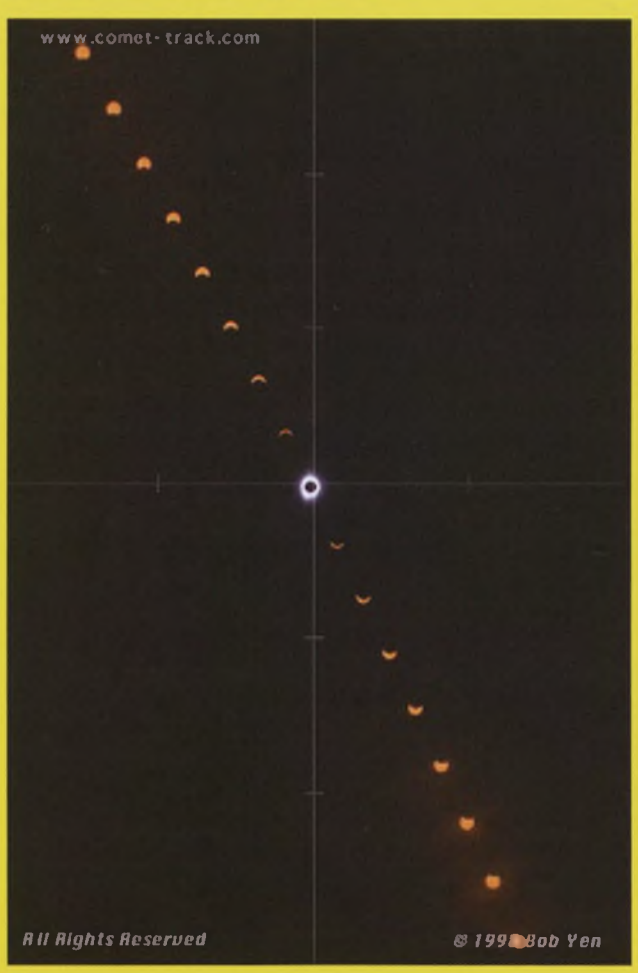
- 20 mm — panorama wokół miejsca obserwacji (u dołu strony), kompozycja 10 kolejnych zdjęć.
- 50 mm — sekwencja przebiegu zaćmienia (strona IV)
- 400 mm + telekonwerter 2× — drugi i trzeci kontakt (strona IV)
- 1000 mm i 1400 mm — korona; obrazy korony zostały dodatkowo wyostrzone dzięki komputerowej obróbce zdjęć (obok).



Urania
POSTĘPY ASTRONOMII

Całkowite zaćmienie Słońca sfotografowane 11 lipca 1991 roku w Meksyku przez ekipę polskich miłośników astronomii. Fot. archiwum Uranii.

Całkowite zaćmienie Słońca na Karaibach 26.02.1998



ZAĆMIENIE W OBIEKTYWIE

Z pewnością większość osób wybierających się w sierpniu w pas całkowitego zaćmienia Słońca zechce utrwalić to rzadkie zjawisko na kliszy. Dysponując nawet prostym sprzętem fotograficznym, można uzyskać interesujące rezultaty pod warunkiem, że zdajemy sobie sprawę z jego ograniczeń i potrafimy właściwie wykorzystać jego atuty. Wprawdzie w niniejszej notatce ograniczymy się do porad związanych z fotografowaniem całkowitego zaćmienia (tzn. nie będziemy się na razie zajmować przesłonami i filtrami, które są konieczne do osłabienia blasku Słońca nawet wtedy, gdy widoczny jest już tylko wąski sierp jego tarczy), większość uwag ma charakter bardziej uniwersalny — dotyczyć może chociażby zasad fotografowania Księżyca.[1]

Podstawową sprawą jest uświadomienie sobie, jak **mały** obraz zaćmionego Słońca uzyskamy, używając standardowego obiektywu (o ogniskowej 50 czy 58 mm). Pomysł sfotografowania monety, np. 1 zł, z odległości 2.5 m, większość uzna za absurdalny — a takie są mniej więcej rozmiary kątowe tarczy Słońca czy Księżyca na niebie. Duże pole widzenia może być jednak zaletą, gdy chodzi nam o sfotografowanie zbliżającego się cienia, efektów zorzy towarzyszącej zaćmieniu czy też utrwalenie sekwencji przebiegu całego zjawiska — zaćmienia częściowego i całkowitego — na jednej klatce filmu.

Używając zwykłego filmu o szerokości 35 mm (rozmiary klatki to 24×36 mm) oraz obiektywu o ogniskowej f [mm], uzyskamy na kliszy obraz zaćmionej tarczy Słońca o średnicy d [mm] = f/109. Np. dla f = 58 mm będzie to d = 0.5 mm, a dla f = 200 mm uzyskamy d = 1.8 mm itd. (patrz rys. 1). Ogniskowa 300 mm to w zasadzie minimum, o które powinni zadbać ci, którzy chcą mieć na zdjęciu coś więcej niż tylko tajemniczą rozmazaną plamkę.

Najprostszym wyjściem jest zaopatrzenie aparatu fotograficznego w teleobiektyw. Na naszym rynku dostępne są obiektywy o ogniskowej sięgającej 1000 mm (por. np. „Urania-PA" 2/99). Stosując soczewkę Barlowa (popularnie określaną w fotografii jako telekonwerter), można jeszcze bardziej wydłużyć ogniskową; kluczowym problemem staje się wówczas uzyskanie ostrego obrazu (pisaliśmy o tym w „Uranii-PA" 1/99).

Inną metodą jest zastosowanie teleskopu bądź w układzie pozaogniskowym, bądź też do projekcji okularowej (rys. 2). Zanim podamy recepty na sukces w fotografowaniu zaćmienia, parę niezbędnych słów na temat każdej z konfiguracji teleskop — aparat. Wypada w tym miejscu podkreślić, iż w przypadku fotografowania zaćmienia Słońca nie stosuje się na ogół ogniskowych dłuższych niż 2500 mm. Generalnie stosuje się ogniskowe z zakresu 1500–2500 mm, gdyż dają one duże rozmiary tarczy Słońca na negatywie (i w efekcie na odbitce), a zarazem tarcza słoneczna w całości mieści się na klatce negatywu. Tylko jeśli chcemy fotografować protuberancje, powinniśmy użyć ogniskowej co najmniej 4000 mm.

Układ pozaogniskowy pozwala wykorzystać w zasadzie dowolny aparat (w szczególności taki, który nie ma możliwości wykręcenia obiektywu). Światłosiłę A takiego układu określamy według wzoru:

$$A = D / (f' \times p)$$

gdzie f' — ogniskowa obiektywu aparatu

p — powiększenie teleskopu; $p = F/F'$ gdzie F — ogniskowa teleskopu, F' — okularu

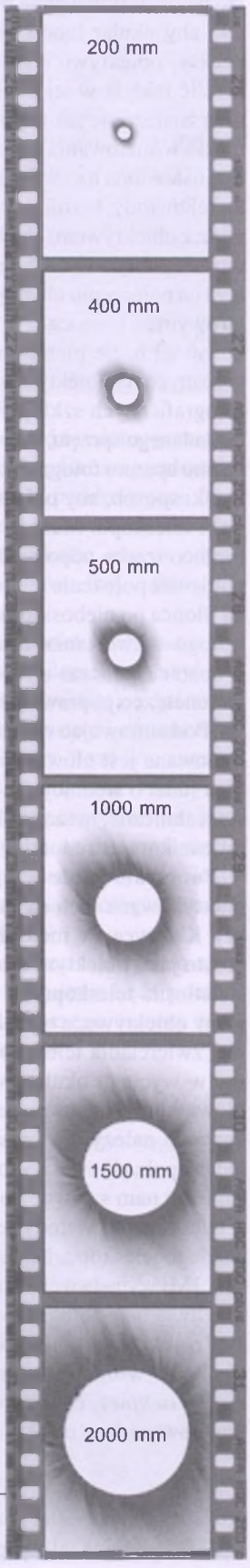
D — średnica obiektywu teleskopu.

Natomiast efektywną ogniskową naszego układu (f) wyznaczymy na podstawie poniższego wzoru:

$$f = (F \cdot f') / F'$$

Stosując np. teleskop o średnicy 10 cm i ogniskowej 1 m, wyposażony w okular o ogniskowej F' = 25 mm oraz aparat z obiektywem o ogniskowej f' = 50 mm będziemy mieli: p = 1000/25 = 40, A = 100/(50×40) = 1/20 (co zapisujemy często jako f/20) oraz f = (1000×50)/25 = 2000 mm.

Przeszkodą przy fotografowaniu w układzie pozaogniskowym jest światło docierа-



Rys. 1. Wielkość obrazu zaćmionego Słońca na kliszy w zależności od ogniskowej obiektywu.

[1] Istotna informacja dla wszystkich pragnących się przygotować do uwiecznienia sierpniowego spektaklu: Księżyc w pełni stwarza zbliżone warunki oświetlenia jak zaćmione Słońce; biorąc pod uwagę prawie identyczne rozmiary kątowe, mamy wspaniały poligon doświadczalny do wcześniejszych prób i testów.

jące do aparatu spoza teleskopu, dlatego należy w jakiś sposób osłonić obiektyw przed niepożądanym światłem rozproszonym. Najprościej można to wykonać, nakręcając na obiektyw osłonę przeciwsłoneczną i ustawić aparat tak, aby okular lunety znalazł się w osłonie przeciwsłonecznej obiektywu aparatu fotograficznego. Należy podkreślić fakt, iż w tej konfiguracji obiektyw aparatu powinien znaleźć się jak najbliżej okularu lunety (w celu uniknięcia winietowania), a odległość na obiektywie powinna być ustawiona na ∞. Pytanie, które nasuwa się w przypadku tej metody, brzmi: jak zamocować aparat fotograficzny wraz z obiektywem, aby osie optyczne naszej lunety i aparatu się pokrywały? Istnieją dwa rozwiązania. Pierwsze polega na połączeniu obiektywu aparatu fot. z wyciągiem okularowym za pomocą tzw. przejściówki, którą możemy wykonać na bazie pierścieni pośrednich oraz pierścieni nakręcanych na obiektyw (otrzymamy je, usuwając z filtrów fotograficznych szkło). Konkretne rozwiązanie zależy od posiadanego sprzętu. Rozwiązanie drugie polega na umieszczeniu aparatu fotograficznego na statywie fotograficznym w taki sposób, aby obiektyw aparatu znalazł się przy okularze teleskopu. Metoda ta jest bardzo uciążliwa, gdyż na bieżąco trzeba odpowiednio ustawiać statyw z aparatem, ponieważ położenie teleskopu się zmienia wraz z wędrówką Słońca po nieboskłonie. Należy jednak podkreślić zaletę tego rozwiązania, a mianowicie drgania występujące w aparacie podczas wyzwolenia migawki nie przenoszą się na lunetę, co poprawia ostrość obrazów.

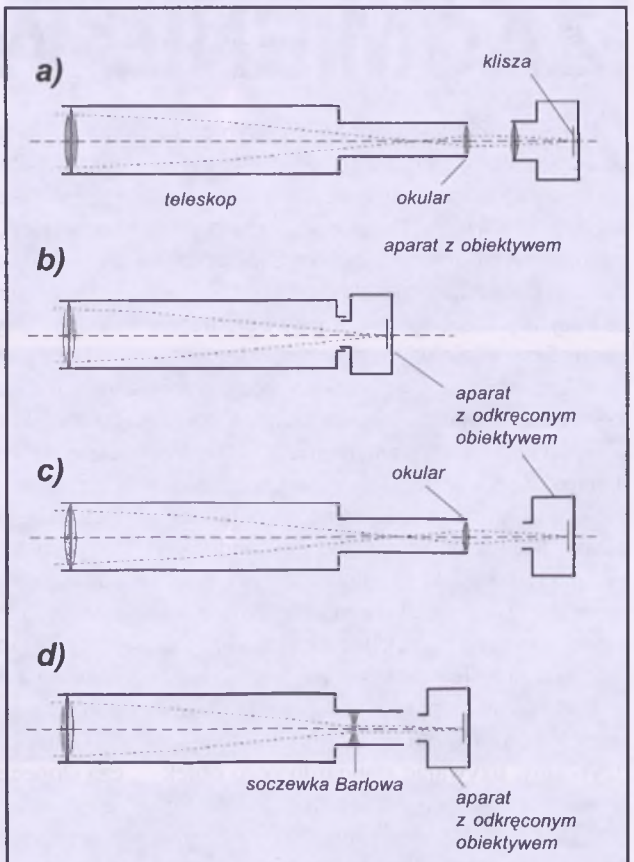
Podsumowując opis tej metody, należy podkreślić, iż stosowana jest głównie przez posiadaczy bardzo niewielkich lunet o średnicy 60–80 mm, a zważywszy na trudności techniczne, można polecić ją bardziej zaawansowanym miłośnikom astronomii.

Fotografowanie w ognisku głównym to najczęściej praktykowana metoda uzyskiwania obrazu tarczy Słońca czy Księżyca; w metodzie tej teleskop używany jest po prostu jako obiektyw aparatu. Przy określaniu ekspozycji światłosiła teleskopu ($A = D/F$) spełnia rolę liczby przesłony obiektywu, a ogniskowa układu jest równa ogniskowej zwierciadła teleskopu. Aparat fotograficzny mocujemy w wyciągu okularowym w taki sposób, aby ognisko główne przypadało w płaszczyźnie kliszy. Sposób zamocowania należy dostosować do własnych potrzeb, warto jednak pokusić się o wykonanie specjalnej „redukcji", która zapewni nam sztywne połączenie aparatu fotograficznego z teleskopem. Metody tej nie zastosujemy w przypadku każdego teleskopu. Na przykład ognisko teleskopów Tał 1 (Tał 1M) wypada wewnątrz wyciągu okularowego, co uniemożliwia nam fotografowanie w ognisku głównym.

Projekcja okularowa jest zalecana przy fotografowaniu detali w obrazie zaćmionego Słońca, np. protuberancji. Tu również, chcąc poprawnie określić czas naświetlania, powinniśmy obliczyć efektywną światłosiłę układu:

$$A_{ukł} = A \times F' / (l - F')$$

gdzie A — światłosiła teleskopu ($A = D/F$)
D — średnica teleskopu



Rys. 2. Różne rodzaje połączeń aparatu z teleskopem: a) pozaogniskowe; b) w ognisku głównym; c) projekcja okularowa; d) obiektyw z telekonwerterem.

F — ogniskowa teleskopu
F' — ogniskowa okularu
l — odległość kliszy od okularu.

Natomiast efektywna ogniskowa (f) układu wynosi:

$$f = F \cdot (l - F') / F'$$

Załóżmy, że posiadamy obiektyw MTO 1000 (ogniskowa 1000 mm; średnica 100 mm, zatem A=1/10) współpracujący z okularem o ogniskowej 10mm, a klisza znajduje się w odległości 50 mm. Światłosiła takiego układu wynosi 1/40, a efektywna ogniskowa 4000 mm. Metoda ta daje bardzo dobre rezultaty, zwłaszcza jeśli użyjemy dobrych okularów. Poprzez zmianę odległości pomiędzy okularem a filmem możemy w łatwy sposób (np. poprzez zamocowanie pomiędzy okularem a aparatem mieszka fotograficznego)zmieniać skalę odwzorowania (ogniskową). W przypadku używania tej metody ważne jest odpowiednie, tzn. sztywne połączenie korpusu aparatu fotograficznego z wyciągiem okularowym teleskopu.

Soczewka Barlowa (telekonwerter) pozwala wydłużyć ogniskową obiektywu — krotność wydłużenia podana jest na obudowie soczewki (np. 2×, 3×). Wzrost ogniskowej pociąga za sobą zmniejszenie światłosiły, np. teleskop o ogniskowej F = 1000 mm i światłosile $A = f/10$ wyposażony w telekonwerter 2× będzie miał ogniskową F_1 = 2000 mm i światłosiłę $A_1 = f/20$. Zaletą tej metody jest łatwość

Czułość filmu		Liczba przesłony — odwrotność światłosiły							
100		2.8	4	5.6	8	11	16	22	32
200		4	5.6	8	11	16	22	32	44
400		5.6	8	11	16	22	32	44	64
Motyw zdjęcia	Q	Czas ekspozycji							
Perły Baily'ego	11	—	—	—	1/4000	1/2000	1/1000	1/500	1/250
Chromosfera	10	—	—	1/4000	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125
Protuberancje	9	—	1/4000	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125	1/60
Korona — 0.1 R_S	7	1/2000	1/1000	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15
Korona — 0.2 R_S	5	1/500	1/250	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8	1/4
Korona — 0.5 R_S	3	1/125	1/60	1/30	1/15	1/8	1/4	1/2	1
Korona — 1.0 R_S	1	1/30	1/15	1/8	1/4	1/2	1	2	4
Korona — 2.0 R_S	0	1/15	1/8	1/4	1/2	1	2	4	8
Korona — 4.0 R_S	–1	1/8	1/4	1/2	1	2	4	8	15

zastosowania oraz stosunkowo dobre rezultaty, zważywszy na niewielki spadek kontrastu obrazu wynikający z użycia soczewki rozpraszającej (soczewka Barlowa). Możemy wydłużyć jeszcze bardziej ogniskową, zwiększając odległość pomiędzy telekonwerterem a aparatem fot., np. poprzez wkręcenie fotograficznego pierścienia pośredniego. Jednak zbyt duże zwiększanie w ten sposób ogniskowej prowadzi do znacznego osłabienia kontrastu obrazu, co znacznie obniża „czytelność" zdjęcia.

Skoro już wiemy jakie układy optyczne możemy zastosować w fotografowaniu zaćmienia Słońca oraz jakie dadzą one efektywne ogniskowe i światłosiły, powinniśmy umieć dobrać odpowiedni czas ekspozycji. Czas ten zależy od tego, co konkretnie fotografujemy, czułości filmu, a także światłosiły A używanego przez nas układu bądź też po prostu liczby przesłony obiektywu c (te dwie wielkości łączy prosta zależność: $c = 1/A$). Zależność czasu ekspozycji t od wymienionych wyżej czynników przedstawia poniższy wzór:

$$t\,[\mathrm{s}] = c^2 / (I \times 2^Q)$$

gdzie I — czułość filmu (ASA), Q — tzw. wykładnik jasności, zależny od motywu zdjęcia (patrz tabelka).

Aby ułatwić Państwu zadanie, przedstawiamy powyżej tabelę naświetlań, z której można odczytać czas ekspozycji (w sekundach) odpowiadający filmowi o danej czułości (100, 200 lub 400 ASA) i układowi o danej światłosile (od $f/2.8$ do $f/64$) lub stosowanej przesłonie obiektywu.

Ponieważ jasność korony maleje stopniowo w miarę oddalania się od tarczy Słońca (R_S oznacza tu promień tarczy Słońca), chcąc wyeksponować jej obszary zewnętrzne, musimy nieco „prześwietlić" obszary wewnętrzne, stosując dłuższe czasy otwarcia migawki. Z drugiej strony, stosując krótkie czasy, wyeksponujemy najjaśniejsze warstwy atmosfery Słońca. Dlatego też dla każdego filmu i aparatu istnieje dość szeroki zakres możliwych do użycia czasów ekspozycji, odpowiednich do ukazania różnych szczegółów w obrazie zaćmionego Słońca. Właściwe naświetlenie nabiera szczególnego znaczenia dopiero wówczas, gdy zależy nam na uchwyceniu zjawisk rozgrywających się w pobliżu kontaktów, w szczególności pierścienia z diamentem. Są to najdramatyczniej przebiegające fazy zaćmienia, ponadto należy wówczas zachować daleko idącą ostrożność przy spoglądaniu na Słońce oraz w odpowiednim momencie zdjąć, a przy końcu fazy całkowitej założyć odpowiednie osłony i filtry.

Na zakończenie należy dodać, iż do fotografowania zaćmienia Słońca (zresztą nie tylko) najlepiej jest użyć lustrzanki małoobrazkowej (np. Zenit, Praktica), gdyż w takim aparacie możemy łatwo określić ostrość obrazu tworzonego przez układ optyczny na kliszy. Poza tym aparaty tego typu oferują nam możliwość wykręcenia obiektywu, a także ręczne ustawianie czasów ekspozycji, co jest bardzo istotne, gdyż nie istnieje program do fotografowania zaćmień Słońca! Tzw. kompakty nie nadają się w ogóle do fotografowania zaćmienia Słońca lub do fotografowania innych obiektów astronomicznych.

Może dla wielu osób pierwsze zdjęcia astronomiczne wykonane podczas tegorocznego zaćmienia będą początkiem nowej pasji — astrofotografii, czego autorzy tego artykułu serdecznie Państwu życzą.

Krzysztof Rochowicz
Wiesław Skórzyński

ASTRO-BIT
Oprogramowanie i materiały astronomiczne

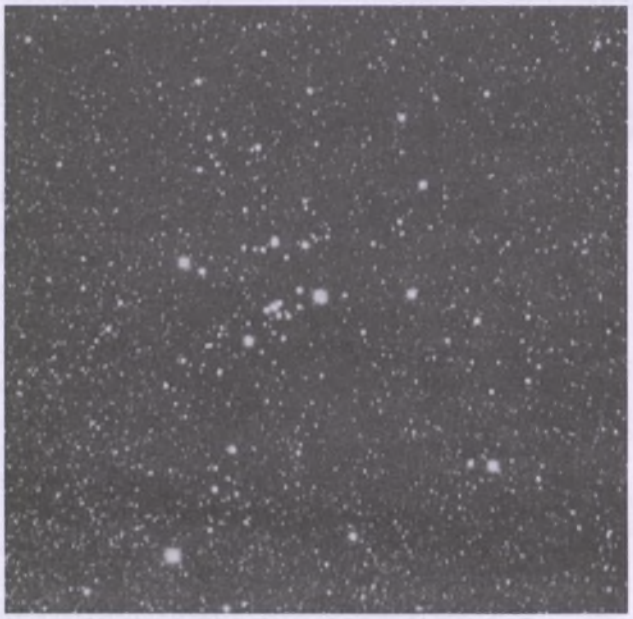
Ireneusz Włodarczyk
ul. Rewolucjonistow 15/13
42-500 Będzin

tel.:(0-32) 761-29-46 e-mail: astrobit@ka.onet.pl

Przedstawiamy dziś kilka mniej znanych gromad otwartych i kulistych oraz jedną z najsłynniejszych mgławic planetarnych.

Hantle wśród gwiazd

M 25 (IC 4725) w Strzelcu



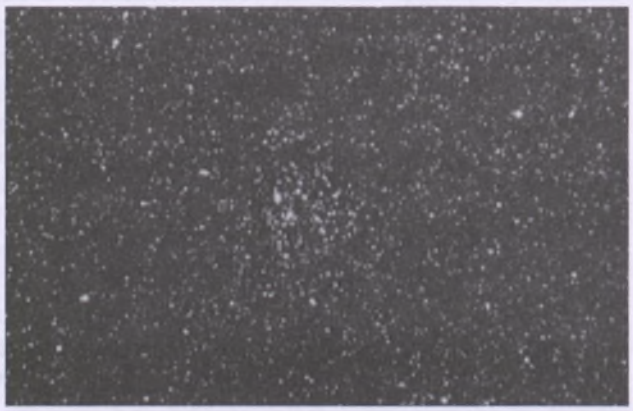
Choć ta gromada otwarta gwiazd jest wyraźnie widoczna nawet przez lornetkę, nie została umieszczona w katalogu NGC. John Herschel z nieznanej przyczyny pominął ją, sporządzając swój *General Catalog*, pomimo że obiekt obserwowali m.in. de Cheseaux w latach 1745-46, Messier w r. 1764, Bode (1774-77) i Smyth (1836). W końcu „odkrył" ją raz jeszcze Schmidt w 1866 r. i gromada pojawiła się w drugim wydaniu *Index Catalog* (1908).

W M 25 odnajdziemy 86 gwiazd, których przynależność do gromady można uznać (zdaniem A. Wallenquista) za co najmniej prawdopodobną. Są wśród nich m.in. dwa olbrzymy typu widmowego G oraz odkryta w 1956 r. przez J.B. Irwina cefeida U Sagittarii o okresie zmienności 6,74 dnia. Jej związek z gromadą potwierdziły pomiary prędkości radialnej (dla gwiazd M 25 wynosi ona średnio +4 km/s).

Obecność cefeidy wskazuje na niezbyt młody wiek gromady, szacuje się go na 90 mln lat. Przy odległości 2000 l.św. (wśród autorów wyznaczeń panuje pod tym względem warta odnotowania zgodność) obserwowanym rozmiarom kątowym odpowiada średnica 23 l.św.

Rektascensja	$18^h31^m.6$
Deklinacja	–19°15'
Odległość	2 000 l.św.
Jasność obserwowana	6.5 mag
Rozmiary kątowe	40'.0

M 26 (NGC 6694) w Tarczy



Jest to słaba gromada otwarta, do obserwacji której trzeba użyć sporego teleskopu. Najjaśniejsze gwiazdy (typu widmowego B8) świecą blaskiem 12 magnitudo, stąd nawet w teleskopie 15–20 centymetrowej średnicy widać ich zaledwie ok. 25 sztuk (całkowita liczba gwiazd nie przekracza setki). Gdyby nie jej duża odległość, mogłaby uchodzić za gromadę podobną do M 25 — rzeczywista jej średnica wynosi bowiem 22 l.św., wiek — 89 mln lat.

James Cuffey z Kirkwood Observatory zwrócił uwagę na obszar (o rozmiarach kątowych ok. 3 minuty łuku) w pobliżu środka gromady o niskiej gęstości gwiazd — to prawdopodobnie wynik przesłonięcia tego fragmentu M 26 przez ciemny obłok materii międzygwiazdowej.

Rektascensja	$18^h45^m.2$
Deklinacja	–09°24'
Odległość	5 000 l.św.
Jasność obserwowana	8.0 mag
Rozmiary kątowe	15'.0

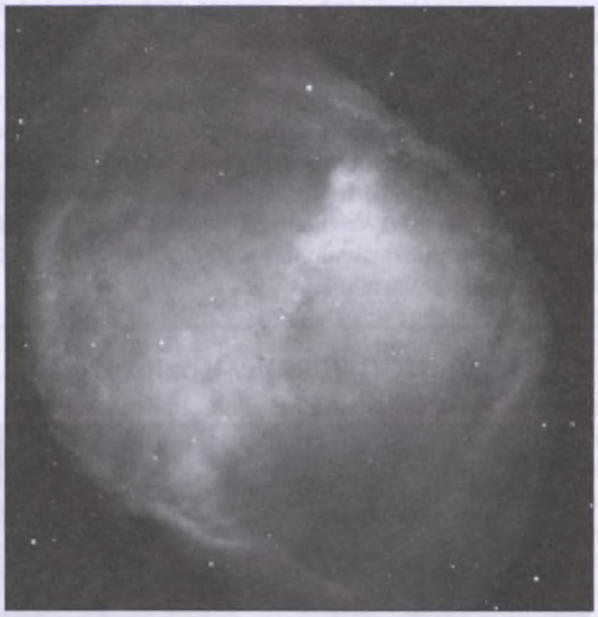
M 27 (NGC 6853) w Lisie

Mgławica Hantle (ma brzegi szersze niż środek i swym wyglądem przypomina ten sportowy przyrząd) została zauważona jako pierwsza z mgławic planetarnych. Messier odkrył tę nową grupę fascynujących obiektów 12 lipca 1764 r. M 27 oglądamy z Ziemi w kierunku bliskim płaszczyźnie równika centralnej gwiazdy; widziana od strony bieguna gwiazdy bardziej przypominałaby obwarzanek — podobnie jak bodaj najsłynniejsza wśród planetarnych Mgławica Pierścieniowa M 57 z Lutni.

Jest to imponująca przedstawicielka swojej klasy: słabe halo rozciąga się na niebie na obszarze 15' (czyli równym połowie kątowej średnicy Księżyca). Całkowitą jasnością ustępuje tylko Mgławicy Helix (NGC 7293) w Wodniku (patrz „Postępy Astronomii" 2/96, str. 76), która jednak nie dorównuje M 27 pod względem jasności powierzchniowej. Zasadnicza część mgławicy powiększa się w tempie 6.8 sekundy łuku na rok, a oceny jej wieku mieszczą się w przedziale 3–4 tysiące lat.

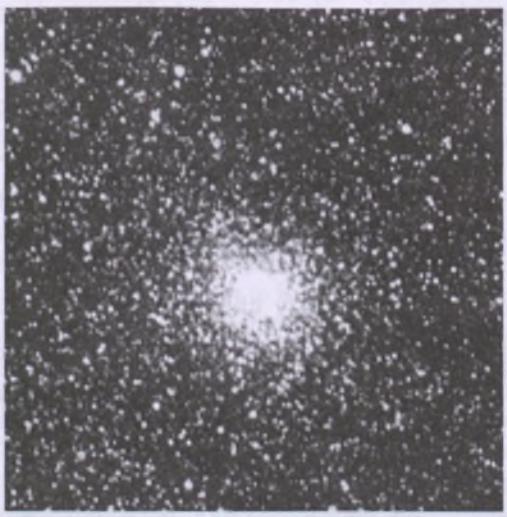
Gwiazdą centralną (o jasności obserwowanej 13,5 magnitudo) jest gorący biały karzeł typu widmowego O7 (jego temperaturę powierzchniową szacuje się na 85 tysięcy stopni). K.M. Cudworth z Yerkes Observatory doniósł o odkryciu słabego (17 magnitudo), żółtawego towarzysza w odległości kątowej 6.5 sekundy łuku.

Podobnie jak dla większości mgławic planetarnych, wyznaczona odległość M 27 (a co za tym idzie — rzeczywiste rozmiary i moc promieniowania) jest obarczona sporym błędem, różni autorzy podają wartości od 490 do 3500 l.św. Przyjmując np. 1200 l.św., otrzymalibyśmy na jasność absolutną mgławicy –0,5 magnitudo (100 razy więcej niż dla Słońca), gwiazdy centralnej +6 magnitudo (1/3 słonecznej), towarzysza +9 (ok. 100 razy mniej niż dla Słońca); podane wartości dotyczą tylko zakresu widzialnego widma. Mgławica nie powinna oczywiście promieniować więcej energii niż jej centralna gwiazda, która pobudza do świecenia otaczającą ją materię. Po prostu centralna gwiazda wysyła głównie niewidoczne kwanty wysokoenergetycznego promieniowania, które wzbudzają gazową materię mgławicy. Ta z kolei pozbywa się nadmiaru energii promienistej przede wszystkim w widzialnej części widma, a ściślej rzecz biorąc, głównie w jednej linii widmowej w zielonym zakresie (chodzi o linię wzbronioną tlenu [OIII] 500.7 nm).



Rektascensja	$19^h59^m.6$
Deklinacja	+22°43'
Odległość	1 250 l.św.
Jasność obserwowana	7.4 mag
Rozmiary kątowe	8'.0 × 5'.7

M 28 (NGC 6626) w Strzelcu



M 28 to gromada kulista mniejsza i bardziej skondensowana niż jej sąsiadka M 22. W odległości 15-19 tys. l św. jej kątowej średnicy odpowiada obszar o rozmiarach rzędu 75 l.św. William Herschel jako pierwszy użył w stosunku do niej określenia „chmura gwiazd", zaś H. Shapley zwrócił uwagę na jej niewielkie spłaszczenie.

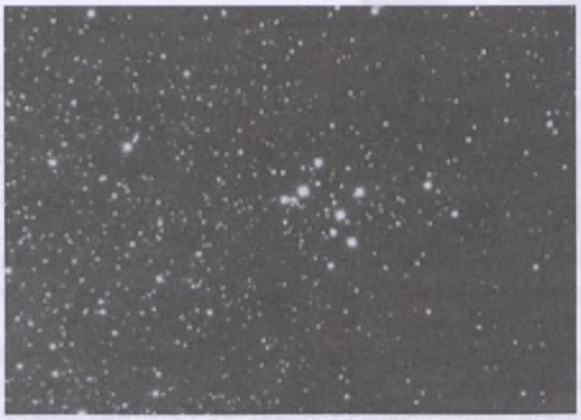
Gromada zawiera m.in. 18 zmiennych typu RR Lyrae, zmienną typu W Virginis o okresie 17 dni oraz zmienną długookresową typu RV Tauri. Jest to druga (po M 4) gromada kulista, w której odkryto pulsara milisekundowego (w 1987 r.). Noszący oznaczenie PSR 1820-26 obiekt o rozmiarach kilkunastu kilometrów obraca się przeszło 90 razy w ciągu sekundy.

Rektascensja	$18^h24^m.5$
Deklinacja	–24°52'
Odległość	17 900 l.św.
Jasność obserwowana	6.8 mag
Rozmiary kątowe	11'.2

M 29 (NGC 6913) w Łabędziu

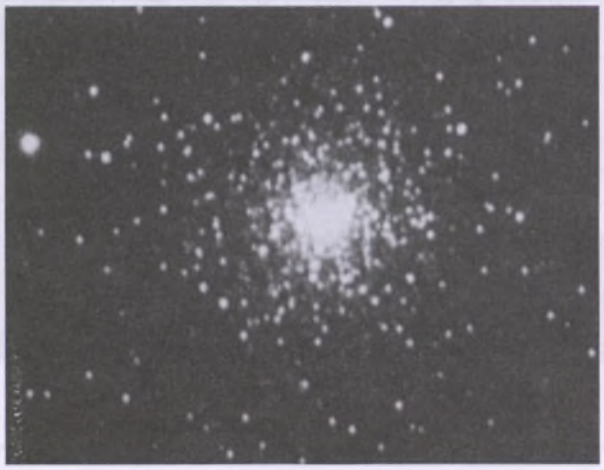
M 29 to gromada otwarta nie rzucająca się zbytnio w oczy, położona w gęsto usianym gwiazdami obszarze Drogi Mlecznej. Zawiera ok. 50 gwiazd, z których najgorętsze są typu widmowego B0. W roku 1954 W.A. Hiltner z Yerkes Observatory stwierdził silną polaryzację światła gwiazd gromady. W tym samym roku Harris zwrócił uwagę na nieregularne zmiany blasku gwiazd, które zinterpretował jako przesłanianie poszczególnych obiektów przez obłoki materii międzygwiazdowej. Jak się ocenia, absorpcja promieniowania w zakresie widzialnym sięga 3 magnitudo.

Szacując gęstość materii międzygwiazdowej w kierunku M 29, otrzymuje się wartość nawet 1000-krotnie większą od przeciętnej. Niektóre źródła podają z kolei większą odległość gromady — do 7200 l.św. Przyjęta tu wartość wiąże się z założeniem, że M 29 wchodzi w skład asocjacji Cygnus OB1. Gromada zbliża się do nas z prędkością 28 km/s, jej wiek ocenia się na 10 mln lat.



Rektascensja	$20^h23^m.9$
Deklinacja	+38°32'
Odległość	4 000 l.św.
Jasność obserwowana	7.1 mag
Rozmiary kątowe	7'.0

M 30 (NGC 7099) w Koziorożcu



Rektascensja	$21^h40^m.4$
Deklinacja	–23°11'
Odległość	24 800 l.św.
Jasność obserwowana	7.2 mag
Rozmiary kątowe	11'.0

M 30 to gromada kulista zajmująca obszar o średnicy ok. 70 l.św.; zbliża się do nas z prędkością 164 km/s. Centralna część obiektu to niezwykle zagęszczony obszar — w przeszłości miało tu zapewne miejsce zjawisko tzw. kolapsu jądra (patrz opis M 15, „Urania-PA" 1/99), podobnie jak w przypadku ok. 20 innych (spośród prawie 150 znanych) gromad kulistych w Galaktyce. W gromadzie odnaleziono do tej pory zaledwie kilkanaście gwiazd zmiennych, w tym nową karłowatą.

M 30 prezentuje się interesująco oglądana nawet przez niewielki teleskop, a jednak nie cieszy się zbyt dobrą opinią wśród amatorów tzw. maratonu Messiera (to swego rodzaju „polowanie" teleskopem na wszystkie obiekty z katalogu w ciągu jednej nocy), gdyż często... nie wschodzi na czas. W drugiej połowie marca, kiedy to występuje najkorzystniejsza konfiguracja obiektów Messiera względem Słońca, obserwacji tej właśnie gromady o świcie może zabraknąć, by zwieńczyć kilkunastogodzinną wędrówkę po niebie. Mimo wszystko namawiamy do podjęcia podobnej próby (niestety, z naszych szerokości geograficznych i tak nie wszystkie obiekty bywają widoczne), by na własne oczy przekonać się, jak oszałamiająca jest różnorodność „mgławic". (*kr*)

FRAGMENTY PLANETOID
czyli
METEORYTY
kamienne, żelazno-kamienne, żelazne
oferuje
„ASPMET"
skr. poczt. 6, 14-530 Frombork
Szczegółową ofertę podaje
sklepik meteorytowy na stronach
www.minerals.inpoland.com
lub wysyłamy pocztą.

PLANETARIUM ZATRUDNI ASTRONOMA

Na astronoma, który chciałby się zajmować popularyzacją tej nauki w planetarium i obserwatorium, i którego nie przeraża mieszkanie i praca na odludziu, oczekuje etat w Muzeum Mikołaja Kopernika we Fromborku i mieszkanie służbowe w obserwatorium.

Zgłoszenia i pytania należy kierować do Dyrekcji Muzeum Mikołaja Kopernika. ul. Katedralna 8, 14-530 Frombork, tel./fax 0-55 243 72 18

Tysięczny pulsar

Radioteleskop Parkes znajdujący się w Australii, już rekordzista w zakresie ilości odkrytych przy jego pomocy pulsarów, wzbogacił się o kolejne trofeum. Dzięki zainstalowanemu na nim nowemu instrumentowi — systemowi wielowiązkowemu — naukowcom pracującym w ramach międzynarodowego zespołu dokonującego systematycznego przeglądu nieba, udało się odkryć tysięcznego pulsara. W ramach całego programu odkryto ich już ogółem ponad 200.

Chociaż praca postępuje dziesięciokrotnie szybciej niż w innych tego typu przeglądach, astronomowie oceniają, że możliwe będzie „wyłuskanie" jedynie ułamka z 300 tysięcy pulsarów, o które „podejrzewa" się naszą Galaktykę. Wiele z tych ciał niebieskich jest po prostu zbyt słabych wobec możliwości detekcyjnych oprzyrządowania lub też nie znajdujemy się w obrębie wiązek emitowanego przez nie promieniowania.

Jak podkreśla jeden z uczonych, Dick Manchester, jest wiele typów pulsarów, jednakże znamy przedstawicieli jedynie kilku z nich. Przykładowo, w ramach pierwszych stu znalezionych pulsarów, tylko jeden krąży wokół innej gwiazdy neutronowej — i jest to dopiero szósty znany astronomom przypadek. Zatem jeden z zamierzonych celów to znalezienie pulsarów należących do tych rzadszych typów czy wręcz obecnie nawet nie przewidywanych. Nade wszystko naukowcy pragną jednak wyszukać przynajmniej jednego pulsara orbitującego wokół czarnej dziury — byłoby to wyśmienite laboratorium do przebadania przemyśleń teoretycznych odnośnie czarnych dziur właśnie. Z kolei inny naukowiec z zespołu — Vicky Kaspi — zaznacza szczególne zainteresowanie młodymi pulsarami, którym przydarzają się nagłe zmiany w charakterze ich sygnałów, określane angielską nazwą glitch'y. Są to oznaki „trzęsień gwiazdy", pozwalających analizować wnętrza tych szczególnych obiektów. Młode pulsary mogą nadto być radiowymi odpowiednikami źródeł odkrytych w zakresie rentgenowskim i gamma.

Liczebna próbka pulsarów pozwoli też na uściślenie danych odnośnie ich natury — równania opisujące ich wnętrza określają granicę szybkości, z jaką mogą one teoretycznie wirować. Obecny rekord obserwacyjny to około 600 obrotów na sekundę; znalezienie szybciej rotującego obiektu pozwoliłoby na „dostrojenie" teorii.

Sygnały pulsarów w trakcie wędrówki przez przestrzeń kosmiczną są „rozmywane" przy przechodzeniu przez pola magnetyczne i niewidoczne olbrzymie obłoki elektronów. Charakterystyka takiego rozmycia pozwala opisać warunki fizyczne w kierunku Ziemia–pulsar. Wreszcie, sieć szczególnie szybko „tykających" pulsarów pozwoliłaby też „zobaczyć" fale grawitacyjne, których przejście przez pulsary powinno powodować zmiany w czasie nadejścia ich kolejnych sygnałów. Do zrobienia jest zatem jeszcze sporo, ale i wyniki mogą być naprawdę fascynujące. (*mag*)

Porażka masywnej ciemnej materii?

Od pewnego czasu z problematyką istnienia ciemnej materii borykają się duże międzynarodowe zespoły astronomów. Jednemu z nich, nazwanemu MACHO Collaboration, udało się już w styczniu 1997 roku odkryć przypadek soczewkowania grawitacyjnego w Małym Obłoku Magellana. Zjawisko soczewkowania grawitacyjnego następuje, gdy na drodze promieniowania odległego źródła znajdzie się masywny obiekt, którego oddziaływanie grawitacyjne powoduje odgięcie części promieni świetlnych, które w przeciwnym wypadku nie dotarłyby do obserwatora — efektywnie powoduje to przejściowe pojaśnienie obiektu. Jest to bardzo obiecujący sposób detekcji obiektów określanych zbiorczym, „mocnym" mianem MACHOs, od angielskiego określenia MAssive Compact Halo Objects, czyli zwartych, masywnych obiektów halo, a które są poważnym kandydatem na przedstawicieli ciemnej materii, tworzącej do 99% Wszechświata.

8 czerwca ubiegłego roku zaobserwowano kolejną soczewkę grawitacyjną, o czym powiadomiono inną grupę badawczą, PLANET, czyli Probing Lensing Anomalies NETwork. Zbiera ona dane z czterech obserwatoriów: Perth Observatory w Bickley (Australia), Canopus Hill Observatory Universytetu Tasmanii w Hobart (Australia), South African Astronomical Observatory w Sutherland (Południowa Afryka) i European Southern Observatory w La Silla (Chile). Obserwacje trwającego dwa tygodnie wzrostu jasności koordynował poprzez Internet student B. Scott Gaudi, pod opieką profesora Andrew Goulda.

Późniejsza obróbka danych doprowadziła do ciekawych wniosków. Okazało się bowiem, że sprawcą całego zamieszania jest układ podwójny gwiazd — na takie rozróżnienie pozwala specyfika samego soczewkowania grawitacyjnego, którego efekt jest różny w zależności od rodzaju ciała „odginającego" promienie. Dodatkowo możliwe było wydobycie informacji o prędkości ruchu układu w przestrzeni. Gdyby przynależał on do Małego Obłoku Magellana, jego prędkość wynosiłaby 75 kilometrów na sekundę, a jeśli byłby to obiekt halo naszej Galaktyki, „ślimaczyłby" się jedynie 35 km/s, co dla obiektów halo jest mało prawdopodobne. Sama podwójność soczewki grawitacyjnej powoduje ciekawe modyfikacje zjawiska, wywołane wzajemnymi oddziaływaniami składników układu.

Szersza perspektywa omawianego odkrycia jest jeszcze ciekawsza. Podkopuje ona bowiem trochę ideę, że na ciemną materię składają się MACHOs. Jak jednakże od razu zaznacza Gould, nie oznacza to tym samym, że znaleziony został dowód tezy przeciwnej, mianowicie, iż na ciemną materię składają się słabo oddziałujące masywne cząstki, czyli WIMPs (Weakly–Interacting Massive Particles). Tych ostatnich bowiem nikt jeszcze nie odkrył. Soczewkujący grawitacyjnie gwiezdny układ podwójny to jednak ważny krok na drodze do rozwiązania zagadki ciemnej materii. (*mag*)

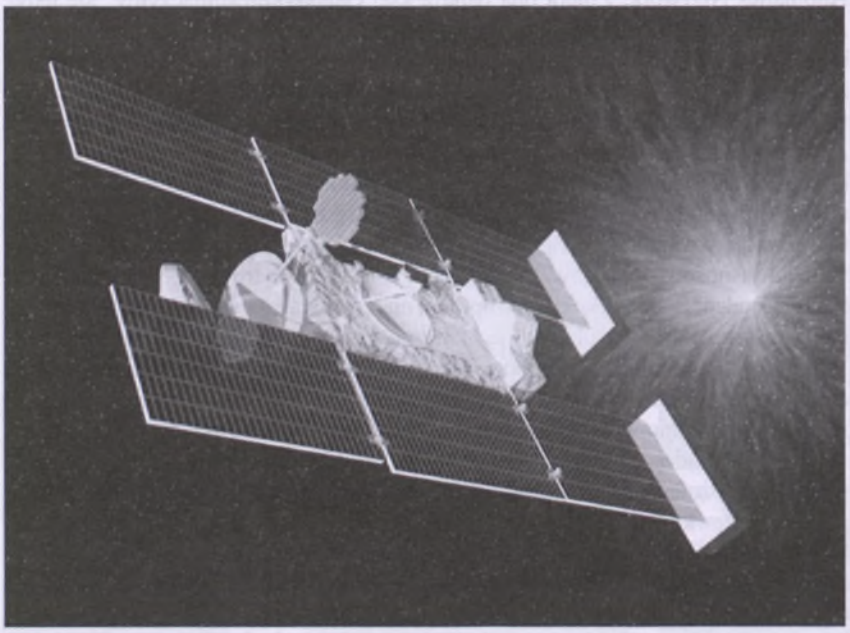
Badania komet *in situ*

7 lutego z amerykańskiego kosmodromu na przylądku Canaveral wyruszyła międzyplanetarna sonda *Stardust*, której głównym celem jest krótkookresowa kometa **Wild-2**. Dolot zajmie aż 5 lat, ale w tym czasie sonda, przemierzając przestrzeń międzyplanetarną, dwukrotnie będzie przechwytywać cząstki pyłu kosmicznego (stąd jej nazwa, dosłownie „gwiezdny pył"). W tym celu wyposażono ją w pułapkę ze specjalną porowatą substancją zwaną aerożel. Pułapka przypominająca kształtem rakietę tenisową będzie wysuwana z kapsuły, a po zakończeniu misji sondy powróci w niej na Ziemię.

Przebieg misji zaplanowano następująco: podczas pierwszej orbity wokół Słońca, w marcu 2000 r. *Stardust* osiągnie aphelium pomiędzy orbitami Marsa i Jowisza. Wówczas na trzy miesiące — do maja 2000 r. z kapsuły zostanie wysunięta pułapka i ustawiona stroną B. Kończąc pierwszy obieg wokół Słońca, sonda przeleci 15 stycznia 2001 roku w odległości 5964 km od Ziemi. Pole grawitacyjne naszej planety zmodyfikuje orbitę sondy, pozwalając na późniejsze spotkanie z kometą. Nie dojdzie jeszcze do niego na drugiej orbicie, natomiast w jej aphelium ponownie otwarta zostanie pułapka (także stroną B), a zbieranie pyłu kosmicznego trwać będzie od lipca do grudnia 2002 roku. W końcu lipca 2003 roku dokonana zostanie kolejna korekta wokółsłonecznej orbity sondy, tym razem przy użyciu jej własnego silnika rakietowego.

Ostatecznie do spotkania z kometą Wild-2 dojdzie 2 stycznia 2004 roku — sonda przeleci w odległości 150 km od jej jądra. W czasie przelotu przez głowę komety pułapka z aerożelem zostanie wysunięta i eksponowana stroną A. Wzajemna prędkość komety i sondy wyniesie 6.1 km/s, co pozwoli na stosunkowo łagodne przechwycenie cząstek pyłu i gazu. Kometa znajdująca się w tym momencie daleko od Słońca (1.86 AU) powinna być mało aktywna. Fotografowanie komety zacznie się już na 100 dni przed maksymalnym zbliżeniem. Kamera wyposażona w 8 filtrów będzie odbierać obrazy za pomocą ruchomego zwierciadła, by uniknąć zderzenia z nadbiegającymi cząstkami pyłu. W trakcie największego zbliżenia tylko jedno zdjęcie zostanie bezpośrednio przekazane na Ziemię, reszta zostanie zachowana w pamięci komputera pokładowego i przesłana później.

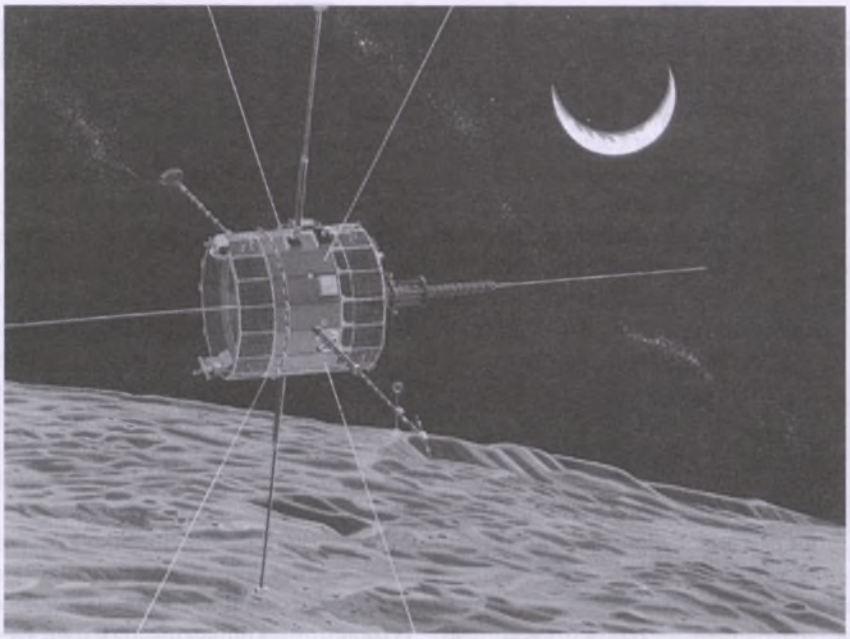
Upłyną kolejne dwa lata, zanim kapsuła z bezcennym ładunkiem powróci na Ziemię. W styczniu 2006 roku sonda wykona trzy korekty trajektorii, by znaleźć się na kursie kolizyjnym z Ziemią. W odległości 110 tys. km kapsuła zostanie odłączona i ustabilizowana ruchem obrotowym, natomiast człon macierzysty wykona manewr omijający Ziemię i pozostanie na orbicie heliocentrycznej. Kapsuła wtargnie do atmosfery z prędkością 12.8 km/s, czyli większą od II prędkości kosmicznej. Po wyhamowaniu przy pomocy osłony aerodynamicznej, a następnie spadochronów, opadnie na pustynnym poligonie amerykańskiego stanu Utah, niedaleko od Salt Lake City. Elipsa rozrzutu szacowana jest na 30 × 84 km. Spodziewany czas lądowania: 15 stycznia 2006 roku, godz. 3.00 czasu miejscowego (Mountain Standard Time). Jeśli wszystko się powiedzie, materia pobrana z komety po raz pierwszy znajdzie się w rękach uczonych.



Fot. 1. Sonda *Stardust*. Z lewej widoczny otwarty pojemnik z wysuniętą pułapką. (NASA)

Stardust oczywiście nie jest pierwszą sondą kometarną, badania komet w astronautyce mają już bogatą historię. Rozpoczęła się ona od badania komety **Giacobiniego-Zinnera** przez sondę *ICE* (*International Comet Explorer*). Sonda pierwotnie przeznaczona była do badania oddziaływań Słońca i Ziemi na ośrodek międzyplanetarny i w tym celu umieszczona została w odległości 1.6 mln km od Ziemi w punkcie Lagrange'a L1. Działała tam pod nazwą *ISEE-3* (*International Sun-Earth Explorer-3*) od 1978 do 1982 roku, kiedy to grupa badaczy z Ośrodka Lotów Kosmicznych im. Goddarda „wypożyczyła" ją do badań komety, zmieniając równocześnie jej nazwę. Do skierowania *ICE* ku nowemu celowi wykorzystano pięć bliskich przelotów koło Księżyca, ostatecznie sonda spotkała się z kometą 11 września 1985 roku, przelatując przez jej warkocz w odległości 8000 km od jądra. Sonda już dawno jest nieczynna, ale jej misja może jeszcze mieć niecodzienny epilog. Obsypana kometarnym pyłem *ICE* powróci w pobliże Ziemi 10 sierpnia 2014 roku i NASA, być może, podejmie próbę przechwycenia i sprowadzenia jej na Ziemię.

Szczególnie bogaty w misje kometarne był rok 1986 z uwagi na powrót komety **Halleya**. W marcu tego roku w pobliże komety dotarły aż 4 sondy: radzieckie *Vega-1* i *Vega-2*, zachodnioeuropejska *Giotto* i japońska *Suisei*. Ta ostatnia 1 marca zbliżyła się na mini-



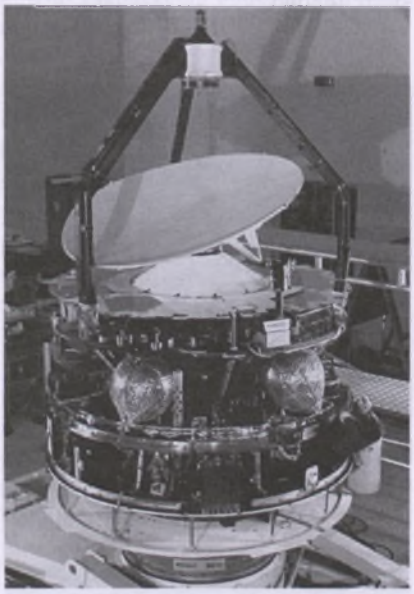
Fot. 2. Sonda *ICE* podczas manewru grawitacyjnego nad Księżycem. (NASA)

malną odległość 150 tys. km od komety. Następnie *Vegi* kolejno w dniach 6 i 9 marca minęły jądro komety w odległości 8000 km, przesyłając na Ziemię dokładne obrazy, które pozwoliły na zbliżenie *Giotto* w dniu 13 marca na odległość 600 km. Wypada przypomnieć, że kometa Halleya po przejściu perihelium w dniu 9 lutego była bardzo aktywna, a wzajemna prędkość sondy i komety wynosiła 68.7 km/s! *Giotto* przeżył bombardowanie kometarnym pyłem, ale jego kamery uległy uszkodzeniu już w odległości 1180 km od jądra, na 15 sekund przed największym zbliżeniem. Sondę wykorzystano ponownie po 6 latach do badania komety **Grigga-Skjellerupa**. Aby mogło dojść do kolejnego spotkania, *Giotto* musiał wykonać manewr grawitacyjny w pobliżu Ziemi 2 lipca 1990 roku. Dwa lata później, 10 lipca 1992 roku, minął jądro tej znacznie spokojniejszej komety w odległości zaledwie 200 km.

Wypada też wspomnieć o sondzie *Deep Space-1*, która wyruszyła z Ziemi 24 października 1998 roku na spotkanie z planetoidą i kometą. *Deep Space* napędzana silnikiem jonowym dotrze najpierw do miniaturowej planetoidy 1992KD, a po minięciu jej w końcu lipca br. zbliży się do komety **Wilsona-Harringtona** w styczniu 2001 roku lub do komety **Borelly'ego** we wrześniu 2001 (decyzja zapadnie po spotkaniu z planetoidą).

W pierwszej dekadzie nowego tysiąclecia czekają nas jeszcze bardziej fascynujące misje kometarne: *Contour* i *Rosetta*. Tę pierwszą przygotowuje amerykańska agencja kosmiczna NASA. Sonda o masie 775 kg, wyposażona w dwie kamery o dużej rozdzielczości, spektrometr masowy oraz zbudowany w Niemczech analizator pyłu, ma wyruszyć z kosmodromu Cape Canaveral w lipcu 2002 roku. *Contour* ma dokonać zbliżeń na odległość rzędu 100 km do jąder trzech komet: **Enckego** (12 listopada 2003), **Schwassmanna-Wachmanna-3** (18 czerwca 2006) i **d'Arresta** (16 sierpnia 2008). Odwiedzenie aż tylu celów będzie możliwe dzięki wykorzystaniu pięciu manewrów grawitacyjnych w pobliżu Ziemi. Oczekuje się uzyskania obrazów jąder z rozdzielczością 4 m oraz spektrogramów o rozdzielczości 100–200 m.

Celem sondy *Rosetta* będzie tylko jedna kometa, ale jej badania będą najbardziej zaawansowane. Jest to projekt europejskiej agencji kosmicznej ESA, który powstał jeszcze w latach 80 i przewidywał lądowanie na jądrze komety! W miarę upływu czasu ulegał on licznym modyfikacjom, zmieniała się też docelowa kometa. Wedle ostatniego wariantu (i chyba już ostatecznego) będzie nią kometa **Wirtanena**. Przebieg misji ma wyglądać następująco: *Rosetta* wyniesiona zostanie potężną rakietą Ariane-5 z kosmodromu Kourou 20 stycznia 2003 roku. Duża rakieta będzie niezbędna, bowiem masa sondy wraz z paliwem wyniesie 2.9 tony. W czasie 8-letniej podróży do komety sonda zbliży się do Marsa (28 maja 2005) i do Ziemi (26 października 2005), by spotkać się z planetoidą 4979 Otawara (10 lipca 2006), potem jeszcze raz do Ziemi (27 października 2007), by spotkać się z planetoidą 140 Siwa (23 lipca 2008). Do komety Wirtanena dotrze dopiero w sierpniu 2011 roku, po 3150 dniach lotu! Specjaliści z ESA zamierzają wprowadzić człon macierzysty sondy na eliptyczną orbitę wokół jądra, a po roku obserwacji jego powierzchni — w sierpniu 2012 roku — wysłać lądownik *Roland* (skrót od: *Rosetta Lander*). *Roland* opadnie z prędkością poniżej 1 m/s i po zetknięciu z powierzchnią wystrzeli harpun, który ma zakotwiczyć lądownik, wspomagając znikomą grawitację jądra komety (podobne rozwiązanie zastosowali w roku 1988 rosyjscy specjaliści w lądownikach sond do badania Fobosa, żaden z nich nie dotarł jednak na powierzchnię księżyca Marsa). Przytwierdzenie *Rolanda* do powierzchni jądra będzie konieczne, ponieważ przewiduje się dokonanie wiercenia na głębokość co najmniej 20 cm. Osiem przyrządów dokona chemicznej i fizycznej analizy „gruntu" komety, pomiarów temperatury, przewodnictwa cieplnego i elektrycznego, a także akustycznych i sejsmicznych badań jądra. Panoramiczna kamera przekaże dokładne obrazy jego powierzchni.

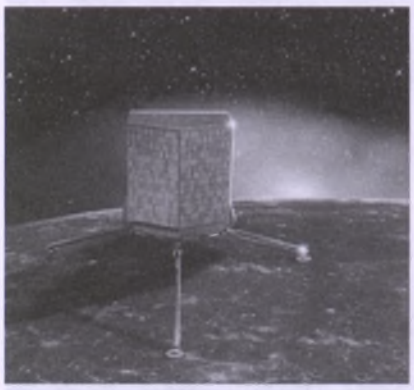


Fot. 3. Sonda *Giotto* przed startem. (ESA)

Fot. 4. Model lądownika *Roland*. (DLR)

Misja *Rosetty* wydaje się dziś czymś w rodzaju science-fiction, w istocie jednak prace nad projektem są bardziej zaawansowane, niż nad sondą *Contour*. 11 marca specjaliści z niemieckiego instytutu lotniczo-kosmicznego DLR zaprezentowali w Kolonii pełnowymiarowy model lądownika *Roland*. Jeśli ten ambitny projekt, realizowany w ramach programu „Horizon 2000+", powiedzie się, to Europa odzyska prymat w dziedzinie badań komet *in situ*, który niegdyś zapewniła jej sonda *Giotto*. Europejski prymat zapewne nie potrwa długo, bo Amerykanie myślą już o automatycznym lądowniku na komecie **Tempel-1**, który miałby powrócić na Ziemię z odwiertem kometarnego jądra. Sonda miałaby się nazywać *Deep Space-4* i — podobnie jak pierwszy obiekt z tej serii — posiadać silnik jonowy.

Jacek Kruk



Fot. 5. *Roland* na jądrze komety Wirtanena (DLR).

Trzęsienia Ziemi — Księżyc niewinny

Niektórzy naukowcy, a szczególnie amatorzy, przeczuwali duży związek pomiędzy pływami księżycowymi a występowaniem trzęsień Ziemi. John Vidale, profesor nauk o Ziemi i kosmosie z Uniwersytetu Kalifornijskiego UCLA w Los Angeles, przeprowadził rozległe badania dotyczące tej kwestii. Materiał „dowodowy" to ponad 13 tysięcy trzęsień Ziemi zaistniałych na terenie uskoków San Andreas w pobliżu Parkfield i Calaveras w północnej Kalifornii w ciągu ćwierćwiecza, do roku 1994 włącznie. Okazuje się, że korelacja pomiędzy pływami księżycowymi a pojawianiem się trzęsień Ziemi jeśli jest, to bardzo słabiutka i statystycznie nieznacząca. Podobnie jest w przypadku pływów słonecznych, które same w sobie są słabsze od powodowanych przyciąganiem Księżyca.

Vidale badał, kiedy trzęsienia Ziemi przystępowały do „ataku" i obliczał występujące w uskokach naprężenia w ich trakcie i w przypadkowych okresach. Brak wyraźnego związku pomiędzy zjawiskami dostarcza silnego poparcia dla teorii głoszącej, że trzęsienia Ziemi są poprzedzane tzw. „fazą przygotowawczą", która zaczyna się szereg dni przed kulminacją i przyspiesza znacząco w końcowych kilku minutach czy wręcz sekundach przed faktycznym trzęsieniem. Teorię tę rozwinął Jim Dieterich z U.S. Geological Survey ze współpracownikami. Jest ona podstawą do postulowania możliwości przewidywania trzęsień, chociaż Vidale podkreśla, że owa faza przygotowawcza jest słabo poznana i może zwyczajnie nie być obserwowalna aż do kilku końcowych sekund przed początkiem zjawiska. Co więcej, nawet w razie jej identyfikacji, niekoniecznie możliwe by było udzielenie odpowiedzi na pytanie o siłę spodziewanego trzęsienia. Niewykluczone, że to właśnie aktywność towarzysząca fazie przygotowawczej zaciera wpływ na pojawianie się trzęsień ze strony pływów księżycowych. I chociaż te ostatnie zmieniają naprężenia w uskokach dalece bardziej gwałtownie niż ruchy płyt tektonicznych, to naprężenia wynikłe z takich ruchów mogą się kumulować przez setki, a nawet tysiące lat.

(*mag*)

Mokry Wszechświat

5 grudnia ubiegłego roku dzięki rakiecie Pegasus XL na orbicie znalazł się instrument Submillimeter Wave Astronomy Satellite (SWAS) — pierwszy teleskop pozwalający obserwować w zakresie podmilimetrowym, wypadającym pomiędzy podczerwienią a falami radiowymi. Bardzo szybko wykonane nim obserwacje obłoków molekularnych — gwiezdnych kolebek — przyniosły prawdziwą niespodziankę. O ile bowiem woda wydaje się być tam wszechobecna, nie sposób znaleźć tlen w postaci molekularnej. Oznaki istnienia wody były już odkrywane wcześniej, jednakże jedynie w gorących obszarach. Ponieważ większość ośrodka międzygwiazdowego jest chłodna, oznacza to — mówiąc żartobliwie, że woda cieszy się dużą popularnością we Wszechświecie.

Zadziwiający jest jednak ów brak tlenu molekularnego — pozwoli to uściślić górne ograniczenie jego ilości w obłokach molekularnych i zarazem oszacować ich wiek. Brak takiej postaci tlenu zgadza się jednakże z niektórymi przewidywaniami teoretycznymi, które postulują właśnie jego brak aż do osiągnięcia przez obłok molekularny odpowiedniego wieku, a zarazem stopnia komplikacji składu chemicznego.

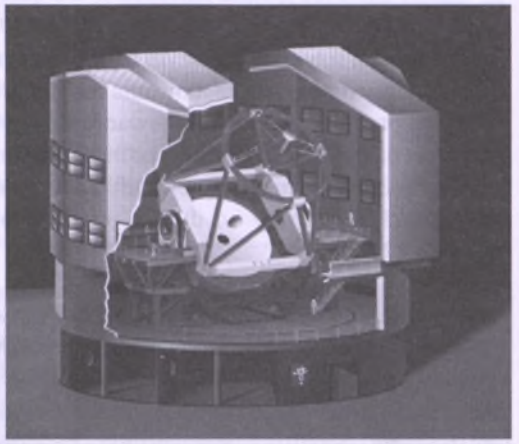
SWAS pozwoli również naukowcom wykonać mapy występowania gorących molekuł (takich jak np. tlenek węgla), dalece szczegółowsze i obejmujące większe obszary nieba niż te osiągalne w obserwacjach naziemnych. Być może pozwoli to zmierzyć się z kilkoma podstawowymi pytaniami: 1) gdzie „ukrywa" się tlen? 2) jak stygną kolapsujące obłoki, by móc dać początek gwiazdom i planetom? 3) jaka jest wewnętrzna struktura takich obłoków?

(*mag*)

Największy teleskop świata już pracuje!

W grudniu 1987 roku Rada Europejskiego Obserwatorium Południowego (ESO) podjęła decyzję o budowie największego optycznego teleskopu świata VLT (Very Large Telescope) na Cerro Paranal w północnym Chile, około 300 km na południe od miasta Antofagasta. Od tego czasu trwają wytężone prace zarówno na położonej na wysokości 2635 m n.p.m. górze Paranal, jak i we wszystkich państwach ESO nad urzeczywistnieniem tego niezwykle ambitnego projektu.

Teleskop będzie się składał głównie z 4 teleskopów monolitycznych o średnicy lustra 8.2 m, umieszczonych w oddzielnych budynkach i dających efektywną powierzchnię zbiorczą równoważną teleskopowi o średnicy 16 m. Same lustra będą wykonane w technice optyki aktywnej, a teleskopy pracujące w układzie wysokościowo-azymutalnym będą miały 20 m wysokości i ważyły 430 ton. Pod względem jakości obrazów będzie to teleskop posiadający zdolność rozdzielczą teleskopu o średnicy przeszło 100 m. Ściślej mówiąc, rozdzielczość osiągnie 0.001 sekundy łuku na długości fali 1 mikrometra. Oczywiście oddzielne teleskopy będą tworzyły między sobą szereg interferometrów, a dla pełnego wykorzystania informacji zawartej w interferogramach, siatkę czterech kolosów trzeba będzie uzupełnić jeszcze szeregiem teleskopów mniejszych rozmiarów. Wybrano rozwiązanie z teleskopami o średnicy 1.8 m, które będą przesuwane na torowiskach, zajmując 30 różnych położeń, w zależności od programu aktualnych obserwacji. Krótko mówiąc, będzie to teleskop, który otworzy nową epokę w astronomii obserwacyjnej w dziedzinie widzialnej i podczerwonej widma promieniowania (0.3 do 25 mikrometrów). Pierwszy z ośmiometrowych teleskopów odebrał „pierwsze światło od gwiazd” w maju 1998 roku. Pisaliśmy o tym wydarzeniu i prezentowaliśmy pierwsze jego zdjęcia w „Uranii-Postępach Astronomii” w zeszycie 4 (676) str. 169 w ubiegłym roku. Obecnie, wcześniej niż planowano, w dniu 1 marca 1999 roku „pierwsze światło od gwiazd” odebrał teleskop nr 2. Zbiegło się to z osiągnięciem przez teleskop nr 1 dojrzałości technicznej, pozwalającej na oddanie go w ręce astronomów, do regularnej służby obserwacyjnej.



Schemat strukturalny pojedynczego teleskopu. Przypomnijmy, że jego lustro główne ma 8.2 m średnicy, a jego kształt paraboloidalny jest utrzymywany przez kilkaset wsporników tzw. aktywnej optyki. Teleskop ma 20 m wysokości i waży 430 ton. Jego budynek ma 29 m średnicy i wznosi się 28.5 m ponad powierzchnię gruntu, a ponadto wchodzi 4.5 m w głąb ziemi.

W pierwszych dniach marca 1999 odbyło się w Antofagasta międzynarodowe spotkanie astronomów, mające na celu przedyskutowanie przyszłych programów badawczych dla wielkich współczesnych teleskopów i dla VLT.

Widok ogólny Obserwatorium na MtParonal

W piątek 5 marca 1999 roku uczeni ci przybyli na górę Paranal, gdzie w obecności Prezydenta Republiki Chile, wielu ministrów rządu chilijskiego i ambasadorów państw-członków Europejskiego Obserwatorium Południowego i innych znakomitych gości, dyrektor generalny ESO, profesor Riccardo Giacconi ogłosił uroczyście początek pracy Obserwatorium na Cerro Paranal. Obserwatorium to składa się obecnie z dwóch teleskopów o średnicy 8.2 m. Kolejne teleskopy będą włączały się do pracy w ciągu najbliższych 2 lat... Całkowite zakończenie budowy VLT planuje się na rok 2001.

W czasie uroczystości inauguracyjnych poszczególne wielkie teleskopy otrzymały swoje nazwy własne. Zostały one wybrane poprzez konkurs ogłoszony wśród uczniów szkół chilijskiego Regionu Drugiego, którego Antofagasta jest stolicą. Zwyciężyła propozycja 17-letniej uczennicy Dory Tejada z Chiquicamata. Nazwy są w języku chilijskich Indian Mapuche, których rodowe ziemie leżą na obszarach położonych na południe od Santiago de Chile. Teleskop nr 1 będzie się nazywał ANTU (to znaczy Słońce), nr 2 — KUENYEN (Księżyc), nr 3 — MELIPAL (Krzyż Południa) i nr 4 — YEPUN (Syriusz).

(*aw*)

O VLT pisaliśmy w „Postępach Astronomii” nr 1/95 str. 36 i w „Uranii-Postępach Astronomii” nr 4/98 str. 169.

Kosmiczny piruet

Na lekcjach fizyki, w szerszym bądź węższym zakresie mówimy o zasadzie zachowania momentu pędu. Czy jedynymi przykładami funkcjonowanie tej zasady muszą być piruet na lodowisku i śmigiełko na ogonie śmigłowca? Czy nie możemy sięgnąć po przykłady z astronomii? Oczywiście, tak! Zacznijmy od dwóch prostych problemów (ramka 1 i 2).

Problem 1. Pulsary (gwiazdy neutronowe) są to bardzo małe obiekty, o średnicach rzędu 10 km, będące końcowym stadium ewolucji masywnych gwiazd. Ich okresy obrotu są bardzo krótkie, rzędu sekund, a nawet milisekund. Skąd tak duże prędkości kątowe tych gwiazd?

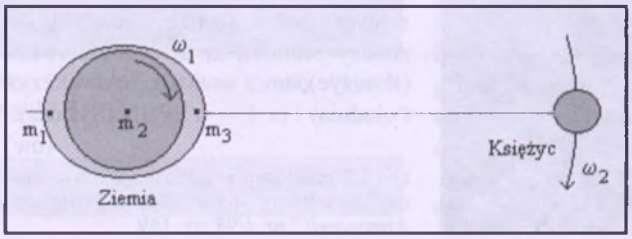
Kolejny związany będzie ze zjawiskiem pływów o których z pewnością wszyscy uczniowie słyszeli. A być może niektórzy, wyjeżdżający na wybrzeże Atlantyku, spotkali się bezpośrednio.

Pełny opis zjawiska jest bardzo złożony, wymaga uwzględnienia oprócz sił grawitacyjnych Księżyca m.in. sił grawitacyjnych Słońca, ruchu obrotowego Ziemi, konfiguracji lądów i głębokości oceanów. Nam jednak nie jest koniecznie potrzebny.

Problem 2. Analiza ruchu Księżyca pozwoliła dość dokładnie wyznaczyć jego moment bezwładności. Wynosi on $I = 0.395\ m_k\ r_k^2$. Jaki wniosek możemy wyciągnąć w oparciu o ten wynik?

Rozwiązanie. Uzyskany wynik jest bardzo bliski momentowi bezwładności jednorodnej kuli ($0.4\ mr^2$). Możemy na tej podstawie wnioskować, że Księżyc jest prawie jednorodną bryłą. Wniosek ten w pełni potwierdzają bezpośrednie badania przeprowadzone w ramach misji Apollo (analiza sztucznie wywołanej fali sejsmicznej). Wynika z nich, że gęstość globu jest w przybliżeniu stała. Ponadto wiemy, że średnia gęstość Księżyca jest 3.33 g/cm^3, a średnia gęstość warstw powierzchniowych ok. 3.3 g/cm^3. Dla Ziemi mamy odpowiednio 5.52 i 2.7.

W zupełności wystarczy wyjaśnienie (występujące zresztą w większości akademickich podręczników astronomii). Na elementy masy m_1, m_2 i m_3 działają różne siły przyciągania ze strony Księżyca (rysunek) wynikające z ich różnej odległości od srebrnego globu. Powoduje to



rozciągnięcie globu i powstanie dwóch „garbów" wodnych po stronie przy- i odksiężycowej. A ponieważ prędkość kątowa Księżyca ω_2 jest mniejsza od prędkości kątowej ω_1 Ziemi w jej ruchu wirowym, garby te przemieszczają się względem dna oceanów. Oczywiście wymaga to wykonania pewnej pracy. I tu pojawia się druga z podstawowych zasad: zasada zachowania energii. Praca ta wykonywana jest oczywiście kosztem energii kinetycznej ruchu obrotowego Ziemi. Ziemia wiruje coraz wolniej, doba staje się coraz dłuższa.

Wykonajmy teraz proste obliczenie. Jak często przypływ powinien wystąpić w danym punkcie wybrzeża?

$$\omega = \frac{\omega_1 - \omega_2}{2} \quad \text{czyli} \quad \frac{2}{T} = \frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}$$

Podstawiając długość doby i miesiąca księżycowego, otrzymujemy $T = 12^h\ 23^m$. Wynik pozostaje w bardzo dobrej zgodności z obserwowanym średnim okresem pływów. Drugie obliczenie, którego tu ze zrozumiałych względów nie przytoczymy, daje wydłużenie doby o ok. 5.10^{-8} s/dobę (0.0016 s/stulecie). Jakkolwiek jest ono bardzo małe, współczesna technika (zegary atomowe) pozwoliła na sprawdzenie tego wyniku.

Możemy teraz postawić następne dwa, trudniejsze problemy:

Problem 3. Jakie konsekwencje pociąga spowolnienie ruchu obrotowego Ziemi?

Problem 4. Jak długo będzie trwał ten proces?

Spowolnienie ruchu obrotowego Ziemi powoduje zmniejszenie jej momentu pędu. A ponieważ w układzie Ziemia–Księżyc obowiązuje w stosunku do sił wewnętrznych zasada zachowania momentu pędu, moment pędu Księżyca musi wzrosnąć. Z równań

$$J = mvr \quad \text{oraz} \quad \frac{GMm}{r^2} = \frac{mv^2}{r}$$

otrzymujemy po prostych przekształceniach

$$r = \frac{J^2}{GMm} \quad \text{i} \quad v = \frac{GMm}{J}$$

Jak widać, odległość Ziemia–Księżyc rośnie, a prędkość ruchu obiegowego Księżyca maleje. Ponieważ metodą laserową możemy mierzyć odległość do Księżyca z dokładnością do ok. 10 cm (oszacujcie błąd względny takiego pomiaru!) i ten efekt udało się sprawdzić. Jak długo będzie trwać ten proces? Oczywiście do czasu zaniku omawianych sił pływowych. Nastąpi to, gdy okres obrotu Ziemi zrówna się z okresem obiegu Księżyca. Jak obliczono, wystąpi to za parę miliardów lat gdy ten wspólny okres wyniesie ok. 47 dni. Nasze praprawnuki (o ile jeszcze ludzkość będzie istniała) nie będą mogły chyba narzekać, iż doba jest za krótka!

Powinniśmy też zwrócić uwagę, że nasza analiza nie jest pełna, nie uwzględniliśmy sił pływowych pochodzących od Słońca.

Czy to wszystkie możliwości? Oczywiście nie! Wspomnę tylko o siłach pływowych w układzie Jowisza i związaną z nimi aktywność Io, strefie Roche'a i wielu ciekawych efektach w układach gwiazd podwójnych. O tych ostatnich bardzo ciekawie pisze Bohdan Paczyński w [1]. Zwrócę też uwagę na opracowanie autora [2], gdzie pokazałem m.in., jak z zasady zachowania momentu pędu i prawa powszechnego ciążenia w sposób zupełnie elementarny wyprowadzić można wszystkie 3 prawa Keplera (drugie prawo Keplera to przecież inaczej zapisana zasada zachowania momentu pędu).

Juliusz Domański

Literatura

[1] Paczyński B., *Gwiazdy kuliste, gwiazdy płaskie, gwiazdy z dziurą*, Delta nr 2, 1988

[2] Domański J., *Astronomia i grawitacja*, ZDN Toruń 1993

dokończenie ze str. 118

w sprawdzaniu dokładności pozycjonowania teleskopu i — używany jednocześnie z innymi terminalami — pozwala na szybką ocenę sytuacji, jeśli pojawiają się problemy techniczne.

Terminal VLBI

Terminal VLBI (Penny&Giles VLBA Terminal) to urządzenie służące do rejestracji obserwacji na taśmach magnetycznych w czasie sesji obserwacyjnych wykonywanych interferometrem na bardzo wielkich bazach (Very Long Baseline Interferometry). RT-4 wraz z wyposażeniem jest elementem takiego interferometru, razem z innymi radioteleskopami w wielu krajach świata (i jednym radioteleskopem na orbicie!)*. Sercem terminalu jest wielośladowy rejestrator magnetyczny, zapisujący w jednym przebiegu 32 ścieżki — przy ruchu taśmy w stronę przeciwną zapisywane są kolejne 32 ścieżki. Każda ze ścieżek zawiera dwubitową informację o sygnale, którego maksymalne pasmo wynosi 16 MHz. Przy zastosowaniu dwóch głowic zapisujących pozwala to na rejestrację pasma o szerokości do 1 GHz.

Zapisywane sygnały należy wcześniej odpowiednio przygotować. Terminal dostarcza sygnały częstotliwości pośredniej do zespołu przetworników częstotliwości. Każdy przetwornik wycina z zakresu 500–1000 MHz — w zaprogramowanym miejscu — pasma o szerokości 0.0625, 0.125, 0.25, 0.5, 1, 2, 4, 8 lub 16 MHz, przenosząc je do zakresu bazowego (od 0 MHz do 0.0625 MHz, od 0 MHz do 0.125 MHz itd.). Zastosowany tu mieszacz jednowstęgowy wykonuje taką operację na dwóch podzakresach jednocześnie, np. od 750 MHz do 758 MHz (górna wstęga boczna) i od 750 MHz do 742 MHz (dolna wstęga boczna, widmo odwrócone). Nasz terminal posiada 8 takich przetworników, co daje 16 gotowych do rejestracji sygnałów (łączne pasmo do 256 MB). Terminal jest urządzeniem skomplikowanym, do jego kontroli stosowane jest zunifikowane oprogramowanie (Field System) napisane dla systemu operacyjnego Unix. Istnieje specjalny język do tworzenia skryptów sterujących terminalem (Snap).

Skrajnie wysokie gęstości zapisu, skomplikowana konstrukcja i złożone oprogramowanie — to źródła dużych kłopotów. Niewłaściwe ustawienie głowicy zapisującej, złe prowadzenie taśmy, duży poziom zakłóceń własnych w konwerterach i błędy operatorów prowadzą do marnowania czasu obserwacyjnego teleskopu i korelatora, a w konsekwencji do zmniejszenia wartości danych z sesji obserwacyjnej. Na szczęście doświadczenie robi swoje i jakość naszych obserwacji jest całkiem przyzwoita.

Maszyna pulsarowa

Efektywne obserwacje pulsarów na stosunkowo niedużym teleskopie, jakim jest RT-4, wymagają zastosowania szerokiego pasma częstotliwości dla osiągnięcia dobrego stosunku sygnału do szumu. Ze względu na dyspersję sygnału pulsarów w ośrodku międzygwiazdowym trzeba to szerokie pasmo podzielić na dużą liczbę wąskopasmowych kanałów i każdy kanał rejestrować oddzielnie. Zbudowana w Stanach Zjednoczonych maszyna PSPM II posiada 128 takich kanałów, każdy o szerokości 3 MHz, po 64 kanały na jedną polaryzację. Wynikająca stąd szerokość pasma jest równa 192 MHz. Każdy kanał po detekcji jest mierzony 4-bitowym przetwornikiem analogowo-cyfrowym, a tempo pomiaru jest dobierane stosownie do okresu pulsara. Maszyna jest sterowana komputerem Sun Sparc 1, obserwacje chronometrażowe zapisywane są na dyskach, a obserwacje w modzie poszukiwania także wprost na taśmach streamera. Oprogramowanie maszyny jest bardzo porządne, nie ma problemów z jego obsługą. Zdarzały się drobne awarie maszyny, nie spowodowały one jednak powstania dziur w ciągłości danych obserwacyjnych.

Autokorelator

Pomiary linii emisyjnych w zakresie radiowym prowadzone są od niedawna przy pomocy nowego odbiornika autokorelacyjnego. Posiada on łącznie 16384 kanały i potrafi objąć 200 MHz pasma. Próbkowanie może być jedno- lub dwupoziomowe, a tempo próbkowania przekracza 100 mln próbek na sekundę w każdym z czterech bloków korelatora. Autokorelator posiada wbudowany miniaturowy unixowy komputer. Odczyt wszystkich kanałów trwa nieco ponad 0.5 sekundy i odbywa się typowo raz na 45 sekund. Oprogramowanie wyświetla cztery funkcje autokorelacyjne, a po dokonaniu przekształcenia Fouriera także widma mocy obserwowanych linii. Obserwacje są w pełni kontrolowane przez skrypt użytkownika (antena, terminal VLBI i autokorelator jednocześnie), co ułatwia pracę operatorowi. Jak dotąd urządzenie spisuje się niezawodnie, mimo wysokiej złożoności.

Mgr Eugeniusz Pazderski jest toruńskim astronomem, który kilka lat swego życia poświęcił budowaniu i doskonaleniu radioteleskopu RT-4 oraz konstrukcji różnych jego terminali.

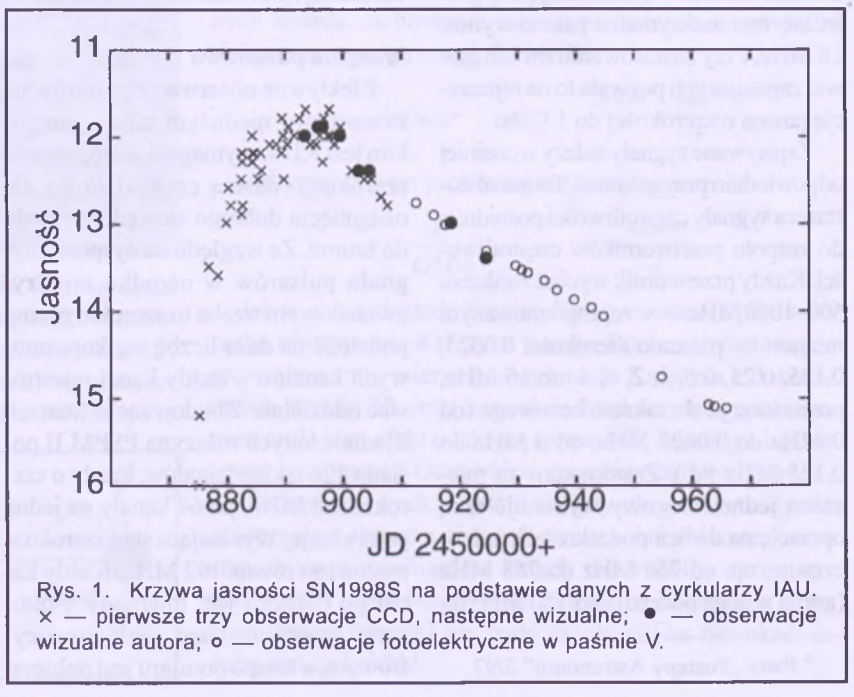
* Patrz „Postępy Astronomii" 3/97

P.T. Miłośnicy Astronomii obserwują:

Obserwacje gwiazd zmiennych w 1998 roku, czyli parada supernowych

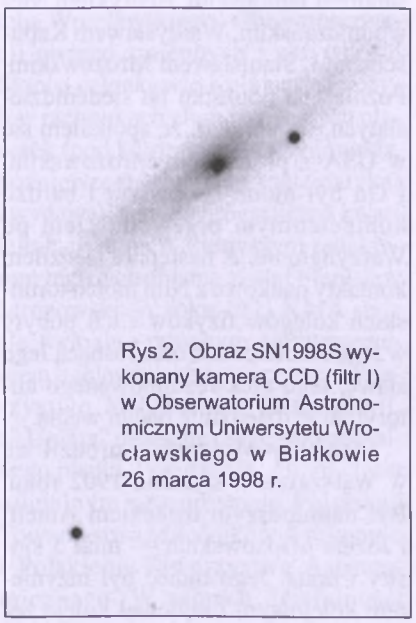
Dzięki szybkiemu rozwojowi technik obserwacyjnych w astronomii, a przede wszystkim szerokiemu zastosowaniu kamer CCD, z roku na rok odkrywa się coraz więcej gwiazd supernowych. W ubiegłym roku odkryto ich już 160. W zdecydowanej większości były to jednak obiekty bardzo słabe (ze względu na kosmologiczne odległości), dostępne tylko za pomocą dużych profesjonalnych instrumentów. Jaśniejsze supernowe, które można dostrzec niewielkimi, amatorskimi teleskopami zdarzają się rzadko, raz na kilka lat. Tymczasem wiosną ubiegłego roku mieliśmy wyjątkową okazję podziwiania aż trzech obiektów tego rodzaju, które osiągnęły w maksimum 12 wielkość gwiazdową, tak więc można je było dostrzec już za pomocą instrumentów o średnicy ok. 10 cm. Nieco jaśniejsze gwiazdy supernowe widoczne były ostatnio w latach 1993 i 1994. Przed sześcioma laty w znanej galaktyce M81 pojawiła się SN1993J, która na przełomie marca i kwietnia 1993 roku osiągnęła jasność 10.7 mag. Rok później SN1994D w galaktyce NGC4526 pojaśniała do 11.7 mag.

Pierwszą z ubiegłorocznych jasnych gwiazd supernowych (SN1998S) odkrył 2 marca Zhou Wan w Pekińskim Obserwatorium Astronomicznym jako obiekt 15.2 mag w galaktyce NGC 3877 znajdującej się w gwiazdozbiorze Wielkiej Niedźwiedzicy. Dzięki takiemu położeniu była ona widoczna w naszych szerokościach geograficznych przez całą noc, szczególnie korzystnie wieczorami, bo w pobliżu zenitu. W widmie tej supernowej występowały silne linie emisyjne wodoru i helu, charakterystyczne dla typu II. Takie supernowe są efektem eksplozji masywnego nadolbrzyma kończącego w ten sposób swoją ewolucję. W widmie widoczne były ponadto bardzo silne linie He II i linie wzbronione [N III/C III], co stanowiło swego rodzaju osobliwość; generalnie bogactwo linii emisyjnych i absorpcyjnych świadczyło o obecności znacznej ilości materii rozproszonej wokół tej gwiazdy. Prędkość rozszerzania się otoczki oceniona na podstawie szerokości linii Hα wynosiła 8200 km/s. Na rysunku 1 przedstawiono krzywą jasności SN1998S na podstawie obserwacji zamieszczonych w cyrkularzach IAU oraz obserwacji autora tego artykułu. Widać, że maksimum ja-



Rys. 1. Krzywa jasności SN1998S na podstawie danych z cyrkularzy IAU. × — pierwsze trzy obserwacje CCD, następne wizualne; • — obserwacje wizualne autora; o — obserwacje fotoelektryczne w paśmie V.

sności (11.9 mag) SN1998S osiągnęła ok. 20 marca. Nie minął jeszcze miesiąc, jej jasność spadła do 13 mag, a już 13 kwietnia Mark Armstrong z Wielkiej Brytanii odkrył następną jasną supernową (SN1998aq) w galaktyce NGC3982, położonej również w Wielkiej Niedźwiedzicy i to w odległości zaledwie 7 stopni od galaktyki NGC3877, w której pojawiła się poprzednia supernowa. W momencie odkrycia jasność SN1998aq wynosiła 14.9 mag, a po dwu tygodniach osiągnęła w maksimum 12.2 mag. Nie dość tego, już 9 maja Mirko Villi z Włoch odkrył kolejną jasną supernową (SN1998bu) w galaktyce M96, w gwiazdozbiorze Lwa. Jej jasność wynosiła wtedy 13 mag, a w maksimum ok. 22 maja osiągnęła 11.9 mag. Obie ostatnio wymienione supernowe należały do typu Ia, powstały więc wskutek eksplozji białego karła, który przekroczył masę Chandrasekhara, na skutek akrecji materii z towarzyszącej mu gwiazdy. W obu przypadkach prędkość ekspansji otoczki oceniona na podstawie przesunięcia linii absorpcyjnych wynosiła ok. 11000 km/s. Dzięki wystąpieniu takiej serii jasnych supernowych, obserwatorzy dysponujący instrumentami średnicy ok. 15 cm mogli w niektórych dniach kwietnia i maja ubiegłego roku oglądać jednocześnie dwie supernowe.



Rys 2. Obraz SN1998S wykonany kamerą CCD (filtr I) w Obserwatorium Astronomicznym Uniwersytetu Wrocławskiego w Białkowie 26 marca 1998 r.

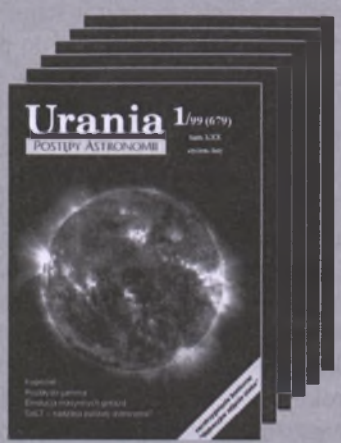
Warto dodać, że oprócz trzech wyżej wymienionych, pojawiło się w tym czasie jeszcze kilka innych stosunkowo jasnych gwiazd supernowych, które można było dostrzec za pomocą teleskopów o średnicy ok. 30 cm. I tak w czasie, gdy jaśniała SN1998aq, 17 kwietnia odkryto w galaktyce NGC4462 w gwiazdozbiorze Kruka SN1998bn, która w pierwszych dniach maja osiągnęła jasność 13.4 mag, a 29 kwietnia w galaktyce NGC6495 w Herkulesie odkryto SN1998bp, która po kilku dniach osiągnęła w maksimum 14.7 mag. Ostatnią z jaśniejszych gwiazd supernowych w ubiegłym roku, SN1998dq (maksymalna jasność 13.9 mag), zauważono 23 sierpnia w galaktyce NGC6754 w leżącym daleko na południowej półkuli gwiazdozbiorze Teleskopu. Wszystkie te supernowe należały do typu Ia, a prędkość ekspansji ich otoczek sięgała 12–17 tysięcy km/s. Można więc powiedzieć, że wiosna 1998 roku stała pod znakiem gwiazd supernowych.

W zamieszczonej powyżej tabelce podano wykaz obserwatorów Sekcji Gwiazd Zmiennych PTMA, którzy w ubiegłym roku wykonali w sumie 12011 obserwacji. 9052 obserwacje przesłano do AAVSO (American Association of Variable Star Observers).

Jerzy Speil

Tabela 1.

Imię i nazwisko	Ilość obserwacji Ogółem	Przesłanych do AAVSO
1. Ryszard Cnota	3017	1229
2. Oskar Dereń	1712	1686
3. Radosław Grochowski	37	—
4. Marek Królik	365	276
5. Tomasz Krzyt	385	291
6. Michał Siwak	252	—
7. Jerzy Speil	1871	1868
8. Stanisław Świerczyński	4372	3702
Razem	12011	9052



INFORMACJE O PRENUMERACIE URANII-PA

Prenumerata na rok 1999 (6 zeszytów) kosztuje 36 zł (zagraniczna 50 zł). Cena pojedynczego zeszytu 7.50 zł. Wpłaty prosimy kierować na konto:

Polskie Towarzystwo Astronomiczne
BIG Bank Gdański S.A. o/Toruń
Nr 11601612-6347-132

Wszelkich informacji o prenumeracie i zakupie numerów archiwalnych „Postępów Astronomii" i „Uranii-PA" udziela:

Barbara Gertner
Centrum Astronomii UMK
ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń
E-mail: basia@astri.uni.torun.pl
tel/fax (0-56) 611 30 14 / 611 30 08

In Memoriam

Stanisław Wojciech Mrozowski

1902–1999

Nazwisko Stanisława Mrozowskiego poznałem prawie 50 lat temu. Interesowałem się wtedy historią polskiej astronomii. Dowiedziałem się, że jednym z twórców polskiej miłośniczej organizacji astronomicznej był Stanisław Mrozowski, podówczas warszawski gimnazjalista, a obecnie profesor fizyki na amerykańskim uniwersytecie. Później, w końcu lat pięćdziesiątych, opowiadał mi o Nim i jego spektroskopowych badaniach molekuły CO_2, ważnej dla rozumienia procesów fizycznych zachodzących w kometach, mój belgijski naukowy Mistrz, prof. Pol Swings. Doktor Pol Swings przyjechał do Warszawy w początku lat trzydziestych, aby w słynnym już wówczas Zakładzie Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Warszawskiego u profesora Stefana Pieńkowskiego uczyć się spektroskopii i wykonać pracę, która dała Mu stopień „doktora specjalnego", co znaczy w naszym obecnie języku „doktora habilitowanego". Bardzo mile wspominał Pol Swings swój prawie dwuletni pobyt w Warszawie i zadzierzgnięte wtedy przyjaźnie z rówieśnikami, uczniami Pieńkowskiego, m.in. Aleksandrem Jabłońskim, Henrykiem Niewodniczańskim, Władysławem Kapuścińskim, Stanisławem Mrozowskim. Później, na początku lat siedemdziesiątych, los sprawił, że spotkałem się w USA z profesorem Mrozowskim. I On był moim osobistym i bardzo kompetentnym przewodnikiem po Waszyngtonie. A następnie śledziłem kontakty naukowe z Nim moich toruńskich kolegów fizyków i ich pobyty w Jego laboratoriach oraz rosnącą Jego sławę, jako niekwestionowanego autorytetu w dziedzinie badań węgla.

Stanisław Mrozowski urodził się w Warszawie 9 stycznia 1902 roku. Był najmłodszym dzieckiem Amelii i Józefa Mrozowskich — miał 3 siostry i brata. Jego ojciec był inżynierem kolejowym i budował koleje żelazne w carskiej Rosji, m.in. kolej transsyberyjską i kolej w rejonie Mińska. Aby uniknąć posyłania dzieci do rosyjskiej szkoły, uczono je najpierw w domu, a później wysyłano do polskich szkół w Krakowie. Stanisław trafił do zakopiańskiego gimnazjum (Willa Szarotka) w 1913 roku. Wybuch wojny w 1914 roku przerwał mu regularną naukę szkolną i zmusił do pobierania nauki na kursach prywatnych. W 1918 roku rodzina Mrozowskich wróciła z Rosji do Warszawy, a Stanisław stał się uczniem gimnazjum im. Mikołaja Reja i tam uzyskał maturę w roku 1921. Oczywiście, Jego lata gimnazjalne zostały przerwane przez wojnę z bolszewikami: w czerwcu 1920 r. Mrozowski bronił Warszawy

Prof. S. Mrozowski w rozmowie z fizykami toruńskimi w czasie wizyty w Toruniu w 1995 roku. Na schodach gmachu Instytutu Aleksandra Jabłońskiego stoją profesorowie fizyki (od lewej): Kazimierz Antonowicz, Stanisław Mrozowski, Józef Stanisław Kwiatkowski (podówczas dziekan Wydziału Fizyki i Astronomii), Józef Szudy (dyrektor Instytutu Fizyki UMK) i Franciszek Rozpłoch (obecnie Dziekan Wydziału Fizyki i Astronomii UMK).

w 201 regimencie lekkiej artylerii pułku „Dzieci Warszawy", w sierpniu walczył pod Radzyminem, a we wrześniu pod Grodnem. Po tych walkach uzyskał stopień bombardiera i krzyż zasługi.

Stanisław Mrozowski, jak sam wspominał, zainteresował się astronomią około roku 1916 pod wpływem swego nauczyciela matematyki. Interesował się gwiaździstym niebem i obserwował gwiazdy zmienne. Niezależnie od odkrywców amerykańskich, odkrył Nową Aquilae w roku 1918. I w 1919 roku, wraz z kilkunastoma kolegami założył międzyszkolne „Koło Miłośników Astronomii", które miało cele zarówno samokształceniowe, jak i popularyzatorskie. Pierwszym prezesem tego koła był Jan Mergentaler[1], późniejszy znany heliofizyk i profesor astronomii Uniwersytetu Wrocławskiego. Obok obserwacji gwiazd zmiennych i aktywności Słońca członkowie Koła uczestniczyli w rachunkach efemeryd małych planetek (pod kierunkiem A. Zygmunda, późniejszego słynnego matematyka) i wydawali metodą litograficzną kwartalnik „Uranja"[2]. Pierwszym redaktorem tego czasopisma został Stanisław Mrozowski. W roku 1921 KMA staje się formalno-prawnym stowarzyszeniem ogólnopolskim pod nazwą Towarzystwo Miłośników Astronomii, a „Uranja" uzyskuje rangę jego oficjalnego pisma. I do dzisiaj „Urania" jest oficjalnym czasopismem Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii i Polskiego Towarzystwa Astronomicznego. W ramach działalności TMA Stanisław Mrozowski organizuje „dostrzegalnię astronomiczną" na dachu Szkoły Technicznej Kolejowej przy ul. Chmielnej 88/90 w Warszawie, z teleskopami o średnicach 96 i 108 mm. W latach 1921-24 dostrzegalnię tę odwiedza przeszło 3 tysiące dziatwy szkolnej wraz z nauczycielami. I w dalszym ciągu członkowie TMA uczestniczą w rachunkach efemeryd planetoid, prowadzonych w Obserwatorium Warszawskim przez prof. Michała Kamieńskiego. A sam Mrozowski wspominając te lata mówił, że zarówno wtedy, jak i później był w astronomii zakochany platonicznie.

W latach 1921-25 Stanisław Mrozowski odbył studia fizyczne na Uniwersytecie Warszawskim. Jego studia przypadły na okres burzliwego rozwoju spektroskopii atomowej i molekularnej i w tych badaniach przodował na świecie Uniwersytet Warszawski. I w tej dziedzinie fizyki specjalizuje się Stanisław Mrozowski. Pracuje następnie w Zakładzie Fizyki Doświadczalnej u profesora Stefana Pieńkowskiego, gdzie prowadzi badania widm

par metali należących do grupy cynku (przede wszystkim rtęci) i równocześnie uczy fizyki w kilku warszawskich gimnazjach. Doktorat uzyskuje w roku 1929, a habilitację w 1932, po czym zostaje kolejno asystentem i adiunktem w Zakładzie Fizyki Teoretycznej UW kierowanym przez prof. Czesława Białobrzeskiego. Tam prowadzi badania eksperymentalne w dziedzinie spektroskopii atomów i małych drobin. Szczególnie ważne i do dziś aktualne są powstałe w tym okresie prace Mrozowskiego dotyczące struktury izotopowej par rtęci oraz przekazywania energii wzbudzenia pomiędzy atomami różnych izotopów rtęci. Jest zapraszany z wykładami do wielu europejskich ośrodków badawczych. M.in. w roku 1936 został zaproszony z wykładem na zamkniętą konferencję urodzinową na cześć Nielsa Bohra w Kopenhadze, gdzie poznał całą śmietankę ówczesnej fizyki z Heisenbergiem i Paulim. Lista Jego publikacji za ten okres sięga imponującej liczby 30 pozycji!

Na początku sierpnia 1939 roku docent Mrozowski wyjechał na roczny staż naukowy do Berkeley (USA), do słynnej grupy prof. E.O. Lawrence'a. Bieg wypadków dziejowych sprawił, że zamierzony wyjazd roczny zamienił się na pobyt stały. Po rocznej pracy w Berkeley, Mrozowski przenosi się do Chicago, gdzie przez 5 lat pracuje w laboratorium prof. R.S. Mullikena. Prowadzi tam badania spektroskopowe m.in. ołowiu, bizmutu i dwutlenku węgla. Po II wojnie światowej Mrozowski kieruje swe zainteresowania naukowe na badania węgla w różnych jego postaciach. W Monton Grove w Illinois rozwinął badania strukturalne różnych postaci węgla przy pomocy metod dyfrakcji rentgenowskiej i mikroskopu elektronowego w zorganizowanym przez siebie laboratorium Koncernu Węglowego. Badał również przewodnictwo elektryczne i własności magnetyczne materiałów węglowych. W 1949 roku Stanisław Mrozowski obejmuje stanowisko profesora fizyki w Uniwersytecie w Buffalo. Zorganizował tam na początku lat pięćdziesiątych Laboratorium Badań Węgla (Carbon Research Laboratory), którym kierował aż do przejścia na emeryturę w roku 1982 (w wieku 80 lat). Laboratorium to stało się światowym centrum badań węglowych, do którego po naukę przyjeżdżali uczeni ze wszystkich kontynentów. Organizowane tam były, począwszy od roku 1953, regularne konferencje węglowe, które przekształciły się w jedne z najważniejszych spotkań uczonych tej specjalności na świecie. Materiały konferencyjne najpierw wydawał własnym staraniem sam Mrozowski, a później (1962) założył międzynarodowe czasopismo „Carbon", którym kierował przez kolejnych 21 lat. Czasopismo to ciągle istnieje i cieszy się wielkim prestiżem w środowiskach fizyków, chemików i technologów węgla. A autorytet Mrozowskiego wspierany jest ponadto listą Jego publikacji, liczącą kilkaset pozycji.

Przez cały swój amerykański okres życia profesor Mrozowski pamiętał o swym pochodzeniu i aktywnie po-

[1] Prof. Mergentaler zmarł w grudniu 1995 r. Pisały o Nim „Postępy Astronomii": t. 39 str. 129 (rok 1991), t. 43 str. 186 (1995), t. 45 z. 4 str. 32 (1997)

[2] Taka była pisownia tytułu naszego czasopisma aż do reformy ortografii języka polskiego w 1936 roku.

magał polskim ośrodkom badawczym w Kraju i organizacjom polonijnym w USA. Wielu fizyków polskich odbywało staże naukowe bądź w Jego Laboratorium, bądź, za Jego poparciem, w innych znakomitych ośrodkach badawczych USA i Kanady. Wśród osób zaproszonych do Laboratorium Węglowego znalazł się m.in. w latach 1960-61 prof. Kazimierz Antonowicz z Uniwersytetu M. Kopernika w Toruniu, a później kilku innych chemików i fizyków z Torunia i innych polskich ośrodków badawczych. Po powrocie do Torunia profesor Antonowicz rozwinął na UMK badania w dziedzinie fizyki węgla, które stały się obecnie jedną z najważniejszych specjalności badawczych Instytutu Fizyki UMK.

W latach 1932-36 docent Mrozowski był sekretarzem Zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Fizycznego, a w latach 1938-39 prezesem Oddziału Warszawskiego tego Towarzystwa. W roku 1967 PTF nadaje Mu godność swego Członka Honorowego. Mrozowski bardzo ceni ten tytuł, bowiem jedynym wtedy żyjącym członkiem honorowym PTF był laureat Nobla z roku 1966 Alfred Kastler z Paryża, a poprzednikami byli Maria Curie-Skłodowska i małżonkowie Joliot-Curie. Niejako w podzięce Stanisław Mrozowski przekazał cały swój amerykański księgozbiór Polskiemu Towarzystwu Fizycznemu w Toruniu i zapewnił dopływ do niego kolejnych tomów amerykańskich czasopism fizycznych. W Stanach Zjednoczonych Mrozowski był m.in. członkiem Zarządu Fundacji Kościuszkowskiej, członkiem założycielem, a w latach 1962-1968 Prezesem Polskiego Instytutu Naukowego i członkiem Amerykańskiego Komitetu Obchodów 500 Rocznicy Urodzin Mikołaja Kopernika. Działając w ramach tego ostatniego Komitetu, nie tylko współorganizował wiele obchodów kopernikańskich w Ameryce, ale przyczynił się walnie do uzyskania „kopernikowskiego" daru National Science Foundation dla Polski w wysokości 1.4 mln dolarów jako udziału USA w budowie Centrum Astronomicznego im. Mikołaja Kopernika Polskiej Akademii Nauk w Warszawie.

Profesor Mrozowski cieszył się wielkim uznaniem i autorytetem wielu środowisk naukowych. Zapraszano Go z wykładami na wszystkie kontynenty. Był członkiem wielu szacownych towarzystw i komitetów naukowych. Wiele uniwersytetów nadało mu swe najwyższe tytuły i stopnie. Był m.in. doktorem honorowym uniwersytetów w Bordeaux (Francja), Ball State Uniwersity w Muncie w USA i Uniwersytetu Mikołaja Kopernika. Na doktorat honorowy UMK prof. Mrozowski musiał czekać przeszło 20 lat. Władze PRL nie zgodziły się bowiem na nadanie Mu tego tytułu w latach 60 — Ambasada Polska w Waszyngtonie negatywnie oceniła działalność Mrozowskiego w organizacjach polonijnych dla obrazu PRL. W Toruniu nadano Mu ten tytuł dopiero w roku 1990. Władze PRL nie dopuściły też, aby profesor Mrozowski został „wybrany" przez Polską Akademię Nauk jej członkiem zagranicznym

Profesor Mrozowski był człowiekiem wielkiego formatu. Poza fizyką i astronomią, którą kochał szczególnie, interesował się wieloma dziedzinami życia. Był znakomitym narciarzem i taternikiem, do późnej starości grał w tenisa.

Zmarł 21 lutego 1999 roku w Fort Lauderdale na Florydzie, gdzie ostatnio mieszkał. Tam też został pochowany. I choć jest to daleko od Polski, jesteśmy przekonani, że gdzieś z wyżyn swego obecnego stanu, troskliwie spogląda na polską fizykę i astronomię i wspiera je przykładem swego oddania Nauce i Ojczyźnie. A w naszych umysłach i sercach pozostanie po Nim żywa pamięć i wdzięczność.

Andrzej Woszczyk

Zaproszenie na OZMA III — Urzędów '99

Kolejne spotkanie miłośników astronomii odbędzie się w dniach **19–22 sierpnia 1999** roku w **Urzędowie** w woj. **lubelskim** w pobliżu **Kraśnika**. Zakwaterowanie w budynku Zespołu Szkół Ogólnokształcących im. Władysława Jagiełły. Wymagane posiadanie własnego materaca i śpiwora. Zapewniamy obiady, pozostałe posiłki we własnym zakresie. Tematyka OZMA III: Całkowite zaćmienie Słońca, Kosmiczni przybysze — meteoryty, Jan Heweliusz — astronom. W tym roku przyznajemy nagrody (Grand Oz) za najlepszą prywatną kolekcję meteorytów, za najlepsze zdjęcie zaćmienia Słońca oraz za najwartościowsze obserwacje nieba — premiować będziemy systematyczność, wartość naukową, wysiłek. W programie liczne wykłady i prezentacje uczestników oraz zaproszonych gości.

Szczegółowe informacje można znaleźć w Internecie na stronie **www.kki.net.pl./~kuhevel** oraz we wszystkich oddziałach Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii.

Zgłoszenia listowne proszę kierować na adres: **Gminny Ośrodek Kultury, Józef Baran, ul. B. Dzikowskiego, 23-250 Urzędów, e-mail kuhevel@kki.net.pl**

XXII WAKACJE W PLANETARIUM

Miejsce: Planetarium Muzeum Mikołaja Kopernika we Fromborku.

Termin: Dowolny, ale po wcześniejszym uzgodnieniu z kierownikiem planetarium.

Wymagania: Poświęcenie średnio 1 godziny dziennie na pomoc dla planetarium.

Korzyści: Bezpłatny dostęp do obiektów Muzeum Mikołaja Kopernika, w szczególności do planetarium i obserwatorium; możliwość rozbicia namiotu na terenie obserwatorium, szansa na spotkanie ciekawych ludzi.

„Wakacje" to oferta dla indywidualistów, którzy nie lubią zorganizowanego życia obozowego. Ceną samodzielności jest jednak konieczność zadbania samemu o spanie, jedzenie i ciekawy program zajęć. Wakacje to dla pracowników planetarium okres ciężkiej pracy. Tylko wtedy mogą oni poświęcić czas uczestnikom, gdy uczestnicy pomogą w podstawowej pracy planetarium.

Zgłoszenia udziału i pytania prosimy kierować pod adres:

Andrzej S. Pilski, skr. poczt. 6, 14-530 Frombork

Lipiec

Słońce

W lipcu deklinacja Słońca z dnia na dzień maleje, w związku z czym dnie są coraz krótsze. Dnia 6 lipca Ziemia znajdzie się w najdalszym od Słońca punkcie swojej orbity — w aphelium.

W Warszawie 1 lipca Słońce wschodzi o 2^h19^m, zachodzi o 19^h00^m, a 31 lipca wschodzi o 2^h54^m, zachodzi o 18^h29^m. W lipcu Słońce wstępuje w znak Lwa.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h UT)

Data 1999	P [°]	B_0 [°]	L_0 [°]
VII 1	–2.91	2.83	276.86
3	–2.00	3.05	250.39
5	–1.09	3.26	223.92
7	–0.18	3.48	197.45
9	0.72	3.69	170.98
11	1.62	3.89	144.51
13	2.52	4.09	118.04
15	3.41	4.29	91.58
17	4.30	4.48	65.11
19	5.18	4.67	38.65
21	6.04	4.85	12.19
23	6.90	5.03	345.73
25	7.75	5.20	319.27
27	8.59	5.36	292.81
29	9.41	5.52	266.35
VII 31	10.23	5.68	239.90
VIII 2	11.03	5.83	213.45

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;
B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;
$21^d22^h07^m$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°

Księżyc

Bezksiężycowe noce będziemy mieli w połowie miesiąca, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: ostatnia kwadra $6^d11^h57^m$, nów $13^d02^h24^m$, pierwsza kwadra $20^d09^h00^m$ i pełnia $28^d11^h25^m$. W apogeum Księżyc znajdzie się 11 lipca o 6^h07^m, a w perygeum 23 lipca o 5^h43^m.

W dniu 28 lipca wystąpi częściowe zaćmienie Księżyca, niewidoczne w Polsce.

Planety i planetoidy

Merkury znajduje się na niebie w pobliżu Słońca i ginie w jego blasku.

W pierwszej połowie miesiąca wieczorem możemy próbować znaleźć Wenus coraz niżej nad zachodnim horyzontem. Na początku miesiąca planeta pod koniec zmierzchu cywilnego (około godzinę po zachodzie Słońca) wznosi się na wysokości około 9° nad horyzontem jako obiekt -4.5^m. Przez teleskop możemy obserwować tarczę planety o średnicy 30" przy fazie 0.4. Wysokość Wenus nad horyzontem w związku ze zbliżającą się koniunkcją ze Słońcem szybko maleje, jednocześnie rośnie jej średnica kątowa przy malejącej fazie.

Mars widoczny jest wieczorem nisko (ok.10° w godzinę po zachodzie Słońca) nad zachodnim horyzontem jako „gwiazda" -0.5^m. W związku z oddalaniem się od opozycji warunki obserwacji planety pogarszają się.

Nad ranem wysoko nad wschodnim horyzontem obserwować możemy Jowisza jako „gwiazdę" -2.4^m.

Także nad ranem coraz wyżej nad wschodni horyzont wznosi się Saturn o jasności 0.3^m. O ile z początkiem lipca jego wysokość nad horyzontem wynosi zaledwie 5°, to pod koniec miesiąca wzrasta już do ponad 30° (około 1.5 godziny przed wschodem Słońca)!

Uran i Neptun znajdują się w pobliżu opozycji i są widoczne całą noc obok siebie w gwiazdozbiorze Koziorożca (rys. 6, 7).

W pierwszej połowie nocy można obserwować Plutona w gwiazdozbiorze Wężownika, jednak niezbędne jest posiadanie teleskopu o średnicy obiektywu (zwierciadła) równej przynajmniej 15 cm.

W lipcu w pobliżu opozycji nie są widoczne żadne jasne planetoidy.

Meteory

Od 15 lipca do 15 sierpnia promieniują meteory z roju delta Akwarydów (maksimum aktywności przypada 27 i 28 lipca). Podwójny radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Wodnika i ma współrzędne: $\alpha = 22^h36^m$, $\delta = 0°$ i $-17°$. Warunki obserwacyjne w tym roku nie są dobre w związku z Księżycem w pobliżu pełni.

***

1^d03^h Złączenie Neptuna z Księżycem w odl. 1°.
2^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.
2^d03^h Złączenie Urana z Księżycem w odl. 0.4°.
$5^d00^h57^m$ Początek zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.
$5^d23^h31^m$ Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
$6^d00^h15^m$ Początek zaćmienia II księżyca Jowisza (Europy) przez cień planety.
$6^d00^h22^m$ Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$6^d01^h41^m$ Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$6^d22^h50^m$ W swoim ruchu po orbicie wokółsłonecznej Ziemia znajduje się najdalej od Słońca, w aphelium, w odl. 1.016718 j.a.
7^d15^h Złączenie Jowisza z Księżycem w odl. 4°.
$8^d00^h19^m$ Zejście II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
8^d15^h Złączenie Saturna z Księżycem w odl. 3°.
$10^d00^h44^m$ Początek zakrycia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) przez tarczę planety.
10^d08^h Zakrycie gwiazdy α Tau (Aldebaran) przez Księżyc, widoczne w centralnej, północnej i wschodniej Polsce (Gdańsk 8^d49^h, Lublin 9^h07^m, Olsztyn 8^h54^m, Warszawa 9^h00^m). Przez Poznań, Kraków, okolice Kalisza i Częstochowy przebiega pas zakrycia brzegowego.
10^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.
12^d03^h Merkury nieruchomy w rektascensji.
$13^d00^h04^m$ Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
$13^d01^h26^m$ Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
$13^d02^h15^m$ Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$14^d00^h55^m$ Księżyc I (Io) wyłania się zza tarczy Jowisza.
14^d09^h Złączenie Merkurego z Księżycem w odl. 3°.

$15^d00^h15^m$ Zejście cienia II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
$15^d00^h33^m$ Wejście II księżyca Jowisza (Europy) na tarczę planety.
15^d23^h Złączenie Wenus z Księżycem w odl. 3°.
$16^d23^h03^m$ Początek zaćmienia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) przez cień planety.
$17^d01^h34^m$ Koniec zaćmienia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) przez cień planety.
18^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.
$20^d01^h58^m$ Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
20^d22^h Złączenie Marsa z Księżycem w odl. 7°.
$20^d23^h15^m$ Początek zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.
$21^d02^h50^m$ Księżyc I (Io) wyłania się zza tarczy Jowisza.
$21^d22^h37^m$ Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$21^d23^h59^m$ Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$22^d00^h19^m$ Cień II księżyca Jowisza (Europy) wchodzi na tarczę planety.
$22^d02^h51^m$ Zejście cienia II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
$23^d06^h44^m$ Słońce wstępuje w znak Lwa, jego długość ekliptyczna wynosi wtedy 120°.
$23^d23^h55^m$ Księżyc II (Europa) wyłania się zza tarczy Jowisza.
26^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.
26^d10^h Neptun w opozycji ze Słońcem.
26^d16^h Merkury w koniunkcji dolnej ze Słońcem.
27^d20^h Wenus nieruchoma w rektascensji.
$27^d23^h07^m$ Wejście III księżyca Jowisza (Ganimedesa) na tarczę planety.
$28^d01^h04^m$ Zejście III księżyca Jowisza (Ganimedesa) z tarczy planety.
$28^d01^h09^m$ Początek zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.
28^d11^h Częściowe zaćmienie Księżyca (faza maksymalna równa 0.40) widoczne we wschodniej Azji, Australii, Ameryce Płn. i Płd.
$28^d22^h20^m$ Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
$28^d23^h44^m$ Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
$29^d00^h30^m$ Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$29^d01^h53^m$ Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$29^d02^h56^m$ Cień II księżyca Jowisza (Europy) wchodzi na tarczę planety.
29^d07^h Złączenie Urana z Księżycem w odl. 1°.
$29^d23^h12^m$ Księżyc I (Io) wyłania się zza tarczy Jowisza.
$30^d23^h46^m$ Koniec zaćmienia II księżyca Jowisza (Europy) przez cień planety.
$31^d00^h05^m$ Początek zakrycia II księżyca Jowisza (Europy) przez tarczę planety.
$31^d02^h29^m$ Księżyc II (Europa) wyłania się zza tarczy Jowisza.

Sierpień

Słońce

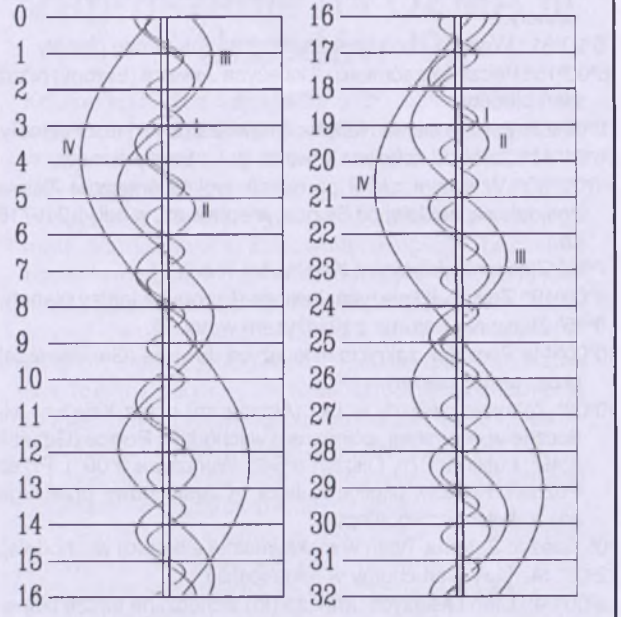
W sierpniu deklinacja Słońca nadal maleje, w związku z czym dni są coraz krótsze.

W Warszawie 1 sierpnia Słońce wschodzi o 2^h56^m, zachodzi o 18^h28^m, a 31 sierpnia wschodzi o 3^h45^m, zachodzi o 17^h27^m. W sierpniu Słońce wstępuje w znak Panny.

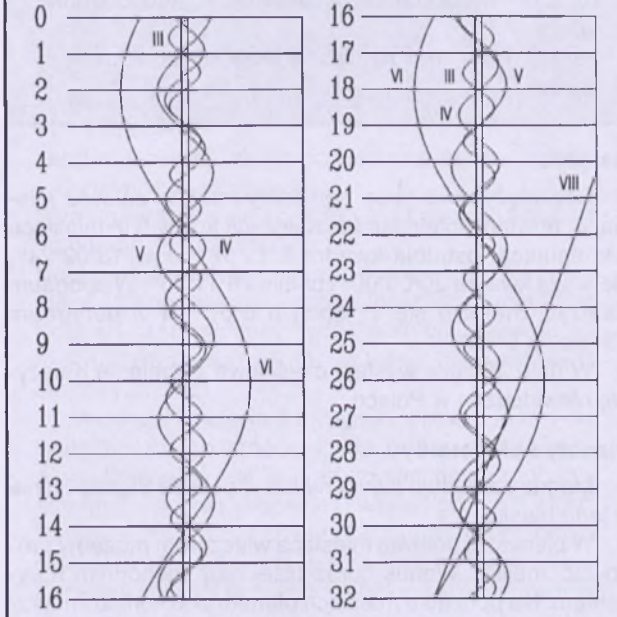
Dnia 11 sierpnia wystąpi całkowite zaćmienie Słońca, widoczne w Polsce jako częściowe o dużej fazie.

Księżyc

Bezksiężycowe noce będziemy mieli w połowie sierpnia, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: ostatnia kwadra $4^d17^h27^m$, nów $11^d11^h09^m$, pierwsza kwadra $19^d01^h47^m$ oraz pełnia $26^d23^h48^m$,. W pe-



Rys. 1. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w lipcu 1999 (I – Io, II – Europa, III – Ganimedes, IV – Callisto). Przerwa w trasie księżyca oznacza przebywanie satelity w cieniu planety. Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo.



Rys. 2. Konfiguracja pięciu najjaśniejszych księżyców Saturna w lipcu 1999 (III – Tethys, IV – Dione, V – Rhea, VI – Tytan, VIII – Iapetus). Zachód na lewo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na prawo.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h czasu UT)

Data 1999	P [°]	B_0 [°]	L_0 [°]
VIII 1	10.63	5.75	226.67
3	11.42	5.90	200.22
5	12.20	6.03	173.77
7	12.96	6.17	147.32
9	13.70	6.29	120.88
11	14.43	6.41	94.44
13	15.14	6.52	68.00
15	15.84	6.62	41.56
17	16.51	6.72	15.12
19	17.17	6.80	348.69
21	17.81	6.88	322.26
23	18.43	6.96	295.83
25	19.02	7.02	269.40
27	19.60	7.08	242.97
29	20.16	7.13	216.55
VIII 31	20.69	7.17	190.13
IX 2	21.20	7.20	163.71

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;
B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;
$18^d03^h28^m$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

rygeum Księżyc znajdzie się $7^d23^h34^m$, a w apogeum $19^d23^h28^m$.

Planety i planetoidy

W okresie od 5 sierpnia do końca miesiąca około godzinę przed wschodem Słońca możemy próbować znaleźć Merkurego nisko nad wschodnim horyzontem, jako „gwiazdę" zerowej wielkości. Maksymalną wysokość nad horyzontem równą 7° planeta osiąga w dniu 18 sierpnia. Przez teleskop widoczna jest tarcza planety o średnicy 7" w fazie zbliżonej do 0.50 („kwadry").

Wenus znajduje się na niebie w pobliżu Słońca i jest niewidoczna.

Wieczorem nisko nad zachodnim horyzontem nadal możemy znaleźć Marsa jako obiekt 0^m, jednak pod koniec zmierzchu żeglarskiego (ok. 1.5 godziny po zachodzie Słońca) jego wysokość nad horyzontem wynosi jedynie 6°. W sierpniu faza tarcza planety (o średnicy 8") osiąga minimalną wartość 0.86.

W drugiej połowie nocy wysoko nad horyzontem obserwujemy Jowisza w gwiazdozbiorze Barana, jako „gwiazdę" -2.7^m. Przez teleskop możemy zobaczyć tarczę planety o średnicy 44".

Zaledwie kilka stopni kątowych od Jowisza znajdziemy Saturna jako obiekt 0.2^m. W sierpniu rozwartość pierścieni dla obserwatora z Ziemi osiąga maksymalną w 1999 roku wartość.

W sierpniu panują bardzo dobre warunki obserwacji Urana i Neptuna w związku z ich przebywaniem w pobliżu opozycji (rys. 6, 7).

Wieczorem można obserwować Plutona, jednakże jego jasność wynosi jedynie 13.7^m i do jego zaobserwowania niezbędny jest teleskop o średnicy zwierciadła przynajmniej 15 cm.

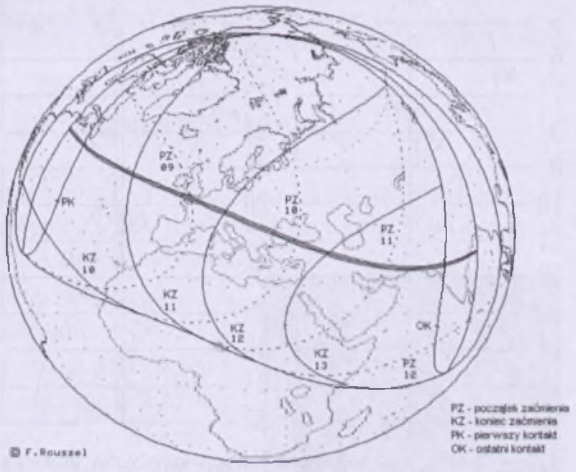
W sierpniu w pobliżu opozycji nadal nie są widoczne żadne jasne planetoidy.

Meteory

Od 25 lipca do 18 sierpnia promieniują słynne Perseidy, rój związany z kometą Swift-Tuttle, o najbardziej regularnej corocznej aktywności. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Perseusza i ma współrzędne: rekt. 3^h4^m, dekl. +58°. Maksimum aktywności roju przypada około 13 sierpnia, w tym roku warunki obserwacji są bardzo dobre — Księżyc zaledwie dwa dni po nowiu.

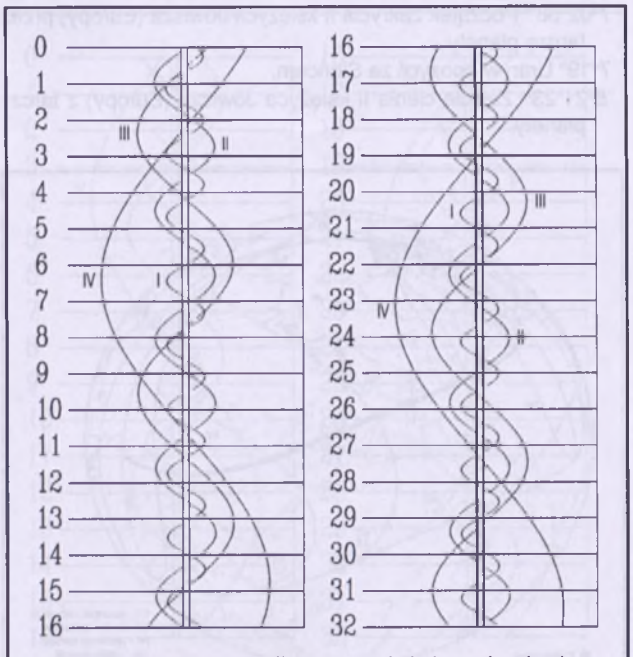
***

3^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.
$3^d23^h37^m$ Zejście cienia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) z tarczy planety.
4^d02^h Złączenie Jowisza z Księżycem w odl. 4°.
$4^d03^h03^m$ Początek zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.
$4^d03^h06^m$ Wejście III księżyca Jowisza (Ganimedesa) na tarczę planety.
5^d00^h Złączenie Saturna z Księżycem w odl. 3°.
$5^d00^h14^m$ Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
$5^d01^h37^m$ Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
$5^d02^h24^m$ Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
5^d16^h Merkury nieruchomy w rektascensji.
$5^d21^h32^m$ Początek zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.
$6^d01^h06^m$ Księżyc I (Io) wyłania się zza tarczy Jowisza.
$6^d22^h13^m$ Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$6^d23^h51^m$ Początek zaćmienia II księżyca Jowisza (Europy) przez cień planety.
$7^d02^h20^m$ Koniec zaćmienia II księżyca Jowisza (Europy) przez cień planety.
$7^d02^h38^m$ Początek zakrycia II księżyca Jowisza (Europy) przez tarczę planety.
7^d19^h Uran w opozycji ze Słońcem.
$8^d21^h23^m$ Zejście cienia II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.

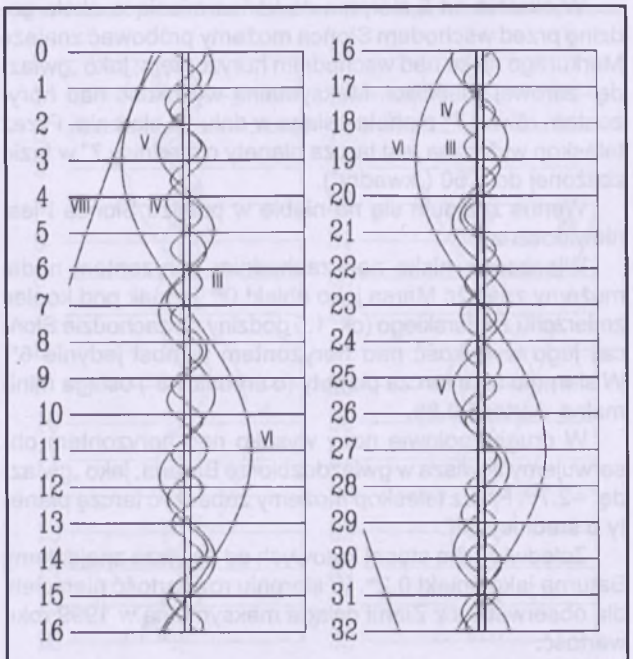


Rys. 3. Przebieg pasa całkowitego zaćmienia Słońca na Ziemi 11 sierpnia 1999 [wg.F.Roussel]. Przy kolejnych fazach zaćmienia podano momenty UT ich wystąpienia.

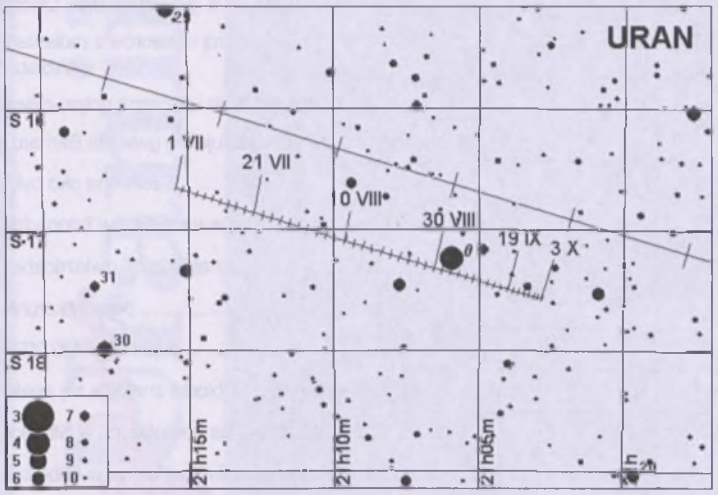
$8^d21^h42^m$ Wejście II księżyca Jowisza (Europy) na tarczę planety.
$9^d00^h07^m$ Zejście II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
10^d03^h Złączenie Merkurego z Księżycem w odl. 3°.
11^d Całkowite zaćmienie Słońca widoczne na Oceanie Atlantyckim, w Europie i Azji Południowo–Wschodniej. Zaćmienie rozpocznie się o 9^h31^m, zakończy się o 12^h37^m. Pas fazy całkowitej przechodzi m.in. przez Kornwalię, Stuttgart, jezioro Balaton, Bukareszt (rys. 3). Centralna faza zaćmienia w średnie południe nastąpi o 11^h00^m w punkcie o współrzędnych φ=45°42'S, λ=22°26'E. Zaćmienie widoczne jako częściowe o dużej fazie na całym obszarze Polski . Oto momenty wystąpienia fazy maksymalnej i jej wielkość dla wybranych miast w Polsce: Gdańsk: 10^h47^m, 0.823; Kraków: 10^h51^m, 0.920; Lublin: 10^h55^m, 0.873; Łódź: 10^h50^m, 0.879; Olsztyn: 10^h50^m, 0.823; Poznań: 10^h45^m, 0.879; Szczecin: 10^h41^m, 0.865; Warszawa: 10^h52^m, 0.860; Wrocław: 10^h46^m, 0.911.
11^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.
$11^d01^h18^m$ Cień III księżyca Jowisza (Ganimedesa) wchodzi na tarczę planety.
$12^d02^h07^m$ Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
12^d05^h Złączenie Wenus z Księżycem w odl. 9°.
$12^d23^h27^m$ Początek zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.
$13^d02^h58^m$ Księżyc I (Io) wyłania się zza tarczy Jowisza.
$13^d21^h57^m$ Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
$13^d22^h46^m$ Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$14^d00^h05^m$ Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$14^d02^h26^m$ Początek zaćmienia II księżyca Jowisza (Europy) przez cień planety.
14^d14^h Merkury w maksymalnej elongacji zachodniej ze Słońcem w odległości 18°49'.
$14^d21^h25^m$ Księżyc I (Io) wyłania się zza tarczy Jowisza.
$14^d22^h39^m$ Księżyc III (Ganimedes) wyłania się zza tarczy Jowisza.
$15^d21^h30^m$ Cień II księżyca Jowisza (Europy) wchodzi na tarczę planety.
$16^d00^h00^m$ Zejście cienia II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
$16^d00^h14^m$ Wejście II księżyca Jowisza (Europy) na tarczę planety.
$16^d02^h38^m$ Zejście II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
$17^d20^h47^m$ Księżyc II (Europa) wyłania się zza tarczy Jowisza.
18^d12^h Złączenie Marsa z Księżycem w odl. 7°.
19^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.
$20^d01^h21^m$ Początek zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.
20^d12^h Wenus w koniunkcji dolnej ze Słońcem.
$20^d22^h30^m$ Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
$20^d23^h47^m$ Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
$21^d00^h40^m$ Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$21^d01^h56^m$ Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
21^d04^h Pluton nieruchomy w rektascensji.
$21^d21^h28^m$ Koniec zaćmienia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) przez cień planety.
$21^d23^h16^m$ Księżyc I (Io) wyłania się zza tarczy Jowisza.
$22^d00^h39^m$ Początek zakrycia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) przez tarczę planety.
$22^d02^h23^m$ Księżyc III (Ganimedes) wyłania się zza tarczy Jowisza.
$22^d20^h23^m$ Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$23^d00^h07^m$ Cień II księżyca Jowisza (Europy) wchodzi na tarczę planety.
$23^d02^h36^m$ Zejście cienia II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
$23^d02^h44^m$ Wejście II księżyca Jowisza (Europy) na tarczę planety.
$23^d13^h50^m$ Słońce wstępuje w znak Panny, jego długość ekliptyczna wynosi wtedy 150°.
24^d14^h Złączenie Neptuna z Księżycem w odl. 1°.
$24^d20^h47^m$ Koniec zaćmienia II księżyca Jowisza (Europy) przez cień planety.
$24^d20^h51^m$ Początek zakrycia II księżyca Jowisza (Europy) przez tarczę planety.



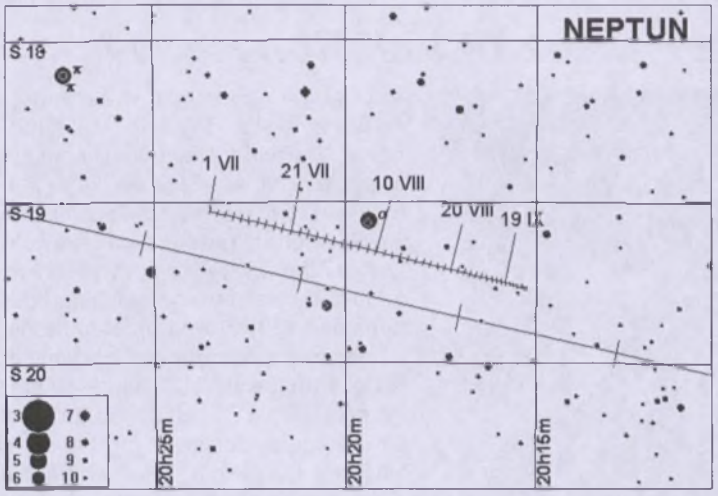
Rys. 4. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w sierpniu 1999 (I – Io, II – Europa, III – Ganimedes, IV – Callisto). Przerwa w trasie księżyca oznacza przebywanie satelity w cieniu planety. Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo.



Rys. 5. Konfiguracja pięciu najjaśniejszych księżyców Saturna w sierpniu 1999 (III – Tethys, IV – Dione, V – Rhea, VI – Tytan, VIII – Iapetus). Zachód na lewo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na prawo.



Rys. 6. Trasa planety Uran na tle gwiazd gwiazdozbioru Koziorożca w lipcu, sierpniu i wrześniu 1999 (zaznaczone gwiazdy do 10.5^m).



Rys. 7. Trasa planety Neptun na tle gwiazd gwiazdozbioru Koziorożca w lipcu, sierpniu i wrześniu 1999 (zaznaczone gwiazdy do 10.5^m).

$24^d23^h14^m$ Księżyc II (Europa) wyłania się zza tarczy Jowisza.
25^d12^h Jowisz nieruchomy w rektascensji.
25^d13^h Złączenie Urana z Księżycem w odl. 1°.
27^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.
$27^d03^h15^m$ Początek zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.
$28^d00^h23^m$ Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
$28^d01^h36^m$ Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
$28^d02^h33^m$ Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$28^d21^h44^m$ Początek zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.
$28^d23^h17^m$ Początek zaćmienia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) przez cień planety.
$29^d01^h06^m$ Księżyc I (Io) wyłania się zza tarczy Jowisza.
$29^d01^h27^m$ Koniec zaćmienia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) przez cień planety.
$29^d20^h04^m$ Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
$29^d21^h02^m$ Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$29^d22^h12^m$ Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$30^d02^h44^m$ Cień II księżyca Jowisza (Europy) wchodzi na tarczę planety.
30^d16^h Saturn nieruchomy w rektascensji.
31^d14^h Złączenie Jowisza z Księżycem w odl. 4°.
$31^d20^h55^m$ Początek zaćmienia II księżyca Jowisza (Europy) przez cień planety.

UWAGA: Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie uniwersalnym UT (Greenwich).

Aby otrzymać datę w obowiązującym w iipcu i sierpniu w Polsce „czasie letnim", należy dodać 2 godziny.

Momenty złączeń podane są dla geocentrycznych złączeń w rektascensji. Podane są ***wszystkie*** *złączenia, nie tylko widoczne w Polsce.*

Opracował T. Ściężor

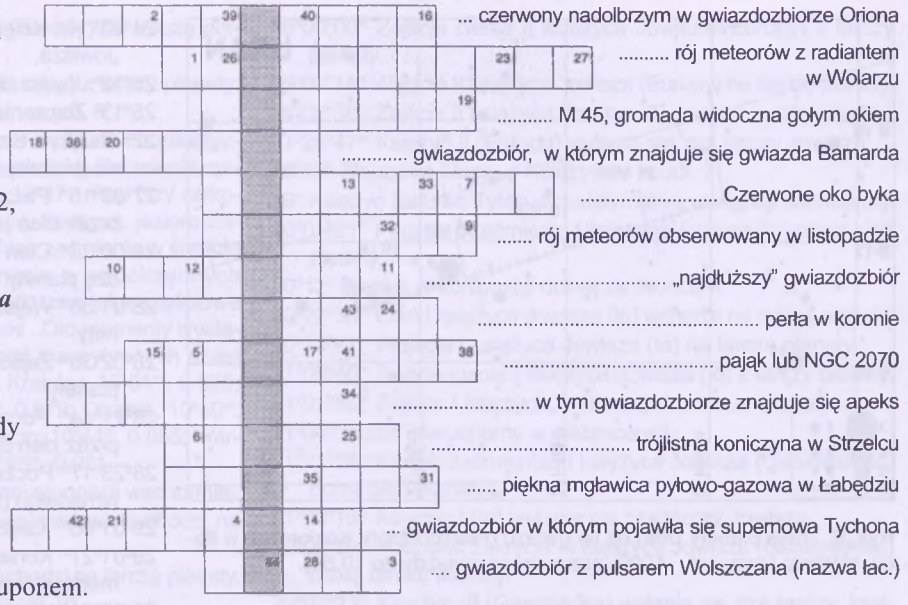
Ciekawe adresy internetowe...

Bradford Robotic Telescope http://www.telescope.org/rti/use.html

Zlokalizowany w zachodniej części hrabstwa Yorkshire w Anglii automatyczny teleskop o średnicy 46 cm dostępny jest zdalnie za pośrednictwem Internetu. Po rejestracji można wybrać obiekt na północnym niebie. Teleskop ustala automatycznie priorytety i kolejkę obserwacji. Sam „decyduje", czy pogoda pozwala na obserwacje i zapisuje obrazy. Po wykonaniu obserwacji osoba zainteresowana zostaje o tym poinformowana za pośrednictwem poczty elektronicznej. Obrazy można otrzymać w formacie GIF (obrazy skompresowane zawierające 64 odcienie szarości) lub FITS (Flexible Image Transport System). Obrazy zapisane w formacie FITS nie są skompresowane, każdy element obrazu zawiera 16 bitów informacji (odpowiada to 65 536 odcieniom szarości). Kamera CCD wbudowana w teleskop zawiera 352×500 elementów. Osoby zainteresowane mogą znaleźć na miejscu oprogramowanie potrzebne do oglądania plików FITS.

KRZYŻÓWKA

Czy znasz niebo?



Rozwiązaniem krzyżówki jest sentencja, której treść tworzą litery z pól ponumerowanych od 1 do 44 oraz podanie jej autora (litery w wyróżnionej kolumnie).

Litery, których zabrakło w diagramie, to odpowiednio: 8, 22, 37 – z; 29 – ó; 30 – ż.

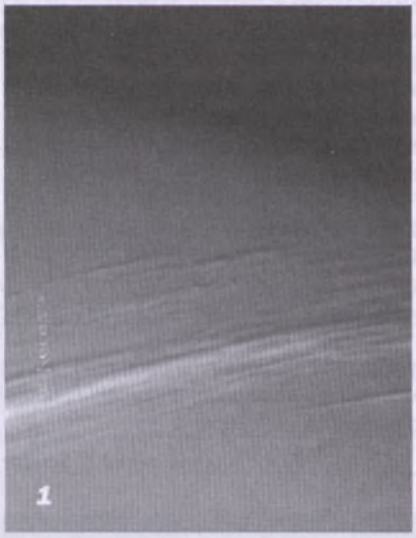
Hasło krzyżówki z numeru 1/99 brzmi: ***Urania to grecka muza astronomii***. Nagrodę książkową wylosowali: ***Maciej Grzelak*** z Jaraczewa i ***Wojciech Skałuba*** z Niemodlina. Gratulujemy, nagrody prześlemy pocztą.

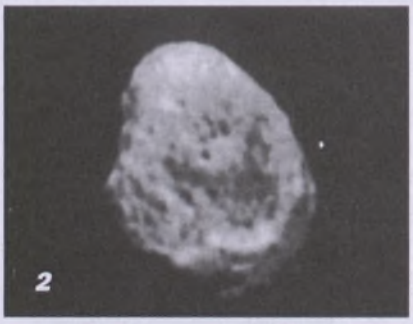
Rozwiązania obecnej krzyżówki prosimy nadsyłać do końca maja br.

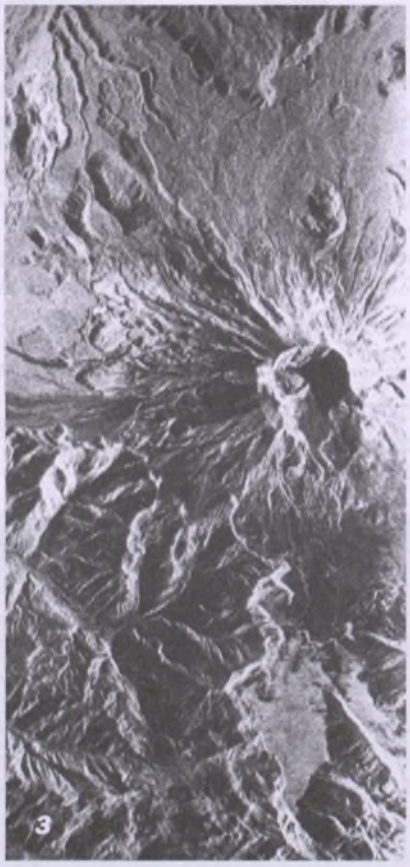
W losowaniu nagród biorą udział tylko kartki z naklejonym kuponem.

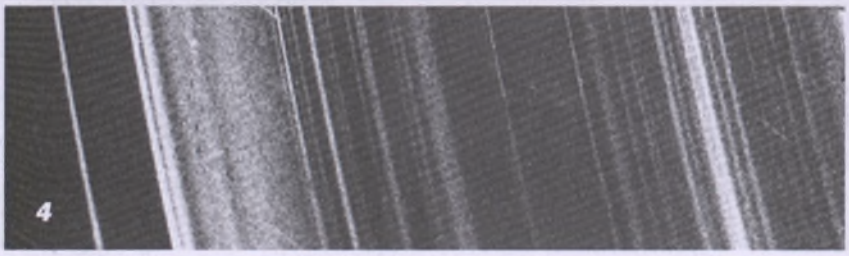
KONKURS

Czy znasz Układ Słoneczny?









Prawidłowe odpowiedzi w piątej części Konkursu to: 1) Wenus (krater Klenova); 2) Tryton. Nie zmieniła się sytuacja w czołówce SUS-ów, którą stanowią nadal: **Tadeusz Karamucki**, **Ariel Majcher, Tadeusz Maliszewski** i **Artur Pilarczyk**. Wszyscy wymienieni zdobyli do tej pory maksymalną ilość punktów: **138**. Pewne przetasowanie nastąpiło na następnych pozycjach: Karol Pankowski (123 pkt.); Wiktor Patryk (118 pkt.); Lech Barski, Andrzej Chyłek i Jerzy Łągiewka (po 116 pkt.). Nagrodę książkową wylosował Rafał Kleta. Gratulujemy, nagrodę wyślemy pocztą.

W VII części konkursu zdobyć można 36 punktów (po 12 za każdą prawidłową odpowiedź). Wystarczy podać tylko nazwy ciał niebieskich, które we fragmencie przedstawione są na prezentowanych niżej zdjęciach.

Drobnymi nagrodami honorujemy wylosowane osoby, które udzieliły prawidłowych odpowiedzi w danej edycji konkursu, natomiast na zdobywcę maksymalnej ilości punktów, po zakończeniu konkursu, czeka nagroda specjalna.

Odpowiedzi prosimy przesyłać na adres redakcji do końca kwietnia 1999 r. Na kartkach prosimy nakleić kupon konkursowy (tylko kartki z kuponem biorą udział w losowaniu nagród). Uwaga: aktualną listę uczestników i zdobytych przez nich do tej pory punktów można znaleźć na naszych stronach internetowych pod adresem: urania.camk.edu.pl/konkurs.

Okienko Uranii

Ariel Majcher, którego zdjęcia już nieraz gościły na naszych łamach, nadesłał ostatnio serię zdjęć z koniunkcjami, z których wybraliśmy dwa. Wyżej, Księżyc i Wenus na wieczornym niebie 20.08.98 (obiektyw 2/58 ×2, Fuji 400 Superia, t_{exp} = 5 s), niżej koniunkcja Księżyca, Wenus i Jowisza z 18 lutego br. (ob. 4/200, Fuji 100 Superia, t_{exp} = 1 s).

Prezentowane wyżej zdjęcie Księżyca to jedno z kilku, jakie nadesłał do redakcji Ryszard Kopciuszyński z Ropczyc (4.04.98, szukacz komet, t_{exp} = 1/500 s, FujiColor 100 ASA).

Efektowne halo słoneczne to praca Marcina Konopki z Rogóźna (12.12.98, ob. 2.8/16, Fuji 800, brak czasu eksp.).

Radioteleskop toruński (RT-4) o średnicy lustra głównego 32 metry. Stojący na dole po prawej stronie człowiek dobrze wyznacza skalę obrazu. Widoczna jest struktura konstrukcji podtrzymującej powierzchnię lustra, lustro wtórne i napędy pozwalające na precyzyjny obrót całego urządzenia na kołowym torowisku w azymucie. Budowę, wyposażenie i eksploatację tego radioteleskopu opisuje na naszych łamach jeden z jego twórców (str. 115).

Urania

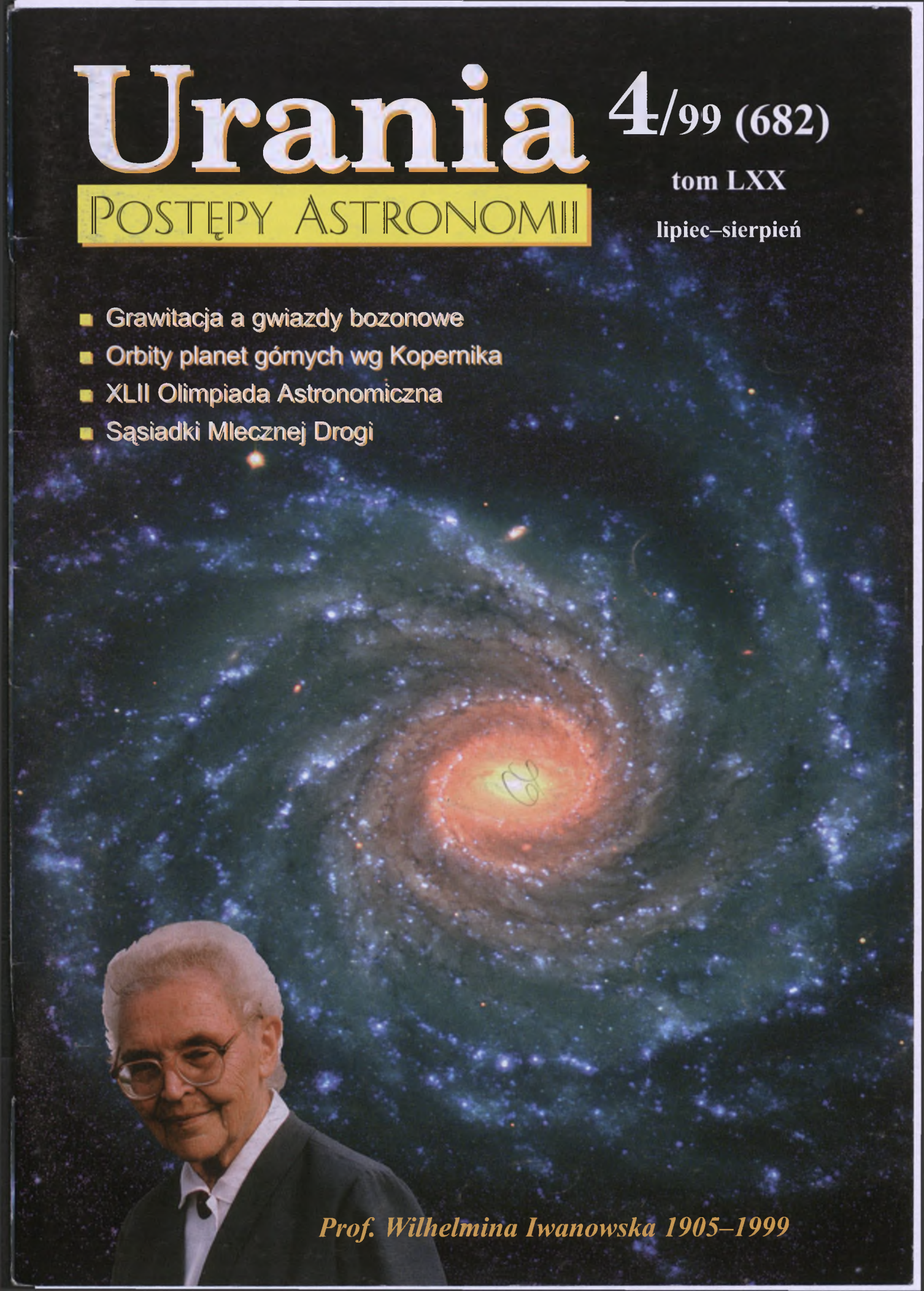
Postępy Astronomii

4/99 (682)

tom LXX

lipiec–sierpień

- Grawitacja a gwiazdy bozonowe
- Orbity planet górnych wg Kopernika
- XLII Olimpiada Astronomiczna
- Sąsiadki Mlecznej Drogi



Prof. Wilhelmina Iwanowska 1905–1999

Laureaci XLII Olimpiady Astronomicznej ze swoimi teleskopami. Od lewej: Radosław Smolec, Lech Łobodziński, Artur Wirowski, Miłosz Jerkiewicz

Na pierwszym planie Radosław Smolec w trakcie rozwiązywania zadań finałowych

Uroczystość zakończenia XLII Olimpiady Astronomicznej. W pierwszym rzędzie od prawej: Wojciech Dziembowski, Jerzy Kreiner, Joachim Otte, Piotr Skrzypecki, Henryk Brancewicz, Bogusław Uniwersał, Jacek Uniwersał

Pamiątkowa fotografia uczestników finału, członków Komitetu Głównego, Komisji Olimpiady i gości uczestniczących w uroczystości zakończenia XLII Olimpiady Astronomicznej

D8483

Szanowni i Drodzy Czytelnicy,

Ostatnio Astronomia Polska okryła się żałobą. Po krótkiej chorobie, w dniu 16 maja 1999 r. zmarła ***Pani Profesor Wilhelmina Iwanowska.*** *Miała prawie 94 lata. Do ostatnich swych chwil żyła sprawami astronomii i toruńskiego ośrodka naukowego. Jej odejście stanowi koniec pewnej epoki w rozwoju polskiej astronomii. W Jej osobie odchodzi też ostatni świadek i budowniczy Uniwersytetu Mikołaja Kopernika i toruńskiej astronomii. Oddajemy Jej hołd wspomnieniem w naszym „In Memoriam".*

Janusz Osarczuk *z Wrocławia i jego niemiecki kolega* ***Franz Schunek*** *przedstawiają nam nowy typ obiektów astronomicznych, który nie został jeszcze odkryty — gwiazdy bozonowe. Te hipotetyczne supergęste obiekty potrzebne są współczesnej astrofizyce z wielu powodów. Między innymi dla lepszego określenia natury ciemnej materii we Wszechświecie, rozwiązania problemów związanych z kreacją masy cząstek elementarnych i powstania obserwowanych dziś struktur wielkoskalowych Wszechświata.*

Profesor Antoni Opolski *z Wrocławia studiuje dzieło Mikołaja Kopernika „De Revolutionibus..." i przybliża nam jego treść. W kolejnych artykułach poznajemy rozumowanie i argumentację Kopernika. W bieżącym zeszycie Pan Profesor przedstawia nam kopernikowskie wywody na temat ruchu planet górnych w jego układzie heliocentrycznym.*

Wiele miejsca poświęcamy w bieżącym zeszycie sprawom „Astronomii w szkole". Przede wszystkim omawiamy, piórem Kolegów z Chorzowa, rezultaty ubiegłorocznej (1998/99) ***Olimpiady Astronomicznej****. Przytaczamy zadania wszystkich stopni tej olimpiady i rozwiązania wybranych zadań finałowych. Publikujemy też zadania konkursowe kolejnej XLIII edycji Olimpiady Astronomicznej na rok szkolny 1999/2000. Ponadto przedstawiamy piórem* ***Marii Pańków*** *z Katowic grudziądzkie, już XV ogólnopolskie, a XXV grudziądzkie Młodzieżowe Seminarium Astronomiczne. Co łączy te dwie konkursowe imprezy astronomiczne? W tym roku na pewno łączy je osoba zwycięzcy: w obu konkursach zwyciężył* ***Radosław Smolec*** *z II LO w Grudziądzu.*

W dalszym ciągu wiele miejsca poświęcamy sprawom sierpniowego zaćmienia Słońca. Podajemy szczegółowe dane o jego przebiegu w Polsce i ostatnie rady, jak je obserwować. Kontynuujemy nasz przegląd obiektów katalogu Messiera — tym razem omawiamy bliskie sąsiadki naszej Drogi Mlecznej — galaktyki w Andromedzie i Trójkącie (M31–33).

W „Recenzjach" ***Kazimierz Schilling*** *z Olsztyna wędruje po krętych ścieżkach nauki wyznaczanych książkami wydawnictwa „Prószyński i S-ka" i prezentuje nam swe opinie na temat kolejnych tomów tej serii.*

W „Rozmaitościach" przedstawiamy nowy, wieloskładnikowy układ planetarny.

Nasz Kalendarz Astronomiczny, jak zwykle, opracował ***Tomasz Ściężor*** *z Krakowa, a dotyczy on już września i października. W tych miesiącach nie zabraknie ciekawych obiektów i sytuacji na niebie. Oby tylko pogoda dopisała! Ten sam Autor opracował polskie miłośnicze obserwacje komet w roku 1998 i jego raport drukujemy na stronach 172–176.*

Życzę Państwu wielu miłych wrażeń w czasie obserwacji sierpniowego zaćmienia Słońca i pożytecznej lektury naszego czasopisma

Andrzej Woszczyk

Toruń, w czerwcu 1999 r.

BIBLIOTEKA UNIWERSYTECKA w Toruniu

Szanowna Redakcjo!

W nr 2/99 „Uranii" w dziale In Memoriam (niestety!) przeczytałem przepiękne wspomnienie o śp. S.R. Brzostkiewiczu pióra K. Ziołkowskiego. Cóż za szlachetny człowiek umarł...

Ze swej strony pamiętam jako były księgarz, iż jego książki były zawsze chętnie kupowane przez kochających astronomię. Myślę, że dobrze byłoby, gdyby książkę o Marsie, której pan Brzostkiewicz poświęcił ostatnie miesiące życia, dokończyła jego wnuczka? Wydaje się, że na obecnym rynku wydawniczym najbardziej kompetentnym wydawnictwem do wydania tego dzieła byłaby oficyna *Prószyński i S-ka*, która od pewnego czasu kładzie silny nacisk na obecność polskich autorów. **Nie pozwólmy tej książce umrzeć wraz z autorem...**

„Urania-PA" mogłaby zainicjować i pilotować tę sprawę, by heroiczna walka, jaką były ostatnie lata życia pana Brzostkiewicza, nie poszła na marne. Przyznaję, że długo wahałem się, czy wolno mi wysłać list z taką sugestią do Redakcji, ale ilekroć czytam wspomnienie o panu Brzostkiewiczu, tylekroć ciśnie mi się na usta zdanie: „Ecce Homo". Niech więc ta nieśmiała sugestia będzie uznana jako wyraz hołdu dla tak wspaniałego człowieka...

Z wyrazami szacunku, stały czytelnik

Dariusz Dziedzic
Bytom

* * *

Szanowny Panie Redaktorze,

Piszę ten list w kilku sprawach, lecz głównie w sprawie kuponów konkursowych i od razu zacznę od przedstawienia mojej opinii na ten temat.

„Uranię" zbieram od czasu, kiedy połączyła się z pismem „Postępy Astronomii", o czym dowiedziałem się z Oddziału PTMA w Nowym Sączu, do którego należę. Ale od numeru 5/98 „U-PA" przy rubryce z krzyżówkami i konkursem „Czy znasz Układ Słoneczny?", zaczęły pojawiać się dziwne blankieciki, które należy wyciąć z gazety i nakleić na kartkę pocztową z rozwiązaniem. Lecz nie sam kupon jest tu rzeczą wywołującą kontrowersje, ale jego umiejscowienie i fakt, że trzeba go wyciąć i tym samym dopuścić się zniszczenia czasopisma. [...]

Jeżeli wolno mi coś podpowiedzieć, to można by zrobić kupony, ale nie powodujące uszkodzeń, np. na specjalnie do tego przygotowanej wkładce lub mogłyby to być jakieś wkładane tylko do gazet kupony bądź nawet naklejki.

Poza tym nie mam zastrzeżeń co do ogólnej szaty czasopisma. Są, tematy ciekawe i zawierające informacje o nowych osiągnięciach techniki badania kosmosu.

Chciałbym zaproponować, aby były w tym piśmie takie stałe strony, jak „in memoriam", które z czasem tworzą doskonały zbiór–kolekcję na wybrany temat. Pragnąłbym zachęcić do założenia strony z opisem życia i pracy astronomów żyjących dawniej, takich jak Galileo Galilei czy William Herschel a także Polaków, np. Jan Śniadecki czy Tadeusz Banachiewicz.

Byłbym też zadowolony móc przeczytać w „U-PA" artykuły o tematach kosmologicznych i inne ciekawe opisy zjawisk interesujących a zarazem tajemniczych, takich jak: czarne dziury, białe dziury, gwiazdy neutronowe i supernowe a także o magnetarach i hipernowych. [...]

Pozdrawiam całe grono uczonych pracujących nad wydawaniem czasopisma „Urania–Postępy Astronomii".

PS Byłbym bardzo zadowolony, widząc w przyszłych numerach „U-PA" szeroką gamę zdjęć i bogate opisy na temat zaćmienia Słońca z 11 sierpnia br.

Z poważaniem

Grzegorz Olszewski
Nowy Sącz

* * *

Droga Redakcjo,

[...] Czytam „Uranię-PA" zaledwie od tego roku, ale Wasze pismo już mi się bardzo spodobało. Jedyną jego wadą jest jego niedostępność w małych miastach inaczej niż przez prenumeratę (a tym bardziej na wsi).

Jak każdy czytelnik, mam swoje propozycje. Popieram drukowanie raz na jakiś czas plakatu na ścianę. Na obecnych wkładkach są naprawdę świetne zdjęcia, ale nie można takiej wkładki powiesić na ścianie, bo zawsze widoczna będzie tylko jedna strona.

Bardzo podoba mi się „Galeria Uranii". Proponuję, aby na wzór „Poradnika obserwatora" powstał „Poradnik konstruktora" dla lubiących majsterkować miłośników astronomii. Można byłoby uprzywilejować prenumeratorów „Uranii-PA", dając im prawo do zamieszczania krótkich bezpłatnych (lub za symboliczną złotówkę) ogłoszeń dotyczących sprzedaży czy kupna sprzętu optycznego itp. [...]

Ewa Zegler
Żegoty

Red.: *Pięknie dziękujemy naszym Czytelnikom za cenne dla nas uwagi i propozycje. Widzimy, że niektóre z nich już realizujemy, realizacje innych rozważymy. Od razu możemy obiecać prenumeratorom bezpłatne zamieszczenie krótkich ogłoszeń o kupnie/sprzedaży sprzętu optycznego.*

* * *

[...] Dostrzegłem pewne nieścisłości w artykule J. Domańskiego (U-PA 3/99), str. 132):

1. W załączonym rysunku kierunek obrotu Ziemi i kierunek obiegu Księżyca winien być przeciwny niż zaznaczony.

2. Wyjaśnienie mechanizmu pływów wymaga uwzględnienia tzw. siły odśrodkowej w ruchu Ziemi wokół barycentrum (i analogicznie w ruchu Ziemi wokół wspólnego środka masy układu Ziemia-Słońce, praktycznie wokół Słońca) Bez uwzględnienia tej siły nie da się wyjaśnić „garbu" wody od strony przeciwnej niż Księżyc (i analogicznie niż Słońce).

Jerzy M. Kreiner
Kraków

Red.: *Dziękujemy za uważną lekturę i sprostowanie. Wszystkich, którzy zauważą nieścisłości w treściach przez nas publikowanych, prosimy o listy.*

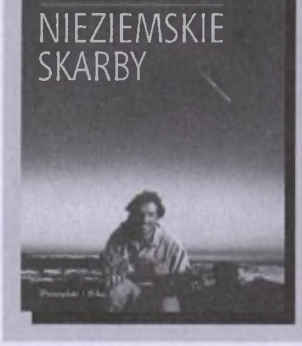
Tu może być reklama Twojej Firmy!

Nasz cennik jest następujący:
cała strona kolorowa: 1000.00 zl
cała strona czarno-biała: 400.00 zl
Przy mniejszych formatach dla stron czarno-białych:
1/2 str.: 300.00 zł
1/4 str.: 200.00 zł
1/8 str.: 100.00 zł — ten rozmiar traktujemy jako najmniejszy „moduł". Podobnie jest ze stroną kolorową.
Istnieje możliwość negocjowania warunków.

Zapraszamy na nasze łamy!

*** REKLAMA * REKLAMA * REKLAMA * REKLAMA * REKLAMA ***

W księgarniach ukazała się książka „Nieziemskie skarby". Można ją również zamówić w firmie ASPMET (skr. poczt. 6, 14-530 Frombork). A co w środku?



- **Kamień z jasnego nieba**
- **Jak rozpoznać meteoryt**
- **Te okropne polne kamienie**
- **Z planetki 6 Hebe do Pułtuska**
- **Deszcze czarnych kamieni**
- **Ziarnko do ziarnka**
- **Z planetki 4 Westa do Białegostoku**
- **Przybysze z Marsa i Księżyca**
- **Ulewa żelaza**
- **Żelazo pełne niespodzianek**
- **Żelazne serca planetek**
- **Od zderzenia planetek do zderzenia z Ziemią**
- **Kosmiczne klejnoty**
- **Zagadkowe szkiełka**
- **Szczęściarze i pechowcy**
- **Meteoryty, które nie dały się złapać**

Urania
POSTĘPY ASTRONOMII

(PL ISSN 0032-5414/ 0042-07-94)

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstałe poprzez połączenie się **„Uranii"** — dotychczasowego miesięcznika PTMA, ukazującego się od 1922 roku i **„Postępów Astronomii"** — dotychczasowego kwartalnika PTA, wychodzącego od 1953 roku. Patronat: Polskie Towarzystwo Astronomiczne i Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii". Pismo jest częściowo finansowane przez KBN i Komitet Astronomii PAN.

Redaktor Naczelny:
Andrzej Woszczyk, CA UMK Toruń

Zespół Redakcyjny:
Marek Gołębiewski, CA UMK Toruń
Magdalena Kożuchowska, CAMK W-wa
Krzysztof Rochowicz, CA UMK Toruń
Roman Schreiber, CAMK Toruń

Opracowanie graficzne i skład komputerowy:
Jacek Drążkowski

Korekta:
Bożena Wyrzykowska

Adres Redakcji:
Uniwersytet M.Kopernika
ul.Chopina 12/18
87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 52, 611 34 50
fax. (0-56) 62 19 381

Poczta elektroniczna (E-mail adress):
aw@astri.uni.torun.pl

Adres WWW:
http://urania.camk.edu.pl

Druk:
Zakład Poligraficzno-Wydawniczy
POZKAL, Inowrocław

Dystrybucja:
Barbara Gertner, CA UMK,
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 14
E-mail: basia@astri.uni.torun.pl

Prenumerata w roku 1999 kosztuje 36 zł. Można również zamawiać pojedyncze zeszyty w cenie 7.50 zł.

Numer zamknięto w czerwcu 1999

*** Materiałów nie zamówionych Redakcja nie zwraca, a wykorzystując zastrzega sobie prawo do ich redagowania i skracania * Przedruk materiałów i zdjęć tylko za zgodą Redakcji. * Opinie i poglądy formułowane przez Redakcję i Autorów nie reprezentują oficjalnego stanowiska obu patronujących nam Towarzystw ***

Materiały dotyczące wyników obserwacji teleskopu kosmicznego Hubble'a uzyskano dzięki uprzejmości doktora F. Duccio Macchetto, przedstawiciela Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA) w *Space Telescope Science Institute* w Baltimore (USA)

W NUMERZE

148 **_Grawitacja a gwiazdy bozonowe_**
Janusz Osarczuk, Franz Schunck
Nie wiemy, czy gwiazdy bozonowe rzeczywiście istnieją. Mimo to w ostatnich latach naukowcy poświęcają im wiele uwagi. Te hipotetyczne supergęste obiekty potrzebne są bowiem astrofizyce z wielu powodów. Mogą pomódz w wyjaśnieniu m.in. powstania obserwowanych dzisiaj struktur wielkoskalowych, natury ciemnej materii i masy cząstek elementarnych.

156 **_Orbity planet górnych w heliocentrycznym układzie Kopernika_**
Antoni Opolski
W kolejnych artykułach Autor przedstawia nam drogi myśli i rachunków Kopernika uzasadniających jego heliocentryczną koncepcję. W obecnym artykule możemy śledzić kopernikowskie rachunki wyjaśniające ruch Marsa, Jowisza i Saturna przedstawione w Księdze V „De Revolutionibus".

161 **rozmaitości:** *Nowy układ planetarny*

162 **in memoriam:** *Wilhelmina Iwanowska (1905–1999)*

164 **elementarz Uranii:** *Cudze chwalimy, swoje też polecamy!*

167 **poradnik obserwatora:** *Fotografujemy częściowe zaćmienie Słońca*

168 **w kolorze i nie tylko:** *Sąsiadki Mlecznej Drogi (M31–M33)*

170 **recenzje:** *Czwarty etap pasjonującej wędrówki po krętych ścieżkach nauki*

172 **P.T. Miłośnicy Astronomii obserwują:** *Komety obserwowane w Sekcji Obserwatorów Komet PTMA w 1998 roku*

177 **poradnik obserwatora:** *Teleskop słoneczny*

178 **w kraju:** *Jubileusz w Grudziądzu*

180 **astronomia w szkole:** *XLII Olimpiada Astronomiczna 1998/99 (180); Zadania XLII Olimpiady Astronomicznej (181); Rozwiązania wybranych zadań finałowych XLII Olimpiady Astronomicznej (184); XLIII Olimpiada Astronomiczna (186)*

187 **kalendarz astronomiczny '99:** *wrzesień — październik*

192 **konkurs:** *Czy znasz Układ Słoneczny?*

192 **krzyżówka**

NA OKŁADCE

Galaktyka NGC 1232 sfotografowana przez teleskop nr 1 (Antu) Bardzo Dużego Teleskopu VLT obserwatorium ESO na górze Paranal w Chile w dniu 21 września 1998 r. Galaktyka położona jest na południe od równika niebieskiego w gwiazdozbiorze Rzeki (Eridanus) w odległości ok. 100 mln lat świetlnych od nas. Jej rozmiary sięgają 170 tys. lat św. Zdjęcie kolorowe zostało uzyskane przez złożenie obrazów w barwie ultrafioletowej U (360 nm), niebieskiej B (420 nm) i czerwonej R (600 nm).

Niżej — Pani Profesor Wilhelmina Iwanowska, którą wspominamy na str. 162–163 (fot. Andrzej R. Skowroński, rok 1995).

Na ostatniej stronie okładki zdjęcia z XV OMSA w Grudziądzu (patrz str. 178). Na górnym zdjęciu uczestnicy Seminarium w sali wykładowej Planetarium. Wzdłuż ściany siedzą członkowie Jury: dr H. Brancewicz, dr K. Rochowicz, prof. K. Rudnicki i prof. A. Woszczyk. Na dolnym zdjęciu stoją od lewej: R. Smoleń (laureat I nagrody), mgr M. Śrubka-Kubiak (organizator OSMA), Milena — wszędobylska pomocnica organizatorów, prof. Konrad Rudnicki, dr Maria Pańkow, dr Henryk Brancewicz i dr Kazimierz Schilling (przewodniczący jury) w czasie wręczania nagród zwycięzcom.

Janusz Osarczuk
Franz Schunck

Grawitacja a gwiazdy bozonowe

Gwiazdy bozonowe narodziły się w umysłach fizyków teoretyków ponad 30 lat temu. Z początku nie wzbudzały wielkiego zainteresowania wśród ogółu przedstawicieli tej nauki. Jedynie garstka zapaleńców uparcie zgłębiała ich tajemnice. Sytuacja uległa jednak zmianie w latach osiemdziesiątych. Można było wówczas odnotować wzrost ilości publikacji poświęconych tym obiektom. Badania gwiazd bozonowych nabrały wyraźnego przyspieszenia w ciągu ostatnich kilku lat. Obecnie prace nad nimi prowadzi dość pokaźna liczba zarówno fizyków, jak i astronomów. Szybki rozwój technik obserwacyjnych sprawia, że ci ostatni upatrują w przyszłości szanse detekcji tych obiektów.

Dlaczego tak stosunkowo dużo uczonych chce jak najlepiej poznać właściwości gwiazd bozonowych, a jeszcze więcej osób czeka na ich odkrycie? Powody są następujące:

1. Wiemy, że we Wszechświecie istnieje ciemna materia. Z teorii astrofizycznych wynika, że w poważnej części składa się ona z cząstek, które nie są barionami (ani leptonami, czyli prawdopodobnie są bozonami — patrz ramki „Cząstki elementarne" i „Bozony skalarne"). Odkrycie gwiazd bozonowych pozwoliłoby stwierdzić, które z szeregu teoretycznie możliwych bozonów skalarnych naprawdę istnieją w kosmosie. Studiując właściwości tych bozonów, moglibyśmy tym samym lepiej określić naturę ciemnej materii. Być może uczynilibyśmy to w stopniu wystarczającym do tego, aby dokładnie wyznaczyć jej ilość. Sumując ją zaś z ilością materii świecącej,

CZĄSTKI ELEMENTARNE

Cząstki elementarne można podzielić ze względu na rodzaje oddziaływań na hadrony i nie hadrony. Hadrony uczestniczą we wszystkich czterech oddziaływaniach: silnych, elektromagnetycznych, słabych i grawitacyjnych. Wszelkie inne cząstki (nie hadrony) podlegają tylko trzem ostatnim oddziaływaniom. Innego podziału można dokonać, rozpatrując taką cechę jak spin. Terminem tym określa się wewnętrzny ruch wirowy cząstki, czyli jej moment pędu. Bozony mają spin oznaczany liczbą całkowitą (np. 1), natomiast fermiony — liczbą połówkową (np. 1/2). Poniższy rysunek przedstawia jednocześnie oba podziały cząstek.

Fermiony są budulcem wszystkich znanych nam obiektów — od mikrobów i ziarenek piasku, poprzez nasze ciała i planety, aż po gwiazdy i galaktyki. Bozony nie stanowią składników zwykłej materii, są zaś nośnikami oddziaływań (np. światło).

Na rysunku: podział cząstek elementarnych i relacje pomiędzy nimi.

1 – BARIONY
2 – MEZONY
3 – LEPTONY
4 – BOZONY ODDZIAŁYWAŃ SŁABYCH, FOTONY

BOZONY SKALARNE

Bozony są cząstkami, których układ w temperaturze bliskiej zera bezwzględnego tworzy tzw. kondensat Bosego-Einsteina. Charakteryzuje się on tym, że wszystkie cząstki zajmują ten sam, najniższy stan kwantowy, ponieważ bozony są nierozróżnialne. Układ taki można opisywać jedynie metodami statystycznymi. Jego specyfika przejawia się również w tym, że nie stosuje się do niego żadne równanie stanu (jak np. dla gazu doskonałego). Co więcej, kondensat Bosego-Einsteina nie wywiera ciśnienia w płaskiej czasoprzestrzeni.

Bozony skalarne różnią się od zwykłych bozonów tym, że nie posiadają wewnętrznego momentu pędu (nie wirują dokoła własnej osi). Mają za to bardzo dużą masę, czyli energię (nawet rzędu 1 TeV!). Właśnie ze względu na tę cechę ciągle nie jesteśmy w stanie ich odkryć nawet w najpotężniejszych akceleratorach. Ich nazwy są równie egzotyczne, jak ich właściwości, np. bozon Higgsa (lub Higgs), aksjon, neutralino, inflaton.

Oczywiście, bozony skalarne także tworzą kondensat Bosego-Einsteina o właściwościach opisanych powyżej (w formie gwiazd bozonowych). Właściwości te oznaczają w praktyce, że gęstość gwiazd bozonowych może przybierać gigantyczne wartości (patrz tabela „Przykładowe parametry gwiazd bozonowych"). Istnieje jednak górna granica gęstości, po przekroczeniu której gwiazda bozonowa zapadłaby się do formy czarnej dziury (patrz ramka „Promień grawitacyjny").

Bozony skalarne nie podlegają oddziaływaniom elektromagnetycznym, silnym ani słabym. Ze wszystkimi innymi cząstkami, a także pomiędzy sobą, oddziałują jedynie grawitacyjnie. Teoria mówi jednak, że w określonych warunkach bozony skalarne mogą dodatkowo oddziaływać w zupełnie nowy sposób. Trudno nazwać to samooddziaływanie. Można je sobie wyobrazić jako „poprawki do fluktuacji kwantowych na bardzo małych odległościach". Oddziaływanie to ma charakter odpychający. Efektem jego jest wzrost masy cząstki. Tak więc bozony skalarne podlegające samooddziaływaniu są cięższe od tych swoich odpowiedników, które mu nie podlegają.

którą obserwujemy za pomocą teleskopów, dowiedzielibyśmy się, jaką całkowitą masę ma Wszechświat, a to z kolei przybliżyłoby nas do odpowiedzi na pytanie o jego ostateczny los (tzn. czy będzie się wiecznie rozszerzać, czy też kiedyś zacznie się kurczyć).

2. Istnienie bozonów skalarnych jest postulowane przez fizykę cząstek elementarnych. W teorii oddziaływań elektrosłabych, za którą Glashow, Weinberg i Salam otrzymali Nagrodę Nobla, bozony Higgsa są niezbędne do tego, aby „normalne" bozony miały odpowiednią masę. Tak więc odkrycie bozonów skalarnych rozwiązałoby problem związany z kreacją masy cząstek elementarnych.

3. Cząstki skalarne są niezbędne dla współczesnej kosmologii. Bez nich nie powstałaby teoria inflacji czy teoria superstrun.

4. Bardzo masywne gwiazdy bozonowe mogły odegrać ważną rolę podczas formowania się obserwowanych dziś struktur wielkoskalowych, jak galaktyki czy gromady galaktyk.

5. Gwiazdy bozonowe należą do klasy obiektów zwartych (patrz ramka „Obiekty zwarte"). Pod pewnymi względami są podobne do czarnych dziur. Chociaż dzisiaj już mało kto nie wierzy w istnienie masywnych czarnych dziur w centrach galaktyk (tzw. AGN-ach), to jednak gwiazdy bozonowe mogą stanowić dla nich alternatywę.

Gwiazda bozonowa stanowi zbiór bozonów skalarnych, które wiążą w jeden astrofizyczny obiekt siły grawitacji. Ten makroskopowy stan kwantowy jest stabilny. Gwiazda nie zapada się, ponieważ składa się z tzw. materii zdegenerowanej (patrz ramka „Degeneracja materii"). Również nie rozpada się. Co prawda, bozony należą do cząstek nietrwałych, ale tylko wtedy, gdy występują oddzielnie, jako tzw. cząstki swobodne. Jeżeli zaś są ze sobą związane, to suma ich energii, czyli całkowita energia obiektu, który tworzą — gwiazdy bozonowej E_{GB} — jest mniejsza niż suma energii tej samej ilości cząstek swobodnych E_C (zasada równoważności energii i masy sprawia, że prawdziwe jest również stwierdzenie, iż masa gwiazdy bozonowej M jest mniejsza od masy spoczynkowej tej samej gwiazdy bozonowej m_BN, gdzie m_B jest masą pojedynczej cząstki bozonowej, a N jest liczbą tych cząstek). Różnica $E_{GB}-E_C$, zwana energią wiązania, jest mniejsza od zera i to właśnie gwarantuje gwieździe bozonowej, a tym samym jej cząstkom, długie życie.

OBIEKTY ZWARTE

Obiekty zwarte stanowią końcowy etap ewolucji gwiazd. Po wypaleniu całego zapasu paliwa nuklearnego gwiazda nie jest w stanie przeciwdziałać siłom grawitacji za pomocą ciśnienia promieniowania i ulega kolapsowi do postaci białego karła, gwiazdy neutronowej lub czarnej dziury (w zależności od swojej masy początkowej). Obiekty zwarte charakteryzują się małymi rozmiarami i dużą gęstością. Gwiazdy bozonowe z pozostałymi przedstawicielami obiektów zwartych łączy tylko jedna cecha spośród wymienionych dotychczas — duża gęstość.

Wszystkie obiekty zwarte są źródłem silnego pola grawitacyjnego. Posiadają więc naturę relatywistyczną i do ich poprawnego opisu konieczna jest Ogólna Teoria Względności. Tabela 2 przedstawia porównanie gwiazd bozonowych z pozostałymi obiektami zwartymi.

Obiekty zwarte stanowią konfiguracje stabilne. Nie ulegają kolapsowi (nie rozważamy w tym momencie czarnych dziur), ponieważ są zbudowane z materii zdegenerowanej. W każdym z trzech typów obiektów zwartych inne cząstki formują gaz zdegenerowany. Są to:

- w białych karłach — elektrony;
- w gwiazdach neutronowych — neutrony;
- w gwiazdach bozonowych — bozony skalarne.

Tak więc dla danego typu obiektów, czyli w danym przedziale gęstości, mechanizm degeneracji zaprzęga do pracy inny, wyłącznie jeden rodzaj cząstek (np. w białych karłach nie mogą ulec degeneracji neutrony).

Gwiazdy bozonowe można podzielić na dwa rodzaje:

• utworzone przez cząstki nieoddziałujące;

• utworzone przez cząstki samooddziałujące.

Żadna gwiazda bozonowa, aby być stabilną, nie może przekroczyć pewnej masy maksymalnej M_{max} (zwaną też masą krytyczną M_{kryt}) w stosunku do swojej objętości, tzn. że jej gęstość nie może być większa od pewnej wartości krytycznej (lub też — promień gwiazdy nie może być mniejszy od jej promienia grawitacyjnego — patrz ramka „Promień grawitacyjny"). Dla gwiazd typu pierwszego można wartość masy maksymalnej przedstawić wzorem:

$$M_{max} \equiv M_{kryt} \sim M_P^2/m_B,$$

podczas gdy gwiazdy drugiego typu opisuje zależność

$$M_{max} \equiv M_{kryt} \sim M_P^3/m_B^2,$$

gdzie

$M_P = 2{,}2\times10^{-5}$ g — masa Plancka,
m_B — masa bozonu

(dla porównania dla gwiazd fermionowych (np. białe karły, gwiazdy neutronowe)

$$M_{max} \equiv M_{kryt} \sim M_P^3/m_F^2,$$

gdzie

m_F — masa fermionu).

Dzieląc masę gwiazdy przez masę pojedynczej cząstki, wyznacza się zależność na maksymalną liczbę cząstek, z których może składać się gwiazda N_{max} (N_{kryt}). I tak

$$N_{max} \equiv N_{kryt} \sim (M_P/m_B)^2$$

dla gwiazd z cząstkami nieoddziałującymi oraz

$$N_{max} \equiv N_{kryt} \sim (M_P/m_B)^3$$

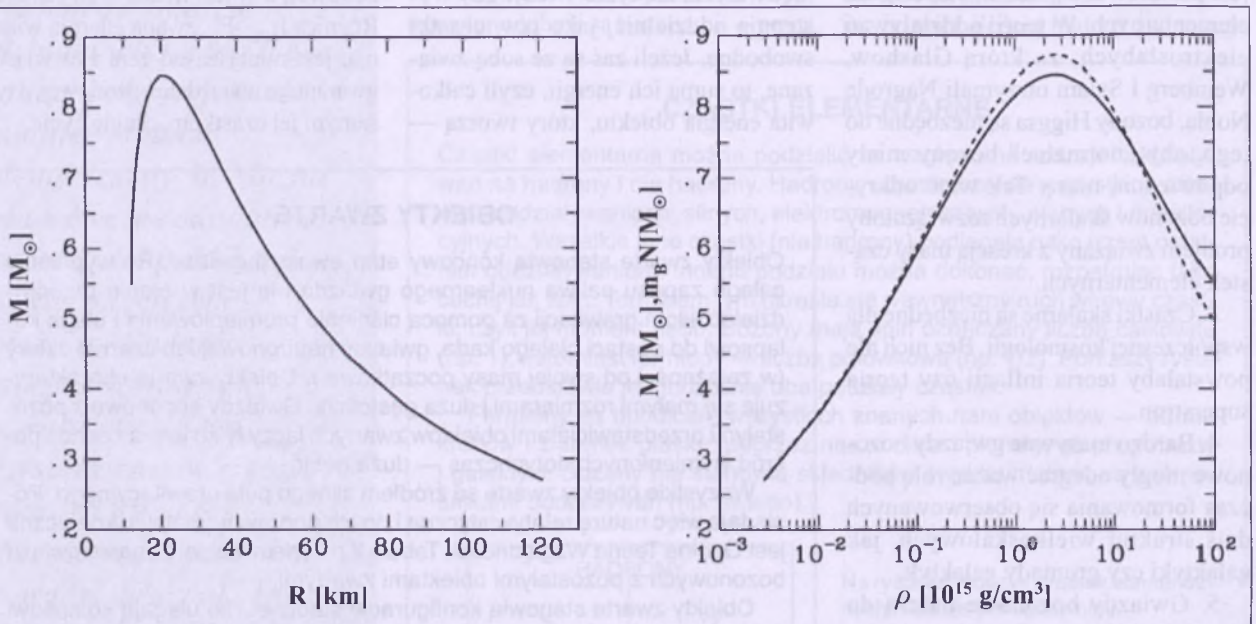
DEGENERACJA MATERII

Zbiór cząstek tego samego rodzaju w odpowiednich warunkach nazywa się gazem. Może się on znajdować w stanie normalnym, jak też w stanie zdegenerowanym. Każdy z tych stanów opisuje inne równanie, ponieważ w każdym z nich gaz posiada odmienne właściwości. Degeneracja gazu następuje, gdy jego temperatura spadnie poniżej pewnej krytycznej wartości. Rozpoczyna się wówczas proces zbliżania się do siebie cząstek. O sposobie, w jaki się względem siebie układają cząstki, decyduje:

• dla fermionów — zasada wykluczania (zakaz) Pauliego;

• dla bozonów — zasada nieoznaczoności (nieokreśloności) Heisenberga.

Inaczej mówiąc, zasady te określają rozkład cząstek danego rodzaju na stany kwantowe. Bez względu jednak na sposób układania się cząstek gaz, który tworzą, staje się coraz bardziej gęsty. Proces ściskania kończy się w momencie, gdy cząstek nie da się już bardziej zbliżyć do siebie. Następuje wówczas pełna degeneracja objawiająca się tym, że gaz praktycznie staje się nieściśliwy. Ciśnienie wytwarzane przez gaz jest na tyle duże, że równoważy siły grawitacji.



Rys. 1. Krzywe stabilności gwiazdy bozonowej:

a) Masa (M) w funkcji promienia (R). Powierzchnia gwiazdy jest równoważna sferze zawierającej 99,9% masy gwiazdy. Maksimum krzywej opisuje stabilną gwiazdę bozonową o maksymalnej masie. Wszystkie gwiazdy o większych promieniach (na prawo od maksimum) są stabilne, podczas gdy gwiazdy o mniejszych promieniach (na lewo od maksimum) są niestabilne. Punkt maksymalny krzywej ma następujące parametry: R = 20,5 km, M = 0,864 $M_\odot$. Zakładamy, że masa bozonu jest równa 10^{-10} eV, a gwiazda jest zbudowana z cząstek nieoddziałujących;

b) Masa (M) w funkcji gęstości (ρ) (krzywa ciągła) i masa spoczynkowa (m_BN) w funkcji gęstości (ρ) (krzywa przerywana). Gwiazda posiada te same parametry co w punkcie a). Stabilne gwiazdy istnieją na lewo od maksimum obu krzywych, które przypada dla $\rho_{max} = 2{,}55\times10^{15}$ g/cm^3 (gęstość maksymalna jest więc większa niż w przypadku gwiazdy neutronowej). Wartości krytyczne mas są następujące: M = 0,846 $M_\odot$, m_BN = 0,873 $M_\odot$.

dla gwiazd z cząstkami samooddziałującymi

(dla porównania

$$N_{max} \equiv N_{kryt} \sim (M_P/m_F)^3$$

dla gwiazd fermionowych).

Zagadnienie stabilności gwiazdy bozonowej można również przedstawić w postaci graficznej. Rys. 1 obrazuje następujące zależności: masa–promień (a) oraz masa–gęstość i masa spoczynkowa (czyli pośrednio liczba cząstek) – gęstość dla gwiazdy bozonowej o maksymalnej masie (b). Gwiazda bozonowa jest stabilna wtedy, gdy wartość jej parametrów (z osi odciętych i osi rzędnych) znajduje się w punktach na opadającej części krzywej z Rys. 1a lub w punktach na wznoszącej się części krzywej z Rys. 1b. Najwyższy punkt funkcji odpowiada wartościom maksymalnym, czyli krytycznym wszystkich parametrów. Powyższe wykresy można sporządzić dla dowolnej gwiazdy bozonowej. Dla każdej z nich można więc podać maksymalną wartość gęstości centralnej ρ_{max}. Gdy gwiazda ma większą gęstość centralną, wówczas staje się niestabilna i formuje się czarna dziura.

Jeżeli dwie gwiazdy bozonowe są zbudowane z identycznej liczby cząstek, to mogą mieć różne masy, ponieważ masy cząstek w każdej gwieździe mogą być inne. Uwzględniając ten fakt, można napisać następujące wzory na parametry gwiazdy bozonowej (bez samooddziaływania):

$$M_{max} = 3{,}064\times10^{-9}/m_B \text{ g},$$
$$N_{max} = 3{,}16\times10^{-9}/m_B^2,$$
$$\rho_{max} = 0{,}964\times10^{93}\,(m_B/M_P)^2 \text{ g/cm}^3.$$

Wynika z nich, że z im lżejszych bozonów zbudowana jest gwiazda, tym jest ona cięższa i zawierać będzie więcej cząstek (o danej masie). Analogiczne zależności istnieją dla gwiazd z samooddziaływaniem. Natomiast jeżeli rozpatrzymy sytuację, gdy dwie gwiazdy posiadają taką samą liczbę cząstek, wówczas naturalnie większą masę posiadać będzie ta gwiazda, która jest zbudowana z cięższych cząstek. Dlatego też gwiazdy z cząstkami samooddziałującymi są cięższe (i większe) od swoich odpowiedniczek złożonych z cząstek nieoddziałujących (patrz ramka „Bozony skalarne").

Tabela 1. Przykładowe parametry gwiazd bozonowych

Rodzaj gwiazdy	Parametr				
	m_B	M	N	R (m)	$\rho_{śr}$ (g/cm^3)
Minigwiazda bozonowa	30 GeV	10^9 kg	10^{33}	10^{-17}	10^{57}
	60 GeV	10^{12} kg	10^{37}	10^{-17}	10^{60}
	1 MeV	10^{-3} $M_\odot$	10^{57}	10^4	10^{28}
Normalna gwiazda bozonowa	300 GeV	10^{12} $M_\odot$	10^{65}	10^{15}	10^{86}
	30 GeV	10^{15} $M_\odot$	10^{69}	10^{18}	10^{98}
	1 eV	10^{18} $M_\odot$	10^{84}	10^{18}	10^{101}

m_B – masa cząstki bozonowej
M – masa gwiazdy bozonowej
N – ilość cząstek gwiazdy bozonowej
R – promień gwiazdy bozonowej
$\rho_{śr}$ – średnia gęstość gwiazdy bozonowej
$M_\odot = 2\times10^{30}$ kg – masa Słońca

Dla porównania:
promień protonu – $R_p \sim 10^{-17}$ m
promień Galaktyki – $R_G \sim 10^{19}$ m
gęstość Plancka – gęstość Wszechświata po upływie 10^{-44} s po Wielkim Wybuchu – $\rho_P = 10^{93}$ g/cm^3

Rachunki pokazują, że gwiazdy bozonowe dzielą się na dwie grupy:

- mini gwiazdy bozonowe;
- (normalne) gwiazdy bozonowe.

W zależności od masy bozonu mogą mieć mikroskopijne rozmiary albo mogą należeć do grupy największych obiektów astronomicznych we Wszechświecie. W Tabeli 1 podano przykładowe parametry obu rodzajów gwiazd.

Aby lepiej uświadomić sobie właściwości gwiazdy bozonowej, dokonajmy następującego porównania. Gwiazda bozonowa o masie 10^{10} $M_\odot$ może mieć promień rzędu 10^{13} m, czyli kilkaset jednostek astronomicznych (AU). Ostatnia planeta w Układzie Słonecznym, Pluton, jest oddalona o niecałe 40 AU od Słońca. Pas Kuipera znajduje się w odległości 35–45 AU, a Obłok Oorta — ok. 20 000 AU od naszej rodzimej gwiazdy. Taka gwiazda bozonowa byłaby więc tak duża jak cały Układ Słoneczny.

Z kolei popatrzmy na minigwiazdę bozonową o masie 10^{12} kg i promieniu 10^{-17} m. Porównajmy ją z typowymi asteroidami w naszym układzie planetarnym. Ikar waży tyle samo, tj. 10^{12} kg, ale jego promień wynosi 700 m. Ceres zaś ma masę 10^{21} kg przy promieniu 380 km. Gwiazda bozonowa jest więc kilkadziesiąt razy bardziej gęsta od planetoid!

Teoretycznie gwiazdy bozonowe mogą się składać również z niezwy-

PROMIEŃ GRAWITACYJNY

Promień grawitacyjny, zwany też promieniem Schwarzschilda, wyznacza granicę, po przekroczeniu której każdy obiekt zapadłby się „w sobie" i utworzył czarną dziurę. Bez względu na to, jaka siła równoważy grawitację w danym obiekcie, jego wymiary nie mogą być mniejsze niż:

$$R_g = 2GM/c^2,$$

gdzie

$G = 6{,}7\times10^{-11}$ Nm^2/kg^2 — stała grawitacji,

$c = 3\times10^8$ m/s — prędkość światła.

Jak widać, wartość promienia grawitacyjnego danego obiektu zależy wyłącznie od jego masy. Im większą gęstość posiada stabilny obiekt, tym bardziej jego promień jest zbliżony do promienia grawitacyjnego. Przykłady zostały podane w Tabeli 3.

kle lekkich cząstek, np. aksjonów o masie 10^{-10} eV. Gwiazda staje się wtedy niewyobrażalnie ciężka — 10^{27} $M_\odot$. Spodziewamy się, że w rzeczywistości mogą istnieć gwiazdy bozonowe o masie porównywalnej z masą galaktyki. W dużym stopniu ich parametry zależą jednak od masy składających się na nie bozonów. Bozon Higgsa ma masę co najmniej 70 GeV. Modele gwiazd bozonowych konstruuje się więc, używając przede wszystkim takich cząstek.

Trudno byłoby dostrzec powierzchnię gwiazdy bozonowej, ponieważ praktycznie nie istnieje ona ani w postaci fotosfery (jak w normalnych gwiazdach), ani tym bardziej w postaci stałej (jak w przypadku niektórych planet). Gęstość energii (czyli gęstość masy) gwiazdy jest największa w centrum, a następnie maleje eksponencjalnie. Mówiąc prościej, najwięcej masy koncentruje się w środku gwiazdy, a im dalej od centrum, tym jest jej coraz mniej (ilość jej gwałtownie spada od środka na zewnątrz). Teoretycznie obiekt taki rozciąga się do nieskończoności. W praktyce jednak powierzchnia gwiazdy bozonowej określana jest jako powierzchnia kuli (o środku w tym samym punkcie co środek gwiazdy), wewnątrz której znajduje się 99,9% masy gwiazdy (lub 95% w zależności od definicji). Taka definicja pozwala prawie całkowicie wyeliminować wpływ materii gwiazdy na strukturę zewnętrznej czasoprzestrzeni (opisywanej metryką Schwarzschilda).

Tabela 2. Parametry obiektów zwartych

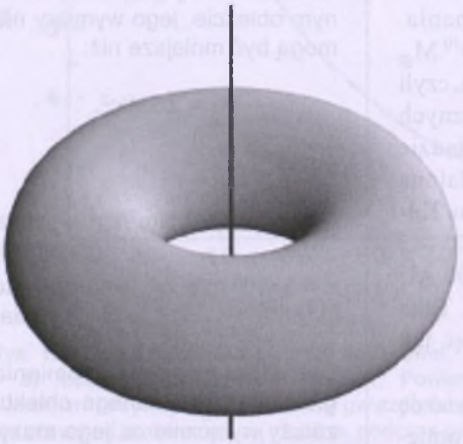
Rodzaj obiektu	Parametr		
	Masa M	Promień R	Średnia gęstość $\rho_{śr}$ (g/cm^3)
Biały karzeł	$\leq 1{,}44\ M_\odot$	$\sim 10^2\ R_\odot$	$\leq 10^7$
Gwiazda neutronowa	~ 1–$3\ M_\odot$	$\sim 10^5\ R_\odot$	$\leq 10^{15}$
Czarna dziura	dowolna	0 – osobliwość R_g – horyzont zdarzeń	∞ – w osobliwości $\sim M/R^3$ – kula o promieniu horyzontu zdarzeń
Gwiazda bozonowa	patrz Tabela 1		

$M_\odot = 2 \times 10^{30}$ kg – masa Słońca
$R_\odot = 7 \times 10^5$ km – promień Słońca
R_g = – promień grawitacyjny

W pracach poświęconych gwiazdom bozonowym rozpatruje się różne aspekty ich istnienia. W tym miejscu chcemy przedyskutować kilka z nich.

Formowanie

Gwiazdy bozonowe powstały we wczesnym okresie istnienia ekspandującego Wszechświata. Materia była wówczas zmieszana z promieniowaniem. Gdy temperatura kosmosu spadła poniżej pewnej wartości, z owej mieszaniny wyłoniły się bozony. Z czasem bozony zaczęły skupiać się w obłoki. Obiekty te traciły energię, „wypromieniowując" część materii poza obręb, wewnątrz którego mogły istnieć związane konfiguracje stabilne, czyli gwiazdy bozonowe.



Rys. 2. Rotująca gwiazda bozonowa. W okolicach osi rotacji, oznaczonej pionową kreską, nie ma materii.

Czas życia

W zasadzie gwiazdy bozonowe mogą istnieć nieskończenie długo. Jednak, być może, okres ich życia jest skończony ze względu na to, że mogą łączyć się ze sobą.

Temperatura

Po uformowaniu się gwiazda bozonowa pozostaje chłodna, czyli ma temperaturę zbliżoną do temperatury zera bezwzględnego.

Ewolucja

Stała grawitacji jest jedną z podstawowych stałych natury, podobnie jak prędkość światła czy stała Plancka. Niektóre teorie fizyczne zakładają, że jej wartość zmienia się z czasem. W tzw. teorii Jordana-Bransa-Dicke'ego lub w uogólnionych teoriach skalarno-tensorowych stała grawitacyjna może zależeć także od miejsca. Dlatego też grawitacja może być słabsza wewnątrz obiektów związanych siłami grawitacji niż na zewnątrz nich. Teoretyczne obliczenia pokazują, że stabilne gwiazdy bozonowe mogą istnieć w dowolnym okresie istnienia Wszechświata, a ich stabilność zależy wyłącznie od wartości gęstości centralnej. Ewolucja polega na tym, że masa oraz liczba cząstek gwiazdy, przy tej samej gęstości centralnej, rosną wraz z upływem czasu, podczas gdy promień gwiazdy z grubsza zachowuje swoją wartość. Tym samym gwiazda staje się bardziej gęsta.

Rotacja

W podstawowym modelu gwiazdy bozonowej zakłada się, że nie może ona wirować. Jeżeli jednak wprowadzimy do rozważań kwantowy moment pędu (analogicznie jak magnetyczna liczba kwantowa dla atomu wodoru), wówczas okaże się, że teoria dopuszcza jej rotację. Żadna gwiazda bozonowa nie może jednak wirować „tylko trochę", tak jak np. gwiaz-

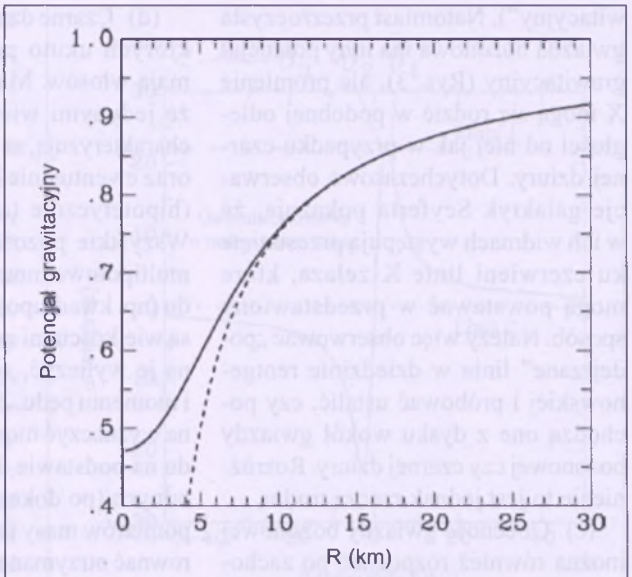
da neutronowa, której prędkość rotacji może się zmieniać w sposób ciągły. Gwiazda bozonowa, niezależnie od rozmiarów i masy, podlega prawom kwantowym. Nie może więc powoli zwiększać lub zmniejszać prędkości wirowania. Jej prędkość może się zmieniać jedynie o wielokrotność pewnej wartości określonej przez kwantowy moment pędu. Przy zmianie prędkości gwiazda musi więc „przeskoczyć" z jednego stanu do drugiego, co powoduje przeobrażenie całej jej struktury. Dzieje się tak na skutek tego, że materia w gwieździe jest rozłożona nierównomiernie w różnych kierunkach, czyli — inaczej mówiąc — charakterystyka rozkładu gęstości materii jest anizotropowa.

Przeskok ze stanu nieruchomego do stanu, w którym gwiazda rotuje, sprawia, że zmienia ona swój kształt. Następuje transformacja kuli w torus (popularnie obwarzanek), w którym nie ma lub prawie nie ma materii w pobliżu osi obrotu (Rys. 2). Można użyć metafory, iż ruch wirowy „wymiata" materię z okolic osi rotacji. Co prawda, trudno sobie wyobrazić gwiazdę bozonową o wielkości Układu Słonecznego, która „w mgnieniu oka" dokonuje takiego przeskoku, ale prawa fizyki podpowiadają nam taki właśnie proces przemiany.

Teraz odpowiemy na pytanie, które nas astronomów interesuje najbardziej: w jaki sposób można obserwować gwiazdy bozonowe? Okazuje się, że istnieje kilka teoretycznych metod:

(a) Obserwacje bezpośrednie byłyby raczej trudne. Obecne detektory nie mają wystarczającej rozdzielczości do tego, abyśmy za ich pomocą mogli dostrzec gwiazdy bozonowe (w jakiejkolwiek długości fali). Podobnie zresztą wygląda sytuacja z gwiazdami neutronowymi, dla których również nie potrafimy zaobserwować bezpośrednich obrazów ich powierzchni. W dziedzinie widzialnej jesteśmy w stanie zobaczyć obiekty o średnicach kątowych nie mniejszych niż sekundy łuku. Najlepszą rozdzielczość uzyskujemy w dziedzinie radiowej. Przykładowo program VSOP (Very long interferometry Space Observatory Programme), w skład którego wchodzi japoński satelita MUSES-B, oferuje rozdzielczość rzędu milisekund łuku! Niestety, nawet tak duża rozdzielczość nie wystarcza do obserwacji gwiazd bozonowych.

Wyobraźmy sobie, że gwiazda bozonowa znajduje się w odległości 10 megaparseków (Mpc) czyli 30 milionów lat świetlnych. Moglibyśmy ją dostrzec pod warunkiem, że miałaby ona promień 0,1 parseka, co odpowiada masie $10^{15}\ M_\odot$ (z zależności masa–promień). Gromady galaktyk nie mogą być jednak zdominowane przez pojedynczy obiekt tego rodzaju. Jeżeli zaś masa gwiazdy będzie mniejsza (a tym samym jej promień), to aby ją dostrzec, musi się ona znajdować bliżej nas. Zależność ta — mówiąca, że im bliżej jest obiekt, tym mniejszą masę może posiadać, aby go móc zaobserwować — jest proporcjonalna (liniowa), podczas gdy ilość masy zawartej w danej objętości maleje wówczas wraz z sześcianem odległości. Okazuje się więc, że na mniejszych odległościach sytuacja jest jeszcze gorsza.



Rys. 3. Potencjał grawitacyjny gwiazdy bozonowej. Gwiazda posiada parametry takie jak na Rys. 1. Jednostki potencjału są bezwymiarowe. Krzywa przerywana opisuje potencjał grawitacyjny czarnej dziury o takiej samej masie. W przestrzeni zewnętrznej nie widać różnicy pomiędzy obiema gwiazdami. W przeciwieństwie do czarnej dziury gwiazda bozonowa nie ma osobliwości (wartość potencjału nie spada do zera w samym centrum obiektu).

(b) Najbardziej obiecującą techniką jest podjęcie prób obserwacji gwiazd bozonowych w tych długościach fali, w których mogłyby one świecić maksymalnie jasno. Istnieje duże prawdopodobieństwo, że wokół bardzo masywnych gwiazd bozonowych o masie np. $10^6\ M_\odot$, tworzy się dysk akrecyjny. Układ taki jest wówczas bardzo podobny do jądra galaktyki aktywnej z czarną dziurą w centrum. Jak wiadomo, na skutek tarcia część energii kinetycznej materii dysku jest przekształcana w promieniowanie rentgenowskie. Dla czarnych dziur promienie te mogą pochodzić z okolic bliskich promieniowi grawitacyjnemu $R = 1{,}5\ R_g$ (parz ramka „Promień gra-

Tabela 3. Promień grawitacyjny obiektów zwartych

Rodzaj obiektu	Parametr		
	Promień R	Promień grawitacyjny R_g	R_g/R
Słońce (dla porównania)	7×10^5 km	3 km	$1{:}8\times10^5$
Biały karzeł	10^3 km	≤1 km	~$1{:}10^3$
Gwiazda neutronowa	10 km	~3 km	~1:10
Gwiazda bozonowa mini	np. 10^{-17} m	10^{-18} m	1:10
Gwiazda bozonowa normalna	np. 10^4 m	~3×10^3 m	~1:3
	np. 10^6 m	~3×10^6 m	~1:3

witacyjny"). Natomiast przezroczysta gwiazda bozonowa ma inny potencjał grawitacyjny (Rys. 3), ale promienie X mogą się rodzić w podobnej odległości od niej jak w przypadku czarnej dziury. Dotychczasowe obserwacje galaktyk Seyferta pokazują, że w ich widmach występują przesunięte ku czerwieni linie K żelaza, które mogą powstawać w przedstawiony sposób. Należy więc obserwować „podejrzane" linie w dziedzinie rentgenowskiej i próbować ustalić, czy pochodzą one z dysku wokół gwiazdy bozonowej czy czarnej dziury. Rozróżnienie to jest jednak rzeczą trudną.

(c) Obecność gwiazdy bozonowej można również rozpoznać po zachowaniu się materii znajdującej się w jej sąsiedztwie. Załóżmy, że materia ta dostatecznie jasno świeci. Niech będzie zbudowana np. z obłoków wodoru neutralnego HI. Gwiazda bozonowa swoim potencjałem grawitacyjnym może wpływać na wzrost energii kinetycznej cząstek obłoków, a to prowadzi do jonizacji wodoru, czyli HI zamienia się w HII. Jeżeli więc znaleźlibyśmy obłoki wodoru zjonizowanego w jakimś nietypowym miejscu, to można byłoby próbować odnaleźć tam także gwiazdę bozonową. Obłoków takich można poszukiwać również w galaktykach i dotychczas tam się je znajduje, ale sprawcą jonizacji ich materii są wówczas raczej na pewno gorące gwiazdy — olbrzymy czy nadolbrzymy, a nie gwiazdy bozonowe.

(d) Czarne dziury są obiektami, dla których ukuto powiedzenie, że nie mają włosów. Ma to podkreślać fakt, że jedynymi wielkościami, które je charakteryzują, są masa i moment pędu oraz ewentualnie ładunek elektryczny (hipotetycznie także magnetyczny). Wszystkie pozostałe wielkości, tzw. multipolowe momenty wyższego rzędu (np. kwadrupolowy moment masy), są wielkościami zależnymi, czyli można je wyliczyć, znając wartość masy i momentu pędu. Z drugiej strony można wyznaczyć momenty wyższego rzędu na podstawie danych eksperymentalnych (po dokonaniu rzeczywistych pomiarów masy i momentu pędu) i porównać otrzymane wyniki z tymi, które pochodzą z rozważań czysto teoretycznych. Jeżeli pokrywają się one, to oznacza, że dany obiekt z pewnością jest czarną dziurą. Co jednak robić w przypadku braku zgodności teorii z pomiarami? Należy założyć, że jest to obiekt innego typu. A skoro tak, to można zbadać jakieś dodatkowe jego cechy, czyli tym samym określić jego tożsamość. Jeżeli dodatkową niezależną wielkością, którą uda się zmierzyć, jest kwadrupolowy moment masy, to oznacza, że obserwujemy gwiazdę bozonową.

Pomiary opisane powyżej mogą zostać wykonane przy użyciu detektora fal grawitacyjnych. Dookoła gwiazdy bozonowej musi jednak orbitować inny obiekt o masie nie mniejszej niż masa Słońca. Fale grawitacyjne emitowane przez taki układ niosą ze sobą informacje o momentach gwiazdy bozonowej. Wyławiając z tych informacji dane o masie, momencie pędu i kwadrupolowym momencie masy, można wydedukować wszystkie pozostałe wiadomości o gwieździe. Trzeba jednak zaznaczyć, że tak naprawdę powinno się zmierzyć jeszcze jedną wielkość, tzn. oktopolowy moment pędu. O ile bowiem trzy pierwsze wielkości wystarczą do sparametryzowania gwiazdy, to czwarta jest niezbędna, aby potwierdzić, że dany obiekt jest w istocie gwiazdą bozonową (oczywiście dokonuje się tego przez porównanie teoretycznie wyznaczonych wartości momentów z wartościami momentów zmierzonych).

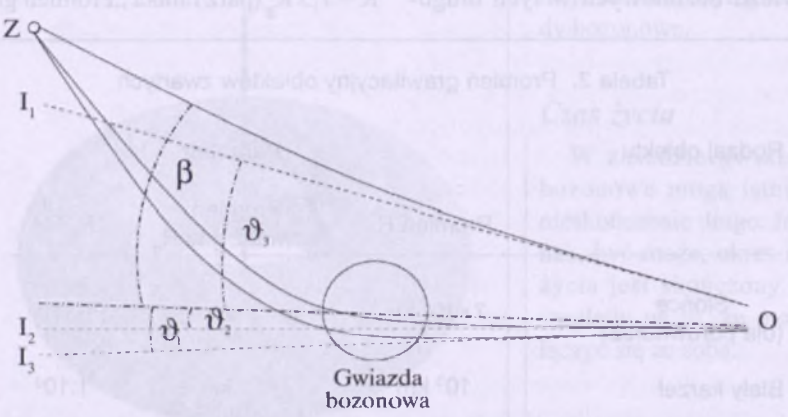
Wyobraźmy sobie teraz sytuację następującą. Orbita obiektu okrążającego gwiazdę bozonową zacieśnia się (na skutek utraty energii poprzez emisję fal grawitacyjnych) i po pewnym czasie „styka się" z powierzchnią gwiazdy. Jeżeli obiekt taki jest zbudowany z fermionów, które nie oddziałują z bozonami skalarnymi lub oddziałują słabo (chodzi o oddziaływania innego typu niż grawitacyjne), to może on zagłębić się pod powierzchnię gwiazdy bozonowej i poruszać się w jej wnętrzu. Dodatkowo sprzyja temu fakt, że gęstość gwiazdy w pobliżu powierzchni jest niewielka i rośnie w miarę zbliżania się do centrum. W takim przypadku fale grawitacyjne niosą ze sobą dodatkowo informacje o wnętrzu gwiazdy bozonowej.

Przedstawiony sposób detekcji wymaga spełnienia kilku warunków. Otóż gwiazda bozonowa musi:

- mieć bardzo dużą masę;
- mieć duży moment pędu;
- być zbudowana z bozonów silnie samooddziałujących.

W im większym stopniu są one spełnione, tym silniejsze fale wysyła układ gwiazda-obiekt na orbicie, a tym samym łatwiej jest zidentyfikować gwiazdę bozonową.

(e) Jedną z konsekwencji Ogólnej Teorii Względności jest zakrzywianie promieni świetlnych w polu grawitacyjnym. Tzw. pierścienie Einsteina są szczególną manifestacją tego zjawiska, zwanego soczewkowaniem grawitacyjnym. Dotychczas odkryto kilkanaście takich pierścieni, przede wszystkim w dziedzinie radiowej (w dziedzinie widzialnej jeden pełny i kilka czę-

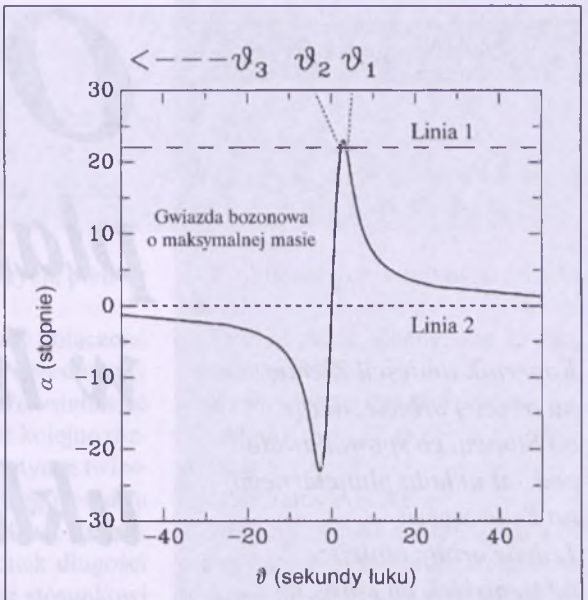


Rys. 4. Soczewkowanie grawitacyjne gwiazdy bozonowej o maksymalnej masie (szczegółowy opis w tekście).
Oznaczenia poszczególnych liter: Z — źródło; I_1, I_2, I_3 — obrazy źródła; O — obserwator; β — prawdziwa pozycja kątowa źródła; ϑ_1, ϑ_2, ϑ_3 — pozycje kątowe obrazów. Zakładamy, że gwiazda ma masę $10^{10}\,M_\odot$, jest zbudowana z cząstek nieoddziałujących i znajduje się w połowie drogi pomiędzy źródłem i obserwatorem.

ściowych). Eksperymenty, w których wykorzystuje się zjawisko soczewkowania, pozwalają szczegółowo modelować rozkład masy soczewkowanych galaktyk. O ile dla Słońca obserwuje się tylko małe kąty odchylenia (ugięcia) promieni świetlnych, o tyle w przypadku czarnych dziur mogą być one dowolnie duże. Światło pochodzące od gwiazd znajdujących się na niebie „z tyłu" czarnej dziury może wielokrotnie ją okrążać, zanim dotrze do obserwatora. Dzięki temu można by użyć czarnej dziury jako „lustra" i zobaczyć kilka (zniekształconych) obrazów statku kosmicznego, w którym poruszalibyśmy się na orbicie wokół tego niesamowitego obiektu. Te wielokrotne obrazy byłyby widoczne w odległości półtora promienia grawitacyjnego $R = 1{,}5\ R_g$, gdzie znajduje się tzw. sfera fotonowa. Jest to miejsce, w którym fotony krążą po kołowych orbitach (nachyłonych pod dowolnymi kątami) wokół czarnej dziury. Oczywiście, zupełnie inną sprawą jest to, ile teoretycznie obrazów mogłoby istnieć, a ile byłoby widocznych naprawdę.

Przejdźmy do przypadku gwiazdy bozonowej. Załóżmy, że jest ona przezroczysta i posiada symetrię sferyczną. Fotony mogą przez nią przelatywać, ponieważ nic prócz grawitacji nie będzie zakłócać ich lotu. Taka gwiazda bozonowa stanowi soczewkę podobną do innych znanych soczewek grawitacyjnych nie posiadających osobliwości czasoprzestrzennych. Istnieją jednak pewne różnice. Gwiazda bozonowa ma trzy obrazy (gwiazda neutronowa tylko dwa), a kąty ugięcia mogą być bardzo duże (rzędu stopni — patrz Rys. 4).

Teraz zajmiemy się konkretną gwiazdą bozonową o masie $10^{10}\ M_\odot$. Załóżmy, że znajduje się ona w połowie drogi pomiędzy obserwatorem a źródłem światła, czyli soczewkowanym obiektem. Niech odległość ta wynosi 100 parseków (tj. 300 lat świetlnych). Dalsze rozważania opierać się będą na Rys. 5. Krzywa przedstawia tzw. zredukowany kąt ugięcia, faktycznie obserwowany z Ziemi. Linie 1 i 2 pokazują przykładowe pozycje źródła. Linia 1 zakłada, że źródło światła widoczne jest pod kątem ok. 22 stopni (definiowanym przez trójkąt: gwiazda bozonowa — obserwator — źródło). Linia ta ma trzy punkty przecięcia z krzywą: ϑ_1, ϑ_2 i ϑ_3 (ϑ_3 nie jest widoczny na rysunku). Punkty te odpowiadają trzem obrazom, które „produkuje" gwiazda bozonowa na niebie obserwatora. Dwa pierwsze obrazy ϑ_1 i ϑ_2 oglądamy, patrząc przez gwiazdę bozonową (obrazy leżą w jej wnętrzu — patrz Rys. 4). Są one oddalone od siebie tylko o kilka sekund łuku. Trzeci obraz ϑ_3 znajduje się niedaleko prawdziwej pozycji źródła i widać go pod kątem ok. 22 stopni. Jest to bardzo duże odchylenie. Porównajmy je np. z kątową średnicą Księżyca wynoszącą ok. 31 minut łuku. Obrazy ϑ_1, ϑ_2 są wzmocnione, a obraz ϑ_3 ma prawie taką samą jasność jak źródło. Gdybyśmy obserwowali takie trzy obrazy, nie znając ich pochodzenia, prawdopodobnie nie przypuszczalibyśmy, że mają one ze sobą coś wspólnego (szczególnie trzeci obraz z dwoma pierwszymi). Jedynie analiza spektralna ujawniłaby związek pomiędzy nimi.



Rys. 5. Zredukowany kąt ugięcia dla gwiazdy bozonowej o maksymalnej masie (szczegółowy opis w tekście). Parametry gwiazdy są takie same jak na Rys. 4. Kąty ugięcia ϑ odpowiadają kątom ugięcia ϑ na Rys. 4.

Linia 2 przechodzi przez środek rysunku i przedstawia przypadek, gdy wszystkie trzy obiekty układu (źródło, soczewka i obserwator) znajdują się na jednej linii. Punkty przecięcia można znaleźć, biorąc pod uwagę, że jest to sytuacja, w której mamy do czynienia z symetrią sferyczną. Tak więc wówczas otrzymujemy nie pojedyncze obrazy, lecz pierścień z nich złożony, czyli pierścień Einsteina. Nasze obliczenia pokazują, że ma on średnicę ok. 7,875 minut łuku.

Minęło 35 lat od chwili, gdy Lew Landau po raz pierwszy teoretycznie rozważał możliwość istnienia gwiazd neutronowych do momentu ich odkrycia przez Bell i Hewisha w 1968 roku. Szukając analogii, astronomowie mogą powiedzieć, że już najwyższa pora na odkrycie gwiazd bozonowych. Czy natura ofiaruje nam kolejny rocznicowy prezent? Nie wiadomo, niemniej każdy dzień zbliża nas do momentu ich detekcji.

Można nie wierzyć w istnienie gwiazd bozonowych (część naukowców do dziś nie wierzy w istnienie czarnych dziur). Fakt, że ich do tej pory nie obserwujemy, w żaden sposób nie deprecjonuje ich potencjalnej egzystencji ani tym bardziej wartości, jakie wnoszą w rozwój nauki. Patrząc na ilość prac poświęconych ich właściwościom, trudno odnieść wrażenie, iż miałyby one stanowić ślepą uliczkę w astrofizyce. Być może nigdy nie będziemy mogli obserwować ich wprost, ale autorzy tego artykułu są przekonani, że — co prawda przy użyciu metod pośrednich — pewnego dnia zostaną one odkryte.

Janusz Osarczuk ukończył studia astronomiczne na Uniwersytecie Wrocławskim. Jego zainteresowania naukowe koncentrują się wokół zjawiska soczewkowania grawitacyjnego i obiektów zwartych. Zajmuje się dydaktyką astronomii i fizyki oraz jest aktywnym popularyzatorem nauki.

Franz Schunck jest niemieckim astrofizykiem, który ukończył studia oraz otrzymał stopień doktora na uniwersytecie w Kolonii. Interesuje się astrofizyką relatywistyczną i kosmologią.

Antoni Opolski

Orbity planet górnych w heliocentrycznym układzie Kopernika

Kopernik umieścił Ziemię na trzeciej orbicie, licząc od Słońca, co spowodowało podział układu planetarnego na dwie części:
1. dwie orbity mniejsze od ziemskiej, po których krążyły planety dolne, Merkury i Wenus;
2. trzy orbity większe od orbity Ziemi. Na tych orbitach znajdowały się planety górne, Mars, Jowisz i Saturn. Obserwowane ruchy planet należących do obu tych grup tak się różnią, że Kopernik słusznie traktuje je oddzielnie, stosując inne metody badań i obliczenia elementów ich orbit. We wszystkich jednak przypadkach musiał uwzględniać wpływ orbitalnego ruchu Ziemi na obserwowane zmiany pozycji planet wśród gwiazd. Kopernik wyraźnie to stwierdza (tłumaczenie „O obrotach" str. 238, 1976): „Wobec tego zatem, że istnieją dwie przyczyny, wskutek których równy ruch planety pokazuje się jako nierówny, mianowicie tak z powodu ruchu Ziemi, jak też z powodu własnego ruchu, wykażę każdą z nich w swoim rodzaju..." Kopernik zachowuje w pełni przyjęte założenia, że planety krążą po okręgach ruchem jednostajnym i zapowiada wyjaśnienie obserwowanych zjawisk przy zachowaniu tych założeń.

Obecnie przedstawimy badania orbit planet górnych, jakie znajdujemy w V księdze „O obrotach". Kopernik korzystał z faktu, że w momentach opozycji wyeliminowany jest wpływ położenia Ziemi na obserwowaną pozycję planety. Wyjaśnia to następująco:

„[...] gdy planeta będąc w opozycji do Słońca wpadnie na linię prostą średniego ruchu Słońca, gdzie jest pozbawiona wszelkiej owej różnicy, jaką powoduje ruch Ziemi. Takie oczywiście miejsca otrzymuje się, jak to wyżej zostało przedstawione, z obserwacji za pomocą astrolabiów przy zastosowaniu także obliczeń dla Słońca, aż się stanie wiadome, że planeta dotarła do przeciwległego mu miejsca." Tu należy zwrócić uwagę, że Kopernik mówi początkowo o opozycji względem Słońca, potem uściśla, że chodzi o linię wyznaczoną przez średni ruch Słońca, tak jakby Słońce znajdowało się w środku orbity Ziemi i pozornie przesuwało się jednostajnie po ekliptyce. Te pozycje słońca średniego były już obliczone na każdy dzień roku i należało porównać je z obserwowanymi ruchami planety. Przy tej procedurze konieczna była interpolacja i ostatecznie mogło się okazać, że obliczony moment opozycji nastąpił w ciągu dnia i nie był obserwowany. W dalszych rozważaniach Kopernik nie korzysta już ze słońca średniego. Zamiast niego, tak w tekście, jak i na rysunkach, pojawia się środek orbity Ziemi, ś.o.Z., który staje się punktem odniesienia dla wszystkich orbit planetarnych. Orbita nazywa się ekscentryczną, gdy jej środek nie pokrywa się z ś.o.Z., chociaż poprzednio orbita ziemska była ekscentryczna, ponieważ jej środek nie pokrywał się ze Słońcem. Elementami orbity planety stały się: rozstęp środków orbit Ziemi i planety oraz punkty perygeum i apogeum, wyznaczone na orbicie planety przez jej średnicę przechodzącą przez ś.o.Z.

Przy obliczaniu orbit planet górnych Kopernik korzystał z obserwacji astronomów starożytnych i własnych. Obecnie przedstawimy fragmenty obliczeń orbity Saturna na podstawie własnych obserwacji Kopernika. W tych rozważaniach Kopernik przyjął, że planety poruszają się w płaszczyźnie ekliptyki i do wyznaczenia ich pozycji wystarczy odległość kątowa, zwana długością, λ, mierzona od wybranej gwiazdy Barana, która w katalogu podanym przez Ptolemeusza była określona jako: „pierwsza z dwóch na rogu i pierwsza ze wszystkich". Obecnie gwiazda ta nazywa się γ Arietis, a początek liczenia długości ekliptycznych znajduje się w punkcie równonocy wiosennej Υ.

Czasy trzech obserwowanych przez Kopernika opozycji Saturna T oraz ich różnice ΔT wyrażone w latach egipskich, (po 365 dni), były takie, jak podano w tabeli 1.

Różnice czasów ΔT wyznaczają miary stopniowe łuków orbity α, za-

kreślonych przez Saturna. Dla ich wyznaczenia Kopernik używał obliczonych przez siebie tabel „Ruch komutacji Saturna". My moglibyśmy pomnożyć ΔT przez ruch roczny Saturna $u=12°12'46''13'''$ (por. „Urania" 1/99): $\alpha=u\cdot\Delta T$

Długości Saturna λ wyznaczone dla momentów opozycji określały kierunki ze środka orbity Ziemi, ś.o.Z., do planety. Różnice tych kierunków $\Delta\lambda$ były miarami kątów, których wierzchołkiem był ś.o.Z.

	λ	$\Delta\lambda$
A.	205°24′	$\delta\lambda_1$=68°01′
B.	273°25′	$\delta\lambda_2$=86°42′
C.	0°07′	

Dwa łuki α i dwa kąty $\delta\lambda$ były podstawą do obliczenia elementów orbity Saturna. Już z porównania tych danych widocznym było, że ś.o.Z. nie jest środkiem orbity Saturna. Gdyby tak było, to miary kątów $\delta\lambda$, jako środkowych, równałyby się odpowiednim miarom łuków α. A więc orbita Saturna jest ekscentryczna. Rys. 1 przedstawia tę orbitę z pozycjami planety oznaczonymi A, B, C. Punkt D oznacza środek orbity Ziemi, ś.o.Z. Samej orbity Ziemi i jej pozycji Kopernik nie zaznaczył. Ponieważ były to opozycje w stosunku do punktu D, więc Ziemia znajdowała się na liniach łączących ten

Tab. 1.

	T		ΔT	$\alpha=u\cdot\Delta T$
A. 1514 r.	5 maja	22 godz.		
B. 1520 r.	13 lipca	12 godz.	6,1933 l.eg.	α_1=75°39′
C. 1527 r.	10 paźdz.	6 godz.	7,2459 l.eg.	α_2=88°29′

punkt z odpowiednią pozycją planety A, B lub C.

Punkty na rys. 1. zostały połączone prostymi, a odcinek CD przedłużony do punktu E na okręgu. Powstała sieć trójkątów, które Kopernik kolejno rozwiązywał. Korzystał przy tym z twierdzeń: 1. Miara kąta wpisanego jest dwa razy mniejsza od miary łuku, na którym się opiera. 2. Stosunek długości boków trójkąta równa się stosunkowi sinusów przeciwległych kątów. Powtórzymy rozumowanie Kopernika, korzystając z funkcji sinus i cosinus, których Kopernik nie znał. Używał tylko tabeli cięciw w kole, co wymagało dłuższego toku rozumowania.

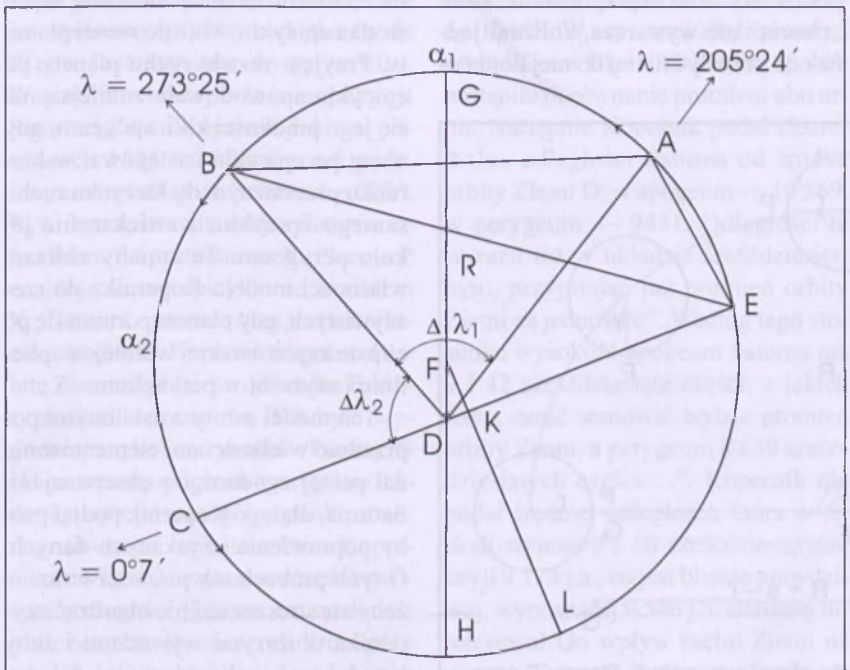
Kolejność obliczeń ustalona przez Kopernika jest następująca:

Trójkąt BDE. Znane kąty: $E=\frac{1}{2}\alpha_2$, $D=180°-\Delta\lambda_2$, $B=180°-(E+D)$.

Obliczamy BE/DE.

Trójkąt ADE. Znane kąty: $E=\frac{1}{2}(\alpha_1+\alpha_2)$, $D=180°-(\Delta\lambda_1+\Delta\lambda_2)$, $A=180°-(E+D)$.

Obliczamy DE/AE.



Rys. 1. Wyznaczenie ekscentryczności orbity Saturna. F — środek orbity o promieniu R. A, B, C — trzy opozycje Saturna względem środka Ziemi D. H — perygeum, G — apogeum.

Z obliczonych wielkości wynika BE/AE.

Trójkąt ABE. Znane: kąt $E=\frac{1}{2}\alpha_1$ i stosunek BE/AE.

Z twierdzenia Carnota wynika:

$(AB/AE)^2 = (BE/AE)^2 + 1 - 2(BE/AE)\cos E$.

Obliczamy AB/AE.

AB jest cięciwą opartą na łuku α_1 orbity Saturna. Jako promień tej orbity Kopernik przyjął R=10 000. W tej skali przy pomocy tabeli cięciw wyznaczył długość odcinka AB=12 266. Dzięki tej wielkości mógł kolejno obliczyć długości innych odcinków: DE=10 599, BE=15 664 i z tej cięciwy łuk BAE=103°7′. Łuk CBAE=α_2+103°7′=191°36′. Pozostała część okręgu CE=168°24′. Z tej wielkości wynika cięciwa CE=19898 i jej część CD=CE–DE=9299.

Uzyskane wyniki pozwoliły już ustalić przybliżone miejsce środka orbity Saturna, oznaczonego literą F. Środek ten znajduje się blisko środka cięciwy CE po tej jej stronie, nad którą rozciąga się łuk orbity większy od 180°. Kopernik umieszcza ten punkt na rysunku i przeprowadza średnicę przechodzącą przez środek orbity Ziemi D. Na końcach tej średnicy znajdują się apogeum G i perygeum H. Odcinek FD jest rozstawem środków orbit, który należy obliczyć. Zacytujemy teraz fragment tekstu Kopernika („O obrotach" str. 246). Fragment zaczyna się wprowadzeniem środka orbity Saturna:

„I niech nim będzie punkt F, przez który oraz przez D przeciągnijmy średnicę GFDH, a pod kątem prostym do CDE linię FKL. Jest zaś rzeczą widoczną, że prostokąt, który się zamyka w liniach CD i DE, jest równy prostokątowi o bokach GD i DH. Lecz prostokąt z GD i DH razem z kwadratem o boku FD równy jest kwadratowi z połowy linii GDH. Po odjęciu więc prostokąta z GD i DH albo równego mu prostokąta z CD i DE od kwadratu połowy średnicy pozostanie kwadrat z FD. Będzie zatem dana długość

linii FD, a wynosi ona 1200 części, jakich promień GF będzie miał 10 000, lecz takich części, jakich w FG będzie 60, w FD byłoby 7 lub 12 sześćdziesiątych..."

Po przeczytaniu tego tekstu zadziwia nas optymizm Kopernika, który stwierdza, że to „jest rzeczą widoczną". Czy na pewno w XVI w. dla wielu było to rzeczą widoczną? Przecież Kopernik bez jakiegokolwiek wyjaśnienia stosuje twierdzenie: Jeżeli cięciwy przecinają się wewnątrz okręgu, to punkt przecięcia dzieli je na części, których iloczyny są sobie równe. Dla nas dodatkową trudność sprawia nazywanie iloczynu odcinków prostokątem. Tak obecnie nie mówimy. Natomiast kwadrat w znaczeniu drugiej potęgi zachował swoje dawne znaczenie.

Wracając do wyznaczenia rozstawu środków orbit FD, przedstawimy je następująco: cięciwa CE i średnica GH, która też jest cięciwą, przecinają się w punkcie D, który dzieli je na części CD i DE oraz GD = R + FD i DH = R – FD. Zgodnie z zacytowanym twierdzeniem spełnione jest równanie:

$CD \times DE = GD \times DH = (R + FD) \times (R - FD) = R^2 - (FD)^2$.

$(FD)^2 = R^2 - CD \times DE$.

Długości CD i DE zostały już wyznaczone, a R = 10 000, więc po przeliczeniu Kopernik uzyskał FD = 1200.

Tu nasuwa się refleksja. Na przykładzie tego fragmentu dzieła Kopernika jest dla nas „rzeczą widoczną", że praca ta, prócz twórczości koncepcyjnej, wymagała wielu lat żmudnych, nużących obliczeń. Nawet proste działania na wielocyfrowych liczbach wykonywane systematycznie i konsekwentnie były dużym, długo trwającym wysiłkiem, na który Kopernik się zdobył, by przedstawić swoją wizję świata.

Lecz wróćmy do orbity Saturna. Linia FKL poprowadzona prostopadle do cięciwy CDE podzieliła ją na połowy: CK = KE = ½CE. Z tego wynika CK = 9949 oraz DK = CK – CD = 650. W ten sposób Kopernik obliczył długości dwóch boków małego trójkąta prostokątnego DFK, co umożliwiło wyznaczenie innych jego elementów. Istotnym było ustalenie miary kąta DFK, czyli łuku HL, która ma wielkość 32°45′. Dzięki niej udało się określić położenie perygeum H i apogeum G w stosunku do obserwowanych opozycji. Punkt L dzieli łuk CHE na połowy.

Dlatego łuk CHL = ½×168°24′ = = 84°12′.

Łuk od trzeciej opozycji C do peryhelium H;

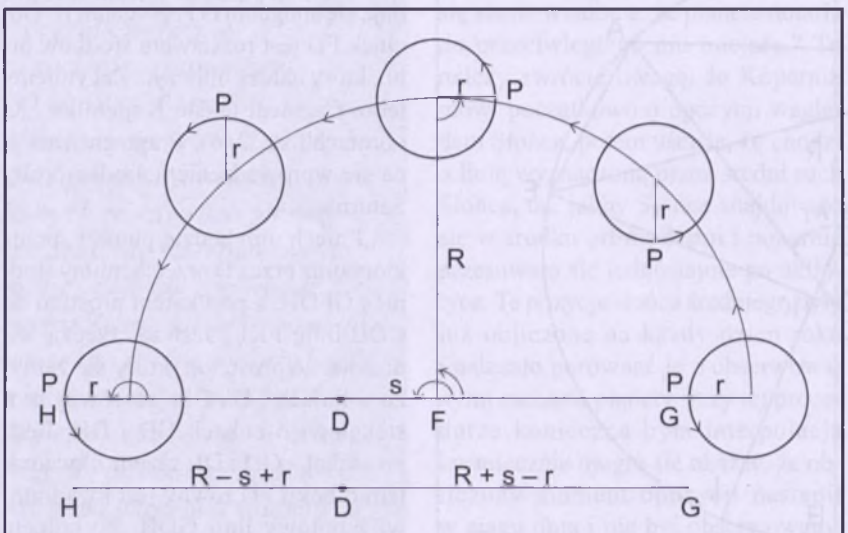
łuk CH = 84°12′ – 32°45′ = 51°21′.

W dalszym ciągu Kopernik ustalił położenie apogeum G na 35°36′ po pierwszej opozycji A i 40°3′ przed drugą opozycją B.

Przedstawione wyniki uważał Kopernik za pierwsze przybliżenie, które „chociaż nie wystarcza, zbliżeni jednak do prawdy łatwiej do niej dojdziemy". To drugie przybliżenie wygląda następująco: orbita planety górnej składa się z ekscentrycznego okręgu i małego epicyklu, Rys. 2. Planeta P porusza się po obwodzie epicyklu o promieniu *r*, którego środek opisuje okrąg o promieniu R dookoła środka F. Oba ruchy są jednostajne i mają taki sam okres, jeżeli ruch planety mierzymy od promienia wodzącego łączącego środek epicyklu z punktem F. Dzisiaj tę sytuację określimy, że okres ruchu planety po epicyklu jest dwa razy krótszy od okresu obiegu epicyklu dookoła środka F. Środek orbity Ziemi, D, jest oddalony od F o odcinek DF = *s*. Obliczony dla Saturna rozstęp środków DF = 1200 zmniejszył Kopernik do *s* = 900, a resztę przyjął za promień epicyklu *r* = 300. Ten stosunek *s*:*r* = 3:1, stał się zasadą dla wszystkich orbit planet górnych.

Średnica orbity, przechodząca przez środki D i F, wyznaczyła punkty perygeum H i apogeum G. Ruch planety P po epicyklu jest tak zsynchronizowany z ruchem samego epicyklu, że w apogeum planeta znajduje się na wewnętrznej stronie epicyklu, a w perygeum na zewnętrznej. Dlatego ekstremalne odległości planety od D wynoszą w perygeum HD = R – *s* + *r*, w apogeum GD = R + *s* – *r*. Wprowadzenie epicyklu do modelu orbity spowodowało, że obliczone poprzednio ruchy roczne i dzienne odnosiły się do środka epicyklu, a nie do samej planety. Przyjęta zasada ruchu planety po epicyklu spowodowała zmniejszenie się jego prędkości koło apogeum, gdy obieg po epicyklu następował w kierunku przeciwnym do kierunku ruchu samego epicyklu, i zwiększenie jej koło perygeum. Te zmiany zbliżają własności modelu Kopernika do rzeczywistych, gdy planeta porusza się po elipsie keplerowskiej wolniej w aphelium i szybciej w peryhelium.

Ten model orbity z ustalonymi poprzednio wielkościami elementów nie dał pełnej zgodności z obserwacjami Saturna, dlatego Kopernik podjął próby poprawienia uzyskanych danych. O tych próbach tak pisze: „I teraz — żeby się streszczać i nie obarczać czytelnika dłuższymi wywodami i żeby się nie wydawało, że więcej dołożyłem starań do odkrywania bezdroży niż do bezpośredniego pokazania prostej drogi — wszystko to prowadzi z ko-

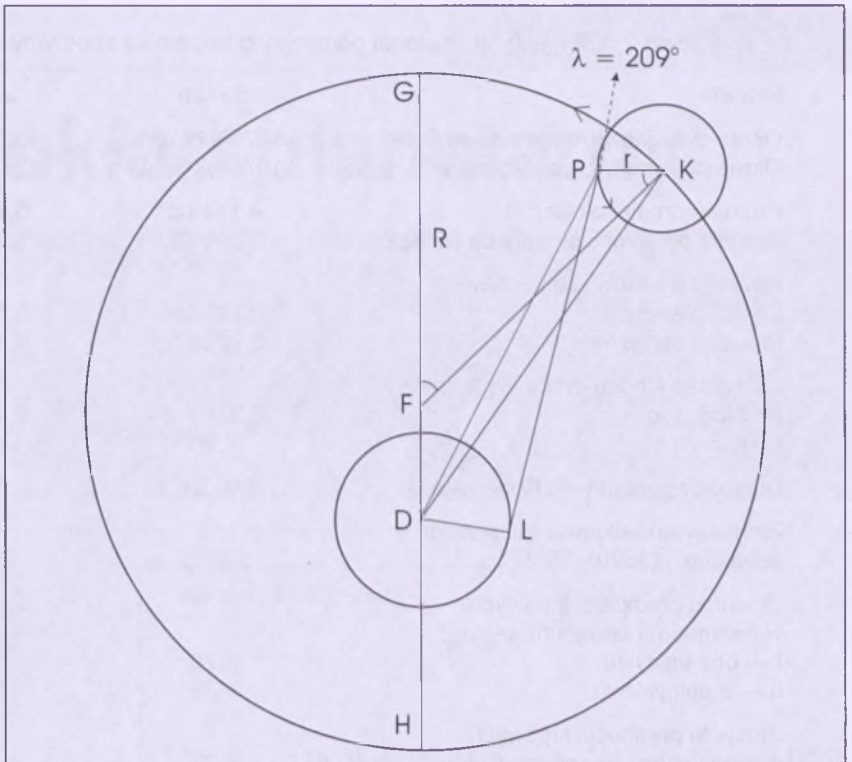


Rys. 2. Model ekscentrycznej orbity planety górnej z epicyklem. Planeta P porusza się po obwodzie epicyklu o promieniu *r*. Środek orbity F o promieniu R jest odsunięty o odcinek *s* od środka orbity Ziemi D. Odległości planety od D wynoszą: w perygeum HD = R – *s* + *r*, w apogeum GD = R + *s* – *r*.

nieczności..." Te konieczne zmiany, do których doszedł Kopernik, po wielu chyba błędnych próbach, były następujące: pełną zgodność z obserwacjami Saturna osiągnął Kopernik, przyjmując rozstęp środków orbit $s = 824$, promień epicyklu $r = 285$, łuk od opozycji A do apogeum 38°50′, długość apogeum od „pierwszej gwiazdy Barana", $\lambda = 240°21'$.

Po ustaleniu elementów orbity Saturna Kopernik mógł porównać rozmiary orbit Ziemi i planety. Była to istotna nowość. Poprzednicy Kopernika porównywali tylko elementy jednej orbity. Nie mogli np. ustalić, ile razy orbita Merkurego jest mniejsza od orbity Saturna. Dopiero w układzie Kopernika pojawił się promień orbity Ziemi, który został użyty jako jednostka do mierzenia długości odległości między planetami. Jest to wielka zasługa Kopernika, który odkrył i wykorzystał tę możliwość. Od tego czasu promień orbity Ziemi, z małymi uściśleniami, pełni rolę jednostki astronomicznej, j.a.

Przy wyznaczaniu elementów orbit planet wykonywano obserwacje w momentach opozycji celem uniknięcia wpływu pozycji Ziemi. Natomiast wyznaczanie względnych rozmiarów orbit Ziemi i planety wymagało dokonania obserwacji wtedy, gdy pozycja Ziemi najbardziej wpływa na obserwowane położenie planety. Warunek ten jest spełniony, gdy kierunek planety do Ziemi jest styczny do jej orbity. W pobliżu takiej właśnie pozycji Saturna i Ziemi Kopernik dokonał obserwacji 1514 r. 24 lutego o 5 godz. i wyznaczył długość Saturna $\lambda = 209°$. Rys. 3 przedstawia orbitę Saturna ze środkiem F i promieniem R. Planeta P znajduje się na epicyklu ze środkiem K. Ziemia L umieszczona jest na orbicie o środku D. Kopernik narysował orbitę Ziemi zbyt daleko od środka F, który znalazł się poza nią. Tak było wygodniej wykonać rysunek. Punkty G i H oznaczają apogeum i perygeum. Linie łączące poszczególne punkty tworzą znowu sieć trójkątów, które Kopernik rozwiązał, korzystając z zaobserwowanej długości Saturna i z wielkości obliczonych. Pominiemy szczegóły tych uciążliwych obliczeń, podobnych do prezentowanych poprzednio. Ich końcowym etapem było rozwiązanie trójkąta PDL. W tym trójkącie kąt przy



Rys. 3. Porównanie promieni orbit Saturna i Ziemi.
F — środek orbity Saturna o promieniu R. Saturn P znajduje się na epicyklu o środku K i promieniu r. D — środek orbity Ziemi, która znajduje się w punkcie L. H — perygeum, G — apogeum.

planecie P wynosi 5°44′. Pod takim kątem widoczny byłby z Saturna promień orbity Ziemi DL. Pozostałe kąty w tym trójkącie miały miary: przy L 106°41′, przy D 67°35′. Przy założeniu, że promień orbity Saturna R = 10 000, bok trójkąta PD okazał się równy 10465. W tej samej skali promień orbity Ziemi DL=1090. W ten sposób nastąpiło porównanie promieni obu orbit. Następnie Kopernik podał ekstremalne odległości Saturna od środka orbity Ziemi D: w apogeum — 10 569, w perygeum — 9431. Odległości te wyraził też w układzie sześćdziesiętnym, przyjmując już promień orbity Ziemi za jednostkę: „Według tego stosunku wysokość apogeum Saturna ma 9 i 42 sześćdziesiąte części, z jakich jedną część stanowić będzie promień orbity Ziemi, a perygeum 8 i 39 sześćdziesiątych części....". Kopernik nie podał średniej odległości, która w tej skali wynosi 9 i 10 sześćdziesiątych, czyli 9,174 j.a., co jest bliskie prawdziwej, wynoszącej 9,546 j.a. Bardziej interesował Go wpływ ruchu Ziemi na pozycje Saturna. Z ekstremalnych odległości obliczył największe zmiany kierunku, czyli paralaksy Saturna; w apogeum 5°55′, w perygeum 6°39′.

W ten sam sposób Kopernik opracował orbity Jowisza i Marsa. Końcowe wyniki dla wszystkich trzech planet górnych zawiera tabela, w której wszystkie długości podane zostały w jednostkach astronomicznych, j.a. Dla kompletu dodano okresy obiegów gwiazdowych wyznaczone poprzednio, por. „Urania" 1/99.

Celem oceny poprawności i dokładności wyników Kopernika, porównamy je z odpowiednimi wielkościami wynikającymi z danych współczesnych.

Promień kołowej orbity Kopernika R jest porównywalny ze średnią odległością planety od Słońca, czyli połową dużej osi orbity eliptycznej a. Widoczna jest dobra zgodność tych wielkości. Warto jednak przypomnieć, że tak okresy gwiazdowe T, jak i wielkości R, za wyjątkiem promienia orbity Marsa, nie zostały bezpośrednio podane przez Kopernika, lecz wynikają z jego danych.

Kierunki ze środka orbity Ziemi do apogeów, określane przez długości λ podane przez Kopernika, powinny być zbliżone do kierunków od Słońca do apheliów. Możemy tutaj wykorzystać fakt, że odległość środka orbity Ziemi

Tabela 2. Elementy orbit planet górnych wg Kopernika i porównywalne wielkości współczesne

Planeta	Saturn	Jowisz	Mars
Okres gwiazdowy, dane Kopernika	10759,17 dni	4332,65 dni	686,98 dni
Okres gwiazdowy, współczesny	10759,31 dni	4332,59 dni	686,98 dni
Promień orbity kołowej, R	9,174 j.a.	5,219 j.a.	1,520 j.a.
Średnia odległość planety od Słońca, *a*	9,546 j.a.	5,203 j.a.	1,524 j.a.
Rozstęp środków orbit kołowych Ziemi i planety, *s*	0,783 j.a.	0,358 j.a.	0,222 j.a.
Promień epicyklu, *r*	0,262 j.a.	0,119 j.a.	0,076 j.a.
Odległość środka orbity eliptycznej od Słońca, *c*	0,534 j.a.	0,252 j.a.	0,142 j.a.
$(s+r)/c$	1,96	1,89	2,10
Długość apogeum wg Kopernika, λ	240°21′	159°0′	119°40′
Zredukowana długość ekliptyczna aphelium, $\lambda(1520)-25°37'$	238°2′	160°59′	121°36′
Stosunki prędkości kątowych w perygeum i apogeum, u_{pg}/u_{ag}:			
I — bez epicyklu	1,26	1,20	1,49
II — z epicyklem	1,33	1,26	1,64
Stosunki prędkości kątowych w peryhelium i aphelium, u_{ph}/u_{ah}	1.26	1.21	1.46

od Słońca wynosi tylko 0,017 j.a. i może być pomijana przy dużych rozmiarach orbit. Natomiast przeliczenia wymagają długości ekliptyczne, stosowane obecnie do wyznaczania kierunków apheliów. Należało więc ich współczesne długości ekliptyczne zredukować na epokę Kopernika $\lambda(1520)$ i odjąć od nich ówczesną długość ekliptyczną γ Ari, $\lambda=25°37'$, ponieważ od tej gwiazdy liczone były długości używane prze Kopernika. Dlatego w tabeli podane zostały wielkości λ i $\lambda(1520)$ $-25°37'$. Porównanie to wykazuje również dobrą zgodność, świadczącą o poprawności wyników Kopernika.

Jako ostateczny sprawdzian możemy porównać stosunki ekstremalnych prędkości kątowych planet, czyli ich ruchów dziennych, obserwowanych ze środka orbity Ziemi, tak jak to wyznaczał Kopernik, z takimi samymi stosunkami, które byłyby widoczne ze Słońca w wyniku rzeczywistych ruchów planet. W przypadku orbit Kopernika w pierwszym przybliżeniu, gdy planety poruszały się po orbitach ze stałymi prędkościami liniowymi, prędkości kątowe były odwrotnie proporcjonalne do odległości od środka orbity Ziemi. Gdy oznaczymy je u_{pg} i u_{ag} odpowiednio dla planet w perygeum i apogeum, to ich stosunek wynosi:

$$\frac{u_{pg}}{u_{ag}} = \frac{R+(s+r)}{R-(s+r)},$$

gdzie $s+r$ oznacza rozstęp środków orbit w pierwszym przybliżeniu. W drugim przybliżeniu Kopernik podzielił odcinek $s+r$ w stosunku 3:1 i te części przyjmował jako nowy rozstęp środków s i promień epicyklu r. Dla tego przypadku przy obliczaniu stosunku prędkości kątowych trzeba uwzględnić poprawki wynikające z ruchu planety po epicyklu. Otrzymane wielkości można porównać ze stosunkiem rzeczywistych prędkości, widocznych ze Słońca — u_{ph}, gdy planeta jest w peryhelium i u_{ah}, gdy planeta jest w aphelium:

$$\frac{u_{ph}}{u_{ah}} = \frac{a+c}{a-c},$$

gdzie c jest odległością środka orbity od Słońca, które jest wspólnym ogniskiem wszystkich orbit eliptycznych. W tabeli podane są te wielkości. Widać, że już w pierwszym przybliżeniu Kopernik dobrze odtworzył rzeczywiste stosunki ekstremalnych prędkości kątowych. Zgodność występuje, gdy $(s+r)/c = 2$, czyli, gdy środek orbity kołowej znajduje się w drugim ognisku orbity eliptycznej, co w przybliżeniu jest spełnione. Ale widocznie jakieś inne powody skłoniły Kopernika do wprowadzenia epicykli. Może zależało Mu na zmniejszeniu rozrzutu środków orbit. Przy rozstępach $s+r$ środek orbity Saturna znalazł się poza orbitą Ziemi, środki orbit Jowisza i Marsa między orbitami Wenus i Merkurego. A więc koło Słońca zrobiło się pusto, co chyba psuło idealny obraz układu opisany w I księdze. Zmniejszenie rozstępów i wprowadzenie epicykli poprawiło nieco obraz środka układu, chociaż pogorszyło zgodność stosunków prędkości kątowych. Ostatecznie środek orbity Saturna znalazł się koło orbity Wenus, Jowisza koło Merkurego, a Marsa — wewnątrz tego najmniejszego okręgu otaczającego Słońce.

Literatura:

Polska Akademia Nauk, *Mikołaj Kopernik*, Dzieła Wszystkie II, PWN, Warszawa 1976.

C.W. Allen, *Astrophysical Quantities*, University of London, The Athlone Press, 1955.

A. Opolski, *Urania-PA*, 1, 1999.

Prof. Antoni Opolski jest astrofizykiem, emerytowanym dyrektorem Instytutu Astronomicznego Uniwersytetu Wrocławskiego i byłym prezesem Polskiego Towarzystwa Astronomicznego.

Nowy układ planetarny

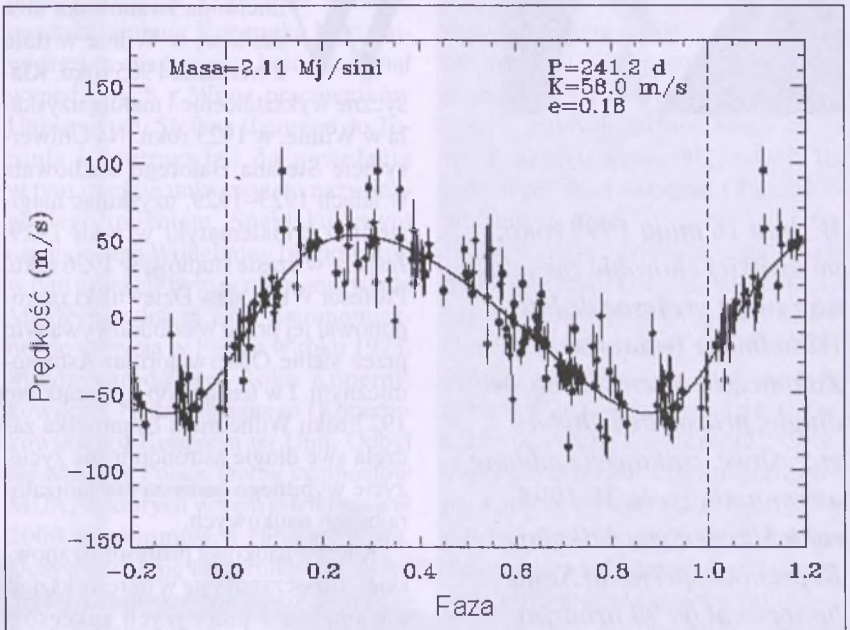
Do tej pory astronomowie znali jeden pozasłoneczny układ planetarny, odkryty przez Aleksandra Wolszczana wokół pulsara PSR 1257+12. Wszystkie inne znane planety występowały pojedynczo.

Od kwietnia b.r. do rodziny gwiazd posiadających kilka planet dołączyła υ And. Do znanej od 1996 roku planety ją okrążającej, doszły kolejne dwie. Odkrycie to zostało potwierdzone przez dwie niezależne grupy obserwatorów: z Obserwatorium Licka oraz Obserwatorium Whipple'a. Planety odkryto, podobnie jak większość poprzednich, dzięki obserwacjom zmian prędkości radialnej gwiazdy. Co ciekawe, najpierw znana była planeta o najmniejszej masie. Ale obiega ona gwiazdę co 4,6 dnia, podczas gdy planety c i d potrzebują na to odpowiednio — 241 i 1266 dni, co wymaga dłuższego okresu obserwacji do wyznaczenia orbity.

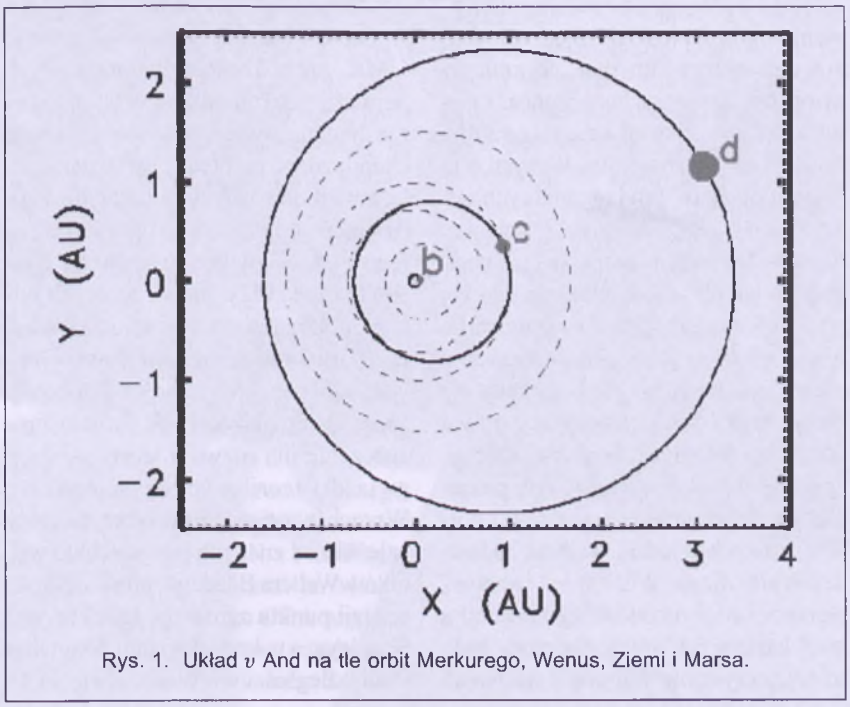
υ And jest gwiazdą typu widmowego F8 V, odległą o 13,5 pc, o masie 1,3 $M_\odot$. Jest prawie dwa razy młodsza od Słońca i 3 razy jaśniejsza. Można ją zobaczyć gołym okiem, gdyż ma jasność 4 mag. Dokładniejsze dane o planetach znajdują się w tabeli.

Tab. 1.

Parametr	Symbol	Planeta b	Planeta c	Planeta d
Okres	P (dni)	4,6	241,2	1266,6
Mimośród	e	0,034	0,18	0,41
Masa	M (M_J)	0,71	2,11	4,61
Prędkość radialna	K (m/s)	73,0	58,0	72,9
Wielka półoś	a (j.a.)	0,059	0,83	2,50



Rys. 2. Wykres prędkości radialnej planety c.



Rys. 1. Układ υ And na tle orbit Merkurego, Wenus, Ziemi i Marsa.

Układ planetarny wokół υ And, podobnie jak wiele ze znanych planet pojedynczych, stanowi problem dla obecnych teorii powstawania i ewolucji takich systemów. Według tych teorii planety olbrzymy formują się poza granicą 4 j.a., podczas gdy w υ And są one w odległościach 2,5 j.a., 0,83 j.a., a nawet 0,059 j.a. — czyli bliżej niż orbita Merkurego! Możliwe, że planety uformowały się w odpowiedniej odległości, a następnie przeszły na bliższe orbity na skutek oddziaływań między sobą, z dyskiem wokółgwiazdowym, bądź pobliską gwiazdą.

Zatem, podsumowując, znamy obecnie planety wokół 18 gwiazd ciągu głównego oraz 2 pulsarów. Należy oczekiwać, że wkrótce usłyszymy o kolejnych planetarnych towarzyszach gwiazd.

Krzysztof Czart

In Memoriam

Wilhelmina Iwanowska

1905–1999

W dniu 16 maja 1999 roku, po krótkiej chorobie zasnęła na zawsze profesor dr hab. Wilhelmina Iwanowska. Zakończyła w ten sposób swe długie, pracowite i chyba szczęśliwe, całkowicie oddane astronomii, życie. W 1995 roku Uniwersytet Mikołaja Kopernika specjalną Sesją honorował jej 90 urodziny — pisały o tym zarówno „Postępy Astronomii", jak i „Urania". Tam też została przedstawiona dość szeroko sylwetka naukowa Profesor W. Iwanowskiej, astrofizyka i organizatora astronomicznych badań naukowych w Polsce. Tym niemniej i dzisiaj pragniemy w In Memoriam przybliżyć naszym Czytelnikom tę postać, która odegrała ważną rolę w polskim życiu naukowym i polskiej astronomii. Była ostatnim świadkiem i uczestnikiem budowania zrębów toruńskiego Uniwersytetu Mikołaja Kopernika.

Wilhelmina Iwanowska urodziła się w Wilnie w dniu 2 września 1905 roku. Klasyczne wykształcenie i maturę uzyskała w Wilnie, w 1923 roku. Na Uniwersytecie Stefana Batorego studiowała w latach 1923–1929, uzyskując magisterium z matematyki w roku 1929. Jeszcze w czasie studiów, w 1926 roku, Profesor Władysław Dziewulski zaproponował jej pracę w odbudowywanym przez siebie Obserwatorium Astronomicznym. I w ten sposób z początkiem 1927 roku Wilhelmina Iwanowska zaczęła swe długie astronomiczne życie, życie wybitnego badacza i organizatora badań naukowych.

Kariera naukowa profesor Iwanowskiej rozpoczynała się w okresie kształtowania się i pierwszych sukcesów astrofizyki. Wcześniej astronomia zajmowała się głównie pomiarami kierunku przychodzącego do nas promieniowania ciał niebieskich. Stąd zainteresowanie wszystkim tym, co zmienia swoje położenie: ruchem Słońca, Księżyca i planet, zjawiskami, które z tym ruchem są związane, itp. Wszystko to legło u podstaw fundamentalnych odkryć Kopernika, Galileusza i Newtona. Królowała mechanika nieba. Dziewiętnasty wiek przyniósł odkrycie falowej struktury światła i nowe metody badania fizycznej natury promieniowania elektromagnetycznego. Narodziła się fotometria i spektroskopia, a nowa wówczas fotografia ten proces przyśpieszała i potęgowała. I w tym procesie wprowadzania na grunt nauki polskiej nowych dziedzin i technik badawczych astrofizyki Wilhelmina Iwanowska uczestniczyła od samego początku swej kariery naukowej. Najpierw było to wykorzystanie fotografii do badań zmienności gwiazd. Jej praca doktorska, obroniona w 1933 roku na USB, dotyczyła właśnie zmienności jednej z gwiazd pulsujących (RX Aurigae), a opierała się na wykonanych w Wilnie dwubarwnych obserwacjach fotograficznych. Na stażu w Obserwatorium Sztokholmskim w latach 1934/35 dr Wilhelmina Iwanowska zapoznawała się ze spektroskopią astronomiczną i w swej pracy habilitacyjnej, przedstawionej na Uniwersytecie Stefana Batorego w roku 1937, charakteryzuje nadolbrzymy gwiazdowe w oparciu o analizę ich cech widmowych. Razem z profesorem Dziewulskim wyposaża Obserwatorium Wileńskie w teleskop i spektrograf do widmowych obserwacji gwiazd i tuż przed wojną efektywnie rozpoczyna takie obserwacje. Jest Wilhelmina Iwanowska pionierem spektroskopii astronomicznej w Polsce i taki też kierunek badań wprowadza w Obserwatorium Astronomicznym UMK. Już w Toruniu dokonuje swych najważniejszych odkryć w tej dziedzinie badań: stwierdza różnice składu chemicznego pomiędzy gwiazdami należącymi do różnych populacji i dwudzielność populacyjną, uważanych za jednorodne, gwiazd zmiennych typu RR Lyrae (1952). Pierwsze z tych odkryć, dokonane równocześnie z Barbarą i Martinem Schwarzschildami, wprowadzało nowy wymiar do koncepcji „populacji gwiazdowych" i miało duże znaczenie dla rozwoju teorii ewolucji gwiazd i teorii ewolucji materii we Wszechświecie. Drugie odkrycie, niezależnie od znanych powszechnie wyników Waltera Baadego, prowadziło do rewizji punktu zerowego tzw. krzywej Shapleya, a w konsekwencji do rewizji skali odległości we Wszechświecie.

Lata pięćdziesiąte to okres pierwszych sukcesów obserwacji radiowych ciał niebieskich, w szczególności wielki triumf obserwacyjnego stwierdzenia prawdziwości teoretycznych koncepcji o spiralnej strukturze naszej Galaktyki na podstawie obserwacji linii wodorowej o długości fali 21 cm. Ta nowa technika nie tylko potwierdziła obecność takiej emisji, ale niejako namacalnie pokazała to, co było nieosiągalne dla oka, i słuszność rozumowania prowadzącego do wniosku, że nasza Galaktyka jest galaktyką spiralną. Ponadto, na częstościach radiowych zaczęto też poznawać nowy rodzaj promieniowania ciał niebieskich — promieniowania synchrotronowego. W dziedzinie optycznej promieniowanie ciał niebieskich ma naturę termiczną i podlega prawom termodynamiki. W dziedzinie radiowej mieliśmy do czynienie nie tylko z nowym oknem, przez które uzyskaliśmy nowe „spojrzenie" na otaczający nas świat, ale również z nową naturą promieniowania i, co też ważne, z promieniowaniem, które nie było tak bardzo wrażliwe na kapryśne warunki atmosferyczne. Czuła na bieżący rozwój nauk astronomicznych profesor Iwanowska dostrzegła nowe wyzwanie i potrzebę zorganizowania tego rodzaju badań w Polsce. Była więc inicjatorką i orędowniczką rozwoju radioastronomii toruńskiej, której ukoronowaniem jest 32-metrowy radioteleskop w Piwnicach. I do ostatnich chwil życia czuwała nad dalszym rozwojem tych badań w Toruniu.

Na Zjeździe Astronomów Polskich w Toruniu w 1923 roku powołano Narodowy Instytut Astronomiczny. Miała to być „ponadośrodkowa" instytucja astronomiczna, która pozwoliłaby na uprawianie i rozwój astronomii polskiej na ówczesnym, światowym poziomie. Do II Wojny Światowej zabrakło czasu na wdrożenie tych koncepcji, a po wojnie, w 1953 roku Wilhelmina Iwanowska, wówczas już pierwszy w Polsce profesor astrofizyki, doprowadziła do wskrzeszenia idei ponadośrodkowej placówki astronomicznej i powołania PAN-owskiego Zespołu d/s Centralnego Obserwatorium Astronomicznego. Kilka lat później (w roku 1956) powstał Zakład Astronomii PAN z Pracowniami w Toruniu i w Warszawie. Miał to być zalążek przyszłego COA wyposażonego m.in. w 2-metrowy teleskop paraboliczny i 60/90 cm kamerę Schmidta. Zdołano zakupić tylko mniejszy z tych instrumentów i oddać go w opiekę prof. Iwanowskiej, ustawiając w Obserwatorium Toruńskim. Idea COA ewoluowała później do postaci Centrum Astronomicznego im. Mikołaja Kopernika PAN, które jest dzisiaj ważnym ośrodkiem badań astronomicznych w Polsce. Toruńską Pracownią Astrofizyki CAMK prof. Iwanowska kierowała od chwili jej powstania w 1956 r. aż do 1976 r., czyli swego przejścia na emeryturę.

Obok badań astrofizycznych przedmiotem szczególnego zainteresowania, wręcz kultu, Profesor Iwanowskiej była postać Mikołaja Kopernika. Zawsze uważała, że imię Kopernika było największym magnesem, który ściągnął wypędzonych z Wilna pracowników Uniwersytetu Stefana Batorego do Torunia i doprowadził do powołania w tym mieście uniwersytetu nazwanego Jego imieniem. Spektakularnym osiągnięciem Wilhelminy Iwanowskiej w tym aspekcie było przekonanie władz Międzynarodowej Unii Astronomicznej do odbycia w Polsce w roku 1973, Międzynarodowym Roku Kopernikowskim, Nadzwyczajnego (Kopernikowskiego) Kongresu tej Unii. Odbył się wtedy w Polsce szereg sympozjów MUA, w których wzięło udział prawie 2000 astronomów z całego świata. Oczywiście imię Kopernika nadała też Prof. Iwanowska toruńskiemu wielkiemu radioteleskopowi.

Wilhelmina Iwanowska przybyła do Torunia wraz z głównym przeszło dwustuosobowym transportem przesiedlanych pracowników USB w dniu 14 lipca 1945 roku. Postawa tych przybyszy ze Wschodu spowodowała powołanie 6 tygodni później Uniwersytetu w Toruniu. Do Torunia przybyli astronomowie: profesor Władysław Dziewulski, docent Wilhelmina Iwanowska i a-diunkt Stanisław Szeligowski. Obok pracy nad organizacją Uniwersytetu, astronomowie zaczęli się krzątać wokół organizacji ich warsztatu pracy, czyli obserwatorium astronomicznego. Dla Niej została powołana Katedra Astrofizyki i Ona została w 1946 roku mianowana pierwszym w Polsce profesorem astrofizyki. Sama się kształciła, uzupełniając wojenne braki i kształciła innych: swych studentów i młodych współpracowników. Jej wykłady były zawsze bardzo dobrze przygotowane i przedstawione. Od końca 1952 roku przejęła od prof. Dziewulskiego odpowiedzialność za Toruńską Astronomię. Kierowała Zespołem Katedr Astronomicznych, a później Instytutem Astronomii UMK. To Ona ukształtowała profil badawczy toruńskiej astronomii. Generalnie, zainteresowania naukowe Profesor Iwanowskiej koncentrowały się w dziedzinach fotometrii i spektroskopii gwiazdowej oraz budowie naszej Galaktyki. Problemy Galaktyki i populacji gwiazdowych badała w aspekcie ich chemicznej struktury i ewolucji naszej Galaktyki. Ostatnio pasjonowały Ją kwazary i kosmologia. Nie zawsze Jej działania na rzecz własnego ośrodka były konstruktywne. Miała naturę nauczycielki, która najlepiej wiedziała, co kto ma robić i jaką postawę zajmować, niezależnie od samych zainteresowanych i realnych faktów. Miała swoją wizję rozwoju astronomii, rozwoju Toruńskiego Obserwatorium i Toruńskiego Uniwersytetu.

Spotkało Ją wiele zaszczytów i wyróżnień w kraju i za granicą. Była wiceprezydentem Międzynarodowej Unii Astronomicznej (1973–1978), doktorem honorowym 3 uniwersytetów (w Winnipeg w Kanadzie, w Leicester w Anglii i w Toruniu), członkiem honorowym kilku towarzystw naukowych (w tym Polskiego Towarzystwa Astronomicznego i Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii), obywatelem honorowym Winnipeg (1973) i Torunia (1997). Polska wyróżniała Ją swymi najwyższymi odznaczeniami państwowymi — ostatnio (1995) Krzyżem Wielkim Orderu Odrodzenia Polski. Papież nadał Jej medal „Pro Ecclesia et Pontifice". Jej bibliografia naukowa liczy około 150 pozycji. Była aktywna naukowo prawie do ostatnich chwil życia.

Profesor Iwanowska wychowała liczne grono astrofizyków polskich: promowała 19 doktorów, ośmiu Jej wychowanków uzyskało tytuł naukowy profesora, a jeden został członkiem Polskiej Akademii Nauk.

Została pochowana na cmentarzu św. Jerzego w Toruniu w dniu 21 maja 1999 r. obok swej Matki i Siostry oraz innych twórców Uniwersytetu Mikołaja Kopernika. Centrum Astronomii UMK zorganizowało specjalną sesją naukową Jej poświęconą w dniu 8 czerwca 1999 roku.

Andrzej Woszczyk

Cudze chwalimy, swoje też polecamy!

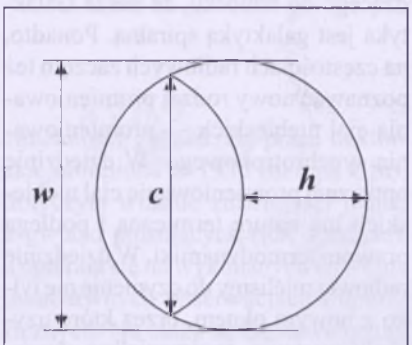
Osoby pozostające w kraju 11 sierpnia będą miały okazję podziwiać rzadkie zaćmienie Słońca o głębokiej fazie. Księżyc zakryje przeszło 80% (w Polsce południowej — ok. 90%) słonecznej tarczy. Mimo to — gdybyśmy nie zerknęli w górę — zjawisko mogłoby nawet zostać nie zauważone, bowiem zmniejszenie blasku Słońca, następujące stopniowo w ciągu przeszło godziny, trudno będzie stwierdzić gołym okiem. Tylko osobliwy kształt jego tarczy świadczyć będzie o tym, że dzieje się coś niezwykłego.

Nawet wąski sierp słonecznego dysku jest oślepiająco jasny, dlatego przy oglądaniu zjawiska należy zachować pewną rozwagę i ostrożność. Najlepiej przygotować sobie wcześniej filtr z prześwietlonej czarno-białej kliszy fotograficznej (uwaga: nie należy korzystać z innych, pozbawionych ochronnej warstwy srebra materiałów, takich jak barwne klisze fotograficzne, zdjęcia rentgenowskie, przydymione szkło, szare i polaryzacyjne filtry fotograficzne — nie zabezpieczają one bowiem całkowicie przed szkodliwym promieniowaniem).

Najbezpieczniejszą metodą obserwacji Słońca (nie tylko częściowo zaćmionego, ale i świecącego pełnym blaskiem — wspominamy o tym, gdyż kolejny cykl aktywności Słońca zbliża się do maksimum, w najbliższych miesiącach będzie więc okazja oglądania plam na jego powierzchni) jest rzutowanie jego obrazu na białą powierzchnię papieru czy tektury przez niewielki otworek. Aby poprawić kontrast obrazu, można osłonić ekran przed rozproszonym światłem, tworząc coś w rodzaju *camera obscura*. Może to być długa ciemna rurka zamknięta z obu stron papierem, z jednego końca przekłutym szpilką.

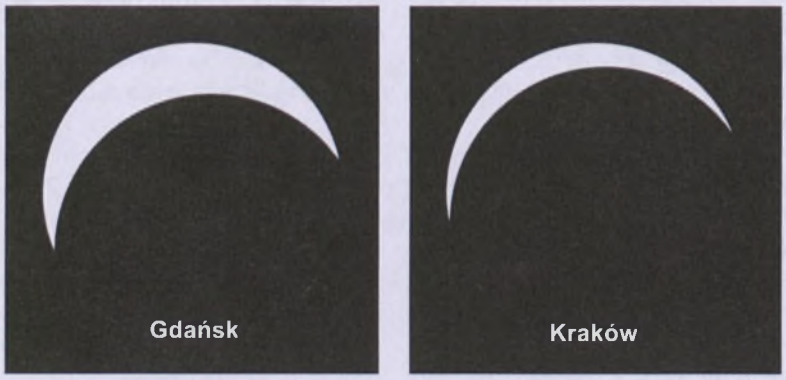
Metoda projekcji daje też dobre rezultaty dla większości lornetek (oprócz teatralnych) i lunet. Należy uważać, by w żadnym wypadku nie patrzeć przez jakikolwiek przyrząd optyczny bezpośrednio na Słońce — grozi to uszkodzeniem lub nawet utratą wzroku. Aby wycelować przyrząd, wystarczy patrzeć na jego cień (powinien być jak najmniejszy) oraz ewentualnie (z boku!) na refleks w okularze. Zmieniając odległość ekranu uzyskujemy w miarę oddalania go od okularu obraz coraz większy, ale o malejącej jasności; w pewnym momencie pojawią się też problemy z jego zogniskowaniem.

Do bezpośredniej obserwacji Słońca przez teleskop mogą być używane tylko filtry nakładane na jego obiektyw (filtr umieszczony za okularem, w ognisku, narażony jest na potężną dawkę energii słonecznych promieni i wcześniej czy później pęka), osłabiające ok. 1000-krotnie jasność i posiadające odpowiedni atest. Stosunkowo duża ilość potrzebnego do ich wykonania materiału oraz pracochłonność technologii znajduje odzwierciedlenie w ich wysokiej cenie, zresztą na naszym rynku są one właściwie niedostępne.



Rys. 1. Wielkości, które warto mierzyć w trakcie częściowego zaćmienia Słońca (patrz tekst).

Zaćmienia Słońca, również częściowe, stanowią świetny pretekst do nawiązania współpracy między miłośnikami astronomii obserwującymi to zjawisko w różnych krajach. Pojedyncze obserwacje nie przedstawiają same w sobie szczególnej wartości naukowej; dopiero zbiorcze ich opracowanie pozwala np. uściślić teorię ruchu Księżyca. Liczy się wtedy każdy rzetelnie sporządzony raport z prostych w gruncie rzeczy pomiarów. Kilka lat temu Europejskie Stowarzyszenie Edukacji Astronomicznej (EAAE — *European Association for Astronomy Education,* które jest m.in. organizatorem międzynarodowej olimpiady astronomicznej) podjęło akcje wspólnych obserwacji zaćmień, do których zapraszani są wszyscy miłośnicy astronomii, zarówno samodzielni, jak i zorganizowani np. w szkolnych kołach astronomicznych. Wielka szkoda, że do tej pory Polska pozostaje białą plamą na mapie współpracujących z EAAE obserwatorów. Być może nadchodzące zaćmienie zmieni tę sytuację.[1]



Rys. 2. Wygląd tarczy Słońca w czasie maksymalnej fazy zaćmienia w wybranych miastach w Polsce.

[1] Kontakt z EAAE najprościej nawiązać przez Internet; oto adres strony głównej – http://www.algonet.se/~sirius/eaae.html

Zaćmienie w kraju

Tabela przedstawia przebieg częściowego zaćmienia w wybranych miastach w Polsce (wszystkie momenty podane są w czasie letnim — hh:mm:ss; faza określa, jaką część średnicy słonecznego dysku zakryje tarcza Księżyca)

Miasto	Początek zaćmienia	Środek zaćmienia	Maksymalna faza	Koniec zaćmienia
Białystok	11:35:51	12:53:58	0.822	14:10:35
Bielsko-Biała	11:28:29	12:50:01	0.931	14:10:39
Bydgoszcz	11:28:10	12:46:31	0.853	14:04:29
Częstochowa	11:28:52	12:49:29	0.905	14:09:17
Elbląg	11:30:44	12:48:00	0.819	14:04:40
Gdańsk	11:29:47	12:46:51	0.818	14:03:28
Gorzów Wlkp.	11:24:00	12:42:38	0.878	14:01:30
Grudziądz	11:29:25	12:47:26	0.840	14:04:54
Kalisz	11:27:41	12:47:23	0.887	14:06:35
Katowice	11:28:33	12:49:40	0.920	14:09:57
Kielce	11:31:16	12:51:50	0.894	14:11:11
Koszalin	11:26:09	12:43:23	0.836	14:00:41
Kraków	11:30:02	12:51:22	0.919	14:11:34
Legnica	11:24:31	12:44:38	0.912	14:04:44
Łódź	11:29:48	12:49:31	0.878	14:08:24
Lublin	11:34:29	12:54:34	0.872	14:13:03
Olsztyn	11:32:06	12:49:44	0.822	14:06:29
Opole	11:26:59	12:47:42	0.916	14:07:53
Płock	11:30:26	12:49:22	0.858	14:07:29
Poznań	11:26:13	12:45:16	0.877	14:04:07
Radom	11:32:17	12:52:17	0.877	14:11:02
Rzeszów	11:33:20	12:54:37	0.905	14:14:14
Słupsk	11:27:31	12:44:30	0.825	14:01:22
Szczecin	11:23:24	12:41:21	0.864	13:59:42
Tarnów	11:31:42	12:53:03	0.913	14:13:00
Toruń	11:28:58	12:47:26	0.852	14:05:22
Wałbrzych	11:24:31	12:45:04	0.923	14:05:31
Warszawa	11:32:16	12:51:28	0.857	14:09:31
Wrocław	11:25:45	12:46:02	0.910	14:06:03
Zielona Góra	11:23:56	12:43:21	0.897	14:02:55

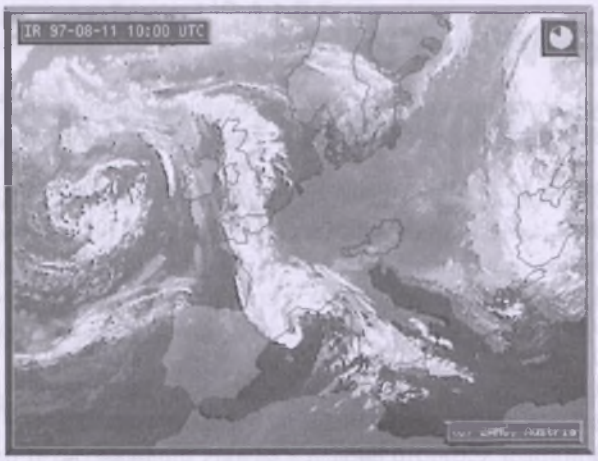
Najprostszym sposobem włączenia się do akcji EAAE — Eclipse'99 jest wykonanie szkicu lub (i) zdjęcia zaćmionego Słońca o godzinie 12:30 (czasu letniego w Polsce). Przesłana obserwacja zostanie umieszczona w Internecie na „Europejskiej mapie zaćmienia", przedstawiającej „portret" zjawiska z różnych miejsc kontynentu w tym właśnie momencie.

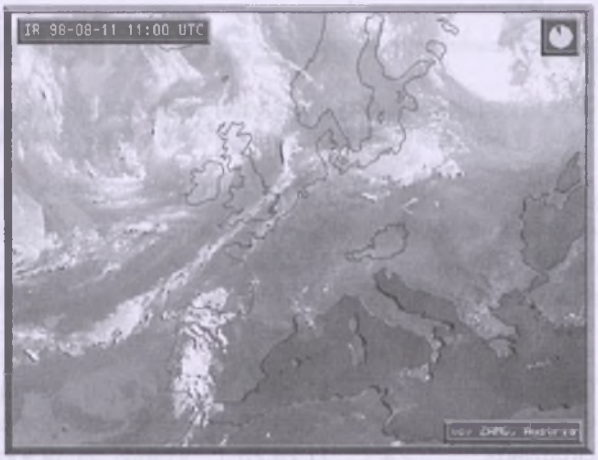
Inną formą współpracy jest śledzenie przebiegu całego zjawiska w ok. 5-minutowych odstępach. Trzeba będzie zmierzyć (bezpośrednio na ekranie bądź na zdjęciu po jego wywołaniu — patrz rys. 1) „grubość" h słonecznego sierpa (oraz dodatkowo — średnicę w obserwowanego obrazu tarczy Słońca; jeśli w trakcie obserwacji nie zmienia się jego wielkości, wystarczy zrobić to raz). Obliczając wartość $f = 1 - h/w$, otrzymujemy wartość fazy f w dowolnym momencie. Największa wartość f i odpowiadający jej moment czasu to dwie informacje, które należy przekazać do EAAE, by współuczestniczyć w projekcie wyznaczenia odległości Księżyca.

Cenną informację o położeniu naszego naturalnego satelity na orbicie zdobędziemy również, wyznaczając moment rozpoczęcia i zakończenia zaćmienia (czyli pierwszego i czwartego kontaktu). Oczywiście nie wystarczy bezpośrednia wizualna ocena, tj. zatrzymanie stopera w chwili, gdy stwierdzimy, że „już się zaczęło" (lub „już po wszystkim") — brzeg Księżyca zauważymy bowiem z reguły dopiero po kilku–kilkunastu sekundach, gdy rysuje się on w miarę wyraźnie na tle tarczy Słońca. Przeszkadza też turbulencja atmosfery ziemskiej, powodująca zniekształcenie brzegu tarczy słonecznej. Z reguły korzystamy więc z wykonanych w trakcie zaćmienia zdjęć (lub nagrania wideo) i posługujemy się tzw. metodą cięciw.[2] Jeżeli sprawia nam kłopot dokumentacja zjawiska, można wykonać pomiary w trakcie jego trwania, wykorzystując rzutowany na ekran obraz Słońca.

Pomiary polegają na wyznaczeniu długości cięciw c łuku brzegu Księży-

[2] Metodę tę opisywał na łamach „Uranii" p. Marek Zawilski, było to jednak dość dawno (nr 5/1978, str. 144), pozwalamy więc sobie na jej przypomnienie, korzystając z tego fachowego opisu; zachęcamy też do lektury wspomnianego artykułu, by dowiedzieć się, do czego jeszcze przydają się obserwacje zaćmień.





Fot. 1 i 2. Przedstawiamy satelitarne zdjęcia Europy, wykonane dokładnie na rok i dwa lata przed nadchodzącym zaćmieniem (zaznaczono granice Austrii). Pozostaje nam życzyć wszystkim Czytelnikom przynajmniej równie pogodnego dnia 11 sierpnia br.

ca (patrz rys. 1). Między długością tej cięciwy a czasem t zachodzi związek:

$$c^2 = a_0 + a_1 t$$

Tę prostą zależność możemy przyjąć dla sierpniowego zaćmienia, gdyż wypada ono około górowania Słońca, więc środek Księżyca przesuwa się na niebie względem Słońca w przybliżeniu ruchem jednostajnym. Rejestrując momenty obserwacji t (w stosunku do dowolnie wybranego momentu początkowego $t = 0$) i mierząc odpowiadające im długości cięciw, uzyskamy układ kilku bądź kilkunastu równań, z których metodą najmniejszych kwadratów wyznaczymy stałe a_0 i a_1 oraz moment kontaktu (dla którego $c = 0$). Starannie wykonane pomiary gwarantują dość dużą dokładność wyznaczenia momentów kontaktów, sięgającą ±0,1 sekundy. Warto wspomnieć, że przy tak głębokim zaćmieniu występują najlepsze warunki dla opisanej metody, gdyż długość cięciw zmienia się stosunkowo najszybciej.

Stwierdzenie różnicy między przewidywanym a zaobserwowanym czasem rozpoczęcia (zakończenia) zjawiska nie oznacza jeszcze, że dokonaliśmy przełomowego odkrycia. Na rzeczywisty moment kontaktu mają bowiem wpływ liczne czynniki, począwszy od nierówności na brzegu księżycowej tarczy (odchyłki rzędu 4 sekund są na porządku dziennym). Dopiero zebranie wyników takich obserwacji z wielu różnych miejsc pozwala fachowcom obliczyć poprawki do pozycji i ruchu Księżyca.

Mamy nadzieję, że sierpniowe zaćmienie dostarczy naszym Czytelnikom mnóstwa wrażeń i emocji, a samodzielne obserwacje, choćby te najprostsze, przyniosą wiele satysfakcji i zachęcą do dalszych wysiłków.

(*kr*)

Zaćmienie w pajęczynie

Zamieszczamy drugą część „Przewodnika internauty", proponując odwiedzenie szeregu interesujących witryn, które mogą być pomocne w przygotowaniu się do zaćmienia. Oby prezentacje „na żywo" były nam przydatne tylko post factum, jako dokumentacja i miłe wspomnienie...

- http://www.eso.org/outreach/info-events/eclipse99/ — strony poświęcone przygotowaniom europejskich astronomów do zjawiska; to się nazywa fart: pas całkowitego zaćmienia (a nawet niemal jego środek!) przebiega przez główną siedzibę ESO w Garching k. Monachium
- http://www.eso.org/aol/eclipse99/ — objęta patronatem EAAE akcja Astronomy On-Line w związku z nadchodzącym zaćmieniem; propozycje nie do odrzucenia dla każdego miłośnika astronomii
- http://www.hermit.org/Eclipse1999/eclipse_observe.html/ — m.in. oferty firm zajmujących się produkcją i rozprowadzaniem filtrów słonecznych do wszelkich przyrządów optycznych
- http://iphcip1.physik.uni-mainz.de/Astro/eclipse99/weather.html — dla poszukujących informacji o pogodzie w związku z zaćmieniem
- http://www.algonet.se/~sirius/eaae/eclipse99.html/ — połączenia do różnych stron krajów znajdujących się w pasie zaćmienia całkowitego
- http://www.solar-eclipse.org/ — przygotowania do transmisji on-line i kulminacyjna akcja w czasie zaćmienia; można zapoznać się z materiałem z kilku ostatnich tego rodzaju przedsięwzięć
- http://www.kidseclipse.com/kidseclipse/index.html — tu również planowana jest transmisja na żywo z czterech miejsc w Europie (Cherbourg, Monachium, Bukareszt, wybrzeże Morza Czarnego)
- http://student.physik.uni-mainz.de/Astro/eclipse99/livee.html — połączenia do wszelkich innych miejsc w Internecie, które będą transmitowały przebieg zjawiska

FOTOGRAFUJEMY CZĘŚCIOWE ZAĆMIENIE SŁOŃCA

Niniejszy tekst stanowi uzupełnienie artykułu z ostatniego numeru *Uranii-Postępów Astronomii* („Zaćmienie w obiektywie") i poświęcony będzie fotografowaniu częściowego zaćmienia Słońca — a takie przecież będziemy mieć w Polsce.

O układach optycznych, mających zastosowanie w fotografowaniu zaćmień Słońca, pisaliśmy szczegółowo we wspominanym powyżej artykule z poprzedniego numeru. Należy jednak nadmienić, iż w przypadku fotografowania częściowego zaćmienia Słońca interesuje nas tylko tarcza słoneczna (korony słonecznej w ogóle nie widać), a zatem wymagane ogniskowe są większe. Praktycznym minimum jest 1000 mm, natomiast optymalną ogniskową jest 2000–2200 mm. Dłuższe ogniskowe dają tak duży obraz tarczy słonecznej na negatywie, że jej obraz nie mieści się w całości. Stąd praktycznie nie stosuje się ogniskowych powyżej 2200 mm w fotografowaniu całej tarczy Słońca lub Księżyca.

Dysponowanie układem optycznym o odpowiedniej ogniskowej to jedna sprawa, druga to osłabienie światła słonecznego. W przyrodzie naturalnym filtrem jest ziemska atmosfera. Działanie tego „filtru" widać doskonale na przykładzie Słońca. W południe, kiedy Słońce świeci najmocniej, światło przechodzi przez stosunkowo niewielkie warstwy atmosfery, co powoduje, że tarcza słoneczna jest bardzo jasna (nigdy nie próbujmy patrzeć „gołym okiem" na Słońce w południe!).Wieczorem (lub o świcie), gdy Słońce jest nisko nad horyzontem, światło słoneczne przechodzi przez grube warstwy atmosfery, co powoduje osłabienie blasku tarczy słonecznej na tyle silne, że można podziwiać „gołym okiem" zachody (bądź wschody) Słońca. Tegoroczne zaćmienie będzie przebiegało na dużych wysokościach nad horyzontem, stąd osłabienie przez atmosferę ziemską będzie znikome (maksymalna faza nastąpi kilka–kilkanaście minut przed trzynastą).

Zatem w celu osłabienia blasku tarczy słonecznej niezbędne będzie użycie filtrów.

Jak silnych? Jak najsilniejszych. Mówiąc o sile filtru mamy na myśli krotność osłabienia światła. Ta krotność jest podawana na obudowie filtru, (np. 2×, 4×). Wiele osób, chcąc osłabić światło Słońca, stosuje kilka (do 5) filtrów, co ujemnie wpływa na ostrość i kontrast obrazów. Osobiście nie polecałbym stosowania więcej niż dwóch filtrów. Obiektywy fotograficzne o budowie soczewkowej do regulacji ilości przechodzącego przez nie światła posiadają wbudowaną przesłonę. Jednak obiektywy o ogniskowych 1000 mm i dłuższych budowane są najczęściej jako konstrukcje lustrzane, a takie przesłony nie mają. Oczywiście istnieją obiektywy soczewkowe o ogniskowych 1000 mm, ale mają one jednak poważną niedogodność — cenę (powyżej 50 000 złotych!).

Do osłabienia światła słonecznego można użyć również dwóch filtrów polaryzacyjnych. Odpowiednio je ustawiając względem siebie, można uzyskać nawet 30-krotne ściemnienie obrazu. Innym rozwiązaniem jest użycie filtru spawalniczego, który wystarczająco silnie osłabia blask tarczy słonecznej. Jednak należy pamiętać o zmniejszeniu otworu wejściowego, gdyż filtry takie mocno się nagrzewają, co może prowadzić do pęknięcia filtru. Dobrym rozwiązaniem są specjalne filtry słoneczne, jednak wciąż są trudno dostępne.

Generalnie można osłabić jasność tworzonego na negatywie obrazu przez zmniejszenie otworu wejściowego, jednak odbywa się to kosztem zdolności rozdzielczej układu optycznego. Osobiście polecałbym zachowanie wielkości otworu wejściowego i zmniejszanie ilości światła za pomocą filtrów. Abyśmy mogli fotografować nie martwiąc się, że nasze zdjęcia będą prześwietlone, nasz układ optyczny powinien posiadać światłosiłę nie większą niż 100. Najlepiej około 250–500.

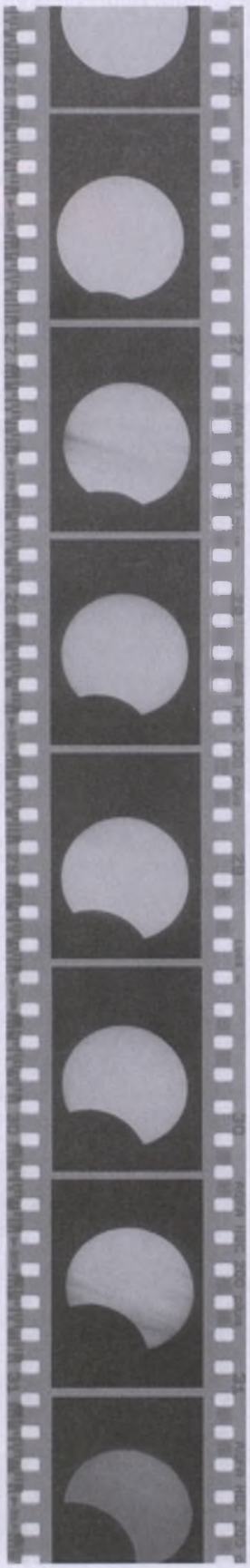
Czasy ekspozycji powinny być jak najkrótsze, tzn. 1/500, 1/1000 sekundy. Dobrze, jeśli nasz aparat posiada pomiar światła TTL, to znaczy, jeśli mierzy światło dochodzące do kliszy (przechodzące przez obiektyw). W takim przypadku zmniejszamy światłosiłę w takim stopniu, w jakim wymaga tego wbudowany światłomierz. Jeśli nasz aparat nie posiada pomiaru światła TTL, odpowiedni czas ekspozycji dobieramy eksperymentalnie.

Jeśli chodzi o filmy, to polecam negatywy, gdyż charakteryzują się większą tolerancją na błędy naświetlenia aniżeli pozytywy (slajdy). Czułość filmu powinna być jak najmniejsza, tzn. nie większa niż 100 ASA. Najlepsze rezultaty uzyskamy na filmach o czułości 25 i 50 ASA.

Na zakończenie warto podkreślić, że istotny wpływ na końcowy efekt ma stabilność naszego montażu (statywu), warto zatem poświęcić trochę czasu na ich odpowiednie wyważenie.

Życzę wszystkim Czytelnikom naszego pisma słonecznej pogody, niezapomnianych wrażeń i ostrych, nie prześwietlonych zdjęć!

Wiesław Skórzyński



Sąsiadki Mlecznej Drogi

Słynna Wielka Mgławica Andromedy tworzy wspólnie z naszą Galaktyką, M 33, Obłokami Magellana oraz szeregiem mniejszych obiektów (w tym M 32 i M 110 — dwiema towarzyszącymi M 31 karłowatymi galaktykami eliptycznymi) Lokalną Grupę Galaktyk. Przyjrzyjmy się jej trzem przedstawicielkom, które Messier skatalogował jako pierwsze.

M 31 (NGC 224) w Andromedzie (typ Sb)

Rektascensja	$00^h42^m.7$
Deklinacja	+41°16′
Odległość	2 900 000 l.św.
Jasność obserwowana	3,4 mag
Rozmiary kątowe	178′ × 63′

„Mgławicę Andromedy" dostrzegł gołym okiem około roku 905 astronom z Persji Al-Sufi, odnotowując ten fakt w wydanej w roku 964 „Księdze gwiazd stałych". Messier, nie analizując tego dzieła, przypisał jej odkrycie Simonowi Mariusowi, który w roku 1612 zrelacjonował swe teleskopowe obserwacje. Z kolei, nie znając ani jednego, ani drugiego doniesienia, Giovanni Batista Hodierna „odkrył" ten sam obiekt przed rokiem 1654.

Dłuższy czas wierzono, że M 31 to jedna z najbliższych nam mgławic. William Herschel twierdził, np. że dystans do niej nie stanowi „więcej niż 2000 razy tyle, co odległość Syriusza" (tj., zgodnie ze współczesnymi wyznaczeniami, ok. 17 tys. l.św.); mimo to uznawał ją za „Wszechświat — wyspę" podobną do Drogi Mlecznej (tę z kolei wyobrażał sobie w postaci dysku o średnicy kilku tysięcy l.św. i czterokrotnie mniejszej grubości).

Najjaśniejszy fragment struktury spiralnej M 31 otrzymał własne oznaczenie w *New General Catalog* (NGC 206), gdyż figurował na liście W. Herschela (jako H V.36). Chodzi o jasny „obłoczek" położony w lewej górnej części dysku (por. fot.), poniżej wyraźnej ciemnej mgławicy.

Dopiero jeden z pionierów spektroskopii, William Huggins, zwrócił uwagę na różnicę między liniowym widmem mgławic gazowych a ciągłym widmem tych „mgławic", które dziś uznajemy za galaktyki. W roku 1912 V.M. Slipher zmierzył prędkość radialną M 31; była to na owe czasy rekordowa prędkość zbliżania się — około 300 km/s (dziś określamy ją na 266 km/s). W 1923 r. Edwin Hubble zidentyfikował pierwszą

cefeidę w Galaktyce Andromedy, ujawniając tym samym prawdziwą naturę i odległość M 31. W rzeczywistości dystans zaniżony był o czynnik ok. 2, gdyż nie podejrzewano wówczas istnienia dwóch populacji gwiazd, biorąc za cefeidę promieniującą słabiej zmienną typu W Virginis — wyszło to na jaw dopiero po uruchomieniu teleskopu na Mt. Palomar w r. 1948.

Obecnie M 31 to jedna z najlepiej zbadanych galaktyk. Dokładne oceny jej rozmiarów na niebie przeprowadził w latach 1952–53 francuski astronom Robert Jonckhere, uzyskując wynik 1.1 na 5.2 (!) stopnia kątowego. Przy odległości 2,9 mln l.św. odpowiada to średnicy dysku przeszło 200 tysięcy l.św., tj. dwukrotnie większej od Drogi Mlecznej. Masę Galaktyki Andromedy szacuje się na 300 – 400 mld mas Słońca. Te znaczące rozmiary przy stosunkowo niewielkiej odległości pozwalają przeprowadzić szereg interesujących obserwacji i analiz środowiska galaktycznego: struktury spiralnej, jądra, gromad kulistych i otwartych, materii międzygwiazdowej, mgławic planetarnych, pozostałości po wybuchach supernowych itd.

Do tej pory w galaktyce M 31 zanotowano pojawienie się tylko jednej gwiazdy supernowej, oznaczonej S Andromedae. Tę pierwszą poza Drogą Mleczną supernową odkrył 20 sierpnia 1885 r. Ernst Hartwig z Obserwatorium Dorpat w Estonii. Osiągnęła blask 6 magnitudo i była niezależnie dostrzeżona przez kilku innych obserwatorów, którzy jednak nie uświadamiali sobie wagi odkrycia. W lutym 1890 r. jasność obiektu zmalała do 16 magnitudo.

Najwspanialszą spośród ponad 300 gromad kulistych w M 31 (zresztą w całej Lokalnej Grupie Galaktyk nie ma w swojej klasie konkurentek) jest G1. Nawet oglądana z Ziemi świeci blaskiem 13.7 magnitudo i może być zauważona w teleskopach o średnicy ponad 25 cm. W roku 1994 obserwował ją teleskop kosmiczny (patrz kolorowa wkładka), dostarczając obrazów o jakości porównywalnej z naziemnymi obserwacjami gromad kulistych naszej Galaktyki (przy ich ok. 100-krotnie mniejszej odległości, tj. 10 000 razy silniejszym widomym blasku!). G1 jest skupiskiem co najmniej 300 tysięcy zaawansowanych ewolucyjnie gwiazd. Teleskop Hubble'a ujawnił również podwójną strukturę jądra galaktyki w Andromedzie (wkładka) — prawdopodobnie efekt „połknięcia" mniejszej galaktyki, jednego z epizodów jej wcześniejszej ewolucji.

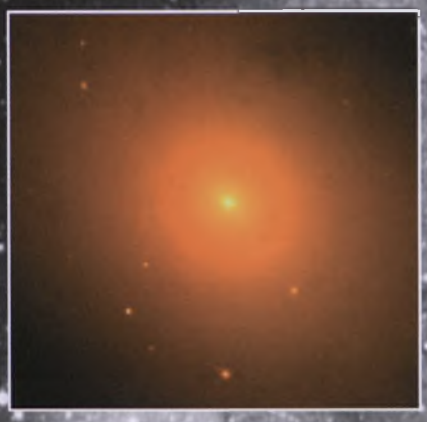
Interesujące obserwacje w zakresie rentgenowskim przeprowadził satelita ROSAT. Na uzyskanym obrazie M 31 (wkładka) odnaleźć można źródła wysokoenergetycznego promieniowania, położone w gromadach kulistych, ramionach spiralnych i w pobliżu jądra. Większość z nich to prawdopodobnie dyski akrecyjne w układach podwójnych. Nie jest jasne, dlaczego źródła promieni X koncentrują się wokół jądra o wiele wyraźniej niż np. w przypadku naszej Galaktyki.

M 31 oglądana z orbity

Widok ogólny galaktyki

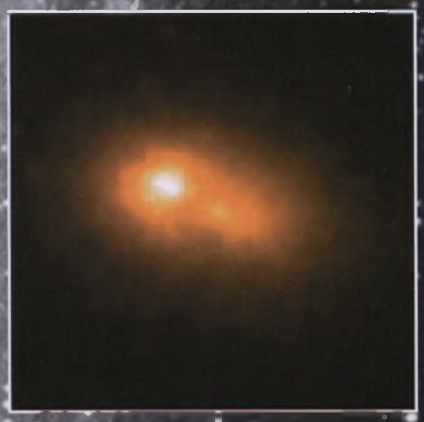
40 000 l. św.

Centralny obszar widziany z Ziemi



2000 l. św.

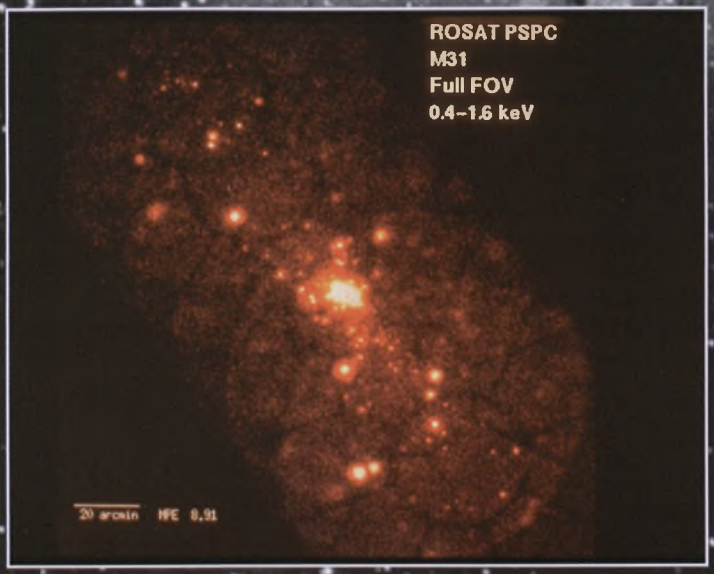
Obraz jądra z teleskopu Hubble'a

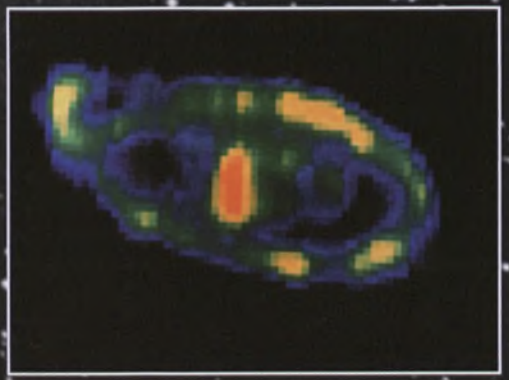


40 l. św.

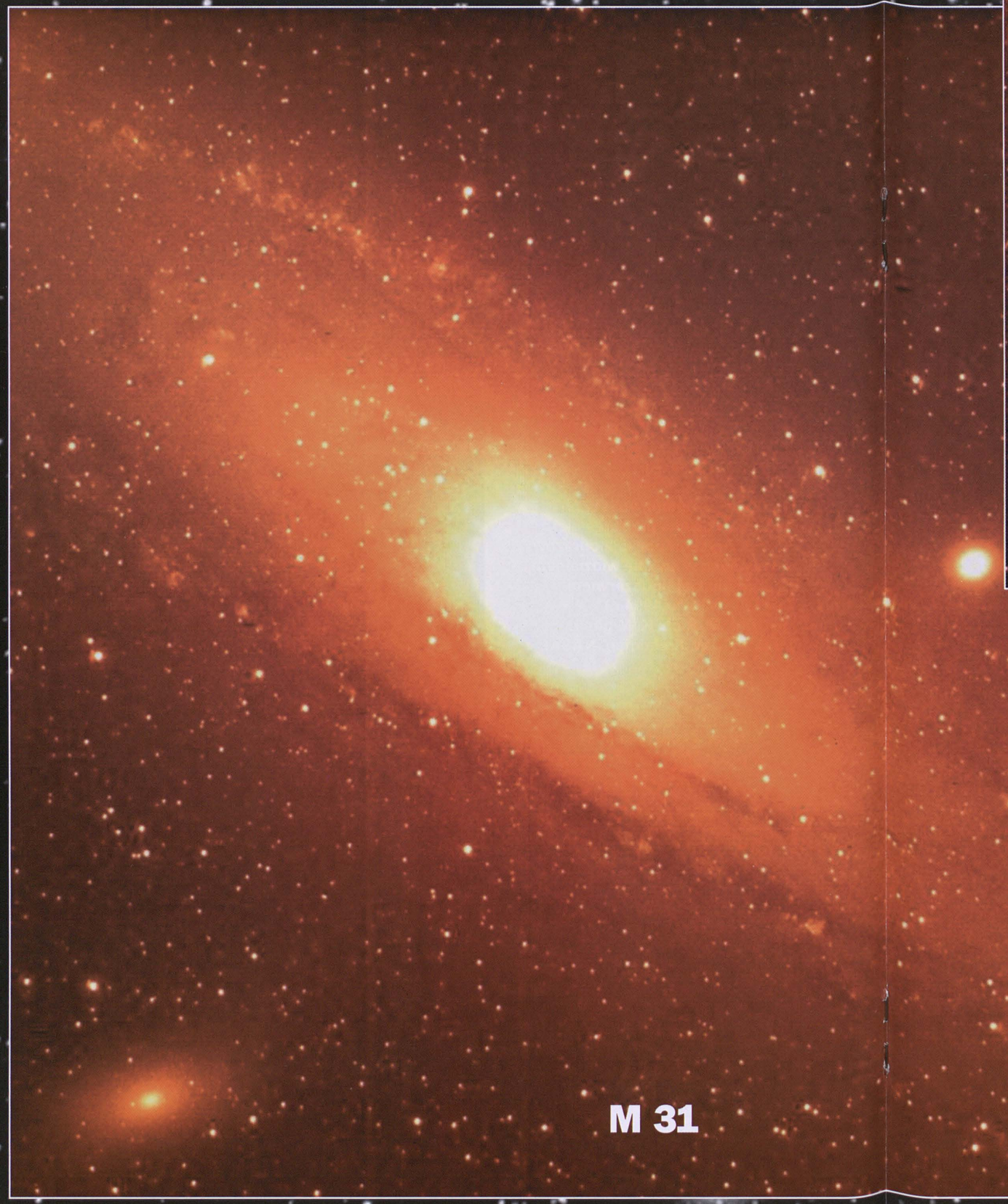
Obok: Gromada kulista G1 sfotografowana przez teleskop kosmiczny (kompozycja obrazów uzyskanych w świetle widzialnym i w bliskiej podczerwieni w lipcu 1994 r.) (fot. M. Rich, K. Mighell, J.D. Neil, W. Freedman, NASA)

Niżej: Galaktyka M 31 w promieniach Roentgena (fot. ROSAT)

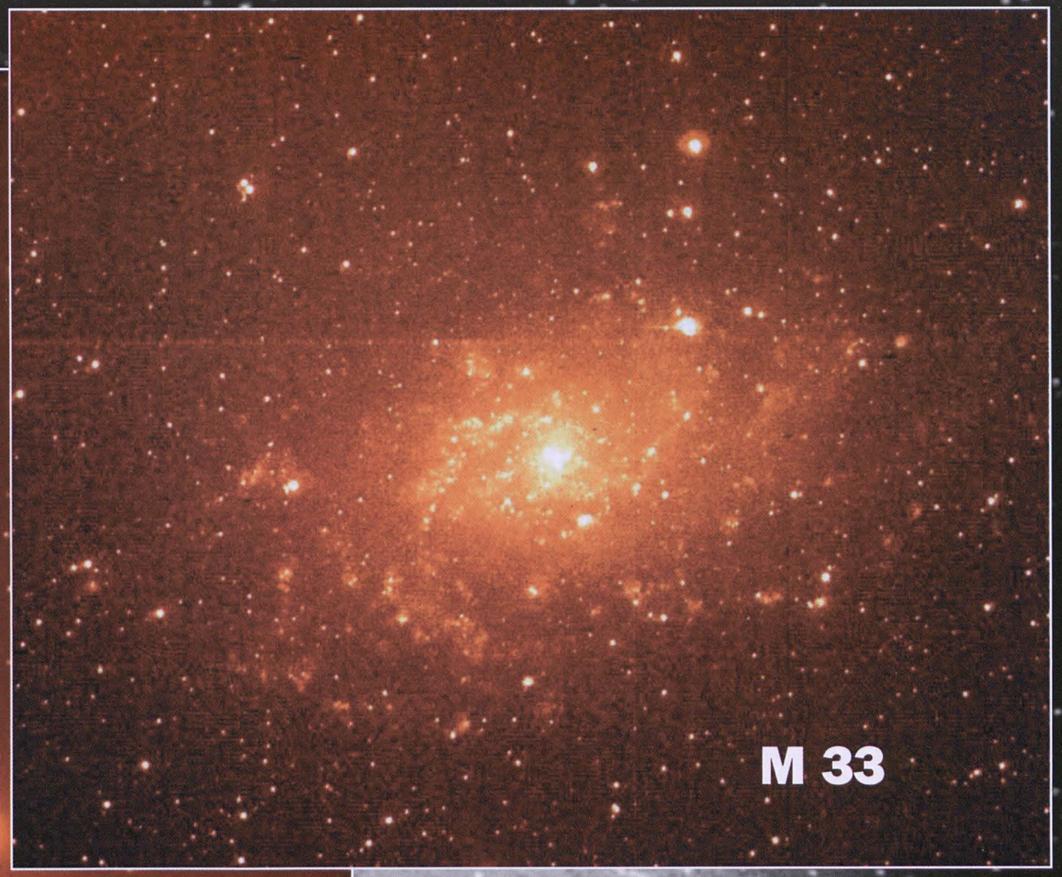




Obraz galaktyki w podczerwieni (fot. IRAS)



M 31



M 33

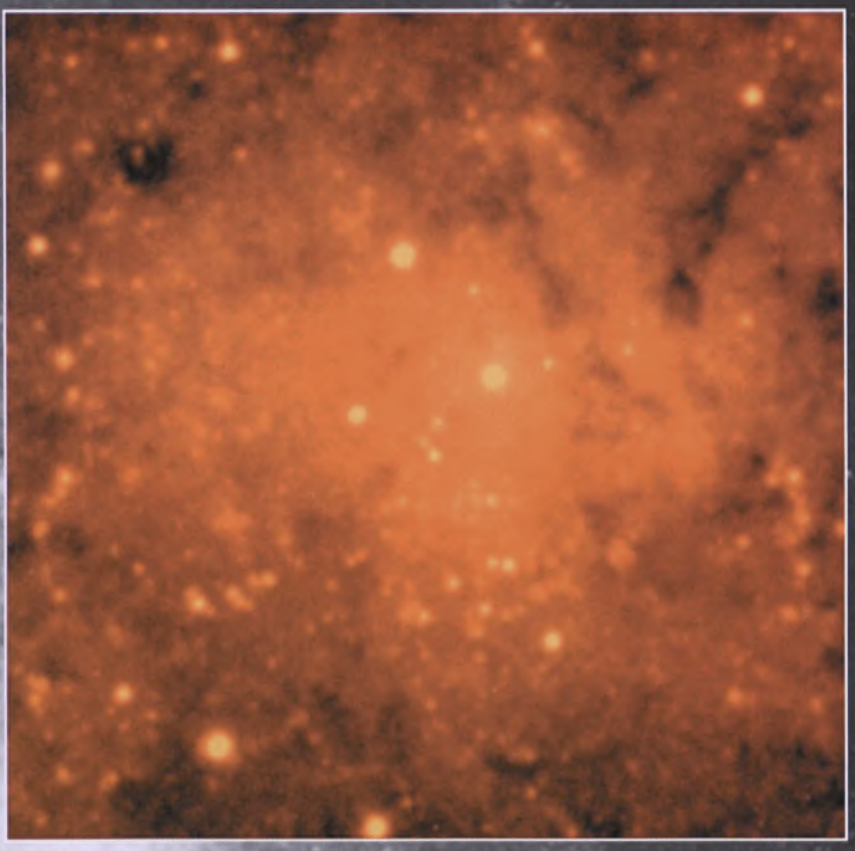
Sąsiadki Mlecznej Drogi

Obydwa zdjęcia uzyskano 30-cm astrografem obserwatorium Hoher List, stosując 5-minutową ekspozycję z użyciem kamery CCD i filtru Hα.
Fot. S. Kohle, T. Credn, T. Fritz

Urania
Postępy Astronomii

M 33 nie tylko z Ziemi

Najjaśniejsze struktury galaktyki M 33. (fot. D. Malin)



Na zdjęciu obok centralna część M 33 sfotografowana w pasmie V. W polu widzenia o krawędzi niespełna 5″ widoczne są liczne jasne gromady gwiazd (fot. Lowell Observatory)

Na lewo gigantyczny obszar powstawania gwiazd NGC 604 sfotografowany w styczniu 1995 r. kamerą WFPC2 teleskopu kosmicznego.
(fot. H. Yang, J.J. Hester, NASA)

Zewnętrzne obszary galaktyki uwypuklone w procesie cyfrowej obróbki zdjęć. Strzałka wskazuje mgławicę NGC 604. (fot. D. Malin)

M 32 (NGC 221) w Andromedzie (typ E2)

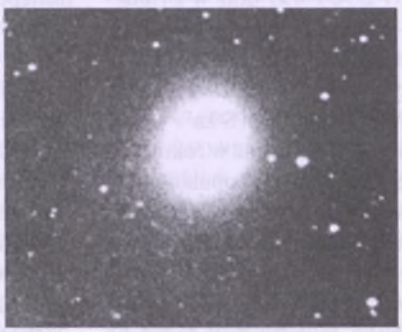
Rektascensja	$00^h42^m.7$
Deklinacja	+40°52′
Odległość	2 900 000 l.św.
Jasność obserwowana	8,1 mag
Rozmiary kątowe	8′ × 6′

M 32 to nieduża, ale jasna towarzyszka Wielkiej Galaktyki Andromedy. Ta karłowata galaktyka eliptyczna o średnicy 8 000 l. św. ma masę ok. 3 mld mas Słońca. Pomimo olbrzymiej różnicy w stosunku do M 31, biorąc pod uwagę całkowite rozmiary i masę, wewnętrzne obszary obu galaktyk wykazują znaczne podobieństwo: jakieś 100 mln mas Słońca (albo inaczej — mniej więcej 5000 „słońc" na parsek sześcienny) wprowadza w szybki ruch obiegowy centralny, masywny obiekt.

Ze względu na znaczną koncentrację gwiazd w M 32 ciekawie przedstawiałoby się niebo hipotetycznemu obserwatorowi znajdującemu się na jej peryferiach: z jednej strony sferę zapełniałyby obiekty macierzystej galaktyki, z drugiej — mielibyśmy przed oczami czerń międzygalaktycznej pustki, rozświetlaną tylko przez potężną spiralę M 31.

M 32 stanowi częsty cel badań jako jedna z najbliższych galaktyk eliptycznych. Nie zawiera gromad kulistych, sporadycznie obserwuje się w niej gwiazdy nowe (ostatnie odkrycie takiej gwiazdy o jasności 16,5 magnitudo pochodzi z 31 sierpnia ub. roku), nie zarejestrowano natomiast żadnej supernowej.

M 32 to pierwsza galaktyka eliptyczna, jaką kiedykolwiek zaobserwowano — dokonał tego Le Gentil 29 października 1749 r. Messier oglądał ten obiekt po raz pierwszy w 1757 r., umieszczając go wraz z M 110 na szkicu przedstawiającym „Wielką Mgławicę" Andromedy.

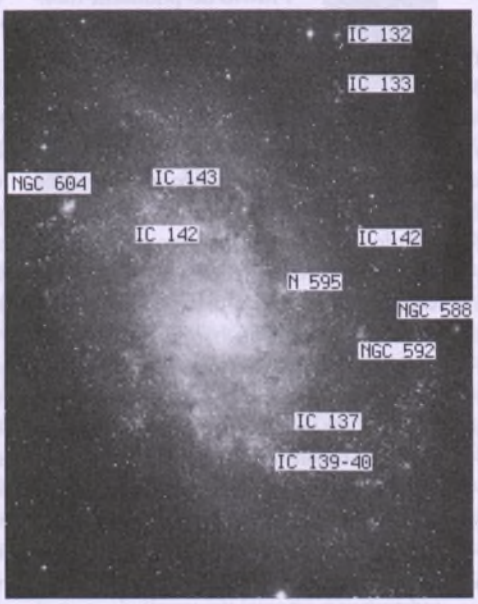


M 33 (NGC 598) w Trójkącie (typ Sc)

Rektascensja	$01^h33^m.9$
Deklinacja	+30°39′
Odległość	3 000 000 l.św.
Jasność obserwowana	5,7 mag
Rozmiary kątowe	73′ × 45′

Kolejną znaczącą przedstawicielką Lokalnej Grupy Galaktyk jest M 33. Wprawdzie prezentuje się blado w porównaniu z M 31 czy naszą Mleczną Drogą, ale w skali kosmicznej wypada powyżej średniej, biorąc pod uwagę masy i rozmiary galaktyk spiralnych. Posiada prawdopodobnie własnego satelitę (LGS 3), będąc jednocześnie w grawitacyjnych „objęciach" M 31.

Jako pierwszy ten rozmyty obiekt zauważył Hodierna przed rokiem 1654; Messier „odkrył" go raz jeszcze w 1764 r. William Herschel, który zasadniczo starał się nie powtarzać na swojej liście mgławic obiektów z katalogu Messiera, przypisał mu oznaczenie H V.17, rezerwując ponadto odrębny symbol (H III.150) dla najjaśniejszej i największej struktury widocznej w pobliżu końca jednego z ramion spiralnych (na zdjęciu można ją znaleźć po lewej stronie, nieco powyżej środka). Dziś wiemy, że NGC 604 (takie bowiem oznaczenie przyjęło się powszechnie) to jeden z największych do tej pory zaobserwowanych obszarów H II — obłoków zjonizowanego wodoru; ma średnicę prawie 1500 l.św. i prezentuje się szczególnie efektownie na zdjęciu uzyskanym teleskopem Hubble'a (fot. na kolorowej wkładce). Ujawnia ono m.in. ponad 200 młodych, gorących i masywnych (15–60 mas Słońca) gwiazd, które stosunkowo niedawno rozpoczęły swój żywot.



Również kilkanaście innych struktur galaktyki M 33 posiada własne oznaczenia w katalogach NGC i IC. Niektóre z nich są zidentyfikowane na mapce niżej i obejmują zarówno zgrupowania młodych, jasnych gwiazd, jak i mgławice dyfuzyjne. Większość z nich można dostrzec dopiero w teleskopach o średnicy ponad 30 cm, przy czym warto pamiętać, że do obserwacji M 33 należy używać jak najmniejszych powiększeń ze względu na wyjątkowo niską jasność powierzchniową (galaktyka zajmuje na niebie obszar wielkości około czterech księżycowych tarcz!). W doskonałych warunkach można próbować dostrzec ją gołym okiem, najlepiej prezentuje się oglądana przez silną lornetkę.

Badania cefeid z galaktyki M 33, przeprowadzone przed kilku laty (Freedman, Wilson, Madore 1991) wykazały, że M 33 położona jest nieco dalej niż Galaktyka Andromedy. Wyniki skalibrowane na nowo po analizie danych z satelity Hipparcos (1997) wskazują na odległość 3 mln l.św. Obserwowanym rozmiarom kątowym odpowiada więc średnica ok. 50 tysięcy l.św., zaś masę obiektu szacuje się na 10–40 mld mas Słońca.

Baade wyróżnił w M 33 gwiazdy II populacji, znaleziono też w niej szereg gromad kulistych. Odkryto przeszło sto gwiazd zmiennych, w tym 25 cefeid i 4 nowe. Nie dostrzeżono do tej pory supernowej, choć radioastronomowie sporządzili szczegółowe mapy szeregu pozostałości po takich wybuchach. Galaktyka M 33 promieniuje w zakresie rentgenowskim, warto też porównać jej ultrafioletowy obraz („Urania-PA" 5/98, w.I). (*kr*)

Czwarty etap pasjonującej wędrówki po krętych ścieżkach nauki

W *Postępach Astronomii* zeszyty 2/96 i 4/97 oraz w *Uranii - -Postępach Astronomii* zeszyt 2/98 przedstawiałem swoje opinie na temat 23 pozycji serii „Na ścieżkach nauki" wydawnictwa „Prószyński i S-ka". W drugiej połowie 1997 roku oraz w roku 1998 ukazało się 13 kolejnych popularnonaukowych książek formatu 142×202 mm w tradycyjnych czarnych lakierowanych okładkach: *Granice złożoności; ** Makroświat, mikroświat i ludzki umysł; Życie Marii Curie; Zagadka Neandertalczyka; *** Największa pomyłka Einsteina; ** Portret Izaaka Newtona; * Krótka historia Ziemi; Wielkie twierdzenie Fermata; *** Rzeka czasu; Darwin. Żywot uczonego; ** Galileusz; Sztuczny mózg; * Wspinaczka na szczyt nieprawdopodobieństwa.* Trzy pierwsze pozycje wydano w roku 1997, pozostałe w 1998. Zachęcam do przeczytania wszystkich, bo są tego warte, ale omówię tylko te tytuły, które poprzedzone są gwiazdkami — trzy gwiazdki postawiłem przy książkach w całości poświęconych szeroko rozumianej astronomii, dwiema oznaczyłem pozycje z pogranicza astronomii i innych dziedzin, zaś jedną przydzieliłem wtedy, gdy tylko pewne fragmenty tekstu są bardziej lub mniej pośrednio z astronomią związane.

Roger Penrose to jeden z najwybitniejszych współczesnych matematyków i fizyków teoretycznych. Jak pisze w przedmowie Malcolm Longair, w jego książce ***Makroświat, mikroświat i ludzki umysł*** [redakcja — Malcolm Longair, przekład — Piotr Amsterdamski, stron 282, cena 15 zł, 73 rysunki w tekście, bibliografia] przedstawiona jest wizja czy też manifest rozwoju fizyki matematycznej w XXI wieku. Rozdział pierwszy dotyczy czasoprzestrzeni i kosmologii, a drugi kwantowej fizyki mikroświata. Rozdział trzeci poświęcony jest ludzkiemu umysłowi oraz, postulowanym przez autora, związkom rozumu ze światem fizycznym, omówionym w dwóch pierwszych rozdziałach. Potem następują trzy krytyczno-dyskusyjne artykuły autorstwa Abnera Shimony'ego, Nancy Cartwright i Stephena Hawkinga. Najbardziej krytyczny jest Hawking, odrzucający w całości prezentowane idee. Ostatni siódmy rozdział to odpowiedzi na uwagi krytyków. Uwagę zwracają liczne pomysłowe rysunki, bardzo starannie wykonane przez Krzysztofa Białkowskiego na podstawie angielskiego wydania.

Pragnę uprzedzić miłośników astronomii, że nie jest to lektura do poduszki. Nawet rozdział pierwszy, gdzie autor omawia strukturę i ewolucję Wszechświata, nie jest łatwym tekstem popularnonaukowym. Uważam, że zręczniej by było, gdyby omawiana książka ukazała się w serii „Klasycy nauki", a jeżeli jest ona zarezerwowana dla zmarłych autorów, to w serii „Mistrzowie współczesności". Może nie doceniam czytelników *Uranii?* Jeżeli tak, to najmocniej przepraszam. W ramach zadośćuczynienia, osobom pragnącym dokładniej poznać poglądy Rogera Penrose'a, proponuję sięgnąć po jego wcześniejszą książkę, wydaną po polsku pod tytułem *Nowy umysł cesarza* [PWN, Warszawa 1995].

Prawie do poduszki można natomiast czytać lekko i dowcipnie napisaną książkę Donalda Goldsmitha ***Największa pomyłka Einsteina? Stała kosmologiczna i inne niewiadome w fizyce Wszechświata*** [przekład — Bogumił Bieniok i Ewa L. Łokas, stron 206, cena 18 zł, 34 rysunki w tekście, 12 kolorowych oraz 12 czarno-białych ilustracji na kredowych wkładkach, indeks]. Lekkość wykładu nie oznacza jednak w tym przypadku zbytniego upraszczania. Wręcz przeciwnie, z talentem tłumaczone są wszelkie niuanse omawianych zagadnień.

Według autora, zadaniem książki jest uspokojenie czytelników, którzy obawiają się, że „Wielki Wybuch okazał się Wielkim Niewypałem" i kosmologia przeżywa śmiertelny kryzys, o czym przeczytać można w gazetowych artykułach. W pierwszych siedmiu rozdziałach w zwięzłej formie przedstawiono stan naszej obecnej wiedzy na temat struktury i ewolucji Wszechświata. W następnych siedmiu rozdziałach są natomiast omówione te problemy, które kosmologom spędzają sen z oczu. Jest więc mowa o wieku Wszechświata oraz o jego przyszłości. Zaprezentowana jest teoria kosmicznej inflacji i bardzo szczegółowo przeanalizowany problem brakującej masy. Tytułowa „największa pomyłka" to, oczywiście, wprowadzona przez Einsteina tak zwana stała kosmologiczna, która jednym kosmologom jest zbędna, a innym bardzo przydatna.

Książka powinna się znaleźć w biblioteczce każdego miłośnika astronomii.

Koniecznie trzeba też przeczytać książkę Igora Nowikowa ***Rzeka czasu. Czarne dziury, białe dziury i podróże w czasie*** [przekład — Piotr Amsterdamski, stron 270, cena 16 zł, w tekście 33 dowcipne rysunki autora oraz Konstantina N. Moszkina, literatura uzupełniająca w języku polskim, indeks nazwisk]. Po *Czarnych dziurach i Wszechświecie*, to już druga pozycja tego autora, wydana w serii „Na ścieżkach nauki".

Tym razem, wybitny naukowiec i utalentowany popularyzator zabiera nas w pasjonującą żeglugę po meandrach rzeki czasu, próbując dopłynąć aż do jej nie odkrytych jeszcze źródeł. Po drodze zapoznajemy się z poglądami, jakie na temat czasu mieli fizycy i astronomowie od Heraklita do Einsteina, zaglądamy do czasoprzestrzennych dziur i tuneli, zastanawiamy się, dlaczego czas w ogóle płynie i czy można odwrócić kierunek jego upływu. Wykładowi dodają uroku liczne cytaty oraz anegdoty i wzmianki biograficzne. Jest zrozumiałe, że rosyjski kosmolog i astrofizyk często odwołuje się do osiągnięć swoich rodaków, mających do niedawna bardzo ograniczone możliwości prezentowania swoich dokonań na światowym forum. Często jednak zapo-

mina przy tym wspomnieć, że w tym samym czasie takich samych odkryć dokonywali naukowcy zachodni. Gdyby to była moja pierwsza książka o kosmologii, wyrobiłbym sobie pogląd, że prawie całą współczesną kosmologię stworzyli uczeni radzieccy i rosyjscy.

Portret Izaaka Newtona [przekład — Stefan Amsterdamski, stron 490, cena 24 zł, 17 czarno-białych kiepskiej jakości ilustracji, 74 strony bardzo obszernych przypisów, indeks nazwisk] z rozmachem nakreślony przez Franka E. Manuela, daleko odbiega od zwyczajowych, wyważonych i uładzonych biografii wielkich uczonych. Autor zrywa z ojca nowożytnej nauki dostojne szaty, w jakie przyodziano go zaraz po śmierci, nie kwestionując jednak jego geniuszu, wspartego podziwu godną wytrwałością i pracowitością.

Z portretu spogląda na nas wyniosły i ponury purytanin; samotnik, który „umarł jako prawiczek"; dyktatorski prezes Royal Society; autorytarny kurator królewskiej mennicy, bez zmrużenia oka posyłający fałszerzy na śmierć. Mówił, że widzi więcej i dalej niż jego poprzednicy, bo stoi na ramionach olbrzymów. Ale tak naprawdę, uważał siebie za największego ze wszystkich. Za wybrańca Boga Ojca, za ostatniego z proroków, przysłanego na grzeszną Ziemię, aby objawić maluczkim wieczną boską prawdę. Poszukując tej prawdy, kilkadziesiąt ostatnich lat długiego życia strawił na bezowocnych badaniach alchemicznych oraz dociekaniach chronologicznych i mitologicznych. Książka zawiera także wnikliwe omówienie intelektualnej atmosfery panującej w ówczesnej Anglii. Dzieło nie jest zbyt łatwe w czytaniu, ale ze wszech miar godne polecenia.

W opasłym tomie znajdziemy też sporo informacji o takich współczesnych Newtonowi angielskich uczonych, jak Robert Hook i John Flamsteed, z którymi przez wiele lat bezlitośnie wojował. Szczególnie dużo dowiedzieć się można o jego dozgonnym przyjacielu Edmundzie Halleyu. W odróżnieniu od swego mistrza, bynajmniej nie stronił on od uciech tego świata. Był na przykład ochoczym kompanem cara Piotra Wielkiego w jego nocnych wędrówkach po spelunkach i tawernach Londynu.

W książce ***Galileusz*** [przekład — Adam Szymanowski, stron 396, cena 22 zł, obszerne przypisy biografa, bibliografia, indeks nazwisk] James Reston prezentuje nam życiorys włoskiego fizyka i astronoma Galileo Galilei — jednego z tych gigantów, na ramionach których stał Newton. Jakże inne były charaktery tych dwóch sławnych ludzi. O ile Newtonowi własna wielkość najczęściej przeszkadzała w normalnych stosunkach z innymi ludźmi, to Galileusz autentycznie się cieszył ze swoich naukowych osiągnięć. Był w końcu pierwszym, któremu dane było zobaczyć na niebie rzeczy, których istnienia nikt wcześniej nawet nie podejrzewał. Cieszył się też życiem. Lubił luksus i wygody, lubił dobrze zjeść i zdrowo popić, był wspaniałym kompanem i duszą towarzystwa, przyjacielem wielu ówczesnych „cywilnych" i kościelnych dostojników. Nigdy się co prawda nie ożenił, ale od kobiet bynajmniej nie stronił. Miał trójkę prawnie uznanych dzieci, urodzonych mu przez pewną wenecką ulicznicę. Przyczyną wielu jego kłopotów był niewyparzony język i zjadliwe pióro. Gdy uważał, że ma rację, potrafił jej bronić do upadłego, bez zważania na konsekwencje.

W całkowitej zgodzie z charakterem bohatera, książka napisana jest lekko i dowcipnie, więc czyta się ją jednym tchem, jak dobrą powieść. Jest w niej nawet wątek kryminalno-sensacyjny, za jaki uznać można proces, wytoczony uczonemu przez Świętą Inkwizycję. „Sprawie Galileusza" poświęca autor sporo uwagi, konkludując ostatecznie, iż wcale nie została ona jeszcze zakończona.

J.D. Macdougall, autor książki ***Krótka historia Ziemi. Góry, ssaki, ogień i lód*** [przekład — Maria Aleksandra Bitner i Andrzej Pisera, stron 296, cena 18.50 zł, 46 rysunków w tekście, słowniczek, wykaz podręczników i literatury popularnej uzupełniony pozycjami w języku polskim, indeks], zwięźle prezentuje nam geologiczną ewolucję naszej planety, ewolucję jej atmosfery oraz ewolucję biosfery.

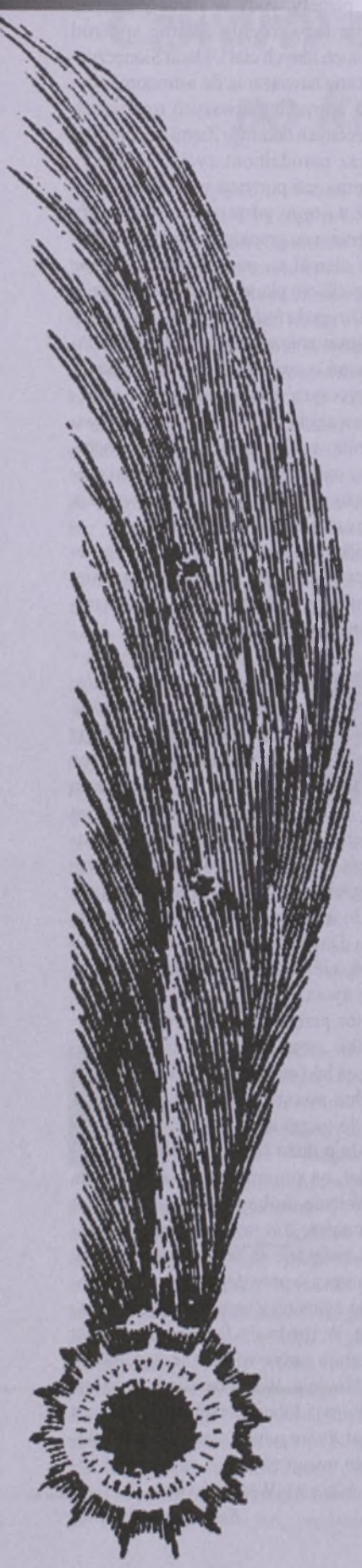
Wielka geologiczna aktywność, a szczególnie powstanie i rozrost kontynentów oraz zjawisko tektoniki płyt są, zdaniem autora, skutkiem istnienia na powierzchni naszej planety wody w stanie płynnym. Właśnie to wyróżnia Ziemię spośród wszystkich innych ciał Układu Słonecznego. Liczne nawiązania do astronomii występują w trzech pierwszych rozdziałach poświęconych budowie Ziemi i jej powstaniu oraz narodzinom życia. Tematyka astronomiczna powraca w rozdziale *Globalne katastrofy*, gdzie mowa o masowym wymieraniu na granicy kredy i trzeciorzędu, co niemal na pewno spowodowane było upadkiem planetoidy. Zaś w rozdziale *Wielka epoka lodowa* przypomniana została astronomiczna teoria zlodowaceń. Po raz ostatni o związkach Ziemi z Kosmosem przeczytać można pod koniec książki. Rozważane jest prawdopodobieństwo uderzenia w Ziemię niewielkiej planetoidy oraz naszkicowany został los, jaki czeka naszą planetę, gdy Słońce wejdzie w fazę czerwonego olbrzyma.

Krótka historia Ziemi napisana i przetłumaczona została bardzo przystępnie, a ewentualne problemy z geologiczną terminologią rozwiązuje słowniczek.

Po *Samolubnym genie*, który ukazał się w 1996 roku, ***Wspinaczka na szczyt nieprawdopodobieństwa*** [przekład — Małgorzata Pawlicka-Yamazaki, stron 394, cena 24 zł, 125 rysunków i czarno-białych fotografii w tekście, bibliografia uzupełniona o pozycje w języku polskim, indeks] jest drugą już książką Richarda Dawkinsa, prowadzącą nas po krętych ścieżkach nauki o ewolucji ziemskiego życia.

Autor przekonująco dowodzi, że nawet taki „szczyt nieprawdopodobieństwa", za jaki antyewolucjoniści uważają naturalne powstanie ludzkiego oka, jest łatwy do osiągnięcia. Potrzeba tylko odpowiednio dużo czasu, liczonego milionami lat, na sumowanie się z pokolenia na pokolenie drobnych, przypadkowych udoskonaleń. Z szeroko rozumianą astronomią związane są te fragmenty tekstu, gdzie mowa o prawdopodobieństwie powstania życia na Ziemi i w ogóle w Kosmosie. W rozdziale *Posłanie ze szczytu* autor zbija antyewolucyjne argumenty Freda Hoyle'a, Williama Thomsona (lorda Kelvina) i Johna Herschela. Natomiast rozdział *Robot powielający* zawiera interesujące uwagi na temat możliwości istnienia życia we Wszechświecie.

Kazimierz Schilling



Komety obserwowane w Sekcji Obserwatorów Komet PTMA w 1998 roku

Na wiosnę 1998 roku obserwowaliśmy dwie komety: 55P/Tempel-Tuttle oraz 103P/Hartley2. Opracowanie obserwacji tych komet zostało podane w „Uranii" 5/1998.

Pozostałe komety w minionym roku powinny pozostawać, według przewidywań, poza zasięgiem sprzętu obserwacyjnego polskich miłośników astronomii. Dopiero pod koniec roku ogłoszono akcję obserwacyjną dla komety krótkookresowej 21P/Giacobini-Zinner. Niemniej jednak kilka innych komet było obserwowanych przez niektórych obserwatorów SOK, a niektóre z nich sprawiły nawet niespodziankę. W dalszym ciągu artykułu przedstawiono opracowanie nadesłanych obserwacji. W związku z małą ilością obserwacji rodzimych wykorzystano także obserwacje z archiwum International Comet Quarterly (ICQ), głównie wykonane przez członków British Amateur Astronomers Society (BAAS). Na przedstawionych wykresach obserwacje członków SOK oznaczone są symbolami otwartymi. Przewidywana krzywa jasności komety podana jest linią przerywaną, dopasowana krzywa obserwowanej jasności linią ciągłą.

Poniższa tabelka podaje elementy orbit opisywanych komet (elementy kątowe podane dla epoki 2000.0)

Dla wszystkich powyższych komet sporządzono wykresy zmienności jasności komety w czasie.

W celu uchwycenia ogólnego sensu zmian blasku oczyszczono krzywe blasku z fałszującego wpływu zmiennej odległości komet od Ziemi. Polega to na odjęciu od obserwowanej jasności otoczki pięciokrotnego logarytmu odległości kometa–Ziemia, wyrażonej w jednostkach astronomicznych. Ten zabieg ma sens taki, jak gdyby pomiary jasności danej komety były przeprowadzane w stałej odległości 1 j.a. od niej. Dla wszystkich komet otrzymaną zależność dopasowywano do klasycznej formuły:

$$m = H_0 + 5\log \Delta + 2.5n \log r$$

gdzie:

m — jasność obserwowana,

H_0 — jasność absolutna (1 j.a. od Słońca i 1 j.a. od Ziemi),

Δ — odległość od Ziemi

r — odległość od Słońca

n — czynnik określający aktywność komety.

Poniżej zostaną omówione szczegółowo wszystkie powyższe komety.

Kometa C/1997J2 (Meunier-Dupouy)

Kometa została odkryta przez Michela Meuniera (Arbonne la Forêt, Francja) 7 maja 1997 w trakcie obserwacji komety C/1997J1 (Mueller). W momencie odkrycia kometa znajdowała się zaledwie 6′ na południowy zachód od komety Muellera! W rzeczywistości komety te nie mają ze sobą nic wspólnego, a ich orbity różnią się całkowicie! Jest to kolejny przykład roli przypadku w astronomii. Odkrycia dokonano przy pomocy kamery CCD podłączonej do teleskopu o średnicy 20 cm. Odkrywca ocenił jasność komety na $14{,}0^m$. Kometa została niezależnie odkryta kolejnego wieczoru przez P.Dupouy (Observatoire de Pax, Francja) przy pomocy analogicznego sprzętu i w podobnych okolicznościach. Tym razem jasność komety oceniono na $15{,}5^m$, co pokazuje trudności w ocenie jasności tak słabych komet. Dzień później okazało się, że J.Mueller

Tab. 1. Elementy orbit komet obserwowanych w SOK PTMA w 1998 roku.

Nazwa i oznaczenie	T_0	q	e	i	ω	Ω
Meunier-Dupouy (C/1997 J2)	10,572 III 1998	3,051	1,002	91,239	122.704	148.850
Stonehouse (C/1998 H1)	14,409 IV 1998	1,487	0,998	104,694	1,316	222,114
LINEAR (C/1998 K5)	17,438 VII 1998	0,963	0,987	9,928	99,447	211,117
Williams (C/1998 P1)	17,853 X 1998	1,147	1,000	145,729	294,483	156,376
P/Giacobini-Zinner (21P)	21,314 XI 1998	1,033	0,706	31,859	172,540	195,399
LINEAR (C/1998 U5)	21,831 XII 1998	1,236	0,985	131,753	51,183	66,642
LINEAR (C/1998 M5)	24,575 I 1999	1,742	0,996	82,228	101,288	333,376
P/Harrington-Abell (52P)	27,877 I 1999	1,756	0,543	10,219	138,900	337,288
Jäger (P/1998 U3)	10,017 III 1999	2,134	0,648	19,141	180,862	303,549

gdzie: T_0 – moment przejścia przez peryhelium, q – odległość peryhelium [j.a.], e – mimośród, i – nachylenie płaszczyzny orbity do ekliptyki, ω – długość peryhelium, Ω – długość węzła wstępującego orbity.

(Palomar Observatory, USA) znalazł kometę C/1997J2 na tym samym zdjęciu, na którym odkrył kometę 1997J1 w dniu 5 maja 1997! Na zdjęciu widoczny jest skierowany na południe warkocz.

Orbita komety została wyznaczona przez B.G.Marsdena 9 maja 1997. Kometa krąży po orbicie parabolicznej, a nawet jej mimośród jest lekko hiperboliczny, co może oznaczać, że kometa Meunier-Dupouy przyleciała do nas z samego Obłoku Oorta! Największe zbliżenie komety do Ziemi wystąpiło 14 sierpnia 1998 na odległość aż 2,492 j.a., co jest związane z dużą odległością peryhelium orbity komety od Słońca (3,051 j.a.). Należy także zwrócić uwagę na nachylenie orbity komety do płaszczyzny ekliptyki, równe około 90°, co dodatkowo przemawia za Obłokiem Oorta jako jej źródłem.

Spośród członków SOK kometę Meunier-Dupouy obserwowali jedynie K.Czernis (Litwa), R.Janulis (Litwa), G.Kakaras (Litwa), J.Płeszka (Kraków) i M.Drahus (Kraków).

Poniżej przedstawiona jest krzywa jasności komety (Rys. 1).

Zwraca uwagę długi, niemal roczny okres prawie stałej jasności komety. Jeden z naszych obserwatorów (M.Drahus) wykorzystał to, wykonując jej obserwacje w niemal rocznym odstępie czasu!

Z przedstawionej zależności wynika, że kometa przyleciała jako ciało o raczej jasnym jądrze ($\mathbf{H_0=4^m}$) i zwyczajnej dla komet jednopojawieniowych aktywności (**n=3,5**). Przy założeniu standardowej wartości albedo, można oszacować średnicę jądra komety na aż 30 km, czyli prawie trzy razy więcej niż jądro komety Halleya! W pobliżu peryhelium (10 marca 1998) prawdopodobnie na skutek zwiększonego oddziaływania termicznego ze strony Słońca (choć w odległości 3 j.a. od Słońca jest to raczej niezwykłe) nastąpił wzrost jasności jądra i jego aktywności. Nowe wartości jasności absolutnej i współczynnika aktywności to odpowiednio $\mathbf{H_0=1^m}$ i **n=6**. Tak więc niewątpliwie jądro komety pokryło się świeżym, jasnym materiałem bądź też otoczyło się jasnym „kokonem" wewnętrznej głowy.

Średnica głowy komety Meunier-Dupouy wzrastała od 2′ w czerwcu 1997 do 3,5′ w październiku 1997, by następnie spaść z powrotem do 2′ w okolicach peryhelium. W związku z omawianym powyżej wybuchem średnica głowy ponownie wzrosła do 3,5′ w lipcu i sierpniu 1998. Uwzględniając zmieniającą się odległość komety od Ziemi, daje to liniowe rozmiary głowy zmieniające się w granicach od **400 tys.** do **500 tys. km**, co stanowi typowe wartości dla komet.

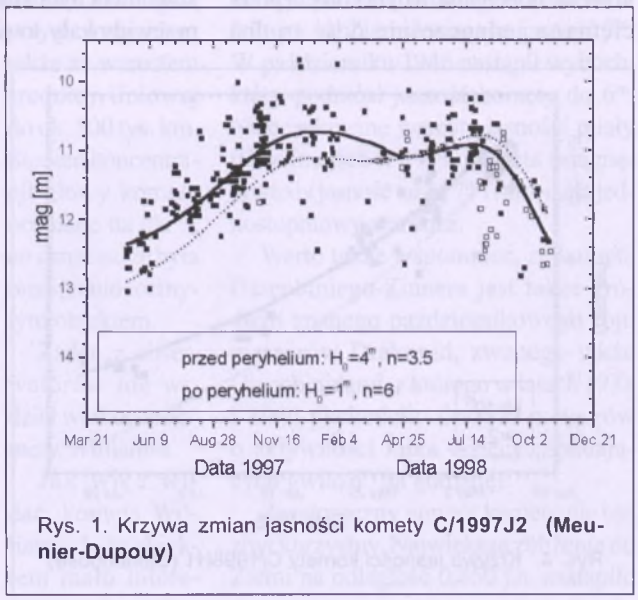
Obserwacje komety, pomimo jej niewielkiej jasności, ułatwiał stosunkowo wysoki stopień koncentracji otoczki (**DC**) równy ok. **4**, który nie zmieniał się w całym okresie obserwacyjnym.

Wielu obserwatorów (także naszych) obserwowało warkocz komety o długości 0,1°, co daje długość liniową równą ok. **900 tys. km**, czyli zaledwie trzykrotną wartość średnicy głowy, co nie dziwi, jeżeli sobie przypomnimy, że kometa Meunier-Dupouy na swojej orbicie nie znalazła się bliżej Słońca, niż 3 j.a.

Jak więc widzimy, kometa Meunier-Dupouy była obiektem bardzo interesującym i należy jedynie wyrazić żal, że nie znalazła się ona bliżej Słońca i Ziemi, gdyż wtedy nie ustępowałaby komecie Hale'a-Boppa z 1997 roku!

Kometa C/1998H1 (Stonehouse)

Kometa została wizualnie odkryta 22 kwietnia 1998 przez Patricka Stonehouse'a (Wolverine,USA) przy pomocy 44 cm reflektora jako rozmyty, lekko skondensowany obiekt o jasności 12–13^m, chociaż inny obserwator ocenił jej ja-



Rys. 1. Krzywa zmian jasności komety **C/1997J2 (Meunier-Dupouy)**

sność w tym okresie na $10,7^m$. Na zdjęciach wykonanych w kilka dni później widoczny jest skierowany na południe słaby warkocz.

Orbita komety jest bardzo silnie wyciągniętą elipsą, jej okres obiegu wokół Słońca wynosi ok. 17 tys. lat! Najbardziej do Ziemi kometa Stonehouse'a zbliżyła się 23 kwietnia 1998 (czyli w czasie odkrycia) na odległość 0,536 j.a., osiągając jasność ok. $\mathbf{10^m}$.

Spośród członków SOK kometę Stonehouse'a obserwował jedynie K.Czernis (Litwa).

Na rys. 2. przedstawiona jest krzywa jasności komety. Z wyznaczonych wartości $\mathbf{H_0=10^m}$ i **n=2** wynika, że jest to kometa o słabym jądrze i bardzo niskiej aktywności. Wyznaczona wartość jasności absolutnej wskazuje na jądro o średnicy zaledwie **2 km**. Nie zostały zaobserwowane jakiekolwiek ślady wzmożonej aktywności komety.

Średnica głowy komety spadała od 10′ w czasie odkrycia do 1′ w sierpniu 1998. Po przeliczeniu na wielkość liniową okazało się, że średnica głowy komety Stonehause'a była stała w funkcji odległości od Słońca i wynosiła ok. **130 tys. km**, jedynie w pobliżu peryhelium średnica ta wzrosła do ok. 250 tys. km.

Stopień koncentracji głowy komety DC był praktycznie stały i wynosił **3**.

Niektórzy obserwatorzy widzieli także warkocz komety Stonehause'a, osiągający nawet 0,8°, co w przeliczeniu na długość liniową daje 1,4 mln km. Był on jednak niezwykle słaby i trudny do obserwacji.

Powyższe wyniki świadczą o tym, że kometa Stonehause'a była kometą przeciętną, a jednocześnie dość trudną w obserwacji. Niewątpliwie nie była obiektem interesującym.

Kometa C/1998K5 (LINEAR)

Przedstawiona kometa jest pierwszą z omawianych w niniejszym artykule komet odkrytych w ramach programu **LI**ncoln Laboratory **N**ear **E**arth **A**steroid **R**esearch Project (LINEAR), mającego na celu wykrywanie zagrażających Ziemi blisko przelatujących planetoid. Przy okazji jest odkrywanych także wiele komet. Również kometa 1998K5 została odkryta 26 maja 1998 w ramach tego programu przy pomocy 1-m teleskopu ETS-1 (f/2.15) jako szybko poruszający się obiekt o jasności 18^m. Już w kilka dni później potwierdzono, że jest to kometa poruszająca się po bardzo wydłużonej orbicie, jej okres obiegu wokół Słońca wynosi 600 lat. Ten fakt oraz małe nachylenie płaszczyzny orbity do ekliptyki wskazuje na pochodzenie tej komety z Pasa Kuipera, rozciągającego się między orbitą Neptuna a hipotetycznym Obłokiem Oorta.

Peryhelium orbity komety znajduje się niewiele bliżej Słońca od orbity ziemskiej, tak więc potencjalnie możliwe są duże zbliżenia obu obiektów. Tym razem najbardziej do Ziemi kometa 1998K5 zbliżyła się 19 czerwca 1998 na odległość zaledwie 0.186 j.a., osiągając jasność ok. $\mathbf{11^m}$.

Spośród członków SOK kometę 1998K5 obserwowali jedynie M.Drahus (Kraków) i J.Płeszka (Kraków).

Poniżej przedstawiona jest krzywa jasności komety (Rys. 3).

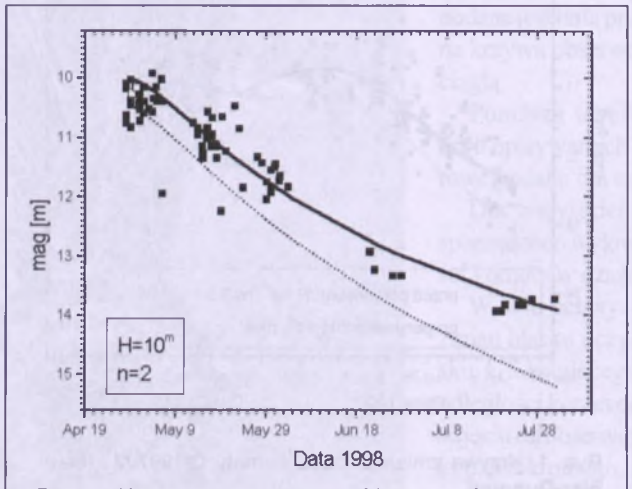
Przede wszystkim wyraźnie widać, że kometa była znacznie jaśniejsza niż przewidywały to pierwotne prognozy. Kometa przyleciała jako ciało o słabym (małym) jądrze i wysokiej aktywności. Na podstawie wyznaczonej wartości $\mathbf{H_0=15^m}$ można określić średnicę jądra na zaledwie 200 m! Niemniej jednak wysoka aktywność (**n=10**) oraz stosunkowo nieduża odległość od Ziemi sprawiły, że kometa była możliwa do obserwacji w warunkach amatorskich. Zresztą pamiętajmy, że podobną średnicę jądra miała piękna kometa Hyakutake (C/1996B2).

Niedługo po przejściu przez peryhelium, pod koniec lipca, wyczerpały się źródła świeżej materii na jądrze i aktywność komety całkowicie zaniknęła.

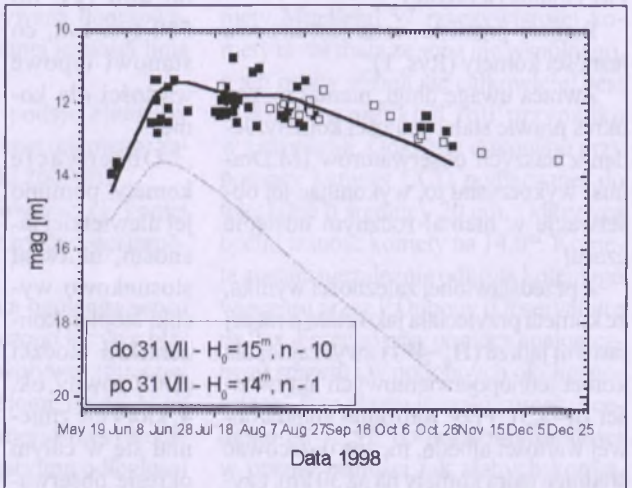
Ułatwieniem obserwacji komety 1998K5 było to, że średnica jej głowy była bardzo mała, wynosiła najwyżej **0,4′**, a dla wielu obserwatorów miała wygląd gwiazdopodobny. Jej wygląd podkreśla też czynnik DC, równy **8–9**, co oznacza, że wygląd komety w większości teleskopów nie różnił się od gwiazdy. Oznacza to, że do obserwacji komety, pomimo jej stosunkowo niskiej jasności równej najwyżej 11^m, wystarczała np. lornetka 20×60. Uwzględniając odległość komety od Ziemi, podana wyżej średnica daje średnicę liniową zaledwie ok. **3500 km**, czyli równą średnicy Księżyca. Jest to wielkość 100 razy mniejsza niż zwyczajna dla innych komet!

Większość obserwatorów widziało także krótki warkocz komety 1998K5, chociaż niektórzy dawali mu długość aż 2°, co w przestrzeni daje aż 2 mln km!

Wszyscy, którzy widzieli kometę LINEAR (1998K5), podkreślają jej niezwykłą urodę. Była ona jak gdyby miniaturką „dorosłej" komety. Niektórzy



Rys. 4. Krzywa jasności komety C/1998H1 (Stonehouse)



Rys. 4. Krzywa jasności komety C/1998K5 (LINEAR)

nawet obserwowali zagęszczenia i ruchy w jej warkoczu. Zacytujmy zresztą jednego z nich (M.Drahus): „...Była to po prostu miniaturka „rasowej" komety: jasna kondensacja, koma, warkocz. Ponadto udało mi się zaobserwować, trzykrotnie, zagęszczenie w warkoczu. To samo zagęszczenie, jak również inne, obserwował Nicolas Bivier. Nie wiemy jednak, czy były to fragmenty jądra komety, czy też zwykłe zagęszczenie materii. Za każdym razem miało ono jasność ok. $15{,}0^m$, znajdowało się 0,1′–0,2′ od centralnej kondensacji, dokładnie w warkoczu.(...) wydaje mi się interesujący fakt obserwacji jej u tak słabej komety".

Tab. 2. Aktywni obserwatorzy komety Giacobiniego-Zinnera

Obserwator	Miejscowość	Użyty sprzęt
Wojciech Burzyński	Czarna Białostocka	L110
Antoni Chrapek	Nehrybka	R68 C350
Kazimierz Czernis	Wilno (Litwa)	C250 M350 T406
Michał Drahus	Kraków	T200 B60 B100
Darius Gasiunas	Meisiagala (Litwa)	L195
Krzysztof Kida	Tropy Elbląskie	L250
Maciej Kwinta	Kraków	R80
Janusz Płeszka	Kraków	T200 L250 M150 M350 B110 B100
Piotr Sadowski	Pcim	L110
Mariusz Świętnicki	Zręcin	L250
Robert Włodarczyk	Częstochowa	L180

Oznaczenia: B — lornetka, R — refraktor, L — newton, M — maksutow, T— schmidt-cassegrain, C — cassegrain. Liczby oznaczają średnicę instrumentu w milimetrach.

Kometa C/1998 P1 (Williams)

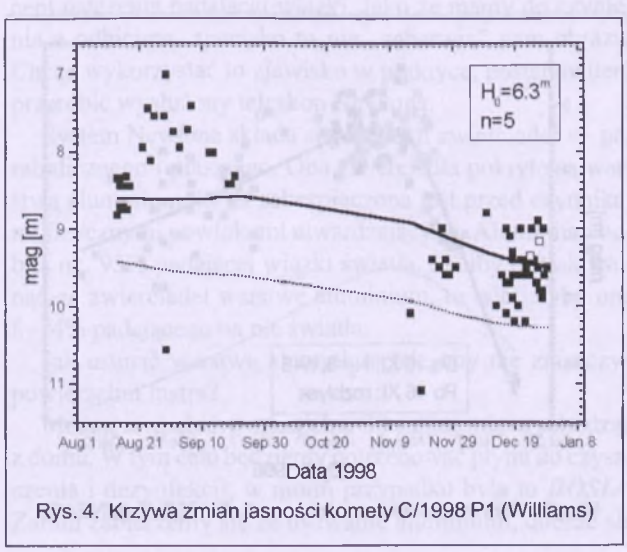
Kometa została odkryta wizualnie przez Petera Williamsa (Heathcote, Australia) 10 sierpnia 1998 przy pomocy 30 cm reflektora jako rozmyty obiekt o jasności $9{,}5^m$. Kometa początkowo była widoczna jedynie na półkuli południowej, gdzie na przełomie sierpnia i września pojaśniała do 8^m przy średnicy głowy równej 4′. W październiku kometa zniknęła w blasku Słońca. Dopiero 15 listopada została ponownie zaobserwowana, tym razem już na półkuli północnej, przez A.Hale'a (Nowy Meksyk, USA) jako obiekt $10{,}1^m$.

Orbita komety Williamsa jest orbitą paraboliczną, co w praktyce oznacza, że prawdopodobnie przyleciała do nas z samego Obłoku Oorta. Peryhelium orbity komety znajduje się niewiele dalej od Słońca niż orbita Ziemi. Kometa porusza się po orbicie ruchem wstecznym, przeciwnym do ruchu planet, a jej płaszczyzna orbity nachylona jest do płaszczyzny orbity Ziemi pod kątem 34°. Największe zbliżenie do Ziemi na odległość 1,045 j.a. wystąpiło 29 stycznia 1999.

Spośród członków SOK kometę Williamsa obserwowali jedynie K.Czernis (Litwa) i M.Drahus (Kraków). Rys. 4 przedstawia krzywą zmian jasności komety.

Widać, że kometa była ok.1^m jaśniejsza od jasności przewidywanej. Wyznaczone wartości $\mathbf{H_0=6^m}$ i **n=5** wskazują na kometę przeciętną, o jądrze średnich rozmiarów (ok. 13 km, czyli tyle, co komety Halleya) i aktywności zbliżonej do standardowej (n=4). Kometa nie wykazywałażadnych zmian aktywności.

Średnicę głowy komety oceniano na ok. **4′** (co daje rozmiar liniowy **300 tys. km** — typowy dla większości komet), jednak niektórzy obserwatorzy stwierdzili, że w grudniu 1998 wzrosła ona do 8′, co wiąże się częściowo z mniejszą odległością od Ziemi w tym okresie, lecz także ze wzrostem średnicy liniowej do ok. 500 tys. km. Stopień koncentracji głowy komety oceniano na ok. 3, co oznacza, że była ona średnio rozmytym obiektem.



Rys. 4. Krzywa zmian jasności komety C/1998 P1 (Williams)

Żaden z obserwatorów nie widział warkocza komety Williamsa.

Jak więc widać, kometa Williamsa była obiektem mało interesującym, zwłaszcza na półkuli północnej.

Kometa 21P/Giacobini-Zinner

Kometa została odkryta 20 grudnia 1900 przez Michela Giacobiniego (Nicea, Francja). Był to pozbawiony warkocza obiekt o jasności $10{,}5^m$–11^m. Ponownie odkryta została 23 października 1913 przez Ernsta Zinnera (Bamberg, Niemcy), w czasie obserwacji gwiazdy zmiennej β Sct jako obiekt 10^m o średnicy 3′ obdarzony warkoczem o długości 30′. Już w 1900 roku ustalono, że jest to kometa krótkookresowa z rodziny Jowisza. Jej okres obiegu wokół Słońca ustalono później na 6,46 roku. Ponownie była obserwowana w 1926 roku i od tego czasu w czasie każdego powrotu w pobliże Słońca. W 1946 kometa przeszła w odległości zaledwie 0,26 j.a. od Ziemi, osiągając jasność 7^m. W październiku 1946 nastąpił wybuch, który podniósł jasność komety do 6^m. Nieoczekiwane wzrosty jasności miały także miejsce w 1959, kometa osiągnęła wtedy jasność także 7^m i rozwinęła jednostopniowy warkocz.

Warto także wspomnieć, że kometa Giacobiniego-Zinnera jest także źródłem znanego październikowego roju meteorów Drakonid, zwanego także Giacobinidami, z którego w latach 1933 i 1946 pochodziły deszcze meteorów o aktywności kilka tysięcy „spadających gwiazd" na godzinę!

Zeszłoroczny powrót komety nie był zbyt korzystny. Największe zbliżenie do Ziemi na odległość 0,850 j.a. nastąpiło

26 listopada 1998. Był to jednocześnie okres największej jasności komety, która osiągnęła jasność 8^m. Niestety, warunki obserwacyjne nie były najlepsze, kometa znajdowała się stosunkowo nisko nad wieczornym, zachodnim horyzontem.

Obserwacje komety Giacobiniego-Zinnera otrzymaliśmy od jedenastu obserwatorów, którzy wykonali łącznie 65 ocen jasności, 64 ocen stopnia kondensacji oraz 51 pomiarów średnicy otoczki. A oto autor niektórych „rekordów":

- pierwsza obserwacja (20 VIII 1998) — Janusz Płeszka
- ostatnia obserwacja (17 I 1999) — Janusz Płeszka
- najdłuższa seria (20 VIII 1998 – 17 I 1999) — Janusz Płeszka
- najwięcej nocy obserwacyjnych: 22 — Janusz Płeszka.

Tabela 2 zawiera nazwiska wszystkich 11 osób, które nadesłały nam raporty z obserwacji.

Jak widać z zamieszczonego poniżej wykresu (Rys. 5), kometa była około 1^m jaśniejsza od przewidywań. Jej krzywa zmian blasku nie wykazuje żadnych efektów dodatkowych i daje się z łatwością opisać przy pomocy klasycznej formuły. Jej dopasowanie prowadzi do jasności absolutnej $\mathbf{H_0=8{,}5^m}$ przy współczynniku aktywności **n=4,8**. Oznacza to kometę o 4 km jądrze i przeciętnej aktywności. Z innych pomiarów otrzymano wartość średnicy jądra równą 200 m, co może oznaczać, że albedo jądra jest większe od przeciętnego. Aktywność jest raczej typowa dla komety krótkookresowej.

Średnica głowy komety zmieniała się od **1′** w sierpniu do **15′** pod koniec grudnia 1998. Odpowiada to rzeczywiście liniowemu wzrostowi średnicy głowy od 100 tys. do 600 tys. km. Przyczyna takiego zachowania nie jest znana.

Stopień koncentracji DC na początku okresu obserwacyjnego (w sierpniu 1998) był duży i wynosił ok. 7, jednakże szybko spadł i w listopadzie i grudniu wynosił już tylko **2–3**, co dodatkowo utrudniało obserwacje tej komety.

Warkocz komety Giacobiniego-Zinnera nie był przez naszych obserwatorów obserwowany.

Kometa C/1998U5 (LINEAR)

Kometa została odkryta w ramach omawianego wcześniej programu LINEAR [IAUC 7044] w dniu 31 października 1998.

Kometa 1998U5 porusza się ruchem wstecznym po orbicie nachyłonej do płaszczyzny ekliptyki pod kątem 48°. Orbita komety jest bardzo silnie wyciągniętą elipsą. Okres obiegu komety wokół Słońca wynosi niecałe 800 lat. Wszystko to świadczy o tym, że była ona gościem z Pasa Kuipera, zbliżającym się do Słońca na odległość niewiele przekraczającą odległość Ziemi od Słońca. Najbliżej Ziemi natomiast w odległości 0.445 j.a. kometa znalazła się 15 listopada 1998.

Kometa 1998U5 zgodnie z przewidywaniami nie powinna była przekroczyć w maksimum jasności $10{,}5^m$. Jednak około 16 listopada nastąpił wybuch, który spowodował, że kometa stała się dostępna dla małych teleskopów i lornetek. Jednocześnie kometa znajdowała się niemal w zenicie. Skłoniło to M.Drahusa (Kraków) i J.Płeszkę (Kraków) do podjęcia obserwacji. Na Rys. 6 przedstawiona jest krzywa zmian jasności komety.

Wyraźnie widoczny jest efekt rozbłysku. Przed jego wystąpieniem kometa była obiektem o raczej słabym ($\mathbf{H_0=8^m}$, co wskazuje na średnicę ok. 5 km), chociaż aktywnym jądrze (**n=8**).

Oczywiście podanie analogicznych wartości dla okresu rozbłysku nie ma sensu fizycznego.

Średnica głowy komety malała od **14′** w połowie listopada do **4′** pod koniec grudnia. Po uwzględnieniu zmieniającej się odległości komety od Ziemi okazało się, że liniowa średnica głowy komety była stała i wynosiła 300 tys. km, co jest wielkością standardową dla większości komet.

Obserwacje komety ułatwiał wysoki stopień koncentracji głowy równy **5**.

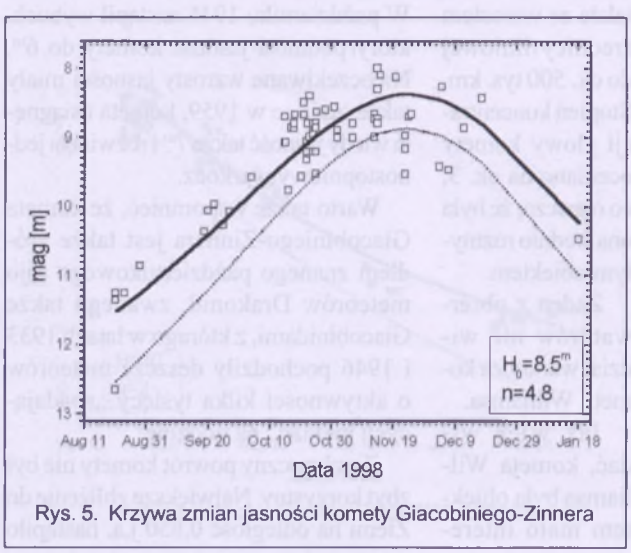
Warkocza omawianej komety nikt nie obserwował.

Należy jednak uważać kometę 1998U5 za obiekt interesujący, jako przykład tego, jak rozbłysk komety może wpłynąć na jej atrakcyjność.

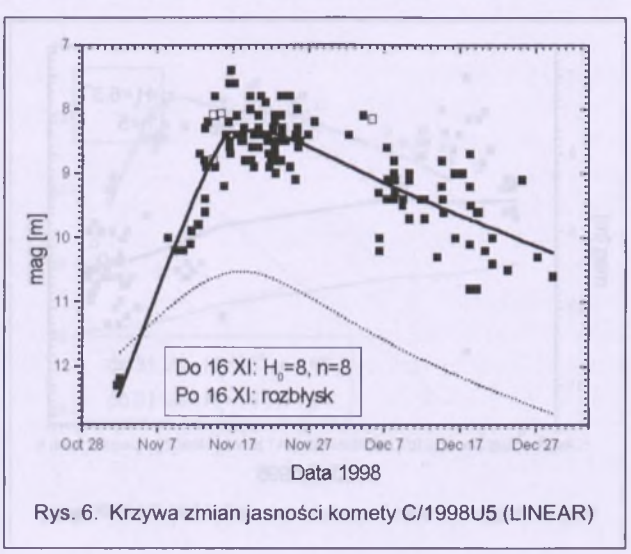
W 1998 roku rozpoczęto także obserwacje komet C/1998M5 (LINEAR), 55P/Harrington-Abell oraz C/1998U3 (Jäger), jednakże nie są one jeszcze zakończone i będą kontynuowane w roku bieżącym, a na podsumowanie należy poczekać.

Podsumowując miniony rok, należy stwierdzić, że brak jasnych komet zmusił ambitnych obserwatorów do „zajęcia się" tymi, które były na niebie. Okazało się, że komety są nieprzewidywalne, i nawet w przypadku, gdy prognozy są niepomyślne, należy podejmować próby obserwacji.

Tomasz Ściężor



Rys. 5. Krzywa zmian jasności komety Giacobiniego-Zinnera



Rys. 6. Krzywa zmian jasności komety C/1998U5 (LINEAR)

TELESKOP SŁONECZNY

Jako że dni stają się coraz dłuższe i Słońce świeci coraz wyżej, chciałbym poniżej przedstawić niekonwencjonalny sposób na obserwowanie Słońca.

Tarczę słoneczną miłośnicy astronomii w naszym kraju obserwują na dwa sposoby.

Najpowszechniejszym jest umieszczenie białego ekranu za okularem, na którym tworzony jest obraz Słońca. Jako że Słońce „obdarowuje" nas dużą ilością światła, obraz ten jest jasny i kontrastowy, tak że bez trudu widać plamy i ich strukturę. Metoda ta, pomimo wielu swoich zalet (najważniejszą jest bezpieczeństwo!), nie pozwala nam na obserwację najdrobniejszych szczegółów obrazu tworzonych przez teleskop. Stąd też wielu obserwatorów obserwuje powierzchnię Słońca bezpośrednio przez okular, zmniejszając ilość światła poprzez zakładanie na tubus teleskopu diafragmy i umieszczenie w układzie optycznym filtra spawalniczego. Kombinacja taka znacznie zmniejsza ilość światła słonecznego, jednak odbywa się to kosztem znacznego pogorszenia jakości obrazu. Jest to wynikiem nie tylko zmniejszenia średnicy wejściowej teleskopu (a ta ma wpływ na zdolność rozdzielczą), ale także zastosowania filtra spawalniczego (wprowadzającego sztuczne zabarwienie), którego parametry optyczne są słabe, żeby nie powiedzieć fatalne... Warto podkreślić, iż jeśli odpowiednio nie zmniejszymy średnicy wejściowej, to taki filtr będzie się szybko nagrzewał, co będzie powodowało zmianę jego parametrów optycznych, a w skrajnym przypadku pęknięcie. Skutki takiego zdarzenia są oczywiste!

Chcąc połączyć możliwość obserwacji Słońca bezpośrednio przez okular (z jakością odpowiadającą możliwościom naszego sprzętu obserwacyjnego) z bezpieczeństwem, postanowiłem wykorzystać znane większości prawo optyczne mówiące, że światło padające na szkło nie tylko się w nim załamuje (zmienia kierunek), ale także jego część odbija się od powierzchni szkła (pod tym samym kątem, pod którym wiązka padała). Ta część to na ogół kilka–kilkanaście procent natężenia padającej wiązki. Jako że mamy do czynienia z odbiciem, zjawisko to nie „zabarwia" nam obrazu. Chcąc wykorzystać to zjawisko w praktyce, postanowiłem przerobić wysłużony teleskop Newtona.

System Newtona składa się z dwóch zwierciadeł — parabolicznego i płaskiego. Oba zwierciadła pokryte są warstwą aluminium, która zabezpieczona jest przed czynnikami fizycznymi powłokami utwardzającymi. Aluminium odbija ok. 93% padającej wiązki światła. Jeśliby jednak usunąć ze zwierciadeł warstwę aluminium, to odbijałyby one 8–14% padającego na nie światła.

Jak usunąć warstwę aluminium tak, aby nie zniszczyć powierzchni lustra?

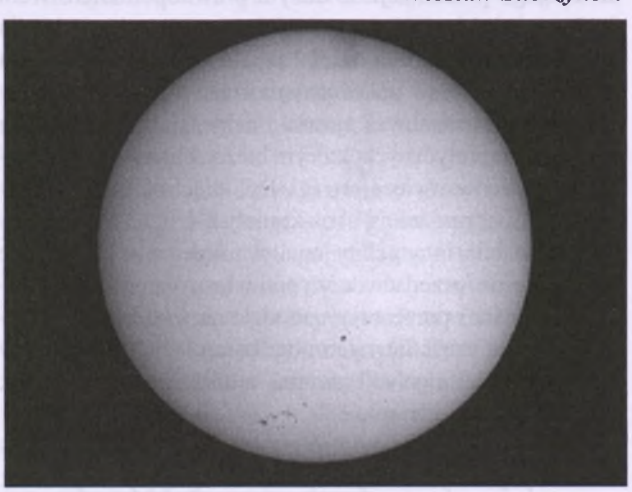
Można to zrobić w niespełna 30 minut, nie wychodząc z domu. W tym celu będziemy potrzebować płynu do czyszczenia i dezynfekcji; w moim przypadku była to ***DOSIA***. Zanim zabierzemy się za usuwanie aluminium, dobrze się zastanówmy, gdyż ponowna aluminizacja jest dość kosztowna.

Jeśli już podjęliśmy decyzję, to wstawiamy zwierciadła do płytkiego naczynia (np. kuweta fotograficzna), a następnie wlewamy do niego płyn tak, aby przykrył powierzchnie zwierciadeł. Po około 30 minutach aluminium zostało wytrawione i naszym oczom ukazuje się szklana powierzchnia zwierciadła. Po umyciu i wysuszeniu zaczerniamy tylną stronę zwierciadła (musi być zmatowiona), np. matową czarną farbą lub flamastrem. Tak przygotowane zwierciadła umieszczamy we właściwym sobie miejscu w tubusie teleskopu.

O ile wcześniej do okularu docierało ponad 90% padającej wiązki światła, o tyle po naszym zabiegu do okularu dociera ok. 0,8–1,4%. Jest to już ilość, która nie powoduje nagrzewania się optyki okularu, jednak jeszcze jest zbyt duża, aby można było obserwować Słońce. Wystarczy jednak ściemnić obraz 8–12 razy, aby można było bezpiecznie obserwować tarczę słoneczną. Ściemnić obraz można poprzez zamocowanie pomiędzy zwierciadłem wtórnym a okularem dwóch szarych filtrów fotograficznych (pojedynczy filtr ściemnia obraz 4–8 razy) lub jednego filtra szarego, a drugiego polaryzacyjnego. Należy je umocować tak, aby filtrem polaryzacyjnym można było obracać, zmieniając w ten sposób jasność obrazu tarczy słonecznej (światło po odbiciu od dwóch szklanych powierzchni jest spolaryzowane). Tak przygotowany teleskop jest idealnym instrumentem do obserwacji Słońca i tylko Słońca!

Przedstawiona powyżej metoda jest bardzo prosta, nie wymaga użycia skomplikowanych narzędzi ani też dużego nakładu czasu. W wyniku jej zastosowania możemy bezpiecznie obserwować tarczę słoneczną wraz z najdrobniejszymi szczegółami, których nie dostrzeglibyśmy na ekranie (np. granulacja). Użycie szarych filtrów lub filtra polaryzacyjnego nie wprowadza żadnego zabarwienia, co pozwala z powodzeniem uzyskiwać interesujące zdjęcia tarczy słonecznej, a czasy ekspozycji, jakie oferuje Zenit, nie będą dłużej nas ograniczały (patrz zdjęcie obok z 17 marca br.).

Wiesław Skórzyński



Jubileusz w Grudziądzu

Każdego roku u zarania wiosny spotykają się w Grudziądzu młodzi miłośnicy astronomii. Tak nakazuje tradycja. Wieloletnia tradycja — wszak to już dwudziesty piąty raz przeprowadzono w Grudziądzkim Planetarium Młodzieżowe Seminarium Astronomiczne. W oficjalnych dokumentach nosi ono oznaczenie: *XV (25) OMSA,* ponieważ od piętnastu lat impreza ma zasięg ogólnopolski. Tegoroczne OMSA odbyło się w dniach od 24 do 27 marca i zgromadziło prawie 50 finalistów (spośród kilkuset startujących) z różnych zakątków Polski, z obszaru dwudziestu trzech dawnych województw. Uczestnicy grudziądzkiego seminarium to uczniowie szkół ponadpodstawowych, reprezentujący kilkusetosobową rzeszę adeptów astronomii, którzy wzięli udział w konkursie na referat astronomiczny. Do Grudziądza przyjechali laureaci wojewódzkich seminariów — z każdego dwóch najlepszych. Przy takim systemie doboru grona finalistów można się obawiać, że poziom referatów nie będzie wyrównany. W rzeczywistości jednak ten system wyłaniania finalistów spełnia swe zadanie, bo przecież referaty są zupełnie inne, mają różne tematy i tytuły, są poświęcone teorii lub obserwacjom, a ilustrowane transparencjami lub symulacjami komputerowymi.

Konkurs, zorganizowany — jak co roku — przez dwa planetaria: olsztyńskie i grudziądzkie, rozpoczął się na początku roku szkolnego. Warunkiem udziału w tej imprezie jest każdorazowo opracowanie referatu na dowolnie wybrany temat astronomiczny. Organizatorzy nie podają żadnych sugestii w sprawie wyboru tematu, objętości referatu ani formy jego prezentacji. Z dużym prawdopodobieństwem można więc twierdzić, że tematyka referatów odzwierciedla zainteresowania uczestników. I zapewne dlatego w każdym kolejnym konkursie przeważająca część referatów dotyczy efektownych aktualnych zjawisk niebieskich bądź też tych zagadnień teoretycznych, którym bieżąca literatura astronomiczna poświęca więcej uwagi. Był więc rok komety Halleya i — trochę później — rok komety S-L 9. Czasem dominują zaćmienia, innymi laty tematyka supernowych. Zawsze część autorów przedstawia wyniki własnych prac obserwacyjnych, a inni prezentują samodzielnie zbudowane przyrządy. Spora część licznych prac kompilacyjnych dotyczy końcowych faz ewolucji gwiazd, a także kosmologii. Tak też było w bieżącym roku.

Ogółem wygłoszono 45 referatów, które zostały podzielone na pięć sesji tematycznych o następujących tytułach: planetarna, słoneczna, gwiazdowa, wszechświat i astronautyczna. Wszystkie wystąpienia były oceniane przez siedmioosobowe jury w składzie: dr Henryk Brancewicz, prof. dr hab. Robert Głębocki, dr Maria Pańków, dr Krzysztof Rochowicz, prof. dr hab. Konrad Rudnicki, dr Kazimierz Schilling (przewodniczący jury) i prof. dr hab. Andrzej Woszczyk. Poszczególni jurorzy oceniali niezależnie każdy referat, przydzielając stosowną liczbę punktów, w skali od jednego do dziesięciu. Przy ustalaniu oceny zawsze bierze się pod uwagę merytoryczną wartość i poprawność referatu, jego dydaktyczne walory i sposób prezentacji oraz reakcję autora na uwagi i zapytania zgłoszone w dyskusji.

I w tym roku również poziom referatów był dość zróżnicowany. Zdobywca pierwszego miejsca otrzymał pełny komplet ocen, natomiast autor najniżej punktowanego referatu zdołał zgromadzić zaledwie 14 punktów.

Decyzją jury w poczet laureatów zaliczono jedenastu uczestników. Oto ich nazwiska i tytuły referatów, w kolejności zajętych miejsc:

I) **Radosław Smolec** (Grudziądz, LO. kl. IV) *Analiza ruchu biegunów niebieskich i geograficznych;*

II) **Karolina Zmitrowicz** (Kostrzyn n/O, LO. kl.III) *Struktura Wszechświata;*

III) **Katarzyna Gniazdowska** (Wyszków, LO. kl. IV) *Perseidy 1994–1998. Wyniki obserwacji, struktura roju, orbita;*

IV) **Marcin Wieśniak** (Sopot, SLO. kl. IV) *Analemma;*

V) **Aleksandra Łubnicka** (Włodawa, LO. kl. I) *Błyski gamma — wielki przełom*

VI) **Maciej Czasnowski** (Lidzbark Warmiński, LO. kl. III) *W mroku gwiazd;*

VII) **Szymon Gic** (Żnin, LO. kl. II) *Model Galaktyki;*

VIII) **Robert Kuźmiak** (Międzyrzec Podlaski, LO. kl. II) *Very Large Telescope — nasze oczy XXI wieku;* **Grzegorz Nowak** (Radziejów, LO. kl. III) *Wpływ obserwacji Teleskopu Hubble'a na rozwój poglądów o ewolucji i strukturze Wszechświata*

IX) **Krzysztof Sadko** (Niepołomice, LO. kl. IV) *Obserwacje zjawisk zakryciowych;* **Krzysztof Kanawka** (Gdańsk, LO. kl. II) *Próba oceny aktywności Słońca na podstawie własnych obserwacji.*

Oprócz pamiątkowych dyplomów laureaci otrzymali nagrody rzeczowe, a pozostali uczestnicy finału — książki, mapy nieba i kalendarze astronomiczne.

Analiza tematów i treści tegorocznych referatów prowadzi do wniosku, że autorami niemal połowy nagrodzonych prac są doświadczeni obserwatorzy, którzy ze zrozumieniem, a niekiedy też i z entuzjazmem, prezentują wyniki własnych obserwacji, a także potrafią formułować wypływające z nich wnioski.

Analiza wszystkich referatów kolejny raz dowiodła, że pozostawienie uczestnikom pełnej swobody w wyborze tematu i formy opracowania wyzwala inicjatywę i samodzielność autorów, uczy poprawnego wysławiania się, przejrzystego formułowania myśli i rzeczowego uczestnictwa w dyskusji. Te umiejętności przydają się następnie każdemu podczas matury, a w dalszej przyszłości również przy egzaminach wstępnych na studia. Uczestnicy cenią sobie również możliwość poznania rówieśników o podobnych zainteresowaniach. Tak więc udział w OMSA nosi znamiona atrakcyjnej przygody intelektualnej. Warto z całą mocą podkreślić, że są to niemal jedyne korzyści wynikające z udziału w Seminariach. Wszak nagrody rzeczowe nie są zbyt okazałe, a laureaci nie korzystają z żadnych uprawnień ułatwiających dogodny start na studia. Dlaczego więc liczni młodzi miłośnicy astronomii tak bardzo starają się przebrnąć przez eliminacje i zakwalifikować się do udziału w finałowej imprezie? Dlaczego zabiegają o to, aby po roku na kolejnym OMSA, znów pokonując tremę, poddać się osądowi jury? Dlaczego po latach wracają do Grudziądza? Może warto zapytać o to toruńskiego astronoma dra Krzysztofa Rochowicza, czterokrotnego laureata Międzywojewódzkich Seminariów, który w bieżącym roku uczestniczył w jubileuszowym OMSA jako członek jury?

Jaką odpowiedź na to pytanie dałby pięciokrotny laureat (rekordzista!) Robert Szaj? A może warto spytać czterokrotnego laureata, Krzysztofa Rumińskiego? Oni, podobnie jak Bartosz Dąbrowski, Sebastian Soberski, Radosław Pior i inni, których zapewne pominęłam, wracają i wspominają swój udział w Seminariach. W ich obecności, w tym roku, dyplom zwycięzcy otrzymał Radosław Smolec, który już po raz drugi zdobył pierwsze miejsce! On też zapewne kiedyś uświetni swą obecnością kolejne OMSA.

Dlaczego wracają tu co roku członkowie jury, a profesor Głębocki przyjechał nawet wówczas, gdy jako Minister Edukacji Narodowej był niesłychanie zaabsorbowany sprawami służbowymi o zasięgu ogólnopolskim? Przyczyn z pewnością jest kilka. Najważniejszą — moim zdaniem — jest astronomiczna sceneria i niepowtarzalna bezpretensjonalna atmosfera.

Sesje referatowe odbywają się w Planetarium, w sali odczytowej. We wszystkich pomieszczeniach Planetarium znajdują się liczne plansze, modele dydaktyczne, informacje o zjawiskach astronomicznych — bieżących i spodziewanych w niedalekiej przyszłości. Można tu obejrzeć meteoryty, zapoznać się z mapkami nieba i z kalendarzykiem astronomicznym, na sztucznym firmamencie można „wyczarować" dowolny wygląd nieboskłonu. Jeśli ktoś woli retrospekcję, to ma okazję na chwilę zadumy przed popiersiem Mikołaja Kopernika. Wszak to właśnie w Grudziądzu wygłosił on słynny traktat o poprawie monety!

Główną atrakcję dla młodzieży — zarówno uczestników Seminarium, jak i „kibiców" — stanowiło obserwatorium astronomiczne. Tegorocznemu OMSA towarzyszyła wspaniała wiosenna pogoda. Wszyscy więc każdego dnia oglądali plamy na Słońcu. Wieczorne obserwacje rozpoczynano od skierowania teleskopu na powierzchnię Księżyca, który właśnie zbliżał się do pierwszej kwadry, więc świecił po zachodzie Słońca, każdego dnia bardziej pyzaty.

Organizatorzy zawsze zapewniają uczniom i ich opiekunom możliwość skorzystania z obserwatorium, ze wszystkich urządzeń dydaktycznych i zbiorów bibliotecznych.

Sesje referatowe i wszystkie zajęcia towarzyszące odbywają się w przyjaznej atmosferze, bez patosu i zbędnego ceremoniału. Jest to ogromna zasługa organizatorów. Szczupłe liczebnie grono Gospodarzy Seminarium składa się z pasjonatów, którzy — choć już minęło ćwierćwiecze tej imprezy — nie stracili entuzjazmu i nie wpadli w rutynę. Zawsze z takim samym zapałem prowadzą pokazy nieba w obserwatorium, objaśniają seanse w Planetarium, pracowicie układają krzyżówki astronomiczne, odpowiadają na dociekliwe pytania konkursowiczów, projektują i drukują dyplomy i z trudem kompletują nagrody. Jak dobrze, że OMSA organizują tak wspaniałe indywidualności jak Pani mgr Małgorzata Śróbka-Kubiak. Jaka szkoda, że znaczną część czasu i energii muszą tracić na pokonywanie różnych administracyjnych (może raczej biurokratycznych?) przeszkód. A przezwyciężone trudności po kilku latach wracają jak bumerang. Obecnie organizatorzy stanęli nad kolejnym Rubikonem. Reformy: już dokonana podziału terytorialnego i planowana systemu edukacji narodowej — rozgrywają się w ogromnej skali. Tak ogromnej, że OMSA łatwo może zginąć w powodzi bieżących spraw, pilnie oczekujących załatwienia.

Pozostaje żywić nadzieję, że kurator województwa Kujawsko-Pomorskiego, Pani mgr Bożena Adamska, która zaszczyciła swą obecnością końcową naradę organizatorów i jury, z udziałem nauczycieli opiekujących się młodzieżą, wesprze swoim autorytetem starania organizatorów o zachowanie statusu OMSA i o skromne środki niezbędne do realizacji przyszłych konkursów. W czasie narady wszyscy zgodnie podkreślali kształcącą i wychowawczą rolę OMSA.

Nie było to gołosłowne twierdzenie, bo w tym czasie aktualni konkursowicze w towarzystwie bywalców poprzednich seminariów kierowali teleskop na Księżyc. W innych pomieszczeniach miejscowi bywalcy Planetarium, którzy zawsze pomagają organizatorom, kończyli właśnie powierzone im obowiązki.

Niektórzy z nich niebawem trafią do grona autorów referatów i — miejmy nadzieję — do grona laureatów. Uczennica piątej klasy Milenka, porządkując kwitki na obiady, marszczy czoło i z powagą mówi, że już niebawem i ona zgłosi się do konkursu i że napisze referat o Saturnie.

XV (25) OMSA to już tylko niewielki zbiór w komputerze, jednak to nie koniec imprezy, bo są już chętni, dla których warto — i koniecznie trzeba — podjąć trud organizacji kolejnego Seminarium.

Maria Pańków

XLII Olimpiada Astronomiczna 1998/99

We wrześniu 1998 roku afisz o kolejnej edycji olimpiady astronomicznej trafił do wszystkich liceów ogólnokształcących i wybranych innych typów szkół. Wcześniej zadania były publikowane w prasie popularnonaukowej, a najwcześniej na internetowych stronach Planetarium Śląskiego (http://entropia.com.pl/planetarium). Rozwiązania tej serii zadań przysłało 143 uczniów z 39 województw. Z liczby tej 122 nadesłało później rozwiązania II serii zadań. W porównaniu z olimpiadą poprzednią oznacza to kilkudziesięcioprocentowy wzrost uczestników I etapu olimpiady. Zgodnie z regulaminem olimpiady uczestnikom tego poziomu eliminacji przedłożono 11 zadań, z których należało rozwiązać jedno z trzech zadań obserwacyjnych i sześć z pozostałych ośmiu zadań. Każde zadanie oceniane było w jedenastopunktowej skali (od 0 do 10 pkt.). Maksymalna suma punktów możliwa do uzyskania na tym poziomie eliminacji wynosiła więc 70. Największą liczbę punktów, aż 67, zdobył na tym poziomie zawodów późniejszy zwycięzca olimpiady. Średnia uzyskanych przez uczestników sum punktów okazała się bliska połowy liczby maksymalnej, a rozkład zbliżony do normalnego (rys. 1, I ETAP), co było wyjątkowo zgodne z założeniami dotyczącymi stopnia trudności zestawu zadań zawodów I stopnia.

Do zawodów okręgowych (II stopnia), które odbyły się 11 stycznia 1999 r. w Katowicach i Włocławku, dopuszczono 62 uczestników. Rozwiązywali oni cztery zadania. Maksymalna liczba sumy punktów wynosiła 40. I tym razem najwięcej punktów (35) zdobył zwycięzca XLII Olimpiady Astronomicznej. Rozkład liczebności uzyskanej sumy punktów na tym poziomie eliminacji wykazał wyraźną skośność dodatnią (rys. 1, II ETAP), co też jest w zgodzie z założeniami o stopniu trudności zadań tego etapu. Chodzi o ich wyraźniejszą selektywność w stosunku do zadań zawodów I stopnia.

Kryteria dopuszczenia do zawodów finałowych spełniło 15 uczestników II etapu. Zawody te odbyły się w Planetarium Śląskim w dniach 5–7 marca 1999 r. Uczniowie mieli do rozwiązania sześć zadań, w tym jedno o charakterze obserwacyjnym oraz jedno sprawdzające znajomość nieba i umiejętność orientacji na nim. Łączna suma punktów możliwych do zdobycia wyniosła 60. Finałowy zestaw zadań miał duży stopień trudności. Zwycięzca zgromadził 43 pkt. Rozkład ocen miał niewielką skośność dodatnią (rys. 1, III ETAP), co świadczy o mniejszej trafności doboru zadań pod względem ich stopnia trudności.

Uczestnikom, którzy doszli do finału na wszystkich poziomach eliminacji, ogółem przedstawiono 20 zadań do rozwiązania. Były to zadania teoretyczne, praktyczne i obserwacyjne.

W niedzielę 7 marca br., na uroczystości kończącej 42 edycję olimpiady astronomicznej, ogłoszono wyniki olimpiady, wręczono nagrody i dyplomy. W tym roku uczestnicy finału otrzymali bony do realizacji w EMPIK-ach oraz książki i inne wydawnictwa ufundowane przez PTMA i Planetarium Śląskie. Zwycięzca otrzymał nadto duży teleskop firmy *UNIWERSAŁ* — tzw. szukacz komet. Teleskopy tej firmy otrzymali też pozostali laureaci.

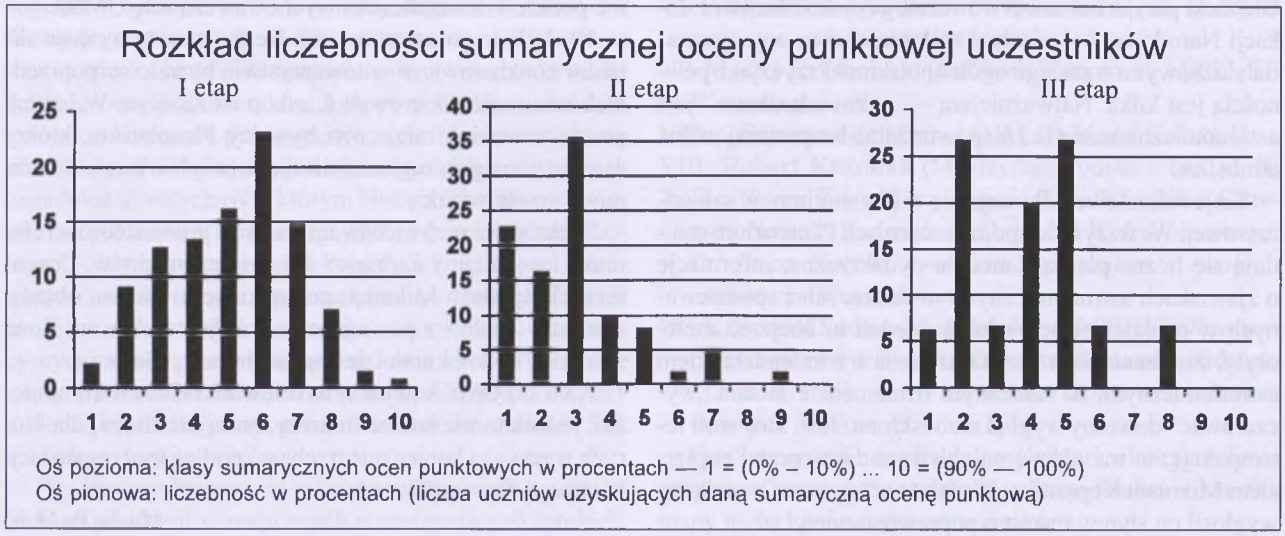
Olimpiadę zorganizowano głównie dzięki dotacji MEN. Znaczącej dotacji udzielił też Komitet Astronomii PAN. Tradycyjnymi sponsorami olimpiady były: Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii i Firma *UNIWERSAŁ*. Wszystkim tym instytucjom Komitet Główny składa gorące podziękowania.

Oprócz członków Komitetu Głównego i Komisji Olimpiady w uroczystości uczestniczyli Kurator Śląski oraz Wiceprezydent Chorzowa.

Ostateczna klasyfikacja
XLII Olimpiady Astronomicznej

Laureaci:

1. Radosław Smolec (kl. IV) II Liceum Ogólnokształcące im. Jana III Sobieskiego w Grudziądzu
nauczyciel: *Jacek Chodziutko*



Oś pozioma: klasy sumarycznych ocen punktowych w procentach — 1 = (0% – 10%) ... 10 = (90% — 100%)
Oś pionowa: liczebność w procentach (liczba uczniów uzyskujących daną sumaryczną ocenę punktową)

2. **Lech Łobodziński** (kl. II) I Liceum Ogólnokształcące im. Antoniego Osuchowskiego w Cieszynie
nauczyciel: *Urszula Klemczak*

3. **Miłosz Jerkiewicz** (kl. III) I Liceum Ogólnokształcące im. Stefana Żeromskiego w Jeleniej Górze
nauczyciel: *Benedykt Lubiszewski*

3. **Artur Wirowski** (kl. IV) I Liceum Ogólnokształcące im. Mikołaja Kopernika w Łodzi
nauczyciel: *Hanna Szyburska*

Finaliści:

4. **Piotr Sadowski** (kl. III) XIV Liceum Ogólnokształcące im. Polonii Belgijskiej we Wrocławiu
nauczyciel: *Janusz Skiba*

4. **Przemysław Owczarek** (kl. IV) Liceum Ogólnokształcące im. Tadeusza Kościuszki w Łasku
nauczyciel: *Romualda Gwis*

Pozostali uczestnicy finału (w porządku alfabetycznym):
Łukasz Kanclerski (kl.III), I Liceum Ogólnokształcące im. Mikołaja Kopernika w Łodzi; **Konrad Kazanowski** (kl.iV), II Liceum Ogólnokształcące im prof. Kazimierza Morawskiego w Przemyślu; **Karol Langner** (kl.III), XIV Liceum Ogólnokształcące im. Polonii Belgijskiej we Wrocławiu; **Tomasz Rudny** (kl.IV), XLVIII Liceum Ogólnokształcące im. Edwarda Dembowskiego w Warszawie; **Tomasz Skiba** (kl.III), IV Liceum Ogólnokształcące im. Mikołaja Kopernika w Rzeszowie; **Stanisław Skowron** (kl.IV), XXVIII Liceum Ogólnokształcące im. Jana Kochanowskiego w Warszawie; **Joanna Sławińska** (kl.III), II Liceum Ogólnokształcące im. hetmana Jana Zamoyskiego w Lublinie; **Paweł Stasiak** (kl.IV), I Liceum Ogólnokształcące im. ks. J. Kompały i W. Lipskiego w Ostrowie Wielkopolskim; **Marek Wężgowiec** (kl.IV), II Liceum Ogólnokształcące im. Romualda Traugutta w Częstochowie.

Skład Komitetu Głównego:
1. Prof. dr hab. Wojciech Dziembowski — Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika w Warszawie
2. Prof. dr hab. Janusz Gil — Zielonogórskie Centrum Astronomiczne
3. Prof. dr hab. Jerzy Kreiner — WSP w Krakowie (przewodniczący)
4. Prof. dr hab. Józef Smak — Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika w Warszawie
5. Dr Henryk Brancewicz — Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii
6. Dr Henryk Chrupała — Planetarium Śląskie (wiceprzewodniczący)
7. Dr Cecylia Iwaniszewska — Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu
8. Dr Grzegorz Kondrat — Uniwersytet Wrocławski
9. Dr Krzysztof Ziołkowski — Centrum Badań Kosmicznych w Warszawie
10. Mgr Jacek Szczepanik — Planetarium Śląskie (sekretarz naukowy)
11. Mgr Marek Szczepański — Planetarium Śląskie

Organizatorem olimpiady jest Planetarium Śląskie.

Henryk Chrupała

ZADANIA XLII OLIMPIADY ASTRONOMICZNEJ

ZAWODY I STOPNIA

1.1. Sztuczny satelita porusza się w płaszczyźnie równika ziemskiego po eliptycznej orbicie o mimośrodzie $e = 0{,}82$, z okresem równym okresowi obrotu Ziemi dookoła własnej osi. Jaka może być maksymalna szerokość geograficzna miejsc na powierzchni Ziemi, z których czasami możliwa jest łączność radiowa z tym satelitą?

1.2. Nie wyklucza się istnienia w przestrzeni międzygalaktycznej różnorodnych obiektów astronomicznych, w tym również gwiazd. Przedyskutuj, korzystając z diagramu H-R, jakie gwiazdy można by jeszcze zaobserwować w odległości 3 Mpc. Jakie są możliwości odróżnienia takiej gwiazdy od odległej galaktyki tła?

1.3. W oparciu o samodzielnie wybrane dane tabelaryczne — podając źródło — wyraź okresy obiegów Wenus i Marsa dookoła Słońca w ich średnich dobach słonecznych.

1.4. Które z wymienionych w tabelce obiektów można by obserwować w Twojej miejscowości w październiku bieżącego roku? W jakich okresach doby są one widoczne i jakie są najdogodniejsze pory ich obserwacji?

Obiekt	rektascensja α_{2000}	deklinacja δ_{2000}
1.	$18^h\ 51^m$	− 06° 16′
2.	16 42	+ 36 27
3.	04 43	+ 41 16
4.	06 09	+ 24 20
5.	08 40	+ 20 00

1.5. W maju bieżącego roku przy pomocy Kosmicznego Teleskopu Hubble'a zaobserwowano podobny do planety obiekt obiegający gwiazdę podwójną. Oblicz okres obiegu domniemanej planety wokół tej pary gwiazd, jeżeli wielka półoś jej orbity wynosi 1500 AU.

Przyjmij, że składniki gwiazdy podwójnej są identyczne, znajdują się w odległości 40 AU od siebie, zaś okres ich obiegu wynosi 60 lat.

1.6. Jaką maksymalną ogniskową obiektywu można zastosować w małoobrazkowym aparacie fotograficznym (rozmiary klatki a = 24 mm, b = 36 mm), aby ślad gwiazdy o deklinacji $\delta = 8°$, fotografowanej tym aparatem przez $t = 45$ minut, mógł się w całości zmieścić w kadrze.

1.7. Na podstawie literatury popularnonaukowej opisz krótko, na czym polega program VLT (Very Large Telescope), jaka jest obecna faza jego realizacji i dotychczasowe rezultaty obserwacyjne.

1.8. Poniższa tabelka zawiera topocentryczne współrzędne Słońca i Księżyca dla pewnej miejscowości w dniu zaćmienia 11.08.1999 r. Wyznacz momenty pierwszego i ostatniego kontaktu oraz maksymalnej fazy. Wyznacz również wartość maksymalnej fazy zaćmienia.

t [CWE]	$\alpha_\odot$	$\delta_\odot$	$\alpha_\leftmoon$	$\delta_\leftmoon$
11^h00^m	$9^h22{,}8^m$	15°21′	$9^h19{,}9^m$	15°30′
12 00	9 23,0	15 20	9 21,6	15 23
13 00	9 23,1	15 20	9 23,3	15 16
14 00	9 23,3	15 19	9 25,1	15 07
15 00	9 23,5	15 18	9 26,8	14 58

Średnica tarczy Słońca $D_\odot = 0°31'34''$
Średnica tarczy Księżyca $D_\leftmoon = 0°32'28''$

ZADANIA OBSERWACYJNE

1.o.1. Sporządź rysunek tarczy Słońca na podstawie obrazu uzyskanego na ekranie. Na rysunku zaznacz położenia i kształt plam oraz kierunek ruchu dziennego Słońca. Wyznacz wynikającą z rysunku wartość liczby Wolfa.
Uwaga! Zachowaj szczególną ostrożność przy kierowaniu przyrządu na Słońce. W szczególności nie wolno patrzeć przez przyrząd bezpośrednio na Słońce.

1.o.2. Maksimum jasności gwiazdy *o Cet* (Mira) przewidywane jest w połowie stycznia 1999 r. Na podstawie własnych obserwacji sporządź fragment krzywej jasności, obejmujący okres co najmniej jednego miesiąca.

1.o.3. Jako rozwiązanie zadania obserwacyjnego można również nadesłać opracowane wyniki innych własnych obserwacji astronomicznych prowadzonych w latach 1997, 1998, a w szczególności obserwacja zakrycia gwiazdy *α Tau* (Aldebaran) w dniu 6.11.1998 r.

ZAWODY II STOPNIA

2.1. Ogólna teoria względności przewiduje oddziaływanie fotonów z polem grawitacyjnym, przy czym kąt ugięcia promienia świetlnego, wyrażony w mierze łukowej, oblicza się ze wzoru:

$$\Phi = \frac{4GM}{c^2 d}$$

Przedyskutuj, jak zmieni się odległość kątowa ρ składników gwiazdy podwójnej obserwowanej podczas całkowitego zaćmienia Słońca w bezpośrednim sąsiedztwie jego tarczy.

Przyjmij:
stałą grawitacji $G = 6{,}67\times10^{-11}$ m^3/(kg s^2),
masę soczewkującą $M = M_\odot = 1{,}99\times10^{30}$ kg,
prędkość światła $c = 2{,}99\times10^8$ m/s.

Wielkość d jest odległością środka Słońca od kierunku obserwator-gwiazda (dla kierunku stycznego do brzegu tarczy $d = R_\odot = 6{,}96\times10^8$ m).

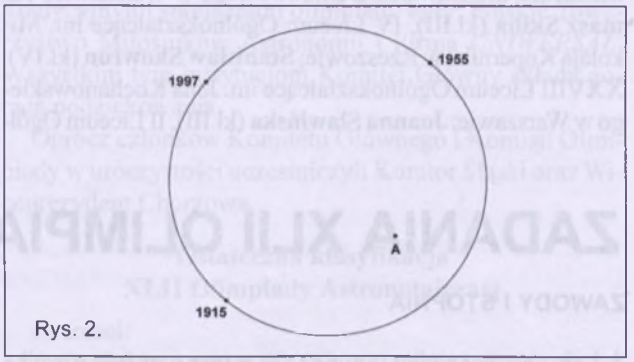
2.2. Sonda *Mars Pathfinder*, zmierzając do celu, została całkowicie zatrzymana przy pomocy odpowiednich spadochronów i silników hamujących na wysokości 20 m nad powierzchnią Marsa, po czym swobodnie opadła.

Oblicz, jakie rozmiary powinna mieć kulista hamująca poduszka powietrzna dla sondy o masie $m = 325$ kg, rozpędzonej w atmosferze Marsa jedynie polem grawitacyjnym, aby prędkość upadku była porównywalna z prędkością lądowania *Pathfindera*.

Aerodynamiczna siła oporu atmosfery wynosi $F_O = kSv^2$, gdzie v to prędkość sondy, S — pole przekroju spadającego ciała płaszczyzną prostopadłą do kierunku ruchu, zaś k jest współczynnikiem proporcjonalności (dla Marsa $k = 3{,}38\times10^{-3}$ Ns^2/m^4).

2.3. Dokładne mapy radiowe jednego z kwazarów wykazały, że kroplowate zgrubienia dżetu (tzw. węzły) w ciągu trzech lat przemieściły się względem jądra kwazara o 25 lat świetlnych.
Oszacuj kąt między kierunkiem ruchu węzła a kierunkiem naszej obserwacji.

2.4. Rysunek przedstawia obserwowaną orbitę składnika B gwiazdy podwójnej względem składnika A. Jest to okrąg o promieniu $r = 1{,}5''$, na którym zaznaczono położenia składnika B w wybranych latach (*rys. 2*).
Wiedząc, że składniki są gwiazdami ciągu głównego i typu widmowego G2, wyznacz odległość do tego układu.

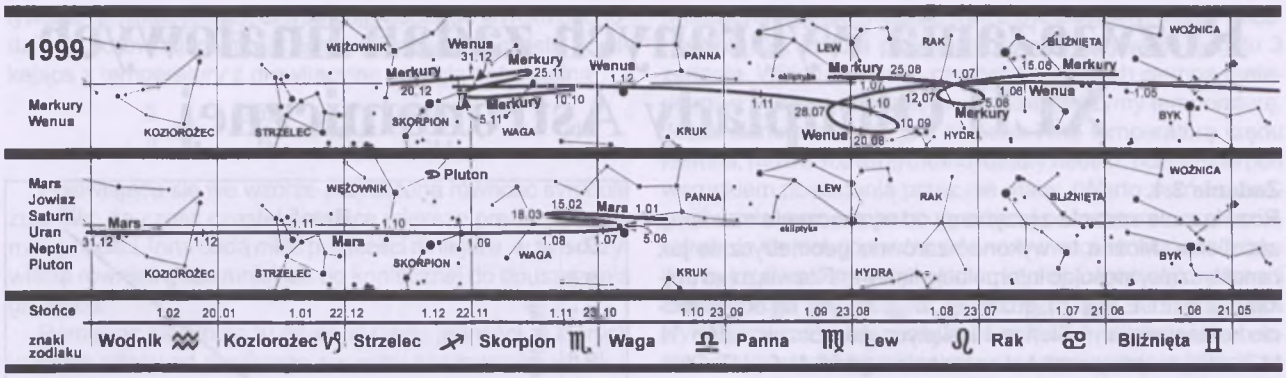


Rys. 2.

ZAWODY III STOPNIA

3.1. Wyznacz współrzędne geograficzne miejsca, w którym całkowite zaćmienie Słońca z dnia 11.08.1999 r. będzie centralne i nastąpi dokładnie w prawdziwe lokalne południe.
Skorzystaj z danych zamieszczonych na stronach 26. i 27. *Kalendarza Astronomicznego na rok 1999 T. Ściężora*.
Przyjmij promień Ziemi $R = 6370$ km.
W obliczeniach można stosować interpolację liniową.

3.2. Przedyskutuj, jaką prędkość należy nadać sondzie, startującej pionowo z powierzchni Księżyca, aby opuściła układ Ziemia-Księżyc. Jaka może być minimalna wartość tej prędkości?
Jako dane liczbowe przyjmij:
$v_{IZ} = 7{,}91$ km/s — pierwsza prędkość kosmiczna przy powierzchni Ziemi,
$v_{IK} = 1{,}68$ km/s — pierwsza prędkość kosmiczna przy powierzchni Księżyca,



Rys. 3.

R_Z = 6370 km — promień Ziemi,
R_K = 1740 km — promień Księżyca,
D = 60,3 R_Z — odległość Ziemia-Księżyc.

Zaburzenia spowodowane obecnością innych ciał niebieskich pomiń.

3.3. Wielu ludzi sądzi, że z dna bardzo głębokich studni można gołym okiem w trakcie dnia dostrzec gwiazdy. Przedyskutuj ten problem, przyjmując, że oko przy pełnej adaptacji może rozróżnić kontrast 5%, zaś powierzchniowa jasność 1 minuty kwadratowej nieba wynosi –5,2 magnitudo.

3.4. Aparatura planetarium odtwarza wygląd nieba podczas całkowitego zaćmienia Słońca w dniu 11.08.1999 r. Na podstawie obserwacji, dostarczonych materiałów i znanych odległości planet od Słońca, wyznacz fazy planet widocznych w tym momencie na niebie i narysuj kształt świecących części ich tarcz. (Załączone materiały *rys. 3* i *rys.4*).

3.5. Problem konieczności istnienia we Wszechświecie dodatkowej materii, której nie udało się dotąd zaobserwować, a na którą wskazuje coraz więcej faktów, próbuje się m. in. wyjaśnić istnieniem w gromadach galaktyk hipotetycznych cząstek elementarnych tworzących ciemną materię. Jeśli materia ta do dzisiaj znajduje się w gromadach, to musi być z nimi grawitacyjnie związana.

Jakie wynikałyby stąd szacunkowe masy cząstek tworzących tę materię w przypadku, gdyby miała ona temperaturę: a) 1 K, b) 10^3 K, c) 10^6 K?

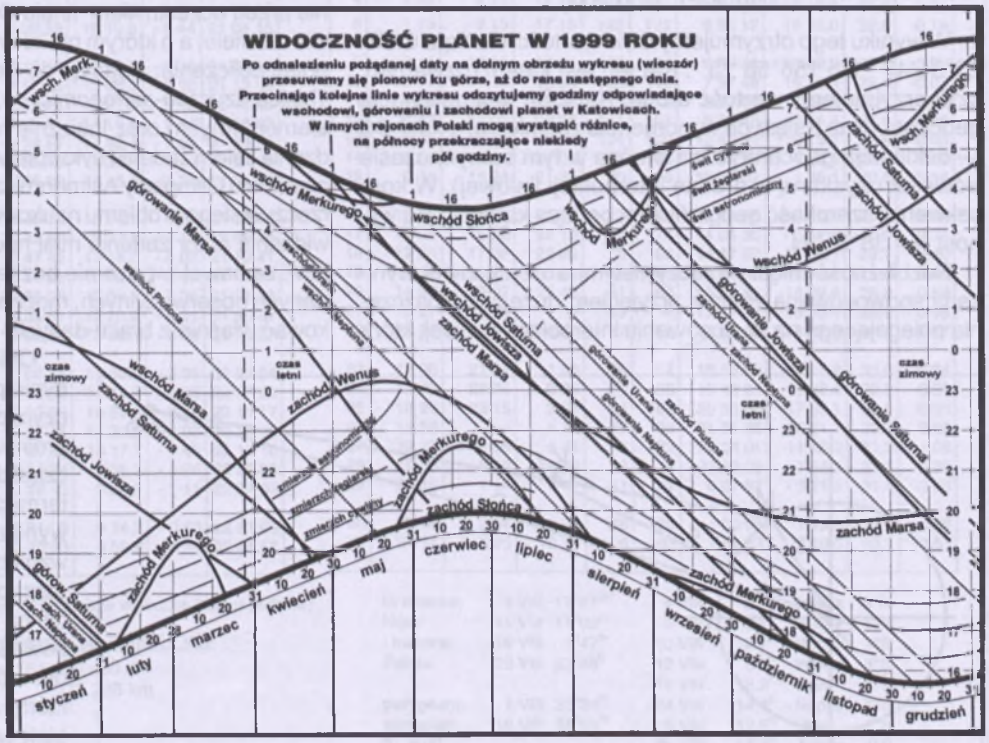
Jakie parametry musiałyby charakteryzować cząstki elementarne tworzące taką hipotetyczną materię, skoro nie udało się tej materii dotąd zaobserwować?

Czy któreś ze znanych cząstek elementarnych mogłyby tworzyć tę materię?

W obliczeniach upraszczająco przyjmij, że masa gromady $M = 10^{12} M_\odot$ jest skupiona w kuli o promieniu $R = 10^7$ lat świetlnych.

3.6. Na podstawie samodzielnie przeprowadzonych obserwacji wypełnij *Arkusz Obserwacyjny*.

W zadaniu tym należało:
a) odnaleźć na planetaryjnym niebie *β Per*, *M1*, *M3*, *M51* i wskazać te obiekty przy pomocy lunetki AT-1,
b) określić współrzędne horyzontalne następujących obiektów: *Polluks*, *Mizar* i *Alkor*, *Spika (Kłos)* oraz *M42*,
c) podać inne uwagi i spostrzeżenia wynikające z obserwacji planetaryjnego nieba, na którym można było odnaleźć kometę i obiekt gwiazdopodobny (bardzo jasny) w gwiazdozbiorze Lwa.



Rys. 4.

Rozwiązania wybranych zadań finałowych XLII Olimpiady Astronomicznej

Zadanie 3.1.

Rozwiązanie zadania zaczynamy od wyznaczenia momentu zaćmienia. Można to wykonać zarówno geometrycznie jak i analitycznie, stosując interpolację liniową. Rozwiązując trójkąty AZB i ZCE (rys. 5), gdzie $\alpha_{1\odot}, \alpha_{2\odot}, \alpha_{1\mathbb{C}}, \alpha_{2\mathbb{C}}$ są odpowiednio rektascensjami Słońca i Księżyca na początku dób 11 i 12., otrzymujemy moment zaćmienia o godz. 11:01 UT. Okazuje się, że dokładność geometryczna jest całkiem dobra. Do momentu zaćmienia (11:01 UT) upłynęło 11 godzin 3 minuty czasu gwiazdowego, więc czas gwiazdowy Greenwich w tym momencie to $T_{*G} = 8^h19^m$.

Następnie obliczamy lokalny czas gwiazdowy T_{*M} w chwili zaćmienia, który jest rektascensją Słońca górującego w tym miejscu, również stosując interpolację liniową. Po prostych obliczeniach otrzymujemy rektascensję Słońca w tym momencie $\alpha_\odot = T_{*M} = 9^h23^m$.

Zatem długość geograficzna wynosi:

$$\lambda = T_{*G} - T_{*M} = -1^h04^m,$$

co stanowi $\lambda = 16°00'$ E.

Licząc szerokość geograficzną, rozwiązujemy trójkąty dowolne OSK i OKM (rys. 6), gdzie M jest szukanym miejscem na powierzchni Ziemi. Ponadto uczestnicy mieli dodatkowo na stronie 26. *Kalendarza Astronomicznego* zamieszczoną informację dotyczącą odległości Słońce–Ziemia (D = 151 629 400 km) oraz Księżyc–Ziemia (d = 373286 km) w momencie zaćmienia (rys. 7). Z trójkąta OSK obliczam kąt OKS, aby następnie z trójkąta OKM wyznaczyć kąt $OKM = 0°22'57''$.

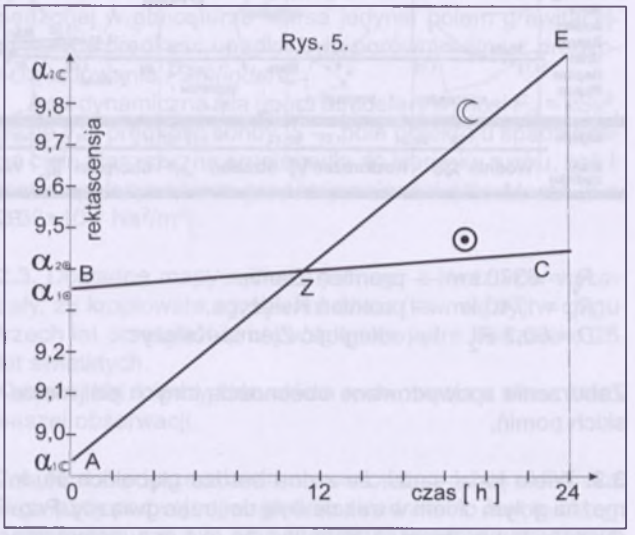
Z twierdzenia sinusów

$$\frac{R}{\sin(OKM)} = \frac{d}{\sin(OKM)}.$$

W wyniku tego otrzymujemy dwie wartości dla kąta OMK: $23°01'47''$ lub $156°58'13''$. Kąt ten jest kątem rozwartym, czyli przyjmujemy wartość drugą. Kąt LOK jest deklinacją geocentryczną Księżyca w momencie zaćmienia, a kąt LOS — deklinacją geocentryczną Słońca w tym samym czasie (również uzyskaną w drodze interpolacji liniowej). W konsekwencji szerokość geograficzna, będąca kątem LOM, wynosi $\phi = 38°21'$ N.

Rozbieżność między rzeczywistymi a uzyskanymi wynikami spowodowana została przyjęciem dużego uproszczenia polegającego na zastosowaniu interpolacji liniowej, która dla Księżyca dała duże odstępstwo od wartości rzeczywistej. Jednak dla uczestników trudność głównie polegała na sporządzeniu właściwego rysunku, który odpowiada sytuacji zaćmienia.

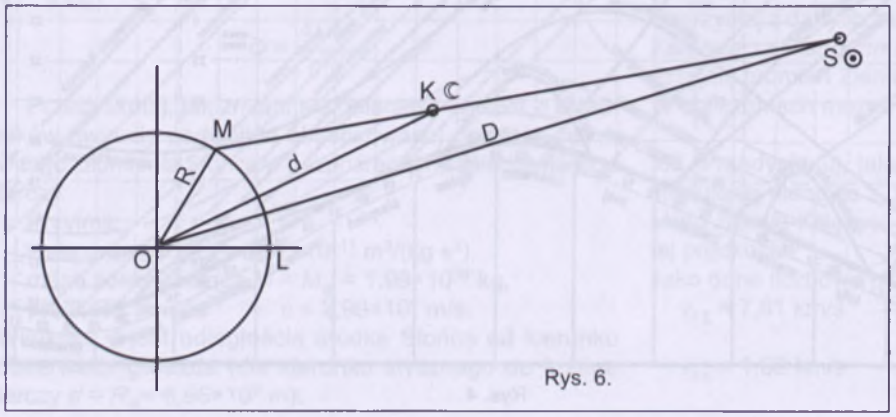
Rys. 5.



Jacek Szczepanik

Zadanie 3.5.

Z punktu widzenia popularyzacji wiedzy celem zadania było zwrócenie uwagi uczestników Olimpiady na stosunkowo mało spopularyzowany, a współcześnie bardzo istotny problem ciemnej materii. Drugim i istotniejszym celem było postawienie przed uczestnikiem finału Olimpiady problemu, o którym wie niewiele, a o którym może on sporo się dowiedzieć wykonując obliczenia, sięgając do literatury (dostępne były m. in. *Tablice fizyczno-astronomiczne*, zawierające tabele cząstek elementarnych) oraz logicznie rozumując. Z tego punktu widzenia celem zadania było sprawdzenie predyspozycji uczestnika finału Olimpiady Astronomicznej do rozwiązania namiastki rzeczywistego problemu naukowego. Z dydaktycznego punktu widzenia autor zadania miał nadzieję przekonać Olimpijczyków, że nawet w pozornie beznadziejnej sytuacji, gdy nie ma danych obserwacyjnych, można sporo o przyrodzie wydedukować właśnie z braku danych.



Rys. 6.

Obliczeniowy charakter miał jedynie punkt pierwszy zadania, przy czym potrzebne rachunki są bardzo proste. W celu oszacowania masy cząstki należało powiązać energię termiczną z energią grawitacyjną wynikającą z masy gromady. Ze względu na to, że zadaniem było „oszacowanie", można to było zrobić na wiele, w gruncie rzeczy równoważnych, sposobów. Można więc np. wziąć pod uwagę prędkość (np. którąś ze średnich) lub energię cząstek tworzących gaz i porównać z prędkością wynikającą z oddzia-

ływania grawitacyjnego. Chyba najprościej do wyniku dochodzi się, porównując wprost energię kinetyczną cząstki wynikającą z temperatury z grawitacyjną energią potencjalną:

$$\frac{3}{2}kT \approx \frac{GmM}{R} \Rightarrow m \approx \frac{3kTR}{2GM}. \qquad (1)$$

Pojawiająca się we wzorze przybliżona równość symbolizuje fakt, że część cząstek, mająca większe prędkości, gromadę opuści. Inne będą mieć prędkości mniejsze, w tym oczywiście również dużo mniejsze od koniecznej do opuszczenia gromady.

Pomijając nieistotne tu czynniki rzędu jedności, a których wartość zależy od przyjętego sposobu szacowania, uzyskujemy:

$$\begin{aligned} 1\mathrm{K} &\Rightarrow m \approx 10^{-2}\, m_e\,, \\ 10^3\,\mathrm{K} &\Rightarrow m \approx 10\, m_e\,, \\ 10^6\,\mathrm{K} &\Rightarrow m \approx 10^4\, m_e\,, \end{aligned} \qquad (2)$$

gdzie m_e jest masą elektronu.

Pytanie drugie zadania można rozważać niezależnie od wyniku uzyskanego w punkcie pierwszym. Znakomicie mogła ukierunkować rozumowanie tabela zamieszczona w Tablicach, podająca m. in. ładunki, spiny, masy i czas życia cząstek. Oczywiście, cząstki tworzące ciemną materię muszą być trwałe. Z uwagi na brak oddziaływania ze światłem wykluczone jest również posiadanie ładunku elektrycznego. A więc, spośród danych dostępnych w tabeli, jedynie spin cząstek tworzących ciemną materię może być dowolny. Mając oszacowania (2), można przystąpić do rozwiązywania punktu 3 zadania. Widać, że masa cząstek tworzących ciemną materię musi być tym większa, im wyższą założymy temperaturę. Jeżeli ciemna materia jest chłodna i ma temperaturę rzędu kelwina, można rozważyć kandydatury neutrin, oczywiście pod warunkiem posiadania przez nie masy. (Warto zwrócić uwagę, że założenie temperatury niższej od temperatury promieniowania tła jest dopuszczalne — z uwagi na brak oddziaływania ze światłem temperatury „kąpieli fotonowej" i ciemnej materii mogą być niezależne.) W wyższych temperaturach wymagana masa zdecydowanie wyklucza jakiekolwiek obecnie znane cząstki (zamieszczone w tabeli proton i elektron ze względu na ładunek elektryczny).

W sumie konkluzja powinna brzmieć: „cząstki tworzące ciemną materię nie zostały jeszcze odkryte na Ziemi".

Zadanie sprawiło uczestnikom Olimpiady trochę problemów. Nikt z uczestników nie przeprowadził poprawnej dyskusji punktów 2 i 3, zwłaszcza w sferze uzasadnienia formułowanych wniosków. Znaczna część nie zdołała przebrnąć przez punkt 1. To ostatnie być może było spowodowane postawieniem problemu w formie „oszacuj", wymagającej od uczestnika samodzielnego sformułowania. W konsekwencji zadanie okazało się jednak, co było do przewidzenia, jednym z łatwiejszych.

Jerzy Kuczyński

SŁOŃCE

d	JD	Wsch.	Zach.	A	α	δ	η	θ
		λ=0		φ=50	0^{h}UT			
SIERPIEŃ 1999								
	2451	h m	h m	±°	h m s	° '	m s	h m s
1	392	4 28	19 43	120	8 43 00	18 10.9	- 6 21	20 36 39
2	393	4 30	19 42	119	8 46 53	17 55.8	- 6 18	20 40 36
3	394	4 31	19 40	119	8 50 45	17 40.5	- 6 14	20 44 33
4	395	4 33	19 39	119	8 54 37	17 24.8	- 6 09	20 48 29
5	396	4 34	19 37	118	8 58 28	17 08.9	- 6 03	20 52 26
6	397	4 36	19 35	118	9 02 19	16 52.8	- 5 58	20 56 22
7	398	4 37	19 34	117	9 06 09	16 36.3	- 5 51	21 00 19
8	399	4 38	19 32	117	9 09 59	16 19.6	- 5 44	21 04 15
9	400	4 40	19 30	116	9 13 48	16 02.6	- 5 36	21 08 12
10	401	4 41	19 28	116	9 17 36	15 45.3	- 5 28	21 12 08
11	402	4 43	19 27	115	9 21 24	15 27.8	- 5 19	21 16 05
12	403	4 44	19 25	115	9 25 11	15 10.1	- 5 10	21 20 02
13	404	4 46	19 23	114	9 28 57	14 52.1	- 5 00	21 23 58
14	405	4 47	19 21	114	9 32 43	14 33.8	- 4 49	21 27 55
15	406	4 49	19 19	113	9 36 29	14 15.4	- 4 38	21 31 51
16	407	4 50	19 17	113	9 40 14	13 56.7	- 4 27	21 35 48
17	408	4 52	19 15	112	9 43 58	13 37.8	- 4 15	21 39 44
18	409	4 53	19 14	112	9 47 42	13 18.6	- 4 02	21 43 41
19	410	4 55	19 12	111	9 51 25	12 59.3	- 3 49	21 47 37
20	411	4 56	19 10	111	9 55 08	12 39.8	- 3 35	21 51 34
21	412	4 58	19 08	110	9 58 51	12 20.0	- 3 21	21 55 31
22	413	4 59	19 06	109	10 02 32	12 00.1	- 3 06	21 59 27
23	414	5 01	19 04	109	10 06 14	11 40.0	- 2 51	22 03 24
24	415	5 02	19 02	108	10 09 55	11 19.7	- 2 35	22 07 20
25	416	5 04	19 00	108	10 13 35	10 59.2	- 2 19	22 11 17
26	417	5 05	18 58	107	10 17 15	10 38.5	- 2 03	22 15 13
27	418	5 07	18 56	107	10 20 55	10 17.7	- 1 46	22 19 10
28	419	5 08	18 53	106	10 24 34	9 56.7	- 1 28	22 23 06
29	420	5 10	18 51	106	10 28 13	9 35.6	- 1 11	22 27 03
30	421	5 11	18 49	105	10 31 52	9 14.3	- 0 53	22 31 00
31	422	5 13	18 47	104	10 35 30	8 52.8	- 0 34	22 34 56

11 VIII Całkowite zaćmienie Słońca (w Polsce widoczne jako częściowe)

Odległości Słońca i Księżyca od Ziemi 11 VIII

Słońce – Ziemia D = 151 629 400 km
Księżyc – Ziemia d = 373 286 km

KSIĘŻYC

d	Wsch.	Kulm.	Zach.	A_N	A_Z	α	δ	D	F
	λ=0°		φ=50°			0^{h}UT			
SIERPIEŃ 1999									
	h m	h m	h m	-°	+°	h m s	° '	'	
1	21 50	3 00	8 46	86	82	23 30 36	- 6 41.6	31.3	-0.87
2	22 15	3 48	9 59	93	90	0 21 30	- 2 09.6	31.6	-0.79
3	22 42	4 38	11 13	101	97	1 12 49	2 32.7	31.8	-0.69
4	23 11	5 28	12 28	108	105	2 05 15	7 11.1	32.1	-0.58
5	23 44	6 21	13 43	114	111	2 59 25	11 30.0	32.3	-0.47
6	—	7 16	14 58	—	117	3 55 49	15 12.8	32.4	-0.36
7	0 25	8 14	16 10	119	121	4 54 34	18 02.7	32.5	-0.25
8	1 13	9 13	17 15	122	122	5 55 12	19 45.0	32.6	-0.16
9	2 11	10 13	18 11	122	121	6 56 44	20 09.9	32.5	-0.08
10	3 17	11 12	18 58	120	118	7 57 49	19 15.3	32.4	-0.03
11	4 29	12 08	19 36	116	113	8 57 07	17 08.1	32.1	-0.00
12	5 42	13 01	20 08	111	107	9 53 48	14 01.8	31.8	0.00
13	6 55	13 51	20 35	104	100	10 47 34	10 13.2	31.4	0.03
14	8 05	14 38	21 00	97	93	11 38 38	5 59.6	31.0	0.08
15	9 14	15 24	21 23	90	86	12 27 32	1 36.1	30.6	0.14
16	10 20	16 08	21 46	83	80	13 14 55	- 2 44.6	30.3	0.22
17	11 25	16 52	22 10	76	74	14 01 30	- 6 52.5	30.0	0.31
18	12 28	17 36	22 36	70	68	14 47 57	-10 39.1	29.7	0.40
19	13 30	18 21	23 06	65	63	15 34 51	-13 57.2	29.6	0.49
20	14 30	19 07	23 40	61	60	16 22 42	-16 39.8	29.6	0.59
21	15 27	19 55	—	58	—	17 11 46	-18 40.4	29.6	0.68
22	16 20	20 44	0 20	57	58	18 02 09	-19 52.6	29.7	0.77
23	17 08	21 34	1 08	58	57	18 53 42	-20 11.2	30.0	0.84
24	17 49	22 24	2 03	60	59	19 46 05	-19 32.4	30.2	0.91
25	18 26	23 15	3 04	64	62	20 38 52	-17 55.1	30.5	0.96
26	18 58	—	4 10	70	66	21 31 36	-15 21.7	30.9	0.99
27	19 27	0 05	5 21	76	72	22 24 01	-11 58.2	31.2	-1.00
28	19 53	0 55	6 33	83	79	23 16 05	- 7 54.1	31.5	-0.99
29	20 19	1 44	7 47	91	87	0 07 57	- 3 21.5	31.8	-0.95
30	20 46	2 34	9 02	98	95	1 00 03	1 25.3	32.0	-0.89
31	21 14	3 25	10 18	106	103	1 52 53	6 10.5	32.1	-0.81

III kwadra:	4 VIII	17^{h}27^m	4 VIII	2.1^h	Jowisz 4°N
Nów:	11 VIII	11^{h}09^m	5 VIII	0.1^h	Saturn 3°N
I kwadra:	19 VIII	1^{h}47^m	10 VIII	2.7^h	Merkury 1°S
Pełnia:	26 VIII	23^{h}48^h	12 VIII	5.0^h	Wenus 9°S
			18 VIII	12.2^h	Mars 7°S
perygeum:	7 VIII	23^{h}34^m	24 VIII	14.4^h	Neptun 1°S
apogeum:	19 VIII	23^{h}28^m	25 VIII	12.9^h	Uran 1°S
			31 VIII	14.4^h	Jowisz 4°N

Rys. 7.

XLIII OLIMPIADA ASTRONOMICZNA
ROK SZKOLNY 1999/2000

INFORMACJE REGULAMINOWE

1. Olimpiada Astronomiczna jest organizowana dla uczniów szkół średnich.

2. Zawody olimpiady są trójstopniowe. W zawodach I stopnia (szkolnych) każdy uczestnik rozwiązuje dwie serie zadań, w tym zadanie obserwacyjne. Rozwiązywanie zadań zawodów II stopnia i III stopnia odbywa się w warunkach kontrolowanej samodzielności.

3. W pierwszej serii zadań zawodów I stopnia należy nadesłać, do **12 października 1999 r.**, rozwiązania 3 zadań, dowolnie wybranych przez uczestnika spośród zestawu zawierającego 4 zadania.

4. Rozwiązanie zadania obserwacyjnego należy przesłać wraz z rozwiązaniami zadań drugiej serii zawodów I stopnia, do **16 listopada br.** Decyduje data stempla pocztowego. Nadesłanie rozwiązania zadania obserwacyjnego jest warunkiem koniecznym dalszego udziału w olimpiadzie.

5. W przypadku nadesłania rozwiązań większej liczby zadań z danego zestawu, do klasyfikacji zaliczane będą rozwiązania ocenione najwyżej (po trzy zadania z każdej serii i jedno zadanie obserwacyjne).

6. Rozwiązania zadań zawodów I stopnia należy przesłać za pośrednictwem szkoły pod adresem: **KOMITET GŁÓWNY OLIMPIADY ASTRONOMICZNEJ, Planetarium Śląskie, 41-500 Chorzów, skr. poczt. 10**, w terminach podanych w p. 3 i 4. Decyduje data stempla pocztowego.

7. Rozwiązania zadań powinny być krótkie i zwięzłe, ale z wystarczającym uzasadnieniem. W przypadku polecenia samodzielnego wyszukania danych, należy podać ich źródło. Jako dane traktuje się również podręcznikowe stałe astronomiczne i fizyczne.

8. Rozwiązanie każdego zadania należy napisać na oddzielnym arkuszu papieru formatu A-4. Każdy arkusz oraz wszelkie załączniki (mapki, wykresy, tabele itp.) należy podpisać imieniem i nazwiskiem. W nagłówku zadania o najniższej numeracji należy umieścić dodatkowo: rok i miejsce urodzenia, pełną nazwę szkoły, jej adres, klasę i jej profil oraz adres prywatny (z kodami pocztowymi).

9. O uprawnieniach laureatów i finalistów decydują senaty wyższych uczelni. Wśród nagród dla najlepszych znajdują się teleskopy.

ZALECANA LITERATURA: obowiązujące w szkołach średnich podręczniki do przedmiotów ścisłych; H. Chrupała, M.T. Szczepański *25 lat olimpiad astronomicznych*; *Zadania olimpiad astronomicznych XXVI — XXXV* (w dwóch częściach); H. Chrupała, J. Kreiner, M. Szczepański *Zadania z astronomii z rozwiązaniami;* J.M. Kreiner *Astronomia z astrofizyką*; J. Mietelski *Astronomia w geografii*; E. Rybka *Astronomia ogólna*; David H. Levy *NIEBO — Poradnik użytkownika*; D.L.Moch'e *Astronomia — Przewodnik po Wszechświecie; Słownik szkolny — Astronomia* — praca zbiorowa; *atlas nieba; obrotowa mapa nieba*; czasopisma: *Urania — Postępy Astronomii, Wiedza i Życie, Świat Nauki, Delta, Fizyka w Szkole.*

PIERWSZA SERIA ZADAŃ

1. O trzech różnych parach gwiazd wiadomo, że:

a) moc promieniowania jednej gwiazdy jest milion razy większa, a jej promień tysiąc razy większy od drugiej;

b) temperatura efektywna jednej gwiazdy jest dwukrotnie wyższa, a jej moc promieniowania szesnastokrotnie większa od drugiej;

c) obydwie gwiazdy są tego samego typu widmowego i mają jednakowe moce promieniowania.

Jakie można by podać dodatkowe relacje dotyczące cech fizycznych danej pary gwiazd?

2. W dniu równonocy wiosennej, o godzinie 23.00 lokalnego czasu prawdziwego słonecznego, satelita geostacjonarny był obserwowany w południku w miejscowości o szerokości geograficznej $\varphi = 50°$. Na tle jakiego gwiazdozbioru był on wtedy widoczny?

3. W odległości r = 400 Mpc od nas znajduje się gromada galaktyk o średnicy kątowej $\rho \approx 15'$. Maksymalna różnica przesunięć ku czerwieni między jej składnikami wynosi $\Delta z = 0{,}003$, przy czym różnice te zdarzają się między galaktykami położonymi na całym obszarze sfery niebieskiej zajmowanym przez tę gromadę. Określ kształt przestrzenny tej gromady wynikający z prawa Hubble'a i skomentuj orientację przestrzenną uzyskanej bryły wiedząc, że jest ona charakterystyczna dla większości gromad galaktyk.

Uwaga: odległość gromady określono z prawa Hubble'a, dla H = 75 km/(s×Mpc).

4. Na podstawie literatury opracuj temat: Metody i dotychczasowe rezultaty poszukiwania planet wokół gwiazd.

ZADANIA OBSERWACYJNE

1. Oszacuj średnią godzinną częstotliwość co najmniej dwóch znanych rojów meteorów w okolicy daty maksimum aktywności danego roju.

2. Wyznacz moment zachodu Słońca rozumiany jako moment styczności górnego brzegu tarczy Słońca z linią horyzontu.

3. Jako rozwiązanie zadania obserwacyjnego można również nadesłać opracowane wyniki innych własnych obserwacji astronomicznych prowadzonych w latach 1998, 1999, a w szczególności z obserwacji zaćmienia Słońca w dniu 11 sierpnia 1999 r.

Rozwiązanie zadania obserwacyjnego powinno zawierać: dane dotyczące przyrządów użytych do obserwacji i pomiarów, opis metody i programu obserwacji, standardowe dane dotyczące przeprowadzonej obserwacji (m.in. datę, czas, współrzędne geograficzne, warunki atmosferyczne), wyniki obserwacji i ich opracowanie oraz ocenę dokładności uzyskanych rezultatów. W przypadku zastosowania metody fotograficznej należy dołączyć negatyw.

Rozwiązanie jednego zadania obserwacyjnego należy nadesłać wraz z rozwiązaniami drugiej serii zadań zawodów I stopnia — do dnia 16 listopada 1999 r.

Wrzesień

Słońce

Słońce w swym ruchu rocznym po ekliptyce 23 września przekracza równik niebieski w punkcie równonocy jesiennej, wstępując w znak Wagi, co rozpoczyna astronomiczną jesień. Dni stają się ciągle coraz krótsze. W Warszawie 1 września Słońce wschodzi o 3^h46^m, zachodzi o 17^h25^m, a 30 września wschodzi o 4^h34^m, zachodzi o 16^h17^m.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h UT)

Data 1999	P [°]	B_0 [°]	L_0 [°]
IX 1	20,95	7,19	176,92
3	21,45	7,21	150,50
5	21,93	7,23	124,08
7	22,39	7,25	97,67
9	22,82	7,25	71,26
11	23,23	7,25	44,85
13	23,62	7,23	18,44
15	23,98	7,21	352,03
17	24,31	7,18	325,63
19	24,63	7,14	299,23
21	24,91	7,10	272,83
23	25,17	7,04	246,43
25	25,41	6,98	220,03
27	25,61	6,91	193,63
IX 29	25,79	6,83	167,24
X 1	25,95	6,74	140,84

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;
B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;
$14^d09^h31^m$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°

Księżyc

Bezksiężycowe noce będziemy mieli w pierwszej połowie miesiąca, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: ostatnia kwadra $2^d22^h17^m$, nów $9^d22^h02^m$, pierwsza kwadra $17^d20^h06^m$ oraz pełnia $25^d10^h51^m$. W perygeum Księżyc znajdzie się 2 września o 18^h07^m, w apogeum 16 września o 18^h43^m i ponownie w perygeum 28 września o 10^h51^m.

Planety i planetoidy

Merkury znajduje się na niebie w pobliżu Słońca i jest niewidoczny.

Nad ranem coraz wyżej nad wschodnim horyzontem wznosi się Wenus. Pod koniec miesiąca możemy ją obserwować około godzinę przed wschodem Słońca na wysokości 30° jako „Gwiazdę Poranną" o jasności $-4,6^m$. W ciągu miesiąca możemy obserwować szybko rosnącą fazę planety (od 4% do 33%). W tym samym czasie średnica kątowa tarczy planety maleje od 55´ do 33´, co umożliwia jej obserwacje nawet przez niewielkie teleskopy amatorskie. Pamiętajmy jednak, że w celu zaobserwowania fazy należy obserwacje wykonywać na już jasnym niebie, w celu zmniejszenia kontrastu między planetą i otoczeniem.

Marsa możemy próbować zaobserwować wieczorem około godzinę po zachodzie Słońca, jednak bardzo nisko, jedynie 7° nad zachodnim horyzontem, jako obiekt $0,5^m$.Średnica tarczy planety jest bardzo mała (zaledwie 7"), tak więc obserwacja szczegółów na tarczy planety jest bardzo mała.

Jowisz widoczny jest całą noc na granicy gwiazdozbiorów Ryb i Wieloryba jako jasna „gwiazda" $-2,9^m$.

Także całą noc możemy obserwować Saturna na granicy gwiazdozbiorów Barana i Wieloryba. Planeta osiągnie jasność $0,0^m$, przy średnicy tarczy blisko 20". W związku z maksymalnym nachyleniem bieguna planety w kierunku Ziemi, układ pierścieni Saturna osiąga maksymalną rozwartość, ułatwiając obserwacje m.in. przerwy Cassiniego nawet przez niewielkie teleskopy amatorskie.

Uran i Neptun widoczne są w pierwszej połowie nocy 11° od siebie w gwiazdozbiorze Koziorożca jako „gwiazdy" o jasnościach odpowiednio $5,7^m$ i $7,9^m$. Do obserwacji tarcz planet niezbędny jest teleskop o średnicy przynajmniej 15cm (i oczywiście spokojna atmosfera w miejscu obserwacji).

Pluton zachodzi wkrótce po zapadnięciu zmroku i jego obserwacja jest raczej niemożliwa.

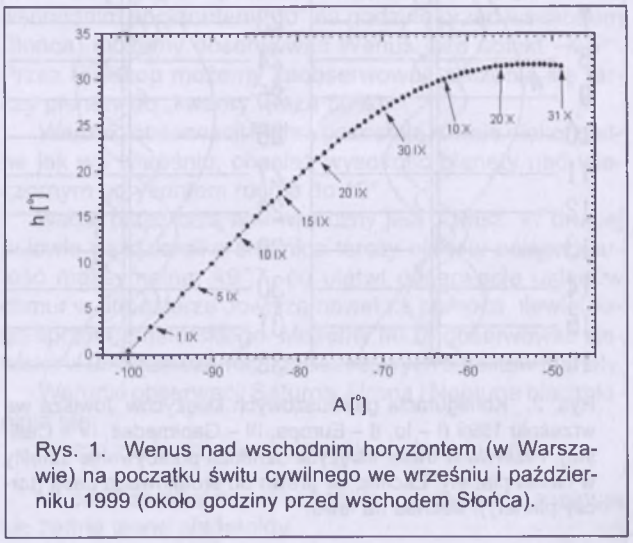
We wrześniu w pobliżu opozycji nie znajdują się żadne jasne planetoidy.

Meteory

Od 6 do 10 września promieniują meteory z roju Drakonid, związanego z kometą Giacobini-Zinnera. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Smoka i ma współrzędne: rekt. 17^h28^m, dekl. +54°. Warunki obserwacji znakomite w związku z przypadającym wtedy nowiem Księżyca. Można spodziewać się zwiększonej aktywności roju w związku z niedawnym powrotem macierzystej komety.

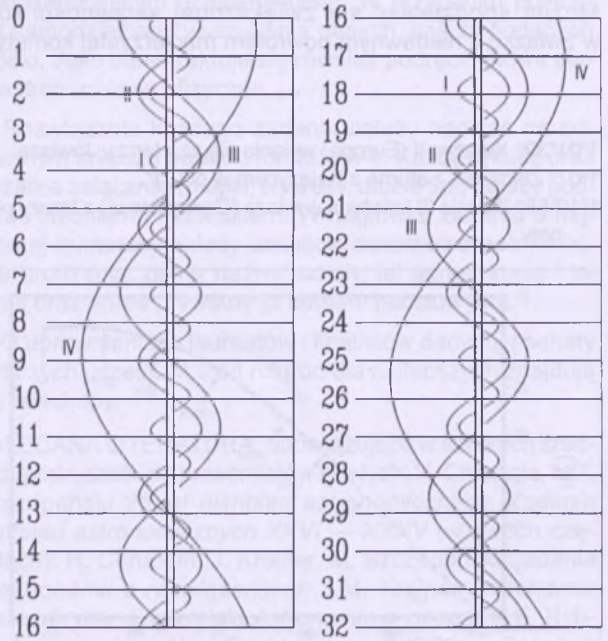
***

$1^d01^h39^m$ Księżyc II (Europa) wyłania się zza tarczy Jowisza.
1^d07^h Złączenie Saturna z Księżycem w odl. 3°.
$1^d19^h55^m$ Zejście III księżyca Jowisza (Ganimedesa) z tarczy planety.

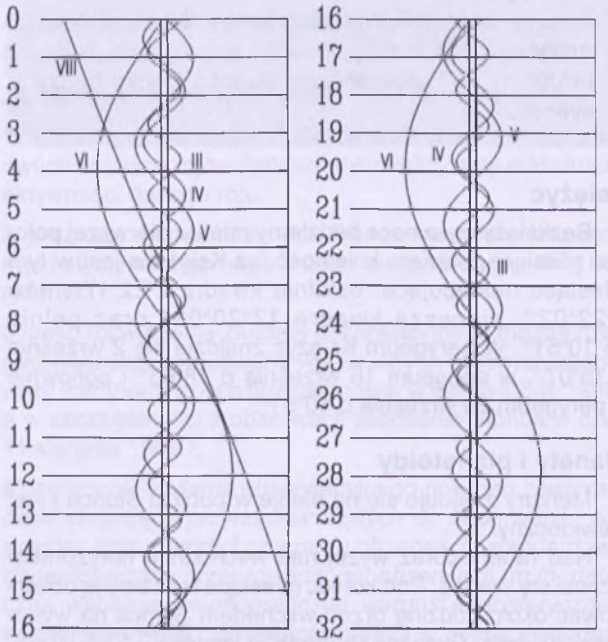


Rys. 1. Wenus nad wschodnim horyzontem (w Warszawie) na początku świtu cywilnego we wrześniu i październiku 1999 (około godziny przed wschodem Słońca).

$2^d20^h45^m$ Zejście II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
2^d21^h Zakrycie gwiazdy α Tau (Aldebaran) przez Księżyc, widoczne w całej Polsce (Krosno 21^h31^m — Gdańsk 21^h37^m).
4^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.
$4^d02^h17^m$ Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
$4^d03^h25^m$ Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
$4^d23^h38^m$ Początek zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.
$5^d02^h54^m$ Księżyc I (Io) wyłania się zza tarczy Jowisza.
$5^d03^h20^m$ Początek zaćmienia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) przez cień planety.
$5^d20^h46^m$ Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
$5^d21^h52^m$ Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
$5^d22^h56^m$ Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$5^d24^h00^m$ Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$6^d21^h21^m$ Księżyc I (Io) wyłania się zza tarczy Jowisza.
7^d16^h Złączenie Wenus z Księżycem w odl. 8°.
$7^d23^h31^m$ Początek zaćmienia II księżyca Jowisza (Europy) przez cień planety.
$8^d04^h01^m$ Księżyc II (Europa) wyłania się zza tarczy Jowisza.
8^d15^h Merkury w koniunkcji górnej ze Słońcem.
$8^d19^h30^m$ Zejście cienia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) z tarczy planety.
$8^d21^h53^m$ Wejście III księżyca Jowisza (Ganimedesa) na tarczę planety.
$8^d23^h29^m$ Zejście III księżyca Jowisza (Ganimedesa) z tarczy planety.
9^d20^h Wenus nieruchoma w rektascensji.
$9^d20^h46^m$ Wejście II księżyca Jowisza (Europy) na tarczę planety.
$9^d21^h05^m$ Zejście cienia II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
9^d23^h Złączenie Merkurego z Księżycem w odl. 2°.
$9^d23^h07^m$ Zejście II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
12^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.
$12^d01^h32^m$ Początek zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.
$12^d22^h40^m$ Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
$12^d23^h39^m$ Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
$13^d00^h49^m$ Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$13^d01^h47^m$ Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$13^d20^h01^m$ Początek zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.
$13^d23^h07^m$ Księżyc I (Io) wyłania się zza tarczy Jowisza.
$14^d19^h18^m$ Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$14^d20^h14^m$ Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$15^d02^h06^m$ Początek zaćmienia II księżyca Jowisza (Europy) przez cień planety.
$15^d21^h29^m$ Cień III księżyca Jowisza (Ganimedesa) wchodzi na tarczę planety.
$15^d23^h28^m$ Zejście cienia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) z tarczy planety.
$16^d01^h23^m$ Wejście III księżyca Jowisza (Ganimedesa) na tarczę planety.
$16^d02^h57^m$ Zejście III księżyca Jowisza (Ganimedesa) z tarczy planety.
16^d10^h Złączenie Marsa z Księżycem w odl. 7°.
$16^d21^h17^m$ Cień II księżyca Jowisza (Europy) wchodzi na tarczę planety.
$16^d23^h07^m$ Wejście II księżyca Jowisza (Europy) na tarczę planety.
$16^d23^h42^m$ Zejście cienia II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
$17^d01^h28^m$ Zejście II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
$18^d19^h32^m$ Księżyc II (Europa) wyłania się zza tarczy Jowisza.
$19^d03^h27^m$ Początek zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.



Rys. 2. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza we wrześniu 1999 (I – Io, II – Europa, III – Ganimedes, IV – Callisto). Przerwa w trasie księżyca oznacza przebywanie satelity w cieniu planety. Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo.



Rys. 3. Konfiguracja pięciu najjaśniejszych księżyców Saturna we wrześniu 1999 (III – Tethys, IV – Dione, V – Rhea, VI – Tytan, VIII – Iapetus). Zachód na lewo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na prawo.

20^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.
$20^d00^h35^m$ Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
$20^d01^h25^m$ Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
$20^d02^h44^m$ Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$20^d03^h33^m$ Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$20^d21^h56^m$ Początek zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.
20^d22^h Złączenie Neptuna z Księżycem w odl. 1°.
$21^d00^h53^m$ Księżyc I (Io) wyłania się zza tarczy Jowisza.
$21^d19^h03^m$ Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
$21^d19^h52^m$ Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
21^d20^h Złączenie Urana z Księżycem w odl. 1°.
$21^d21^h12^m$ Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$21^d22^h00^m$ Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$22^d19^h20^m$ Księżyc I (Io) wyłania się zza tarczy Jowisza.
$23^d01^h33^m$ Cień III księżyca Jowisza (Ganimedesa) wchodzi na tarczę planety.
$23^d03^h28^m$ Zejście cienia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) z tarczy planety.
$23^d11^h31.5^m$ Słońce wstępuje w znak Wagi, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 180°, mamy zrównanie dnia z nocą i początek jesieni astronomicznej.
23^d19^h Jowisz w opozycji ze Słońcem.
$23^d23^h53^m$ Cień II księżyca Jowisza (Europy) wchodzi na tarczę planety.
$24^d01^h25^m$ Wejście II księżyca Jowisza (Europy) na tarczę planety.
$24^d02^h17^m$ Zejście cienia II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
$24^d03^h45^m$ Zejście II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
$25^d21^h49^m$ Księżyc II (Europa) wyłania się zza tarczy Jowisza.
$26^d18^h24^m$ Początek zakrycia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) przez tarczę planety.
$26^d19^h59^m$ Księżyc III (Ganimedes) wyłania się zza tarczy Jowisza.
27^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.
$27^d02^h30^m$ Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
$27^d03^h11^m$ Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
27^d13^h Złączenie Jowisza z Księżycem w odl. 4°.
$27^d23^h50^m$ Początek zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.
$28^d02^h38^m$ Księżyc I (Io) wyłania się zza tarczy Jowisza.
28^d12^n Złączenie Saturna z Księżycem w odl. 3°.
$28^d20^h58^m$ Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
$28^d21^h37^m$ Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
$28^d23^h07^m$ Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$28^d23^h45^m$ Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$29^d18^h18^m$ Początek zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.
$29^d21^h04^m$ Księżyc I (Io) wyłania się zza tarczy Jowisza.
$30^d18^h10^m$ Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.

Październik

Słońce

Dni są coraz krótsze, co widać po momentach wschodu i zachodu Słońca. W Warszawie 1 października Słońce wschodzi o 4^h36^m, zachodzi o 16^h15^m, a 31 października wschodzi o 5^h29^m, zachodzi o 15^h10^m.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h czasu UT)

Data 1999	P [°]	B_0 [°]	L_0 [°]
X 1	25,95	6,74	140,84
3	26,07	6,64	114,45
5	26,17	6,54	88,06
7	26,24	6,43	61,68
9	26,28	6,31	35,29
11	26,29	6,18	8,91
13	26,28	6,04	342,52
15	26,23	5,90	316,14
17	26,15	5,75	289,76
19	26,04	5,60	263,38
21	25,90	5,43	237,00
23	25,73	5,26	210,62
25	25,53	5,09	184,24
27	25,30	4,90	157,87
29	25,04	4,71	131,49
X 31	24,75	4,52	105,12
XI 2	24,42	4,32	78,74

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;
B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;
$11^d16^h13^m$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

Księżyc

Bezksiężycowe noce będziemy mieli w pierwszej połowie października, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: ostatnia kwadra $2^d04^h02^m$, nów $9^d11^h34^m$, pierwsza kwadra $17^d15^h00^m$, pełnia $24^d21^h02^m$ oraz ostatnia kwadra $31^d12^h04^m$. W apogeum Księżyc znajdzie się $14^d13^h50^m$, a w perygeum $26^d12^h59^m$.

Planety i planetoidy

Merkury nadal znajduje się na niebie w pobliżu Słońca i jest niewidoczny.

Przez cały miesiąc nad ranem, stosunkowo wysoko nad wschodnim horyzontem (30° na godzinę przed wschodem Słońca) możemy obserwować Wenus jako obiekt $-4{,}5^m$. Przez teleskop możemy zaobserwować zbliżanie się tarczy planety do „kwadry" (faza 50%).

Warunki obserwacji Marsa pozostają równie niekorzystne jak we wrześniu, chociaż wysokość planety nad wieczornym horyzontem rośnie do 10°.

Nadal przez całą noc widoczny jest Jowisz. W drugiej połowie października średnica tarczy planety osiąga wartość maksymalną: 49″,7, co ułatwi obserwacje układów chmur w atmosferze Jowisza nawet za pomocą niewielkiego sprzętu amatorskiego. Możemy także obserwować zjawiska w układzie czterech galileuszowych satelitów planety.

Warunki obserwacji Saturna, Urana i Neptuna nie zmieniają się.

Pluton zachodzi wieczorem i jest niewidoczny.

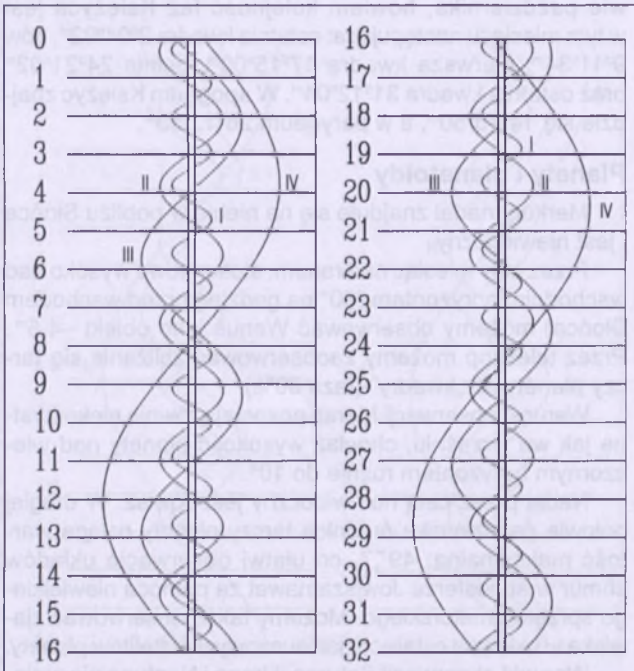
W październiku nadal w pobliżu opozycji nie znajdują się żadne jasne planetoidy.

Meteory

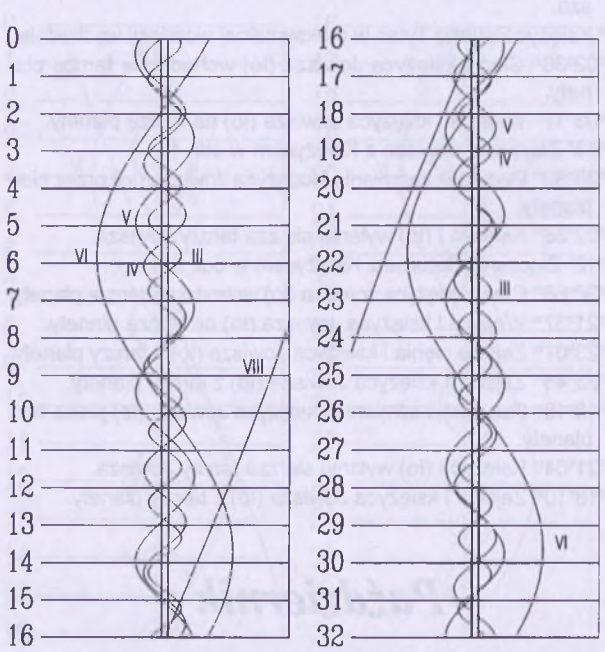
Od 2 października do 7 listopada promieniują meteory z roju Orionidów, związanego z kometą Halleya. Radiant meteorów leży na granicy gwiazdozbiorów Oriona i Bliźniąt i ma współrzędne: rekt. 6^h20^m, dekl. +16°. Maksimum aktywności przypada 22 października. Warunki obserwacyjne w tym roku są niekorzystne w związku z pełnią Księżyca w tym okresie.

***

$1^d02^h30^m$ Cień II księżyca Jowisza (Europy) wchodzi na tarczę planety.
$1^d03^h42^m$ Wejście II księżyca Jowisza (Europy) na tarczę planety.
$2^d20^h38^m$ Początek zaćmienia II księżyca Jowisza (Europy) przez cień planety.
$3^d00^h06^m$ Księżyc II (Europa) wyłania się zza tarczy Jowisza.
$3^d19^h30^m$ Początek zaćmienia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) przez cień planety.
$3^d21^h20^m$ Koniec zaćmienia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) przez cień planety.
$3^d21^h43^m$ Początek zakrycia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) przez tarczę planety.
$3^d23^h19^m$ Księżyc III (Ganimedes) wyłania się zza tarczy Jowisza.
$4^d04^h23^m$ Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
$4^d18^h11^m$ Zejście cienia II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
$4^d19^h10^m$ Zejście II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
$5^d01^h44^m$ Początek zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.
$5^d04^h22^m$ Księżyc I (Io) wyłania się zza tarczy Jowisza.
5^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.
5^d17^h Złączenie Wenus z Księżycem w odl. 5°.
$5^d22^h52^m$ Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
$5^d23^h20^m$ Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
$6^d01^h01^m$ Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$6^d01^h28^m$ Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$6^d20^h13^m$ Początek zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.
$6^d22^h48^m$ Księżyc I (Io) wyłania się zza tarczy Jowisza.
$7^d17^h21^m$ Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
$7^d17^h47^m$ Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
$7^d19^h30^m$ Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$7^d19^h55^m$ Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$8^d17^h15^m$ Księżyc I (Io) wyłania się zza tarczy Jowisza.
$9^d23^h15^m$ Początek zaćmienia II księżyca Jowisza (Europy) przez cień planety.
$10^d02^h21^m$ Księżyc II (Europa) wyłania się zza tarczy Jowisza.
$10^d23^h33^m$ Początek zaćmienia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) przez cień planety.
$11^d02^h38^m$ Księżyc III (Ganimedes) wyłania się zza tarczy Jowisza.
11^d03^h Złączenie Merkurego z Księżycem w odl. 7°.
$11^d18^h25^m$ Cień II księżyca Jowisza (Europy) wchodzi na tarczę planety.
$11^d19^h04^m$ Wejście II księżyca Jowisza (Europy) na tarczę planety.
$11^d20^h47^m$ Zejście cienia II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
$11^d21^h24^m$ Zejście II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
$12^d03^h39^m$ Początek zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.
$13^d00^h47^m$ Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
$13^d01^h04^m$ Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
$13^d02^h55^m$ Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$13^d03^h12^m$ Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
13^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.
13^d18^h Neptun nieruchomy w rektascensji.



Rys. 4. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w październiku 1999 (I – Io, II – Europa, III – Ganimedes, IV – Callisto). Przerwa w trasie księżyca oznacza przebywanie satelity w cieniu planety. Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo.



Rys. 5. Konfiguracja pięciu najjaśniejszych księżyców Saturna w październiku 1999 (III – Tethys, IV – Dione, V – Rhea, VI – Tytan, VIII – Iapetus). Zachód na lewo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na prawo.

13^{d}22^{h}08^m Początek zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.
14^{d}00^{h}32^m Księżyc I (Io) wyłania się zza tarczy Jowisza.
14^{d}19^{h}16^m Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
14^{d}19^{h}30^m Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
14^{d}21^{h}24^m Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
14^{d}21^{h}39^m Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
15^{d}13^h Złączenie Marsa z Księżycem w odl. 5°.
15^{d}18^{h}57^m Księżyc I (Io) wyłania się zza tarczy Jowisza.
17^{d}01^{h}52^m Początek zaćmienia II księżyca Jowisza (Europy) przez cień planety.
17^{d}04^{h}36^m Księżyc II (Europa) wyłania się zza tarczy Jowisza.
18^{d}03^{h}36^m Początek zaćmienia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) przez cień planety.
18^{d}07^h Złączenie Neptuna z Księżycem w odl. 1°.
18^{d}21^{h}01^m Cień II księżyca Jowisza (Europy) wchodzi na tarczę planety.
18^{d}21^{h}17^m Wejście II księżyca Jowisza (Europy) na tarczę planety.
18^{d}23^{h}23^m Zejście cienia II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
18^{d}23^{h}39^m Zejście II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
19^{d}05^h Złączenie Urana z Księżycem w odl. 0,4°.
20^{d}02^{h}42^m Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
20^{d}02^{h}48^m Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
20^{d}04^{h}50^m Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
20^{d}04^{h}56^m Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
20^{d}17^{h}43^m Księżyc II (Europa) wyłania się zza tarczy Jowisza.
21^{d}00^{h}02^m Początek zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.
21^{d}02^{h}15^m Księżyc I (Io) wyłania się zza tarczy Jowisza.
21^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.
21^{d}17^{h}42^m Cień III księżyca Jowisza (Ganimedesa) wchodzi na tarczę planety.
21^{d}17^{h}56^m Wejście III księżyca Jowisza (Ganimedesa) na tarczę planety.
21^{d}19^{h}24^m Zejście cienia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) z tarczy planety.
21^{d}19^{h}36^m Zejście III księżyca Jowisza (Ganimedesa) z tarczy planety.
21^{d}21^{h}10^m Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
21^{d}21^{h}13^m Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
21^{d}23^{h}19^m Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
21^{d}23^{h}22^m Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
22^{d}18^{h}31^m Początek zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.
22^{d}20^{h}41^m Księżyc I (Io) wyłania się zza tarczy Jowisza.
23^{d}07^h Uran nieruchomy w rektascensji.
23^{d}17^{h}48^m Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
23^{d}17^{h}48^m Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
23^{d}20^{h}51^m Słońce wstępuje w znak Skorpiona, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 210°.
24^{d}04^{h}28^m Początek zakrycia II księżyca Jowisza (Europy) przez tarczę planety.
24^{d}17^h Złączenie Jowisza z Księżycem w odl. 4°.
24^{d}22^h Merkury w maksymalnej elongacji wschodniej od Słońca w odl. 24°.
25^{d}18^h Złączenie Saturna z Księżycem w odl. 3°.
25^{d}23^{h}30^m Wejście II księżyca Jowisza (Europy) na tarczę planety.
25^{d}23^{h}37^m Cień II księżyca Jowisza (Europy) wchodzi na tarczę planety.
26^{d}01^{h}52^m Zejście II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
26^{d}01^{h}59^m Zejście cienia II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
27^{d}17^{h}35^m Początek zakrycia II księżyca Jowisza (Europy) przez tarczę planety.
27^{d}20^{h}11^m Koniec zaćmienia II księżyca Jowisza (Europy) przez cień planety.
28^{d}01^{h}51^m Początek zakrycia I księżyca Jowisza (Io) przez tarczę planety.
28^{d}04^{h}06^m Koniec zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.
28^{d}21^{h}10^m Wejście III księżyca Jowisza (Ganimedesa) na tarczę planety.
28^{d}21^{h}45^m Cień III księżyca Jowisza (Ganimedesa) wchodzi na tarczę planety.
28^{d}22^{h}55^m Zejście III księżyca Jowisza (Ganimedesa) z tarczy planety.
28^{d}22^{h}57^m Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
28^{d}23^{h}06^m Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
28^{d}23^{h}26^m Zejście cienia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) z tarczy planety.
29^{d}01^{h}06^m Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
29^{d}01^{h}15^m Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
29^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.
29^{d}20^{h}16^m Początek zakrycia I księżyca Jowisza (Io) przez tarczę planety.
29^{d}22^{h}35^m Koniec zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.
30^{d}17^{h}23^m Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
30^{d}17^{h}34^m Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
30^{d}19^{h}32^m Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
30^{d}19^{h}43^m Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
31^{d}01^h Wenus w maksymalnej elongacji zachodniej od Słońca w odl. 46°.
31^{d}17^{h}03^m Koniec zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.

UWAGA: *Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie uniwersalnym UT (Greenwich).*

Aby otrzymać datę w obowiązującym we wrześniu w Polsce „czasie letnim", należy dodać 2 godziny, po wprowadzeniu w październiku „czasu zimowego" należy dodać 1 godzinę.

Momenty złączeń planet z Księżycem podane są dla geocentrycznych złączeń w rektascensji. Podane są ***wszystkie*** *złączenia, nie tylko widoczne w Polsce.*

Opracował T. Ściężor

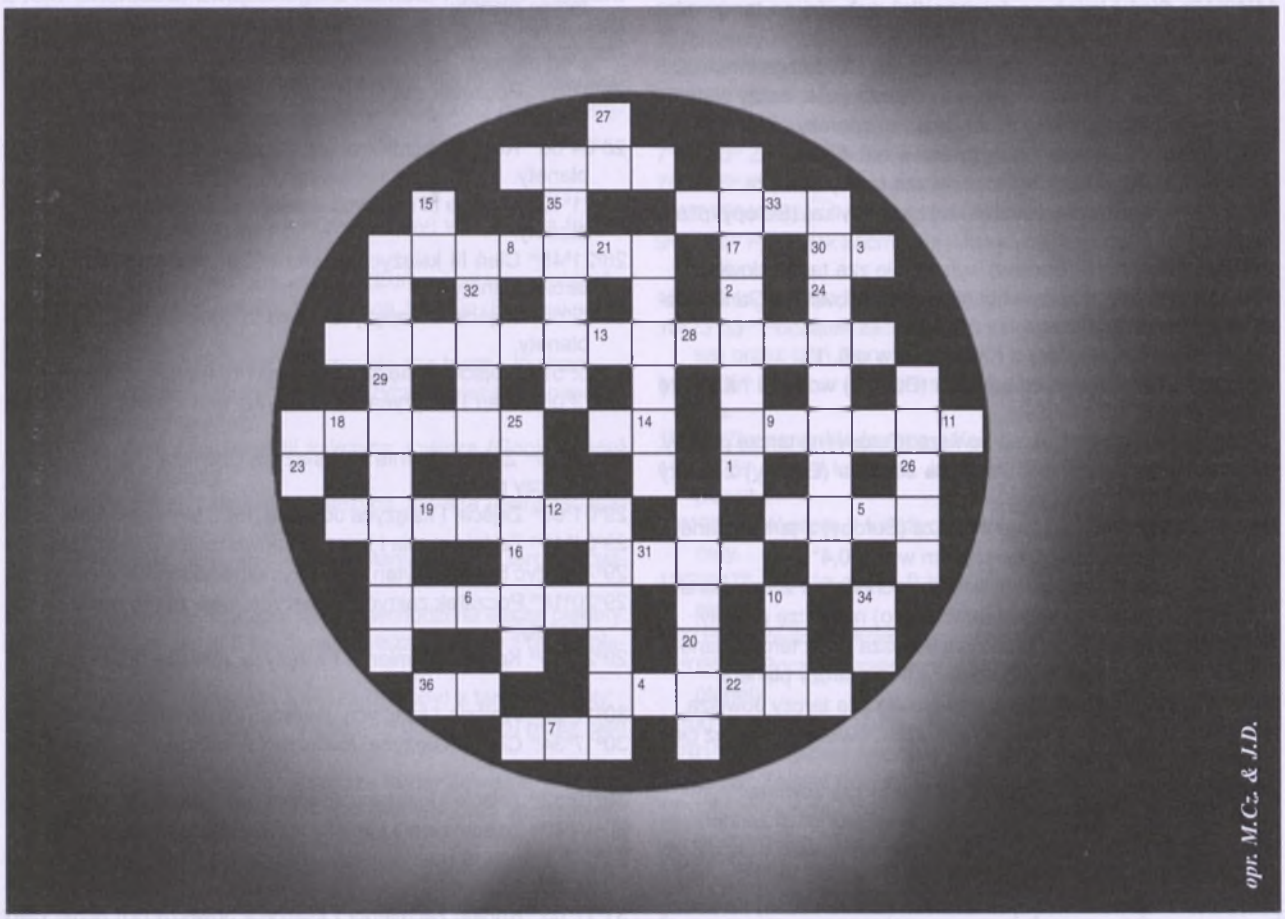
ASTRO-BIT
Oprogramowanie i materiały astronomiczne

Ireneusz Włodarczyk
ul. Rewolucjonistów 15/13
42-500 Będzin

tel.:(0-32) 761-29-46 e-mail: astrobit@ka.onet.pl

KRZYŻÓWKA

Litery w kratkach o numerach od 1 do 36 utworzą rozwiązanie krzyżówki, które prosimy przysłać na adres redakcji do końca sierpnia br. Rozwiązaniem z numeru 2/99 jest hasło „Dyski protoplanetarne w konstelacji Oriona". Autorem tych słów jest Galileo Galilei. Nagrody książkowe wylosowali panowie **Jan Maszkowski** ze Szczecinka i **Adam Migulski** z Jasienia.



POZIOMO

• najdłuższy gwiazdozbiór nieba • towarzyszy wyładowaniom atmosferycznym • skupisko gwiazd oddziaływujących na siebie • kosmita z filmu Spielberga • „muzykalny teleskop" • francuska rakieta nośna • pies Ali • zielona skała magmowa, materiał budowlany • autor „Krótkiej historii czasu" • podstawowy składnik atmosfery ziemskiej • „żeglarski" gwiazdozbiór • ojciec radioastronomii • początek nazwy końca rogu byka • wyspy u wybrzeży Szkocji • zwierzę w Orionie

PIONOWO

• jednostka miary powierzchni • wynik zakrzywienia czasoprzestrzeni przez masę • miasto Abrahama • w nim Betelgeza • krzywa matematyczna opisująca ruch planet • nie wieś • wybuchowy księżyc Jowisza • stale mu rosną siekacze • zwykle towarzyszą im katalogi gwiazd • kolebka ludzkości • jeden z księżyców Urana • typ programów komputerowych • warstwa ziemskiej atmosfery ok. 80 km nad ziemią • „okrągła" liczba • najliczniejsza grupa ludów afrykańskich

KONKURS

Czy znasz Układ Słoneczny?

Najmocniej przepraszamy Wszystkich uczestników Konkursu za zamieszanie spowodowane omyłkowym zamieszczeniem fragmentu starego tekstu w naszej rubryce w poprzednim zeszycie „Uranii". Oczywiście termin nadsyłania odpowiedzi do siódmej części Konkursu nie upłynął z końcem kwietnia tego roku, ale trwał do końca czerwca! Także ilość punktów, jakie można było zdobyć w tej części, to nie 36, ale 48 (4 obrazki po 12 pkt. każdy). Przy okazji odpowiadamy na zarzut, że uprzywilejowani są uczestnicy posiadający dostęp do Internetu. Otóż nieprawdą jest, iż zasoby internetowe są podstawowym źródłem konkursowych zdjęć. Częściej czerpiemy je z książek, a na drugim miejscu można wymienić jako źródło encyklopedie multimedialne.

Prawidłowe odpowiedzi do szóstej części Konkursu to: 1) Kallisto; 2) Ganimedes; 3) Gaspra. W czołówce SUS-ów bez zmian (ciekawe, czy siódma część coś zmieni?). Największą ilością zdobytych punktów mogą dalej szczycić się panowie: **Tadeusz Karamucki**, **Ariel Majcher, Tadeusz Maliszewski** i **Artur Pilarczyk**, którzy zdobyli do tej pory maksymalną ilość punktów: **168**. Na dalszych pozycjach uplasowali się: Karol Pankowski (153 pkt.); Lech Barski, Andrzej Chyłek i Jerzy Łągiewka (po 146 pkt.). Nagrodę książkową wylosował Rafał Kleta. Gratulujemy, nagrodę wyślemy pocztą.

Aktualną listę uczestników i zdobytych przez nich do tej pory punktów można znaleźć na naszych stronach internetowych pod adresem: urania.camk.edu.pl/konkurs.

Galeria Uranii

Trzy galaktyki w gwiazdozbiorze Lwa (M 65, M66 i NGC 3628) „upolował" na jednym zdjęciu Artur Wrembel z Bydgoszczy. Użytą „broń" prezentuje zdjęcie niżej (Maksutow 150/1800). Ogniskowa teleskopu została skrócona za pomocą telekompresora do 1000 mm (t_{exp} = 20 min, FujiColor 800 ASA, prowadzenie ręczne). Natomiast do zrobienia prezentowanego niżej zdjęcia Księżyca ogniskowa została wydłużona do 9600 mm (t_{exp} = 1 s, Equicolor 200).

W następnym zeszycie „Uranii-PA" mamy nadzieję zamieścić na tej stronie obrazy sierpniowego zaćmienia Słońca. Czekamy na Wasze zdjęcia!

Zamieszczone obok zdjęcie kompleksu mgławic cirrusowych w gwiazdozbiorze Łabędzia wykonał Mariusz Świętnicki ze Żręcina (Practica MTL-3 w ognisku głównym refraktora 65/400, t_{exp} = 25 min, film Konica VX 400).

Jak słusznie zauważyło paru naszych Czytelników, zdjęcie koniunkcji Księżyca i Wenus prezentowane w poprzednim wydaniu Galerii było wykonane rano, a nie wieczorem, jak napisaliśmy. Pomyłkę spowodowało wymienienie zdjęcia koniunkcji wieczornej na tę ostatecznie prezentowaną (Ariel Majcher przysłał nam równocześnie kilka zdjęć różnych koniunkcji). Autora i Czytelników przepraszamy.

XV OMSA

XV
SEMINARIUM

Urania

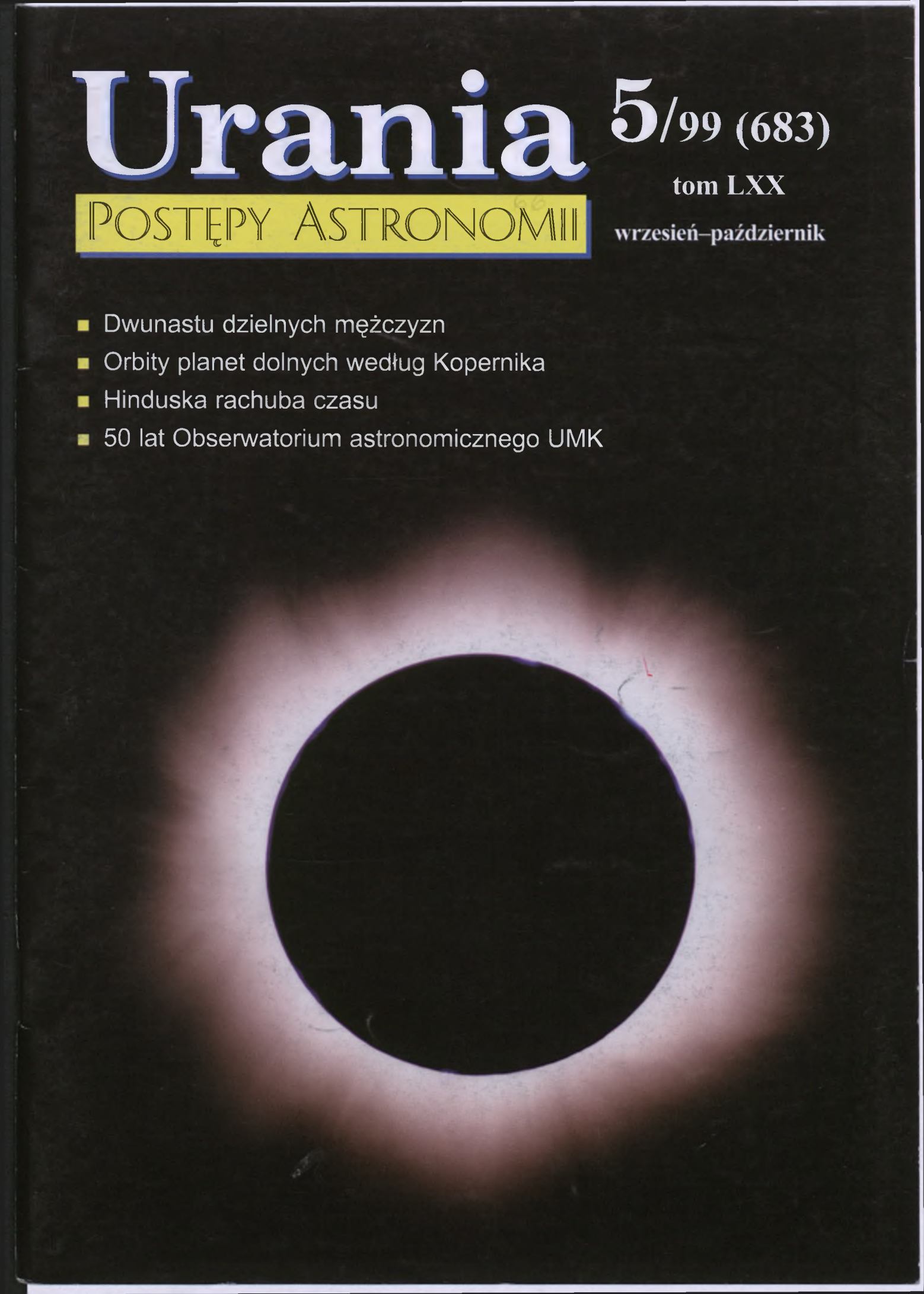
Postępy Astronomii

5/99 (683)

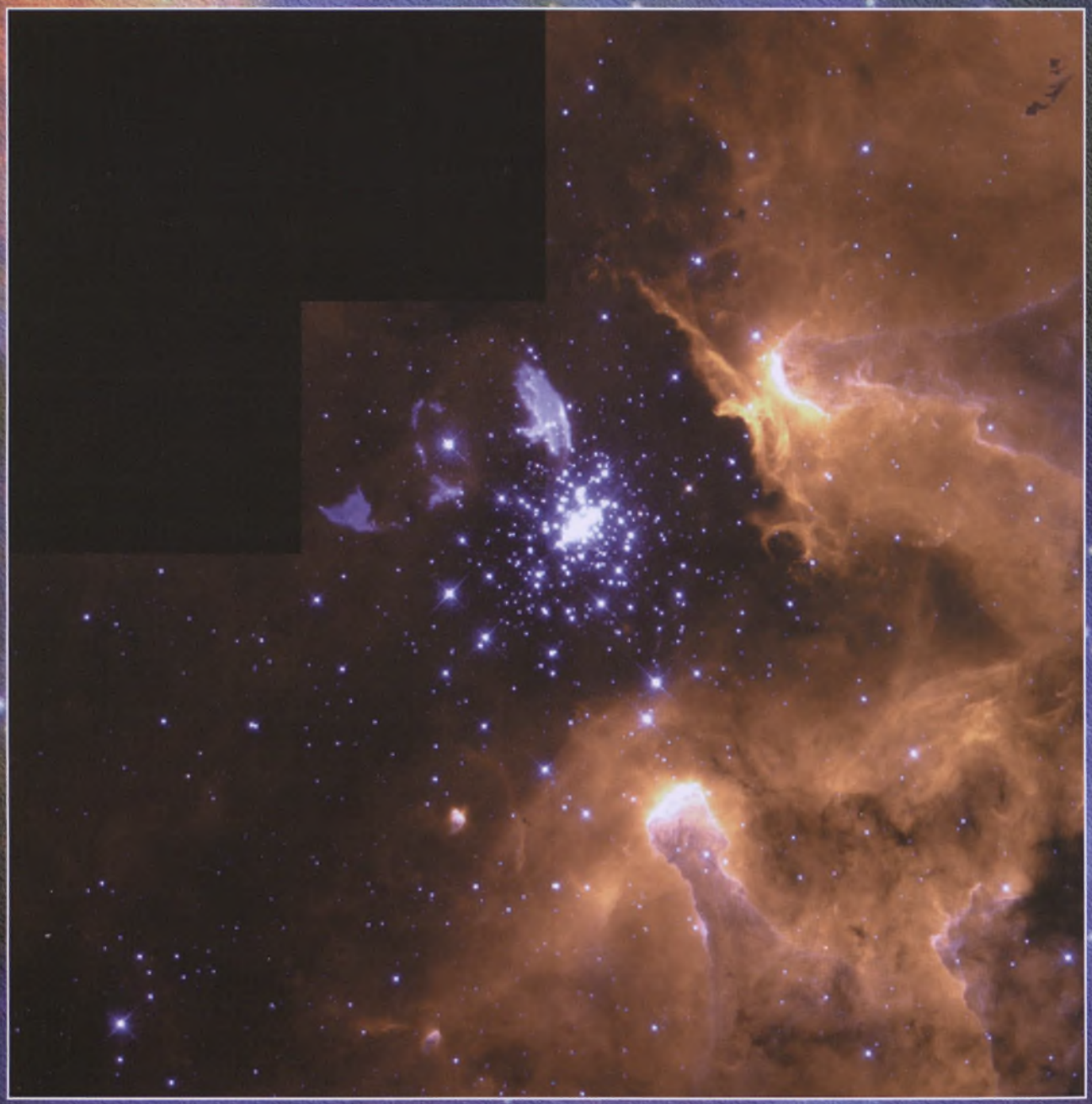
tom LXX

wrzesień–październik

- Dwunastu dzielnych mężczyzn
- Orbity planet dolnych według Kopernika
- Hinduska rachuba czasu
- 50 lat Obserwatorium astronomicznego UMK



NGC 3603



NGC 3603 to gigantyczna mgławica galaktyczna w Herkulesie, kłębowisko pyłu i gazu, w którym można znaleźć gwiazdy będące na różnych etapach swego życia. Niebieski obiekt na lewo i powyżej centrum to niebieski nadolbrzym S Her 25, otoczony okołogwiazdowym pierścieniem świecącego, wzbogaconego w pierwiastki cięższe niż wodór, gazu. To jest końcowy etap życia gwiazdy. W pobliżu środka jest siedlisko młodych, gorących gwiazd Wolfa-Rayeta i gwiazd wczesnych typów O, których promieniowanie i szybkie wiatry gwiazdowe wymiotły pobliską materię. Nieco na prawo i wyżej widać słupy materii międzygwiazdowej (podobne jak w M16) wyrzeźbione w zimnej chmurze molekularnego wodoru przez promieniowanie takiego samego rodzaju rodzących się tam gwiazd. Ciemne chmury to „globule Boka", które są prawdopodobnie wczesnym stadium formowania się gwiazd. W dolnej partii obrazu, w mgławicy emisyjnej, występują struktury stanowiące dyski protoplanetarne, nazywane „proplydami".

Zdjęcie zostało uzyskane w dniu 5 marca 1999 r. kamerą WFPC2 teleskopu kosmicznego Hubble'a przez Wolfganga Brandnera z JPL, Ewę K. Grebel z Uniwersytetu w Waszyngtonie i You-Hua Chu z Illinois, współpracujących z NASA.

Szanowni i Drodzy Czytelnicy,

W październiku 1999 roku mija 80 lat od chwili, gdy pojawiło się czasopismo pod tytułem „Urania". Nawiązywało swym tytułem do boskiej mieszkanki Olimpu o tym samym imieniu. ***„Urania niebiańska jest muzą astronomii, siedzi obok nawpół przysłoniętej kuli ziemskiej, w jednej dłoni trzyma cyrkiel, drugą niebo wskazuje. Czasem uwieńczona gwiazd koroną, niesie lirę, wzrok ku niebu zwraca albo laseczką coś na kuli niebieskiej, koło niej się znajdującej, rysuje."*** *Takimi słowy przedstawia naszą Patronkę A.H. Petiscus w swojej książce pt. „Olimp" przetłumaczonej przez Anastazyję Dzieduszycką i opublikowanej w Warszawie w roku 1875 i taki, jak obok zamieszczamy, podaje Jej obraz.*

Czasopismo URANIA było najpierw wydawane techniką litograficzną przez Międzyszkolne Koło Miłośników Astronomii w Warszawie, a od początku 1922 roku stało się oficjalnym drukowanym organem powstałego w roku 1921 ogólnopolskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. Mamy więc chyba prawo mówić o osiemdziesięcioleciu naszego czasopisma, choć minęło dopiero 77 lat jego istnienia jako oficjalnego organu Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. W Słowie Wstępnym w nr 1 „Uranii" z roku 1922 (od którego prowadzimy numerację naszych zeszytów) Komitet Redakcyjny tak charakteryzował „program dla czasopisma":

Zawierać on będzie artykuły oryginalne, referaty i notatki o najwięcej zainteresować mogących miłośnika pracach z Astronomji i nauk pokrewnych, wyciągi z wygłaszanych pod auspicjami Towarzystwa odczytów, podawać wskazówki do wykonywania celowych i możliwych dla miłośnika spostrzeżeń, a w tym celu i kalendarzyk astronomiczny, dalej komunikaty samych obserwacji, wreszcie odzwierciedlać będzie wszelkie objawy ruchu astronomicznego amatorskiego w kraju i za granicą.

Myślę, że temu programowi URANIA do dziś pozostała wierna i go realizuje. I tak w bieżącym zeszycie w oryginalnych artykułach piszemy o tych, co lądowali na Księżycu w związku z 30 rocznicą postawienia na Srebrnym Globie stopy człowieka (dr inż. Andrzej Marks), o kopernikowskiej analizie ruchu planet dolnych (profesor Antoni Opolski) i o hinduskiej rachubie czasu (dr Kazimierz Borkowski). Z wydarzeń krajowych przedstawiamy Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w 50-lecie jego istnienia i spotkanie bieszczadzkie na temat pól elektromagnetycznych ELF w astrofizyce, geofizyce i medycynie oraz przypominamy postać twórcy obserwatorium w Częstochowie, ks. Bonawentury Metlera w 60-lecie jego męczeńskiej śmierci.

„Drakonidy i Leonidy 1998" to opis rezultatów miłośniczych obserwacji, „Siostry Plejad M34–M41" to wskazanie ciekawych obiektów na niebie, „W pogoni za cieniem" to o przyszłych zaćmieniach Słońca. A pierwsze relacje słowne i fotograficzne z obserwacji tegorocznego rendez-vous Słońca i Księżyca przedstawiamy na str. 233 i okładce. Prosimy naszych Czytelników o nadsyłanie do naszej Redakcji swoich relacji i zdjęć z obserwacji tego wspaniałego zjawiska astronomicznego. Będziemy starali się je systematycznie publikować.

Nowe obrazy nieba dostarczył nam Teleskop Kosmiczny Hubble'a i niedawno uruchomiony gigantyczny teleskop japoński Subaru, a my je prezentujemy naszym Czytelnikom. Program komputerowy SkyMap Pro 5.0 daje nam nowe możliwości — piszemy o tym na str. 227. Pragniemy, aby „niewyobrażalne" stało się jakoś bardziej „uchwytne" (patrz Astronomia w szkole). Kalendarzyk, jak zawsze, publikujemy z dwumiesięcznym wyprzedzeniem. Nasz konkurs „Czy znasz Układ Słoneczny?" został już zakończony. W tym numerze jego rozstrzygnięcie! Gratulujemy zwycięzcom.

Nasz kolega redakcyjny w sierpniu zawarł związek małżeński. Młodej Parze, Alinie i Markowi, serdecznie życzymy wszelkiej pomyślności.

Życzę Państwu przyjemnej i pożytecznej lektury

Andrzej Woszczyk

PS Poszukujemy numerów URANII z lat 1919–1921. Czy ktoś z Czytelników mógłby nam pomóc je odnaleźć?

Toruń, w sierpniu 1999 roku

UNIWERSYTECKA w Toruniu

Droga Redakcjo!

Od kiedy tylko zacząłem interesować się astronomią, zawsze brakowało mi czasopisma całkowicie poświęconego mojej pasji.

Dziś mogę śmiało powiedzieć, że „Urania" w pełni mnie usatysfakcjonowała — jest dokładnie tym, czego szukałem.

Ponoć od bieżącego numeru U-PA ma wystartować nowy dział dotyczący kupna/sprzedaży sprzętu optycznego. Proponuję, aby dołożyć do tego rubrykę „Nawiążę kontakt...", która pozwalałaby zawierać nowe znajomości między miłośnikami astronomii (...)

Na zakończenie serdecznie pozdrawiam cały zespół redakcyjny i życzę dalszych sukcesów w redagowaniu „Uranii-PA".

Wasz stały czytelnik

Łukasz Mikuć
Jastrzębie Zdrój

* * *

Do Redaktora
„Uranii-Postępów Astronomii"

Dziękuję bardzo Panu Profesorowi za:

1. rewelacyjny artykuł Ks. profesora Michała Hellera w ostatnim zeszycie „URANII-PA" (*zeszyt 3/99*),

2. bardzo dobry cykl artykułów pt. „Czarne dziury w promieniach Roentgena" Marka Gierlińskiego i Andrzeja Zdziarskiego. Jednak w zeszycie „URANII-PA" nr 2 z 1999 r. na str. 57 Autorzy zmienili imię Stephen Hawking na Steven Hawking, a w nr 3 na str. 106 pierwsze zdanie artykułu o czarnych dziurach lepiej by brzmiało po polsku „Obserwacje w zakresie podczerwonym, optycznym i ultrafiolecie...". Podsumowując, ostatni numer „Uranii-PA" był wspaniały.

Obecnie przesyłam Panu Profesorowi dwa następne moje artykuły:

1. pierwszy o Międzynarodowej Unii Astronomicznej — w lipcu 1999 roku mija 80. rocznica jej założenia

2. o popularyzacji astronomii, fizyki i innych dziedzin nauki w Radio BIS. Warto zwrócić uwagę czytelników „URANII–PA" na jeszcze jedno źródło wiedzy i popularyzacji. Radio BIS popularyzuje naukę od 6 rano do 17 w całej Polsce już 6. rok, praktycznie bezpłatnie i codziennie.

Życzę udanego urlopu Panu Profesorowi i całej Redakcji i czekam niecierpliwie na kolejny zeszyt „URANII-PA"

Paweł Wojciech Błasik
Prezes Oddziału PTMA w Szczecinie

Red. *Dziękujemy Koledze Błasikowi za miłe słowa oceny naszego pisma oraz nadesłanie kolejnych materiałów do druku. Nasze pismo wychodzi tylko raz na 2 miesiące, a materiałów nadsyłanych przez naszych Czytelników mamy dość dużo. Nie wszystkie więc potrafimy opublikować. Koledze Błasikowi jesteśmy szczególnie wdzięczni za żywą więź z naszą Redakcją i nadesłane szczegółowe recenzje licznych książek. Staramy się tymi recenzjami zainteresować wydawców lub autorów recenzowanych pozycji.*

Sprostowanie

W opisie zdjęć z Ogólnopolskiego Młodzieżowego Seminarium Astronomicznego (str.147) podaliśmy błędną pisownię nazwiska głównej organizatorki tego Seminarium mgr **Małgorzaty Śróbki-Kubiak**, oraz zmieniliśmy nieco nazwisko zwycięzcy tego konkursu. **Radosław Smolec** z II LO w Grudziądzu został laureatem pierwszego miejsca zarówno Seminarium Grudziądzkiego jak i XLII Olimpiady Astronomicznej w Chorzowie. Jego opiekunką i prowadzącym nauczycielem od kilku lat była (inaczej niż podaliśmy na str. 180) Pani Małgorzata Śróbka-Kubiak. Przepraszamy.

Tu może być reklama Twojej Firmy!

Nasz cennik jest następujący:
cała strona kolorowa: 1000.00 zl
cała strona czarno-biała: 400.00 zl
Przy mniejszych formatach dla stron czarno-białych:
1/2 str.: 300.00 zł
1/4 str.: 200.00 zł
1/8 str.: 100.00 zł — ten rozmiar traktujemy jako najmniejszy „moduł". Podobnie jest ze stroną kolorową.
Istnieje możliwość negocjowania warunków.

Zapraszamy na nasze łamy!

* * *

Pan Jerzy Zagrodnik z Krosna w końcu lipca nadesłał do nas obszerny list (prawie 4 str. maszynopisu) z opisem swej wielodniowej wizyty w Obserwatorium w Valašské Meziříči w Czechach i obserwacji tam Słońca. Nasz Kolega został wraz z żoną zaproszony przez dyrektora tamtejszego Obserwatorium p. Libora Lenžę w celu prowadzenia służby patrolowej Słońca i jego protuberancji. W dniach od 12 do 20 lipca do dyspozycji naszego Kolegi został oddany koronograf o średnicy 150 mm z kamerą CCD i odpowiednim komputerem wraz z innymi urządzeniami. Pan Zagrodnik pilnie, przez wiele godzin dziennie pracował na tym instrumencie, co dostarczało Mu wielu miłych wrażeń i ciekawych obserwacji. Otrzymaliśmy wydruki komputerowe dwóch pięknych protuberancji zaobserwowanych przez niego w dniu 13 lipca (niżej prezentujemy jeden z obrazów). Obserwował też nasz Kolega Słońce na innych instrumentach tego Obserwatorium, określając liczbę Wolfa dla plam, aktywność plamotwórczą, pochodnie i podziwiając granulacje. Na koniec Gospodarze pięknie Mu dziękowali za ofiarną pracę, obdarowali drobnymi podarkami i zaprosili na obserwacje w roku przyszłym.

Gratulujemy naszemu Koledze zagranicznych sukcesów obserwacyjnych i wszystkim obserwatorom życzymy podobnych sukcesów i miłych przeżyć.

Kupię...
Sprzedam...
Zamienię...
Nawiążę kontakt...

Sprzedam teleskop firmy Uniwersał nr 8 (15/90 cm) z prowadzeniem o wartości 2700 zł za 2000 zł.
Krzysztof Kamiński
tel. 0-61 851 61 95

Nawiążę kontakt z miłośnikami astronomii w celu wymiany doświadczeń. Moją pasją jest obserwacja meteorów i gwiazd (zmienne, podwójne, zakrycia etc.). W przyszłości zamierzam zająć się astrofotografią.
Kontakt: Łukasz Mikuć (18), ul. Marusarzówny 19/28, 44-335 Jastrzębie Zdrój, Polska

W tej rubryce zamieszczamy bezpłatnie drobne ogłoszenia naszych Czytelników (do 250 znaków), którzy opłacili prenumeratę „Uranii-PA" w bieżącym roku. Ogłoszenia prosimy przysyłać na adres redakcji z dopiskiem „ogłoszenia drobne".

Urania
POSTĘPY ASTRONOMII

(PL ISSN 0032-5414/ 0042-07-94)

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstałe poprzez połączenie się **„Uranii"** — dotychczasowego miesięcznika PTMA, ukazującego się od 1922 roku i **„Postępów Astronomii"** — dotychczasowego kwartalnika PTA, wychodzącego od 1953 roku. Patronat: Polskie Towarzystwo Astronomiczne i Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii". Pismo jest częściowo finansowane przez KBN i Komitet Astronomii PAN.

Redaktor Naczelny:
Andrzej Woszczyk, CA UMK Toruń

Zespół Redakcyjny:
Marek Gołębiewski, CA UMK Toruń
Magdalena Kożuchowska, CAMK W-wa
Krzysztof Rochowicz, CA UMK Toruń
Roman Schreiber, CAMK Toruń

Opracowanie graficzne i skład komputerowy:
Jacek Drążkowski

Korekta:
Bożena Wyrzykowska

Adres Redakcji:
Uniwersytet M.Kopernika
ul.Chopina 12/18
87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 52, 611 34 50
fax. (0-56) 62 19 381

Poczta elektroniczna (E-mail adress):
aw@astri.uni.torun.pl

Adres WWW:
http://urania.camk.edu.pl

Druk:
Zakład Poligraficzno-Wydawniczy
POZKAL, Inowrocław

Dystrybucja:
Barbara Gertner, CA UMK,
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 14
E-mail: basia@astri.uni.torun.pl

Prenumerata w roku 1999 kosztuje 36 zł. Można również zamawiać pojedyncze zeszyty w cenie 7,50 zł.

Numer zamknięto w sierpniu 1999

*** Materiałów nie zamówionych Redakcja nie zwraca, a wykorzystując zastrzega sobie prawo do ich redagowania i skracania * Przedruk materiałów i zdjęć tylko za zgodą Redakcji. * Opinie i poglądy formułowane przez Redakcję i Autorów nie reprezentują oficjalnego stanowiska obu patronujących nam Towarzystw ***

W NUMERZE

196 ***Dwunastu dzielnych mężczyzn***
Andrzej Marks
W dniu 20 lipca 1969 roku, 30 lat temu, na Księżycu wylądowało dwóch pierwszych ludzi. Było to jedno z epokowych wydarzeń w dziejach ludzkości. Wymagało niezwykłego wysiłku technicznego, naukowego, ekonomicznego i organizacyjnego. Dziś przypominamy ówczesny program zdobywania Księżyca i tych, którzy tam byli.

200 ***Orbity planet dolnych w heliocentrycznym układzie Kopernika***
Antoni Opolski
Obliczanie orbit planet dolnych , Wenus i Merkurego, krążących bliżej Słońca niż Ziemia, sprawiło Kopernikowi dużo kłopotów i nie doprowadziło do pełnego sukcesu. W kolejnym, ostatnim już artykule, Autor przybliża nam rozumowanie i obliczenia Kopernika zawarte w Jego „De Revolutionibus" otwierającym nową epokę w Astronomii.

206 ***Hinduska rachuba czasu***
Kazimierz M. Borkowski
Tysiące lat przed Chrystusem starożytni Hindusi opracowali zwięzły kalendarz w oparciu o systematyczne studia Wed *i ruchów oraz położeń ciał Układu Słonecznego i gwiazd. Współczesnym kalendarzem narodowym Indii jest kalendarz księżycowo-słoneczny. Celem wszystkich hinduskich tradycji duchowych jest pokonanie czasu. Często jest on przedstawiany jako odwieczny kołowrót, który przywiązuje duszę do doczesnego życia pełnego niewiedzy i cierpienia.*

teleskop kosmiczny Hubble'a obserwuje: *NGC 3603 (okł. I)*

rozmaitości: *Spiralna gwiazda (217); Czy międzygalaktyczne obłoki pyłu widać w podczerwieni? (218)*

w kraju: *50 lat Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Mikołaja Kopernika (220); Czwarte bieszczadzkie spotkania dyskusyjne: „Pola elektromagnetyczne ELF w astrofizyce, geofizyce i medycynie" (223)*

w kolorze: *Teleskop Subaru oraz pierwsze wykonane nim zdjęcia (wkładka)*

214 **galeria Mgławic Messiera:** *Siostry Plejad (M34–M41)*

222 **in memoriam:** *60 rocznica śmierci ks. B. Metlera — twórcy Obserwatorium Astronomicznego w Częstochowie*

224 **elementarz Uranii:** *W pogoni za cieniem*

227 **recenzje:** *Program SkyMap Pro 5.0*

228 **astronomia w szkole:** *Spróbujmy to sobie wyobrazić*

230 **miłośnicy astronomii obserwują:** *Draconidy i Leonidy 1998*

233 *Grupa „Pulsar" obserwuje zaćmienie Słońca*

234 **kalendarz astronomiczny '99:** *listopad — grudzień*

240 **konkurs:** *„Czy znasz Układ Słoneczny?" — rozstrzygnięcie*

240 **krzyżówka**

Galeria Uranii: *Zaćmienie 11.08.99*

Materiały dotyczące wyników obserwacji teleskopu kosmicznego Hubble'a uzyskano dzięki uprzejmości doktora F. Duccio Macchetto, przedstawiciela Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA) w *Space Telescope Science Institute* w Baltimore (USA)

NA OKŁADCE

Całkowite zaćmienie Słońca 11 sierpnia br. sfotografowane przez Sebastiana Soberskiego za pomocą teleskopu soczewkowego 80/1200 mm, zabranego na wyprawę przez grupę z Planetarium i Obserwatorium Astronomicznego przy ZST w Grudziądzu (Dunaföldvár, Węgry). Inne zdjęcia wykonane w ramach tej wyprawy znajdą Czytelnicy w *Galerii Uranii* na trzeciej stronie okładki. Więcej zdjęć zrobionych podczas tego wydarzenia opublikujemy w następnym zeszycie *Uranii-PA*.

Andrzej Marks

Dwunastu dzielnych mężczyzn

Przed trzydziestu laty — 20 lipca 1969 r. — wylądowało na Księżycu dwóch pierwszych ludzi (na powierzchnię jego wyszli 21 lipca). Do dziś jest to największe osiągnięcie kosmonautyki. Jest to też jedno z epokowych wydarzeń w dziejach ludzkości. Wymagało niezwykłego wysiłku technicznego, naukowego, ekonomicznego i organizacyjnego. A jednak patrzeć na nie można z mieszanymi uczuciami. Motywem bynajmniej nie była „nagła" chęć poznania Księżyca, ale zawzięta rywalizacja prestiżowo-polityczna między dwoma supermocarstwami. Tak wyraźnie uzasadnił to w swoim wystąpieniu w kongresie Stanów Zjednoczonych w dniu 25 maja 1961 r. ówczesny prezydent tego kraju John Fitzgerald Kennedy.

W dziedzinie kosmonautyki Stany Zjednoczone były wówczas na drugiej pozycji. Sześć tygodni wcześniej odbył się pierwszy lot kosmiczny człowieka, Jurija Gagarina.

Obecnie wiadomo, że po locie Gagarina Rosjanie też podjęli realizację programu wysłania człowieka na Księżyc. Zostało to jednak podjęte zbyt późno („oficjalna" decyzja zapadła dopiero w 1967 r. (!) — choć pracowano nad tym już znacznie wcześniej). Było to przy tym źle i niekonsekwentnie realizowane. Nie udało się więc im nawet doprowadzić do stanu używalności rakiety nośnej N1, zresztą o mniejszym udźwigu od amerykańskiego Saturna V (100 Mg versus 127 Mg...). Rosjanie wyprodukowali ogółem 6 egzemplarzy rakiety N1, ale z 4 prób w locie wszystkie były nieudane! (Amerykanie wyprodukowali kilkanaście Saturnów V). U Rosjan zawiedli jednak nie technicy i naukowcy, ale decydenci, którym się wydawało, że wystarczy tylko ich decyzja i Księżyc można osiągnąć „z marszu". Życie pokazało jednak, że bardzo się mylili, zresztą nie tylko w tym...

Dla realizacji Programu Apollo Amerykanie uruchomili ogromne środki, które wyniosły ogółem 25 mld dolarów (obecnie byłoby to około 100 mld...). Przystąpili też do realizacji przedsięwzięcia w niezwykle metodyczny sposób. (Ogółem wzięło w nim udział 400 000 ludzi i 25 000 firm przemysłowych). Przedsięwzięcie realizowali krok za krokiem, bez „przeskakiwania" etapów. Choć bardzo się spieszyli, zajęło im to ponad 8 lat! W dotychczasowych dziejach ludzkości było to jedyne tego rodzaju przedsięwzięcie techniczno-naukowe. (Wyprodukowanie bomby atomowej wymagało tylko 5 lat pracy i 2 mld dolarów, a przecież chodziło o wygranie wojny).

Wyprawy na Księżyc były przede wszystkim przedsięwzięciem technicznym. W jego technicznej realizacji kluczową rolę odegrali dwaj ludzie: pracownik techniczny NASA średniego szczebla John Houbolt, który opracował wariant techniczno-nawigacyjny, według którego zrealizowano wyprawy i Wern-

her von Braun, którego przedstawiać nie trzeba. Właśnie pod jego kierunkiem zbudowano rakietę Saturn V, bez której wyprawy ludzi na Księżyc nie byłyby możliwe. (Jako obywatel amerykański von Braun wielokrotnie powtarzał, że „marzeniem jego życia był lot na Księżyc", ale to, czym się zajmował do 9 maja 1945 r., było jednak raczej dość odległe od tego celu.) Rakieta była potężna co się zowie, o wysokości 111 m, grubości 10 m i masie startowej około 3000 Mg. Jedynie nieudana rosyjska N1 była z nią porównywalna. „Cała" reszta to było wysoko wysublimowane mistrzostwo techniczne, na najwyższym poziomie w swej dziedzinie, ale wymagające tylko solidnego, planowego działania. (Na uwagę zasługuje jedynie elektronika, właśnie wtedy na taką skalę rozpracowano jej miniaturyzację (choć odegrały tu też rolę potrzeby wojskowe...). W kabinie Apollo i w statku LM trzeba było zainstalować wydajne komputery, ale o bardzo małych gabarytach i masie. Zresztą w praktyce okazało się, że pamięć komputera statku LM 11 była o wiele za mała, w związku z czym Neil Armstrong musiał ręcznie sterować manewrem pierwszego w dziejach lądowania ludzi na Księżycu (!).

Gdy pomyślnie osadził swój statek na powierzchni Księżyca, pozostało mu w zbiornikach materiału pędnego — aeroziny 50 i czterotlenku azotu — na 19 sekund działania silnika rakietowego, podczas gdy według normy bezpieczeństwa powinno było pozostać na około

78 sekund. Ale udało się, a sam Armstrong do dziś powtarza, że całkowicie panował nad sytuacją. (No cóż, w czasie całej kariery pilota oblatywacza, a później jako kosmonauta, kilkakrotnie udowodnił, że potrafił opanować najtrudniejsze nawet sytuacje — właśnie dlatego jemu powierzono przeprowadzenie pierwszego lądowania na Księżycu...).

O tym, jak wysoce niebezpieczne były to wyprawy, przekonał już trzeci z kolei lot ludzi na Księżyc, statku Apollo 13, kiedy eksplodował wadliwie wykonany i przygotowany do lotu zbiornik z ciekłym tlenem w członie rakieto-

Astronautom misji Apollo 15, 16 i 17 do poruszania się po Księżycu służył specjalny pojazd

wym statku Apollo. Z lądowania na Księżycu trzeba było zrezygnować, a powrót na Ziemię udał się tylko z największym trudem. Gdy badano przebieg tej katastrofy, okazało się, że podobnie wadliwe były zbiorniki we wcześniejszych statkach Apollo, także w Apollo 11 (1), który wylądował na Księżycu.

No cóż, statki Apollo LM składały się z kilku milionów bardzo precyzyjnych i delikatnych części, właściwie nawet nie wiadomo dokładnie z ilu (!), bo nikt nie potrafi tego policzyć... (Dla porównania — samochód osobowy składa się z około 30 000 części).

Było to mistrzostwo techniczne — mistrzostwo na najwyższym dotychczas osiągniętym poziomie. Wiele z zastosowanych wtedy rozwiązań zastosowano później do różnych innych celów. Na przykład komputerowy system sterowania Jumbo Jeta wywodzi się ze statku Apollo — przykładów takich można by zacytować wiele tysięcy. Realizatorzy wypraw na Księżyc powtarzają, że te praktyczne zastosowania wielokrotnie pokryły koszty całego przedsięwzięcia.

Osobne miejsce w Programie Apollo zajęła strona naukowa. Aczkolwiek nie ona przesądziła o realizacji przedsięwzięcia, to jednak nie można było oczywiście wysłać ludzi na Księżyc tylko w celu „wycieczkowym" i należało ich obecność tam wykorzystać w sposób racjonalny.

Najważniejsze było uzyskanie próbek gruntu Księżyca pod bezpośrednią kontrolą ludzką. (Choć nie można się tu po-

wstrzymać od uwagi, że wśród 12 mężczyzn, którzy byli na Księżycu, znajdował się tylko jeden jedyny zawodowy naukowiec — geolog, który wziął udział w wyprawie ostatniej, wszyscy pozostali to zawodowi piloci wojskowi tylko przyuczeni do prowadzenia badań naukowych...). Warto dodać, że jeżeli chodzi o uzyskane próbki gruntu, to właściwie do dziś nie „zakończono" jeszcze ich badań (!). (Zresztą NASA, „na wszelki wypadek", pieczołowicie przechowuje część próbek w nienaruszonym stanie).

Selenonauci przeprowadzili też na Księżycu różnorodne badania naukowe i zgromadzili nadzwyczaj bogatą dokumentację fotograficzną. Zainstalowali też w miejscach lądowań różnorodną samoczynną (i zdalnie sterowaną z Ziemi) aparaturę naukową. Przyniosło to zresztą zaskakujący wynik. Oczekiwano, że aparatura ta zużyje się i ulegnie uszkodzeniom już po kilku miesiącach. Tymczasem okazało się, że część z niej działa w najlepsze jeszcze po długich latach. Okazało się przy tym, że odbieranie i archiwizowanie tych danych naukowych pociąga za sobą koszty sięgające 200 mln dolarów rocznie (!). Prezydent Ronald Reagan podjął „męską" decyzję jej wyłączenia... Nie będę tego komentował, taki jest stan faktyczny...

Przygotowując program badań naukowych na Księżycu obiecywano, że pozwoli on wyjaśnić, skąd się wzięło życie na Ziemi (!), jakie jest pochodzenie Układu Planetarnego, a już w każdym razie, że można będzie wyjaśnić, jakie jest pochodzenie Księżyca. Były to jednak obietnice na wyrost. Nie spełniła się bowiem żadna z nich. Uzyskano jednak wiele innych informacji, bardzo cennych dla astronomii. Do najbardziej spektakularnych należy zaliczyć odkrycie księżycowych maskonów i odkrycie osobliwości sejsmiki księżycowej — oba odkrycia rzucają ciekawe światło na naturę ciał planetarnych średniej wielkości.

Dowiedzieliśmy się wiele o pewnym konkretnym ciele kosmicznym (mamy na przykład mapę Księżyca z zarejestrowanymi wszystkimi obiektami o rozmiarach powyżej 20 m !), ale załogowe wyprawy na Księżyc nie tylko nie spowodowały „naukowej rewolucji", ale nawet nie zmieniły podstaw naszej wiedzy o Wszechświecie...

Nie można się tu przy tym powstrzymać od uwagi, że okazało się, iż próbki gruntu Księżyca można uzyskiwać także bez udziału ludzi (chodzi o loty rosyjskich aparatów kosmicznych Łuna 16, 20 i 24), a i większość pozostałych badań można by wykonać bez udziału ludzi, ale przy pomocy zdalnie sterowanych aparatów kosmicznych. (W każdym razie, gdyby na loty bezzałogowych aparatów kosmicznych, ku Księżycowi i na jego powierzchnię, przeznaczyć 25 mld dolarów, to suma wiedzy o nim byłaby prawdopodobnie znacznie większa niż obecnie).

Znamienne jest, że po realizacji Programu Apollo zainteresowanie kosmonautyki (także rosyjskiej!) Księżycem praktycznie zanikło. Przez długie lata nie zrealizowano absolutnie żadnych eksperymentów selenonautycznych, a i do dziś można je policzyć na palcach jednej ręki... Takie są fakty.

Jak wiadomo, udanych wypraw na powierzchnię Księżyca odbyło się 6. Jeszcze 3 razy ludzie znaleźli się w jego sąsiedztwie. Ale przecież ostatnia wyprawa, która na nim wylądowała, miała numer 17.

Podaję tu więc kompletny wykaz wypraw Apollo od numeru 1 do 17. Choć „Urania-Postępy Astronomii" nie są pismem kosmonautycznym, to może jednak z okazji trzydziestolecia zdobycia Księżyca warto zamieścić to zestawienie w postaci drukowanej (Tab. 1).

Należy jednak dodać, że wypraw na Księżyc miało być więcej. „Oficjalny" program obejmował loty do numeru 20 i tyle wyprodukowano rakiet i statków kosmicznych Apollo LM. (Posłużyły one następnie do realizacji Programu Skylab i Programu Sojuz–Apollo — później już rakiet Saturn V i statków Apollo LM nigdy już nie używano i zaprzestano ich produkcję...). „Nieoficjalnie" mówiono jednak o numerze 21, a nawet 24.

Pisząc o wiekopomnych wyprawach ludzi na Księżyc nie można nie wspomnieć o jeszcze jednym. Był w nich też udział Polski... Polski konstruktor (żyjący i pracujący w Stanach Zjednoczonych) Mieczysław Baker zaprojektował i skonstruował elektryczny samochód księżycowy, którym posłużyły się wyprawy Apollo 15, 16 i 17. Był to (już nie żyje) rodowity warszawiak, absolwent Politechniki Warszawskiej, a przed samą wojną skonstruował w Zakładach Ursus prototyp pierwszego polskiego pełnowymiarowego czołgu, szkoda tylko, że zdążono wyprodukować jedyny egzemplarz...

Tabela 1

Nr	Ładunek	Start cz. wsch. Am.	Lądowanie księżycowe	Pobyt księżycowy	Powrót ziemski	Czas misji
1	Makieta + Pegaz 1	1965.02.16	satelita Ziemi			ok. 30a
2	Makieta + Pegaz 2	1965.05.25	satelita Ziemi			ok. 40a
3	Makieta + Pegaz 3	1965.07.30	satelita Ziemi			ok. 10a
4	Kabina Apollo	1967.11.09	satelita Ziemi			$8^h\ 39^m$
5	Kabina Apollo + LM	1968.01.22	satelita Ziemi			$2^d\ 10^h$
6	Kabina Apollo	1968.04.04	satelita Ziemi			$10^h\ 5^m$
7	Schirra Walter Eisele Donald Cunningham Walter	1968.10.11 $10^h\ 3^m$	satelita Ziemi		1968.10.22 $6^h\ 12^m$	$260^h\ 9^m$
8	Borman Frank Lovell James Anders William	1968.12.21 $7^h\ 51^m$	satelita Księżyca		1968.12.27 $10^h\ 52^m$	$147^h\ 1^m$
9	McDivitt James Scott David Schweickart Russel	1969.03.03 $11^h\ 0^m$	satelita Ziemi		1969.03.13 $12^h\ 1^m$	$241^h\ 1^m$
10	Stafford Thomas Young John Cernan Eugene	1969.05.18 $11^h\ 49^m$	satelita Księżyca		1969.05.26 $11^h\ 52^m$	$192^h\ 3^m$
11	Armstrong Neil Aldrin Edwin Collins Michael	1969.07.16 $9^h\ 32^m$	1969.07.20 $16^h\ 17^m$	$21^h\ 36^m$	1969.07.24 $12^h\ 50^m$	$195^h\ 19^m$
12	Conrad Charles Gordon Richard Bean Alan	1969.11.14 $11^h\ 22^m$	1969.11.19 $1^h\ 54^m$	$31^h 30^m$	1969.11.24 $15^h\ 58^m$	$244^h\ 36^m$
13	Lovell James Swigert John Haise Fred	1970.04.11 $14^h\ 13^m$	Oblot Księżyca		1970.04.17 $13^h\ 8^m$	$142^h\ 55^m$
14	Shepard Alan Roosa Stuart Mitchell Edgar	1971.01.31 $16^h\ 3^m$	1971.02.05 $3^h\ 57^m$	$33^h\ 30^m$	1971.02.09 $16^h\ 5^m$	$216^h\ 2^m$
15	Scott David Worden Alfred Irwin James	1971.07.26 $9^h\ 34^m$	1971.07.30 $18^h\ 16^m$	$66^h\ 55^m$	1971.08.07 $16^h\ 46^m$	$295^h\ 12^m$
16	Young John Mattingly Thomas Duke Charles	1972.04.16 $12^h\ 54^m$	1972.04.20 $21^h\ 33^m$	71^h	1972.04.27 $14^h\ 45^m$	$265^h\ 51^m$
17	Cernan Eugene Evans Ronald Schmitt Harrison	1972.12.07 $0^h\ 33^m$	1972.12.11 $14^h\ 55^m$	75^h	1972.12.19 $14^h\ 25^m$	$301^h\ 52^m$

Warto też może wspomnieć, że gdy ku Księżycowi poleciał statek Apollo 10, to pozbawiono go pewnego istotnego wyposażenia elektronicznego, aby uniemożliwić jego załodze ewentualne samowolne wylądowanie na Księżycu. Myślę, że w historii zdobycia Księżyca jest to warte odnotowania.

Wyprawy na Księżyc miały też dla mnie wymiar osobisty. Poczynając od wczesnych lat sześćdziesiątych, napisałem kilka książek o Księżycu i wyprawach na Księżyc, w tym: polską monografię lotów księżycowych (*Podbój Księżyca trwa*, Wyd. Nauk. Techn. 1967), polską monografię Księżyca (*Księżyc*, PWN 1970), pierwszą na świecie książkę o wyprawie ludzi na Księżyc (*Droga do Księżyca*, Wyd. Wiedza Powszechna, sierpień 1969), współczesną polską mapę Księżyca obu półkul (Wyd. Kart. 1971). Gdy zaś odbywały się wyprawy, uczestniczyłem w ich relacjonowaniu „na żywo". (W krajach socjalistycznych, tylko w Polsce amerykańskie załogowe wyprawy na Księżyc były relacjonowane „na żywo" i to bez żadnej cenzury — szkoda, że większość z uczestników tych programów już nie żyje...).

Zdjęcia na stronie obok przedstawiają uczestników kolejnych wypraw Apollo od numeru 11 do 17 (fot. NASA)

Dr inż. Andrzej Marks jest astronomem – absolwentem Politechniki Warszawskiej, autorem wielu książek i artykułów popularyzujących zdobycze badawcze i techniczne wypraw kosmicznych.

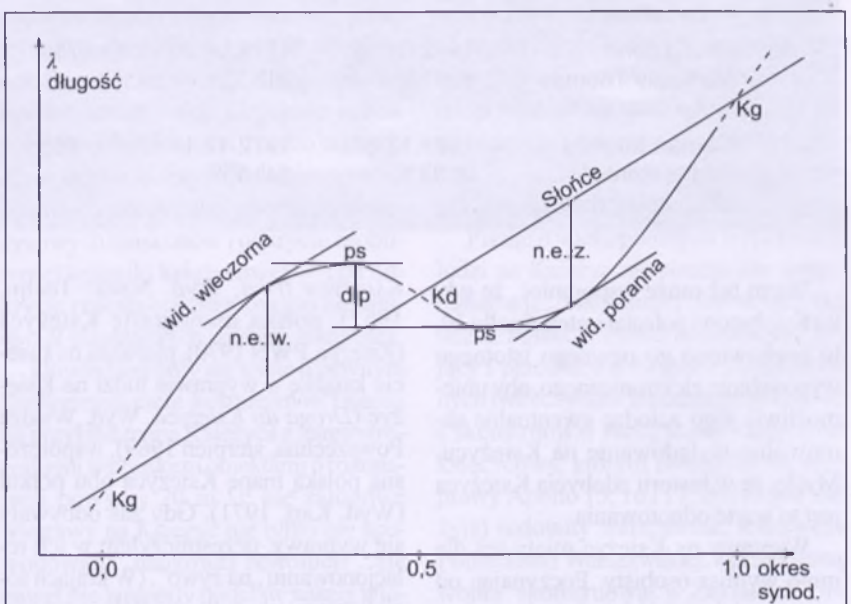
Antoni Opolski

Orbity planet dolnych w heliocentrycznym układzie Kopernika

Obliczanie orbit planet dolnych, Wenus i Merkurego, krążących bliżej Słońca niż Ziemia, sprawiło Kopernikowi dużo kłopotów i nie doprowadziło do pełnego sukcesu. Trudno było uzyskać dokładne pozycje planet widocznych często na tle jasnego porannego lub wieczornego nieba, a czasem znikających w promieniach słonecznych. Ich bliskość powodowała, że założenia Kopernika ruchu jednostajnego po okręgach prowadziły do wykrywalnych różnic między obliczonymi i obserwowanymi pozycjami.

Schematycznie ruch planety dolnej i słońca średniego, znajdującego się w środku orbity Ziemi, można przedstawić następująco, rys. 1.

Przyjmujemy jednostajny, pozorny ruch słońca średniego przedstawiony na rysunku linią prostą. Rzeczywiste Słońce jest w pobliżu słońca średniego. Jego ruch przedstawiałaby linia lekko falista. W momencie koniunkcji górnej planeta znajduje się za Słońcem i jest niewidoczna. Jej długość wzrasta szybciej niż długość Słońca i elongacja, czyli różnica tych długości, powiększa się. Po pewnym czasie planeta staje się widoczna o zmierzchu po zachodzie Słońca. Elongacja rośnie do uzyskania przez planetę największej elongacji wschodniej, n.e.w. Na rysunku jest to punkt, w którym styczna do linii planety jest równoległa do linii słońca. Dalej następuje zatrzymanie wzrostu długości w punkcie stacjonarnym, w którym styczna jest równoległa do osi czasu, i zmniejszanie się długości. Jest to początek powstawania pętli i szybkie zbliżanie się do Słońca. Planeta staje się niewidoczna i mija Słońce w momencie koniunkcji dolnej, gdy przechodzi między nim a Ziemią. Następnie zjawiska powtarzają się, ale w odwrotnym porządku i ze zmianą strony zachodniej na wschodnią. Planeta pojawia się o świcie przed wschodem Słońca, nad wschodnim horyzontem. Szybko oddala się od Słońca, co wydłuża jej widoczność poranną. W punkcie stacjonarnym pętla osiąga pełną długość

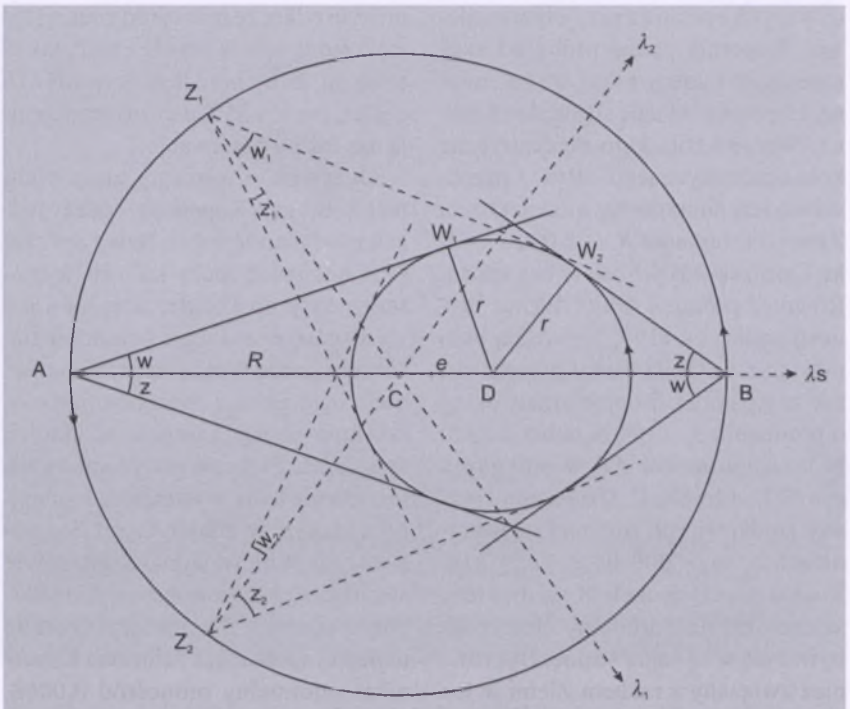


Rys. 1. Zmiany długości słońca średniego i planety dolnej w jej okresie synodycznym. Kg – koniunkcja górna, Kd – koniunkcja dolna, new – największa elongacja wschodnia, nez – największa elongacja zachodnia, ps – punkt stacjonarny, dp – długość pętli.

i zaczyna się jej zamykanie lub kreślenie „zygzaku", zależnie od równoczesnych zmian szerokości planety. Potem następują kolejno: największa elongacja zachodnia, n.e.z., po której planeta zaczyna zbliżać się do Słońca, koniec widoczności porannej i powrót do koniunkcji górnej. Cały ten cykl zjawisk przebiega w jednym okresie synodycznym. W tym czasie zmieniają się również fazy planety: od pełni w koniunkcji górnej, przez kwadry w największych elongacjach do nowiu podczas koniunkcji dolnej. Zależnie od faz i odległości od Słońca i od Ziemi przebiegają zmiany jasności planety.

Zajmiemy się teraz orbitą Wenus. Tabela zawiera dane liczbowe zjawisk występujących w ruchu tej planety podczas jej okresu synodycznego trwającego 584 dni. Z powodu eliptyczności orbit Wenus i Ziemi oraz nachylenia płaszczyzny orbity planety do ekliptyki, 3°24′, występują odchylenia od średnich wielkości liczbowych podanych w tabeli.

Kopernik rozpoczął obliczanie orbity Wenus od prostego modelu okręgu ekscentrycznego, rys. 2. Orbita Ziemi o środku C i promieniu R otacza mniejszą orbitę Wenus o promieniu *r*. Środek tej orbity D jest odsunięty od C o odcinek CD = *e*. Te dwa punkty wyznaczają średnicę AB, której końcami są apogeum A i perygeum B. Przy obliczeniach Kopernik korzystał głównie z największych elongacji. Zjawiska te powstają, gdy kierunek z Ziemi do planety przechodzi stycznie do jej orbity. Wtedy kierunki od planety do Ziemi i do środka D tworzą kąt prosty. Z rysunku widać, że gdy Ziemia znajduje się w punktach A lub B, to największe elongacje, wschodnia i zachodnia są jednakowe, n.e.w. = n.e.z., ale widoczne z apogeum A są mniejsze niż z perygeum B. Natomiast widoczne z punktów Z_1 i Z_2, leżących symetrycznie względem linii AB, największe elongacje są na przemian równe: $n.e.w_1 = n.e.z_2$ i $n.e.z_1 = n.e.w_2$. Kopernik wybierał ze starożytnych obserwacji takie pary równych największych elongacji, wschodniej i zachodniej, przy których podane były równoczesne długości słońca średniego, λ_1 i λ_2. Z tych wielkości wynikał kierunek średni, który był kierunkiem linii AB. W ten sposób ustalił długość kierunku z A do B λ_s=48°20′. Kopernik



Rys. 2. Największe elongacje, w – wschodnia, z – zachodnia. Orbita Ziemi: A – apogeum, B – perygeum, C – środek, R – promień. Orbita Wenus: D – środek, *r* – promień. Rozstaw środków CD = *e*. Długość λ_s = 48°20′ jest średnią długości λ_1 i λ_2. Trójkąty prostokątne ADW_1 i BDW_2.

opisuje to następująco (polskie tłumaczenie „O obrotach", 1976 r.):

„I najpierw o Wenus, która pozwala na łatwiejsze i bardziej oczywiste... wyjaśnienie swego ruchu, jeśli tylko nie zabraknie niezbędnych obserwacji pewnych miejsc. Jakoż jeżeli jej największe odległości, poranna i wieczorna od średniego miejsca Słońca okazują się po obydwu stronach sobie równe, mamy już tę pewność, że w środku tych właśnie dwóch miejsc Słońca znajduje się najwyższa lub najniższa absyda koła ekscentrycznego Wenus, które rozpoznaje się z tego, że takie jednakowe oddalenia stają się mniejsze przy apogeum, większe po przeciwnej stronie."

Ustalenie kierunku osi AB umożliwiło dalsze obliczenia. Znowu ze starożytnych obserwacji Kopernik ustalił, że największe elongacje, obserwowane z apogeum A wynosiły α = 44°,8, a z perygeum B β = 47°,3. Rys. 2 przedstawia trójkąty prostokątne, które w tych sytuacjach tworzą punkty A i B oraz Wenus i środek jej orbity. Zachowując poprzednio wprowadzone oznaczenia otrzymamy związki:

$$\sin\alpha = \frac{r}{R+e}, \quad \sin\beta = \frac{r}{R-e}.$$

Przyjmując za Kopernikiem R = 10 000, otrzymujemy: promień orbity Wenus r = 7196, rozstęp środków orbit e = 213. Kopernik rozwiązał te równania, stosując swoją tabelę cięciw w kole i obliczył r = 7193 i e prawie 208. Jeżeli użyjemy jednostek astronomicznych, R = 1 j.a., to promień orbity Wenus r = 0,7193 j.a., co jest w dobrej zgodności z rzeczywistą wielkością 0,7233 j.a. Rozstaw środków orbit wynosił e = 0,0208 j.a. Z tych danych wynika również, że największe elongacje zmieniają się w granicach od 44°18′ do 47°44′. Te ekstremalne wielkości występują, gdy podczas największej elongacji Wenus znajduje się na linii AB. Należy jeszcze zwrócić uwagę, że praca Kopernika wyszukiwania w starożytnych obserwacjach największych elongacji o potrzebnej wielkości nie była łatwa. Zjawiska te nie są zbyt częste. Pojawiają się w odstępach czasu: n.e.z. – 433 dni –n.e.w. –151 dni — n.e.z. Więc w ciągu roku mogą być najwyżej dwie, n.e.w. i n.e.z., ale są też lata bez takiego zjawiska.

Uzyskane rozwiązanie nie zadowoliło Kopernika. Wśród starożytnych obserwacji znajdował również takie, które wyraźnie różniły się od przewi-

dywanych zgodnie z przyjętym modelem. Kopernik podjął próby udoskonalenia go i zdecydował się na zmianę, która nam wydaje się bardzo dziwna. Wprowadził „koło ekscentryczne koła ekscentrycznego". Rys. 3 przedstawia ten poprawiony model. Orbita Ziemi o promieniu $R = 10\,000$ i środku C oraz oś AB pozostały bez zmian. Również promień orbity Wenus wynosił nadal $r = 7193$. Nowością było przyjęcie, że orbita Wenus porusza się, tak że jej środek D opisuje mały okrąg o promieniu $e_1 = 104$ dookoła punktu N leżącego na osi AB w odległości $e_2 = 312$ od środka C. Dzięki temu rozstęp środków orbit zmieniał się w granicach $e_2 - e_1 = 208$ do $e_2 + e_1 = 416$. Ruch środka D dookoła N był dwa razy szybszy niż ruch orbitalny Ziemi i odbywał się w tę samą stronę. Był również związany z ruchem Ziemi w ten sposób, że gdy Ziemia znajdowała się w punktach A lub B, rozstęp między środkami orbit był najmniejszy i wynosił $e_2 - e_1$. Natomiast, gdy Ziemia zajmowała pozycję pośrednią, czyli gdy jej promień wodzący był prostopadły do osi AB, rozstęp środków był największy, $e_2 + e_1$. Dzięki temu rozszerzyły się granice największych elongacji, które mogły przyjmować wartości od 43°40′ do 48°10′. Dalsze rozbieżności między wynikami obserwacji a tym „ulepszonym" modelem Kopernik tłumaczył zmiennością parametrów e_1 i e_2.

Kopernik przedstawia następująco wprowadzenie ruchomej orbity Wenus. („O obrotach", 1976):

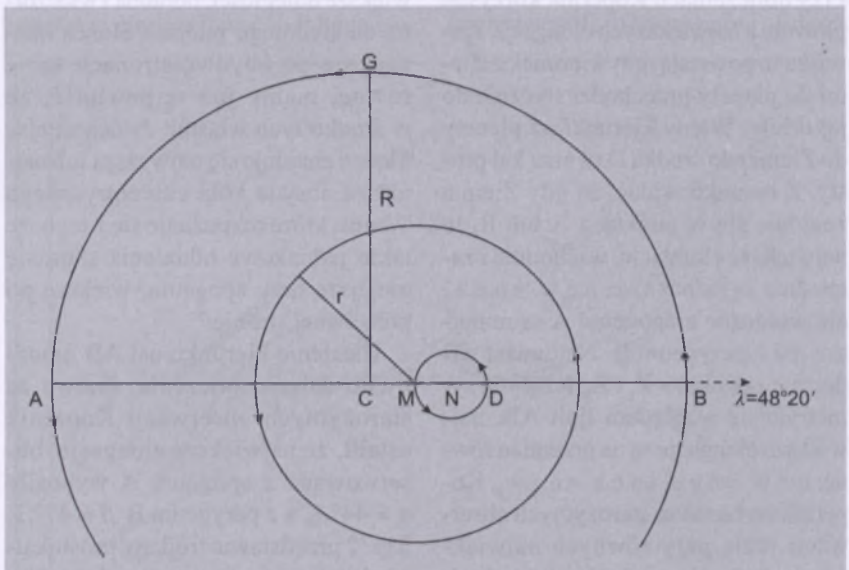
„Jeżeli, na przykład, dookoła środka N, a odległością DN nakreślimy małe koło, wokół którego krążyłaby orbita Wenus i zmieniałaby się według tego prawa, że ilekroć Ziemia wpada na średnicę ACB, na której znajduje się najwyższa i najniższa absyda koła ekscentrycznego, środek orbity planety jest zawsze w najmniejszej odległości, to jest w punkcie M, a gdy na średnią absydę, jaką jest G, środek orbity osiąga punkt D i największą odległość CD. Dzięki temu daje się zrozumieć, że w tym czasie, w którym Ziemia raz obiega swoją orbitę, środek orbity planety dokonuje dwóch obrotów dookoła środka N i w te same strony, co Ziemia... To zaś wszystko, co dotąd zostało powiedziane o Wenus, okazuje się zgodne z naszymi również czasami, tyle tylko, że mimośród zmniejszył się o jedną szóstą prawie część, tak iż teraz on, który przedtem wynosił 416 części, ma ich 350, o czym przekonują nas liczne obserwacje."

Oczywiście jesteśmy zadziwieni taką koncepcją Kopernika. Należy jednak uświadomić sobie, że w tych czasach wszystkie ruchy kołowe, jednostajne były doskonałe, wieczne i nie wymagające żadnego uzasadnienia. Umieszczenie Wenus na ruchomej orbicie było równie naturalne, jak ulokowanie planet górnych na małych epicyklach. Problemów dynamicznych jeszcze nie było, wystarczała kinematyka zgodna ze starożytnymi dogmatami. Spróbujmy jednak zastanowić się, dlaczego Kopernik miał takie kłopoty z tą orbitą. Przecież jest to orbita najlepiej spełniająca założenia Kopernika: minimalny mimośród 0,0068, a więc orbita prawie okrągła, ruch planety zbliżony do jednostajnego, Słońce blisko środka. A jednak obserwacje nie potwierdzały wyników obliczeń i narzuciły model zależny od ruchu Ziemi. Może nie uwzględniona przez Kopernika eliptyczność orbity Ziemi i jej niejednostajny ruch dały znać o sobie. Mimośród orbity ziemskiej, 0,0167, przy bliskich odległościach planety, mógł już powodować mierzalne różnice między obliczonymi i obserwowanymi pozycjami Wenus. Ale Kopernik wolał poruszyć orbitę Wenus niż wprowadzić jakiekolwiek zmiany w orbicie ziemskiej, która przy obiektach dalszych wykazała swoją poprawność.

Druga planeta dolna, Merkury, okazała się przy wyznaczaniu orbity trudniejsza od Wenus. Zjawiska występujące w czasie jej okresu synodycznego, wynoszącego 116 dni, przebiegają zasadniczo zgodnie z podanym schematem. Ale wszystkie parametry wykazują zmienność w szerokich granicach:

— największe elongacje, n.e. 18°–28°
— czas między koniunkcją dolną a największą elongacją 15–29 dni
— czas między punktami stacjonarnymi 24–29 dni
— elongacje punktów stacjon. 15°–20°
— długość pętli 9°–16°

Wyjaśnienie takiej zmienności wymagało skomplikowanego modelu orbity. Do tego dochodziły trudności z uzyskaniem odpowiednich danych obserwacyjnych. Kopernik nie podaje żadnej swojej obserwacji tej planety, natomiast, po przedstawieniu wyników astronomów starożytnych, żali się na warunki obserwacyjne we Fromborku: „Ten właśnie sposób sprawdzenia biegu tej gwiazdy wskazali nam starożytni, lecz wspomagało ich pogodniejsze niebo, a mianowicie tam,

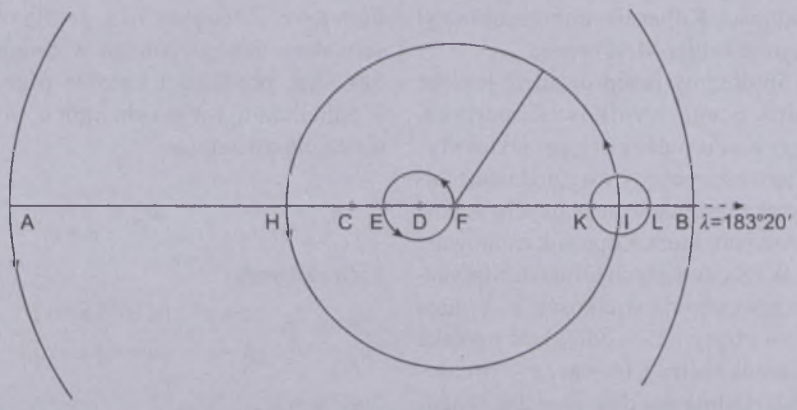


Rys. 3. Model ruchomej orbity Wenus. Orbita Ziemi: A – apogeum, B – perygeum, C – środek, R – promień. Orbita Wenus: M – środek, *r* – promień. Sytuacja na rysunku: Ziemia w A lub B, środek orbity Wenus w M. Gdy Ziemia jest w G lub po przeciwnej stronie, środek z M przesunie się po okręgu do D. Wenus może być w dowolnym punkcie orbity.

gdzie Nil — jak powiadają — nie wydaje takich oparów, jakie u nas Wisła. Nam bowiem zamieszkującym surowszą krainę, gdzie cisza powietrza jest rzadsza, natura odmówiła tej wygody, a ponadto z powodu znacznej ukośności sfery rzadziej pozwala widzieć Merkurego, chociażby był w największej odległości od Słońca... Dlatego ta gwiazda kosztowała mnie wiele okrężnych dróg i trudu, aby zbadać jej błądzenia." Kopernik często nazywa planety gwiazdami, a za Jego czasów Wisła oznaczała nie tylko rzekę, ale i Zalew Wiślany.

Kopernik rozpoczął obliczenia od wyznaczenia punktów apogeum i perygeum Merkurego na orbicie ziemskiej, stosując tę samą metodę, jak w przypadku Wenus. Stwierdził, że Ziemia jest w apogeum, gdy długość słońca średniego wynosi $\lambda = 183°20'$. Następnie wprowadził ruchomą orbitę planety, której środek zataczał mały okręg. Powtórzył więc zabieg zastosowany przy orbicie Wenus, ale z pewną modyfikacją. Środek orbity przebiegał okręg w okresie półrocznym, tak że rozstaw środków orbity Ziemi i Merkurego był maksymalny, gdy Ziemia była w apogeum lub perygeum i minimalny, gdy była w pozycjach pośrednich. W modelu Wenus było odwrotnie. Dalszą nowością było umieszczenie małego epicyklu na końcu promienia orbity Merkurego. Planeta poruszała się po średnicy epicyklu, powodując skracanie i wydłużanie promienia. Odbywało się to ruchem wahadłowym w okresie półrocznym. Kopernik poprzednio wyjaśnił, jak taki ruch po linii prostej powstaje z dwóch ruchów kołowych. Ale lepiej będzie, jeżeli zacytujemy tekst Kopernika i przedstawimy Jego rysunek, rys. 4 (O obrotach str. 275):

„Lecz aby wyraźniej pojąć to założenie, niech AB będzie wielką orbitą Ziemi, C jej środkiem, a ACB średnicą, na której obrawszy między punktami B i C środek D, nakreślmy odległością trzeciej części linii CD małe koło EF, tak aby w F była największa odległość od punktu C, a w E najmniejsza. Ponadto nakreślmy dookoła środka F krąg Merkurego, którym niech będzie HI. Następnie obrawszy środek w największej absydzie I dodajmy jeszcze epicykl, po którym przebiegałaby planeta. Niech krąg HI, będący



Rys. 4. Model ruchomej orbity Merkurego z epicyklem. Orbita Ziemi: A – apogeum, B – perygeum, C – środek. Orbita Merkurego: środek F okrąża punkt D. Planeta przesuwa się po średnicy epicyklu KL. Sytuacja na rysunku: Ziemia w A lub B, środek w F, planeta w K, epicykl z planetą w dowolnym punkcie orbity.

ekscentrycznym kołem koła ekscentrycznego, stanie się ekscentroepicyklem. Po ułożeniu w ten sposób figury niech te wszystkie po kolei punkty padną na linię prostą AHCEDFKILB. Tymczasem zaś umieśćmy planetę w K, to jest w najmniejszej odległości, którą jest KF, od środka F. Ustaliwszy już taki początek obrotów Merkurego, wyobraźmy sobie, że środek F dokonuje dwóch obrotów na jeden obrót Ziemi, i to w te same strony, to jest w kierunku sekwencji, i podobnie też planeta na KL, lecz po samej średnicy w górę i w dół w stosunku do środka okręgu HI. Z tego bowiem wynika, że skoro tylko Ziemia znajdzie się w A lub B, środek kręgu Merkurego jest w F, czyli miejscu najbardziej oddalonym od C, kiedy natomiast Ziemia znajdzie się w środkowych ćwiartkach, on jest w najbliższym miejscu E,... Na tej także zasadzie Merkury przebiegając średnicę epicyklu KL, znajdzie się najbliżej środka koła unoszącego epicykl, który jest w K, kiedy Ziemia wchodzi na średnicę AB, a gdy jest w środkowych miejscach po obydwu stronach, gwiazda dojdzie do najodleglejszego miejsca L. W ten sposób powstają dwa bliźniacze, wzajemnie sobie równe i z rocznym okresem Ziemi współmierne obroty: środka koła po okręgu małego koła EF oraz gwiazdy po średnicy LK. Tymczasem zaś epicykl lub linia FI, oraz jego środek porusza się równomiernie swoim własnym ruchem po kręgu HI, kończąc w 88 prawie dniach jeden obrót w prostym ruchu i w odniesieniu do sfery gwiazd stałych. Lecz w tym ruchu, o który przewyższa ruch Ziemi i który nazywamy ruchem paralaksy, powraca do niej w 116 dniach,..." A teraz dwie uwagi w związku z zacytowanym tekstem. Kopernik przedstawił ten model wyjątkowo dokładnie. Widocznie uważał, że tak skomplikowana konstrukcja wymaga szczegółowego opisu. Poprzednio spotkaliśmy opisy skrótowe, wymagające dodatkowych wyjaśnień. Drugą uwagę wywołuje podanie pierwszy raz dwóch okresów: gwiazdowego 88 dni i synodycznego, zwanego okresem paralaksy, 116 dni. Dla nas okresy te są podstawowymi parametrami ruchu planety. Ale przy pozostałych czterech planetach Kopernik nie podawał tak bezpośrednio odpowiednich danych.

Dane liczbowe modelu orbity Merkurego są następujące:

Jeżeli promień orbity Ziemi AC = CB = 10000, to

średni promień orbity Merkurego FI = 3763,

promień epicyklu KI = IL = 190,

średni rozstęp środków CD = 736,

promień małego okręgu DE = = DF = 212.

Używając jednostek astronomicznych stwierdzimy, że półoś wielka rzeczywistej orbity Merkurego, wynosząca 0,3871 j.a. mieści się w granicach zmienności promienia według danych

Kopernika: 0,3763±0,0190, czyli 0,3573 j.a. – 0,3953 j.a. A więc mimo trudności Kopernik dobrze obliczył rozmiar orbity Merkurego.

Spróbujmy przeprowadzić jeszcze jedną ocenę wyników Kopernika. Oczywiście należy przyjąć jakieś kryterium takiej oceny, uwzględniając fałszywe założenia jednostajnych ruchów kołowych, które Kopernik zachował.

W rzeczywistych orbitach eliptycznych występują wielkości: a — duża półoś elipsy i c — odległość ogniska od środka elipsy, (c = ae, e — mimośród). Orbita ma dwa ogniska, w jednym jest Słońce, a drugie jest puste. Na końcach dużej osi są punkty aphelium i peryhelium. Stosunek prędkości liniowych planety v_a w aphelium do v_p w peryhelium wynosi:

$$\frac{v_a}{v_p} = \frac{a-c}{a+c}.$$

Odległość drugiego ogniska od aphelium wynosi a–c, a od peryhelium a+c. Z tego wynika, że dla obserwatora umieszczonego w drugim ognisku, prędkości kątowe planet w aphelium u_a i w peryhelium u_p wynoszą odpowiednio:

$$u_a = \frac{v_a}{a-c}, \qquad u_p = \frac{v_p}{a+c},$$

a ich stosunek:

$$\frac{u_a}{u_p} = \frac{v_a}{v_p} \cdot \frac{a+c}{a-c} = \frac{(a-c)(a+c)}{(a+c)(a-c)} = 1$$

czyli $u_a = u_p$.

A więc obserwator umieszczony w drugim ognisku stwierdzi jednakowe prędkości kątowe planet, co zgodnie z założeniem Kopernika świadczy, że znajduje się w środku orbity kołowej. Możemy więc przyjąć, że Kopernik wyznaczył poprawnie orbity, jeżeli ich środki pokrywały się z drugimi ogniskami orbit eliptycznych. Tu możemy przypomnieć, że omawiane poprzednio rozstawy środków orbit Ziemi i planet górnych, (*Urania* 4/99) ok. dwa razy większe od odpowiednich wielkości c należy interpretować jako efekt odsunięcia środków orbit do drugich ognisk. Teraz sprawdzimy odpowiednie dane dla planet dolnych.

Tabela 2 podaje kierunki do aphelіów Wenus i Merkurego w skali długości używanej przez Kopernika: współczesne długości ekliptyczne zredukowane na epokę 1520 r. i zmniejszone o ówczesną długość ekliptyczną gwiazdy γ Ari, od której Kopernik wyznaczał swoje długości λ. Na rys. 5 kierunki te poprowadzono od Słońca i oznaczono na nich położenia drugich ognisk. W ten sposób określono również drugie ognisko orbity Ziemi. Z tego punktu poprowadzono kierun-

Tabela 1. Wenus — zjawiska w okresie synodycznym 584 dni.

Koniunkcja górna. Planeta niewidoczna za Słońcem. Długość rośnie. Pełnia. Średnica tarczy 10".

40 dni

Początek widoczności Gwiazdy Wieczornej nad zachodnim horyzontem po zachodzie Słońca. Elongacja wschodnia ok. 8°. Jasność –3.^{m}8.

180 dni

Największa elongacja wschodnia, n.e.w. 45°–47°. Ostatnia kwadra. Średnica tarczy 25".

36 dni

Największa jasność –4.^{m}6.

15 dni

Punkt stacjonarny. Elongacja w. 29°. Początek zmniejszania się długości i powstawania pętli.

17 dni

Koniec widoczności Gwiazdy Wieczornej. E. w. 8°.

5 dni

Koniunkcja dolna. Planeta niewidoczna między Słońcem a Ziemią. Nów. Średnica tarczy 60".

5 dni

Początek widoczności Gwiazdy Porannej nad wschodnim horyzontem przed wschodem Słońca.

17 dni

Punkt stacjonarny. Początek wzrostu długości. Zamykanie pętli rozciągniętej na 16°.

15 dni

Największa jasność –4.^{m}6.

36 dni

Największa elongacja zachodnia, n.e.z. 45°–47°. Pierwsza kwadra. Średnica tarczy 25".

180 dni.

Koniec widoczności gwiazdy polarnej.

40 dni

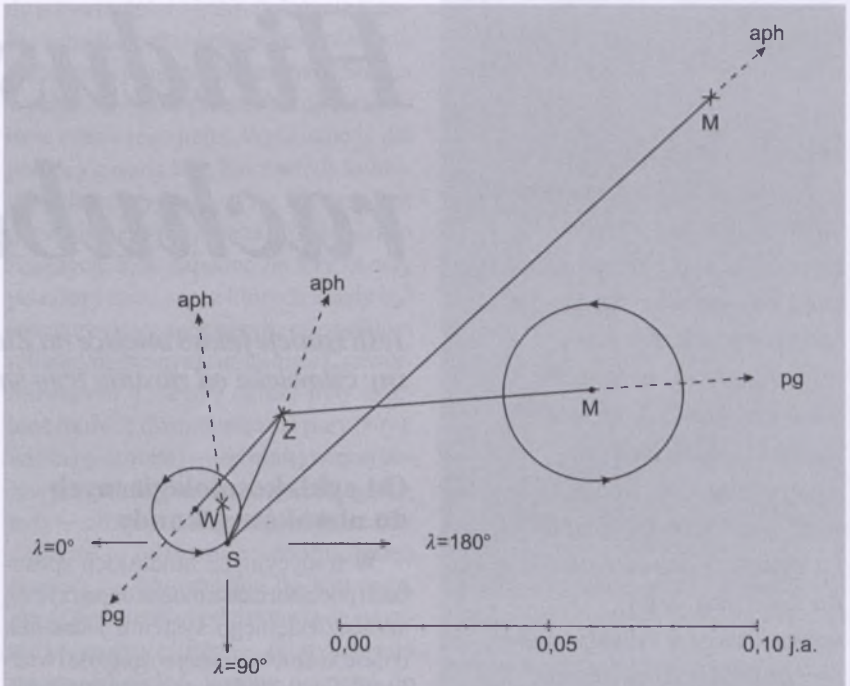
Koniunkcja górna.

Uwaga. Jeżeli w czasie koniunkcji dolnej Wenus jest blisko ekliptyki, to może być widoczna jako czarny krążek przechodzący przez tarczę słoneczną. Najbliższe takie przejście w 2004 r.

Tabela 2. Zredukowane długości apheliów Ziemi, Wenus i Merkurego, $\lambda = \lambda(1520) - 25°37'$ i odległości od Słońca drugich ognisk ich orbit, 2c.

Planeta	λ	2c
Ziemia	249°5′	0,033 j.a.
Wenus	279°11′	0,010 j.a.
Merkury	224°23′	0,159 j.a.

ki do perygeów wyznaczone przez Kopernika i na nich oznaczono małe okręgi, po których miały się poruszać środki orbit. Z rysunku widać, że okręg Wenus pokrywa drugie ognisko jej orbity. Możemy więc ocenić, że mimo trudności, ta orbita została poprawnie wyznaczona. Natomiast środek orbity Merkurego znalazł się daleko od drugiego ogniska. W tym przypadku możemy mówić tylko o jakościowej zgodności: duża odległość i ogólny kierunek. Widocznie wyjątkowy mimośród 0,206 i brak odpowiednich obserwacji uniemożliwiły Kopernikowi dokładniejsze umiejscowienie środka tej orbity, chociaż jej promień został obliczony poprawnie. Wydaje się, że sam Kopernik nie był zadowolony z uzyskanego wyniku. Naszkicował jeszcze zupełnie inny model orbity Merkurego, złożony z dużych ruchomych okręgów, ale szczegółowo go nie opracował.



Rys. 5. Centralny obszar układu planetarnego. Na kierunkach do apheliów, aph, poprowadzonych od Słońca S, oznaczono krzyżykami drugie ogniska orbit Ziemi – Z, Wenus – W i Merkurego – M. Od punktu Z narysowano kierunki do perygeów, pg, i okręgi, po których w modelach miały się poruszać środki orbit Wenus i Merkurego.

Literatura:

Polska Akademia Nauk, Mikołaj Kopernik, *Dzieła Wszystkie*, II O obrotach, PWN, Warszawa 1976.

C.W. Allen, *Astrophysical Quantities*, University of London The Athlone Press, 1955.

A. Opolski, *Urania-PA*, 4/99

Prof. Antoni Opolski jest astrofizykiem, emerytowanym dyrektorem Instytutu Astronomicznego Uniwersytetu Wrocławskiego i byłym prezesem Polskiego Towarzystwa Astronomicznego.

Sprostowanie

W poprzednim artykule autorstwa prof. Opolskiego (Urania-PA 4/99) znalazło się kilka błędów:
str. 157. (ramka i w tekście) zamiast $\delta\lambda_1$ i $\delta\lambda_2$ winno być $\Delta\lambda_1$ i $\Delta\lambda_2$;
podpis pod rys. 1. — zamiast „środka Ziemi D" winno być „środka orbity Ziemi D"
str. 158. u góry — zamiast „7 lub 12 sześćdziesiątych" winno być „7 i 12 sześćdziesiątych"
str. 159. w połowie pierwszej kolumny — zamiast „kierunek planety do Ziemi" winno być „kierunek od planety do Ziemi"
Poprawna postać wzoru na stronie 160. wygląda następująco: $\frac{u_{ph}}{u_{ah}} = \left(\frac{a+c}{a-c}\right)^2$

Autora i Czytelników serdecznie przepraszamy. *Redakcja*

INFORMACJE O PRENUMERACIE URANII-PA

Prenumerata na rok 1999 (6 zeszytów) kosztuje 36 zł (zagraniczna 50 zł). Cena pojedynczego zeszytu 7.50 zł. Wpłaty prosimy kierować na konto:

Polskie Towarzystwo Astronomiczne
BIG Bank Gdański S.A. o/Toruń
Nr 11601612-6347-132

Wszelkich informacji o prenumeracie i zakupie numerów archiwalnych „Postępów Astronomii" i „Uranii-PA" udziela:

Barbara Gertner
Centrum Astronomii UMK
ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń
E-mail: basia@astri.uni.torun.pl
tel/fax (0-56) 611 30 14 / 611 30 08

Kazimierz M. Borkowski

Hinduska rachuba czasu

Historia rachuby czasu w Indiach jest zagmatwana, gdyż obejmuje wiele tysiącleci i ogromne obszary oraz rozmaitość wpływów kulturowych. Nawet współcześnie, w latach 50-tych, kiedy Komitet Reformy Kalendarza przeprowadził rozeznanie, w użyciu było około 30 kalendarzy stosowanych na co dzień oraz w praktykach religijnych wyznawców hinduizmu, buddystów i dżainistów. W tej sytuacji niemal z niemożliwością graniczyłoby przedstawienie pełnego obrazu tego zagadnienia, dlatego niniejszy artykuł należy traktować jako rodzaj wstępu obarczonego subiektywizmem autora. Materiały źródłowe obejmują zarówno Explanatory Supplement to the Astronomical Almanc i Encyclopaedia Britannica, jak i rozmaite hinduskie pisma święte oraz szereg tekstów z Internetu. Wszystkie wyrazy pochodzenia sanskryckiego zostały podane w transliteracji polskiej, która lepiej oddaje ich wymowę od pisowni angielskiej. Trzeba dodać, że głoskę „dż" w tej pisowni należy wymawiać nieco twardziej niż ten polski odpowiednik (w polskiej literaturze w tym miejscu często występuje wręcz „dż", podobnie jak „ć" przechodzi w „cz").

Jeśli istnieje jakieś miejsce na Ziemi, gdzie zadomowiły się wszystkie sny człowieka od zarania jego snu egzystencji, są to Indie.
(Romain Rolland)

Od cykli kosmologicznych do ułamków sekundy

W tradycyjnych hinduskich sposobach podziału czasu można dopatrzyć się sześćdziesiętnego systemu jednostek o iście kosmologicznej rozpiętości wielkości: od 3×10^{14} lat do 1/216 000 doby. U podstaw liczenia lat leży wiek Brahmy, boga stwórcy wśród trzech najważniejszych bogów hinduizmu (obok Wisznu i Śiwy). Czas życia Pana Brahmy wynosi 100 lat (Brahmy), co się przelicza na 3.11×10^{14} ludzkich lat. Wraz ze śmiercią Brahmy znika świat i pojawia się dopiero po następnych 100 latach, kiedy ponownie rodzi się Brahma-stwórca. Teraz, w bieżącym cyklu, ma On 51 lat. Każdy z 360 dni Brahmy, składających się na Jego rok, to tzw. *kalpa* obejmująca 14 *manu*, *manu* zaś liczy 71 *mahajug*. Zatem dzień Brahmy zawiera ok. 1000 *mahajug*. Obecnie żyjemy w dwudziestej ósmej *mahajudze*. Zgodnie z wierzeniami Hindusów wszechświat ulega zagładzie w końcu każdej *kalpy*. Między zagładą a ponownym odtworzeniem, na końcu każdego cyklu, Wisznu odpoczywa na zwojach mitycznego węża Ananty.

Każdy z wielkich wieków (*mahajug* albo *ćaturjug*) podzielony jest na cztery wieki (*jugi*): *satja* albo *kryta* (trwająca 4×432 000 ziemskich lat), *treta* (3×432 000 lat), *dwapara* (2×432 000 lat) i *kali* (432 000 lat). Współcześnie żyjemy w *kali judze*, która trwa od północy rozpoczynającej piątek 18 lutego (JD588465.5; albo o świcie tego dnia) w roku 3102 p.n.e. według kalendarza juliańskiego (jest to też data śmierci Kryszny). Uważa się, że północ ta wyznacza jednocześnie początek roku słonecznego i miesiąca księżycowego. Podstawowe dla rachuby kalendarzowej w Indiach dzieło *Surja Siddhanta*, które powstało w IV w., mówi, że jest to również ostatnie złączenie wszystkich widocznych planet. Według wierzeń hinduizmu, przed końcem obecnego wieku nieprawości, Wisznu ma zstąpić na ziemię w postaci dziesiątego (dziewiątym był Kryszna) i zarazem ostatniego swojego wcielenia (*awatara*) Kalki — wojownika dosiadającego białego konia. Wypleni on zło, a oszczędzi ludzi dobrych, którzy dadzą początek ludowi Złotego Wieku, *satja jugi*. Wielu wielbicieli Sathya Sai Baby uważa go za tego właśnie *awatara*. W związku z tym, mimo że do końca tradycyjnej *kali jugi* jeszcze daleko, Złotego Wieku oczekuje się już w XXI w.

Kali juga stanowi jedną z er. W praktyce jednak nie ma historycznych świadectw na odnotowywanie lat zdarzeń przed I w. p.n.e. według dobrze określonej ery (w stylu znanym ze starożytnej

Fot. 1. Hinduska Trimurti (Triada) najwyższych bogów; od lewej: Brahma (personifikacja stwórczego pierwiastka, Absolutu; to on wyznacza chronologiczne ramy istnienia świata, jugi), Wisznu (ochraniający i podtrzymujący stworzenie; to on inkarnuje się w postaci *awatarów*) i Śiwa (bóg destrukcji). Kiedy Śiwa w swoim aspekcie Nataradży tańczy słynny kosmiczny taniec *tandawę*, na Ziemi towarzyszą temu dziejowe przemiany. W 1996 r. niektórzy wizjonerzy twierdzili, że Nataradża właśnie rozpoczął swoją groźną, 7-letnią *tandawę*.

Grecji czy Rzymu). Dziś poza *kali jugą* znanych jest kilka popularnych er: era Wikrama, liczona od 58 r. p.n.e., kiedy panował król Wikramaditja, era Śaka, od 78 r.n.e. prawdopodobnie zainicjowana przez króla Śaliwahana, era Gupta, od roku 320 n.e., oraz era Harsa, od r. 606 n.e.

Jugi są dalej dzielone na cykle 60-letnie. Bieżący cykl rozpoczął się 30 marca 1987 r. i potrwa do kwietnia 2047 r. Każdy rok w tym cyklu nosi inną nazwę (od Prabhawy do Akszaji) i tak np. lata 1999 i 2000 naszego kalendarza w znacznej części pokrywają się z hinduskimi latami Pramadi i Wikrama.

Także w obszarze mniejszych skal czasowych używa się szeregu egzotycznych jednostek. Doba ma 30 *muhurt* (godzin) po 48 minut, a połowa *muhurty* to tzw. *ghatika* albo *nadi*. W praktycznym podziale doby pierwsze sześć *ghatik* po świcie rozpoczynającym dzień stanowi wczesne rano, a następne szóstki to: „śródrano", południe, popołudnie i wieczór. W nocy wyróżnia się trzy pory (*jamy*): pierwsze sześć *ghatik* po zachodzie Słońca to wczesna noc, potem jest północ i na końcu świt. Wśród mniejszych jednostek są m.in. *winadi* (1/60 *nadi*) i gurwakszara równa 1/60 *winadi*.

Kalendarz starożytny

Najstarszy system kalendarzowy, w wielu aspektach stanowiący podstawę systemu klasycznego, znany jest z tekstów pochodzących sprzed kilku tysięcy lat przed naszą erą. Pewne odniesienia do kalendarza księżycowo-słonecznego można znaleźć w hymnach *Ryg Wedy*, jednej z czterech najświętszych ksiąg hinduizmu, datowanej na ok. 2000 r. p.n.e. Literatura z okresu od 1300 r. p.n.e. do 300 r. n.e. zawiera bardziej szczegółowe informacje.

W starożytności przybliżoną długość roku słonecznego (360 dni) dzielono na 12 miesięcy księżycowych po 27 (według *Taittrija Sanhity*) lub 28 (według *Atharwa Wedy*) dni. Różnica długości 12 miesięcy względem jednego roku była korygowana przez wstawianie miesiąca przestępnego po każdych 60 miesiącach. Czas liczono w oparciu o miejsca na ekliptyce zajmowane przez Księżyc podczas jego codziennych wschodów od pełni do pełni i miejsca Słońca podczas jego wschodu z miesiąca na miesiąc w ciągu roku. Owe miejsca zajmowane przez Księżyc dzieliły ekliptykę na gwiazdozbiory zwane *nakszatrami*, każdy o rozciągłości 13°20'. Położenia Księżyca można było określać bezpośrednio z obserwacji, natomiast miejsce Słońca wyznaczano jako przeciwne do Księżyca w czasie jego pełni. Wyliczano je dla północy z *nakszatry*, która wtedy kulminowała, przyjmując, że Słońce jest z przeciwnej strony nieba w stosunku do Księżyca. Rok dzielono na trzy okresy po cztery miesiące, z których każdy był inaugurowany specjalnym obrządkiem religijnym zwanym *ćaturmasja* („czwórmiesiącem"). Te trzy okresy były dzielone na dwie dwumiesięczne pory (*rity*): wiosna (*wasanta*) — od mniej więcej połowy marca do połowy maja, lato (*griszma*) — od maja do lipca, pora deszczów (*warsza*) — od lipca do września, jesień (*śarad*) — od września do listopada, zima (*hemanta*) — od listopada do stycznia i pora rosy (*śiśira*) — od stycznia do marca. Miesiące, liczone od pełni do pełni, dzielono na dwie połowy (*paksze*, czyli skrzydła) ubywającego (*kryszna*) i przybywającego Księżyca (*sukla paksza*). Na początku każdej połowy miesiąca przeprowadzano specjalny rytuał, *darśadurnamasa*, w czasie pełni (*purnima*) i nowiu (*amawasja*). W teorii miesiąc liczył 30 dni (*tithi*), a dzień (*diwasa*) 30 godzin (*muhurt*).

Ten obraz jest zasadniczo zgodny z pierwszym traktatem o zliczaniu czasu, *Dżjotisa-wedangą* (tekstem obocznym *Wed* dotyczącym ciał niebieskich) z ok. 100 r. p.n.e., który uzupełnia powyższe podziały o większą jednostkę — 5-letni okres zwany *jugą*. Inny starodaw-

Fot. 2: Ganeśa, zwany też Ganapatim lub Winajaką, syn Śiwy i Parwati, jest jednym z najsympatyczniejszych i najpopularniejszych bogów hinduizmu. Jest on patronem listów i edukacji. Według legendy to on spisał wielką *Mahabharatę* pod dyktando mędrca Wjasy (podczas tej czynności stracił jeden z ciosów). Ponieważ Ganeśa ma zdolność usuwania przeszkód, do niego kierowane są pierwsze modły zwyczajowych obrządków, jak również specjalne modlitwy przed nowymi przedsięwzięciami. Czwartego dnia (*ćaturthi*) miesiąca *bhadrapada* (sierpień–wrzesień) obchodzone są urodziny Ganeśy, szczególnie entuzjastycznie w stanie Maharasztra.

Współczesna nauka a wiedza wedyjska

Leon Lederman, laureat Nagrody Nobla w fizyce z 1988 r., jak podano w miesięczniku wydawanym w *Prasanthi Nilayam*, z inspiracji Sathya Sai Baby opisał powstanie wszelkiej materii następująco: „Poczynając od całkowitej energii stwórczej (*Brahma loki*), do najmniejszej niepodzielnej cząsteczki stworzenia (*Brahma bidży*), podstawowa forma stworzenia ma kształt sferyczny. Sferoidy te grupują się w rozmaite formy i powstają różnorakie twory.

Każdy sferoid stworzenia, od *Brahma loki* do *Brahma bidży*, porusza się po orbicie eliptycznej lub kołowej. *Brahma loka* rozmiarami ma się tak do planety Ziemi, jak planeta Ziemia do protonu i jak proton ma się do *Brahma bidży*. Wszystkie te sferoidy są kreowane, kontrolowane i wprawiane w ruch przez Energię Kosmiczną (Boską)".

W jednym z dyskursów wygłoszonym w 1979 r. Sathya Sai Baba mimochodem powiedział coś, co może zainspirować (bądź zbulwersować) astronomów i fizyków. Oto ten fragment w szerszym kontekście (dosłownie): *Bhutha akaśa* jest olbrzymią bezgraniczną przestrzenią, w której Słońce i jego planety są zaledwie maleńkimi węzłami energii. Jest ona tak rozległa, że światło z niektórych jej gwiazd nie dotarło jeszcze do Ziemi, chociaż gdy je wysyłały, Ziemia dopiero się formowała. Są one odległe o miliony lat świetlnych. Światło biegnie, jak się mówi, 186 000 mil (1 mila to 1609.34 m.) na sekundę (w rzeczywistości prędkość ta wynosi 188 000 mil/s). Możecie więc sobie wyobrazić ogrom rozmiarów *bhutha akaśy*, która obejmuje o wiele więcej niż wszystkie te gwiazdy.

Tab. 1. Miesiące hinduskiego kalendarza cywilnego i religijnego. W kolumnach „Data" widnieją daty kalendarza gregoriańskiego (miesiąc.dzień) pierwszego dnia danego miesiąca cywilnego (z lewej strony) i religijnego (z prawej); kolumny „Długość" zawierają czas trwania odpowiedniego miesiąca w dobach.

Nr	Nazwa miesiąca	Nazwa staroż.	Pora roku	Długość (dni)	Data greg.	$\lambda_\odot$	Długość (dni)	Data greg.	Miesiąc słoneczny (znak zodiaku)	Nr
1.	Ćaitra	Madhu	*wasanta*	30*	03.22*	353°15′	30.3	03.14	Mina (Ryby)	12.
2.	Wajśakha	Madhawa		31	04.21	23 15	30.9	04.13	Me(i)sza (Baran)	1.
3.	Dźjaisztha	Śukra	*griszma*	31	05.22	53 15	31.3	05.14	Wriszabha (Byk)	2.
4.	Aszadha	Śuci		31	06.22	83 15	31.5	06.14	Mithuna (Bliźnięta)	3.
5.	Śrawana	Nabhas	*warsza*	31	07.23	113 15	31.4	07.16	Karka (Rak)	4.
6.	Bhadra(pada)	Nabhasja		31	08.23	143 15	31.0	08.16	Sinha (Lew)	5.
7.	Aświna	Isa	*śarat*	30	09.23	173 15	30.5	09.16	Kanja (Panna)	6.
8.	Kartika	Urdża		30	10.23	203 15	30.0	10.17	Tula (Waga)	7.
9.	Margasir(sz)a	Sahas	*hemantha*	30	11.22	233 15	29.6	11.16	Wriśćika (Skorpion)	8.
10.	Pausza	Sahasja		30	12.22	263 15	29.4	12.15	Dhanu(s) (Strzelec)	9.
11.	Magha	Tapas	*śiśira*	30	01.21	293 15	29.5	01.14	Makar(a) (Koziorożec)	10.
12.	Phalguna	Tapasja		30	02.20	323 15	29.9	02.12	Kumbha (Wodnik)	11.

* W roku przestępnym Ćaitra ma 31 dni, a 1 Ćaitra odpowiada 21 marcowi.

ny podział to półrocza, których początki wyznaczały dni przechodzenia Słońca przez punkty równonocy: *uttarajana* (ruch ku północy; chodzi tutaj o ruch punktu wschodu Słońca), wiosną, i *dakśinajana* (ruch ku południowi), jesienią.

Kalendarz klasyczny

Astronomia obszaru Indii uległa głębokiej reformie w kilku pierwszych wiekach naszej ery w związku z postępami dokonanymi przez astronomów Babilonu i Grecji. Do tradycyjnych praktyk kalendarzowych wprowadzono wówczas nowe stałe astronomiczne i modele ruchu Księżyca i Słońca. Znajdowało to swoje odbicie w traktatach astronomicznych nazywanych *sidhantami*, z których wiele nie dotrwało do dzisiejszych czasów.

W klasycznej formie (według *Surja sidhanty*) kalendarz hinduski zachowuje ciągłość z przedstawionym wyżej opisem, jednak z pewnymi udoskonaleniami i rozwinięciami. Chociaż astronomia i rachuba czasu pierwotnie służyły potrzebom obrzędów religijnych, których moment rozpoczęcia musiał być właściwie wyznaczony, a nie dla celów stawiania przepowiedni (mimo że horoskopy stawiano także w starożytności, o czym świadczy choćby słynna epopeja *Ramajana*, czyli *Żywot Ramy*), w tym czasie astrologia zyskała znaczną popularność. Równolegle do starego podziału ekliptyki na *nakszatry* zaczęto używać podziału na znaki zodiaku. Każdą *nakszatrę* dzielono na cztery równe części po 3°20', dzięki czemu pełen znak zodiaku (30°) pokrywały dwie *nakszatry* i ćwiartka. Rok zaczynał się wejściem Słońca (*sankrati*) w znak Barana. Hinduskie

Jugawatarzy o sobie

Awatar wieku *dwapara*, Kryszna, powiedział: „Ardżuno! Co właściwie ludzie wyrażają, gdy mówią, że Słońce wzeszło i Słońce zaszło? Jest tak, jeśli chodzi o ich postrzeganie, nieprawdaż? W rzeczywistości Słońce nie wschodzi ani nie zachodzi. Podobnie jest ze Mną. Nie rodzę się ani nie umieram. Ludzie o pospolitym intelekcie uważają, że rodzę się wiele razy i że za każdym razem dokonuję wielu wyczynów. Kiedykolwiek pojawia się potrzeba wydźwignięcia świata, manifestuję się, przyjmując Imię i Formę — to wszystko; tak więc jestem świadomy wszystkich Moich przejawień, wszystkich Moich manifestacji. Jestem wszechmocny i wszechwiedzący. Nie tylko Ja — nawet ty wiesz wszystko. Lecz twoja mądrość jest przesłonięta ignorancją. Ja jestem samą mądrością, dlatego wiem wszystko. Kiedy Słońce ogląda się w zwierciadle, nie traci ono ani na swojej ważności, ani na splendorze. Trwa nieporuszone; jego chwale nic nie ubywa. Podobnie i Ja przejawiam się jako odbicie w Naturze i nie umniejsza to nijak Mojej chwały ani pozycji. Jestem równie wszechmocny i wszechwiedzący jak zawsze. Jestem nienarodzony, nieśmiertelny. Ludzie rodzą się na skutek zasług i przewin zebranych w poprzednich narodzinach. Może myślisz, że dotyczy to także *awatarów*. Nie. Twoje narodziny wynikają z prawa *karmy* (sumy uczynków), Moje zaś są *lilą* (boską grą). Powodem Moich narodzin są modlitwy dobrych ludzi. Przyczyniają się do tego również złe uczynki ludzi niegodziwych!"

Sathya Sai Baba powiedział: „*Awatarzy* przejawili się w *kryta judze* w celu zachowania tradycji wedyjskiej, w *treta judze* — w celu ochrony prawości, a w *dwapara judze* — w celu obwieszczenia prawa do własności. W *kryta judze awatar* [Wisznu w postaci Hajagriwy] uchronił Wedy przed zgubą, w wieku *treta* [Rama] obronił kobietę przed zniesławieniem, w wieku *dwapara* [Kryszna] ochronił własność przed niesprawiedliwością. Obecnie, w tym czwartym wieku, *kali judze*, wszystkie te trzy dobra znajdują się w strasznym niebezpieczeństwie. *Wedy* są wyszydzane, kobiety kuszone do niegodnego życia, prawowitą własność zaś osądza się jako rzecz kradzioną! Dlatego ten *awatar* ma potrójne zadanie."

nazwy znaków zodiaku na ogół są sanskryckimi tłumaczeniami nazw przyjętych na Zachodzie, ale np. Strzelec nazywany jest *dhanus*, co znaczy łuk, Koziorożec to *makara*, czyli krokodyl, a Wodnik to *kumbha*, czyli dzban na wodę.

Z powodu precesji punkty równonocy i przesileń przesuwają się powoli wzdłuż ekliptyki na tle gwiazd. Punkt Barana, który przed kilku tysiącami lat wyznaczał wejście Słońca w znak Barana, obecnie znajduje się w Rybach. Zjawisko precesji doprowadziło do pojawienie się dwóch metod wyliczania *sankrati* (wstępowania) Słońca w poszczególne znaki. W metodzie *nirajana* nie uwzględnia się precesji (*ajana*), co prowadzi do wyznaczenia właściwych dat wejścia w znaki, ale błędnego przypisania ich równonocom i przesileniom. W systemie *sajana* (z precesją) zaś daty przesileń i równonocy są wyznaczane poprawnie, natomiast błędnie identyfikowane są z *sankrati*.

O ile System Słoneczny ma decydujące znaczenie dla astrologii, która utrzymuje, że rządzi on życiem człowieka jako jednostki lub części społeczności, o tyle kalendarzem sakralnym rządzi system księżycowych *nakszatr*. Podstawową jednostką jest tu dzień księżycowy (*tithi*), czyli 1/30 księżycowego miesiąca. Ponieważ średni miesiąc księżycowy ma tylko ok. 29.5 dni, podział na *tithi* nie pokrywa się z biegiem naturalnych dni. Przyjęto, że danemu dniowi odpowiada *tithi*, które wystąpiło o świcie tego dnia. Sprawia to, że *tithi* zaczynające się po świcie i kończące się przed następnym świtem zostaje pominięte w rachubie dni miesiąca (pojawia się nieciągłość numerów dni).

Nazwy *nakszatr*, którym odpowiadają *tithi* w cyklu miesięcznym oraz odcinki miesięcy w słonecznym cyklu rocznym, wywodzą się od nazw gwiazdozbiorów i nie zmieniły się od starożytności. Zmieniały się natomiast nazwy miesięcy.

W kalendarzu tym data zdarzenia ma następującą postać: miesiąc, połowa miesiąca (ubywający lub przybywający Księżyc), nazwa (zwykle numer) *tithi*

Fot. 3: *Awatar treta jugi*, Śri Rama, bohater *Ramajany*. Jego odejście (pogrążenie się w wodach rzeki Śaraju, dzisiejszej Gogry) zapoczątkowało wiek *dwapara*.

w tej połowie, oraz rok ery, według której dany autor liczył lata. Identyfikacja daty, szczególnie *tithi*, jest często mocno skomplikowana, gdyż wymaga znajomości czasu wschodu Słońca w tym

Pojmowanie czasu w tradycji Indii

W *Ryg Wedzie* (zbiorze hymnów i mantr) czas jako pojęcie abstrakcyjne nie istnieje. To człowiek będący centrum Kosmosu stwarza czas poprzez rytuały. Każdy rytuał ofiarny ma swoją ściśle określoną porę i miejsce. Właściwymi porami są ,,łącza czasowe" spajające pewne zjawiska astronomiczne. Podstawową jednostką czasu jest doba, w której największe rytualne znaczenie mają świt i zmierzch — najbardziej krytyczne momenty łączące dzień i noc. Personifikacją czasu jest zwykle bóg Kala, ale podobne atrybuty ma również Surja (Słońce), który rządzi wschodami i zachodami, a nawet Jama (bóg zmarłych).

Celem wszystkich hinduskich tradycji duchowych jest pokonanie czasu. Często czas jest przedstawiany jako odwieczny kołowrót, który przywiązuje duszę do doczesnego życia pełnego niewiedzy i cierpienia (tzw. *sansary*). Uwolnienie z tej pułapki nazywa się *mokszą*, a zaawansowany asceta bywa określany mianem *kala-atita* (ten, który przemógł czas). W tekstach wedyjskich można często natknąć się na opisy ,,zwodzenia" albo ,,pokonywania" czasu. W „Mahabharacie" napisano, że ,,czas «gotuje» wszystkie istoty" i ,,niszczy wszystkie stworzenia"; kiedy wszystko inne śpi, ,,czas nie śpi, czas trudno pokonać". Ciekawe, że *Joga Sutra* przedstawia czas jako nieciągły szereg ,,chwil" (*kszan*). Każda z tych chwil trwa tyle, ile atomowi (*anu*) zajmuje przesunięcie się z jednego miejsca na drugie. I o ile mijanie czasu jest nierzeczywiste, owe chwile mają takimi być.

Zarówno chrześcijańska teologia, jak i zachodnia nauka pojmuje początek Wszechświata jako ściśle określony punkt w odległej przeszłości liniowego czasu, który to punkt już dla nas nie istnieje. *Tantra* (system praktyk duchowych) natomiast postrzega stworzenie jako ciągły proces, który jest zawsze nam dostępny. Tantrycy wyobrażają sobie przeszłość jako twór nieustannie rzutowany z teraźniejszości, jako strumień zdarzeń wymiotowany z otwartej paszczy potwora. Początek rzeczy nie miał miejsca w jakimś punkcie przeszłości, lecz przeszłość jest ciągle rzutowana z czasoprzestrzennych ,,ust" naszej świadomości. Przyrównując indywidualną świadomość do wyższej świadomości, która przenika cały Wszechświat, tantryk wierzy, że może odwrócić kosmiczny proces stwarzania i destrukcji poprzez ,,patrzenie wstecz" w paszczę potwora. W procesie medytacji może on wtopić się w ciągły akt stwarzania, który działa poprzez naszą indywidualną i zbiorową świadomość.

Dżainiści postrzegają czas jako koło z sześcioma unoszącymi się i sześcioma opadającymi ,,szprychami" albo erami. Koło to kręci się w nieskończoność — nigdy nie miało początku ani nie będzie jego końca. W buddyzmie czas jest ,,pożeraczem", wrogiem wszystkich żywych stworzeń. To z powodu mijania czasu egzystencja pełna jest cierpienia. Ostatnia wypowiedź Buddy miała zaczynać się słowami: ,,Wszystkie rzeczy podlegają rozpadowi...".

Tysiące lat przed narodzeniem Chrystusa starożytni Hindusi opracowali zwięzły kalendarz w oparciu o systematyczne studia *Wed* i ruchów oraz położeń ciał Układu Słonecznego i gwiazd. Kalendarz ten przygotowywano w formie almanachu nazywanego *Pańćangiem*. Nazwa ta pochodzi od pięciu (*pańća*) rodzajów danych (dosł. kończyn, *anga*), jakie prezentuje ten kalendarz w funkcji czasu (*tithi*, *nakszatry*, znaki zodiaku, *jogi*, czyli konfiguracje oraz tzw. *karany*, czyli połówki *tithi*).

Fot. 4. *Awatar dwapara jugi*, Śri Kryszna, bohater *Mahabharaty* oraz *puran*. Jego odejście (przypadkowe ustrzelenie przez myśliwego) zapoczątkowało *kali jugę*.

dniu i która z 30 części miesiąca była wtedy aktualna.

Wspomniany wcześniej cykl 60-letni wiąże się z praktykowanym w Indiach od VI w. n.e. określaniem daty w ciągu roku według położenia Jowisza (*bryhaspati*). Okres syderyczny Jowisza wynosi 11 lat i 314.6 dni, czyli po blisko 12 latach jest on widoczny na tle tych samych gwiazd. Jego okres synodyczny nieco przekracza 398 dni, trochę powyżej roku. Zatem w okresie prawie 12 lat przechodzi przez taki sam szereg *nakszatr* jak Słońce w ciągu roku, zaś w ciągu roku — jak Słońce przez jeden miesiąc. Dzięki temu datę roku można podawać jako „miesiąc" 12-letniego cyklu Jowisza, np. „wielki miesiąc Ćaitra". Pięć 12-letnich cykli Jowisza tworzy 60-letni „wiek".

Współczesny kalendarz hinduski

Kalendarz cywilny

W wyniku reformy kalendarzowej z roku 1957 kalendarzem narodowym Indii jest kalendarz księżycowo-słoneczny. Dla potrzeb cywilnych używa się w zasadzie kalendarza słonecznego, w którym lata przestępne przypadają w tym samym czasie, co w kalendarzu gregoriańskim. Lata jednak zliczane są według tradycyjnej w indyjskiej chronologii ery Śaka i długość miesięcy wynosi 30 lub 31 dni, przy czym wszystkie miesiące 30-dniowe zgrupowane są w okresie jesienno-zimowym, kiedy Słońce przemieszcza się nieco szybciej po ekliptyce. Nazwy miesięcy zaczerpnięto z tradycji. Zreformowany kalendarz nastał z dniem 1 Ćaitra 1879 r. ery Śaka, co odpowiada 22 marca 1957 r. W latach przestępnych (którymi są te lata, które po powiększeniu o 78 są podzielne przez 4, z wyjątkiem setkowych niepodzielnych przez 400) dodatkowy dzień dokładany jest do miesiąca Ćaitra i rok wtedy liczy 366 dni.

Według kalendarza słonecznego obchodzi się kilka świąt państwowych, takich jak np. dzień niepodległości (15 sierpnia), i tradycyjnych, z których najważniejsze to *mesza sankrati*, czyli dzień wejścia Słońca w znak Barana, wyznaczający początek astrologicznego roku oraz *makara sankrati*, 14 stycznia, wstąpienie Słońca w znak Koziorożca, które rozpoczyna letnie półrocze (*uttarajanę*), ale w praktyce łączone jest ze starodawnym świętem plonów (przed zbiorami), które w południowych Indiach powszechnie obchodzone jest jako święto Pongal.

Kalendarz religijny

Poza kilkoma, znakomita większość z licznych świąt hinduskich opiera się na kalendarzu księżycowym (przypada na określone *tithi*). Można się doliczyć dosłownie setek świąt, z których większość ma niewielki zasięg, ale niektóre celebrowane są w całych Indiach. Wspomniany wcześniej Komitet Reformy Kalendarza, poza ustaleniem reguł kalendarza cywilnego, określił wytyczne dla kalendarzy religijnych, które wymagają obliczeń położeń Słońca i Księżyca. Tabele religijnych dni świątecznych przygotowuje India Meteorological De-

Datowanie Ramy i *Ramajany*

Współcześni zachodni badacze są generalnie zgodni co do czasu powstania epickiego poematu *Ramajana*. Plasuje się go nie wcześniej niż na ok. 1500 r. p.n.e., tj. na czas inwazji Ajów na południe Indii. Jednakże istnieje sporo przesłanek na to, że dzieje Indii są o wiele starsze. Niektórzy Hindusi utrzymują wręcz, że całe to datowanie i historia inwazji Ajów są wymysłem „imperialistów" i że w istocie Arjowie byli pierwotnymi mieszkańcami subkontynentu indyjskiego, a samą *Ramajanę* datują na 8000 r. p.n.e., tj. na koniec ostatniego zlodowacenia. Mniej solidne argumenty, oparte na długości jug według tradycji wedyjskiej, sugerują, że Rama panował nawet kilkaset tysięcy lat temu.

Niedawno (1990 r.) spore uznanie zyskała praca N. Narasingha Rao pt. *Date of Sri Rama* wydana przez International Society for the Investigation of Ancient Civilizations. W książce tej autor przedstawia bardzo szczegółowe obliczenia oparte na astronomiczno–astrologicznych informacjach zawartych w samej *Ramajanie* i twierdzi, że Rama urodził się 11 lutego 4433 r. p.n.e. (wg. kalendarza juliańskiego; JD102311) 5 godzin 11 minut po wschodzie Słońca. Mimo przeładowania tekstu wielocyfrowymi liczbami wzbudzającymi szacunek laika, same rachunki i końcowy wynik mogą jednak budzić poważne wątpliwości astronoma. Z pobieżnego zapoznanie się z tą pracą (w bibliotece Sathya Sai Institute of Higher Learning edukacyjnego kompleksu *Prasanthi Nilayam*) wnoszę, że autor źle wyliczał położenia Słońca i Księżyca na tak odległe epoki. Najwyraźniej zignorował on też zmienność rotacji Ziemi. Według pewnych współczesnych ocen, w tamtym czasie różnica między równomiernym czasem dynamicznym (TDT, używanym do obliczeń położeń ciał niebieskich) a związanym z rotacją Ziemi czasem słonecznym (UT) wynosiła aż ok. 35 godzin. Trudno przy tym ocenić błąd tej różnicy, ale z pewnością nie jest on mniejszy niż kilka godzin. Zakładając nawet, że Rao poprawnie obliczał fazę Księżyca, można od razu powiedzieć, że jego data powinna być przynajmniej o jeden dzień wcześniejsza (10, a nie 11, lutego).

Bardziej dociekliwych Czytelników mogą zainteresować szczegóły z *Ramajany*, na których Rao oparł swoje kalkulacje. Oto one: Ramaćandra urodził się w Ajodji (w pobliżu współczesnego Fajzabadu) w półroczu *uttarajana*, w miesiącu Ćaitra, w 9-tym dniu *sukla*, pod gwiazdą Purnawasu (Polluks), przy *sinhalagna* (gwiazdozbiór Lwa w ascendencie) w okresie *abhidźit* („zwycięstwo"; nazwa 22-go gwiazdozbioru zodiaku księżycowego, do którego Księżyc w miesiącu Ćaitra dociera po około ośmiu dniach od nowiu).

Ważniejsze ruchome święta religijne Indii i ich daty w 1999 r.

Mahaśiwaratri (dosł. wielka noc Śiwy) — 15-go *kryszna* Maghy; oddawanie czci Panu Śiwie; 14 lutego 1999 r.
Ramanawami (dosł. dziewiąty Ramy) — przypada 9-go dnia *sukla* (po nowiu) w miesiącu Ćaitra; urodziny *awatara* Ramy; 24 marca 1999 r.
Gurupurnima (dosł. pełnia *guru*) — dzień pełni Księżyca w Aszadzie (koniec lipca — początek sierpnia); oddawanie czci *guru* (duchowemu nauczycielowi) i upamiętniające zarazem nauczyciela pokoleń — słynnego Wjasę; 28 lipca 1999 r.
Dźanmasztami (dosł. ósmy dzień urodzenia) — 8-go dnia *kryszna* (ubywającego Księżyca) Śrawany; urodziny Pana Kryszny; 2 września 1999 r.
Ganeśa Ćaturthi (dosł. czwarty Ganeśy) — 4-go dnia *sukla* Bhadry; końcowy dzień wielbienia sympatycznego słoniogłowego boga Ganeśy, obchodzony szczególnie uroczyście w Bombaju; 12 września 1999 r.
Daśara (dosł. dziesięć dni) — 10-go *sukla* Aświna; świętowanie zwycięstwa Ramy nad demonicznym Rawaną (stąd inna nazwa: Widżajadaszami) po dziewięciu uroczystych dniach Nawaratri; 18 października 1999 r.
Di(pa)wali (dosł. sznury, szeregi świateł) — od 14-go *sukla* Aświny do 2-go *kryszna* Kartiki; festiwal świateł na pamiątkę pokonania demona Naraki przez Krysznę, a w północnych Indiach dla upamiętnienia radosnego powrotu Ramy do Ajodji z 14-letniego wygnania; 7 listopada 1999 r.

partment i publikuje w *The Indian Astronomical Ephemeris*. Trzeba jednak zaznaczyć, że wielu lokalnych wydawców kalendarzy ciągle używa tradycyjnych koncepcji i wzorów, a niektóre pochodzą nawet sprzed 1500 lat.

We wszystkich oficjalnych obliczeniach astronomicznych wykorzystuje się współczesne efemerydy Słońca i Księżyca i uwzględnia precesję. Punktem odniesienia jest stacja centralna o współrzędnych 82°30' E, 23°11' N. Dla celów religijnych przyjmuje się, że dzień zaczyna się o wschodzie Słońca. Miesiąc słoneczny jest zdefiniowany jako czas, jaki zajmuje Słońcu przebycie 30° w jego pozornym ruchu po ekliptyce (czyli przejście przez cały znak zodiaku, rasi). O ile początek roku słonecznego przypada na okolice równonocy wiosennej, 1 Ćaitra, to rok religijny zaczyna się miesiącem Mesza, kiedy prawdziwa długość Słońca wynosi 23°15'. Wypada to w pobliżu 13 kwietnia, a dzień ten obchodzony jest jako Nowy Rok nazywany Waiśaki lub Jugadi.

Miesiące księżycowe odmierzane są rytmem nowi, *krysznapaksza amawasja* (w niektórych rejonach: pełni, *suklapaksza purnima*). Każdy z tych miesięcy otrzymuje nazwę miesiąca słonecznego, w którym zaczął się miesiąc księżycowy. Jeśli w tym samym miesiącu słonecznym wystąpią dwa nowie, oba miesiące księżycowe noszą tę samą nazwę, z tym że pierwszy z nich otrzymuje przedimek *adhika*, czyli przestępny. Rok, w którym wystąpi taki przypadek, ma 13 miesięcy, a zdarza się to co 2–3 lata. Rzadziej występują lata, w których krótki miesiąc słoneczny nie obejmie żadnego nowiu. Wtedy w kalendarzu dla tego roku w ogóle nie pojawia się nazwa tego miesiąca słonecznego. Znikający (*ksaja*) miesiąc może wystąpić tylko w pobliżu przejścia Ziemi przez peryhelium. W takim roku, w pierwszej jego połowie, jeden z miesięcy będzie miał dwa nowie, co sprawi, że ów rok będzie mimo wszystko liczył 12 miesięcy księżycowych. Lata ksaja pojawiają się nieregularnie, co 19–141 lat.

Miesiące księżycowe dzieli się na 30 *tithi*, czyli dni księżycowych. Każdy z tych dni definiuje przyrost długości ekliptycznej Księżyca o 12° ponad długość Słońca, czyli efektywnie zmiana fazy Księżyca o 1/30 pełnego cyklu. Długości tych dni zmieniają się więc w granicach od około 20 do prawie 27 godzin. W pierwszej połowie miesiąca, podczas przybywającego Księżyca, nazywanej *sukla* czyli jasna, kolejne *tithi* liczy się od 1 (*prathama*) do 15 (*pańćadaśi*). Podobne nazwy (pierwszy, ..., piętnasty) mają dni drugiej połowy miesiąca określanej mianem *kryszna*, czyli ciemna. Zwykłemu dniowi przypisuje się nazwę *tithi*, które panowało o wschodzie Słońca. Bywa, że *tithi* zacznie się po wschodzie i skończy przed następnym wschodem albo zacznie się przed wschodem i obejmie następny wschód. W pierwszym przypadku numer dnia jest pomijany w rachubie, a w drugim — dwa kolejne dni noszą ten sam numer.

Podobnie jak w kulturze Zachodu, w Indiach używa się też podziału na dni tygodnia i nazwy tych dni pochodzą od nazw ciał układu słonecznego: *rawi(wa)ra* (dzień Słońca, niedziela), *somawara* (dzień Księżyca, poniedziałek), *mangal(a)wa(ra)* (dzień Marsa, wtorek), *budhawara* (dzień Merkurego, środa), *guruwara* lub *bryhaspatiwara* (dzień Jowisza, czwartek), *śukrawara* (dzień Wenus, piątek) i *śaniwara* (dzień Saturna, sobota).

Fot. 5. Procesja „boskiej inkarnacji" (*awatara kali jugi*) na złotym rydwanie oraz inne stowarzyszone z nią uroczystości, które odbyły się w *aśramie* Bhagawana Śri Sathya Sai Baby *Prasanthi Nilayam* we wrześniu 1997 r., zostały przepowiedziane (co do dnia i godziny) ok. 5000 lat temu przez mędrca Śukę (syna Wjasy).

Dr Kazimierz M. Borkowski jest astronomem pracującym w Katedrze Radioastronomii CA UMK. Zawodowo zajmuje się toruńską stacją VLBI, a Jego prywatną pasją są nauki Sai Baby.

Siostry Plejad

Przeglądając katalog Messiera znajdziemy się dziś w towarzystwie kilku gromad otwartych oraz... gwiazdy podwójnej.

M 34 (NGC 1039) w Perseuszu

Ta gromada otwarta składa się z około 100 gwiazd zajmujących na niebie obszar o rozmiarach nieco większych od księżycowej tarczy. Najprawdopodobniej jako pierwszy zaobserwował ją Hodierna przed rokiem 1654, Messier dokonał jej niezależnego „odkrycia" w 1764 r. W bardzo dobrych warunkach można pokusić się o odszukanie tej słabej mgiełki nawet gołym okiem, nieco na północ od łuku łączącego Algola (β Per) i Alamak (γ And, piękną gwiazdę podwójną w teleskopie: jej składniki — żółty i zielonkawy — odległe są o ok. 10"). Chcąc podziwiać prawdziwą naturę M 34 trzeba pamiętać, że blask najjaśniejszej gwiazdy to zaledwie 7,9 magnitudo (najłatwiej dostrzegalna gwiazda o jasności 7,3 nie jest związana z gromadą).

Rzeczywiste rozmiary gromady, przy założeniu podanej niżej średnicy kątowej i odległości, wynoszą 14 l.św. Natomiast nieco większym kątowym rozmiarom, które sugeruje Wallenquist (42'), odpowiadałaby średnica 18.5 l.św. Najnowsze oceny wieku M 34 mieszczą się w przedziale 180–190 mln lat.

Rektascensja	$02^h42^m,0$
Deklinacja	+42°47'
Odległość	1 400 l.św.
Jasność obserwowana	5,5 mag
Rozmiary kątowe	35',0

M 35 (NGC 2168) w Bliźniętach

Tym razem na obszarze nieba o rozmiarach zbliżonych do tarczy Księżyca mieści się przeszło 200 gwiazd (w tym 120 jaśniejszych niż 13 magnitudo). Przy dwukrotnie większej w stosunku do M 34 odległości rzeczywista średnica wynosi ok. 24 l.św. (warto w tym miejscu wspomnieć, że H. Shapley w roku 1930 wyznaczył większe rozmiary kątowe — 46'). Jako gromada o wieku szacowanym na 110 mln lat, zawiera już niewielką ilość żółtych i pomarańczowych olbrzymów; najgorętsze gwiazdy ciągu głównego są typu widmowego B3.

W dobrych warunkach dostrzeżemy słabą mgiełkę „u stóp" Bliźniąt już gołym okiem. Doskonale prezentuje się oglądana nawet przez niewielki teleskop przy małym powiększeniu. Posiadacze większych instrumentów mogą pokusić się o odszukanie jej słabszej sąsiadki, NGC 2158 (na zdjęciu obok widoczna jest po prawej stronie gromady).

Rektascensja	$06^h08^m,9$
Deklinacja	+24°20'
Odległość	2 800 l.św.
Jasność obserwowana	5,3 mag
Rozmiary kątowe	28',0

W południowej części konstelacji Woźnicy znajdziemy trzy jasne gromady otwarte z katalogu Messiera: M 36, M 37 i M 38. Wszystkie trzy obserwował Giovanni Batista Hodierna przed 1654 r.; niezależnie o dwóch z nich (M 36 i M 38) wspomina Le Gentil.

M 36 o faktycznej średnicy 14 l.św. (Wallenquist podaje kątowe rozmiary równe 19', czemu odpowiadałaby wartość 20 l.św.) zawiera ok. 60 gwiazd, z których najjaśniejsze są typu widmowego B2 i świecą blaskiem 9 magnitudo. W rzeczywistości promieniują jakieś 360 razy silniej od Słońca. Gromada M 36 jest stosunkowo młoda (25 mln lat) i nie zawiera jeszcze czerwonych olbrzymów. Gdyby znajdowała się 10-krotnie bliżej, przypominałaby pod wieloma względami Plejady.

Rektascensja	$05^h36^m,1$
Deklinacja	+34°08'
Odległość	4 100 l.św.
Jasność obserwowana	6,3 mag
Rozmiary kątowe	12',0

M 36 (NGC 1960) w Woźnicy

Rektascensja	$05^h52^m,4$
Deklinacja	+32°33'
Odległość	4 400 l.św.
Jasność obserwowana	6,2 mag
Rozmiary kątowe	24',0

M 37 (NGC 2099) w Woźnicy

Choć M 37 to najjaśniejsza z trzech gromad otwartych w południowej części Woźnicy, umknęła uwadze Le Gentila w roku 1749. Messier odnotował jej obserwację 2 września 1764 r. i uznawany był za jej odkrywcę... do roku 1984, kiedy to ujrzały światło dzienne prace Hodierny.

To nie tylko najjaśniejsza, ale i najbogatsza z trzech wspomnianych gromad: zawiera przeszło 500 gwiazd, w tym ok. 150 jaśniejszych niż 12,5 magnitudo. Jest wśród nich co najmniej tuzin czerwonych olbrzymów, zaś najgorętsze gwiazdy ciągu głównego są typu widmowego B9; świadczy to o bardziej zaawansowanym procesie ewolucji — wiek gromady ocenia się na 300 mln lat. Oceny jej odległości mieszczą się w przedziale 3600–4700 l.św., stąd też rzeczywiste rozmiary mogą być rzędu 20–25 l.św.

W układzie najjaśniejszych gwiazd tej gromady niektórzy dopatrzyli się podobieństwa do greckiej litery π, inni — do pochylonego krzyża. Podanym kątowym rozmiarom i odległości odpowiada średnica 25 l.św. (K.G. Jones sugeruje jednak znacząco mniejszy dystans: 2750 l.św.). Przy wieku szacowanym na 220 mln lat najjaśniejszą gwiazdą (7,9 magnitudo) jest żółty olbrzym typu widmowego G0. Jego jasność absolutna to –1,5 magnitudo, co odpowiada mocy promieniowania 900 „słońc" (nasza Dzienna Gwiazda świeciłaby w M 38 blaskiem zaledwie 15,3 magnitudo...).

Rektascensja	$05^h28^m,4$
Deklinacja	+35°50'
Odległość	4 200 l.św.
Jasność obserwowana	7,4 mag
Rozmiary kątowe	21',0

M 38 (NGC 1912) w Woźnicy

M 39 (NGC 7092) w Łabędziu

Rektascensja	$21^h32^m,2$
Deklinacja	+48°26'
Odległość	825 l.św.
Jasność obserwowana	5,2 mag
Rozmiary kątowe	32',0

Również M 39 zajmuje skrawek nieba porównywalny z rozmiarami księżycowej tarczy, jest to jednak bardzo luźny układ zaledwie 30 gwiazd rozrzuconych w obszarze o średnicy 7 l.św. Nie jest jasne, kto tak naprawdę odkrył M 39. Niektórzy uznają tę gromadę za oryginalne odkrycie Messiera, inni powołują się na niejednoznaczne zapiski Le Gentila z r. 1750, można też znaleźć odniesienia do Arystotelesa, który ok. 325 r. p.n.e. odnotował w tym miejscu rozmyty obiekt, przypominający swym wyglądem kometę.

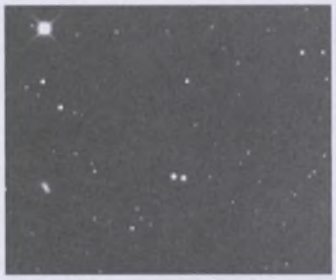
O ile M 39 można przy odrobinie dobrej woli uznać za obiekt mgławicowy, to pewnym nieporozumieniem w katalogu Messiera wydaje się ...gwiazda podwójna M 40 (znana też jako Winnecke 4). Przyczyną zamieszania były zapiski Heweliusza, który w tej okolicy nieba obserwował „mgławicę". Jedynym podejrzanym obiektem, jaki Messier w tym miejscu dostrzegł, była właśnie słaba gwiazda podwójna. Ponieważ jednak umieszczał na liście wszystkie obiekty, które komukolwiek mogły skojarzyć się z kometami, wyznaczył jej współrzędne i utrwalił w swoich zapiskach (w niektórych wydaniach katalogu Messiera pomijano M 40).

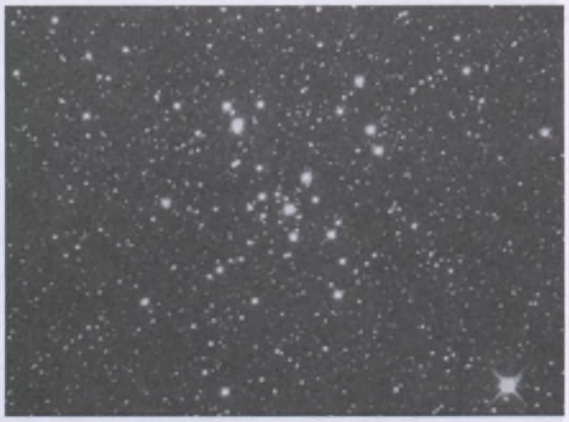
Gwiazdki mają jasność 9,0 i 9,3 magnitudo oraz typy widmowe G0 i F8. Do niedawna sądzono, że znajdują się w odległości ok. 300 l.św. (zakładając, że jaśniejszy składnik jest gwiazdą ciągu głównego); dopiero analiza obserwacji Hipparcosa sprawiła, że w roku ubiegłym przyjęto odległość prawie dwukrotnie większą — tak więc ów jaśniejszy składnik promieniuje 4-krotnie silniej od Słońca.

Układ znajduje się na niebie 16' na płn.-wschód od gwiazdy 6 wielkości 70 UMa. Tworzą one wspólnie trójkąt prostokątny (patrz zdjęcie) ze słabą (12,5 magnitudo) galaktyką spiralną (typu SBb) NGC 4290 (odległą o 125 mln l.św. — to jeden z najdalszych obiektów, jakie można zidentyfikować 10-cm teleskopem). Zawsze to jakaś rekompensata dla „łowców mgławic", zawiedzionych wyglądem M 40...

M 40 (WNC 4) w Wielkiej Niedźwiedzicy

Rektascensja	$12^h22^m,4$
Deklinacja	+58°05'
Odległość	510 l.św.
Jasność obserwowana	8,4 mag
Rozmiary kątowe	0',8





Rektascensja	$06^h47^m,0$
Deklinacja	–20°44'
Odległość	2 300 l.św.
Jasność obserwowana	4,6 mag
Rozmiary kątowe	38',0

M 41 (NGC 2287) w Wielkim Psie

Tym razem jako „drogowskaz" posłuży nam najjaśniejsza gwiazda na niebie; mniej więcej 4 stopnie na południe od Syriusza leży gromada otwarta składająca się z ok. 100 gwiazd, w tym kilku czerwonych (lub pomarańczowych) olbrzymów, z najjaśniejszym (6,9 magnitudo, moc ok. 700 „słońc"), typu widmowego K3, położonym blisko środka gromady. Zakładając podaną obok odległość (choć i tu K.G. Jones występuje z alternatywną propozycją — 1600 l.św.), średnica obszaru zajętego przez gromadę wyniesie 25 l.św. Oceny wieku mieszczą się w przedziale 190–240 mln lat. Według C.E. Barnsa obserwację M 41 prawdopodobnie odnotował Arystoteles ok. 325 r. p.n.e. Hodierna umieścił ją w swoim katalogu przed rokiem 1654, a powszechnie znana stała się po „odkryciu" przez Flamsteeda 16 lutego 1702 r.

Na zamieszczonym obok zdjęciu w prawym dolnym rogu odnajdziemy też gwiazdę 6 wielkości (12 CMa). To niebieski olbrzym, położony dwukrotnie bliżej nas niż gromada M 41.

Duży format: 24,5 x 34,5 cm.
Twarda oprawa,
około 380 stron.
~~Cena okładkowa 240 zł.~~
Cena w subskrypcji 195 zł.

W sprzedaży od 20 października 1999 roku

Potwierdzenie dla poczty

zł *50,* _____

słownie *pięćdziesiąt,*

WPŁACAJĄCY

imię

nazwisko

ulica, nr domu, nr mieszkania

kod pocztowy –

miejscowość

telefon

na rachunek **Prószyński i S-ka SA**
02-651 Warszawa, ul. Garażowa 7

BANK HANDLOWY I O/W-wa
10301016-03459000

stempel

pobrano opłatę

podpis przyjmującego

zł

Potwierdzenie dla banku

zł *50,* _____

słownie *pięćdziesiąt,*

WPŁACAJĄCY

imię

nazwisko

ulica, nr domu, nr mieszkania

kod pocztowy –

miejscowość

telefon

na rachunek **Prószyński i S-ka SA**
02-651 Warszawa, ul. Garażowa 7

BANK HANDLOWY I O/W-wa
10301016-03459000

stempel

pobrano opłatę

podpis przyjmującego

zł

JEDYNY WE WSZECHŚWIECIE, PO RAZ PIERWSZY W POLSCE

Atlas Układu Słonecznego NASA

Prószyński i S-ka

W subskrypcji 45 zł taniej. Zdecyduj się już teraz!

- Barwne mapy powierzchni planet i ich księżyców sporządzone przez specjalistów z NASA wraz z nazwami utworów powierzchniowych
- Aktualne dane dotyczące planet i ich budowy
- Komplet nazw utworów powierzchniowych ciał Układu Słonecznego
- Bogato ilustrowane artykuły przeglądowe o ciałach Układu Słonecznego

Potwierdzenie dla posiadacza rachunku

zł 50,
słownie pięćdziesiąt,

WPŁACAJĄCY
imię
nazwisko
ulica, nr domu, nr mieszkania
kod pocztowy –
miejscowość
telefon

na rachunek **Prószyński i S-ka SA**
02-651 Warszawa, ul. Garażowa 7
BANK HANDLOWY I O/W-wa
10301016-03459000

stempel | pobrano opłatę

podpis przyjmującego | zł

Potwierdzenie dla wpłacającego

zł 50,
słownie pięćdziesiąt,

WPŁACAJĄCY
imię
nazwisko
ulica, nr domu, nr mieszkania
kod pocztowy –
miejscowość
telefon

na rachunek **Prószyński i S-ka SA**
02-651 Warszawa, ul. Garażowa 7
BANK HANDLOWY I O/W-wa
10301016-03459000

stempel | pobrano opłatę

podpis przyjmującego | zł

Atlas Układu Słonecznego NASA
Zamów – w subskrypcji taniej!

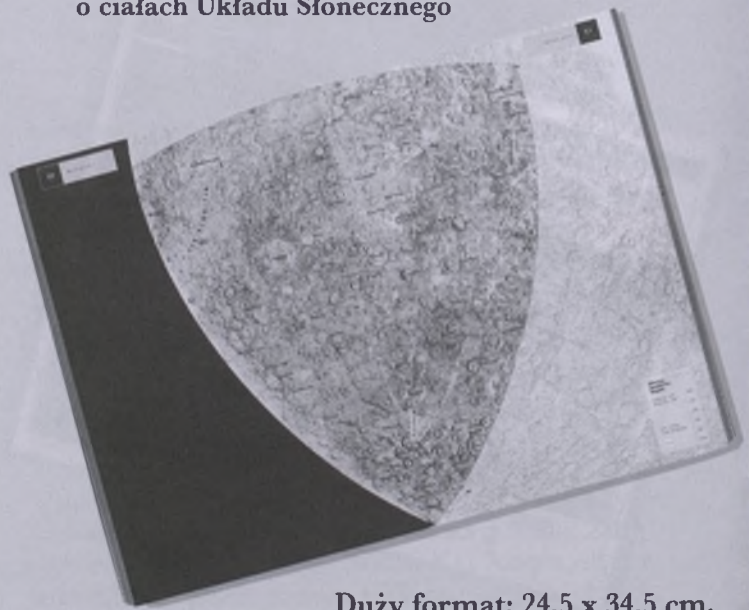
Atlas Układu Słonecznego NASA

Prószyński i S-ka

Zasady subskrypcji:

- Zamawiając *Atlas* teraz, oszczędzisz 45 zł.
- Opłatę uiszczasz w dwóch ratach: 50 zł wpłacasz teraz, 145 zł przy odbiorze *Atlasu* za zaliczeniem pocztowym.
- Do wszystkich subskrybentów *Atlas* zostanie wysłany w dniach 26 października – 5 listopada 1999 roku.
- Koszty wysyłki pokrywa Prószyński i S-ka.

- Barwne mapy powierzchni planet i ich księżyców sporządzone przez specjalistów z NASA wraz z nazwami utworów powierzchniowych
- Aktualne dane dotyczące planet i ich budowy
- Komplet nazw utworów powierzchniowych ciał Układu Słonecznego
- Bogato ilustrowane artykuły przeglądowe o ciałach Układu Słonecznego



Duży format: 24,5 x 34,5 cm.
Twarda oprawa,
około 380 stron.
~~Cena okładkowa 240 zł.~~
Cena w subskrypcji 195 zł.

W sprzedaży od 26 października 1999 roku

Zamów – w subskrypcji taniej!

Atlas Układu Słonecznego NASA

Zamawiam (i zobowiązuję się do odbioru za zaliczeniem pocztowym)

podpis

☐ Jestem płatnikiem VAT. Proszę o wystawienie faktury VAT bez mojego podpisu.

☐ Proszę o rachunek uproszczony.

NIP

podpis osoby uprawnionej

Atlas Układu Słonecznego NASA

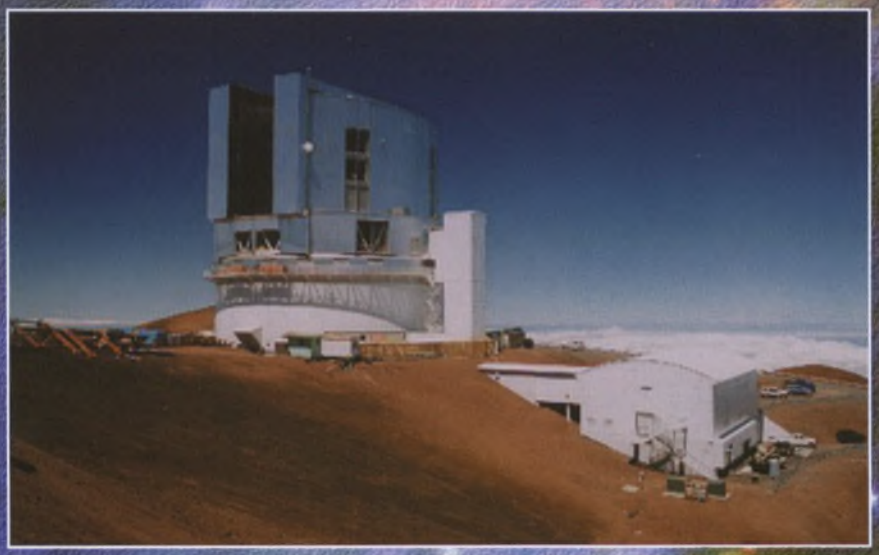
Atlas Układu Słonecznego NASA

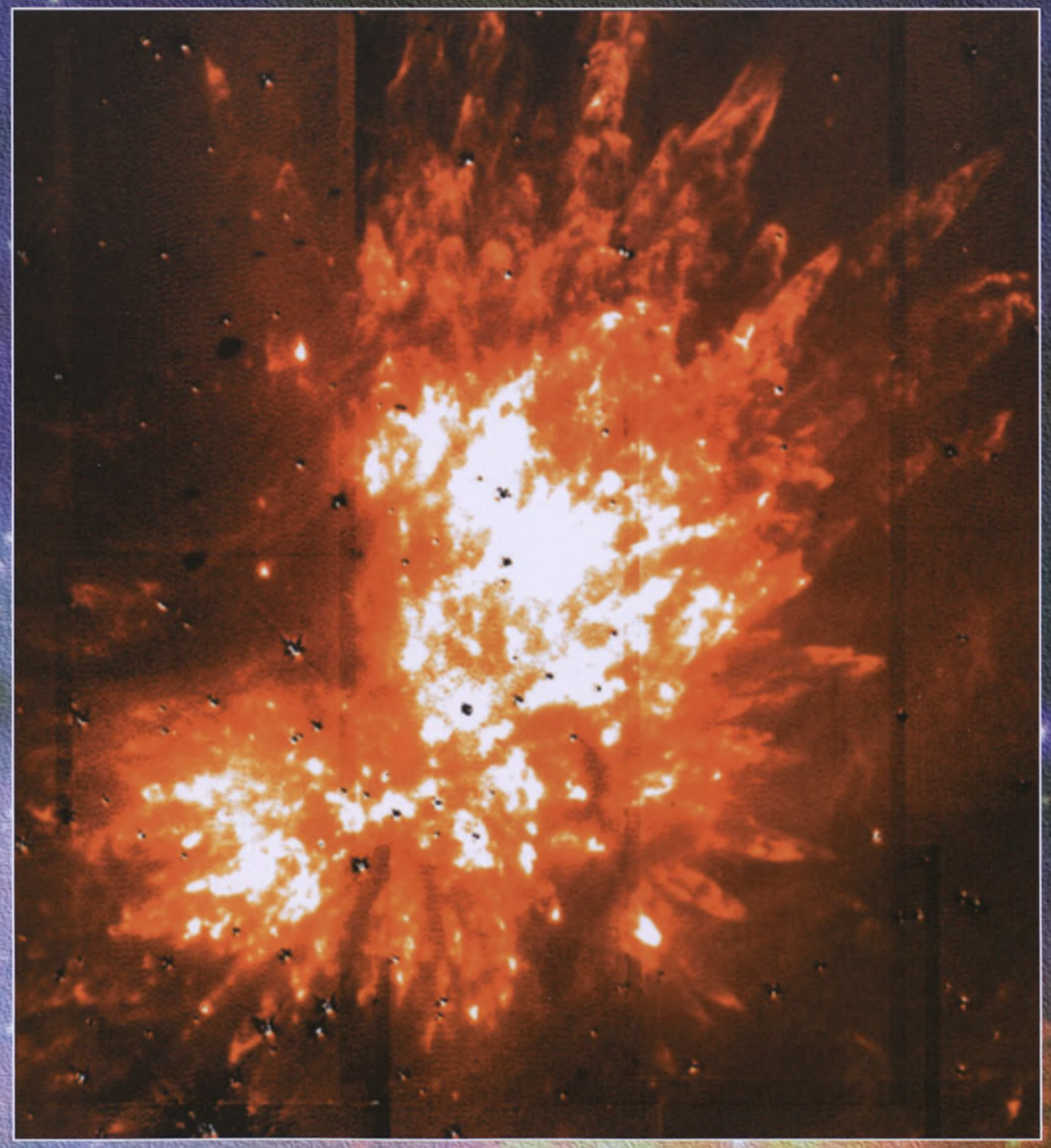
Atlas Układu Słonecznego NASA

teleskop Subaru

średnica zwierciadła: 8,3 m
lokalizacja: Mauna Kea, Hawaje
zakres: optyczny, podczerwień
Narodowe Obserwatorium Astronomiczne Japonii

W dniu 28 stycznia 1999 roku oficjalnie przedstawiono teleskop SUBARU i pierwsze obrazy nim uzyskane. Ten teleskop Narodowego Obserwatorium Astronomicznego Japonii został umieszczony na szczycie krateru Mauna Kea (wysokość 4139 m npm) na Hawajach (USA), w sąsiedztwie 10-m teleskopów Kecka. Będzie pracował w zakresie od bliskiego ultrafioletu po średnią podczerwień. Pod cylindryczną „kopułą" znajduje się tylko teleskop i automatyczne urządzenia do zmiany instrumentów badawczych teleskopu i jego systemu optycznego. Aby uniknąć zaburzeń jakości obrazu na skutek emisji ciepła przez człowieka, astronom będzie sterował teleskopem i dokonywał obserwacji z sąsiedniego budyneczku.

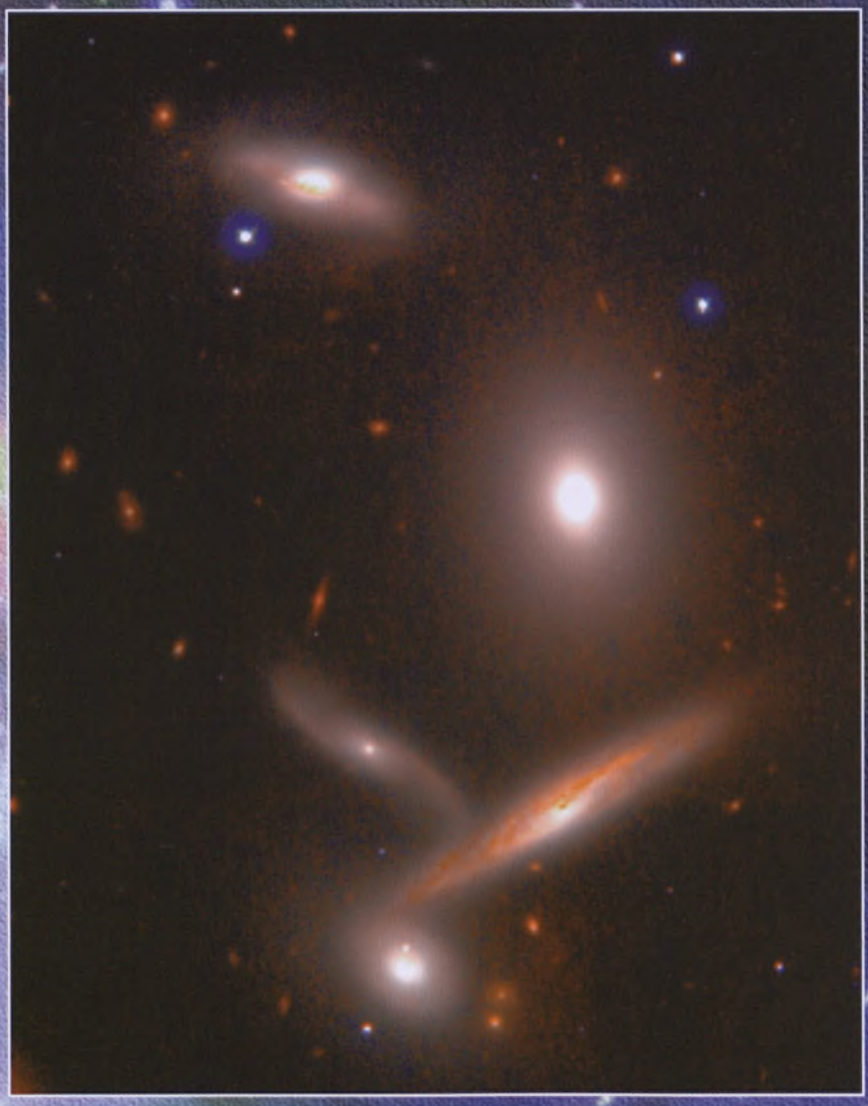




Obszar KL w Orionie

Ten podczerwony obraz słynnej mgławicy Oriona (M42) został uzyskany poprzez złożenie zdjęć w pasmach J (1,25 mikrona), K' (2,15 mikrona) i linii H_2 (2,12 mikrona) i następnie przypisanie tym zdjęciom kolejno barw niebieskiej, zielonej i czerwonej. Trochę powyżej gwiazd Trapezu, w pobliżu środka zdjęcia, znajduje się ciekawa mgławica Kleinmana-Lowa.
Prezentowany z prawej strony obraz tej mgławicy został uzyskany teleskopem SABURU w świetle o długości fali 2.12 mikrometra, które jest emitowane przez gorący molekularny wodór w temperaturze ok. 2000 K. W środku tej struktury znajduje się (tu niewidoczna) rodząca się właśnie gwiazda IRc2 o masie 30 razy większej od Słońca. Silny wiatr gwiazdowy wiejący z niej z szybkościami powyżej 100 km/s, zderzając się z zimną okoliczną materią, ogrzewa ją i powoduje jej świecenie, co obserwujemy w postaci powyższego obiektu KL.

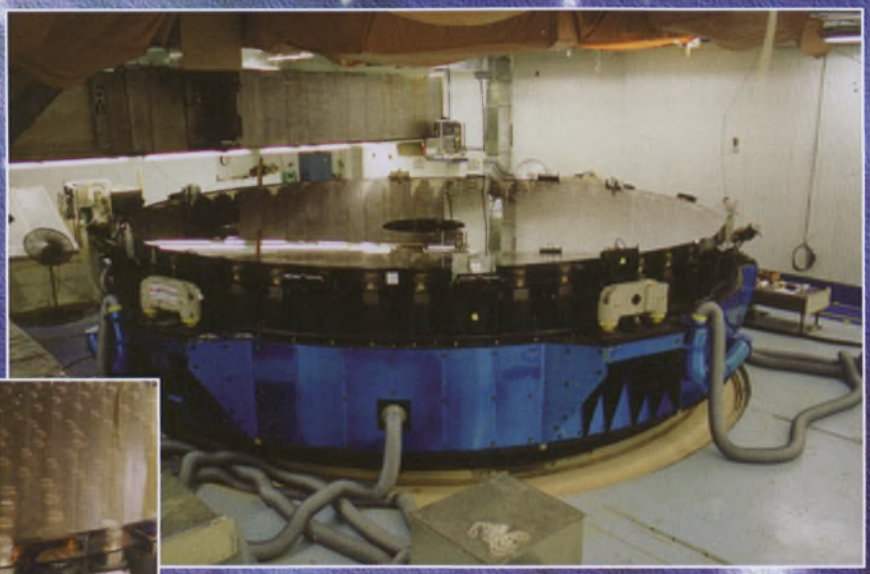
Urania
Postępy Astronomii



Na tym obrazie widzimy zwartą grupę galaktyk odległych od nas o 300 mln lat świetlnych w gwiazdozbiorze Hydry. Są to olbrzymie galaktyki, leżące tak blisko siebie, że widać efekty ich wzajemnego grawitacyjnego oddziaływania. Dwie niebiesko-białe kropki na tym obrazie są gwiazdami naszej Galaktyki, natomiast małe czerwonawe obiekty są galaktykami odległymi od nas o miliardy lat świetlnych. To „poczerwienienie" wynika z przesunięcia dopplerowskiego ich promieniowania, spowodowanego ekspansją Wszechświata.

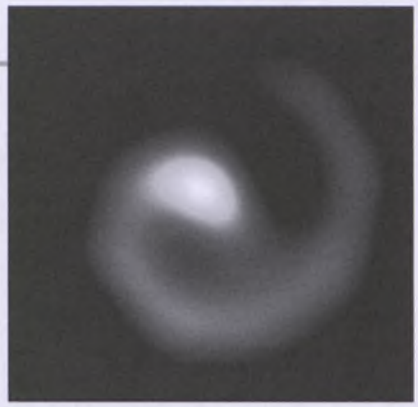
Lustro teleskopu Subaru o 8,3 m średnicy, ważące 24 tony, ma tylko 20 cm grubości i jego kształt zachowywany jest przy pomocy 261 aktywnych i 3 stałych wsporników (technika tzw. aktywnej optyki).

Zdolność rozdzielcza teleskopu SUBARU osiągnęła ostatnio (czerwiec 99) 0,2 sekundy łuku. Dokonano tego tylko po starannej adjustacji lustra głównego bez pracy systemu optyki adaptywnej. To dowodzi niezwykle wysokiej jakości zwierciadła teleskopu i wspaniałych warunków astronomicznego klimatu miejsca jego lokalizacji. Instalowane obecnie aktywne wtórne zwierciadło podczerwone uczyni regułą otrzymywanie obrazów o takiej właśnie rozdzielczości. Po zainstalowaniu urządzeń



optyki adaptywnej astronomowie spodziewają się uzyskania najwyższej w ziemskich obserwatoriach rozdzielczości 0,06 sekundy łuku. Będzie to rozdzielczość lepsza niż uzyskiwana przez teleskop kosmiczny Hubble'a (który osiąga 0,1 sek. łuku) i pozwoli teleskopowi SUBARU sięgnąć głębiej w bezkresne czeluście Wszechświata niż to robi HST.

Spiralna gwiazda



Kolekcjonerzy kosmicznych osobliwości mogą dołączyć do swojej listy kolejny obiekt. Ta dziwaczna gwiazda, znana jako WR 104, leży w konstelacji Strzelca. Jest tak odległa (przeszło 5000 l.św.), że do obserwacji jej otoczki trzeba było użyć największego na świecie teleskopu Kecka.

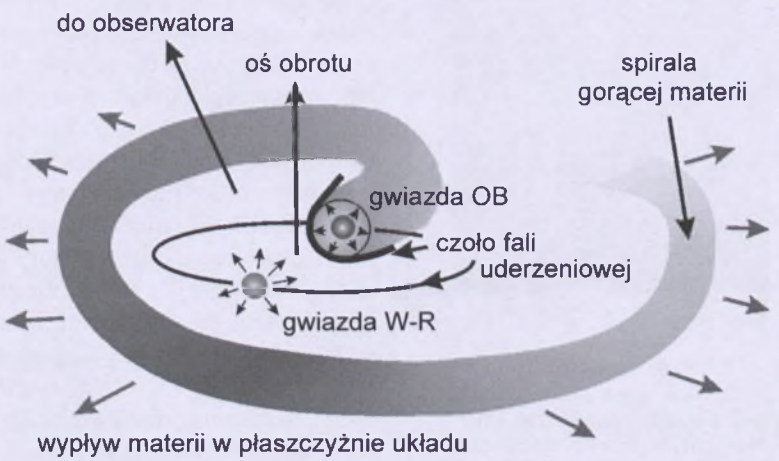
Gwiazdy WR, czyli Wolfa-Rayeta (por. „Urania-PA" 6/98, str. 253; więcej szczegółów: „Postępy Astronomii" 2/91, str. 74), to obiekty niezwykle jasne i gorące, to faza w ewolucji gwiazd masywnych poprzedzająca bezpośrednio wybuch w postaci supernowej. W porównaniu ze Słońcem są przeciętnie kilka razy większe, kilkanaście razy masywniejsze i promieniujące setki tysięcy razy silniej od naszej Dziennej Gwiazdy (zbliżony stosunek jasności mają na naszym niebie Słońce i Księżyc). Przy tak ogromnej jasności promieniowanie zaczyna „rozsadzać" gwiazdę — ciśnienie strumienia fotonów jest tak wielkie, że unosi ze sobą zewnętrzne warstwy atmosfery. Gwiazdy Wolfa-Rayeta dosłownie parują; właśnie dzięki gęstemu i rozpędzanemu do znacznych prędkości (kilku tysięcy km/s) wiatrowi od dziesięcioleci przykuwają uwagę astronomów.

Pierwsze obserwacje WR 104 teleskopem Kecka wykonano w kwietniu 98 r. (patrz fot.). Obiekt zajmuje na niebie 1/10 sekundy łuku (to mniej więcej tyle, ile zakryłaby główka szpilki znajdującej się w odległości 3 km). Biorąc pod uwagę jego odległość, odpowiada to ok. 160 j.a., czyli średnicy dwukrotnie większej od rozmiarów orbity Plutona. Tak wysoką rozdzielczość udało się uzyskać dzięki zastosowaniu techniki interferometrii maskującej: zwierciadło teleskopu zostało zakryte specjalną przesłoną, w której wycięto 36 kolistych otworów. Wiązki światła przez nie przechodzące mogą ze sobą interferować, a oryginalny obraz odtworzony zostaje dzięki komputerowej analizie rejestrowanych sygnałów. Technika ta pozwala w znacznym stopniu ograniczyć niekorzystny wpływ scyntylacji atmosferycznej — bez tego zabiegu obserwowalibyśmy tylko rozmytą plamę o kilka razy większych rozmiarach.

Niezwykłe w przypadku WR 104 jest to, że gwiazda ta nie tylko paruje, ale wręcz dymi jak komin. Od wielu lat obiekt znany jest z nadwyżki promieniowania podczerwonego, której źródła upatruje się najczęściej w rozpraszaniu fotonów na ziarnach pyłu. W tym miejscu sprawa się jednak komplikuje: wprawdzie w wietrze gwiazd WR występują cięższe pierwiastki, które stanowią najczęściej budulec ziaren pyłu, jednak promieniowanie jest tak silne, że uniemożliwia kondensację ziaren w bezpośrednim sąsiedztwie centralnego obiektu (przypomnijmy, że pyłowe otoczki spotykamy zwykle wokół chłodnych gwiazd). Z drugiej strony, w obszarach odleglejszych materii jest już zbyt mało, by mogły się tworzyć jej stałe kondensacje. Chyba że... jest tam jeszcze jedna gwiazda, trochę mniej masywna, jasna i gorąca, typu widmowego O lub B, dorzucająca ze swej strony „małe co nieco".

Rzeczywiście, w ostatnich latach udało się w końcu zidentyfikować pewne przejawy widmowej obecności tego drugiego składnika, a sprawa okazała się ewidentna, gdy uzyskano kolejne obrazy WR 104 w czerwcu i wrześniu ubiegłego roku. Stwierdzono, że widoczna na zdjęciu struktura obraca się dokoła — niczym kot goniący za własnym ogonem — raz na 220 dni, co najwyraźniej jest konsekwencją ruchu orbitalnego. Ostatecznie z szeregu komputerowych symulacji wyłonił się model układu (patrz rys.). Kluczową rolę odgrywa w nim oddziaływanie zderzających się ze sobą wiatrów gwiazdowych, prowadzące do utworzenia frontu, wzdłuż którego może następować kondensacja ziaren pyłu. Ruch orbitalny w połączeniu z ciśnieniem promieniowania i wiatru pochodzącego od składnika WR nadają całej strukturze charakterystyczny, obserwowany wygląd (nasuwa się analogia z kometą, podlegającą wpływom wiatru słonecznego).

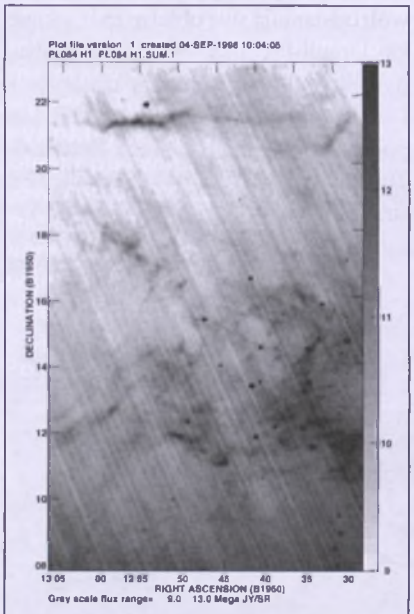
Tak oto gwiazdy Wolfa-Rayeta, wciąż strzegące swych tajemnic wewnątrz grubych i gęstych otoczek, powoli odsłaniają swe oblicze (por. okładka „Uranii-PA" nr 1/99). Zainteresowanym szczegółami technik obserwacji i analizy danych dotyczących WR 104 polecamy oryginalną pracę Petera G. Tuthilla i in. w *Nature* (1999, vol. 398, str. 487). (*kr*)



Model oddziałujących wzajemnie wiatrów gwiazdowych i spiralnego wypływu materii z układu WR 104.

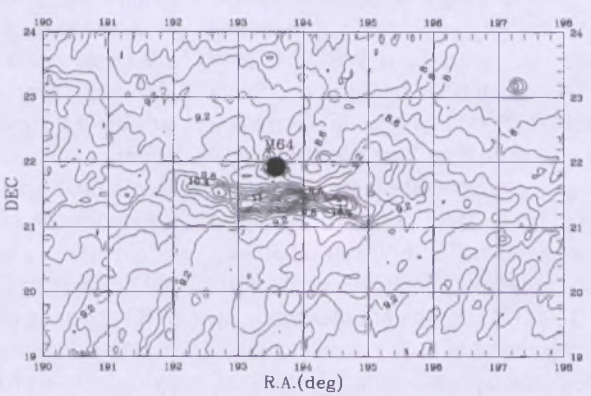
Czy międzygalaktyczne obłoki pyłu widać w podczerwieni?

Osiągnięcia astronomii obserwacyjnej w odniesieniu do ośrodka międzygalaktycznego nie są tak imponujące, jak w przypadku ośrodka międzygwiazdowego naszej Galaktyki. Obserwacje w zakresie promieniowania widzialnego dostarczyły wprawdzie pewnych argumentów na rzecz istnienia pyłu międzygalaktycznego, ale żaden z nich nie jest dość mocny, by całkowicie oprzeć się krytyce naukowej. Obserwacje radiowe w linii 21 cm dostarczają trochę mocniejszych dowodów na istnienie w przestrzeni międzygalaktycznej obłoków chłodnego wodoru w fazie gazowej. Dysponujemy również obserwacjami w zakresie ultrafioletowym oraz rentgenowskim, które w świetle współczesnych interpretacji wskazują na obecność gorącego gazu wypełniającego przestrzenie między galaktykami. Pod naporem poczynionych dotychczas obserwacji w różnych dziedzinach widma trudno byłoby dziś upierać się, jak to czyniono jeszcze kilkadziesiąt lat temu, że przestrzeń międzygalaktyczna jest idealną próżnią.



Rys. 1. Mapa przedstawiająca emisję podczerwoną (100 mikrometrów), zarejestrowaną przez satelitę IRAS, obejmująca centralną część Obłoku Okroya. Ciemne obszary odpowiadają większym natężeniom emisji.

W przypadku pogodzenia się z istnieniem materii pomiędzy galaktykami rodzą się od razu bardzo istotne pytania o ilość, rodzaj i stan tej materii, jak również o jej pochodzenie i udział w ewolucji Wszechświata. Obserwacje w podczerwieni pozwoliły bardzo istotnie poszerzyć naszą wiedzę o materii rozproszonej w przestrzeni międzygwiazdowej naszej Galaktyki. Odsłoniły one przede wszystkim składową pyłową tej materii. Nie od rzeczy jest zatem sprawdzić, czy ewentualne obłoki pyłu międzygalaktycznego są widoczne jako źródła emisji podczerwonej.



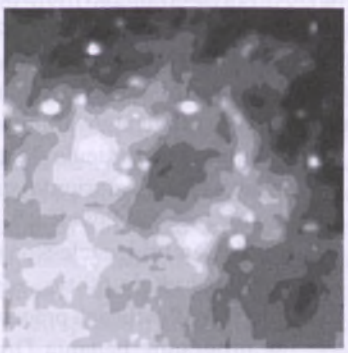
Rys. 2. Mapa centralnej części Obłoku Okroya (100 mikrometrów, IRAS). Natężenia emisji (również na rysunku 4) wyrażono w milionach janskych na steradian.

Dysponujemy obecnie ogólnie dostępnymi danymi z dwóch niezależnych przeglądów nieba w podczerwieni. Pierwszy zawdzięczamy misji IRAS (ang. Infrared Astronomical Satellite) w 1983 roku. IRAS dostarczył informacji o emisji podczerwonej każdego skrawka nieba objętego przeglądem w czterech zakresach podczerwieni — 12, 25, 60 i 100 mikrometrów. Drugiego przeglądu dokonano w 1989 roku z użyciem satelity COBE (ang. Cosmic Backround Explorer). Jednym z modułów obserwacyjnych tegoż satelity był DIRBE (ang. Diffuse Infrared Background Explorer), który dostarczył informacji o emisji podczerwonej każdego obszaru na niebie w dziesięciu zakresach podczerwieni — 1.25, 2.2, 3.5, 4.9, 12, 25, 60, 100, 140 i 240 mikrometrów. Po dane z tych przeglądów może każdy sięgnąć do archiwum NASA i dokonać szczegółowych oględzin nieba w różnych zakresach podczerwieni.

Przy poszukiwaniach obłoków pyłu międzygalaktycznego na mapach nieba w podczerwieni napotykamy dwie zasadnicze trudności. Po pierwsze, przyczynki do emisji z danego obszaru nieba pochodzą od wszelkiej materii rozłożonej w różnych odległościach wzdłuż linii patrzenia. Silna emisja pyłu międzyplanetarnego i pyłu międzygwiazdowego w naszej Galaktyce dominuje obraz nieba w podczerwieni i utrudnia detekcję słabych źródeł pozagalaktycznych. Innymi słowy, obserwując jakiś obszar emitujący w podczerwieni, często nie mamy możliwości stwierdzić, czy emisja pochodzi od materii lokalnej czy pozagalaktycznej. W przypadku dobrze znanych z obserwacji optycznych źródeł, takich jak galaktyki czy gwiazdy, rzecz ma się prosto. Jeśli w miejscu na niebie dokładnie odpowiadającym położeniu optycznego źródła mamy też źródło podczerwone, to uznajemy (choć i tu czasem można się mylić), że w obu przypadkach mamy do czynienia z tym samym obiektem. Są jednak liczne źródła podczerwone nie posiadające swoich odpowiedników optycznych i wtedy powstaje, na ogół trudny do rozwikłania, problem, czy źródło jest lokalne czy pozagalaktyczne.

Druga ze wspomnianych trudności, jakie napotyka się przy poszukiwaniach obłoków pyłu międzygalaktycz-

nego, wynika stąd, że nie bardzo wiadomo, gdzie takich obłoków szukać. Tutaj należy też zauważyć, że wraz z odległością obłoku szanse na jego detekcję maleją proporcjonalnie do kwadratu odległości. Nie ma też podstaw uważać, aby temperatura pyłu w takich obłokach była taka sama, jak dla pyłu międzygwiazdowego. Im temperatura ciała promieniującego termicznie mniejsza, tym i natężenie emisji mniejsze. Oznacza to, że szansę na to, by być widocznym w podczerwieni, mają obłoki pyłowe stosunkowo bliskie i w miarę ciepłe (T~20K).



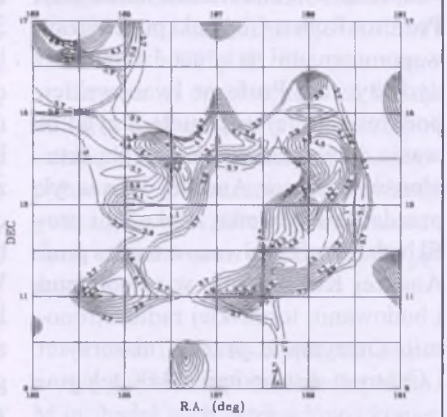
Rys. 3. Mapa centralnego obszaru gromady galaktyk w Pannie z widoczną strukturą pierścieniową (IRAS 100 mikrometrów). Położenie galaktyki M87 zaznaczono krzyżykiem.

Jest znanych z obserwacji radiowych (21 cm) kilka międzygalaktycznych obłoków wodoru neutralnego w odległościach nie większych niż 10 Mps. Wnikliwa analiza emisji podczerwonej z obszarów nieba zajmowanych przez te obłoki dała negatywne wyniki. Nie odnotowano żadnej nadwyżki emisji w żadnym z dostępnych zakresów podczerwieni. Może wspomniane obłoki, w odróżnieniu od międzygwiazdowych, nie mają domieszki pyłowej, a może pył w nich zawarty jest zbyt zimny, aby być widocznym w dalekiej podczerwieni?

W oparciu o obserwacje w zakresie optycznym, sprowadzające się do poszukiwania ekstynkcji (osłabienia) światła widzialnego przez pył międzygalaktyczny, udało się wyodrębnić na niebie kilka zwartych obszarów, które zwykło się nazywać (bo nie ma całkowitej pewności, że stwierdzona ekstynkcja ma naturę międzygalaktyczną) obłokami pyłu międzygalaktycznego. Te obiekty również poddano odpowiedniej analizie w podczerwieni i w większości przypadków nie stwierdzono żadnych nadwyżek emisji. Wyjątek tu odnotowano dla Obłoku Okroya (tak nazywanego na cześć jego odkrywcy). Obłok ten, położony w pobliżu północnego bieguna galaktyki, pomiędzy gromadami galaktyk w Pannie i w Warkoczu, zajmuje na niebie duży obszar, ponad 100 stopni kwadratowych. Duży, w porównaniu z innymi, rozmiar obłoku może wskazywać, że nie jest on zbyt odległy. Położenie obłoku z dala od płaszczyzny dysku Galaktyki, czyli w miejscu, gdzie lokalna emisja jest znikoma, zwiększa dodatkowo szansę na jego detekcję w podczerwieni. W wyniku dokonanej analizy w oparciu o dane IRAS i COBE stwierdzono, że w centrum ekstyngującego obłoku Okroya występuje wyraźna nadwyżka emisji w zakresach 100, 140 i 240 mikrometrów. Rysunki 1 i 2 obrazują odnotowaną nadwyżkę. Obszar wzmożonej emisji ma strukturę bardzo wydłużoną i leży w bezpośrednim sąsiedztwie jasnej galaktyki spiralnej M 64 (NGC 4826), będącej względnie silnym źródłem podczerwonym. Otrzymany wynik można interpretować dwojako. Można twierdzić, że mamy tu do czynienia z jakimś obłokiem materii międzygwiazdowej, przypadkowo rzutującym się na centrum Obłoku Okroya. Nie można jednak wykluczyć pozagalaktycznej natury emisji. Można sobie wyobrażać Obłok Okroya jako kłębowisko kłaczkowatych obłoków zawierających pył i powodujących ekstynkcję światła odległych galaktyk. Kłaczki materii, znajdując się daleko od silnych źródeł promieniowania, mają bardzo niską temperaturę i nie są widoczne w podczerwieni. Szczęśliwym trafem jednak jeden z kłaczkowatych obłoków znajduje się w pobliżu galaktyki spiralnej (M 64), jest przez nią podgrzany do wyższej niż inne temperatury (tj. do ok. 20 K) i jawi się jako źródło emisji w dalekiej podczerwieni. Gdyby dopuścić taką interpretację, moglibyśmy dać pozytywną odpowiedź na tytułowe pytanie.

Znakiem zapytania można też opatrzyć interpretację emisji w dalekiej podczerwieni centralnego obszaru gromady galaktyk w Pannie. W centrum tejże, skądinąd najbliższej, gromady znajduje się jasna galaktyka eliptyczna M 87 (NGC 4486). Nie jest ona w ogóle widoczna w dalekiej podczerwieni. Za to w jej otoczeniu znajduje się pierścieniowy obszar wzmożonej emisji podczerwonej (rysunki 3 i 4). Centralne położenie M87 wewnątrz pierścienia sugeruje, że obserwowany obłok pyłowo-gazowy jest fizycznie jakoś powiązany z tą galaktyką, a zatem jest międzygalaktyczny. Omawiany obłok pierścieniowy, podobnie jak Obłok Okroya, leży w pobliżu bieguna Galaktyki, zatem w obszarze, gdzie lokalny przyczynek do emisji podczerwonej jest znikomy i przez to warunki detekcji słabych źródeł pozagalaktycznych są idealne. Jednak należy i w tym wypadku liczyć się ze „złośliwą" koincydencją lokalnego obłoku o wyszukanym, pierścieniowym kształcie z daleko położoną galaktyką M 87. Wykluczenie takiej możliwości byłoby wszakże możliwe w przypadku odkrycia podobnych struktur emisyjnych wokół innych galaktyk. Takich odkryć może próbować dokonać każdy miłośnik astronomii, chcący zaznać fascynującej przygody oglądania nieba w „barwach" nieznanych dla ludzkiego oka.

Bogdan Wszołek



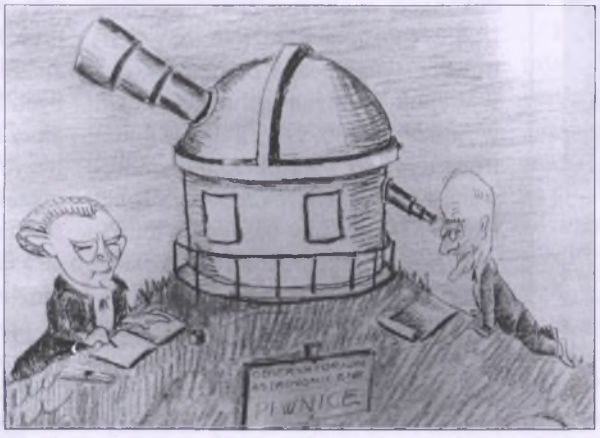
Rys. 4. Mapa centralnej części gromady galaktyk w Pannie (COBE/DIRBE, 240 mikrometrów).

50 lat Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Mikołaja Kopernika

W lipcu 1999 roku minęło 50 lat od chwili dokonania pierwszych profesjonalnych obserwacji astronomicznych w Obserwatorium w Piwnicach. Z tej okazji astronomowie toruńscy mieli zamiar odbyć specjalną sesję naukową, na której planowano rozważać zarówno wydarzenia minionego pięćdziesięciolecia, rezultaty współczesnych badań, jak i dalsze perspektywy rozwoju. Wyznaczono na nią dni 8 i 9 czerwca br.

Los sprawił, że zabrakło na tej sesji głównego twórcy Toruńskiej Astronomii, profesor Wilhelminy Iwanowskiej, która zmarła 3 tygodnie wcześniej.* Planowana Sesja przekształciła się więc w Sesję Jej poświęconą. Sesji patronował Rektor Uniwersytetu Mikołaja Kopernika prof. Andrzej Jamiołkowski, a przewodniczył dyrektor Centrum Astronomii UMK prof. Aleksander Wolszczan. Dziekan Wydziału Fizyki i Astronomii prof. Franciszek Rozpłoch scharakteryzował sylwetkę profesor Iwanowskiej na tle Wydziału. Profesor Sławomir Kalembka mówił o roli Profesor Iwanowskiej w powstaniu i działalności Towarzystwa Miłośników Wilna i Ziemi Wileńskiej. Profesor Robert Głębocki podzielił się wspomnieniami na temat działalności dydaktycznej Profesor Iwanowskiej, podkreślając Jej wspaniałe przygotowanie do wykładów i ich ciągłą aktualność. Profesor Andrzej Woszczyk przedstawił sylwetkę naukową i profil badań Profesor Iwanowskiej, a prof. Andrzej Kus Jej rolę w utworzeniu i budowaniu toruńskiej radioastronomii. Otrzymane przez Uniwersytet i Centrum Astronomii UMK telegramy kondolencyjne odczytał prof. Jacek Krełowski. Przybyli na Sesję absolwenci Toruńskiej Astronomii wspominali, na mniej oficjalnym spotkaniu w Piwnicach, pierwsze lata pracy Obserwatorium. A następnego dnia odbyło się posiedzenie poświęcone sprawozdaniom z bieżącej działalności naukowej pracowników Centrum.

Toruńska Astronomia rozpoczęła swoje istnienie z chwilą powołania do życia Uniwersytetu Mikołaja Kopernika. Do Torunia przybyła w lipcu 1945 roku liczna grupa pracowników Uniwersytetu Stefana Batorego w Wilnie, którzy stali się twórcami toruńskiej uczelni. W tej grupie repatriantów było 3 astronomów wileńskich, którzy ocaleli z pożogi wojennej: profesor Władysław Dziewulski, docent Wilhelmina Iwanowska i adiunkt Stanisław Szeligowski. I to Oni rozpoczęli organizację astronomicznego warsztatu pracy czyli obserwatorium. A jego profil badawczy ukształtowali profesorowie Władysław Dziewulski i Wilhelmina Iwanowska. Z pomocą przyszli też astronomowie zagraniczni, w szczególności profesor Harlow Schapley z Cambridge w USA i prof. Bertil Linblad ze Sztokholmu. Z Cambridge nadszedł do Torunia już latem 1947 roku 20 cm astrograf Drapera, który był jednym z pierwszych teleskopów na świecie przeznaczonych do fotografowania nieba i który był wykorzystywany w programie opracowania klasyfikacji widmowej gwiazd i słynnego katalogu HD. Prawie 2 lata zajęło poszukiwanie lokalizacji obserwatorium, budowa odpowiedniego pawilonu i kopuły oraz wypracowanie programu badawczego dla tego instrumentu. W lipcu 1949 roku Henryk Iwaniszewski uzyskał pierwsze zdjęcia wykorzystywane następnie do badań wybranych obszarów Drogi Mlecznej i gwiazd zmiennych. Ów moment uważany jest za początek istnienia Toruńskiego Obserwatorium Astronomicznego w Piwnicach.

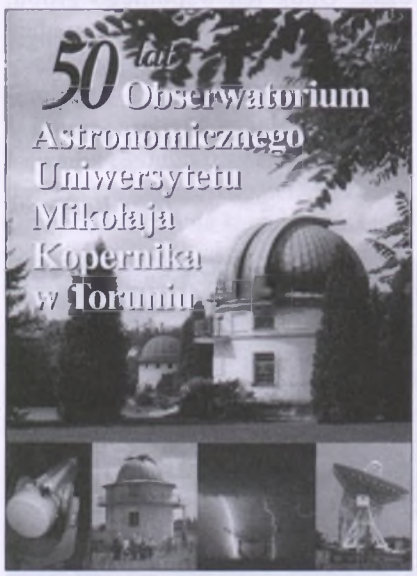


Karykatura Obserwatorium Astronomicznego w Piwnicach narysowana przez prof. Leona Jeśmanowicza w 1950 r.

W Cambridge teleskop ten wykonał około 60 tys. zdjęć nieba. W Piwnicach pracował w programie badania Drogi Mlecznej i fotometrycznych dwubarwnych obserwacji gwiazd zmiennych różnych typów i wykonał przeszło 6 tysięcy zdjęć. Później zbudowano w Piwnicach pawilonik dla 20 cm „szukacza komet" (1955), 2 inne pawilony obserwacyjne z 5 m kopułami dla teleskopów uzyskanych ze Szwecji i budynek główny obserwatorium (1958) oraz ustawiono (1962) teleskop Schmidta-Cassegraina (największy teleskop w Polsce), który miał być jednym z głównych instrumentów planowanego Centralnego Obserwatorium Astronomicznego PAN. Teleskop ten został wyposażony w 2 pryzmaty obiektywowe i przez wiele lat wykonywał zdjęcia mające stanowić spektralny przegląd Drogi Mlecznej. Później uzyskano dla niego w Kanadzie spektrograf szczelinowy. Ten kopernikowski spektrograf kanadyjski wsławił się m.in. pierwszymi na świecie widmowymi obserwacjami Nowej Cygni 1975. W roku 1988 wyposażenie optyczne obserwatorium zostało uzupełnione o 60 cm teleskop

* Sylwetkę naukową profesor Iwanowskiej przedstawiliśmy w *In Memoriam* w „Uranii-PA" nr 4/99 str.162.

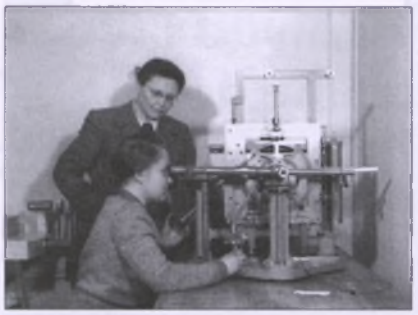
paraboliczny Zeissa z szybkim fotometrem fotoelektrycznym, a w roku 1996 o małą kamerę CCD Schmidta-Cassegraina, służącą do obserwacji fotometrycznych dużych pól gwiazdowych. Od samego początku swego istnienia Obserwatorium Toruńskie miało i ma nadal charakter astrofizyczny: zajmuje się głównie obserwacjami fotometrycznymi i spektrofotometrycznymi oraz ich interpretacjami. Fotometria i spektroskopia były przedmiotem zainteresowań badawczych profesor Iwanowskiej i stąd wziął się profil badawczy Obserwatorium Toruńskiego. Pierwszym programem obserwacyjnym było badanie struktury Drogi Mlecznej w wybranych polach leżących wzdłuż i w poprzek ramion spiralnych naszej Galaktyki. Poprzez dwubarwną fotometrię fotograficzną kilkunastu tysięcy gwiazd określano ich „obserwowane" (na ogół poczerwienione) wskaźniki barwy, a poprzez klasyfikację widmową ich niepoczerwienione wskaźniki barwy. Otrzymane w ten sposób nadwyżki barwy określały ekstynkcję międzygwiazdową i jej rozkład przestrzenny w wybranych polach. To zainteresowanie materią międzygwiazdową trwa do dzisiaj. W dość szerokiej współpracy międzynarodowej astronomowie toruńscy badają metodami spektroskopowymi



Z okazji 50-lecia Obserwatorium Uniwersytet wydał specjalną, bogato ilustrowaną broszurkę, która krótko kreśli historię tej placówki i współczesny profil badawczy Toruńskiego Centrum Astronomii UMK.

różne aspekty występowania i natury tej materii. Cefeidy, gwiazdy typu RR Lyrae, gwiazdy magnetyczne, gwiazdy symbiotyczne, gwiazdy Wolfa-Rayeta i generalnie gwiazdy należące do różnych populacji i znajdujące się w różnych stadiach ewolucji oraz komety były przedmiotem zainteresowań badawczych toruńskich astronomów. Obecnie główna orientacja badawcza toruńskich astrofizyków koncentruje się wokół badania gwiazd w późnych stadiach ewolucji. Zarysowująca się obecnie możliwość udziału polskich astronomów w budowie i eksploatacji 10-metrowego teleskopu optycznego SALT w Republice Południowej Afryki będzie miała ogromny wpływ na rozwój nie tylko toruńskiej, ale generalnie polskiej astrofizyki. Astronomowie toruńscy aktywnie uczestniczą w przygotowaniach naukowych i technicznych tej inwestycji.

Od połowy lat pięćdziesiątych rozpoczęto w Toruniu prace zmierzające do wdrożenia radiowych technik obserwacyjnych. Prowadzono seminarium i odpowiednie prace eksperymentalne, co doprowadziło do uruchomienia w roku 1958 regularnych obserwacji radiowych Słońca. Te obserwacje na fali 2.37 m trwają do dziś. Później zbudowano kilka instrumentów (radioteleskopów), które obserwowały głównie różne aspekty promieniowania radiowego Słońca i jego korony. Z okazji obchodów Roku Kopernikowskiego zbudowano radiowy spektrograf satelitarny (eksperyment „Kopernik 500" wprowadzony na orbitę 19 kwietnia 1973 roku) i budynek zakładowy mieszczący pracownie naukowe i laboratoria techniczne. Zamierzano jeszcze podjąć budowę dużego interferometru radiowego, składającego się z 5 anten parabolicznych o średnicy 25 m, ale to zadanie znacznie przerastało ówczesne możliwości finansowe i naukowo-techniczne. W końcu lat 70. zdołano tylko zbudować, w podobnej konstrukcji jak planowane radioteleskopy 25 m, radioteleskop o średnicy czaszy równej 15 m oraz we własnych pracowniach zbudować dla niego różnego rodzaju aparaturę odbiorczą. W tym najważniejszy był terminal in-



Profesor Wilhelmina Iwanowska i studentka Stefania Grudzińska przy mikrofotometrze (1953 r.)

terferometrii na bardzo dużych bazach, czyli specjalna aparatura odbiorcza na wiele pasm w zakresie 400 — 5000 MHz, która umożliwiła toruńskiemu ośrodkowi na uczestnictwo, od 1982 roku, w europejskiej i światowej sieci VLBI. Międzynarodowa pozycja toruńskiej radioastronomii znacznie wzrosła dzięki uruchomieniu w 1994 roku wielkiego radioteleskopu o średnicy 32 m. Profesor Iwanowska nadała mu imię „Kopernik" (patrz PA nr 3/97 oraz U-PA nr 3/99, str. 115). Radioteleskop ten nie tylko uczestniczy w międzynarodowych badaniach w systemie VLBI, ale również bierze udział w kosmicznym programie VSOP wchodząc w skład wirtualnego megateleskopu radiowego, którego średnica jest trzykrotnie większa od średnicy Ziemi. Obok udziału w międzynarodowych programach VLBI i VSOP 32 m radioteleskop jest wykorzystywany przez radioastronomów toruńskich do badań m.in. aktywnych jąder galaktyk (czyli obiektów AGN), pulsarów oraz kosmicznych maserów i megamaserów. Naturalne źródła promieniowania maserowego molekuł OH, H_2O i CH_3OH obserwowane w Toruniu na częstościach od 1,6 do 22 GHz dają astronomom szansę poznania właściwości materii gazowo-pyłowej w obszarach powstawania gwiazd, w otoczkach wyewoluowanych gwiazd oraz w aktywnych jądrach galaktyk.

Profesor Dziewulski uprawiał astronomię gwiazdową i mechanikę nieba. M.in. badał ruch asteroidów i komet głównie poprzez wyznaczanie perturbacji wiekowych w ich ruchu. Później

dokończenie na str. 223 ☞

In Memoriam

60 rocznica śmierci ks. B. Metlera — twórcy Obserwatorium Astronomicznego w Częstochowie

Obserwatorium astronomiczne w Parku Staszica. Obecnie jego właścicielem jest Zakład Dydaktyki Fizyki i Astronomii Częstochowskiej Wyższej Szkoły Pedagogicznej

Bonawentura Metler urodził się 7 lipca 1866 roku w Ciążeniu. W Kaliszu ukończył gimnazjum, by następnie, wybierając kapłaństwo, podjąć naukę w seminarium duchownym we Włocławku. Dalsze lata to nauka w Akademii Duchownej w Petersburgu. Święcenia kapłańskie uzyskał w Gorycji we Włoszech w 1888 roku.

Swą wiedzę pogłębiał w Rzymie (architektura, sztuka, astronomia), a również w Insbrucku i Oxfordzie. W latach 1901–1904, startując z Australii, odbył podróż dookoła świata.

Po jej zakończeniu przyjechał do Francji, gdzie był kapelanem w Domu Opieki w Juvisy koło Paryża. Z tego czasu pochodzą kontakty z francuskim astronomem Flammarionem. W 1908 powrócił do Polski, której już nie opuścił do końca życia.

Początkowo, jako prefekt szkół częstochowskich, zainteresował się budynkiem w Parku Staszica z zamiarem przeznaczenia go na obserwatorium astronomiczne. Budynek ten to pawilon po zorganizowanej w 1909 roku Wystawie Przemysłowo-Rolniczej. W 1923 roku starania księdza Metlera zostały spełnione. Władze miasta przekazały mu budynek. Po przebudowie, w 1928 roku dokonano otwarcia Obserwatorium Astronomicznego. Wyposażenie stanowiła luneta, dar majora Wincentego Skrywana. Luneta miała obiektyw o średnicy 110 mm i ogniskowej 2040 mm (obecnie jest własnością Szkoły Podstawowej w Potarzycy k. Jarocina — patrz *Urania-PA* 2/99 str. 35). Ksiądz Metler swe astronomiczne pasje kontynuował na kolejnych placówkach parafialnych — w Kruszynie, Maluszynie i Parzymiechach.

Powodem do napisania niniejszego jest zbliżająca się rocznica tragicznej śmierci księdza Metlera. 2 września 1939 roku został zamordowany przez wkraczających Niemców. Oprócz księdza Metlera śmierć ponieśli ksiądz Józef Danecki i organista Ignacy Sobczak. Obok ich wspólnego grobu, gdzie zostali przeniesieni 11 grudnia 1945 roku, znajduje się mogiła księdza Mariana Ratusznego, współpracownika księdza Metlera, również z zamiłowania astronoma.

Jerzy Bańcerek

Zegar słoneczny pod obserwatorium z sentencją autorstwa ks. Metlera

Grób ks. Metlera w Parzymiechach

Czwarte bieszczadzkie spotkanie dyskusyjne: *„Pola elektromagnetyczne ELF w astrofizyce, geofizyce i medycynie"*

Spotkania — a raczej warsztaty dyskusyjne — odbyły się w Dwerniczku na Rusinowej Polanie w dniach 24–27 czerwca 1999 r. Wzięło w nich udział 18 osób z następujących ośrodków naukowych: CAMK w Warszawie i UW, Politechniki Rzeszowskiej, AGH, Akademii Rolniczej i Obserwatorium Astronomicznego UJ z Krakowa. Dzięki uprzejmości Państwa Rusinów do dyspozycji mieliśmy — jak zwykle — obszerny i niezwykle wygodny pensjonat.

Ogółem wysłuchaliśmy 11 wykładów, których tematyka wyglądała następująco:

— okresowość zjawisk słonecznych,
— drogi swobodne cząstek w wietrze słonecznym,
— aktywne metody badania jonosfery ziemskiej w zakresie ELF,
— współczesne metody badania rezonansu Schumanna,
— fale infradźwiękowe w środowisku,
— dynamika biomolekuł,
— biologiczne układy o anizotropowej strukturze ciekłokrystalicznej,
— czy pola ELF są niebezpieczne?,
— szumy Johnsona w zakresie ELF,
— opis budowy i działania stacji „Elżbieta II" — pokaz i pomiary,
— przenośne biomagnetometry „Elżbieta II" i „Urszula III" — budowa, charakterystyka i pokaz działania.

Przy pięknej pogodzie odbyły się pokazy pomiaru poziomu szumów sieci 50 Hz na Rusinowej Polanie oraz wycieczka do Zatwarnicy w dolinę potoku *Hylatego*, gdzie zwykle dokonuje się pomiarów rezonansu Schumanna.

Pogoda sprzyjała długim i owocnym dyskusjom przy ognisku w *Gawrze*.

Adam Michalec

Uczestnicy IV spotkań dyskusyjnych w Dwerniczku, przed zabudowaniami gospodarczymi pensjonatu na Rusinowej Polanie.

dokończenie ze str. 221

Jego uczniowie i następcy podjęli próbę wyjaśnienia pochodzenia asteroidów oraz poznania analitycznych własności równań opisujących ruch, badania ewolucji orbit ciał Układu Planetarnego i badania ruchu sztucznych satelitów Ziemi. Dzięki zastosowaniu komputerów i metod numerycznych okazało się, że efekt chaosu deterministycznego jest obecny praktycznie we wszystkich modelach opisujących ruch orbitalny i ruch obrotowy ciał w Układzie Słonecznym. Z jednej strony efekt ten jest wynikiem stosowania metod numerycznych, ale jest też związany z właściwościami równań ruchu. Toruńscy mechanicy nieba badają te efekty. Jest to szczególnie ważne w epoce odkrycia układów planetarnych wokół innych gwiazd. Poprawna interpretacja danych obserwacyjnych wymaga m.in. określenia specyficznych cech pojawiających się w tych obserwacjach jako efekt istnienia układu. Niezwykle ważne jest również poznanie mechanizmów powstawania układów planetarnych. I to ma być programem przyszłych badań toruńskich mechaników nieba.

Pierwsza dyplom magisterski z astronomii wydano w Toruniu w roku 1950, a pierwszy doktorat z astronomii absolwent UMK obronił w 1959 roku. Do roku 1999 wydano w Toruniu 188 dyplomów magisterskich i 55 dyplomów doktorskich. Pierwsza habilitacja odbyła się w roku 1947, a dotychczas odbyło się 21 habilitacji. Ośmiu wychowanków toruńskiej astronomii uzyskało tytuły profesorskie, a 1 został członkiem korespondentem Polskiej Akademii Nauk.

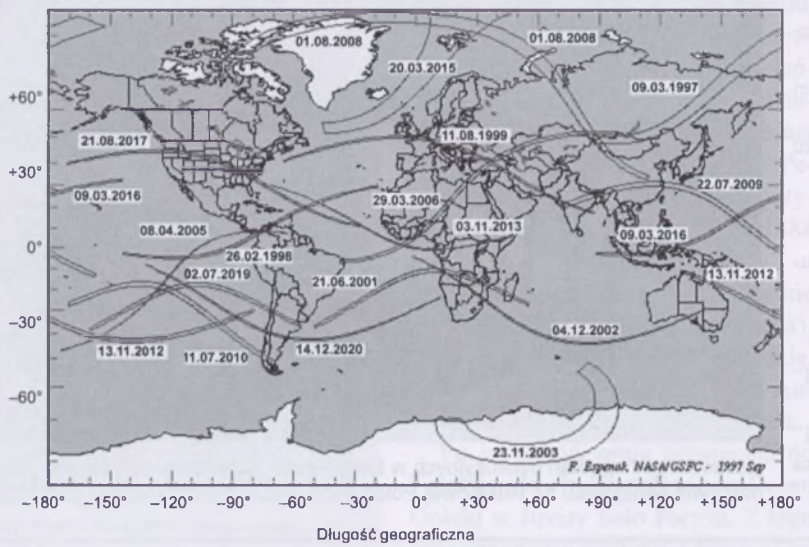
Od 1997 roku astronomia na Uniwersytecie Mikołaja Kopernika jest zorganizowana w Centrum Astronomii UMK, które jest częścią składową Wydziału Fizyki i Astronomii UMK. Obecnie dyrektorem Centrum jest wychowanek toruńskiej astronomii i odkrywca pierwszych pozasłonecznych planet profesor Aleksander Wolszczan.

(*aw*)

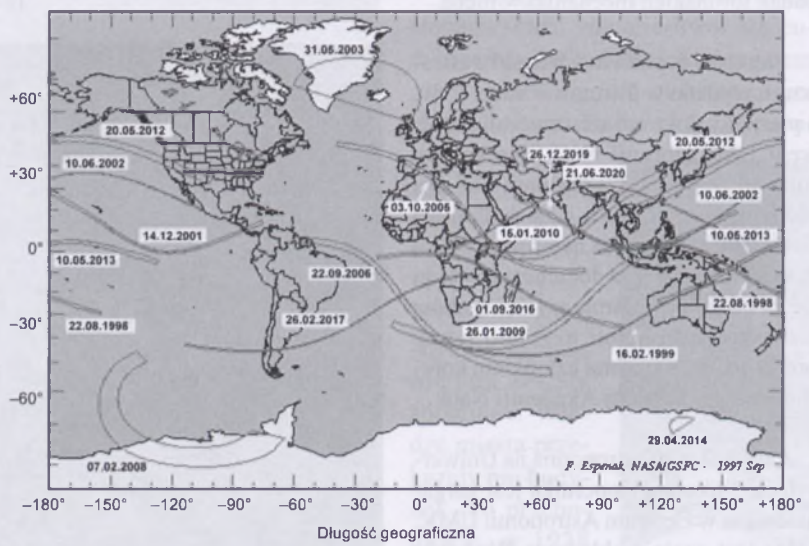
W pogoni za cieniem

Sierpniowe całkowite zaćmienie Słońca zapewne rozbudziło apetyty wielu naszych Czytelników. Nawet David H. Levy, opisując własne doznania po obejrzeniu tego rodzaju zjawiska, zadaje sobie pytanie: „Ciekaw jestem, czy kiedyś spotka mnie jeszcze coś równie oszałamiającego", twierdząc, że „odkrywanie komet też dostarcza niepowtarzalnych wrażeń, ale zupełnie innego rodzaju". Cóż, Słońce i Księżyc „zaplanowały" już szereg interesujących spotkań na ziemskim niebie. Niektóre zobaczą mieszkańcy gęsto zaludnionych obszarów, inne nastąpią w pobliżu atrakcyjnych turystycznie rejonów, będą też takie, które rozegrają się tylko nad bezkresem wód oceanów. Wszędzie tam cień Księżyca pojawi się z całą pewnością. Być może ktoś z Państwa również tam będzie...

Do końca XX w. czekają nas jeszcze cztery zaćmienia Słońca — wszystkie już w przyszłym roku (5 II, 1 VII, 31 VII, 25 XII), wszystkie też tylko częściowe (zapewne dzięki temu uniknęliśmy w środkach masowego przekazu sporu o to, które zaćmienie całkowite jest ostatnim w tysiącleciu!). Pierwsze przebiegnie praktycznie bez echa, obejmując swym zasięgiem Wyspy Kerguelena i Antarktydę. Świadków drugiego będzie niewiele więcej (mieszkańcy południowych części Chile i Argentyny oglądać będą częściowo zaćmione zachodzące Słońce), jednak zwróci ono na siebie uwagę dzięki... trzeciemu, które nastąpi jeszcze tego samego miesiąca! W języku angielskim jest specjalne określenie „blue moon", gdy Księżyc w pełni można oglądać po raz drugi w tym samym miesiącu (stąd zwrot „once in a blue moon", który u nas tłumaczy się jako „od wielkiego święta"). Tym razem w lipcu nastąpi „blue eclipse", czyli drugie zaćmienie Słońca (poprzednio miało to miejsce w roku 1880, następne takie „święto" zdarzy się dopiero w 2206 r.). Dla obserwatorów w zachodnich stanach USA będzie to jeszcze wieczór 30 lipca, ciekawostką jest też, że z Grenlandii to zaćmienie Słońca obserwowane będzie podczas polarnego dnia około... północy. Amerykanie będą mieli jeszcze jedno zaćmienie Słońca w przyszłym roku, częściowe, ale nie byle jakie — ostatnie zaćmienie drugiego milenium n.e., dokładnie w dzień Bożego Narodzenia...



Rys. 1. Przebieg pasów całkowitych zaćmień Słońca w nadchodzącycm dwudziestoleciu (wg. F. Espenak, NASA/GSFC)



Rys. 2. Przebieg pasów obrączkowych zaćmień Słońca w nadchodzącycm dwudziestoleciu (wg. F. Espenak, NASA/GSFC)

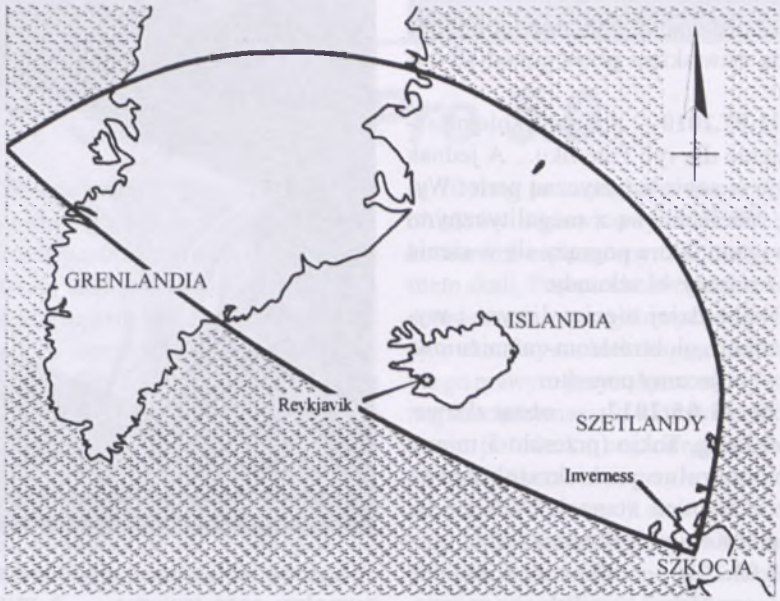
Co czeka miłośników zaćmień Słońca w XXI wieku? Łącznie 224 tego typu zjawiska na całej Ziemi, w tym 77 częściowych, 72 obrączkowe, 7 obrączkowo-całkowitych i 68 całkowitych. Każdego roku co najmniej dwa zaćmienia Słońca, a nawet 12 lat z trzema zaćmieniami, zaś 6 — z czterema (2011, 2029, 2047, 2065, 2076, 2094). W przyszłym stuleciu rozpoczną się cztery nowe cykle —

sarosy, a zakończą dwa. Najdłuższe zaćmienie całkowite (6 minut 39 sekund) nastąpi 22 lipca 2009 r., najdłuższe obrączkowe (11 minut 8 sekund) — 15 stycznia 2010 r. (bardziej szczegółowe informacje dostępne są w Internecie pod adresem http://sunearth.gsfc.nasa.gov/eclipse/SEcat/SEcatalog.html).

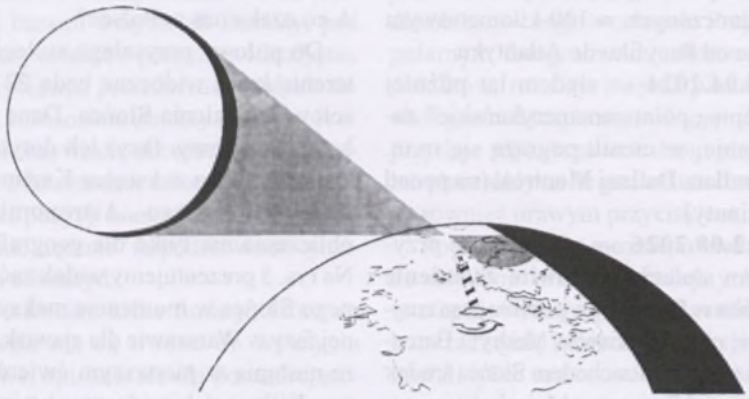
Zamieszczone obok mapki (rys. 1 i 2) przedstawiają przebieg pasów całkowitych i obrączkowych zaćmień Słońca w nadchodzącym dwudziestoleciu. Jak widać, chęć zaobserwowania większej ilości tego rodzaju zjawisk wiąże się z potrzebą dość intensywnego podróżowania. Z drugiej strony, snując plany na przyszłość, chyba warto pomyśleć o odwiedzeniu odległych krewnych czy znajomych bądź egzotycznych wakacjach w odpowiednim czasie, by sprawić sobie podwójną frajdę.

Zwróćmy więc uwagę na parę ciekawostek związanych z (wybranymi) nadchodzącymi zaćmieniami:

- 21. 06. 2001 i 4. 12. 2002 — jak wiemy, w danym miejscu na powierzchni Ziemi można się spodziewać całkowitego zaćmienia Słońca przeciętnie raz na 360 lat; tymczasem ok. 60-kilometrowy pas wybrzeża Angoli pogrąży się w cieniu Księżyca dwukrotnie w ciągu 1,5 roku! Ponadto pierwsze z zaćmień nastąpi w niespełna 5 godzin od przesilenia letniego (dla oglądających to zjawisko mieszkańców południowej półkuli będzie to przesilenie zimowe).
- 10–11.06.2002 — zaćmienie obrączkowe, którego pas przebiega z jednego krańca Pacyfiku na drugi (przecinając przy tym linię zmiany daty), niemal zupełnie omijając zamieszkane wyspy. Za to wczasowicze znajdujący się na zachodnim wybrzeżu Meksyku obejrzą malowniczy zachód wąziutkiego sierpa zaćmionego Słońca.
- 31.05.2003 — obrączkowe, godne odnotowania w „księdze rekordów"; przebiegać będzie bowiem nie w pasie, ale niemal w półkolu (rys. 3) o promieniu bliskim 5000 km. Ponieważ dodatkowo cień Księżyca przechodzić będzie nad biegunem północnym, zanim osiągnie powierzchnię Ziemi (rys. 4), zaćmienie przemieszczać się będzie w odwrotnym kierunku, ze wschodu na zachód!
- 8.04.2005 — zaćmienie obrączkowo-całkowite, widoczne jako obrączkowe w Ameryce Środkowej; dla spragnionych widoku korony nie lada wyzwanie: pas całkowitego zaćmienia o szerokości sięgającej zaledwie 25 km przebiega w całości nad południowym Pacyfikiem.
- 3.10.2005 — najlepsza w najbliższym czasie dla naszych Czytelników okazja do podziwiania zaćmienia obrączkowego, połączona z wycieczką do Hiszpanii lub Tunezji.
- 29.03.2006 — w niespełna pół roku później kolejny wydatek: wyjazd do Turcji, tym razem na całkowite zaćmienie (gdyby natomiast ktoś chciał tego dnia obejrzeć „wschodzącą" koronę słoneczną, powinien udać się na wybrzeże Brazylii).
- 1.08.2008 — po prawie 2,5 letniej przerwie całkowite zaćmienie Słońca w trakcie polarnego dnia w okolicach bieguna północnego i na Syberii; w pobliżu zachodu Słońca pas zaćmienia przecina Wielki Mur Chiński.
- 22.07.2009 — całkowite zaćmienie najefektowniejszego (dającego najdłuższe, ponad 6-minutowe tego typu zjawiska) obecnie sarosu 136 („powtórka" meksykańskiego zaćmienia z 10. 07. 1991); przy okazji egzotyczna podróż do Indii, Bhutanu lub Chin.
- 15.01.2010 — obrączkowe, które w środku zaćmienia trwać będzie ponad 11 minut (ten rekord pobity zostanie dopiero... 23 grudnia 3043 roku!); wprawdzie miejsce to wypada na Oce-



Rys. 3. Zasięg obrączkowego zaćmienia Słońca w dniu 31 maja 2003 roku (wg. P.S. Harringtona)



Rys. 4. Nim cień Księżyca trafi na powierzchnię Ziemi w dniu 31 maja 2003 r., przechodzić będzie ponad biegunem północnym — stąd też „pas" zaćmienia poruszać się będzie ze wschodu na zachód (wg. P.S. Harringtona)

anie Indyjskim, ale i tak obserwatorzy na Malediwach i Sri Lance cieszyć się będą zjawiskiem przez ponad 10 minut.

✹ **11.07.2010** — pozornie kolejne zaćmienie dla ryb Pacyfiku... A jednak kryje w sobie turystyczną perłę: Wyspę Wielkanocną z megalitycznymi posągami, która pogrąży się w cieniu na 4 minuty 44 sekundy.

Najbardziej niecierpliwym i wytrwałym „globtroterom-zaćmieniowcom" polecamy ponadto:

✹ **20–21.05.2012** — obrączkowe: Hongkong, Tokio (przeszło 5 minut) lub naturalne parki krajobrazowe w zachodnich stanach USA (m.in. Wielki Kanion Kolorado)

✹ **9.03.2016** — całkowite w Indonezji („powtórka" karaibskiego zaćmienia z lutego ub. roku)

✹ **21.08.2017** — „powtórka" zaćmienia sierpniowego, tym razem w Stanach Zjednoczonych, w 100-kilometrowym pasie od Pacyfiku do Atlantyku

✹ **8.04.2024** — siedem lat później kolejne „północnoamerykańskie" zaćmienie; w cieniu pogrążą się m.in. Mazatlan, Dallas i Montreal (na ponad 4 minuty)

✹ **12.08.2026** — **pierwsze** w przyszłym stuleciu **całkowite zaćmienie Słońca w Europie**; w pobliżu pasa znajdą się m.in. Rejkiawik, Madryt i Barcelona (tuż przed zachodem Słońca środek pasa przebiega przez Majorkę)

✹ **2.08.2027** — kolejne zaćmienie efektownego sarosu 136 przebiegać będzie nad Gibraltarem, Tebami w Egipcie (osiągając w pobliżu maksymalny czas trwania — 6 minut 22 sekundy) oraz Mekką (Arabia Saudyjska).

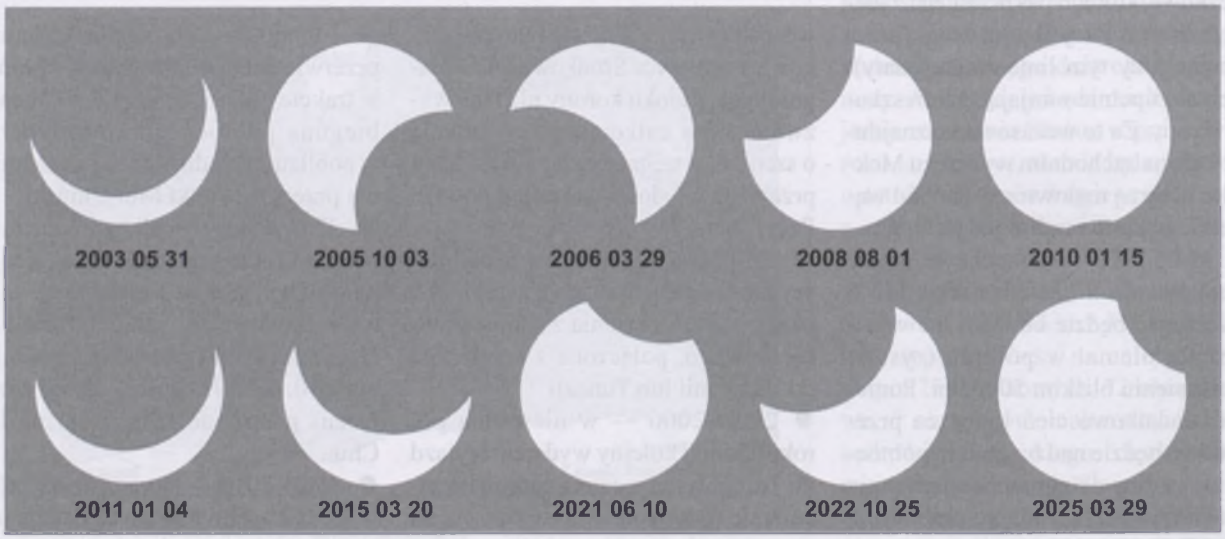
Częściowe zaćmienie Słońca można obserwować nawet przez palce — ale tylko w projekcji na ekran! Fot. M. Muciek

A co czeka nas w Polsce?

Do połowy przyszłego stulecia na terenie kraju widoczne będą 22 częściowe zaćmienia Słońca. Dane liczbowe (momenty, fazy) ich dotyczące znaleźć można w książce Kazimierza M. Borkowskiego „Astronomiczne obliczenia nie tylko dla geografów". Na rys. 5 prezentujemy widok zaćmionego Słońca w momencie maksymalnej fazy w Warszawie dla zjawisk, które nastąpią w pierwszym ćwierćwieczu. Kilka z nich, widocznych z innych miejsc jako obrączkowe lub całkowite, zostało już wcześniej wspomnianych. Warto dodać, że prócz 31 maja 2003 r. oraz 4 stycznia 2011 r. (to drugie zaćmienie będzie tylko częściowym w Europie i Azji), kiedy to oglądać będziemy wschodzące Słońce w zaćmieniu o dużej fazie, równie efektowne zjawiska zobaczymy przy zachodzie Słońca 12 sierpnia 2026, 21 czerwca 2039 oraz 14 listopada 2050 r. Natomiast świadkami zbliżonego do sierpniowego zaćmienia częściowego w środku dnia będziemy dopiero 11 czerwca 2048 r.

Tak więc póki co warto byłoby zainteresować się zjawiskami może trochę mniej efektownymi, ale też nie pozbawionymi uroku, a przecież formalnie jeszcze rzadszymi — zaćmieniami Księżyca. Najbliższe, i to całkowite, widoczne będzie w Polsce już 21 stycznia!

(*kr*)



Rys. 5. Zaćmienia Słońca widoczne w Polsce do roku 2025 (widok w momencie maksymalnej fazy w Warszawie, wg. K.M. Borkowskiego)

Program *SkyMap Pro 5.0*

Międzynarodowa Unia Astronomiczna (IAU) od pewnego czasu udostępnia dane w formie przystosowanej dla tzw. programów typu planetarium. Świadczy to o ich dużej popularności. Jednym z najnowszych produktów tego typu jest piąta wersja *SkyMap*. Wyróżnia się on spośród wielu swoich konkurentów znacznym rozbudowaniem opcji. Ze względu na bogactwo możliwości, niektóre z nich trudno zauważyć w ciągu pobieżnego zapoznawania się z tym programem. Wśród miłośników astronomii rozpowszechniło się nawet ostatnio określenie „Easter eggs", czyli funkcje, które można znaleźć jedynie przez pomyłkę (sic!) lub dokładnie studiując instrukcję obsługi. Przetestowanie *SkyMap* w taki sposób, połączone z próbą zastosowania go jako pomocy przy typowych obserwacjach, daje bardzo ciekawe rezultaty.

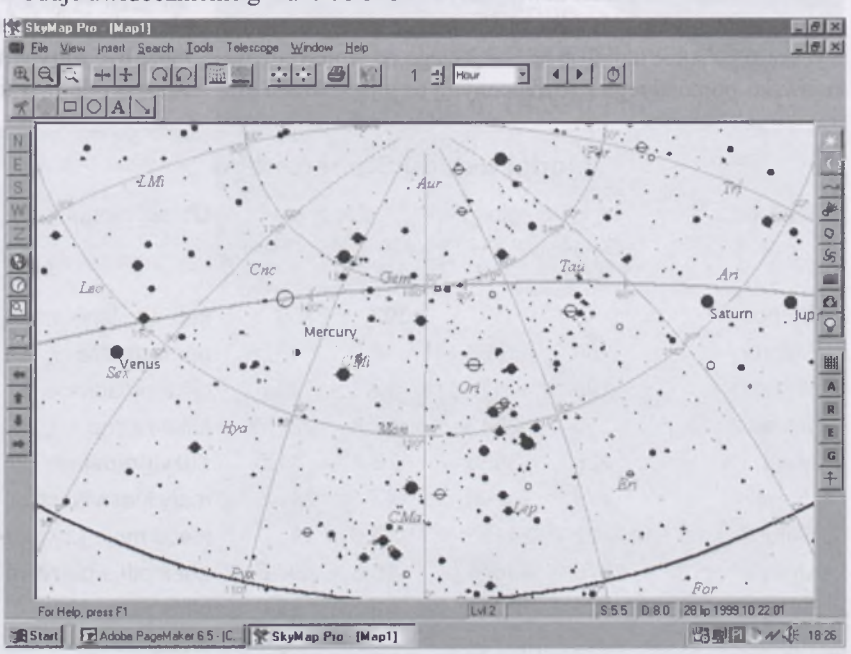
O ile w większości teleskopów funkcja „zoom" zyskała sobie złą sławę, w programie działa wspaniale. Wystarczy przeciągając myszą zaznaczyć jakiś obszar i zaakceptować zapytanie, a otrzymujemy właśnie efekt „zoom". Instrukcja chyba nie wspomina o tej możliwości. Za to dokładne jej przestudiowanie pozwala na uzyskanie informacji o natychmiastowym nastawianiu mapy na zenit, mierzeniu odległości między obiektami przez kliknięcie ich kolejno lewym przyciskiem, przyporządkowaniu powiększeń cyfrom na klawiaturze, możliwości obejrzenia listy widocznych w konkretnym obszarze obiektów mgławicowych oraz gwiazd zmiennych i podwójnych, dodania np. Lublina do listy miast przez zmianę zawartości pliku *Location.sky*. Instrukcja przypomina też o możliwości usunięcia znacznika znalezionego obiektu, okręgu zaznaczającego pole widzenia oraz wszelkich dodanych przez siebie strzałek itp. w momencie, kiedy zaczną przeszkadzać. Fazy Księżyca można łatwo sprawdzać nie tylko w bieżącym miesiącu, ale też szybko zmieniać wstecz i do przodu. Poprzednie nastawienie mapy wygodnie przywołuje się, wciskając po prostu *Backspace*.

Istnieje przejrzyste graficzne przedstawienie godzin świtu i zmierzchu. Miłośnicy astronomii z dostępem do najnowszej techniki też znajdą tu coś dla siebie. Program może być wykorzystywany do sterowania teleskopów takich jak MEADE i Celestron, przy czym przypomina on, że można uszkodzić urządzenia, jeśli się je podłącza do komputera w momencie, gdy są włączone. Sterowanie to odwzorowanie na ekranie tego, co właśnie „widzi" teleskop, ale też automatyczne przejście do wybranego obiektu i ustawienie „czasu własnego" teleskopu. Posiadacze CCD mogą też zaznaczyć na ekranie kadr swojej kamery. Jeśli ktoś zakupił oddzielne CD z takimi bazami danych jak *RealSky*, pod kontury obiektów podstawia ich zdjęcia. Pomyślano o posiadaczach małych anten i zaznaczono obiekty radiowe. Program oczywiście akceptuje dane pobierane z Internetu w celu zaznaczania na mapie pozycji komet lub nowe obiekty dodane „ręcznie" na podstawie otrzymanych efemeryd.

Na koniec kilka funkcji, które co prawda nie są trudne do wykrycia a nawet opisane, ale dla początkującego użytkownika mogą nie być oczywiste. I tak na przykład, wyłączenie funkcji „zoom lok" na pasku narzędzi powoduje uwidocznienie gwiazd do około 10 mag (w wersji *shareware*) oraz obiektów mgławicowych wraz z ich konturami zaznaczonymi z zachowaniem skali. Powszechnie znany sposób sprawdzania szczegółowych informacji o aktualnym obiekcie przez kliknięcie go prawym przyciskiem myszy udostępnia informacje o aktualnym położeniu południka centralnego Marsa i Jowisza (konieczne przy wypełnianiu raportów z obserwacji dla ALPO), opisuje dokładnie konfiguracje księżyców Jowisza, Saturna i Urana (przedstawiane również graficznie wprost na mapie przy dużych powiększeniach) oraz wyświetla informacje katalogowe i podaje numer mapy w niektórych atlasach dla obiektów mgławicowych. Przy popularnym fotografowaniu koniunkcji obiektów, między innymi planetoid obok gromad i mgławic (tzw. *appulses*), przydaje się zakreślanie drogi planety lub planetoidy na tle gwiazd uruchamiane również prawym przyciskiem.

Podsumowując można powiedzieć, że *SkyMap* stanowi kolejny krok w stopniowym przybliżaniu miłośnikom narzędzi, którymi kiedyś dysponowali tylko zawodowi astronomowie i przyda się w obserwacjach oraz astrofotografii na każdym poziomie zaawansowania.

Karol Pankowski



Przykładowy wygląd ekranu w programie SkyMap Pro 5.0

SPRÓBUJMY TO SOBIE WYOBRAZIĆ

Dane typu: moc promieniowania Słońca wynosi $3{,}83\times10^{26}$ W, średnica jądra atomu jest rzędu 10^{-15} m, odległość Syriusza, najjaśniejszej gwiazdy to 2,6 pc czyli 8×10^{13} km którymi tak często posługujemy się na lekcjach fizyki i astronomii, najczęściej nie trafiają do wyobraźni uczniów. Zresztą należałoby się dziwić, gdyby było inaczej. Jeśli chcemy, a powinniśmy, doprowadzić do w miarę poprawnego wyobrażenia przedstawianych wielkości, musimy posłużyć się odpowiednim modelem, celowo skonstruowanym zadaniem obliczeniowym, przykładem (porównaniem).

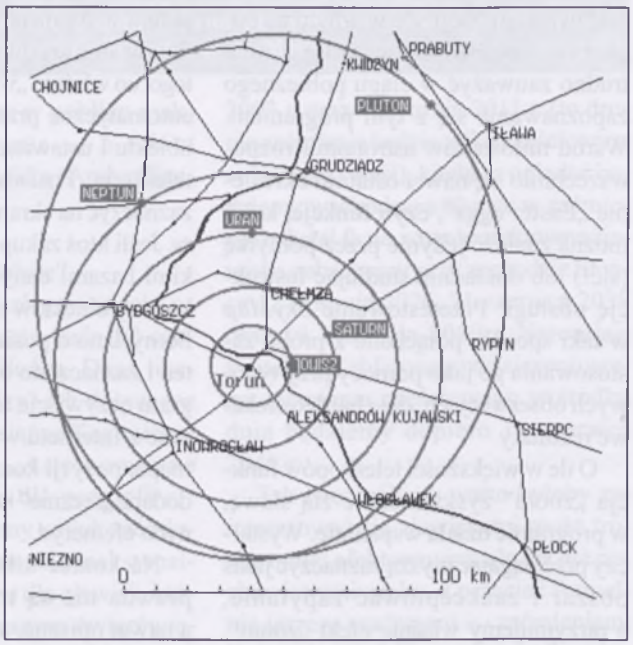
Przy okazji zauważmy. Astronomowie uwielbiają posługiwanie się egzotycznym dla uczniów układem cgs. Nie ma większego problemu, jeśli są to centymetry. Ale co to są ergi, dyny, gausy, kalorie lub erstedy?

Przedstawmy przynajmniej po jednym modelu, zadaniu, przykładzie.

Model

Znajdująca się w każdym podręczniku tabela zestawiająca średnie odległości planet od Słońca, ich promienie, masy i kilka innych wielkości, tak naprawdę niewiele mówi uczniom o ogromie tych odległości i przerażającej pustce otaczającej nas przestrzeni. Przecież, gdy patrzymy na niebo, gwiazdy wydają się tak bliskie!

Istotną pomocą może być dobrze przemyślany model. Ten, który przedstawię, demonstrowałem (oczywiście na planszach) na Międzynarodowej Konferencji Popularyzacji i Nauczania Astronomii w Brnie w 1993 roku. Modelem centralnego ciała układu, Słońca, jest kopuła toruńskiego planetarium o średnicy 23,6 m. Średnica kopuły narzuca nam skalę modelu. Odpowiednie przeliczenia zestawiono w tabeli 1. Jak widać na rysunkach 1 i 2, planety wewnętrzne można było nanieść na plan miasta, dla planet zewnętrznych niezbędna okazała się mapa części Polski. Jeśli teraz zasugerujemy uczniom wyobrażenie sobie terenu nieco większego od województwa kujawsko-pomorskiego z rozrzuconymi na nim kilkoma piłkami, dwoma niewielkimi kioskami i kilkoma owocami, lepiej wyobrażą sobie rzeczywistą skalę wielkości i odległości. Dla ścisłości można dodać, że gdzieś między orbitami Marsa i Jowisza możemy się natknąć na kilka wisienek (większe planetoidy) i kilka garści rozrzuconego żwiru i piasku. Na koniec proponuję postawienie pytań: gdzie, w tej skali, należy umieścić najbliższą nam gwiazdę? Czy wystarczy mapa Europy? A gdzie najbliższą galaktykę?



Oczywiście warto pokusić się o model dostosowany do miejscowych warunków. Co prawda w większości miast trudno o choć w przybliżeniu kulisty i wystarczająco duży obiekt, ale można też wykorzystać dowolny inny [1]. Pewną pomocą może być witryna http://exploratorium.edu/ronh/solar_system. Zresztą odpowiedni program można od ręki napisać choćby w qbasicu. Przy okazji zauważmy, że podobny model, z ustawionymi w terenie makietami planet, powstaje aktualnie w Szwecji. Identyczny projekt przed 5 laty powstał w Toruniu, dotychczas jednak nie podjęto jego realizacji.

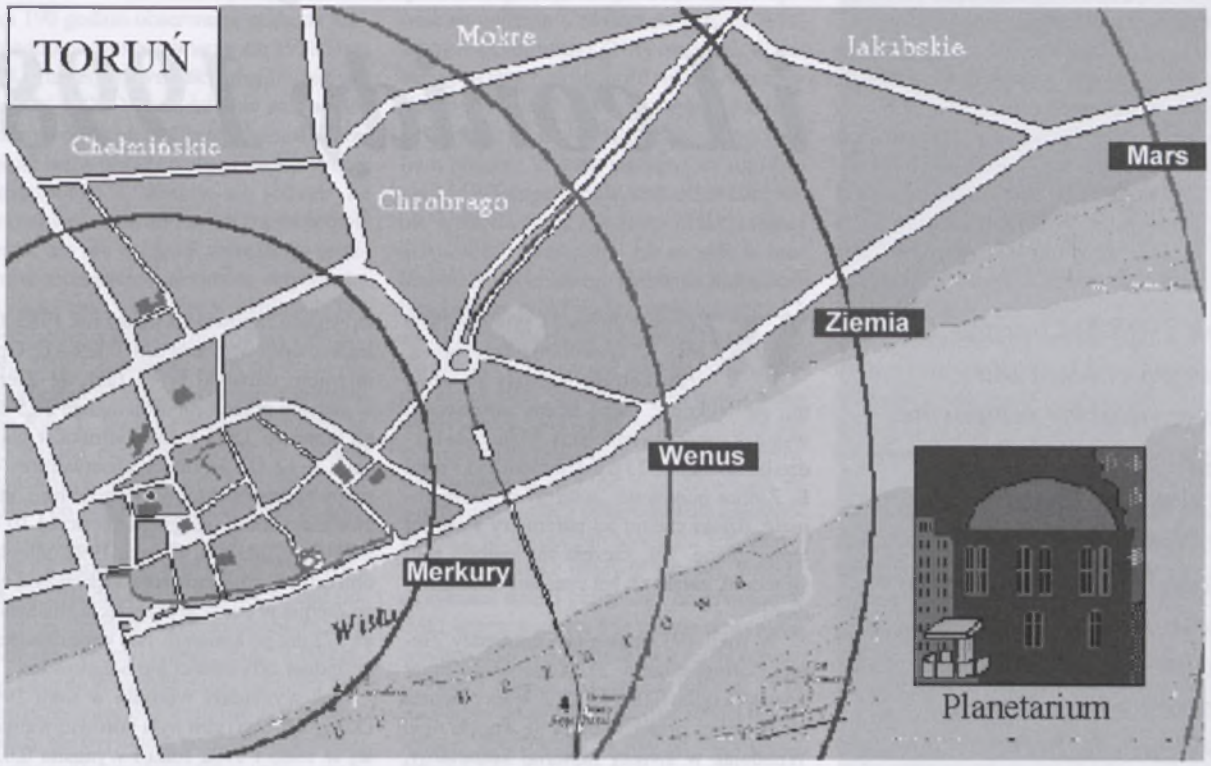
W kształtowaniu poprawnego wyobrażenia skali wielkości zarówno w fizyce, jak i astronomii bardzo pomocne mogą być album Morrisonów [2] i atlas [3].

Model układu Słonecznego

Obiekt	Odległość rzecz. $\times10^9$ [m]	Odległość w skali [m]	Średnica rzecz. $\times10^6$ [m]	Średnica w skali [cm]	Obiekt modelujący
Słońce			1392	2360	kopuła planetarium
Merkury	58	983	4,9	8,3	pomarańcza
Wenus	108	1832	12,1	20,5	piłka do siatkówki
Ziemia	150	2543	12,8	21,7	piłka nożna
Mars	228	3866	6,8	11,5	duży grapefruit
Jowisz	778	13190	143	242,5	mały kiosk Ruchu
Saturn	1427	24195	115,6	196	nieco mniejszy kiosk
Uran	2870	48660	55,8	94,6	duża piłka plażowa
Neptun	4497	76246	49,5	83,9	piłka plażowa
Pluton	5913	100254	2,2	3,7	brzoskwinia

Zadanie

Jednozłotowa moneta (stop żelazoniklowy) ma masę ok. 5 g. Jaki jest łączny ładunek elektronów zawartych w tej monecie?



Słońce — kopuła planetarium Wenus — piłka do siatkówki
Merkury — pomarańcza Ziemie — piłka nożna Mars — duży grapefruit

Wyobraźmy sobie, że zabrano z monety wszystkie elektrony i odsunięto je na szerokość klasy (ok. 5 m). Oszacuj siłę oddziaływania między tymi elektronami a pozostałymi elementami monety.

Rozwiązanie jest banalnie proste, a wynik zaskakujący nie tylko ucznia. Siła ok. 5×10^{19} N jest zdolna do podniesienia góry większej od Everestu! Jakże inaczej popatrzy teraz na doświadczenia z elektrostatyki.

Przykład

Przykład pochodzi od J. Stodółkiewicza [4]. „Po wybuchu supernowej jej jądro kurczy się do rozmiarów kuli o promieniu rzędu 10 km i gęstości rzędu 10^{15} g/cm^3 (z jednej łyżeczki materii tam pobranej można by wyprodukować po samochodzie dla wszystkich ludzi na Ziemi!). Równie świetne przykład podał S. Moszkowski [5].

Juliusz Domański

Literatura:

[1] Iwaniszewska C., *Nauczanie o skali odległości*, Fizyka w Szkole 3/1993

[2] Morrison P.,Morrison P., *Powers of ten*, London-New York 1982

[3] pr.zb., *Atlas mikro- i makroświata*, Wyd. Kartograficzne 1956

[4] Stodółkiewicz J., *We wnętrzu Wszechświata*, WP 1981

[5] Moszkowski S., *Gwiazdy neutronowe*, Postępy Fizyki 2/1977

FRAGMENTY PLANETOID
czyli
METEORYTY
kamienne, żelazno-kamienne, żelazne
oferuje
„ASPMET"
skr. poczt. 6, 14-530 Frombork
Szczegółową ofertę podaje
sklepik meteorytowy na stronach
www.minerals.inpoland.com
lub wysyłamy pocztą.

ASTRO-BIT
Oprogramowanie i materiały astronomiczne
Ireneusz Włodarczyk
ul. Rewolucjonistów 15/13
42-500 Będzin
tel.: (0-32) 761-29-46 e-mail: astrobit@ka.onet.pl

P.T. Miłośnicy Astronomii obserwują:

Draconidy i Leonidy 1998

Rok 1998 był bardzo dobrym rokiem dla obserwatorów meteorów. Najpierw niespodziewanie na naszym niebie rozbłysły mało aktywne w zeszłych latach meteory z roju Bootyd czerwcowych (vide* Urania *6/98). Potem całkiem nieźle zaprezentowały się Perseidy (*Urania *2/99). Kolejna gratka czekała obserwatorów jesienią, kiedy to mogliśmy mieć okazję obserwacji wybuchów aktywności dwóch ciekawych rojów — Draconid i Leonid. O tych właśnie dwóch rojach i o tym, co działo się z nimi jesienią 1998 roku, chciałbym tu napisać.

W nocy z 20 na 21 grudnia 1900 roku M. Giacobini odkrył nową, słabą kometę. Niestety nie udało mu się wykonać dużej liczby obserwacji, wskutek czego wyznaczona orbita była bardzo niedokładna. 23 października 1913 roku E. Zinner ponownie „odkrył" tę samą kometę, dzięki czemu jej parametry stały się lepiej znane. Tak zaczęła się historia roju Draconid, zwanych też czasami Giacobinidami.

W roku 1933 odległość pomiędzy Ziemią i orbitą komety 21P/Giacobini-Zinner wyniosła tylko 0,0054 AU. Ziemia przeszła przez węzeł orbity komety 80 dni po niej. Wpadając w świeży materiał kometarny, spowodowała przepiękny deszcz meteorów o aktywności ZHR = 10 000±2000, obserwowany w całej Europie (ZHR to skrót od angielskich słów Zenithal Hourly Rate, co oznacza Zenitalna Liczba Godzinna i mówi nam o liczbie meteorów, jaką obserwowałby jeden obserwator w momencie, gdy radiant roju jest w zenicie, a najsłabsze gwiazdy widoczne gołym okiem mają jasność 6,5 mag). W roku 1946 było jeszcze lepiej. Perturbacje planetarne tak zmieniły orbitę komety Giacobini-Zinner, że minimalna odległość dzieląca ją od orbity Ziemi zmniejszyła się do 0,0015 AU. Dodatkowo Ziemia wpadła w materiał pozostawiony na orbicie tylko 15 dni po komecie. Nic więc dziwnego, że maksymalne ZHRy wyniosły 12 000 ±3000. Niestety, następne powroty roju nie były już tak interesujące. Bliskie przejścia koło Jowisza zmieniły orbitę komety, tak że w 1952 roku mijała się ona z Ziemią o 0,0057 AU. Ziemia znalazła się w punkcie przecięcia orbit obu ciał 196 dni przed kometą. Mimo tego radar w Jodrell Bank w Wielkiej Brytanii odnotował 174 echa na godzinę. W latach 1959 i 1966 odległości orbit zwiększyły się do 0,05–0,06 AU i żadnej aktywności roju Draconid nie odnotowano. W roku 1972 odległość ta zmniejszyła się do 0,0007 AU, z tym, że tym razem orbita komety znajdowała się wewnątrz orbity Ziemi. Wizualnie aktywność nie przekroczyła trzech zjawisk na godzinę. Radiowo obserwowano ich więcej, bo aż 84 na godzinę. W roku 1978 nie wydarzyło się nic ciekawego. Mało interesująco zapowiadał się też rok 1985. Odległość orbit wynosiła aż 0.0329 AU. Optymizmem napawał tylko fakt, że Ziemia w miejscu przecięcia orbit będzie 26,5 dnia po komecie. Dnia 8 października w godzinach 8–12 UT japońscy obserwatorzy odnotowali imponującą aktywność roju, która swe maksimum osiągnęła tuż przed 10 UT z ZHR = 700±100. W roku 1992 odległość obu orbit nieznacznie się zwiększyła, z tym, że Ziemia w punkcie przecięcia znalazła się aż 172 dni po komecie. Nic więc dziwnego, że żadnej aktywności nie odnotowano.

Jak wyglądały warunki w roku 1998? Odległość obu orbit była porównywalna do tej w 1985 i 1992 roku i wynosiła 0,0383 AU. Problem tylko w tym, że w miejscu przecięcia orbit Ziemia znalazła się 49.5 dnia przed kometą. Dodatkowo znajdowała się ona wewnątrz orbity komety, co jest akurat wiadomością dobrą, bo wszystkie dotychczasowe deszcze pojawiały się, gdy Ziemia znajdowała się wewnątrz orbity komety. Z drugiej strony nigdy nie było deszczu, gdy Ziemia znajdowała się w miejscu przecięcia orbit przed kometą. Ogólna konfiguracja geometryczna spotkania obu ciał była więc tak rzadko spotykana, że nie było z czym jej porównać i przez to zupełnie nie wiadomo było, czego oczekiwać. Opinie ekspertów różniły się od siebie diametralnie. Jedni twierdzili, że szkoda poświęcać czas temu rojowi, bo jeśli nawet pojawi się jakaś nieznaczna aktywność, to i tak zostanie ona przyćmiona przez pełnię Księżyca, występującą prawie dokładnie w momencie maksymalnej aktywności roju. Najwięksi optymiści oczekiwali natomiast, że aktywność Draconid 1998 może być porównywalna nawet do tej z 1985 roku.

Najczęściej maksimum aktywności roju występuje w bliskich okolicach momentu największego zbliżenia Ziemi i orbity komety macierzystej roju. W 1998 roku moment ten miał wystąpić 8 października około godziny 21 UT. Doświadczenie uczyło natomiast, że takim przewidywaniom nie do końca można ufać, bo na przykład w roku 1985 wybuch aktywności został zaobserwowany trzy godziny przed maksymalnym zbliżeniem obu orbit.

Na szczęście obserwatorzy na całym świecie nie zaufali pesymistom i wyszli sprawdzić, co w rzeczywistości pokażą Draconidy. International Meteor Organization (IMO) od 87 obserwatorów uzyskało bowiem 190 godzin obserwacji, podczas których odnotowano pojawienie się 1920 Draconid. Niestety, nawet tak dużej liczbie obserwatorów IMO nie udało się zebrać dostatecznie dobrych rozkładów jasności, aby uzyskać ładny obraz ewolucji współczynnika masowego *r*. Wydaje się jednak, że w przeciwieństwie do innych rojów współczynnik ten nie osiągnął wyraźnego minimum w momencie maksimum aktywności roju i cały czas wahał się w okolicach 3,0. Używając tej wartości *r* można już było policzyć ZHRy. Zależność ZHR od czasu dla zeszłorocznych Draconid jest zaprezentowana na Rys. 1. Widać z niego wyraźnie, że maksymalną aktywność ZHR = 720±90 otrzymano w momencie $\lambda_\odot$ = 195,075° ±0,010°, co odpowiada dacie 8 października i godzinie $13^h10^m\pm15^m$ UT.

Jak już napisałem powyżej, w 1985 roku wybuch Draconid wydarzył się trochę ponad trzy godziny przed maksymalnym zbliżeniem orbit Ziemi i komety. Rok 1998 przyniósł kolejną niespodziankę, bowiem tym razem przesunięcie to wyniosło aż 8 godzin. Niestety, nie był to fakt korzystny dla obserwatorów w Polsce, bowiem w trakcie maksymalnej aktywności roju w Polsce panował jeszcze dzień, a największą frajdę z podziwiania deszczu mieli obserwatorzy we wschodniej Azji. Jeśli jednak w roku 1999 rój Draconid będzie nadal aktywny i jego maksimum wystąpi dokładnie w tym samym momencie, co w roku 1998, to tym razem polscy obserwatorzy powinni mieć trochę więcej szczęścia. Długość ekliptyczna $\lambda_\odot$ = 195,075° odpowiada bowiem dacie 8 października 1999 roku i godzinie 19:20 UT, a wtedy w Polsce panują doskonałe warunki do obserwacji roju Draconid. Sytuacja nie będzie wiele gorsza, jeśli moment maksimum pokryje się z maksymalnym zbliżeniem obu orbit, ponieważ czas ten odpowiada godzinie 3 UT w nocy z 8 na 9 października, a więc także korzystnie dla obserwatorów w naszym kraju. Rok 1999 stwarza ponadto idealne warunki, jeśli chodzi o fazy Księżyca, którego nów prawie dokładnie pokrywa się z maksimum Draconid. Jeśli więc udało mi się kogoś zachęcić do obserwacji, to przypominam, że radiant roju ma współrzędne α = 262° i δ = +54° (bliskie okolice głowy Smoka), a Draconidy są zjawiskami wolnymi (prędkość geocentryczna 20 km/s).

Historii Leonid — kolejnego roju, którego wysokiej aktywności oczekiwano w roku 1998, nie będę opisywał w szczegółach, bowiem robiono to ostatnio wielokrotnie. Dociekliwych czytelników odsyłam do artykułu K. Ziołkowskiego z *Uranii* 11/97 lub do mojego tekstu z *Wiedzy i Życia* 11/98. Przypomnę tylko, że bardzo wysoką aktywność tego roju (rzędu kilkudziesięciu tysięcy zjawisk na godzinę) odnotowano w latach 1833 i 1966, a aktywność rzędu kilku tysięcy w latach 1799 i 1866. W latach 1988–1993 aktywność tego roju nie przekraczała 10 zjawisk na godzinę. Coś drgnęło w roku 1994, kiedy to odnotowano ZHRy około 60. W następnych latach aktywność sukcesywnie rosła, by w 1997 roku osiągnąć poziom ZHR=150. W lutym 1998 r. przez peryhelium przeszła kometa macierzysta roju Leonid 55P/Tempel-Tuttle, co bardzo korzystnie wróżyło na przyszłość. Maksymalnej aktywności oczekiwano jak zwykle w momencie maksymalnego zbliżenia Ziemi i orbity komety, co miało wystąpić w nocy z 17 na 18 listopada między godziną 19 a 21 UT. Co prawda w Polsce jest już o tej porze ciemno, ale niestety radiant Leonid znajduje się wtedy jeszcze pod horyzontem. Moment ten był natomiast doskonały dla obserwatorów we wschodniej Azji, nic więc dziwnego, że wielu europejskich obserwatorów zdecydowało się na wyjazd do Mongolii lub Chin.

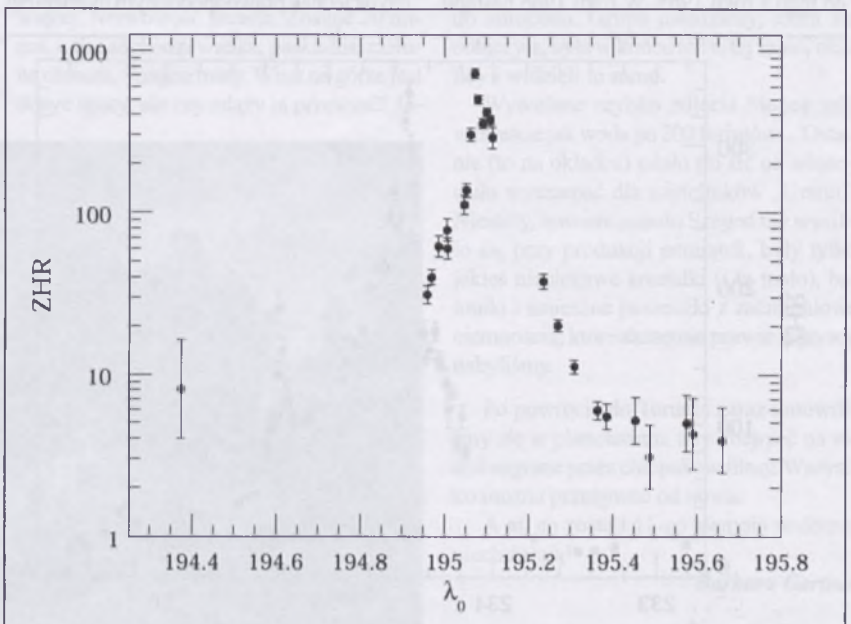
Wyniki, które omówię poniżej, zostały otrzymane dzięki pracy 217 obserwatorów IMO, którzy podczas 858 godzin obserwacji odnotowali 47000 meteorów z roju Leonid.

Naszą analizę aktywności Leonid 1998 zaczniemy od wykresu współczynnika masowego *r*. Przypomnę, że według najprostszej definicji (nie do końca ścisłej) współczynnik ten mówi o średnim stosunku liczby meteorów o jasności *m*+1 do liczby meteorów o jasności *m*. Widać więc, że im mniejsze *r*, tym więcej jaśniejszych meteorów obserwujemy. To natomiast zdarza się najczęściej w momencie maksimum roju. Nic więc dziwnego, że współczynnik *r* jest większy poza maksimum roju, kiedy to najczęściej waha się pomiędzy 2,5 a 3,0 i mniejszy w maksimum, kiedy często osiąga poziom 2,0 lub nieznacznie mniej.

Ewolucja *r* dla Leonid 1998 jest przedstawiona na Rys. 2. Widać z niego wyraźnie, że rekordowo niska wartość *r* = 1,19±0,02 została zanotowana w momencie $\lambda_\odot$ = 234,43° (16 listopada, godz. 23:30 UT). Tak mała wartość *r* oznacza, że prawie w ogóle nie obserwowano słabych zjawisk! Zgadza się to z relacjami obserwatorów, którzy odnotowali bardzo dużą liczbę zjawisk jasnych i bolidów. Po godzinie 23:30 UT wartość *r* zaczyna najpierw powoli a potem bardzo szybko rosnąć, by około godziny 13 UT osiągnąć poziom 2,0. Przez następne prawie 8 godzin wartość ta nie zmienia się, by po 20:50 UT dnia 17 listopada ponownie spaść do około 1,5.

Porównajmy teraz zachowanie *r* z wykresem aktywności roju, zaprezentowanym na Rys. 3. Widać z niego wyraźnie, że maksymalną aktywność roju o ZHR = 250±3 odnotowano 17 listopada o godzinie 1:30 UT ($\lambda_\odot$ = 234.5°), co dość dobrze pokrywa się z globalnym minimum *r*. Co najciekawsze, moment ten nie pokrywa się z żadnym momentem maksimum roju Leonid, obserwowanym w latach 1994–1997. Nic więc dziwnego, że nikt go nie oczekiwał. Fakt ten potwierdza dużą nieprzewidywalność rojów meteorów i świadczy o tym, że należy je obserwować nawet wtedy, gdy przewidywania odnośnie maksymalnej aktywności są dla nas niekorzystne.

Godzina 1:30 UT jest już bowiem czasem bardzo dobrym dla obserwatorów w Polsce i gdyby pogoda pozwoliła, mielibyśmy okazję podziwiania rzędu 100–200 bardzo jasnych zjawisk na godzinę. Dokładniejsze przeanalizowanie obserwacji wykonanych w okolicach maksimum i odrzucenie wyników uzyskanych przy wysokości radiantu roju mniejszej niż 50 stopni, dało ZHRy jeszcze wyższe i równe 340±20.

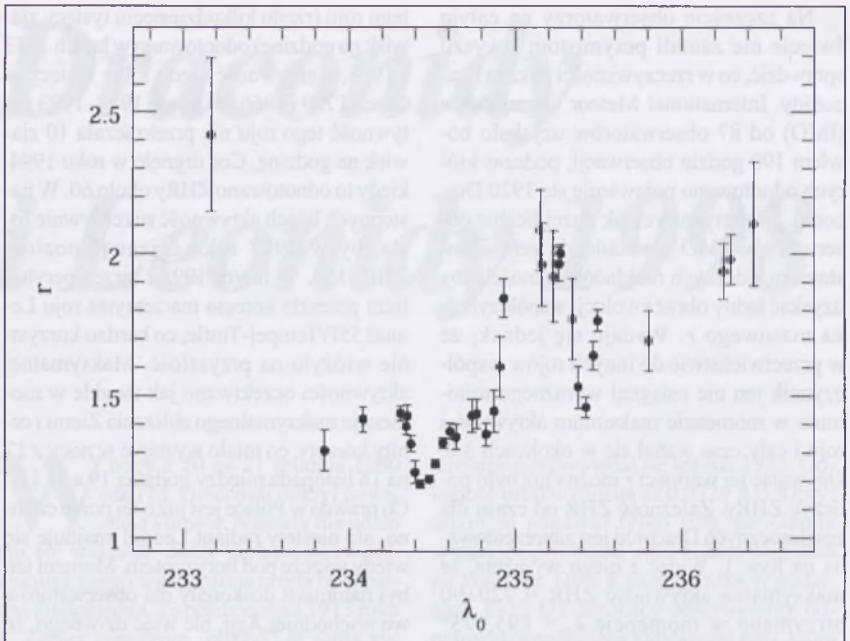


Rys. 1. Wykres zmian aktywności roju Draconidów w 1998 roku.

To jednak nie koniec niespodzianek. Uważny czytelnik zauważy na pewno kolejne, mniejsze maksimum w profilu aktywności roju. Maksimum to miało ZHR = 180±20 i odnotowane zostało w momencie $\lambda_{\odot}$ = 235,308°, co odpowiada godzinie 20:30 UT dnia 17 listopada, a więc pokrywa się z naszymi oczekiwaniami odnośnie maksymalnej aktywności roju związanej z maksymalnym zbliżeniem orbit Ziemi i komety 55P/Tempel-Tuttle. Maksimum to odpowiada ponadto stosunkowo dużej wartości $r \approx 2{,}0$.

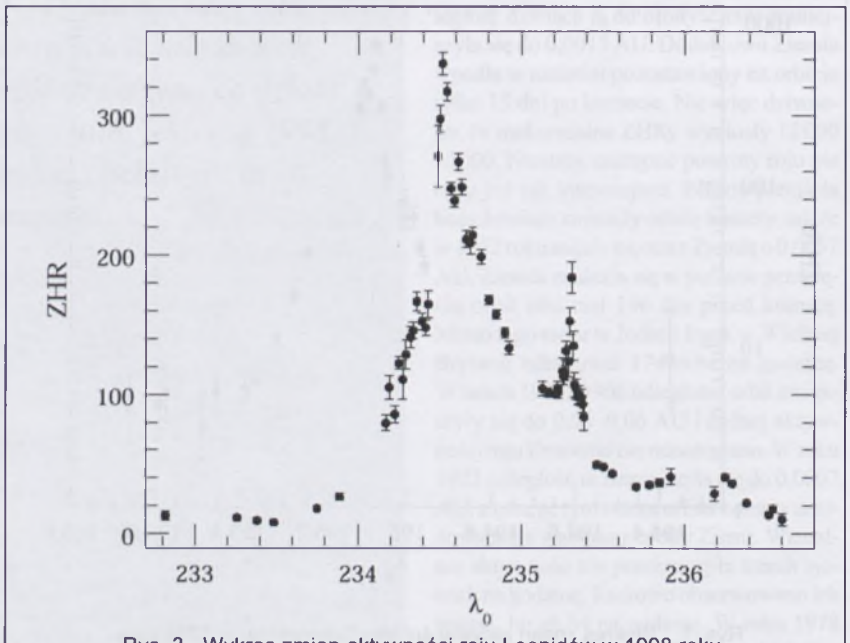
Jak interpretować te maksima? Otóż wydaje nam się, że właśnie to drugie, niższe maksimum jest tym właściwym. Spora wartość r sugeruje, że jest ono bogate w małe cząstki, a to jest oznaką młodości materii, która została najprawdopodobniej wyrzucona z komety podczas jej obecnego powrotu w okolice Słońca. Wyższe maksimum jest natomiast ubogie w meteoroidy małomasywne, co sugeruje, że jest ono stare, bowiem wiatr słoneczny, ciśnienie promieniowania i oddziaływania grawitacyjne miały dostatecznie dużo czasu, aby wymieść najlżejsze cząstki i pozostawić tylko te najcięższe. Dodatkowo przeliczenie ZHR na gęstość przestrzenną materii w przestrzeni kosmicznej wyraźnie pokazuje, że w przypadku tej wielkości to maksimum drugie jest maksimum wyższym i właściwym. Strumień cząstek w momencie $\lambda_{\odot}$ = 235,308° osiągnął bowiem wartość 0,018 meteoroidów na km^2 na godzinę, a mniej więcej dobę wcześniej w $\lambda_{\odot}$ = 234,5° wartość pięć razy mniejszą! Zagadką pozostaje dla nas tylko fakt, dlaczego zamiast oczekiwanych 5000–10 000 zjawisk na godzinę obserwowaliśmy mniej niż 200.

Na sam koniec pozostaje nam do omówienia zjawisko bardzo optymistyczne. Dokładna analiza wykresu aktywności z 1998 roku pokazuje, że jest on bardzo podobny do tego z roku 1965. W roku 1966 nastąpił natomiast deszcz o aktywności rzędu 100 tysięcy zjawisk na godzinę. Gdyby więc sytuacja miała się powtórzyć, to deszczu powinniśmy oczekiwać właśnie w roku 1999.



Rys. 2. Wykres zmian liczby r dla roju Leonidów w 1998 roku.

Kiedy więc powinniśmy wyjść na obserwacje? Pierwszy ważny moment to czas najwyższego maksimum z roku 1998, które w roku 1999 powinno wystąpić około godziny 6 UT dnia 17 listopada. Niestety, nie jest to czas najkorzystniejszy dla obserwatorów w Polsce, bowiem Słońce jest już wtedy nad horyzontem. Następny moment to okolice $\lambda_{\odot}$ = 235,16°, bowiem w tym momencie odnotowano maksimum w latach 1995–97. Moment ten odpowiada godzinie 23 UT 17 listopada i jest już dość korzystny dla obserwatorów europejskich. Najbardziej chyba jednak prawdopodobnym momentem wystąpienia deszczu w roku 1999 jest moment maksymalnego zbliżenia orbity komety i Ziemi ($\lambda_{\odot}$ = 235,25°) i następujący chwilę później moment drugiego maksimum z roku 1998 ($\lambda_{\odot}$ = 235,308°). Jest to bardzo dobra wiadomość, ponieważ czasy te odpowiadają godzinom 1–2 UT 17 listopada, co daje nam świetne warunki do podziwiania maksimum. Jest to w Polsce mniej więcej środek nocy, radiant roju znajduje się wtedy na maksymalnej wysokości nad horyzontem, a i Księżyc dzień po I kwadrze powinien już zachodzić i nie przeszkadzać w obserwacjach. Jeśli więc chcemy mieć szansę obejrzenia prawdziwego deszczu meteorów, noc z 17 na 18 listopada br. wydaje się ku temu doskonałą okazją. Nawet jeśli tegoroczna aktywność Leonid nie dorówna tej z 1966 r., to i tak widok kilkuset meteorów na godzinę wydaje się być zjawiskiem wartym zarwania kilku godzin snu. Jedynym problemem, z jakim możemy się borykać, będzie najprawdopodobniej pogoda, która w listopadzie nie zwykła rozpieszczać polskich obserwatorów. Życzę więc wszystkim, aby tego dnia niebo było bezchmurne i przypominam, że Leonidy są zjawiskami bardzo szybkimi (V_{∞} = 71 km/s) i wybiegającymi z radiantu o współrzędnych α = 153° i δ = +22°.



Rys. 3. Wykres zmian aktywności roju Leonidów w 1998 roku.

Wszystkich, których udało mi się zachęcić do obserwacji, mających dodatkowo ochotę dowiedzieć się więcej na temat obserwacji meteorów, zachęcam do kontaktu pod adresem:

Pracownia Komet i Meteorów
Arkadiusz Olech
ul. ks. T. Boguckiego 3/59
01-508 Warszawa

Byłbym bardzo wdzięczny za dołączenie znaczka pocztowego w cenie 1,50 zł.

Arkadiusz Olech

GRUPA „PULSAR" OBSERWUJE ZAĆMIENIE SŁOŃCA

Jako Wasza, Drodzy Czytelnicy, korespondentka pojechałam pełna zapału i nadziei na niezapomniane przeżycia do Szeged na Węgry obserwować całkowite zaćmienie Słońca. Skorzystałam z uprzejmości i zaproszenia organizującego ten wyjazd prezesa koła „Pulsar" Bartka Dąbrowskiego z CA UMK (pełna nazwa grupy to Towarzystwo Przyjaciół Planetarium i Obserwatorium Astronomicznego we Fromborku „Pulsar", które to zrzesza zainteresowaną astronomią młodzież z całego kraju). W organizacji wyprawy pomagali też młodzi ludzie ze Studenckiego Koła Astronomów z Uniwersytetu Wrocławskiego oraz wieloletni opiekun i przyjaciel Pulsarowców dr Marek Muciek.

Zabrali się też z nami pracownicy naszego toruńskiego planetarium oraz wprowadzający wiele emocji swoją aktywną (nie kojarzyć z natrętną...) działalnością dziennikarską redaktor lokalnej rozgłośni radiowej „PiK" (Polskie Radio Pomorza i Kujaw S.A.).

Zachęceni przez dane z „Uranii-PA 2'99" wybraliśmy Szeged jako miejsce leżące oczywiście w pasie całkowitego zaćmienia, z relatywnie długą fazą całkowitą (2:21) oraz bardzo dobrymi rokowaniami pogodowymi. Zdecydowaliśmy się nie jechać jak „wszyscy" nad Balaton (oj, bardzo tego potem żałowaliśmy!), aby łatwiej uniknąć tłumów.

Dojechaliśmy na miejsce po południu 10-go, zastając upał (38°) i piękną pogodę. Mimo sporego zmęczenia podróżą całe towarzystwo z zapałem zabrało się za stawianie namiotów oraz planowanie mających nastąpić nazajutrz niewątpliwie udanych obserwacji Słońca, a nasz kolega redaktor zaczął nadawać optymistyczne relacje do radia.

Pierwsze pomruki zbliżającej się burzy usłyszeliśmy ok. 11-tej wieczorem ... Lekki niepokój rozwiał się nam jednak wraz ze znikającymi chmurami. Będzie dobrze!

Nastroje zmieniły się na zdecydowanie nieciekawe o 6.45 rano 11-go, kiedy to burza obudziła nas grzmotami i ulewą. Kiedy o godzinie 9-tej nadal padało, większą część grupy ogarnęła panika. Przecież pierwszy kontakt za dwie i pół godziny!! Co robić? Padały różne propozycje – jechać natychmiast na północ, na zachód, nad Balaton (telewizja podaje, że tam pięknie!), do Rumunii, do Turcji (!) ... Ale niektórzy uczestnicy wyprawy gdzieś sobie poszli na śniadanie, są tacy, co jeszcze śpią (dziwni jacyś nienerwowi) — co zatem? W końcu, jak to bywa w takich sytuacjach, żadna zmieniająca plany decyzja nie zapadła (a kolega redaktor zaczął przekazywać na żywo wielce dramatycznie).

Szczęściem ok. 10-tej przestaje padać. Trochę uspokojeni wsiadamy o 11-tej do autobusu i jedziemy na zaplanowane miejsce, czyli za miasto, w okolice parku botanicznego i lokalnego obserwatorium. Część grupy nie wytrzymuje napięcia, odłącza się i postanawia zawracać. My idziemy dalej, szukając korzystnego, odosobnionego miejsca. Lokujemy się na ładnej łączce. Ludzie rozstawiają sprzęt. Chmury chodzą, ale prześwitów coraz więcej. Trudno, co będzie, to będzie, byle „złapać" fazę całkowitą.

Godzina 11.30. Jest pierwszy kontakt — początek zaćmienia, widoczność dobra.

Słonka ubywa, ale chmur, niestety, coraz więcej. Nerwowość narasta. Zostaje 20 minut, a tu nadchodzi wielka, paskudna, ciemna chmura. Smętne miny. Wiatr na górze jest dosyć spory, ale czy zdąży ją przewiać? Jakoś przeszła. Emocje jak w dobrym horrorze.

Ze Słońca zostaje cienki rogalik. Robi się wyraźnie zimniej, ściemnia się, dziwna cisza, tylko komary zaczynają kąsać. Jeszcze kilka minut.

Nerwowo zerkamy na zegarki. Nocne świerszcze intensywnie cykają. Ktoś zaczyna odliczać:

10, 9, 8, ... JEST! Mały błysk i KORONA! Widać ślicznie gołym okiem, ale szczęśliwi posiadacze choćby małej lornetki zachwycają się pięknymi, rubinowymi protuberancjami. Wszyscy krzyczą i cieszą się. Kolega reporter uprzedzał, ale zupełnie zapominamy, że na żywo słyszą nas w radiu tysiące ludzi. Ale w końcu po to jechaliśmy tak daleko, żeby to tak intensywnie przeżyć!

Kilkanaście sekund i... znowu chmura! Rozglądamy się dokoła — ciemno, ale horyzont rozjaśniony, fiolety i róże, trawa zaś dziwnie sinoniebieska. Fantazja!

Jeszcze dwa razy widać koronę w prześwitach, ale momentu wyjścia z fazy nie widzimy. Dopiero po chwili błysk, ale to świeci już znowu mały skrawek Słońca. Zatem KONIEC.

Czujemy ogromny niedosyt. Jak krótko! Odzywają się głosy: kiedy następne zaćmienie? Jedziemy koniecznie. Co to będzie? Zambia w 2001, Australia w 2002? Może być!

Oczywiście zupełnie złośliwie po kilku minutach niebo wypogadza się i możemy spokojnie już i leniwie obserwować zaćmienie do końca. Wracamy w sumie szczęśliwi do autobusu. Grupa młodzieży, która się odłączyła, była w końcu też w tej samej okolicy i widzieli to samo.

Wywołane szybko zdjęcia Słońca szły w mieście jak woda po 200 forintów ... Ostatnie (to na okładce) udało mi się od właściciela wyszarpać dla czytelników „Uranii". Niestety, bowiem miasto Szeged nie wysiliło się przy produkcji pamiątek, były tylko jakieś nieciekawe koszulki (i to mało), baloniki i śmieszne puszeczki z zaćmieniową ciemnością, które skrzętnie prawie wszyscy nabyliśmy.

Po powrocie do Torunia zaraz umówiliśmy się w planetarium, aby obejrzeć na video nagrane przez chłopaków filmy. Wszystko można przeżywać od nowa.

A ci, co zostali 11-go sierpnia w domu, niech żałują!

Barbara Gertner

Fot. M. Rafalska

Red.: *Zdjęcia z wyżej opisanej wyprawy prezentujemy na ostatniej stronie okładki*

Listopad

Słońce

Dni są coraz krótsze, co widać po momentach wschodu i zachodu Słońca w Warszawie:. Dnia 1 listopada wschodzi o 5^h30^m, zachodzi o 15^h08^m, a 30 listopada wschodzi o 6^h20^m, zachodzi o 14^h28^m. W dniu 15 listopada na tle tarczy Słońca znajdzie się Merkury, zjawisko to będzie jednak w Polsce niewidoczne.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h UT)

Data 1999	P [°]	B_0 [°]	L_0 [°]
XI 1	24,59	4,42	91,93
3	24,25	4,22	65,56
5	23,87	4,01	39,19
7	23,47	3,79	12,82
9	23,03	3,58	346,45
11	22,57	3,35	320,08
13	22,07	3,13	293,72
15	21,54	2,89	267,35
17	20,98	2,66	240,98
19	20,40	2,42	214,62
21	19,78	2,18	188,26
23	19,13	1,94	161,89
25	18,46	1,69	135,53
27	17,76	1,44	109,17
XI 29	17,04	1,19	82,81
XII 1	16,29	0,93	56,45

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;
B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;
$7^d23^h20^m$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°

Księżyc

Bezksiężycowe noce będziemy mieli w pierwszej połowie miesiąca, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: nów $8^d03^h53^m$, pierwsza kwadra $16^d09^h03^m$, pełnia $23^d07^h03^m$, ostatnia kwadra $29^d23^h19^m$.

W apogeum Księżyc znajdzie się 11 listopada o 5^h31^m, a w perygeum 23 listopada o 21^h58^m.

Planety i planetoidy

Pod koniec miesiąca nad ranem, nisko nad południowo-wschodnim horyzontem, możemy obserwować Merkurego jako obiekt 0^m. Na przełomie listopada i grudnia planeta na godzinę przed wschodem Słońca osiąga wysokość 9°. Przez teleskop możemy wtedy obserwować tarczę planety o średnicy 8" w fazie 0,5. Obserwatorzy znajdujący się w dniu 15 listopada na Oceanie Spokojnym, w Australii lub na zachodnich wybrzeżach Ameryki Północnej i Południowej, będą mieli także możliwość zaobserwowania Merkurego w koniunkcji dolnej ze Słońcem, w momencie jego przejścia na tle tarczy słonecznej.

Także nad ranem, lecz znacznie wyżej, możemy przez cały miesiąc obserwować Wenus jako „Gwiazdę Poranną" o jasności -4^m. Na początku świtu cywilnego (około godzinę przed wschodem Słońca) jej wysokość maleje od 31° na początku listopada do 25° pod koniec miesiąca. Przez teleskop możemy obserwować tarczę Wenus o średnicy około 20" w fazie zbliżonej do kwadry.

Marsa możemy odnaleźć wieczorem nisko nad południowo-zachodnim horyzontem. Wysokość planety rośnie w ciągu miesiąca od 10° do 14° (około 1.5^h po zachodzie Słońca). Niska jej jasność (zaledwie 1^m) oraz mała średnica tarczy (zaledwie 6") przy tak niekorzystnym położeniu na niebie nie zachęcają do obserwacji.

Przez całą noc możemy obserwować Jowisza świecącego na tle gwiazdozbioru Ryb jako „gwiazda" -3^m. Tarcza planety o średnicy 50" umożliwia obserwację układów chmur już przez niewielki sprzęt amatorski.

Na lewo od Jowisza, na granicy gwiazdozbiorów Wieloryba i Barana widoczny jest Saturn. Planeta osiągnie jasność 0^m, przy średnicy tarczy blisko 20".

Wieczorem na południu można próbować obserwować Urana i Neptuna stosunkowo nisko nad horyzontem, jako „gwiazdy" o jasnościach odpowiednio $5,7^m$ i $7,9^m$. Warunki obserwacji planet w ciągu miesiąca pogarszają się.

Pluton znajduje się na niebie zbyt blisko Słońca i jest niewidoczny.

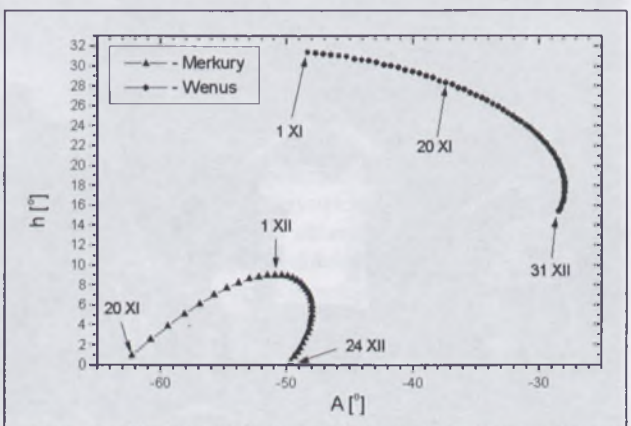
W listopadzie możemy także obserwować w pobliżu opozycji jasne planetoidy:

(2) Pallas, (jasność 8.2^m). 7 XI: $7^h59,9^m$, –21°32'; 17 XI: $8^h07,7^m$, –23°46'; 27 XI: $8^h13,1^m$, –25°50'.

(6) Hebe, (jasność 8.3^m). 7 XI: $5^h37.2^m$, –0°55'; 17 XI: $5^h31,9^m$, –1°33'; 27 XI: $5^h23,8^m$, –1°46'.

Meteory

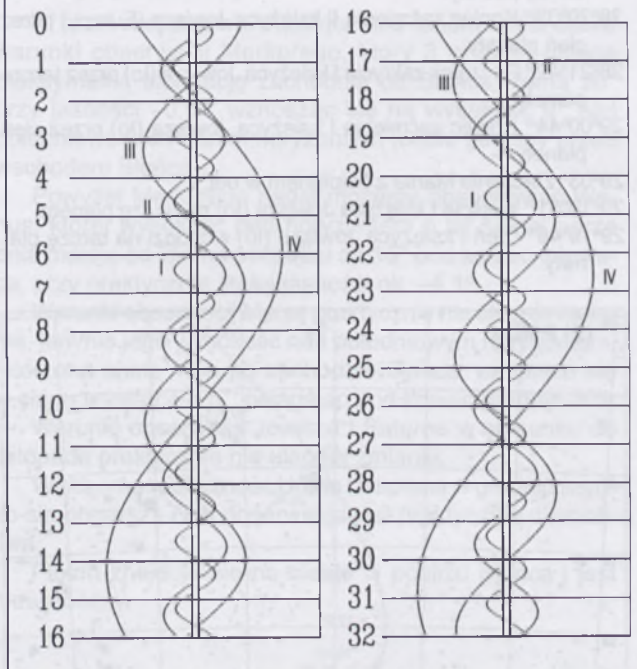
Od 14 do 21 listopada promieniują meteory z roju Leonidów, związanego z kometą Tempel-Tuttle. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Lwa i ma współrzędne: $\alpha = 10^h08^m$, $\delta = +22°$. Maksimum aktywności przypada 18 listopada. W związku z niedawnym powrotem macierzystej komety możliwa jest zwiększona aktywność roju. Porannym obserwacjom meteorów nie będzie już przeszkadzał Księżyc w pobliżu pierwszej kwadry.



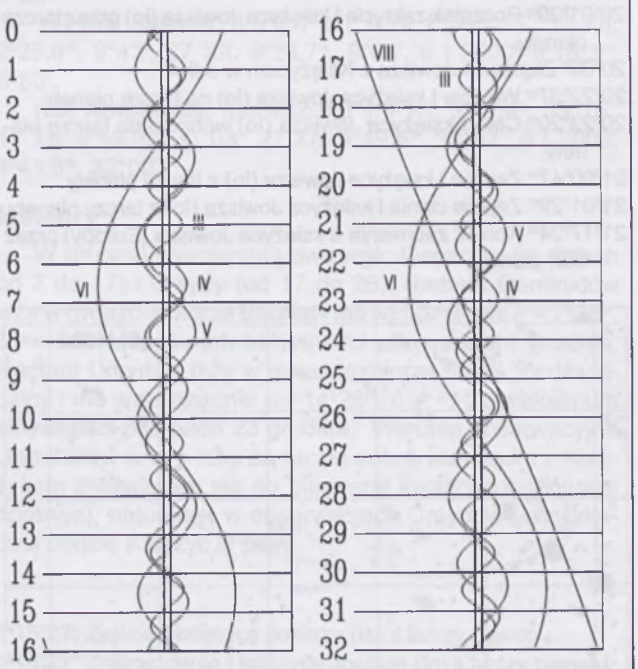
Rys. 1. Merkury i Wenus nad wschodnim horyzontem (w Warszawie) na początku świtu cywilnego w listopadzie i grudniu 1999 (około godziny przed wschodem Słońca).

***

$2^d01^h44^m$ Wejście II księżyca Jowisza (Europy) na tarczę planety.
$2^d02^h14^m$ Cień II księżyca Jowisza (Europy) wchodzi na tarczę planety.
3^d09^h Złączenie Wenus z Księżycem w odl. 3°.
$3^d19^h49^m$ Początek zakrycia II księżyca Jowisza (Europy) przez tarczę planety.
$3^d22^h49^m$ Koniec zaćmienia II księżyca Jowisza (Europy) przez cień planety.
$4^d03^h34^m$ Początek zakrycia I księżyca Jowisza (Io) przez tarczę planety.
$5^d00^h24^m$ Wejście III księżyca Jowisza (Ganimedesa) na tarczę planety.
$5^d00^h41^m$ Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
$5^d01^h01^m$ Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
$5^d01^h47^m$ Cień III księżyca Jowisza (Ganimedesa) wchodzi na tarczę planety.
$5^d02^h13^m$ Zejście III księżyca Jowisza (Ganimedesa) z tarczy planety.
$5^d02^h50^m$ Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$5^d03^h10^m$ Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$5^d03^h28^m$ Zejście cienia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) z tarczy planety.
$5^d15^h32^m$ Cień II księżyca Jowisza (Europy) wchodzi na tarczę planety.
$5^d17^h14^m$ Zejście II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
$5^d17^h54^m$ Zejście cienia II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
$5^d22^h00^m$ Początek zakrycia I księżyca Jowisza (Io) przez tarczę planety.
6^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.
$6^d00^h29^m$ Koniec zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.
6^d14^h Saturn w opozycji ze Słońcem.
$6^d19^h07^m$ Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
$6^d19^h29^m$ Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
$6^d21^h16^m$ Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$6^d21^h38^m$ Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$7^d16^h25^m$ Początek zakrycia I księżyca Jowisza (Io) przez tarczę planety.
$7^d18^h58^m$ Koniec zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.
$8^d15^h42^m$ Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$8^d16^h07^m$ Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$8^d17^h24^m$ Koniec zaćmienia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) przez cień planety.
9^d09^h Złączenie Merkurego z Księżycem w odl. 7°.
$10^d22^h05^m$ Początek zakrycia II księżyca Jowisza (Europy) przez tarczę planety.
$11^d01^h27^m$ Koniec zaćmienia II księżyca Jowisza (Europy) przez cień planety.
$12^d02^h25^m$ Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
$12^d02^h56^m$ Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
$12^d17^h05^m$ Wejście II księżyca Jowisza (Europy) na tarczę planety.
$12^d18^h08^m$ Cień II księżyca Jowisza (Europy) wchodzi na tarczę planety.
$12^d19^h29^m$ Zejście II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
$12^d20^h30^m$ Zejście cienia II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
$12^d23^h44^m$ Początek zakrycia I księżyca Jowisza (Io) przez tarczę planety.
$13^d02^h24^m$ Koniec zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.
13^d09^h Złączenie Marsa z Księżycem w odl. 3°.
$13^d20^h52^m$ Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
$13^d21^h25^m$ Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.

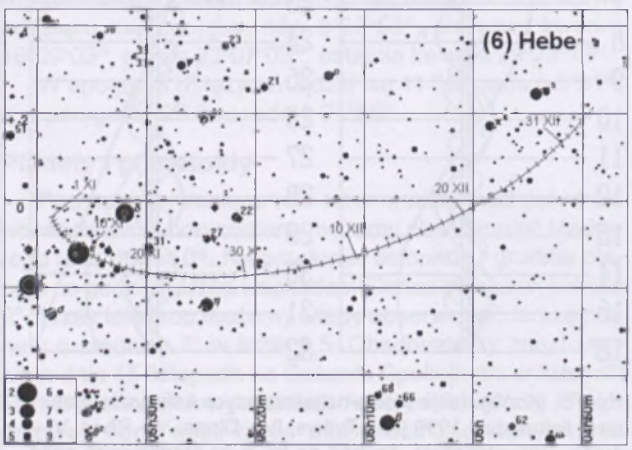


Rys. 2. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w listopadzie 1999 (I – Io, II – Europa, III – Ganimedes, IV – Callisto). Przerwa w trasie księżyca oznacza przebywanie satelity w cieniu planety. Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo.

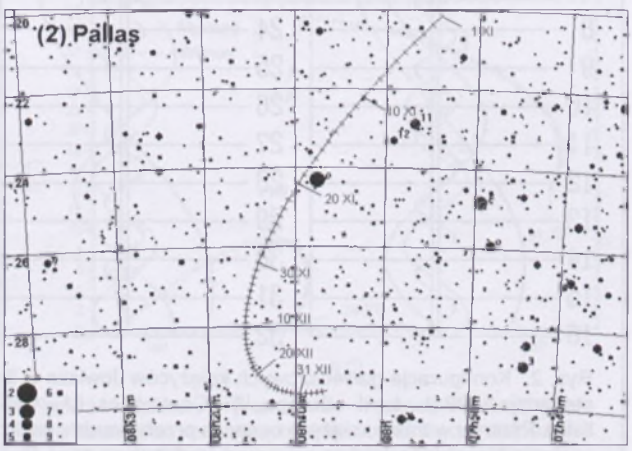


Rys. 3. Konfiguracja pięciu najjaśniejszych księżyców Saturna w listopadzie 1999 (III – Tethys, IV – Dione, V – Rhea, VI – Tytan, VIII – Iapetus). Zachód na lewo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na prawo.

$13^d23^h01^m$ Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$13^d23^h34^m$ Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
14^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.
14^d09^h Złączenie Neptuna z Księżycem w odl. 0,2°.
$14^d18^h10^m$ Początek zakrycia I księżyca Jowisza (Io) przez tarczę planety.
$14^d20^h53^m$ Koniec zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.
15^d09^h Złączenie Urana z Księżycem w odl. 0,1°.
$15^d15^h17^m$ Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
$15^d15^h53^m$ Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
$15^d17^h11^m$ Początek zakrycia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) przez tarczę planety.
$15^d17^h27^m$ Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$15^d18^h02^m$ Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$15^d19^h08^m$ Księżyc III (Ganimedes) wyłania się zza tarczy Jowisza.
$15^d19^h41^m$ Początek zaćmienia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) przez cień planety.
$15^d21^h15^m$–22^h06^m Przejście Merkurego na tle tarczy Słońca, widoczne na obszarze Oceanu Spokojnego, Australii oraz z zachodnich wybrzeży Ameryki Północnej i Południowej.
$15^d21^h25^m$ Koniec zaćmienia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) przez cień planety.
15^d22^h Merkury w koniunkcji dolnej ze Słońcem.
$16^d15^h21^m$ Koniec zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.
$18^d00^h21^m$ Początek zakrycia II księżyca Jowisza (Europy) przez tarczę planety.
$19^d19^h22^m$ Wejście II księżyca Jowisza (Europy) na tarczę planety.
$19^d20^h44^m$ Cień II księżyca Jowisza (Europy) wchodzi na tarczę planety.
$19^d21^h46^m$ Zejście II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
$19^d23^h07^m$ Zejście cienia II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
$20^d01^h29^m$ Początek zakrycia I księżyca Jowisza (Io) przez tarczę planety.
20^d09^h Złączenie Jowisza z Księżycem w odl. 4°.
$20^d22^h37^m$ Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
$20^d23^h20^m$ Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
$21^d00^h47^m$ Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$21^d01^h29^m$ Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$21^d17^h24^m$ Koniec zaćmienia II księżyca Jowisza (Europy) przez cień planety.
$21^d19^h55^m$ Początek zakrycia I księżyca Jowisza (Io) przez tarczę planety.
$21^d22^h48^m$ Koniec zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.
22^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.
22^d09^h Złączenie Saturna z Księżycem w odl. 3°.
$22^d17^h04^m$ Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
$22^d17^h49^m$ Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
$22^d18^h25^m$ Słońce wstępuje w znak Strzelca, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 240°.
$22^d19^h13^m$ Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$22^d19^h58^m$ Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$22^d20^h32^m$ Początek zakrycia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) przez tarczę planety.
$22^d22^h34^m$ Księżyc III (Ganimedes) wyłania się zza tarczy Jowisza.
$22^d23^h43^m$ Początek zaćmienia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) przez cień planety.
$23^d01^h29^m$ Koniec zaćmienia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) przez cień planety.
$23^d17^h16^m$ Koniec zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.
$25^d00^h15^m$ Merkury nieruchomy w rektascensji.
$26^d15^h36^m$ Zejście cienia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) z tarczy planety.
$26^d21^h39^m$ Wejście II księżyca Jowisza (Europy) na tarczę planety.
$26^d23^h20^m$ Cień II księżyca Jowisza (Europy) wchodzi na tarczę planety.
$27^d00^h05^m$ Zejście II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
$27^d01^h43^m$ Zejście cienia II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
$28^d00^h24^m$ Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
$28^d01^h16^m$ Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
$28^d15^h51^m$ Początek zakrycia II księżyca Jowisza (Europy) przez tarczę planety.
$28^d20^h03^m$ Koniec zaćmienia II księżyca Jowisza (Europy) przez cień planety.
$28^d21^h42^m$ Początek zakrycia I księżyca Jowisza (Io) przez tarczę planety.
$29^d00^h44^m$ Koniec zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.
29^d03^h Złączenie Marsa z Neptunem w odl. 2°.
$29^d18^h51^m$ Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
$29^d19^h45^m$ Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.



Rys. 4. Trasa planetoidy (6) Hebe na tle gwiazd gwiazdozbioru Oriona w listopadzie i grudniu 1999 (zaznaczone gwiazdy do $9{,}0^m$).



Rys. 5. Trasa planetoidy (2) Pallas na tle gwiazd gwiazdozbioru Rufy w listopadzie i grudniu 1999 (zaznaczone gwiazdy do $9{,}0^m$).

$29^d21^h01^m$ Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$29^d21^h54^m$ Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$29^d23^h57^m$ Początek zakrycia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) przez tarczę planety.
30^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.
$30^d15^h01^m$ Zejście cienia II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
$30^d16^h09^m$ Początek zakrycia I księżyca Jowisza (Io) przez tarczę planety.
$30^d19^h12^m$ Koniec zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.

Grudzień

Słońce

Słońce w swym ruchu rocznym po ekliptyce zmierza w kierunku punktu przesilenia zimowego i 22 grudnia osiąga najniższy punkt ekliptyki pod równikiem niebieskim, wstępując w znak Koziorożca, rozpoczynając astronomiczną zimę. Dni są nadal coraz krótsze. W Warszawie 1 grudnia Słońce wschodzi o 6^h22^m, zachodzi o 14^h27^m, 22 grudnia wschodzi o 6^h43^m, zachodzi o 14^h25^m, a 31 grudnia wschodzi o 6^h45^m, ale zachodzi o 14^h32^m.

Księżyc

Bezksiężycowe noce będziemy mieli w pierwszej połowie grudnia, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: nów $7^d22^h32^m$, pierwsza kwadra $16^d00^h50^m$, pełnia $22^d17^h31^m$, ostatnia kwadra $29^d14^h04^m$. W apogeum Księżyc znajdzie się $8^d11^h03^m$, a w perygeum $22^d10^h56^m$.

Planety i planetoidy

W pierwszej połowie miesiąca nad ranem nadal dobre warunki obserwacji Merkurego, który 3 grudnia osiąga maksymalną elongację zachodnią od Słońca równą 20° przy jasności $-0{,}5^m$, wznosząc się na wysokość 9° nad południowo-wschodnim horyzontem (około godziny przed wschodem Słońca).

Powyżej Merkurego nadal możemy obserwować Wenus, której wysokość nad horyzontem o tej samej porze dnia maleje od 25° na początku do 15° pod koniec miesiąca, przy praktycznie stałej jasności ok. $-4{,}1^m$.

Warunki obserwacji Marsa praktycznie nie ulegają zmianie, jedynie jego wysokość nad południowym horyzontem, mierzona około 1.5h po zachodzie Słońca, zwiększa się w ciągu miesiąca o 5°, osiągając pod koniec grudnia 20°.

Warunki obserwacji Jowisza i Saturna w stosunku do listopada praktycznie nie ulegają zmianie.

Wieczorna widoczność Urana i Neptuna w grudniu szybko się pogarsza i ich obserwacja jest praktycznie niemożliwa.

Pluton znajduje się na niebie w pobliżu Słońca i jest niewidoczny.

W grudniu możemy obserwować w pobliżu opozycji jasne planetoidy:

(2) Pallas, (jasność 7.6^m). 7 XII: $8^h15{,}6^m$, –27°36'; 17 XII: $8^h15{,}0^m$, –28°56'; 27 XII: $8^h11{,}6^m$, –29°38', 6 I 2000: $8^h05{,}5^m$, –29°34'.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h czasu UT)

Data 1999	P [°]	B_0 [°]	L_0 [°]
XII 1	16,29	0,93	56,45
3	15,51	0,68	30,09
5	14,71	0,42	3,74
7	13,89	0,17	337,38
9	13,05	–0,09	311,03
11	12,19	–0,34	284,68
13	11,31	–0,60	258,33
15	10,42	–0,86	231,98
17	9,51	–1,11	205,63
19	8,59	–1,36	179,28
21	7,65	–1,61	152,93
23	6,71	–1,86	126,58
25	5,76	–2,11	100,24
27	4,80	–2,36	73,89
29	3,83	–2,60	47,55
XII 31	2,86	–2,84	21,21
2000 I 2	1,89	–3,07	354,86

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;
B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;
$5^d06^h49^m$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

(6) Hebe (jasność $8{,}3^m$). 7 XII: $5^h13{,}9^m$, –1°27'; 17 XII: $5^h03{,}8^m$, –0°37'; 27 XII: $4^h54{,}9^m$, 0°41', 6 I 2000: $4^h48{,}5^m$, 2°20'.

(7) Iris, (jasność $8{,}6^m$). 7 XII: $9^h24{,}1^m$, 10°35'; 17 XII: $9^h25{,}6^m$, 9°43'; 27 XII: $9^h23{,}7^m$, 9°08', 6 I 2000: $9^h18{,}3^m$, 8°50'.

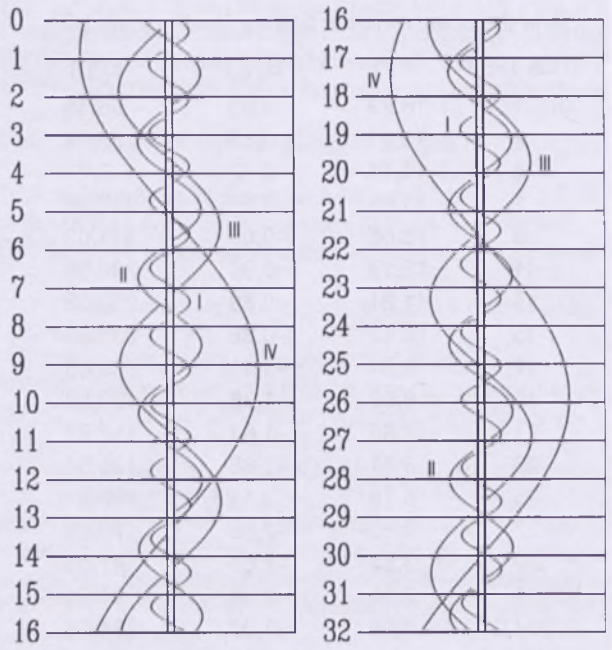
(29) Amphitrite, (jasność $8{,}9^m$). 7 XII: $5^h11{,}4^m$, 33°15'; 17 XII: $4^h59{,}9^m$, 33°03'; 27 XII: $4^h49{,}6^m$, 32°37', 6 I 2000: $4^h41{,}8^m$, 32°02'.

Meteory

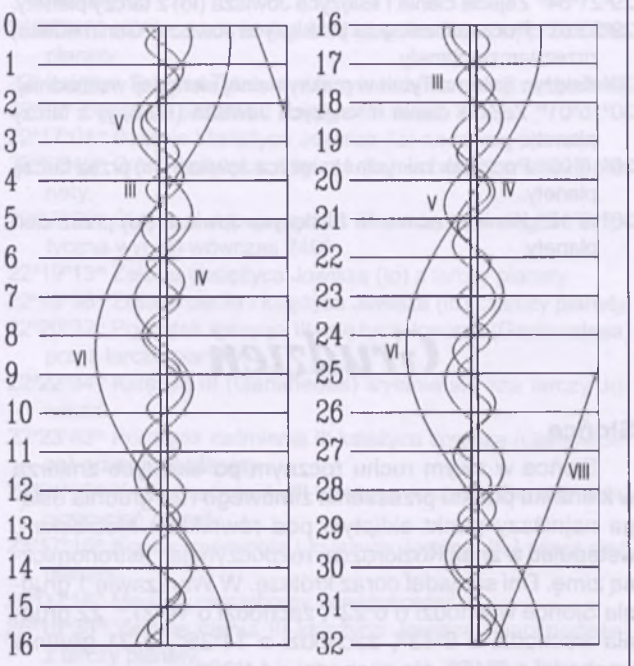
W grudniu promieniują dwa roje: Geminidy (w dniach od 7 do 17) i Ursydy (od 17 do 26). Radiant Geminidów leży w gwiazdozbiorze Bliźniąt i ma współrzędne $\alpha = 7^h28^m$, $\delta = +33°$, maksimum aktywności przypada 14 grudnia. Radiant Ursydów leży w gwiazdozbiorze Małej Niedźwiedzicy i ma współrzędne: $\alpha = 14^h28^m$, $\delta = +75°$, maksimum aktywności przypada 23 grudnia. Warunki obserwacyjne Geminidów w tym roku są raczej dobre w związku z Księżycem zbliżającym się do pierwszej kwadry (obserwacje poranne), natomiast w obserwacjach Ursydów przeszkadzał będzie Księżyc w pełni.

***

$1^d15^h27^m$ Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$1^d16^h23^m$ Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
3^d00^h Pluton w koniunkcji ze Słońcem.
3^d01^h Merkury w maksymalnej elongacji zachodniej od Słońca w odl.20°23'.
$3^d15^h54^m$ Zejście III księżyca Jowisza (Ganimedesa) z tarczy planety.



Rys. 6. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w grudniu 1999 (I – Io, II – Europa, III – Ganimedes, IV – Callisto). Przerwa w trasie księżyca oznacza przebywanie satelity w cieniu planety. Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo.



Rys. 7. Konfiguracja pięciu najjaśniejszych księżyców Saturna w grudniu 1999 (III – Tethys, IV – Dione, V – Rhea, VI – Tytan, VIII – Iapetus). Zachód na lewo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na prawo.

$3^d17^h51^m$ Cień III księżyca Jowisza (Ganimedesa) wchodzi na tarczę planety.
$3^d19^h38^m$ Zejście cienia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) z tarczy planety.
3^d21^h Złączenie Wenus z Księżycem w odl. 3°.
$3^d23^h59^m$ Wejście II księżyca Jowisza (Europy) na tarczę planety.
$5^d18^h13^m$ Początek zakrycia II księżyca Jowisza (Europy) przez tarczę planety.
$5^d22^h42^m$ Koniec zaćmienia II księżyca Jowisza (Europy) przez cień planety.
$5^d23^h29^m$ Początek zakrycia I księżyca Jowisza (Io) przez tarczę planety.
6^d01^h Złączenie Merkurego z Księżycem w odl. 3°.
$6^d20^h39^m$ Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
$6^d21^h41^m$ Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
$6^d22^h49^m$ Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$6^d23^h50^m$ Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$7^d15^h14^m$ Cień II księżyca Jowisza (Europy) wchodzi na tarczę planety.
$7^d15^h37^m$ Zejście II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
$7^d17^h37^m$ Zejście cienia II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
$7^d17^h57^m$ Początek zakrycia I księżyca Jowisza (Io) przez tarczę planety.
$7^d21^h08^m$ Koniec zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.
8^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.
$8^d15^h06^m$ Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
$8^d16^h10^m$ Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
$8^d17^h16^m$ Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$8^d18^h19^m$ Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$9^d15^h37^m$ Koniec zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.
$10^d17^h19^m$ Wejście III księżyca Jowisza (Ganimedesa) na tarczę planety.
$10^d19^h30^m$ Zejście III księżyca Jowisza (Ganimedesa) z tarczy planety.
$10^d21^h52^m$ Cień III księżyca Jowisza (Ganimedesa) wchodzi na tarczę planety.
$10^d23^h42^m$ Zejście cienia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) z tarczy planety.
11^d22^h Złączenie Neptuna z Księżycem w odl. 0,1°.
12^d19^h Złączenie Marsa z Księżycem w odl. 1°.
$12^d20^h37^m$ Początek zakrycia II księżyca Jowisza (Europy) przez tarczę planety.
12^d21^h Złączenie Urana z Księżycem w odl. 0,2°.
$13^d22^h28^m$ Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
$13^d23^h36^m$ Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
$14^d00^h38^m$ Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
14^d11^h Złączenie Marsa z Uranem w odl. 1°.
$14^d15^h33^m$ Wejście II księżyca Jowisza (Europy) na tarczę planety.
$14^d17^h50^m$ Cień II księżyca Jowisza (Europy) wchodzi na tarczę planety.
$14^d18^h01^m$ Zejście II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
$14^d19^h45^m$ Początek zakrycia I księżyca Jowisza (Io) przez tarczę planety.
$14^d20^h13^m$ Zejście cienia II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
$14^d23^h02^m$ Koniec zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.
$15^d16^h55^m$ Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
$15^d18^h05^m$ Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
$15^d19^h06^m$ Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$15^d20^h15^m$ Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
16^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.
$16^d14^h40^m$ Koniec zaćmienia II księżyca Jowisza (Europy) przez cień planety.

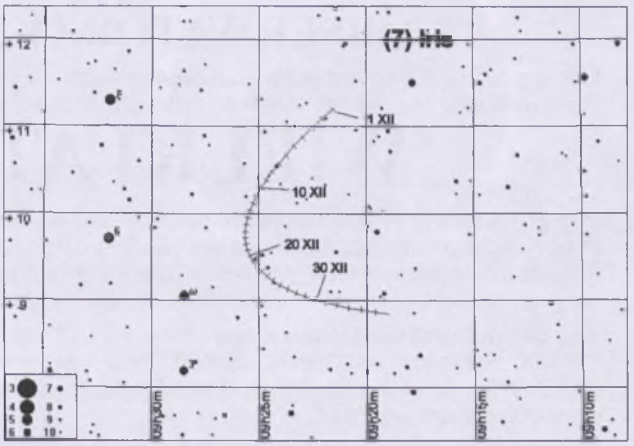
16^{d}17^{h}32^m Koniec zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.
17^{d}14^{h}43^m Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
17^{d}20^{h}56^m Wejście III księżyca Jowisza (Ganimedesa) na tarczę planety.
17^{d}23^{h}10^m Zejście III księżyca Jowisza (Ganimedesa) z tarczy planety.
18^{d}06^h Złączenie Jowisza z Księżycem w odl. 4°.
19^{d}09^h Złączenie Saturna z Księżycem w odl. 3°.
19^{d}23^{h}05^m Początek zakrycia II księżyca Jowisza (Europy) przez tarczę planety.
21^{d}00^{h}19^m Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
21^{d}04^{h}43^m Jowisz nieruchomy w rektascensji.
21^{d}15^{h}46^m Początek zaćmienia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) przez cień planety.
21^{d}17^{h}41^m Koniec zaćmienia IIi księżyca Jowisza (Ganimedesa) przez cień planety.
21^{d}17^{h}59^m Wejście II księżyca Jowisza (Europy) na tarczę planety.
21^{d}20^{h}26^m Cień II księżyca Jowisza (Europy) wchodzi na tarczę planety.
21^{d}20^{h}28^m Zejście II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
21^{d}21^{h}36^m Początek zakrycia I księżyca Jowisza (Io) przez tarczę planety.
21^{d}22^{h}50^m Zejście cienia II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
22^{d}07^{h}43.8^m Słońce wstępuje w znak Koziorożca, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 270°; rozpoczyna się zima astronomiczna.
22^{d}18^{h}46^m Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
22^{d}20^{h}01^m Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
22^{d}20^{h}57^m Zejście i księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
22^{d}22^{h}10^m Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
23^{d}14^{h}50^m Księżyc II (Europa) wyłania się zza tarczy Jowisza.
23^{d}14^{h}53^m Początek zaćmienia II księżyca Jowisza (Europy) przez cień planety.
23^{d}16^{h}04^m Początek zakrycia I księżyca Jowisza (Io) przez tarczę planety.
23^{d}17^{h}19^m Koniec zaćmienia II księżyca Jowisza (Europy) przez cień planety.
23^{d}19^{h}27^m Koniec zaćmienia i księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.
24^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.
24^{d}15^{h}25^m Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
24^{d}16^{h}39^m Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
28^{d}16^{h}44^m Księżyc III (Ganimedes) wyłania się zza tarczy Jowisza.
28^{d}19^{h}46^m Początek zaćmienia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) przez cień planety.
28^{d}20^{h}28^m Wejście II księżyca Jowisza (Europy) na tarczę planety.
28^{d}21^{h}43^m Koniec zaćmienia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) przez cień planety.
28^{d}22^{h}56^m Zejście II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
28^{d}23^{h}01^m Cień II księżyca Jowisza (Europy) wchodzi na tarczę planety.
28^{d}23^{h}27^m Początek zakrycia I księżyca Jowisza (Io) przez tarczę planety.
29^{d}20^{h}38^m Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
29^{d}21^{h}57^m Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
29^{d}22^{h}49^m Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
30^{d}14^{h}51^m Początek zakrycia II księżyca Jowisza (Europy) przez tarczę planety.
30^{d}17^{h}22^m Księżyc Ii (Europa) wyłania się zza tarczy Jowisza.
30^{d}17^{h}32^m Początek zaćmienia II księżyca Jowisza (Europy) przez cień planety.
30^{d}17^{h}56^m Początek zakrycia I księżyca Jowisza (Io) przez tarczę planety.
30^{d}19^{h}59^m Koniec zaćmienia II księżyca Jowisza (Europy) przez cień planety.
30^{d}21^{h}23^m Koniec zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.
31^{d}15^{h}07^m Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
31^{d}16^{h}26^m Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
31^{d}17^{h}18^m Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
31^{d}18^{h}36^m Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.

UWAGA: *Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie uniwersalnym UT (Greenwich).*

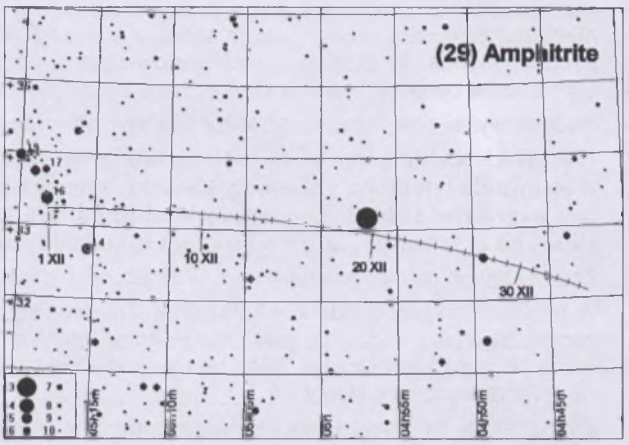
Aby otrzymać datę w obowiązującym w listopadzie i grudniu w Polsce „czasie zimowym", należy dodać 1 godzinę.

Momenty złączeń podane są dla geocentrycznych złączeń w rektascensji. Podane są ***wszystkie*** *złączenia, nie tylko widoczne w Polsce.*

Opracował T. Ściężor



Rys. 8. Trasa planetoidy (7) Iris na tle gwiazd gwiazdozbioru Lwa w grudniu 1999 (zaznaczone gwiazdy do 10,0^m).

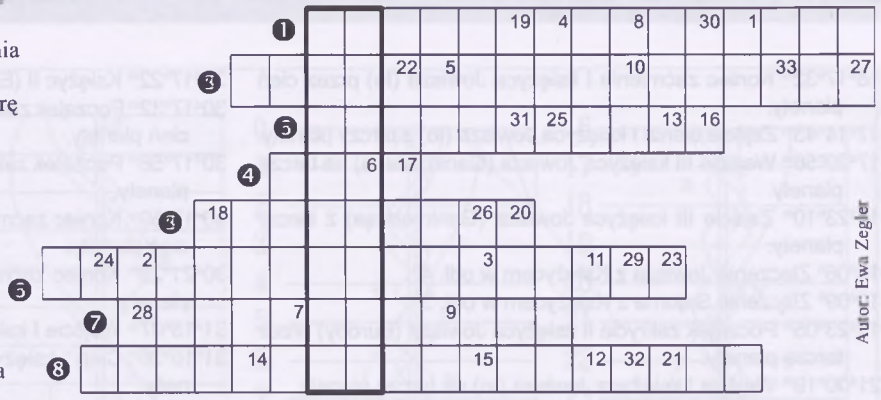


Rys. 9. Trasa planetoidy (29) Amphitrite na tle gwiazd gwiazdozbioru Woźnicy w grudniu 1999 (zaznaczone gwiazdy do 10,0^m).

KRZYŻÓWKA

1. Przyrząd do pomiaru rozkładu natężenia promieniowania w widmie
2. Odpowiedzialny za wysoką temperaturę na Wenus
3. Grupa planetoid nazwana imionami bohaterów „Iliady"
4. Zdjęcie wykonane przez tego satelitę mogliśmy podziwiać na okładce Uranii-PA 1/99
5. α Oriona
6. Odkryte przez Penziasa i Wilsona
7. Gromada drugiego rzędu
8. Zmienna typu widmowego Ap, mająca silne pole magnetyczne

Rozwiązaniem krzyżówki jest termin astronomiczny (litery w dwóch wyróżnionych kolumnach czytane kolejno poziomo) oraz jego wyjaśnienie, którego treść tworzą litery z pól ponumerowanych od 1 do 33.



Autor: Ewa Zegler

Rozwiązania prosimy przysyłać na adres redakcji do końca października br. W losowaniu nagród biorą udział tylko rozwiązania zaopatrzone w kupon umieszczony na marginesie tej strony. Rozwiązaniem krzyżówki z numeru 3/99 było hasło (sentencja Galileusza): „Kto patrzy wyżej, ten wyższymi wyróżnia się zaletami". Nagrody książkowe wylosowali: Anna Rahn z Minikowa i Radosław Macuski z Wrocławia. Gratulujemy, nagrody prześlemy pocztą.

KONKURS

Czy znasz Układ Słoneczny?

Uff... Konkurs nareszcie zakończony. Superznawcami Układu Słonecznego okazali się trzej panowie: **Ariel Majcher**, **Tadeusz Maliszewski** i **Artur Pilarczyk**. Więcej szczegółów podamy w następnym zeszycie *Uranii-PA*. Na razie podajemy tylko odpowiedzi do siódmej części zamieszczonej w *Uranii-PA* 3/99: 1) Neptun; 2) Hyperion; 3) Ziemia; 4) Uran.

OGŁOSZENIE

OBSERWATORZY NOCNEGO NIEBA!

Macie możliwość nabycia jednego z największych na świecie drukowanego atlasu nieba po bardzo konkurencyjnej w stosunku do analogicznych wydawnictw zachodnich cenie.

WIELKI ATLAS NIEBA

to m.in. **14 tabel:** 172 najjaśniejsze gwiazdy, 267 gwiazd o największym ruchu własnym, 173 najbliższe gwiazdy, 1946 gwiazd zmiennych, 5218 składników układów podwójnych i wielokrotnych, 1396 galaktyk, 345 gromad otwartych, 126 gromad kulistych, 110 dyfuzyjnych mgławic emisyjnych, 101 mgławic refleksyjnych, 124 mgławice planetarne, pozostałości supernowych, gwiazdozbiory, precesja

oraz **592 mapy szczegółowe nieba:** format A4, obszar każdej z map 7°,5 × 10°, 1.053.118 gwiazd, w tym ponad 170.000 słabszych od 11 mag, 26.000 gwiazd zmiennych, w tym ponad 5.800 posiadających oznaczenia wg OKPZ i NSV, 25.000 składników układów podwójnych i wielokrotnych, 2209 galaktyk, gromad i mgławic, opisy dla ok. 9.000 gwiazd wg YBSC

Atlas można nabyć w systemie wysyłkowym prowadzonym przez wydawcę. Atlas w oprawie miękkiej szyty, kosztuje 120 zł. Atlas w oprawie twardej z dołączoną folią do odczytywania współrzędnych kosztuje 135 zł. W przypadku zamówienia pod jeden adres kilku egzemplarzy cena za drugi i każdy następny egzemplarz jest o 10 zł niższa.

Dla osób użytkujących system operacyjny Microsoft Windows 95/98/NT jest w przygotowaniu pakiet trzech programów, których zadaniem jest wyliczanie dokładnej efemerydy planet, Księżyca, a także efemeryd dla 7315 planetoid. Można je zakupić wraz z atlasem w cenie 8 zł za każdy z nich. W przypadku zakupu samych programów ich cena wynosi 10 zł. Kupując kilka egzemplarzy atlasu i jednocześnie kupując programy, należy zakupić taki sam zestaw oprogramowania dla każdego egzemplarza.

Podane wyżej ceny obejmują koszty przesyłki pocztowej i, w przypadku programów, nośnika – dyskietki 3.5".

UWAGA! Każde zamówienie atlasu lub programów w okresie od 1.8.1999 do 31.12.1999 bierze udział w losowaniu teleskopu o średnicy 150 mm, montażu paralaktycznym i powiększeniach od 30× do 500×. Wartość nagrody – 1800 zł. Szansa na wylosowanie teleskopu jest proporcjonalna do kwoty zamówienia – każda złotówka to jeden los, który w styczniu roku 2000 może okazać się szczęśliwym.

Zamówieniem jest wpłata na konto: Piotr Brych, PKO BP, IX o.Warszawa, nr konta: 10201097-619736-270-41

W miejscu na korespondencję należy wyraźnie napisać nazwisko i adres zamawiającego, ilość zamawianych egzemplarzy atlasu, rodzaj oprawy i nazwy zamawianych programów. Przydatny może się okazać numer telefonu lub adres poczty elektronicznej. Atlas będzie wysyłany do zamawiającego natychmiast po potwierdzeniu przez bank wpłynięcia stosownej kwoty.

Zapoznaj się z próbkami map zamieszczonymi w internecie: www.if.pw.edu.pl/~brych/atlas.html

Jeśli masz jakieś pytania, pisz na adres: Piotr Brych, ul. Stalowa 26/20, 03-426 Warszawa albo brych@if.pw.edu.pl lub zadwoń: 022-6180813, 068-3204352, 0501221572

Galeria Uranii

W pierwszym tygodniu po zaćmieniu z 11 sierpnia do redakcji *Uranii-PA* dotarło dość sporo zdjęć tego wspaniałego zjawiska. Kilka dostaliśmy w postaci elektronicznej łącznie z informacjami o zdjęciach zamieszczonych na internetowych witrynach ich autorów.

Poniżej montaż komputerowy ośmiu oddzielnych zdjęć o różnych czasach naświetlania (od 1/250 do 1 sekundy) wykonany przez Łukasza Kanclerskiego z Łodzi. Ogniskowa obiektywu 900 mm. Film Kodak Royal Gold 25. Miejsce zrobienia zdjęć: Tihany, Węgry.

Panowie Roman Fangor i Marek Zawilski zarejestrowali całą wyprawę na Węgry i przebieg całkowitego zaćmienia na filmie wideo (przeszło 6 godzin nagrań!). Efektowne zdjęcie korony słonecznej poniżej to jedno z wielu, jakie wykonał p. Fangor.

Po prawej trzy zdjęcia autorstwa Sebastiana Soberskiego (sprzęt jak w przypadku zdjęcia na okładce) z pięknie widocznymi protuberancjami.

Ponieważ sporo zdjęć dotarło do redakcji po zamknięciu tego numeru, postaramy się opublikować najciekawsze z nich w następnym zeszycie *Uranii-PA*. Wszystkim autorom dziękujemy i gratulujemy udanych zdjęć.

Drugi kontakt

Środek zaćmienia

Trzeci kontakt

Prezentowane tu zdjęcia wykonane zostały w ramach wyprawy grupy „Pulsar" do Szeged, której opis znajdą Czytelnicy na stronie 233. Zdjęcia zaćmionego Słońca wykonał Szymon Kozłowski z Zielonej Góry aparatem Zenit 12XP z obiektywem f=540 mm na filmie 200 ASA. Czasy ekspozycji wynosiły odpowiednio 1/500 s dla Słońca przed całkowitym zakryciem i 1/30 s dla korony słonecznej. Zdjęcie grupy obserwatorów wykonała Małgorzata Rafalska.

Urania

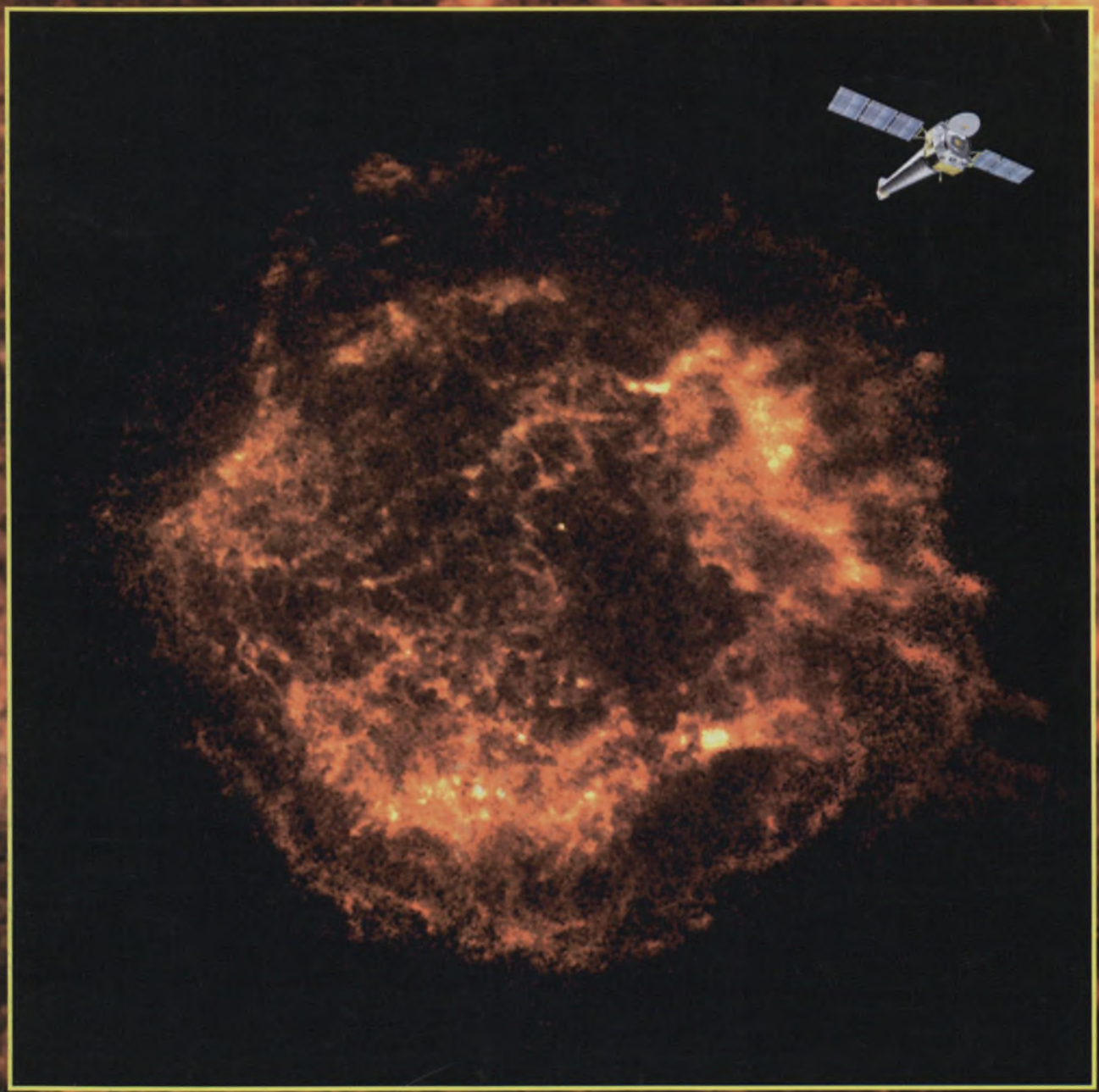
Postępy Astronomii

6/1999 (684)

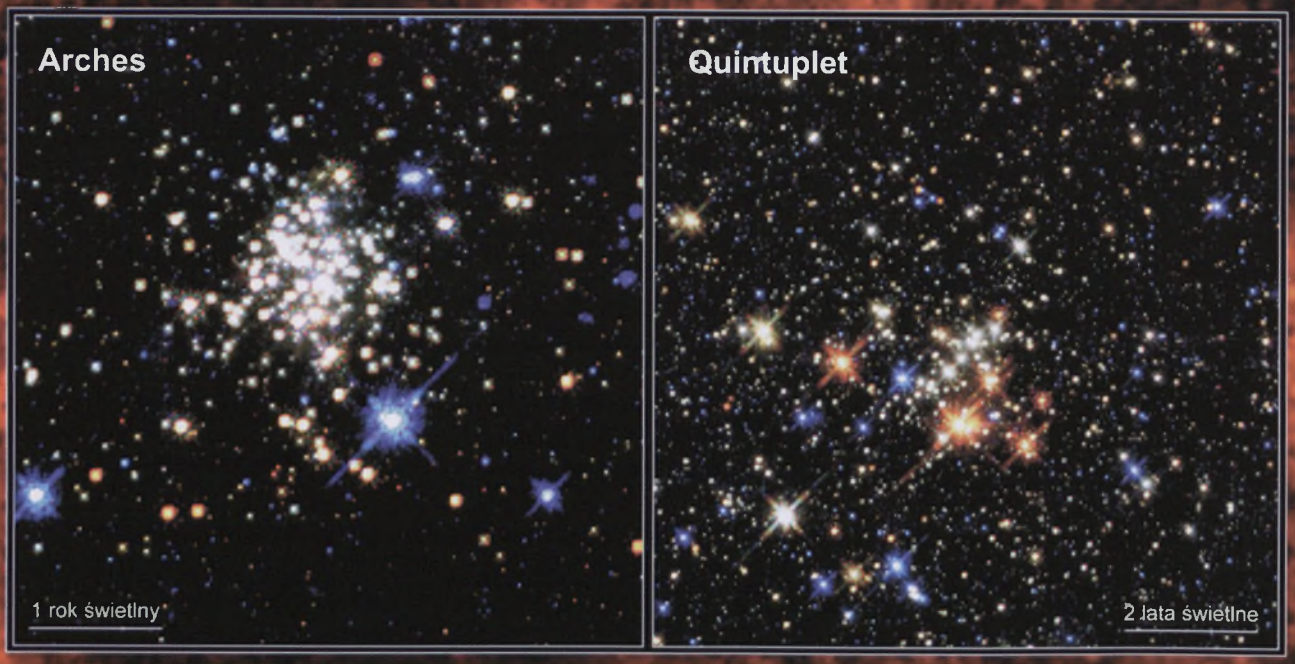
tom LXX

listopad—grudzień

- Zagadka błysków gamma – odkrycie
- Gwiazdy na cenzurowanym
- Badania ruchu obrotowego Ziemi
- Mgławica Oriona (rozkładówka)



Skupiska supergwiazd w centrum Galaktyki



Do albumu gwiezdnych „dziwów" dołączyły niedawno, dzięki instrumentowi NICMOS orbitalnego teleskopu Hubble'a, gromady gwiazd nazwane Arches i Quintuplet. Rezydują one w odległości jakichś 100 lat świetlnych od środka naszej Galaktyki. Swoimi właściwościami potwierdzają to, co już uprzednio głosiła teoria: wysokoenergetyczne warunki okolic centrum Drogi Mlecznej faworyzują powstawanie masywnych gwiazd. I faktycznie — obie gromady zawierają nadzwyczaj dużo gwiezdnych „grubasów", o masach 20-krotnie, a nawet i więcej przekraczających masę Słońca. Sama gromada Arches skupia w sobie 10 procent najcięższych znanych w Galaktyce gwiazd! Nic dziwnego zatem, że obie gromady stanowią najmasywniejsze spośród znanych skupisk młodych gwiazd w Galaktyce — każda zawiera w sobie ekwiwalent około 10 tysięcy Słońc. Warto podać jeszcze kilka liczb odnośnie obu gromad, by choć trochę uzmysłowić sobie ich potęgę. Gromada Arches ma 2 miliony lat, Quintuplet dwa razy więcej. Starsza gromada jest bardziej rozproszona i ma gwiazdy na granicy wybuchu jako supernowe, jak choćby Gwiazda Rewolwerowa — najjaśniejsza gwiazda Galaktyki. Arches jest bardziej zwarta; co więcej, jest tak gęsta, że ponad 100 tysięcy jej gwiazd zmieściłoby się w sferze o promieniu równym odległości Słońca od najbliższej sąsiadki — Proximy Centauri, odległej o 4,3 lata świetlne. Tylko jedna na 10 milionów gwiazd w Drodze Mlecznej jest tak jasna, jak nawet nie te najjaśniejsze spośród składników gromady Arches. Żywot obu gromad nie będzie jednak zbyt długi — za jakieś parę milionów lat siły pływowe penetrujące centrum Galaktyki rozerwą je na strzępy. (*mag*)

Skupisko astronomów w Olsztynie

Tego zdjęcia oczywiście nie wykonano przy pomocy teleskopu kosmicznego. W dniach 13–16 września br. w Olsztynie miał miejsce XXIX Zjazd Polskiego Towarzystwa Astronomicznego. Relację z tego wydarzenia prezentujemy na str. 272. Na zdjęciu grupa uczestników Zjazdu na tle Olsztyńskiego Obserwatorium Astronomicznego. Fot. *Janusz Liżewski*

Szanowni i Drodzy Czytelnicy,

To już ostatni zeszyt „Uranii-Postępów Astronomii" noszący datę roku 1999. Następny zeszyt będzie należał do rocznika 2000. Czy z tego powodu jest to jakiś specjalny zeszyt? Chyba nie. Jak zwykle staramy się Wam, Drodzy Czytelnicy, przybliżyć piękno nieba i pomóc zrozumieć zachodzące na nim i w jego głębinach zjawiska. I to stosownie do bieżącego postępu nauki o ciałach niebieskich, ale również z jakąś refleksją na kanwie tych badań i ludzi, którzy je prowadzili.

W cyklu artykułów Tomasza Bulika i Pawła Lipszyca z Warszawy pragniemy przybliżyć Wam problem niedawno poznanych błysków w promieniowaniu gamma. Zaczynamy oczywiście od historii odkrycia i tajemnicy tego niezwykłego zjawiska, które poznajemy dopiero od niespełna 30 lat.

Krzysztof Rochowicz z Torunia omawia zmiany, jakie nastąpiły w znajomości fundamentalnych parametrów, takich jak średnice, odległości, ruchy, moce promieniowania, wielkiej ilości gwiazd na skutek bogatego żniwa kilkuletniej pracy satelity imieniem Hipparcos. To zadziwiające, jak wielkiej zmiany dokonał ten niewielki satelita w naszej wiedzy o gwiazdach!

Pani Barbara Kołaczek z Centrum Badań Kosmicznych opisuje stuletnie zmagania uczonych z ruchem obrotowym naszej Matki Ziemi. W następnym artykule, ta sama Autorka przybliży nam współczesne problemy naukowe i praktyczne badań tego zjawiska.

W „Rozmaitościach" donosimy m.in. o nowych misjach kosmicznych, o 80-leciu Międzynarodowej Unii Astronomicznej, o bliznach Europy, satelity Jowisza. Dajemy sprawozdanie ze zjazdu Astronomów w Olsztynie i informację o PTMA. Piszemy o złych wydawnictwach astronomicznych i propozycji otwarcia działu „Oślej łączki" dla takich wydawnictw. Publikujemy nieznane zdjęcia z Obserwatorium Wileńskiego, wykonane przez profesora Tadeusza Banachiewicza w roku 1934, a odnalezione przez Jerzego Kreinera.

W „Astronomii w Szkole", Juliusz Domański z Torunia przypomina, że Wszechświat jest jednym wielkim i niezwykłym laboratorium fizycznym, a w „Elementarzu Uranii" Karolina Zmitrowicz z Kostrzynia pisze o wielkoskalowej strukturze Wszechświata. Jest to cz. I referatu, którym Karolina, wówczas uczennica III klasy liceum, zajęła 2 miejsce na tegorocznym Ogólnopolskim Młodzieżowym Seminarium Astronomicznym w Grudziądzu. Część drugą opublikujemy w następnym zeszycie „Uranii-Postępów Astronomii". „Galeria mgławic" tym razem poświęcona jest mgławicom M42 i M43 w Orionie.

W „In memoriam", wspomnieniem pióra Jana Mietełskiego (obecnego Prezesa PTMA), żegnamy profesora Romana Janiczka, byłego Prezesa PTMA i budowniczego Planetarium Śląskiego w Chorzowie.

Miło nam donieść, że na wrześniowym Zjeździe Polskiego Towarzystwa Astronomicznego w Olsztynie nasze czasopismo zostało wysoko ocenione i to zarówno pod względem szaty graficznej, jak i treści merytorycznych (patrz str. 272). Taka ocena nie tylko cieszy, ale i zobowiązuje, co przy nowych obowiązkach Waszego Redaktora Naczelnego, nakłada większe obowiązki na Zespół Redakcyjny.

Pani Barbara Gertner przez kilka lat prowadziła nasz dział prenumeraty i dystrybucji. Obecnie zmieniła pracę i nie będzie mogła z nami w takim charakterze współpracować. Dziękujemy Jej za wkład jaki wniosła w sukcesy naszego pisma. Jej obowiązki przejmuje Wiesław Skórzyński, znany Państwu z „Poradnika Obserwatora".

Tegoroczne zaćmienie Słońca przyniosło tak obfity plon obserwacyjny, że postanowiliśmy wydać specjalny, zaćmieniowy, zeszyt „Uranii". W tej sprawie prezentujemy na str. 242 odpowiednie „ogłoszenie". Chcielibyśmy, aby ten zeszyt stanowił specjalny prezent bożonarodzeniowy dla naszych prenumeratorów, a jednocześnie służył reklamie naszego pisma.

Życzę Państwu pożytecznej i przyjemnej lektury

Andrzej Woszczyk

Toruń, w październiku 1999 roku

BIBLIOTEKA UNIWERSYTECKA w Toruniu

Szanowny Panie Prezesie, w związku z dyskusją na Walnym Zebraniu PTA na temat „Certyfikatu dobrej książki", chciałbym zaproponować, aby wprowadzić na łamy „Uranii-Postępów Astronomii" stały dział zatytułowany „Ośla Łączka" i systematycznie i bezlitośnie piętnować w nim co „lepsze okazy radosnej twórczości wydawniczej". Proponowałbym też ustanowienie corocznej nagrody i dyplomu „Oślej Łączki" piętnującej najgorszą chałę wydawniczą danego roku.

Myślę, że po roku–dwóch takiej prowdzonej systematycznie i konsekwentnie działalności — wydawcy zauważyliby, iż w trybach ich maszyn wydawniczych zaczyna coś „zgrzytać". A ponieważ, jak to zauważył Marks (ale nie niżej podpisany, lecz niejaki Karol), „motywem działalności kapitalisty (wydawcy) jest zysk", więc żaden szanujący się wydawca nie mógłby przejść obojętnie obok tego, że ktoś prowadzi antyreklamę ich wspaniałej działalności.

Z poważaniem

Andrzej Marks
Warszawa

***Red.** Pomysł chwytamy! Dziękujemy Jego Autorowi. Prosimy PT Czytelników o zgłaszanie swoich kandydatów na tę łączkę.*

Tu może być reklama Twojej Firmy!

Nasz cennik jest następujący:
cała strona kolorowa: 1000.00 zł
cała strona czarno-biała: 400.00 zł
Przy mniejszych formatach dla stron czarno-białych:
1/2 str.: 300.00 zł
1/4 str.: 200.00 zł
1/8 str.: 100.00 zł — ten rozmiar traktujemy jako najmniejszy „moduł". Podobnie jest ze stroną kolorową.
Istnieje możliwość negocjowania warunków.

Zapraszamy na nasze łamy!

Szanowna Redakcjo,

jestem w posiadaniu oprawionych w twardą okładkę roczników czasopisma URANIA, których wykaz podaję poniżej. Ponieważ astronomia nie leży w kręgu moich zainteresowań, proszę Redakcję o kontakt z osobą lub instytucją, której mogłabym odsprzedać ww. roczniki: 1954, od 1960 do 1994 oraz 1996 i 1997.

Posiadam również nr 10 z października 1925 roku oraz nr 11 z listopada 1956 roku.

Prócz tego jeszcze niemieckie wydanie URANII nr 1 z 1975 roku oraz nr 6 z 1977 roku.

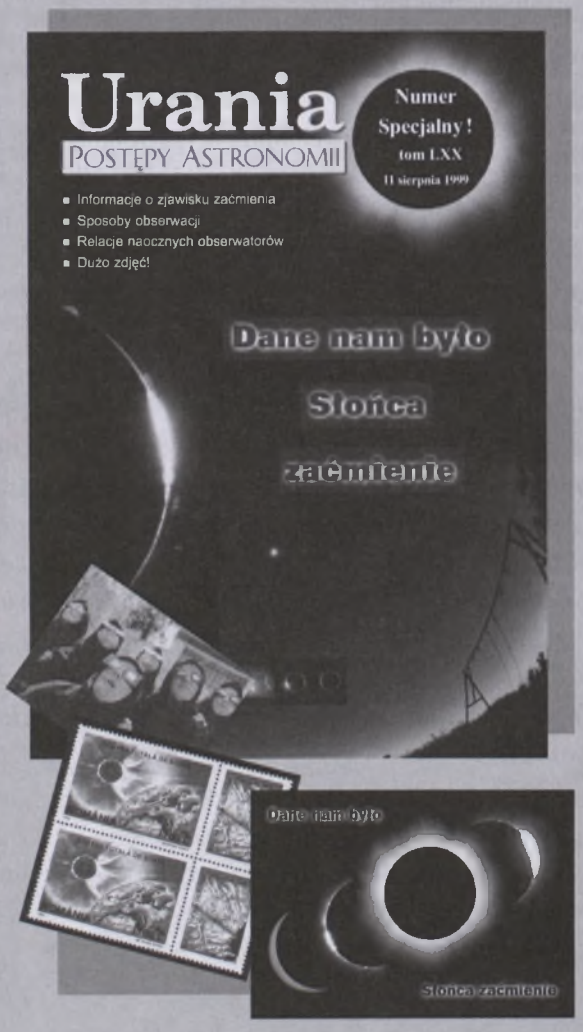
Liczę na pomoc w rozwiązaniu mego problemu i z góry dziękuję za przychylność.

Z poważaniem

Paulina Ziółkowska
A.Pokoju 7 m 17
42-207 Częstochowa
tel. 32-31-451

Drodzy Czytelnicy Uranii-PA!

Mamy nadzieję, że miłą niespodzianką dla prenumeratorów naszego pisma będzie specjalne wydanie „Uranii-PA" poświęcone w całości całkowitemu zaćmieniu Słońca, które było wielkim spektaklem astronomicznym bieżącego roku. Ten specjalny, zaćmieniowy zeszyt Uranii-PA powstał na bazie licznych relacji i zdjęć nadesłanych do Redakcji przez naszych Czytelników. Powinien dotrzeć on do tych z Państwa, którzy opłacą prenumeratę na rok 2000 do 15 grudnia br., w jednej przesyłce wraz z zeszytem U-PA 1/2000. Tymczasem, do bieżącego numeru, załączamy mały upominek w postaci okolicznościowej pocztówki zaprojektowanej przez naszego redakcyjnego kolegę Jacka Drążkowskiego.



Kupię...
Sprzedam...
Zamienię...
Nawiążę kontakt...

Nawiążę kontakt z miłośnikami astronomii w celu wymiany doświadczeń. Moją pasją jest obserwacja meteorów i gwiazd (zmienne, podwójne, zakrycia etc.). W przyszłości zamierzam zająć się astrofotografią.
Kontakt: Łukasz Mikuć (18), ul. Marusarzówny 19/28, 44-335 Jastrzębie Zdrój

W tej rubryce zamieszczamy bezpłatne ogłoszenia naszych Czytelników (do 250 znaków)

Urania
POSTĘPY ASTRONOMII

(PL ISSN 0032-5414/ 0042-07-94)

Dwumiesięcznik poświęcony upowszechnianiu wiedzy astronomicznej. Czasopismo powstałe poprzez połączenie się **„Uranii"** — dotychczasowego miesięcznika PTMA, ukazującego się od 1922 roku i **„Postępów Astronomii"** — dotychczasowego kwartalnika PTA, wychodzącego od 1953 roku. Patronat: Polskie Towarzystwo Astronomiczne i Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii. Zachowana zostaje dotychczasowa numeracja „Uranii". Pismo jest częściowo finansowane przez KBN i Komitet Astronomii PAN.

Redaktor Naczelny:
Andrzej Woszczyk, CA UMK Toruń

Zespół Redakcyjny:
Marek Gołębiewski, CA UMK Toruń
Magdalena Kożuchowska, CAMK W-wa
Krzysztof Rochowicz, CA UMK Toruń
Roman Schreiber, CAMK Toruń

Opracowanie graficzne i skład komputerowy:
Jacek Drążkowski

Korekta:
Bożena Wyrzykowska

Adres Redakcji:
Uniwersytet M.Kopernika
ul.Chopina 12/18
87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 52, 611 34 50
fax. (0-56) 62 19 381

Poczta elektroniczna (E-mail adress):
aw@astri.uni.torun.pl

Adres WWW:
http://urania.camk.edu.pl

Druk:
Zakład Poligraficzno-Wydawniczy
POZKAL, Inowrocław

Dystrybucja:
Wiesław Skórzyński, CA UMK,
ul. Gagarina 11, 87-100 TORUŃ
tel. (0-56) 611 30 63
E-mail: urania@astri.uni.torun.pl

Prenumerata w roku 1999 kosztuje 36 zł. Można również zamawiać pojedyncze zeszyty w cenie 7,50 zł.

Numer zamknięto w październiku 1999

*** Materiałów nie zamówionych Redakcja nie zwraca, a wykorzystując zastrzega sobie prawo do ich redagowania i skracania * Przedruk materiałów i zdjęć tylko za zgodą Redakcji. * Opinie i poglądy formułowane przez Redakcję i Autorów nie reprezentują oficjalnego stanowiska obu patronujących nam Towarzystw ***

Materiały dotyczące wyników obserwacji teleskopu kosmicznego Hubble'a uzyskano dzięki uprzejmości doktora F. Duccio Macchetto, przedstawiciela Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA) w *Space Telescope Science Institute* w Baltimore (USA)

W NUMERZE

244 ***Zagadka błysków gamma. Cz. I – odkrycie***
Tomasz Bulik, Paweł Lipszyc
Zjawiska błysków gamma odkryto ponad 30 lat temu, lecz dopiero lata dziewięćdziesiąte przyniosły znaczny postęp w ich rozumieniu. Prezentowany tekst to swoiste podsumowanie wysiłków naukowców, przedstawienie prób i propozycji, jakie przedłożono w tym czasie.

248 ***Sto lat monitorowania i badania ruchu obrotowego Ziemi***
Barbara Kołaczek
W tym roku mija sto lat od rozpoczęcia permanentnego monitorowania ruchu bieguna. Artykuł przedstawia w części pierwszej rys historyczny monitorowania ruchu bieguna i czasu uniwersalnego oraz omawia najważniejsze aspekty ich zmian w części drugiej.

254 ***Gwiazdy na cenzurowanym, czyli astrometria na przełomie tysiącleci***
Krzysztof Rochowicz
Mało kto uświadamia sobie, jak wielką rolę w badaniach astrometrycznych odegrał niewielki satelita Hipparcos, który przez 4 lata skrupulatnie mierzył pozycje milionów gwiazd. Zdaniem autora tego tekstu, możemy mówić wręcz o rewolucji.

teleskop kosmiczny Hubble'a obserwuje: *Zderzenia galaktyk (wkł.I)*

rozmaitości: *Nowe projekty sond Merkurego (268); 80 lat Międzynarodowej Unii Astronomicznej (270); Zagadka europejskich blizn rozwiązana? (274)*

w kraju: *XXIX Zjazd Polskiego Towarzystwa Astronomicznego (272); Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii informuje (273)*

260 ***z historii polskiej astronomii:*** *Nieznane fotografie Obserwatorium Wileńskiego*

263 ***galeria Mgławic Messiera:*** *Mgławica Oriona (M42–M43)*

265 ***poradnik obserwatora:*** *Fuji Super G 800*

266 ***elementarz Uranii:*** *Struktura Wszechświata*

275 *Rozstrzygnięcie konkursu „Czy znasz Układ Słoneczny?"*

276 ***in memoriam:*** *Roman Karol Janiczek (1910–1999)*

279 ***recenzje:*** *Kilka „drobnych" błędów (T.A. Heppenheimer, „Podbój Kosmosu")*

280 ***astronomia w szkole:*** *Niezwykłe laboratorium*

282 ***kalendarz astronomiczny 2000:*** *styczeń — luty*

288 ***konkurs:*** *Kto to powiedział o Koperniku?*

288 ***ciekawe adresy internetowe***

galeria Uranii-PA: *Planety*

NA OKŁADCE

Cas A w promieniowaniu rentgenowskim. Obraz uzyskany 23 sierpnia 1999 przez satelitarne Obserwatorium Promieniowania X „Chandra". Cassiopea A jest rozszerzającą się pozostałością po eksplozji supernowej ok. roku 1680. Ekspandująca z szybkością kilku tysięcy km/s materia zderza się z okolicznym gazem i ogrzewa go do temperatury ok. 50 milionów kelwinów, powodując obserwowane promieniowanie X. Obiekt znajduje się w odległości ok. 10 tys. lat świetlnych i ma obecnie rozmiar ok. 10 lat świetlnych.

Tomasz Bulik
Paweł Lipszyc

Zagadka błysków gamma

część I

ODKRYCIE

Współczesna astronomia jest nauką rozwijającą się bardzo dynamicznie i istnieje wiele problemów, z jakimi astronomowie starają się uporać. Jednym z nich jest pochodzenie i natura błysków gamma. Te zjawiska odkryto ponad 30 lat temu, lecz dopiero lata dziewięćdziesiąte przyniosły znaczny postęp w ich rozumieniu. Stąd pomysł podsumowania wysiłków naukowców, przedstawienia prób i propozycji, jakie przedstawiono w tym czasie. Historia, jaką chcemy państwu przedstawić w cyklu artykułów pt. Zagadka Błysków Gamma, to dzieje zmagań naukowców, a także dobra ilustracja procesów naukowych stawiania hipotez i ich weryfikacji. Rozpoczynamy ten cykl od opowieści o ich odkryciu.

Wstęp

W roku 1958, kiedy w Genewie prowadzone były negocjacje w sprawie Porozumienia o Zakazie Prób Jądrowych (Nuclear Test Ban Treaty) pomiędzy Związkiem Radzieckim a Stanami Zjednoczonymi, astronomowie zajmowali się obserwacjami za pomocą tradycyjnych teleskopów. Teleskop tradycyjny to teleskop optyczny, który zbiera o Wszechświecie informacje, jakie można znaleźć w świetle widzialnym. W tym samym czasie, kiedy Związek Radziecki zdobył technologię jądrową, a oba mocarstwa groźnie potrząsały nuklearną szablą, rozpoczęły się pierwsze nieśmiałe próby rozbrojenia. Jednym z kroków na tej drodze były prowadzone w tym czasie w Genewie rozmowy o zaprzestaniu prób nuklearnych.

Największą przeszkodą, na jaką napotykały te rozmowy, była wzajemna nieufność, którą (prawdopodobnie słusznie) darzyły się obie strony. W szczególności nie wchodziło w rachubę pozwolenie, aby którakolwiek ze stron wpuściła na swoje terytorium obserwatorów lub zezwoliła na loty samolotów drugiej strony nad swoim terytorium czy też w inny bezpośredni sposób zezwoliła na weryfikację porozumienia. Były to też czasy pierwszych prób rakietowych (Sputnik 1, wystrzelony 4 października 1957 był pierwszym sztucznym satelitą Ziemi), toteż istniała obawa, że ładunki jądrowe mogą zostać wyniesione w przestrzeń kosmiczną i tam testowane.

Wybuchy jądrowe

W jaki sposób można sprawdzić, czy gdzieś przeprowadzono wybuch jądrowy? Na Ziemi, z bliskiej odległości, na jaką nikomu nie radzilibyśmy się zbliżać, widać grzyb, falę uderzeniową i termiczną... Ponadto, w rejonie wybuchu pojawia się pył radioaktywny. Wszystko to ma miejsce w rejonie bliskim eksplozji, w odległości nie przekraczającej stu kilometrów. Ponieważ w pobliżu poligonów nie można było umieścić ani obserwatorów, ani stacji monitorujących, postanowiono szukać innych metod obserwacji. Większe próby nuklearne wywołują małe trzęsienia Ziemi, które można wykryć za pomocą sejsmografów z odległości nawet nieco większej niż sto kilometrów. Jak jednak zbadać, czy przeprowadzono próbę nuklearną poza atmosferą?

W czasie wybuchu jądrowego pięćdziesiąt procent energii wydzielane jest w promieniach rentgena, a mniej niż jeden procent przechodzi w promienie gamma. Można by więc monitorować próby jądrowe, przyglądając się natężeniu promieniowania rentgena i gamma. Z tego względu strona amerykańska zaproponowała, aby zezwolić na monitorowanie prób jądrowych z kosmosu. Propozycję tę przyjęto początkowo bardzo niechętnie, lecz po pewnym czasie Rosjanie wyrazili zgodę, chociaż byli przekonani, że monitorowaniu będzie towarzyszyć działalność szpiegowska. Misję stworzenia systemu satelitów monitorujących powie-

rzono lotnictwu amerykańskiemu i Laboratorium Los Alamos, gdzie znajdował się również jeden z ośrodków amerykańskiego programu nuklearnego. Programem realizowanym w Los Alamos zajmowali się między innymi Ray Klebesadel i Stirling Colgate. Zaproponowano wyniesienie na orbitę serii satelitów, obłożonych detektorami promieni rentgena i gamma. Już w roku 1960 przeprowadzono pierwsze testy takich detektorów, uwieszonych w konsolach balonów stratosferycznych, jakie są używane przez meteorologów. Próby te wypadły korzystnie, choć nie obyło się bez przygód. Jeden z balonów zniszczył podczas lądowania magazyn zboża w stanie Kansas, inny zaś wylądował w centrum miasteczka w Newadzie, budząc zdumienie jego mieszkańców.

Satelity Vela

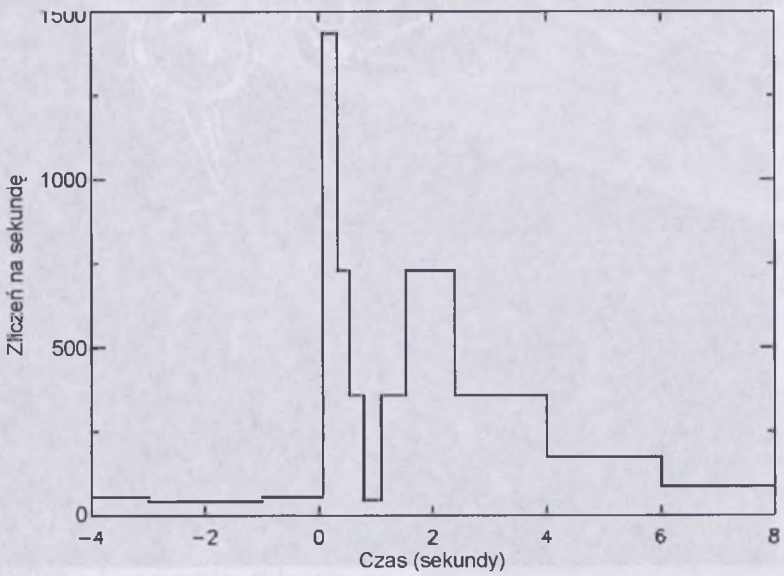
Próby balonowe zakończono w 1961 roku, wtedy też przystąpiono do opracowywania i konstruowania satelitów. Pierwsze dwa były gotowe już w roku 1963, a w październiku tego roku wyniesiono na orbitę satelity Vela-1 i Vela-2. Były to stosunkowo proste urządzenia w kształcie dwunastościanów, z detektorami promieni rentgena i gamma na każdym boku. Satelity miały poszukiwać błysków w promieniach rentgena, jakie pojawiają się w czasie wybuchu jądrowego, jednocześnie wypatrując błysku w promieniach gamma. W Los Alamos podejrzewano, że ZSSR może przeprowadzać próby nuklearne po niewidocznej stronie Księżyca. Księżyc stanowiłby wówczas zasłonę nie przepuszczającą promieni rentgena i gamma. Po takim wybuchu pozostałaby jednak rozszerzająca się radioaktywna otoczka, która musiałaby się wyłonić spoza obrębu Księżyca. Promieniowanie gamma takiej otoczki zostałoby wówczas wykryte przez detektory, w które zaopatrzono satelity serii Vela. Umieszczono je na stosunkowo wysokich kołowych orbitach o promieniu 120 000 kilometrów po przeciwnych stronach Ziemi (promień Ziemi wynosi 6700 kilometrów, a odległość od Ziemi do Księżyca 380 000 kilometrów). Taka orbita została wybrana po to, aby móc stale monitorować całą powierzchnię Ziemi. Wkrótce wysłano kolejne satelity Vela-3 i Vela-4, wyposażone w koła reakcyjne. Koła reakcyjne nie są jak można by się spodziewać, klubami osób o prawicowo-konserwatywnych poglądach, lecz urządzeniami pozwalającymi zmienić ustawienie satelity. Ich działanie jest bardzo podobne, jeśli chodzi o samą zasadę, do sposobu, jakiego używa kot, aby zawsze upaść na cztery łapy. Poprzez zmianę kształtu — ruch ogonem i całym tułowiem, a w przypadku satelity obroty niesymetrycznych kół — można ustawić obiekt w dowolnym, z góry zadanym położeniu. Satelity Vela bez przerwy przekazywały na Ziemię ciąg danych o promieniowaniu tła rentgenowskiego i gamma. Wśród tego szumu raz po raz pojawiały się błyski. Wkrótce wystrzelono kolejne serie satelitów serii Vela 4a i b oraz Vela 5a i b, wyposażone w ulepszone zegary mierzące czas uniwersalny, a w 1969 roku wystrzelono satelity Vela 6a i b. W końcu lat sześćdziesiątych Ray Klebesadel rozpoczął systematyczną analizę danych z satelitów Vela w poszukiwaniu jednoczesnych błysków, mając nadzieję na znalezienie zjawisk astronomicznych.

Pierwszy błysk gamma

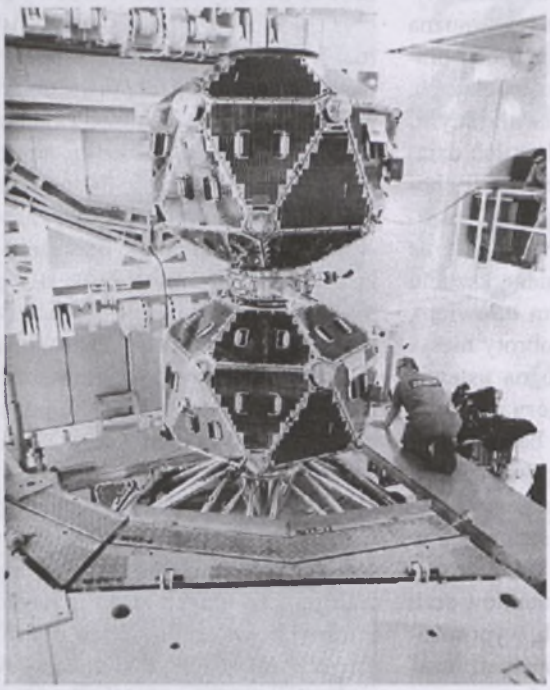
Latem 1969 Ray Klebesadel wraz ze współpracownikami, przeglądając zapis archiwalny, znaleźli bardzo ciekawy fragment danych z 2 lipca 1967 roku. Tego dnia satelity Vela 4a i b oraz ciągle jeszcze funkcjonujący Vela 3 zaobserwowały kilkusekundowy rozbłysk promieni gamma. W czasie tego rozbłysku strumień nagle wzrósł, po około sekundzie opadł prawie do zera, po czym pojawił się znowu i zaniknął w ciągu następnych kilku sekund (patrz rys. 1). Większość fotonów, czyli cząstek światła zaobserwowanych w błysku, miała energię powyżej 300 keV (kiloelektronowoltów). Dla porównania energia cząstek światła widzialnego wynosi kilka elektronowoltów. Tego typu zachowanie w czasie nie było podobne do sygnału, jakiego można by się spodziewać w wyniku wybuchu nuklearnego, trwało bowiem za długo. Doktor Klebesadel sprawdził, czy w tym czasie, to jest 2 lipca 1967 r., astronomowie nie zarejestrowali jeszcze innych zjawisk astronomicznych. Okazało się, że nie miał miejsca ani rozbłysk słoneczny, ani wybuch supernowej. Niestety, konstrukcja satelitów Vela 3 oraz Vela 4a i b nie pozwalała na lokalizację zaobserwowanego kilkusekundowego rozbłysku na niebie.

Lokalizacja błysków na niebie

W 1969 roku, gdy dokonano tego odkrycia, satelity Vela-5 znajdowały się już na orbicie. Były one wyposażone w trzycentymetrowe detektory promieni gamma, zdolne wychwytywać promieniowanie o energii od 300 do 1300 keV. Ponadto miały na pokładzie zegary, które pracowały z dokładnością 1/64 sekundy. Dzisiaj, kiedy za



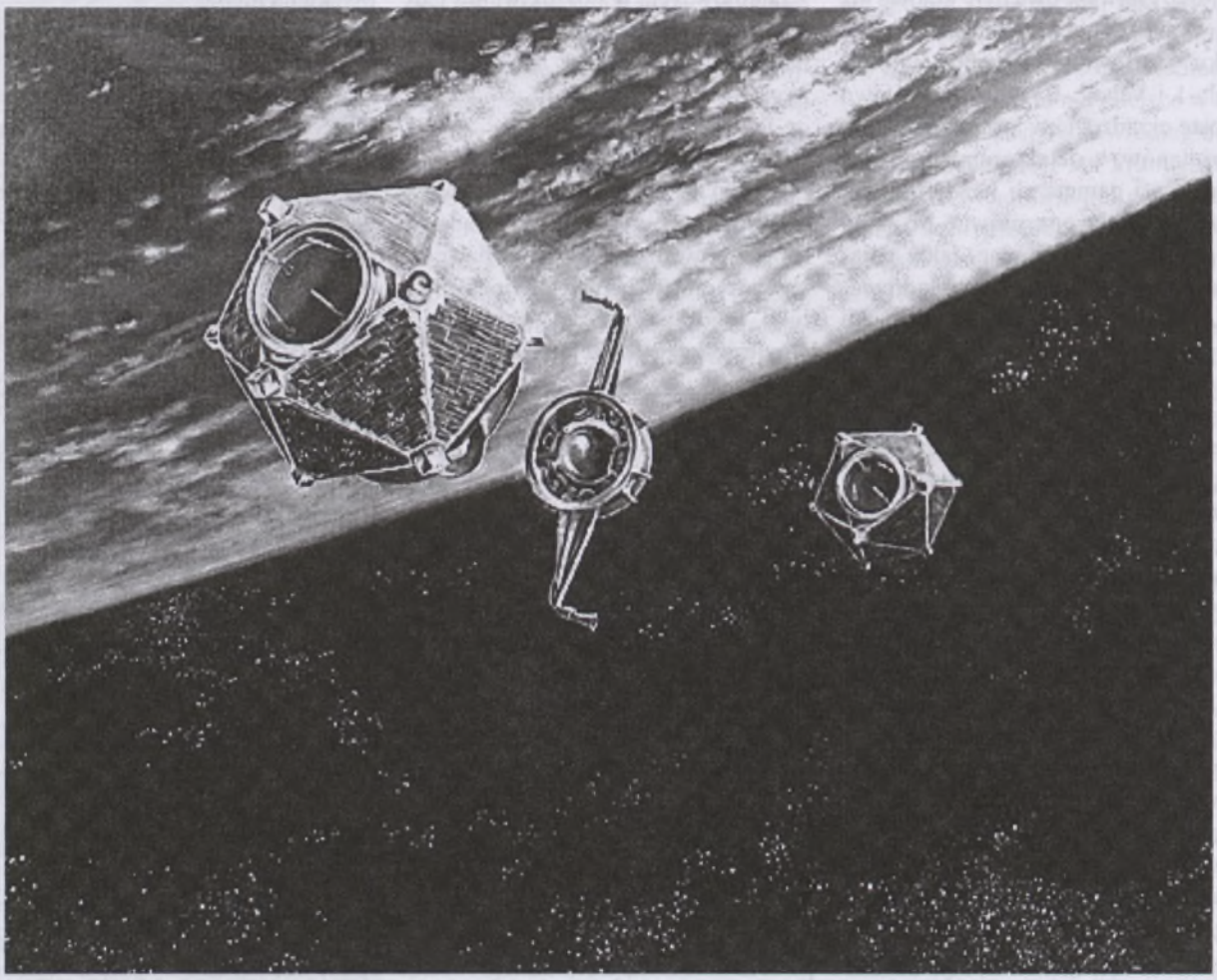
Rys. 1. Pierwszy błysk gamma zaobserwowany w 1967 roku przez grupę naukowców z Los Alamos pod kierownictwem Raya Klebesadela.



Rys. 2. Satelity Vela 5a i Vela 5b w laboratorium przed ich wyniesieniem na orbitę.

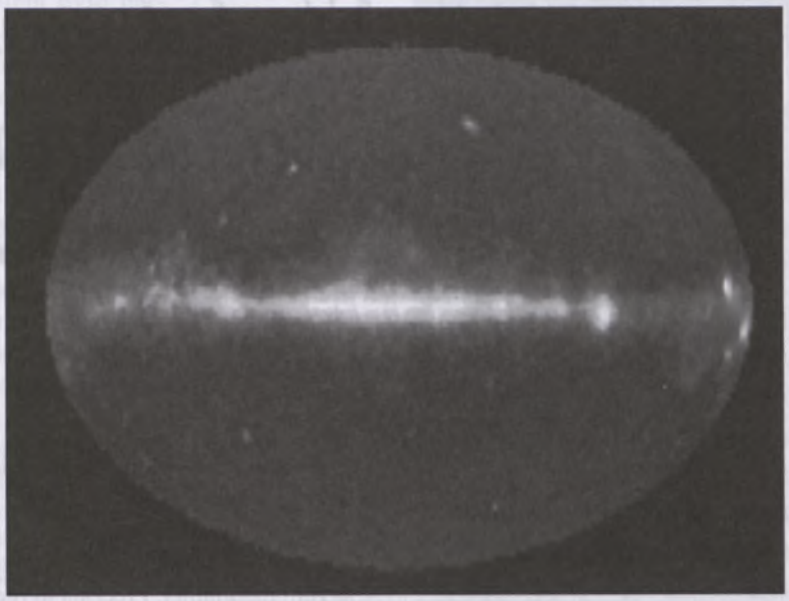
kilkadziesiąt złotych możemy kupić zegarek ze stoperem działającym z dokładnością do jednej setnej sekundy, może się to wydać mało imponujące, lecz mówimy tu nie tylko o wydarzeniach sprzed trzydziestu lat, ale także o technologii, która musiała się sprawdzić w warunkach kosmicznych. Wyposażenie satelitów w takie zegary miało doniosłe znaczenie, gdyż pozwalało umiejscowić na niebie pojawiające się rozbłyski rentgena lub gamma.

Lokalizacja źródeł gamma na niebie stanowi nie lada problem. Budując teleskopy optyczne, wykorzystuje się soczewki i lustra, ale niestety nie istnieją lustra lub soczewki zdolne skupiać promienie gamma. Trzeba się więc uciekać do innych metod. Pierwszym sposobem, jaki wykorzystano do lokalizacji na niebie błysków gamma, jest metoda sieci międzyplanetarnej (IPN). Dysponując kilkoma satelitami, tak jak to miało miejsce w przypadku programu Vela, można zmierzyć czas, w jakim promienie błysku dotarły do każdego z nich. Ponieważ światło rozchodzi się ze skończoną prędkością 300 000 kilometrów na sekundę, poszczególne satelity podadzą różny czas detekcji błysku, czyli czas przybycia fali świetlnej. Jeśli błysk został wykryty przez co najmniej trzy odpowiednio oddalone satelity i czas detekcji został zmierzony odpowiednio dokładnie, wówczas za pomocą triangulacji można usta-



Rys. 3. Satelity Vela 5a i Vela 5b rozdzielają się po wyniesieniu ich na orbitę. Satelity te odegrały dużą rolę w odkryciu błysków gamma.

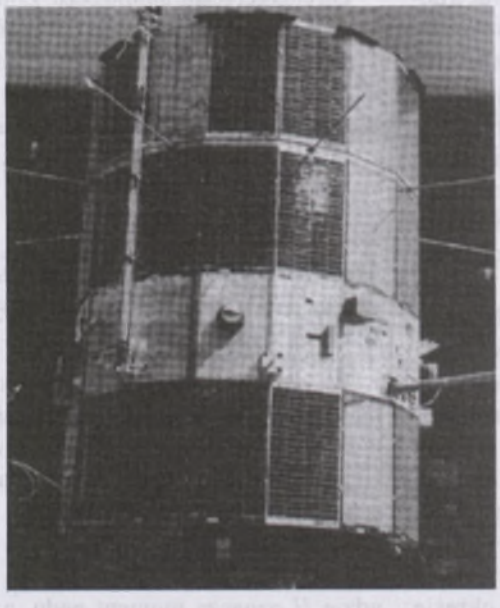
lić, z którego miejsca nieba pochodził. Satelity serii Vela umieszczone były na orbitach kołowych w odległości około 250 000 kilometrów od siebie, tak więc światło potrzebowało mniej więcej 0,8 sekundy na przebycie tej odległości. Mając do dyspozycji zegar o dokładności 1/64 sekundy, można zlokalizować błyski z dokładnością nawet paru stopni! Metoda ta jest w pewnym sensie podobna do używania radaru: ustalamy położenie obiektu, mierząc opóźnienie sygnału radiowego (promieni gamma). Za pomocą tej metody naukowcy z Los Alamos wykluczyli Słońce i planety naszego Układu Słonecznego jako źródła błysków. Próbowali też sprawdzić, czy błyski są związane z wybuchami gwiazd supernowych. Informacje o takich wybuchach są w miarę regularnie zbierane przez astronomów. Nie udało się jednak znaleźć żadnej korelacji pomiędzy tymi zjawiskami.



Rys. 5. Niebo w promieniach gamma. Widoczna jest płaszczyzna galaktyki. Błyski gamma są najjaśniejszymi obiektami, kiedy pojawiają się na niebie obserwowanym w promieniach gamma.

Błyski gamma wychodzą na jaw

Swoje rezultaty doktor Klebesadel opublikował w 1973 roku na łamach „The Astrophysical Journal", a ponadto przedstawił je na zjeździe Amerykańskiego Towarzystwa Astronomicznego w Columbus w stanie Ohio w tym samym roku. Kiedy dwadzieścia cztery lata później, podczas sympozjum poświęconego błyskom gamma w Huntsville w stanie Alabama zapytano Klebesadela, czemu wstrzymywał się aż cztery lata z opublikowaniem swoich wyników, odpowiedział: — „Musiałem najpierw nauczyć się programować komputery, miałem mnóstwo roboty z innymi satelitami, byłem też zaangażowany w parę tajnych programów. Poza tym musiałem doprowadzić do odtajnienia danych o błyskach, gdyż przebiegi czasowe przekazywane przez satelity serii Vela były tajne. Musiałem się też przekonać, że są to naprawdę nowe zjawiska kosmiczne, a stało się tak dopiero wtedy, gdy mogłem je zlokalizować na niebie."



Rys. 4. Satelita IMP-6, przeznaczony do obserwacji aktywności Słońca w zakresie wysokich energii, potwierdził odkrycie błysków gamma.

W chwili publikacji znano szesnaście błysków gamma (gamma ray burst), bo tak nazwano te zjawiska. Ciekawe, że dwa z nich wydarzyły się w ciągu jednego miesiąca i pochodziły z konstelacji Perseusza, gdzie w tym samym czasie były aktywne inne źródła rentgenowskie. Wkrótce po publikacji Klebesadela istnienie błysków zostało potwierdzone przez inną grupę obserwatorów. Tom Cline i Upendra Desai z Centrum Lotów Kosmicznych NASA Goddard prowadzili obserwacje rozbłysków słonecznych za pomocą satelity IMP-6. Nieoczekiwanie, oprócz tych rozbłysków, wykryli też kilka błysków gamma. Instrumenty umieszczone na tym satelicie wykazały, że energia błysków gamma skoncentrowana jest w zakresie kilkuset kiloelektronowoltów, co wskazuje, że są to nowe zjawiska, nie zaś konsekwencja jakichś innych znanych dotychczas zjawisk astronomicznych. Obserwacje za pomocą małego satelity OSO-7 potwierdziły kosmiczne pochodzenie błysków gamma. W ten sposób środowisko astronomiczne dostało nowy orzech do zgryzienia: jak wytłumaczyć te nowe, właśnie zaobserwowane zjawiska. O próbach rozwiązań, sukcesach i porażkach naukowców napiszemy w następnych odcinkach tego cyklu.

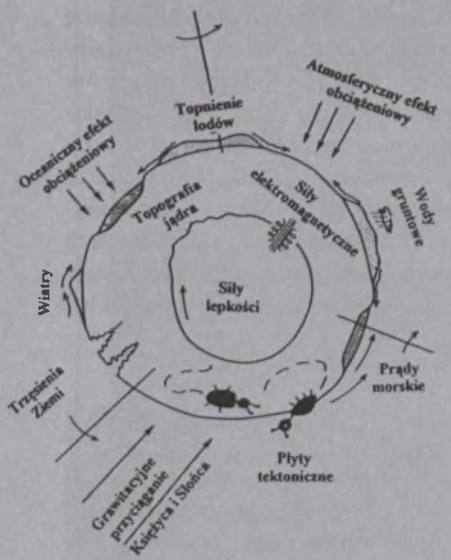
Tomasz Bulik jest pracownikiem Centrum Astronomicznego PAN, autorem szeregu prac astronomicznych, w tym o błyskach gamma.

Paweł Lipszyc jest językoznawcą, tłumaczem wielu książek popularnonaukowych.

Barbara Kołaczek

Sto lat monitorowania i badania ruchu obrotowego Ziemi

Ruch obrotowy Ziemi jest zjawiskiem bardzo złożonym. Ziemia ma skomplikowaną budowę, stałe i ciekłe jądro, elastyczny płaszcz, oceany, atmosferę. Zgodnie z zasadą zachowania momentu pędu, zmiany w ruchu obrotowym Ziemi wywołują zmiany momentu sił grawitacyjnych działających na Ziemię i przemieszczenia mas w jej wnętrzu, na powierzchni i w atmosferze, zmieniające moment bezwładności, a powodowane przez różne zjawiska geofizyczne, co szkicowo pokazuje klasyczny już rysunek Lambeck'a. (1980a,b)



Rys. 1. Schematyczna ilustracja zjawisk perturbujących ruch obrotowy Ziemi (Lambeck, 1980)

Z ruchem obrotowym Ziemi związane są następujące zjawiska:

- Precesja i nutacja astronomiczna, to jest ruch osi obrotu Ziemi w przestrzeni inercjalnej. Precesja to ruch osi po stożku o kącie rozwarcia 23°5, osi prostopadłej do płaszczyzny ekliptyki i okresie 26000 lat, powodowany oddziaływaniem grawitacyjnym ciał układu słonecznego, głównie Słońca i Księżyca na elipsoidalne zgrubienie równikowe Ziemi nachylone do ekliptyki o 23°5. Precesja została wykryta przez Hipparcha w II w p.n.Ch. Nutacja to perturbacja ruchu precesyjnego powodowana głównie oddziaływaniem grawitacyjnym Księżyca, której najenergetyczniejszą oscylacją jest oscylacja o okresie 18.6 lat i amplitudzie około 9 sekund łuku. Obecnie nutacje Ziemi sztywnej można zamodelować z dokładnością rzędu mikrosekundy łuku. Modele takie zawierają kilka tysięcy wyrazów okresowych.
- Nutacja swobodna i wymuszona sezonowa, to jest ruch osi obrotu Ziemi w jej bryle, powodujący ruch bieguna po powierzchni Ziemi (Rys. 2). Nutację swobodną przewidział teoretycznie L. Euler w 1758 r., podając dla modelu Ziemi sztywnej jej okres równy 305 dni. W latach dziewięćdziesiątych XIX w. S.C. Chandler, amerykański astronom, analizując zmiany szerokości geograficznej szeregu obserwatoriów, określane astrometrycznie w drugiej połowie XIX w. wyznaczył dwie oscylacje, nutację wymuszoną sezonową o okresie 1 roku i nutację swobodną o okresie 1,2 roku, którą przyjęto nazywać nutacją Chandlerowską.
- Obrót Ziemi wkoło osi ze zmienną prędkością powodującą zmiany długości doby czy perturbacje jednostajności czasu uniwersalnego. Do lat trzydziestych obecnego stulecia obrót Ziemi uważany był za stały i definiował podstawową skalę czasu uniwersalnego. W latach trzydziestych angielski astronom Spencer Jones, analizując ruch orbitalny planet, wykrył niejednostajność czasu uniwersalnego, a N. Stoyko z Obserwatorium Paryskiego wykrył sezonowe zmiany czasu uniwersalnego. Doprowadziło to do zdefiniowania skali czasu efemerydalnego (TE) opartej na jednostajnie zmieniającym się argumencie teorii grawitacyjnej orbitalnego ruchu planet, a następnie w latach pięćdziesiątych skali czasu atomowego, definiowanego przez oscylacje energetyczne atomu cezu. Zmiany czasu uniwersalnego i długości doby, to jest zmienność prędkości obrotowej Ziemi, stały się przedmiotem badań, podobnie jak zmiany ruchu bieguna (Rys. 3).

CZĘŚĆ PIERWSZA

Monitorowanie ruchu bieguna, czasu UT i poprawek nutacyjnych $\Delta\Psi$, $\Delta\varepsilon$

W 1758 r. L. Euler, szwajcarski matematyk, teoretycznie przewidział nutację swobodną Ziemi, podając równanie opisujące ruch obrotowy ciała sztywnego, tzw. równanie Eulera.

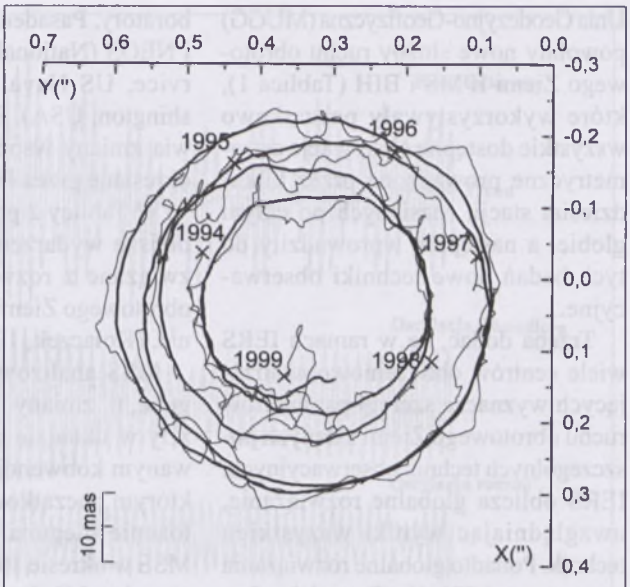
$$dH/dt = L$$

gdzie H oznacza moment pędu, a L moment sił zewnętrznych. Przy braku momentu sił zewnętrznych równanie opisuje nutację swobodną ciała.

Ponad sto lat trzeba było czekać na obserwacyjne wyznaczenie nutacji swobodnej osi obrotu Ziemi i jej amplitudy, której wielkości nie można przewidzieć teoretycznie. W drugiej połowie dziewiętnastego wieku w szeregu obserwatoriach zaczęto badać astrometrycznie zmiany szerokości geograficznej. W latach 1884–1885 F. Küstner, niemiecki astronom, wyznaczył zmiany szerokości geograficznej Berlina. Jednoczesne obserwacje astrometryczne prowadzone dla określenia zmian szerokości w Berlinie i Honolulu przez niemieckich astronomów F. Küstnera i A. Marcuse'a wykazały 180 stopniową różnicę faz tych zmian, co potwierdziło ruch osi obrotu Ziemi w jej bryle (Höpfner, 1999).

W latach 1891–1892 S.C. Chandler, analizując zmiany szerokości geograficznej szeregu obserwatoriów wyznaczone w drugiej połowie XIX w., wykrył dwie oscylacje tych zmian o okresie jednego i 1,2 roku, to jest wymuszoną nutację sezonową i nutację swobodną o wydłużonym okresie. Takie wydłużenie okresu wyjaśnił S. Newcomb elastycznością płaszcza Ziemi w 1892 r.

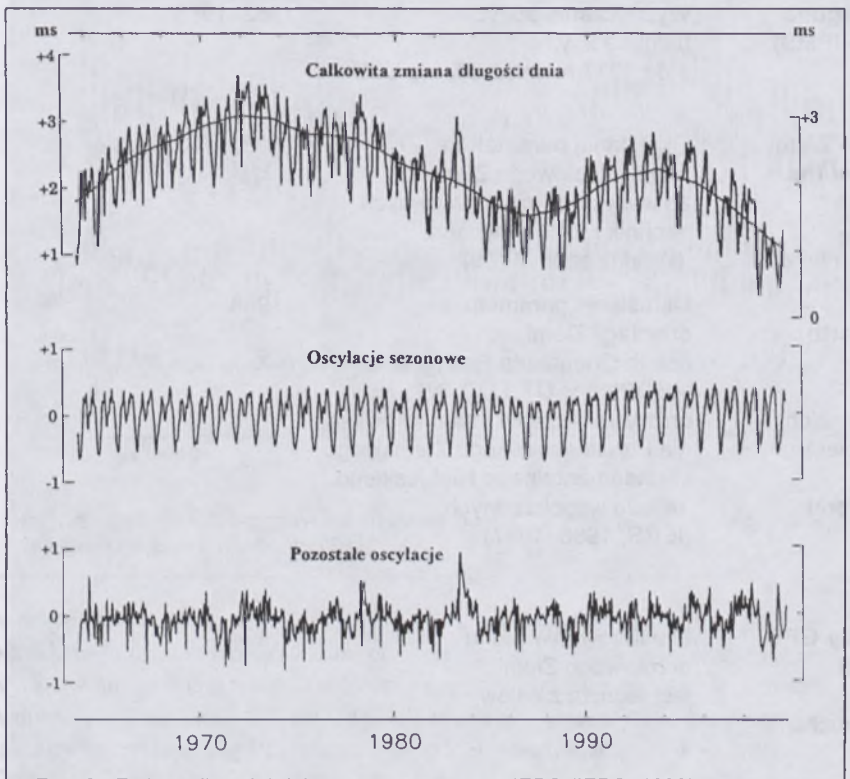
Sto lat temu, we wrześniu 1899 rozpoczęła działalność Międzynarodowa Służba Szerokości — MSS (International Latitude Service — ILS), której celem było permanentne monitorowanie ruchu bieguna ziemskiego, zamierzone początkowo tylko na pięć lat. MSS wyznaczała ruch bieguna poprzez ciągłe określanie zmian szerokości geograficznej metodą astrometryczną Horrebow-Talcotta pięciu stacji usytuowanych na równoleżniku 39°08' szerokości północnej, to jest Mizusawy (Japonia), Tschardjui (Rosja), Carloforte (Włochy), Gaithersburg (USA), Cincinnati (USA) (Tablica 1). Decyzja o zorganizowaniu MSS została podjęta na 12-tej konferencji organizacji „International Erdmessung" (Międzynarodowe Pomiary Ziemi) w 1899 r. w Stuttgarcie po dziesięciu latach wyznaczeń i analiz zmian szerokości różnych obserwatoriów oraz dyskusji prowadzonych w ramach tej organizacji. Warto dodać, że „International Erdmessung" została włączona jako Sekcja Geodezji do Międzynarodowej Unii Geodezji i Geofizyki z chwilą jej powstania w 1919 r. i przyjęła nazwę Międzynarodowej Asocjacji Geodezyjnej w 1933 r.



Rys. 2. Ruch bieguna wyznaczony przez IERS (EOP 97C04) w okresie 1994–1999. Cienka linia pokazuje pięciokrotnie powiększone krótkookresowe oscylacje ruchu bieguna o okresach mniejszych od 150 dni. Skala ich amplitud podana na rysunku.

MSS działała do 1980 r., chociaż miały miejsce przerwy w obserwacjach niektórych stacji i stacja Tschardjui została zamknięta w 1919 r., a nowa stacja w Kitab (Rosja) rozpoczęła obserwacje w 1927 r. Zjawisko jest tak skomplikowane, że nie można go opisać analitycznie ani przewidywać precyzyjnie numerycznie. Permanentne monitorowanie ruchu obrotowego Ziemi, a w tym ruchu bieguna, trwa do dziś.

Z biegiem lat wzrastała liczba obserwatoriów śledzących i analizujących zmiany szerokości, a od połowy wieku również zmiany czasu UT. Ponadto okazało się, że pomimo zastosowania tej samej metody obserwacji, metody Horrebow-Talcotta, tych samych instrumentów, teleskopów zenitalnych i tego samego programu obserwacji, wyznaczane zmiany szerokości geograficznej obarczone są jeszcze błędami współrzędnych gwiazd oraz systematycznymi błędami instrumentalnymi i klimatycznymi, których nie mogą wyeliminować badania prowadzone tylko na pięciu stacjach. Tak więc Międzynarodowa Unia Astronomiczna (MUA) i Międzynarodowa



Rys. 3. Zmiany długości dnia wyznaczone przez IERS (IERS, 1998).

Unia Geodezyjno-Geofizyczna (MUGG) powołały nowe służby ruchu obrotowego Ziemi IPMS i BIH (Tablica 1), które wykorzystywały początkowo wszystkie dostępne obserwacje astrometryczne prowadzone przez kilkadziesiąt stacji, rozsianych po całym globie, a następnie wprowadziły do tych badań nowe techniki obserwacyjne.

Trzeba dodać, że w ramach IERS wiele centrów obliczeniowo-analizujących wyznacza szeregi parametrów ruchu obrotowego Ziemi z danych poszczególnych technik obserwacyjnych. IERS oblicza globalne rozwiązanie, uwzględniając wyniki wszystkich technik. Ponadto globalne rozwiązania wyznacza też JPL (Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, Kalifornia, USA) i NEOS (National Earth Rotation Service, US Naval Observatory, Washington, USA). Rysunek 4 przedstawia zmiany współrzędnych bieguna, określane przez IERS (IERS 1998).

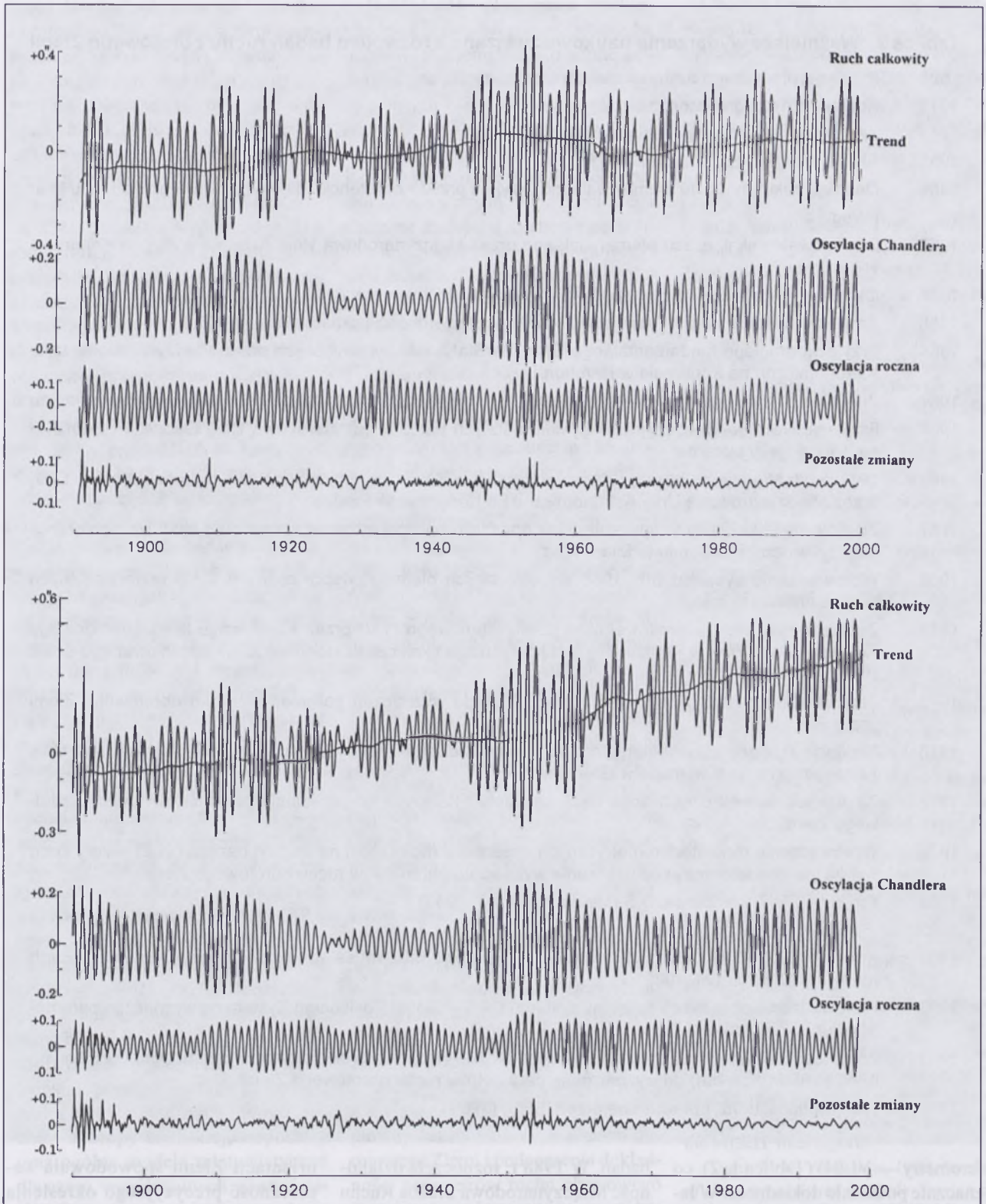
W Tablicy 2 podano również ważniejsze wydarzenia naukowe, ściśle związane z rozwojem badań ruchu obrotowego Ziemi i jego monitorowania. (Kołaczek, 1989)

MSS analizowała tylko ruch bieguna, tj. zmiany jego współrzędnych x, y w układzie płaskim o zdefiniowanym konwencjonalnym początku, którym początkowo było średnie położenie bieguna wyznaczane przez MSS w okresie 1900–1905, Konwencjonalny Międzynarodowy Początek (CIO — Conventional International Origin). Następnie BIH, IPMS,IERS definiowały swoje bieguny odniesienia na podstawie średnich wartości współrzędnych stacji uczestniczących w obserwacjach, zachowując zgodność z CIO poniżej 0,03. Osie tego układu są skierowane wzdłuż konwencjonalnego południka Greenwich (określonego podobnie jak biegun przez służby jako średnia wartość długości stacji uczestniczacych w obserwacjach) i w kierunku 90° na zachód (Rys. 2).

BIH i IPMS wyznaczały z obserwacji astrometrycznych parametry ruchu obrotowego Ziemi (Earth Rotation Parameters — ERP), tj. współrzędne bieguna x, y i czas uniwersalny. Obecnie,

Tablica 1. Organizacje prowadzące permanentne monitorowanie ruchu bieguna i zmian długości doby

Organizacje	Cel	Okres działalności
Międzynarodowa Służba Szerokości – MSS (International Latitude Service – ILS) (5 stacji wyposażonych w teleskopy zenitalne)	Wyznaczanie pozycji bieguna (x, y) (Yumi,Yokoyama,1980)	1899-1980
Służba Ruchu Obrotowego Ziemi w Międzynarodowym Biurze Czasu (Bureau international de l'Heure – BIH) (zmienna liczba – kilkadziesiąt stacji i instrumentów astronomicznych), a od lat siedemdziesiątych również instrumenty nowych technik satelitarnych i VLBI.	Wyznaczanie pozycji bieguna (x, y), czasu UT lub długości dnia (LOD) i poprawek nutacyjnych (BIH, 1967–1988)	1967–1988
Międzynarodowa Służba Ruchu Bieguna (International Polar Motion Service IPMS) (podobnie jak w BIH) (IPMS, 1962–1988)	Wyznaczanie pozycji bieguna x, y, a od 1977 również UT, lub LOD	1962–1988
Monitorowanie Ruchu Obrotowego Ziemi i Porównanie Technik (Monitoring of the Earth Rotation and Intercomparison of the Techniques – MERIT) (około 120 stacji, 5 obserwacyjnych technik)	Określanie parametrów ruchu obrotowego Ziemi ze wszystkich obserwacyjnych technik i ich porównania (Wilkins et al., 1989)	1980, 1983–1984
Międzynarodowa Służba Ruchu Obrotowego Ziemi (International Earth Rotation Service – IERS) – Sekcja Orientacji Ziemi – Sekcja Układu Współrzędnych Ziemskich – Sekcja Układu Współrzędnych Niebieskich – Biuro Służby Szybkiej i Predykcji – Biuro Atmosferycznego Momentu Pędu IERS wykorzystuje tylko obserwacje prowadzone technikami satelitarnymi (laser, dopler, GPS) i VLBI	Określanie parametrów orientacji Ziemi (Earth Orientation Positions – EOP),x, y, UT, LOD, $\Delta\Psi$, $\Delta\varepsilon$ oraz wyznaczanie i monitorowanie Fundamentalnego Ziemskiego i Fundamentalnego Niebieskiego układu współrzędnych. (IERS, 1988–1997)	1988 –
Utworzenie Międzynarodowej Służby GPS dla Geodynamiki (International GPS Service for Geodynamics (IGS) prowadzącej również monitorowanie ruchu obrotowego Ziemi. Obserwacje satelitów systemu GPS.	Monitorowanie ruchu obrotowego Ziemi jest jednym z celów	1994 –



Rys. 4. Zmiany współrzędnych x (rysunek górny) i y (rysunek dolny) bieguna wyznaczone przez IERS i ich dwie główne składowe okresowe (IERS, 1998).

w przypadku techniki VLBI, x, y, UT określane są łącznie z poprawkami do wyrazów nutacyjnych teorii Woolarda w długości i nachyleniu $\Delta\Psi$, $\Delta\varepsilon$. Te parametry nazywają się Parametrami Orientacji Ziemi (Earth Orientation Parameters — EOP).

Do lat siedemdziesiątych parametry ruchu obrotowego Ziemi wyznaczano wyłącznie metodami astrometrycznymi, początkowo przy pomocy takich instrumentów, jak instrumenty przejściowe i teleskopy zenitalne. Później wprowadzono do obserwacji fotograficzne tuby zenitalne (PZT) i astrolabia. W latach siedemdziesiątych zaczęto wprowadzać do tych badań techniki geodezji satelitarnej (pomiary laserowe, doplerowskie, GPS) oraz metodę radiointerferometrii długich baz (Very Long Base Line Inter-

Tablica 2. Ważniejsze wydarzenia naukowe związane z rozwojem badań ruchu obrotowego Ziemi

1896	Przyjęcie pierwszego systemu stałych astronomicznych
1913	Konstrukcja fotograficznej tuby zenitalnej
1940	Zastosowanie zegarów kwarcowych w służbie czasu
1955	Skonstruowanie zegara atomowego
1956	Definicja sekundy czasu efemerydalnego przyjęta przez Konferencję Międzynarodowego Komitetu Miar i Wag
1958	Zdefiniowanie skali czasu efemerydalnego przez Międzynarodową Unię Astronomiczną na Kongresie w Moskwie
1958	Określenie skali czasu atomowego A1 w U.S. Naval Observatory
1958	Zastosowanie astrolabiów do wyznaczania zmian szerokości i czasu UT
1964	Przyjęcie drugiego fundamentalnego Systemu Stałych Astronomicznych przez Międzynarodową Unię Astronomiczną na Kongresie w Hamburgu
1967	Zdefiniowanie sekundy atomowej przez Konferencję Międzynarodowego Komitetu Miar i Wag w Paryżu
1967	Przyjęcie Nowego Geodezyjnego Systemu stałych przez Międzynarodową Unię Geodezji i Geofizyki na Kongresie w Lucernie
1967	Określenie Międzynarodowego Konwencjonalnego Początku (Coventional International Origin – CIO) przez Międzynarodową Unię Astronomiczną na Kongresie w Pradze
1967	Zdefiniowanie sekundy w systemie SI w oparciu o energetyczne drgania atomu cezu na Konferencji Międzynarodowego Komitetu Miar i Wag
1968	Wprowadzenie systemu BIH 1968 współrzędnych bieguna, współrzędnych stacji obserwacyjnych i czasu uniwersalnego
1971	Zdefiniowanie międzynarodowej skali czasu atomowego (TAI) przez Konferencję Międzynarodowego Komitetu Miar i Wag w Paryżu. TAI jest kontynuacją skali czasu atomowego AT zdefiniowanego przez BIH w 1968 r.
1973	Zastosowanie dopplerowskich obserwacji SSZ do wyznaczeń parametrów ruchu obrotowego Ziemi przez BIH
1976	Przyjęcie Trzeciego Fundamentalnego Systemu Stałych Astronomicznych przez Międzynarodową Unię Astronomiczną na Kongresie w Grenoble
1978	Zastosowanie laserowych obserwacji satelitów i Księżyca do określania parametrów ruchu obrotowego Ziemi
1978	Wprowadzenie radointerferometrycznych obserwacji radioźródeł na długich bazach (VLBI – Very Long Base Line Interferometry) do uzyskania wyznaczeń parametrów ruchu obrotowego Ziemi
1983	Project MERIT Standards, U.S (Melbourne et al., 1983)
1992	„Standards 1992", opracowane przez IERS, (1992)
1992	Kampania SEARCH („Study of Earth Atmosphere Rapid Changes" for subdaily measurements of Earth rotation), (Dickey et al. 1989)
1993	Wprowadzenie obserwacji satelitów systemu GPS – Global Positioning System do wyznaczeń parametrów ruchu obrotowego Ziemi
1993	Zastosowanie obserwacji satelitów systemu DORIS (Doppler Orbit Determination and Radiopositioning Integrated on Satellite) do wyznaczania parametrów ruchu obrotowego Ziemi
1996	„Conventions 1996" opracowane przez IERS, (1996)

ferometry — VLBI) (Tablica 1, 2), co znacznie podniosło dokładność. W latach 1983–1984 została zorganizowana specjalna kampania obserwacyjna MERIT (Tabela 1) przy użyciu nowych technik satelitarnych i radiointerferometrii długich baz celem jednoczesnego wyznaczenia parametrów ruchu obrotowego Ziemi różnymi technikami i porównania ich wyników. Pozwoliło to na lepsze poznanie ich dokładności i błędów systematycznych i potwierdziło ich przydatność do tych badań. W 1988 r. rozpoczęła działalność Międzynarodowa Służba Ruchu Obrotowego Ziemi (IERS, Tablica 1) wykorzystująca już tylko obserwacje satelitarne i VLBI. Obecnie dokładność określenia pozycji na powierzchni Ziemi i pozycji bieguna wspomnianymi technikami jest rzędu milimetrów, a kierunku rzędu mikrosekund łuku. Częstotliwość wyznaczeń wynosi od 1–3 dni, a ostatnio nawet kilku godzin. Tak wysoka dokładność i częstotliwość pomiarów parametrów orientacji Ziemi spowodowała konieczność precyzyjnego określenia fundamentalnego układu współrzędnych ziemskich (International Terrestrial Reference Frame — ITRF) i fundamentalnego układu współrzędnych niebieskich (International Celestial Reference Frame — ICRF) i monitorowania ich zmian.

W ramach monitorowania ruchu obrotowego Ziemi definiowanie ITRF zapoczątkowało BIH w 1968 r., wyznaczając współrzędne stacji uczestni-

czących w badaniu parametrów ruchu obrotowego Ziemi wraz z tymi parametrami. System ten był monitorowany i doskonalony w BIH, a następnie w IERS. Obecnie system współrzędnych ziemskich określają współrzędne i ich czasowe zmiany 314 stacji obserwacyjnych różnych technik, wyznaczane w ramach działalności IERS.

ICRF określają współrzędne 212 radioźródeł, zwanych źródłami definiującymi. Stanowią one pierwszą realizację konwencjonalnego układu współrzędnych niebieskich. 396 dodatkowych radioźródeł uczestniczyło również w przygotowaniu ICRF. Międzynarodowy System Współrzędnych Niebieskich (ICRS) przyjęty od 1 stycznia 1998 r. przez MUA na Kongresie w Kyoto w 1997 r. zdefiniowany jest przez współrzędne takich radioźródeł i będzie monitorowany przez IERS.

Zastosowanie do badań ruchu obrotowego Ziemi różnych skomplikowanych metod, jak dynamiczne metody satelitarne związane z wyznaczaniem precyzyjnych orbit sztucznych satelitów i metody kinematycznej VLBI, wymaga dla uzyskania jednorodnych, porównywalnych wyników przyjęcia najdokładniejszych wartości standardowych stałych astronomicznych i geodezyjnych, odpowiadających dokładnościom obserwacji i wyznaczeń parametrów orientacji Ziemi oraz przyjęcia standardowych modeli zjawisk geofizycznych, mających wpływ na wyznaczanie EOP. IERS opracowało takie standardy, „IERS Standards" (IERS 1992), i „IERS Conventions" (IERS 1996). Podają one między innymi wartości numeryczne stałych, definicje układów współrzędnych, modele precesji, nutacji, geopotencjału, pływów skorupy ziemskiej, ruchu płyt tektonicznych i innych ruchów skorupy ziemskiej, troposfery oraz ogólne modele relatywistyczne dla czasu, współrzędnych, równań ruchu. Opracowywana jest nowa edycja „IERS Convention 2000".

Tak więc Międzynarodowa Służba Ruchu Obrotowego Ziemi — IERS (Tablica 1) znacznie rozszerzyła swoją działalność, obejmując nią nie tylko określanie parametrów orientacji Ziemi, ale i wyznaczanie, i monitorowanie precyzyjnych układów współrzędnych ziemskich i niebieskich i opracowywania wspomnianych standardów.

Dokładność milimetrowa i milisekundowa pomiarów parametrów ruchu obrotowego Ziemi, jak i znacznie lepsza dostępność i dokładność parametrów opisujących różne zjawiska geofizyczne, w szczególności moment pędu atmosfery, oceanu, jak i danych meteorologicznych, pozwoliły na podjęcie badań korelacji zmian ruchu obrotowego Ziemi ze zmianami momentu pędu atmosfery, oceanu, zmianami poziomu wód gruntowych, zmianami meteorologicznymi w szerokim zakresie. Badania takie rozwinęły się żywiołowo w ostatnich dwóch dziesięcioleciach. W 1989 r. IERS zorganizowało Biuro Atmosferycznego Momentu Pędu (Subbureau for Atmospheric Angular Momentum), którego celem jest gromadzenie i ujednorodnienie składowych momentu pędu atmosfery, wyznaczanych przez 4 centra meteorologiczne w USA, Anglii i Japonii i udostępniające je do badań dotyczących wpływu zmian atmosfery na ruch obrotowy Ziemi. Przyczyniło się to znacznie do zbadania wpływu zmian Atmosferycznego Momentu Pędu na zmiany ruchu obrotowego Ziemi i lepszego poznania ruchu obrotowego Ziemi. Korelacja zmian długości dnia ze zmianami Atmosferycznego Momentu Pędu jest bliska jedności. W 1997 r. IERS powołała do działalności Centrum Globalnych Ośrodków Ciekłych (Center for Global Fluids), do których zalicza się atmosferę, oceany, wody gruntowe, ciekłe jądro, ale również elastyczny płaszcz. Celem działalności tego Centrum będzie zebranie, ujednorodnienie i udostępnienie parametrów opisujących zmiany wspomnianych ośrodków ciekłych do badań, m.in. analiz wpływu zmian tych ośrodków na zmiany ruchu obrotowego Ziemi.

Służby ruchu obrotowego Ziemi, a zwłaszcza IERS, spełniając swój główny cel monitorowania ruchu obrotowego Ziemi i podnoszenia dokładności parametrów ruchu obrotowego Ziemi, twórczo inspirowały rozwój badań ruchu obrotowego Ziemi. Ruch obrotowy Ziemi jest obecnie nie tylko zjawiskiem badanym, ale stał się również instrumentem badawczym, który pozwolił między innymi udokładnić model jądra Ziemi, model pływów skorupy ziemskiej, przyczynił się do nawiązania optycznego systemu współrzędnych gwiazd z systemem współrzędnych katalogu Hipparcos itp.

Obecnie trwa dyskusja nad reorganizacją IERS. Różnym technikom obserwacyjnym odpowiadają odrębne służby wykorzystujące obserwacje do badań geodynamicznych, a w tym ruchu obrotowego Ziemi. Potrzebna jest nowa struktura organizacyjna IERS.

Literatura

BIH, Annual Reports, 1965–1987.

Dickey, J.O., M. Feissel (editors), 1994. *Results from the SEARCH'92 Campaign*, IERS Technical Note 16, Observatoire de Paris, Francja.

Höpfner, J., 1999, *On the Contribution of the Geodetic Institute Potsdam to the International Latitude Service. GeoForschungsZentrum*, Potsdam, Scientific Technical Report str. 99/08.

IERS, Annual Reports, 1988–1998. Paris Observatory, France

IERS Conventions, 1996, Paris Observatory, France.

IERS Standards 1992, Paris Observatory, France.

IPMS, Annual Reports of the IPMS. 1962–1987.

Kołaczek, B., 1989, *Observational Determinations of the Earth's Rotation, Chapter V. Gravity and Low-Frequency Geodynamics*, Vol. 4, R. Teisseyre editor. PWN Warsaw, Elsevier, Amsterdam-Oxford-New York-Tokyo.

Lambeck, K, 1980a, *The Earth's Variable Rotation: Geophysical Causes and Consequences*, Cambridge University Press.

Lambeck, K., 1980b, *Changes in Length of Day and Atmospheric Circulation*. Nature, 26, 104.

Melbourne, W., R. Anderle, M. Feissel, R. King, D.D. McCarthy, D. Smith, B. Tapley, R. Vicente, 1983. *Project MERIT Standards*, U.S. Naval Observatory Circular No. 167.

Wilkins, G.A., 1989, 'Proc. of the Third MERIT Workshop and the joint MERIT-COTES Working Group meetings' held in 1986 in Columbus, Ohio, USA. Part I of the MERIT final report.

Yumi, S., K. Yokoyama, 1980, *Results of the International Latitude Service in a Homogeneours System*. IPMS, Mizusawa, Japonia.

Barbara Kołaczek jest profesorem w Centrum Badań Kosmicznych PAN w Warszawie. Jej zainteresowania naukowe koncentrują się na badaniu zmian ruchu obrotowego Ziemi.

Krzysztof Rochowicz

Gwiazdy na cenzurowanym, czyli astrometria na przełomie tysiącleci

*Choć w listopadzie br. minie 10 lat od rozpoczęcia regularnych obserwacji przez satelitę Hipparcos (**H**igh **P**recision **Par**allax **C**ollecting **S**atellite), nie wszyscy miłośnicy astronomii, a nawet astronomowie, uświadamiają sobie, jak wielką rolę odegrał ten niewielki instrument w różnych dziedzinach nauki o Wszechświecie. To nie była misja przynosząca spektakularne obrazy, które mogłyby trafić na pierwsze strony gazet. Był to eksperyment polegający na zmierzeniu dokładnych pozycji, a ściślej rzecz biorąc — subtelnych przesunięć paralaktycznych gwiazd. Cztery lata skrupulatnych pomiarów i kolejne trzy przeznaczone na opracowanie ogromnego materiału obserwacyjnego (1000 gigabitów informacji) zaowocowały fundamentalnym, 17-tomowym katalogiem* **Hipparcos/Tycho,** *obejmującym przeszło milion gwiazd o jasności sięgającej 11 magnitudo. Rozpoczęła się kolejna rewolucja w astrometrii.*

Od Hipparcha do Hipparcosa

Przeszło dwa tysiące lat temu na wyspie Rodos mozolnie prowadził swe obserwacje grecki matematyk (twórca trygonometrii) i astronom — Hipparch. Stworzył katalog, w którym zapisał położenie i względną jasność przeszło tysiąca gwiazd. Choć dokładność wyznaczonych przez niego pozycji wyniosła zaledwie jeden stopień (to mniej więcej kąt, pod jakim widzimy dorosłego człowieka z odległości 100 m), porównując swoje wyniki z obserwacjami wcześniejszych astronomów odkrył on efekt precesji. Gdyby tylko jeszcze odgadł przyczynę zjawiska...

Przed z górą 400 laty na innej wyspie (Ven) duński astronom Tycho Brahe sięgnął do granic zdolności rozdzielczej ludzkiego oka, obserwując z dokładnością do jednej minuty łuku (człowiek z odległości 5 km). Z jego wieloletnich badań skorzystał Kepler, rewolucjonizując naszą wiedzę o Układzie Słonecznym.

Wynalezienie teleskopu pozwoliło stopniowo zwiększać dokładność pomiaru pozycji na niebie (rys. 1). Precyzja ułamka sekundy łuku (człowiek w odległości 4000 km), z jaką w II połowie XX w. wyznaczano położenie ciał niebieskich, wydawać się mogła zupełnie przyzwoita — wszak względna dokładność pomiaru sięgała jednej milionowej, czyli 0,0001%. Problem polegał na tym, że jedyna metoda bezpośredniego pomiaru odległości gwiazd — poprzez określenie wielkości przesunięcia paralaktycznego — ograniczona była do obszaru kilkudziesięciu lat świetlnych w otoczeniu Słońca (przy czym dokładność rzędu 1% udało się uzyskać tylko dla kilkunastu najbliższych gwiazd). A przecież wszelkie inne, pośrednie metody wyznaczania odległości we Wszechświecie opierają się na tych fundamentalnych pomiarach. W gruncie rzeczy, choć cały świat słyszał o kwazarach odległych o miliardy lat świetlnych, astronomowie praktycznie wcale nie znali przestrzennego rozkładu gwiazd na swoim własnym, galaktycznym „podwórku"!

Atmosfera ziemska skutecznie uniemożliwiała dalszy postęp w pomiarach pozycji ciał niebieskich. Już w roku 1966 pojawiła się koncepcja satelitarnego, systematycznego przeglądu nieba pod tym kątem. Trzy dekady później zebrano obfite plony. Misja Hipparcosa, określając położenie ciał niebieskich z dokładnością sięgającą tysięcznej części sekundy łuku (to kąt, pod którym widzielibyśmy człowieka stojącego na Księżycu, piłkę tenisową po drugiej stronie Atlantyku czy też... wielkość przyrostu ludzkiego włosa w ciągu 1 sekundy z odległości 1 metra) sprawiła, że mówiąc o odległościach i ruchach przestrzennych gwiazd w okolicach Słońca, stoimy wreszcie na twardym gruncie. Jak wpłynęła ona na poglądy astronomów zajmujących się różnymi aspektami wiedzy o Wszechświecie, postaramy się pokrótce pokazać w dalszej części artykułu.

Rozpacz i nadzieja

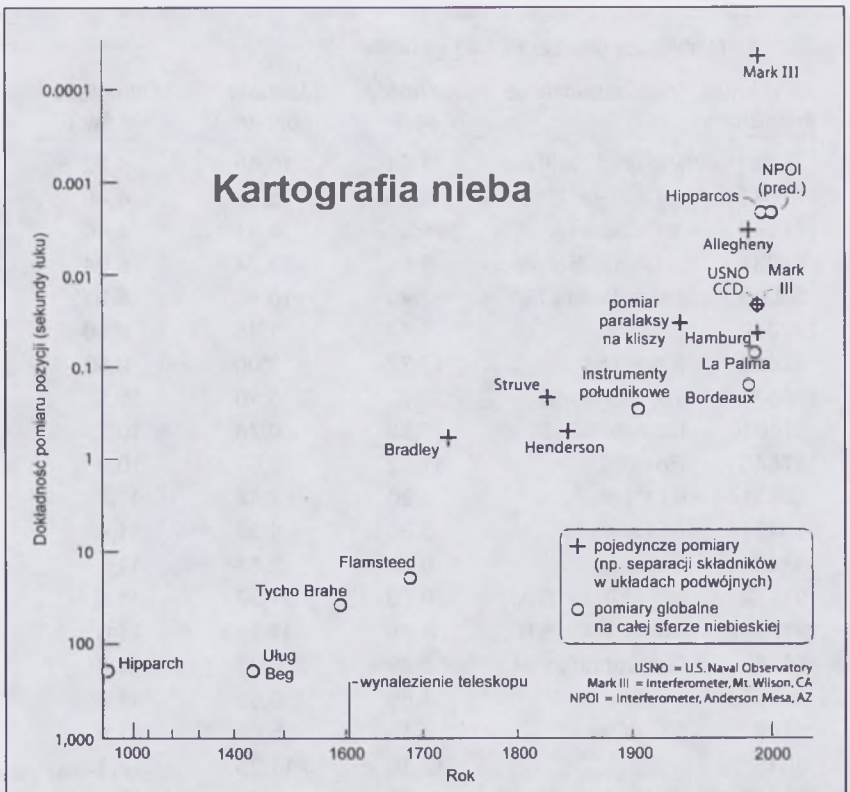
Satelita Hipparcos był pierwszą próbą automatycznego pomiaru pozycji gwiazd, ich odległości i ruchów przestrzennych na całym niebie. Do płaszczyzny ogniskowej teleskopu doprowadzano dwie wiązki światła z kierunków odległych o 58°, przepuszczając dodat-

kowo docierające wiązki przez prawie 3000 równoległych szczelin. Dzięki temu można było bardzo dokładnie określić względne położenie gwiazd w wybranym kierunku. Rotacja satelity pozwalała ów kierunek zmieniać, dzięki czemu pole widzenia teleskopu (o średnicy zaledwie 25 cm) wielokrotnie omiatało całe niebo.

Listę najważniejszych obiektów — bagatela: 118 tysięcy gwiazd — wybrał zespół przeszło 200 astronomów, zajmujących się wyznaczaniem fundamentalnych parametrów, takich jak: odległości, ruchy, moce promieniowania, masy i rozmiary oraz wiek gwiazd wszelkich rodzajów — od białych i czerwonych karłów do olbrzymów, od źródeł promieniowania rentgenowskiego po radiowe oraz różnych typów zmiennych i podwójnych. Ponadto zaplanowano szereg badań nad dynamiką gromad gwiazd i ośrodkiem międzygwiazdowym. Podjęto współpracę z zawodowcami i miłośnikami astronomii w celu optymalnego wykorzystania ograniczonego czasu życia satelity.

Można sobie wyobrazić, z jak wielkim napięciem oglądali w dniu 8 sierpnia 1989 r. start rakiety Ariane wynoszącej Hipparcosa specjaliści, którzy poświęcili projektowi 20 lat pracy. I jaka była ich rozpacz, gdy awaria jednego z silników uniemożliwiła osiągnięcie planowanej orbity. Satelita znalazł się na torze mocno eliptycznym, przechodzącym przez pasy Van Allena, co groziło poważnym uszkodzeniem zasilających go ogniw słonecznych.

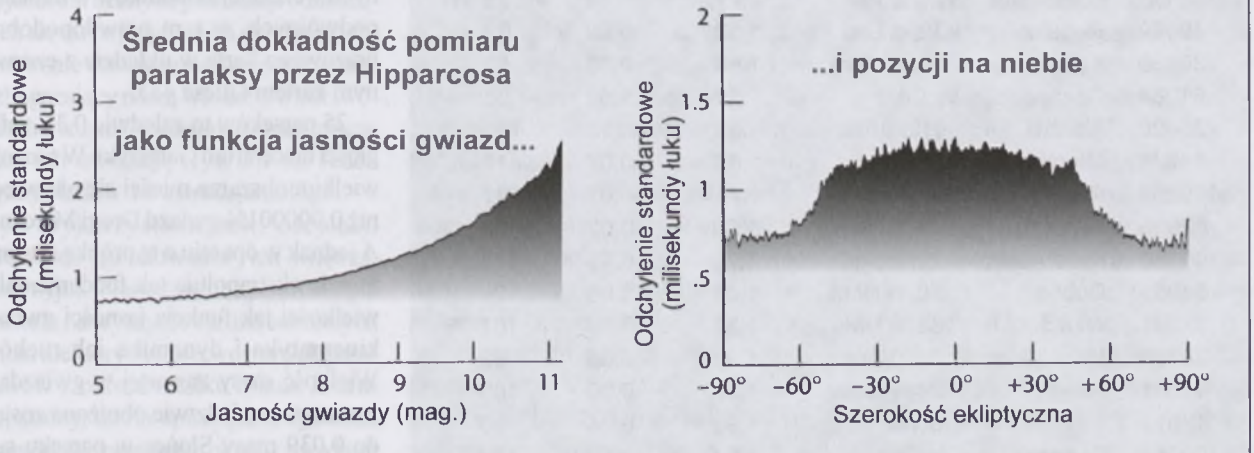
Szczęśliwie ogniwa okazały się bardziej wytrzymałe niż przypuszczano, a ekipy związane z misją zdołały w ciągu kilku miesięcy odpowiednio zmodyfikować programy obserwacyjne. Pomiary prowadzono od listopada 1989 do marca 1993 r., wykorzystując 60% czasu na obserwacje.



Rys. 1. Krótka historia astrometrii. Od czasów Hipparcha precyzja pomiaru pozycji ciał niebieskich wzrosła prawie 100 tysięcy razy. (wg. J.Thomas Armstrong, U.S. Naval Observatory)

Żniwo

Głównym zadaniem Hipparcosa było zmierzenie przesunięć paralaktycznych dla wspomnianych 118 tysięcy obiektów o jasności do 12,5 magnitudo. Spodziewano się osiągnąć dokładność 2 milisekund łuku. Uzyskana precyzja była dwukrotnie większa (rys. 2), co więcej — dla wszystkich tych obiektów zgromadzono wysokiej jakości dane fotometryczne. Wykorzystując zebrany dodatkowo materiał obserwacyjny, udało się stworzyć ponadto katalog *Tycho* dla przeszło miliona gwiazd o jasnościach do 11,5 magnitudo, przy czym dla obiektów jaśniejszych od 9,5 mag. uzyskano dokładność 0,01 sekundy łuku w określaniu pozycji, zaś 0,02 mag. przy pomiarze jasności. Trzy podstawowe dziedziny, w których osiągnięto niebywały postęp, to: samo wyznaczanie odległości metodą paralaksy, badanie gwiazd



Rys. 2. Hipparcos uzyskał, średnio rzecz biorąc, najlepszą dokładność dla gwiazd jasnych, położonych w pobliżu biegunów ekliptyki. (za M. Perryman)

Tab. 1. Najbliższe (do 12,5 l.św.) gwiazdy

Nr w katal. *Hipparcos*	Inne oznaczenie	Jasność obserw. V	Jasność absolut. V	Odległość (l.św.)
70890	Proxima Centauri	11,01	15,45	4,22
71681	α Centauri B	1,35	5,70	4,40
71683	α Centauri A	–0,01	4,34	4,40
87937	Gwiazda Barnarda	9,54	13,24	5,94
54035	Lalande 21185	7,49	10,46	8,31
32349	Syriusz	–1,44	1,45	8,60
92403	Ross 154	10,37	13,00	9,69
16537	18, ε Eridani	3,72	6,18	10,5
114046	Lacaille 9352	7,35	9,76	10,7
57548	Ross 128	11,12	13,50	10,9
104214	61 Cygni A	5,20	7,49	11,4
104217	61 Cygni B	6,05	8,33	11,4
37279	Procjon	0,40	2,68	11,4
91772	BD +59°1915 A	9,70	11,97	11,5
91768	BD +59°1915 B	8,94	11,18	11,6
1475	Groombridge 34	8,09	10,33	11,6
108870	ε Indi	4,69	6,89	11,8
8102	52, τ Ceti	3,49	5,68	11,9
5643		12,10	14,25	12,1
36208	Gwiazda Luytena	9,84	11,94	12,4

Tab. 2. Najbliższe (do 200 l.św.) wśród najjaśniejszych (do 2,0 mag.) gwiazd (literka „c" przy jasności oznacza całkowitą jasność układu, zaś „v" średnią jasność zmiennej)

Nr w katal. *Hipparcos*	Nazwa gwiazdy	Inne oznaczenie	Jasność V	Wsk. barwy (B–V)	Odległość (l. św.)
32349	Syriusz	9, α CMa	–1,44	0,01	8,60
71638	Rigil Kent	α Cen	–0,28c	0,71	4,40
69673	Arktur	16, α Boo	–0,05v	1,24	37
91262	Wega	3, α Lyr	0,03v	0,00	25,3
24608	Kapella	13, α Aur	0,08v	0,80	42
37279	Procjon	10, α CMi	0,40	0,43	11,4
7588	Achernar	α Eri	0,45v	–0,16	144
97649	Altair	53, α Aql	0,76v	0,22	16,8
21421	Aldebaran	87, α Tau	0,87	1,54	65
37826	Polluks	78, β Gem	1,16	0,99	34
113368	Fomalhaut	24, α PsA	1,17	0,14	25,1
49669	Regulus	32, α Leo	1,36	–0,09	78
36850	Kastor	66, α Gem	1,58c	0,03	52
61084	Gacrux	γ Cru	1,59v	1,60	88
25428	Alnath	112, β Tau	1,65	–0,13	131
45238	Miaplacidus	β Car	1,67	0,07	111
109268	Alnair	α Gru	1,73	–0,07	101
62956	Alioth	77, ε UMa	1,76v	–0,02	81
90185	Kaus Australis	20, ε Sgr	1,79	–0,03	145
54061	Dubhe	50, α UMa	1,81	1,06	124
67301	Alkaid	85, η UMa	1,85	–0,10	101
28360	Menkalinan	34, β Aur	1,90v	0,08	82
31681	Alhena	24, γ Gem	1,93	0,00	105
42913		δ Vel	1,93	0,04	80
100751	Peacock	α Pav	1,94	–0,12	183
46390	Alphard	30, α Hya	1,99	1,44	177

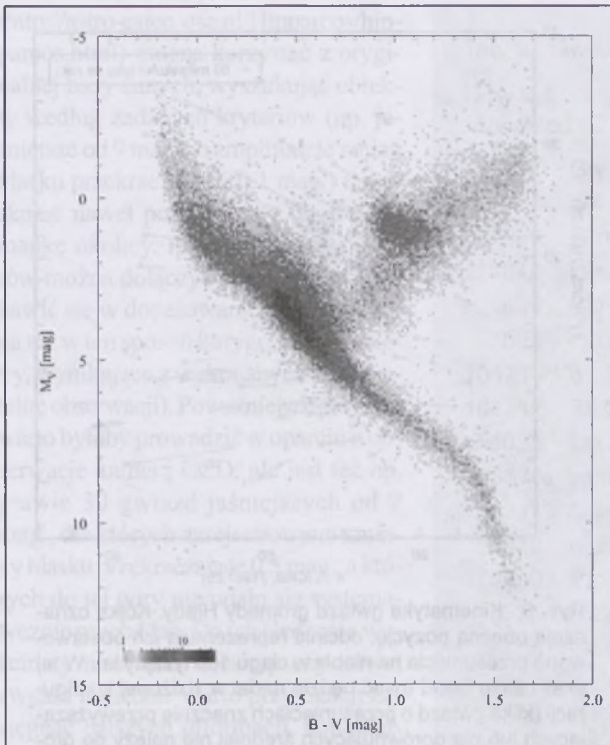
zmiennych oraz pozycji w układach podwójnych. Efektem ubocznym jest pogłębienie naszej wiedzy w obszarach niekiedy dość zaskakujących — od teorii wnętrz gwiazd po kosmologię.

Kosmiczny liniał

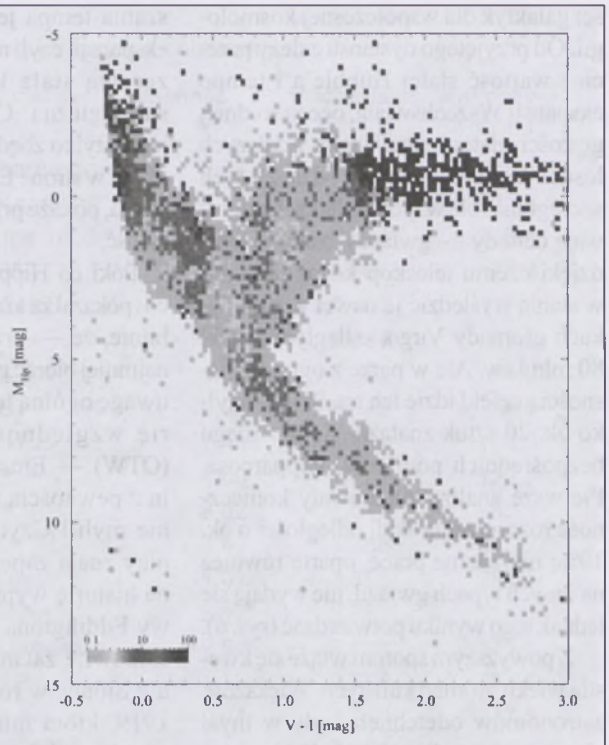
Jeśli chodzi o odległości, dane Hipparcosa umożliwiły ogromny przyrost informacji o naszych sąsiadkach w Galaktyce. Dla przeszło 400 gwiazd uzyskano precyzyjny pomiar paralaksy (z błędem nie przekraczającym 1%) oraz bardzo przyzwoitą ocenę (w granicach 5% błędu) dla ponad 7 tysięcy (do tej pory mieszczących się w tym przedziale błędu wyznaczeń było zaledwie około setki). Możemy dziś stwierdzić, że dysponujemy dokładnymi wyznaczeniami odległości gwiazd w granicach 500 lat świetlnych od Słońca. Tab. 1 przedstawia listę 20 najbliższych gwiazd (w odległości do 12,5 l.św.), zaś tab. 2 to lista najbliższych (do 200 l.św.) wśród najjaśniejszych (do 2,0 mag.) gwiazd.

By uświadomić sobie, jak Hipparcos zmienił obraz najbliższego sąsiedztwa Słońca, wystarczy porównać nowe dane z *Katalogiem Bliskich Gwiazd*, sporządzanym w Heidelbergu od 1957 r. i na bieżąco uaktualnianym. W obszarze o promieniu 25 parseków (82 l.św.) przybyło ok. 200 „nowych" gwiazd — najbliższa to czerwony karzeł o jasności 11 mag., odległy zaledwie o 5,5 pc, tj. niespełna 18 l.św. Jednocześnie kilkaset gwiazd ze wspomnianego katalogu okazało się leżeć znacznie dalej. Na liście jest obecnie mniej gwiazd ciągu głównego, o połowę mniej olbrzymów i tylko jeden biały karzeł w odległości mniejszej niż 5 pc (nie licząc towarzyszy Syriusza i Procjona). Odkryto 37 nieznanych wcześniej składników w układach podwójnych, w tym prawdopodobnie brązowego karła w układzie z czerwonym karłem Gliese 433.

25 parseków to zaledwie 0,3% odległości do centrum Galaktyki. W tym niewielkim obszarze mieści się nie więcej niż 0,000001% gwiazd Drogi Mlecznej. A jednak w oparciu o tę próbkę astronomowie ekstrapolują tak fundamentalne wielkości jak funkcja jasności gwiazd, kinematyka i dynamika ich ruchów. Wielkość masy zawartej w gwiazdach w naszym sąsiedztwie obniżona została do 0,039 masy Słońca w parseku sześciennym (1 masa Słońca na 890 l.św. sześciennych). Jednocześnie w oparciu



Rys. 3. Najbardziej aktualny z diagramów HR dla gwiazd z otoczenia Słońca; zawiera dane dla 41453 pojedynczych obiektów, dla których względny błąd pomiaru paralaksy nie przekracza 20 %, zaś wskaźnika barwy – 0,05 mag. Odcieniami szarości zakodowano ilość gwiazd, odpowiadającą danej kombinacji obserwowanych parametrów B-V, M_V .



Rys. 4. Na tym diagramie HR zaznaczono odcieniami szarości procent gwiazd zmieniających swą jasność (w stosunku do ogółu badanych) w świetle danych Hipparcosa. Jak widać, zmiennymi są prawie wszystkie czerwone olbrzymy i nadolbrzymy.

o starannie wybraną próbkę gwiazd typu A z katalogu Hipparcosa określone zostały parametry ruchów przestrzennych gwiazd, a stąd — całkowita masa materii w naszej części Galaktyki: 0,076 ± 0,015 masy Słońca na parsek sześcienny. To wprawdzie dwukrotnie więcej niż masa materii zawartej w gwiazdach, ale grubo mniej niż uzyskiwano we wcześniejszych szacunkach. Wydaje się, że ilość ciemnej materii w dysku galaktycznym nie jest znacząca.

Dane Hipparcosa stanowią punkt wyjścia dla licznych publikacji odnoszących się do pojedynczych obiektów; sumarycznie stanowią istotny przyczynek wzbogacający naszą wiedzę o właściwościach gwiazd i pomagający nam zrozumieć ich ewolucję (rys. 3 i 4). Jeden z przykładów to astrosejsmologia — czyli wykorzystanie tzw. oscylacji gwiazd do „sondowania" ich wnętrza. Precyzyjna fotometria lub spektroskopia pozwala na wykrycie bardzo subtelnych zmian niektórych obserwowanych parametrów z okresem kilku minut. Z drugiej strony, teoria opisująca te zjawiska przewiduje zależność okresu oscylacji od warunków fizycznych panujących we wnętrzu gwiazdy, a co za tym idzie — jej globalnych parametrów, takich jak np. moc promieniowania. Bezpośredni pomiar odległości ma więc kluczowe znaczenie dla weryfikacji teorii oscylacji i konstruowania coraz bardziej wyrafinowanych modeli gwiazd. Dzięki satelicie Hipparcos udało się m.in. uzyskać doskonałą zgodność obserwacji i teorii dla stosunkowo jasnego (2,7 mag.) podolbrzyma η Boo — odległość określona na podstawie analizy oscylacji wyniosła bowiem 40 l.św., tj. dokładnie tyle, ile (z 1% błędem) zmierzyła sonda.

Hipparcos umożliwił bezpośredni pomiar odległości do kilkunastu gromad otwartych, z najsłynniejszymi — Hiadami i Plejadami włącznie. Hiady już od przeszło 100 lat stanowiły przedmiot badań, mających na celu ścisłe określenie dystansu, co dla wielu astronomów mogło być irytujące (w końcu to najbliższa w miarę bogata w gwiazdy gromada!), ale z pewnością miało kluczowe znaczenie. Gromady otwarte to unikalne laboratorium teorii ewolucji gwiazd, dostarczające nam niemal wyselekcjonowanej próbki obiektów o jednakowym wieku i początkowym składzie chemicznym, różniących się jedynie masą. Co więcej, dysponując dość wiarygodnie wyznaczoną odległością gwiazd różnych typów w gromadzie, możemy użyć ich do kalibracji skali odległości we Wszechświecie; to pierwszy szczebel „drabiny" kosmologicznej, na którym oparte są wszelkie pośrednie metody określania dystansu bardziej odległych obiektów. W zasięgu badań Hipparcosa znalazło się około 200 gwiazd Hiad; odległość środka masy określono ostatecznie na 46,34 ± 0,27 pc (151 ± 0,9 l.św.). Ponadto udało się dokładnie odtworzyć strukturę wewnętrzną obiektu — ruchy poszczególnych składników, rozkład masy i przebieg procesu rozpadania się gromady (rys. 5).

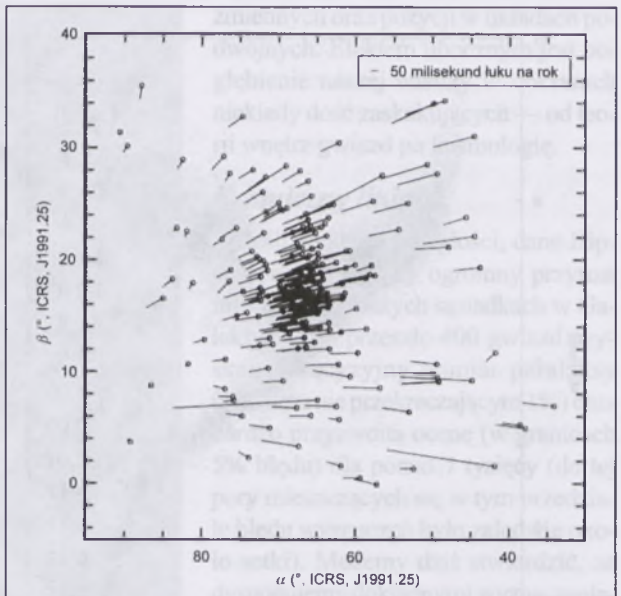
Jak chwiejne były podstawy owej kosmologicznej „drabiny", przekonaliśmy się, gdy inna gromada, wielokrotnie okrzyczana standardem — Plejady — okazała się o 15% bliższa niż do tej pory przyjmowano. Choć nowy rezultat (115 pc, tj. 375 l.św.) wciąż poddawany jest analizom i krytykom, nie jest wykluczone, że prócz masy i składu chemicznego gwiazd coś jeszcze w dość wyraźny sposób determinuje przebieg ich ewolucji.

Nikogo nie trzeba chyba przekonywać, jak istotne jest określanie odległo-

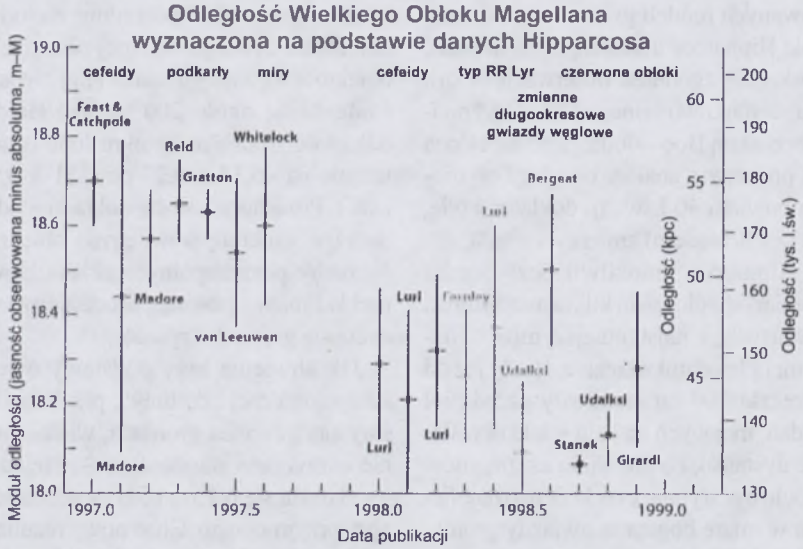
ści galaktyk dla współczesnej kosmologii. Od przyjętego dystansu zależy przecież wartość stałej Hubble'a i tempo ekspansji Wszechświata, ocena średniej gęstości materii oraz wieku i dalszych losów Wszechświata. Już od lat 20-tych szczególną rolę w tych badaniach odgrywają cefeidy — gwiazdy bardzo jasne, dzięki czemu teleskop kosmiczny jest w stanie wyśledzić je nawet w galaktykach gromady Virgo, odległych o 50–80 mln l.św. Ale w parze z ogromną jasnością cefeid idzie ich rzadkość — tylko ok. 20 sztuk znalazło się w zasięgu bezpośrednich pomiarów Hipparcosa. Pierwsze analizy sugerowały konieczność rozszerzenia skali odległości o ok. 10%; niezależne prace, oparte również na innych typach gwiazd, nie wydają się jednak tego wyniku potwierdzać (rys. 6).

Z powyższym sporem wiąże się kwestia wieku gromad kulistych. Większość astronomów odetchnęła, gdy w myśl pierwszych analiz danych Hipparcosa został on obniżony do 12–14 mld lat, nie będąc już w sprzeczności z wiekiem Wszechświata. Jednak i tu badacze nie osiągnęli kompromisu; część z nich sugeruje w dalszym ciągu, że wiek gromad kulistych może sięgać 18 mld lat, postulując jednocześnie jeszcze większą wartość na wiek Wszechświata, tym samym dopuszczając możliwość przyspieszania tempa jego ekspansji, czyli niezerową stałą kosmologiczną. Czy jest to tylko zbędny ukłon w stronę Einsteina, pokaże przyszłość.

Póki co Hipparcos pokazał za to dobitnie, że — przynajmniej biorąc pod uwagę ogólną teorię względności (OTW) — Einstein z pewnością się nie mylił! Czytelnicy znają zapewne historię wyprawy Eddingtona na całkowite zaćmienie Słońca w roku 1919, która miała na celu zaobserwowanie jednego z subtelnych efektów OTW — zakrzywienia biegu promienia świetlnego w silnym polu grawitacyjnym. Przy brzegu tarczy Słońca zakrzywienie to osiąga wartość zaledwie 1,7 sekundy łuku — stwierdzenie jeszcze mniejszych zmian pozycji gwiazd 80 lat temu było nie lada wyzwaniem. Dane Hipparcosa są tak precyzyjne, że wykazują wspomniany efekt OTW dla gwiazd z ponad połowy sfery niebieskiej, jest on bowiem mierzalny nawet w odległości kątowej przekraczającej 90° od Słońca! To rekordowy zasięg metody obserwacyjnego pomiaru tzw. parametru γ, a przy tym jej rekordowa, do 0,01%, dokładność.



Rys. 5. Kinematyka gwiazd gromady Hiady. Kółka oznaczają obecną pozycję, odcinki reprezentują ich obserwowane przesunięcia na niebie w ciągu 100 tysięcy lat. W tej skali czasu układ trwać będzie nadal w zbliżonej konfiguracji (kilka gwiazd o przesunięciach znacznie przewyższających lub nie dorównujących średniej nie należy do gromady).



Rys. 6. Współczesne wyznaczenia odległości Wielkiego Obłoku Magellana w oparciu o obserwacje Hipparcosa. Biorąc pod uwagę próbki bliskich obiektów różnych typów, kalibruje się skalę dystansu. Konieczność uwzględnienia poczerwienienia (warto wspomnieć, że zajmujący się niektórymi dziedzinami badań astrofizycy uznają je za zaniedbywalnie małe...), różnic w składzie chemicznym itp. efektów znajduje odzwierciedlenie w znacznym rozrzucie wyników uzyskanych przy pomocy różnych metod. Tak chwiejny jest pierwszy szczebel drabiny kosmicznych odległości! (za M. Perryman)

Na tropie zmian blasku

Choć głównym celem misji Hipparcosa były pomiary astrometryczne, udało się zgromadzić całkiem pokaźny i jednorodny materiał fotometryczny. Jasność każdej ze 118 tysięcy gwiazd została w ciągu trzech lat obserwacji zmierzona około 100 razy (z dokładnością do 0,02 mag.). Stwierdzono zmiany blasku dla prawie 12 tysięcy z nich, przy czym dla przeszło 70% (8237 sztuk) było to odkrycie zmienności! Pośród około 2700 zmiennych okresowych badanych przez Hipparcosa znalazły się m.in. 273 cefeidy (2 nowo odkryte), 186 zmiennych typu RR Lyr (9 nowych), 108 gwiazd typu δ Scu i SX Phe (35 nowych) oraz 917 układów zaćmieniowych (343 nowe).

A teraz nie lada gratka dla amatorów obserwacji gwiazd zmiennych: ponad 4000 obiektów czeka na sklasyfikowanie! Na stronie WWW Hipparcosa

(http://astro-estec. esa.nl/Hipparcos/hipparcos.html) można korzystać z oryginalnej bazy danych, wyszukując obiekty według zadanych kryteriów (np. jaśniejsze od 9 mag. i o amplitudzie zmian blasku przekraczającej 0,1 mag.) i uzyskując nawet potrzebną do obserwacji mapkę okolicy. Po wykonaniu pomiarów można dołączyć własne dane i pobawić się w dopasowanie okresu (można też w ten sposób korygować parametry, wynikające z wykonanych przez satelitę obserwacji). Poważniejsze projekty warto byłoby prowadzić w oparciu o obserwacje kamerą CCD, ale jest też np. prawie 30 gwiazd jaśniejszych od 9 mag., dla których zarejestrowano zmiany blasku przekraczające 0,5 mag., a których do tej pory nie udało się systematycznie przebadać. Do ich śledzenia wystarczy niewielki teleskop czy nawet zwykła lornetka! Warto przy okazji zasięgnąć dalszych informacji, kontaktując się z Amerykańskim Towarzystwem Obserwatorów Gwiazd Zmiennych (AAVSO; http://www.aavso.org/).

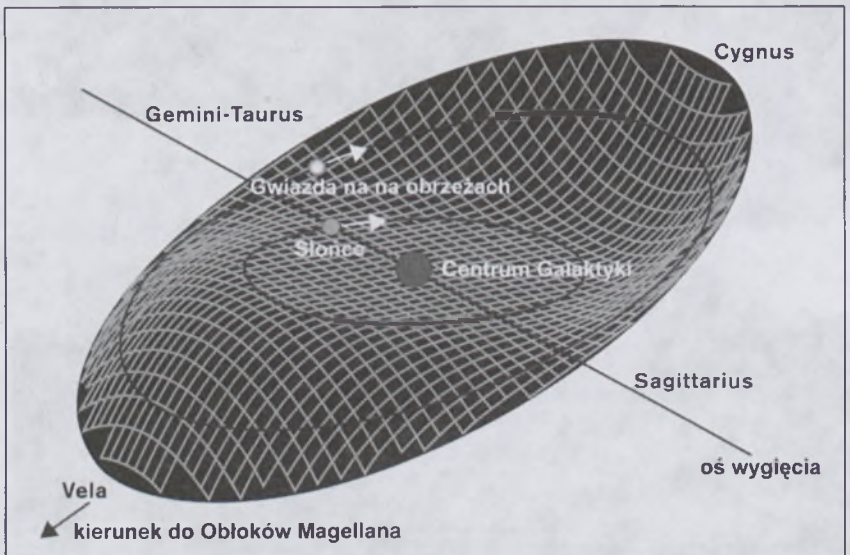
Tab. 3. Gwiazdy o największym ruchu własnym

Nr w kat. *Hipparcos*	Nazwa gwiazdy	Jasność V	Ruch własny ("/rok)	Kąt pozycyjny (°)
87937	Gwiazda Barnarda	9,54	10,358	355,6
24186	Gwiazda Kapteyna	8,86	8,671	131,4
57939	Groombridge 1830	6,42	7,058	145,4
114046	Lacaille 9352	7,35	6,896	78,9
439	CD –37°15492	8,56	6,100	112,5
67593		13,31	5,834	23,0
104214	61 Cygni A	5,20	5,281	51,9
104217	61 Cygni B	6,05	5,172	52,6
54035	Lalande 21185	7,49	4,802	186,9
108870	ε Indi	4,69	4,704	122,7
54211	Gliese 412	8,82	4,511	282,1
19849	o^2 Eridani	4,43	4,088	213,2
70890	Proxima Centauri	11,01	3,853	281,5
5336	μ Cassiopeiae	5,17	3,777	115,1
36208	Gwiazda Luytena	9,84	3,738	171,2
71681	α Centauri B	1,35	3,724	284,8
71683	α Centauri A	–0,01	3,710	277,5
74234	Washington 5583	9,44	3,681	195,8
74235	Washington 5584	9,07	3,681	195,7
105090	Lacaille 8760	6,69	3,455	250,6

Z partnerem u boku

Równie płodnym jak śledzenie blasku gwiazd zajęciem Hipparcosa było zmierzenie ich ruchu własnego. W tab. 3 przedstawiamy pierwszą dwudziestkę wśród rekordzistek pod tym względem. Drobiazgowa analiza wyłoniła prawie 24 tysiące gwiazd podwójnych (i wielokrotnych), z czego niewiele ponad połowa ujawniła parametry obu składników (znalazło się tu prawie 3000 nowych układów). Blisko 3000 nowych układów astrometrycznych (głównie nowo odkrytych) oraz 8500 gwiazd podejrzanych o podwójność uzupełnia ten inwentarz.

Rezultaty analiz tych badań dopiero zaczynają napływać. I tak np. wykorzystując dane Hipparosa dla gwiazdy 47 UMa, podejrzanej o posiadanie mało masywnego towarzysza, udało się określić górny limit jego masy na 7 mas Jowisza. Zdecydowanie nie jest to więc brązowy karzeł. Sięgając z kolei jakby na drugi kraniec analiz ruchów własnych — po metody statystyczne — ciekawym wynikiem okazało się odkrycie zakrzywienia płaszczyzny Drogi Mlecznej, podobne do zaobserwowanego już dla około połowy galaktyk spiralnych (rys. 7); jego przyczyna pozostaje póki co nie wyjaśniona.



Rys. 7. Dysk Mlecznej Drogi okazał się zakrzywiony – gwiazdy leżące dalej niż Słońce od środka Galaktyki poruszają się po orbitach nachylonych w stosunku do płaszczyzny wewnętrznej części dysku. Dla podkreślenia efektu na powyższym rysunku wygięcie to sztucznie powiększono o czynnik 10.

Zamiast epilogu

Jeśli po tym dość lakonicznym przeglądzie wyników misji Hipparcos poczuliście Państwo ogrom nowej wiedzy i potencjalny zasięg problematyki (w gruncie rzeczy astrofizycznej!), której badaniom będzie sprzyjać precyzyjna astrometria, to może łatwiej będzie nam wszystkim ogarnąć rozmiar rewolucji, którą przyniesie ze sobą XXI w. w postaci kosmicznej interferometrii i pomiarów pozycji ciał niebieskich z dokładnością do milionowych części sekundy łuku. Ale o tym już następnym razem.

Krzysztof Rochowicz jest astrofizykiem UMK zajmującym się badaniami spektroskopowymi gwiazd Wolfa-Rayeta oraz członkiem zespołu redagującego „Uranię-PA”

Z historii polskiej astronomii

Nieznane fotografie Obserwatorium Wileńskiego

(opisane przez śp. Profesor Wilhelminę Iwanowską)

Wśród obszernego zbioru prywatnych fotografii należących do Profesora Tadeusza Banachiewicza i zakupionych w 1997 roku przez Bibliotekę Główną krakowskiej Wyższej Szkoły Pedagogicznej znajduje się kilkanaście zdjęć Obserwatorium Wileńskiego i pracujących tam astronomów. Fotografie te najprawdopodobniej wykonał osobiście Tadeusz Banachiewicz aparatem małoobrazkowym *Leica* w latach trzydziestych, w trakcie swojej wizyty w Wilnie. Jak świadczą zachowane pudełka, film był wywołany w Krakowie przez znaną firmę Voigt przy ulicy Floriańskiej 47, tam też *w ciągu sześciu godzin* (jak głosi napis na pudełku) wykonywano odbitki.

W maju 1997 roku autor niniejszej notatki zwrócił się do Pani Profesor Wilhelminy Iwanowskiej z uprzejmą prośbą o pomoc w identyfikacji widocznych na zdjęciach osób i instrumentów, przesyłając wybór wspomnianych fotografii. Po kilkunastu dniach nadeszła odpowiedź:

Toruń, 10 czerwca 1997

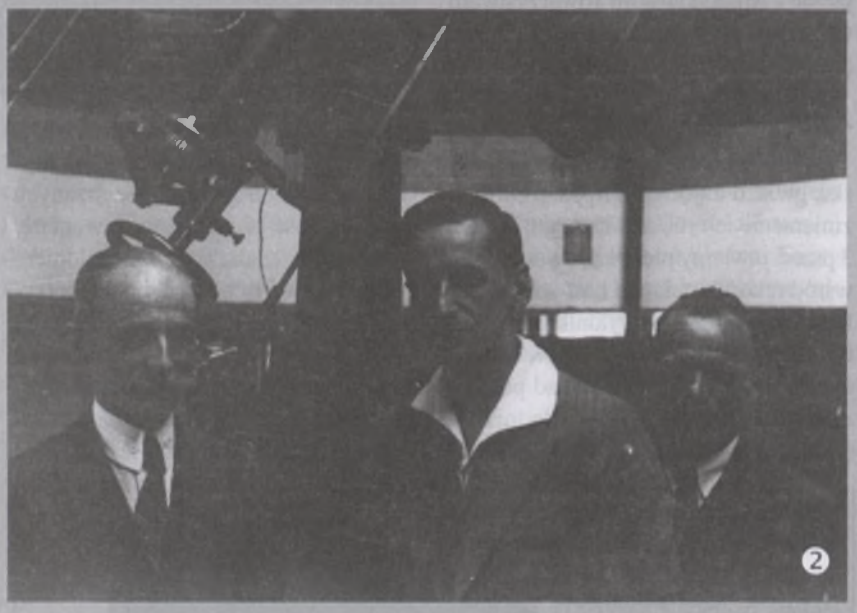
Wielce Szanowny i Drogi Panie Profesorze

Jestem ogromnie wdzięczna za te zdjęcia drogich mi, a już dawno nie żyjących osób z „miłego Miasta" Wilna, z Wileńskiego Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Stefana Batorego, z roku około 1935–1937.(...)

Dalej następują objaśnienia fotografii:

❶ *Śp. Dr Wiktor Ehrenfeucht, który po uzyskaniu magisterium w Uniwersytecie Warszawskim przeniósł się do Wilna, był zatrudniony w wileńskich szkołach średnich jako nauczyciel fizyki, a jednocześnie podjął pracę doktorską u Prof. Władysława Dziewulskiego — fotometria fotograficzna cefeid obronił ją ok. r. 1938. Był bardzo uzdolnionym naukowcem o żywej umysłowości. Zmarł w Warszawie w czasie wojny. Miejsce zdjęcia: w głównej kopule (Zeissa) mieszczącej refraktor Zeissa o średnicy 15 cm z kamerą fotograficzną Zeissa 15 cm z r. 1915–1920.*

❶



❷

❸

❷ *Od lewej: Prof. Władysław Dziewulski, Dr Wiktor Ehrenfeucht, Dr Stanisław Szeligowski, który za Prof. Dziewulskim przeniósł się do Wilna z UJ w Krakowie, po doktoracie w r. 1921. Po wojnie przyjechał do Torunia, habilitował się, przeniósł się do Wrocławia i tam zmarł w r. 1966. Miejsce zdjęcia: jak na fotografii 1.*

❸ *Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu Stefana Batorego: pawilon o dwóch kopułach, zbudowany w latach 1929–1935, mieszczący astrograf Heydego o średnicy 16 cm (prawa kopuła) i reflektor Grubba o średnicy 56 cm ze spektrografem bezszczelinowym Zeissa (lewa kopula) od roku 1937/9. W czasie wojny spektrograf znikł, reflektor stoi obecnie na górze Majdanak w Tadżykistanie — obecnie własność Obserwatorium Litewskiego w Wilnie.*

❹ *Pawilon o dwóch kopułach. Stoją od lewej: prof. W. Dziewulski(?), Dr Stanisław Szeligowski, Dr Wiktor Ehrenfeucht, Dr W. Iwanowska. Ok. r. 1933–1937.*

❺ *W kopule 15 cm refraktora Zeissa. Stoją od lewej: Dr W. Iwanowska, Dr S. Szeligowski. Czas: 1933–1934.*

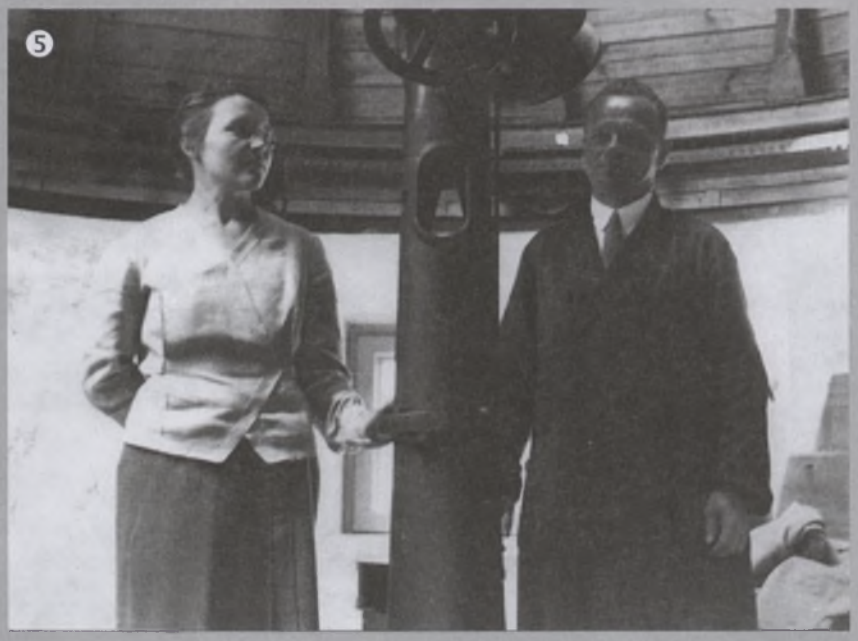
❻ *W kopule 15 cm refraktora Zeissa, ale luneta — przesuwalny „szukacz komet" Zeissa. Luneta wizualna, którą Prof. Dziewulski wyciągał na balkon, by obserwować dziesiątki (setki?) gwiazd zmiennych, głównie cefeid. Stoją: Dr W. Iwanowska, Prof. W Dziewulski. Czas: 1933–1934.*

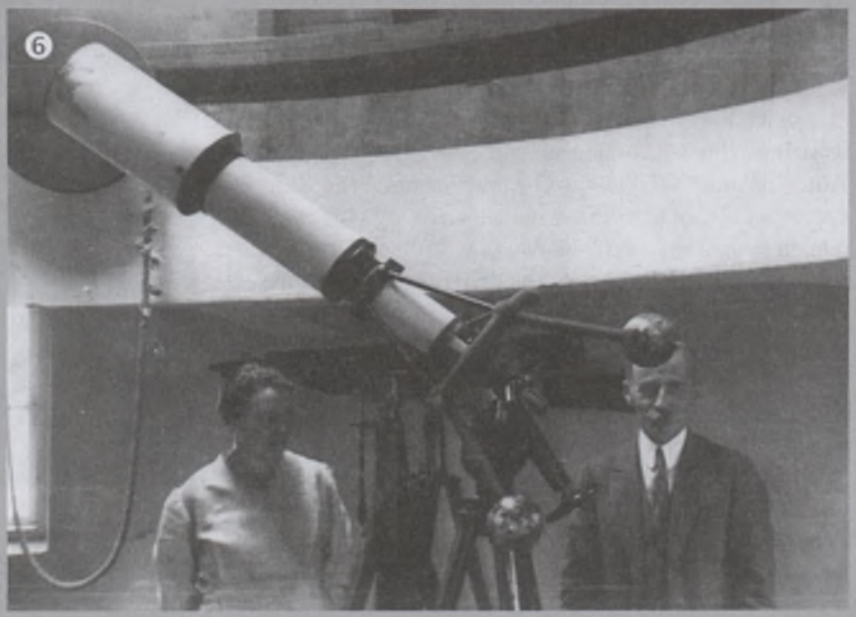
❼ *Obserwatorium Astronomiczne USB, budka zbudowana obok budynku o dwóch kopułach (3), mieszcząca „szukacz komet" Zeissa, mało używany przez Prof. Dziewulskiego. Stoją: Dr W Ehrenfeucht i Prof. W. Dziewulski. Czas: 1937–1939.*

❽ *Przy wejściu do głównego pawilonu Zeissa. Stoją: Prof. W.Dziewulski, doc. W. Iwanowska, Dr W. Ehrenfeucht. Czas: 1937–1939.*

Łączę wyrazy głębokiego szacunku i serdeczne pozdrowienia

W. Iwanowska





Datowanie fotografii przez Panią Profesor Wilhelminę Iwanowską nie ma charakteru ścisłego, gdyż jak się później okazało po odnalezieniu negatywu, wszystkie zdjęcia były wykonane

w jednym dniu. Dzięki uprzejmości Dr. Jerzego Kordylewskiego udało się odnaleźć w *„Notatach codziennych"* Tadeusza Banachiewicza odnośny zapis, świadczący o tym, że Autor *„Notat"* wizytował Obserwatorium Wileńskie 28 czerwca 1934 roku, m. in. rozmawiając z Dr W. Ehrenfeuchtem na temat jego ewentualnego przyjazdu do Krakowa.

Ponadto, na podstawie książki *Władysław Dziewulski (1878–1962)* pod red. C. Iwaniszewskiej [wyd. Towarzystwo Naukowe w Toruniu, 1978] należy wnosić, iż S. Szeligowski był wypromowany w Wilnie jako pierwszy doktor w roku 1923. We wspomnianym opracowaniu można znaleźć dalsze szczegóły związane z historią Obserwatorium Wileńskiego w okresie międzywojennym

Z filmu małoobrazkowego, z którego wykonano powyższych osiem fotografii, dodatkowo jeszcze udało się wykonać dwie kolejne odbitki, które prezentujemy obok.

Jerzy M. Kreiner

❾ Dr Wilhelmina Iwanowska przy „szukaczu komet" Zeissa.

❿ Profesorowie Władysław Dziewulski i Tadeusz Banachiewicz w kopule 15 cm refraktora Zeissa.

Mgławica Oriona

Warto przypomnieć, że „perłom" z gwiazdozbioru Oriona poświęciliśmy rozkładówkę „Uranii-PA" nr 2/98, a część M 42 widzianą teleskopem Subaru prezentowaliśmy w poprzednim numerze. Dziś nieco więcej informacji o bodaj najsłynniejszej z pereł, którą Messier dość niefortunnie podzielił...

M 42 (NGC 1976)

Rektascensja	$05^h35^m,4$
Deklinacja	–05°27'
Odległość	1600 l.św.
Jasność obserwowana	4,0 mag
Rozmiary kątowe	85' × 60'

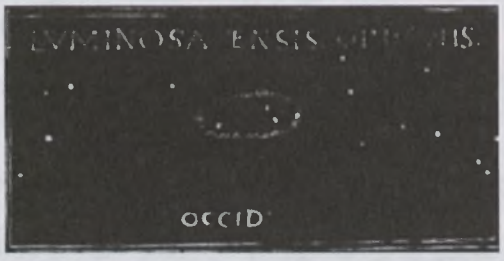
M 42 to najjaśniejsza mgławica dyfuzyjna na niebie, widoczna nawet gołym okiem, a prezentująca się niezwykle w każdym instrumencie — od przyrządów amatorskich, poprzez sprzęt największych profesjonalnych obserwatoriów, aż po teleskop kosmiczny. Jest częścią większego obłoku gazowego, zajmującego na sferze niebieskiej przeszło 10 stopni, tj. ponad połowę konstelacji Oriona (w przestrzeni jest to obszar o rozmiarach kilkuset lat świetlnych). W jego skład wchodzą liczne zasługujące na uwagę obiekty (por. rozkładówka), takie jak Pętla Barnarda, mgławica Koński Łeb (zawierająca również NGC 2024, będącą silnym radioźródłem Orion B) oraz mgławice otaczające M 78.

Centralna część, wobec której najczęściej używa się określenia „Mgławica Oriona", zajmuje na niebie obszar kilkakrotnie większy od tarczy Księżyca — w rzeczywistości jest to ok. 30 l.św. Obiekt ten został odnotowany dopiero po wynalezieniu lunety (jeszcze w 1610 r. opisał go francuski prawnik Nicholas-Claude Fabri de Peiresc), chociaż już Ptolemeusz skatalogował najjaśniejsze gwiazdy mgławicy. Szkic wykonany przez Hodiernę przed r. 1654 (rys. górny) wydał się Messierowi zbyt ubogi, stworzył więc własnoręczny portret mgławicy (rys. dolny).

Od strony północnej M 42 jest wyraźnie ograniczona ciemnym pasmem materii. O słabszej mgiełce powyżej tego pasma wspomina po raz pierwszy de Mairan w r. 1733. Messier potraktował tę część mgławicy jako odrębny obiekt, nadając mu oznaczenie M 43. W najbliższym sąsiedztwie stwierdzono później obecność jeszcze słabszych mgławic refleksyjnych, częściowo odbijających światło M 42 i M 43 — doczekały się one własnych symboli NGC: 1973-5-7 (por. mapka na następnej stronie).

M 42 sama w sobie stanowi niezwykłe kłębowisko gazu i pyłu, pełne detali, które były dodatkowo nazywane przez jej obserwatorów. I tak wspomniane ciemne pasmo oddzielające M 43 to „Rybia Gęba", z jaśniejszymi „skrzydłami" po obu stronach, zwieńczona „gromadą Trapez". Wschodnie „skrzydło" to najczęściej „Szpada", a słabsze zachodnie — „Żagiel". Nieco inne, łacińskie nazwy wywodzą się jeszcze z opisów Herschela, Struve'go i Rosse'a; to ogółem kilkanaście wyodrębnionych struktur w rodzaju „Sinus Magnus", „Regio Subnebulosa" czy „Pons Schroeteri".

Trapez należy do najmłodszych znanych gromad — proces formowania gwiazd nie został w niej jeszcze zakończony. Trzy najjaśniejsze gwiazdy naszkicował Hodierna, a odnotował w r. 1656 Christian Huygens — noszą one oznaczenia „A", „B" i „C". Czwartą gwiazdę Trapezu („D") odnalazł (wg de Mairana) Abbe Jean Piccard i — niezależnie od niego — Huygens w r. 1684. Z kolei gwiazdę „E" odkrył w 1826 r. Wilhelm Struve, gwiazdę „F" John Herschel w 1830 r., „G" — Alvan Clark w 1888 r. 90-cm refraktorem Obserwatorium Licka, zaś „H" — tym samym instrumentem i jeszcze tego samego roku E. E. Barnard. Ten ostatni, badając „swoją" gwiazdę, stwierdził jej podwójność (oba składniki świecą blaskiem 16 magnitudo). Dziś wiemy też, że gwiazdy „A" i „B" to



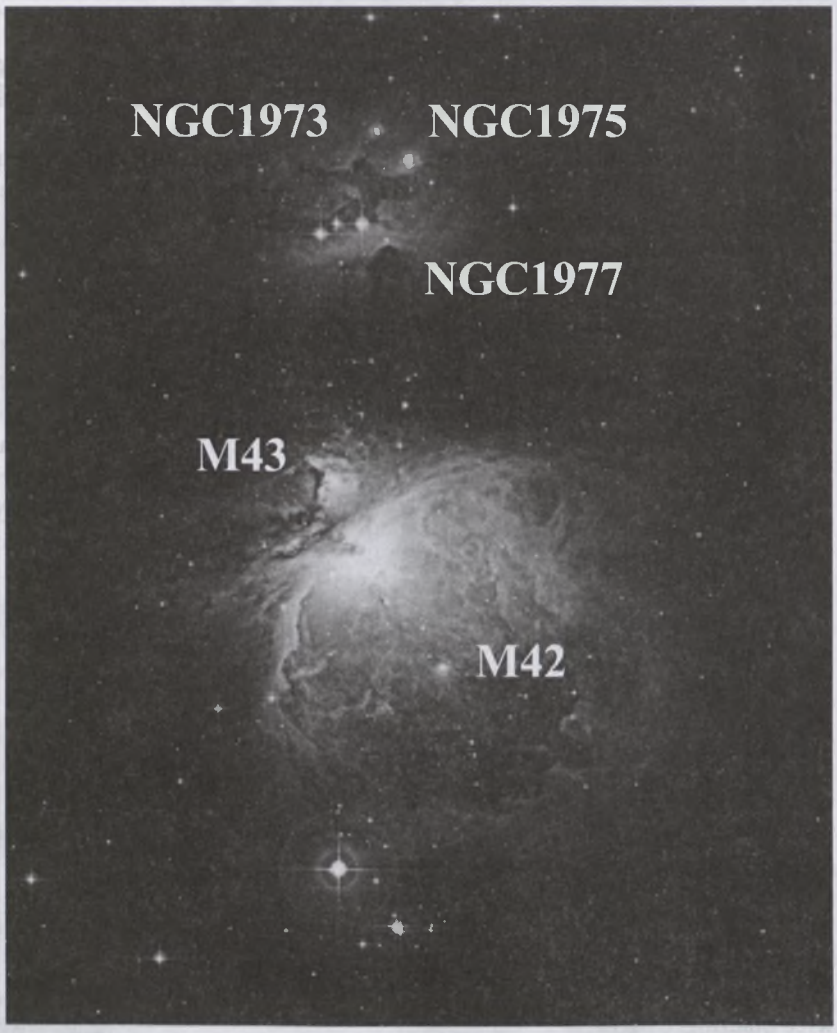
Szkic Mgławicy Oriona wykonany przez Hodiernę

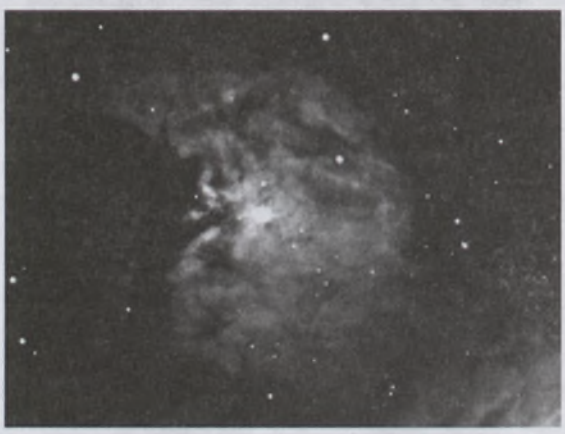
Rysunek wykonany przez Messiera

układy zaćmieniowe typu Algola o okresach 65,4 dnia i 6,5 dnia oraz zakresach zmian blasku 6,73 — 7,53 i 7,95 — 8,52 odpowiednio.

Mgławica Oriona była od samego początku jednym z ulubionych obiektów obserwacji wykonywanych teleskopem Hubble'a. Informowaliśmy o nich Czytelników „Postępów Astronomii", m.in. w numerze 1/96, donosząc o jednym z najważniejszych odkryć — zaobserwowaniu dysków protoplanetarnych. Portret dysków w nieco innej formie prezentujemy na rozkładówce, można tam również obejrzeć obraz z nowej kamery podczerwonej (NICMOS), ujawniający strukturę obłoku molekularnego OMC-1, do tej pory umykającą naszym oczom w gęstych warstwach pyłu i gazu, nieprzezroczystych dla światła widzialnego.

Zastanawiające jest, że widoczna gołym okiem Mgławica Oriona wraz z jasnymi gromadami gwiazd (Praesepe — M 44 i Plejady — M 45) zwieńczyła pierwsze wydanie katalogu. Messier umieszczał przecież na swojej liście obiekty z reguły słabsze, które mogły być przez pomyłkę uznane za komety. Tymczasem jednej nocy — 4 marca 1769 r. — wyznaczył pozycje dobrze znanych ciał, najwyraźniej po to, by swój katalog powiększyć (może także dlatego podzielił Mgławicę Oriona na dwie części?). Czyżby w ten sposób chciał „prześcignąć" wydany w 1755 r. katalog Lacaille'a obiektów południowego nieba, liczący 42 pozycje? Cóż, pozostają nam tylko spekulacje...





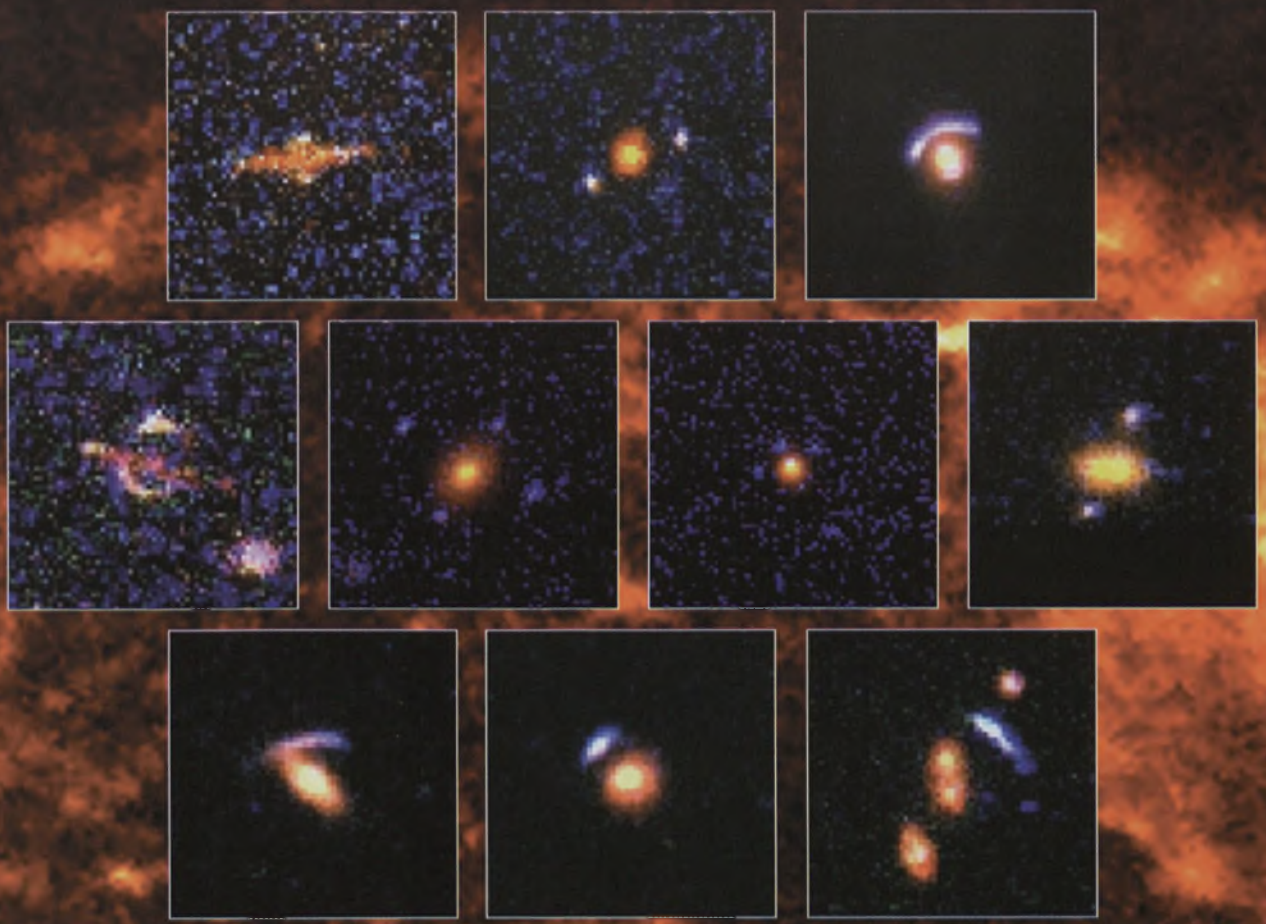
Rektascensja	$05^h35^m,6$
Deklinacja	–05°16'
Odległość	1 600 l.św.
Jasność obserwowana	9,0 mag
Rozmiary kątowe	20' × 15'

M 43 (NGC 1982)

Jak już wspomnieliśmy, M 43 to po prostu część Mgławicy Oriona, oddzielona od M 42 wyraźnym, ciemnym pasmem pyłu i gazu. W pierwszym opisie de Mairan określa ją jako „jaśniejącą otoczkę gwiazdy", dodając też, że „tak mniej więcej wyglądałaby atmosfera Słońca, gdyby tylko była dostatecznie gęsta i rozległa, by można ją było dostrzec przez teleskop z podobnej odległości". Nie tylko Messier uznał ją za odrębną mgławicę — umieścił ją na swej liście również William Herschel, który starał się zasadniczo nie powielać obiektów Messiera.

Mgławica dyfuzyjna M 43 otacza młodą, nieregularną zmienną NU Orionis (HD 37061) o jasności 6.5 — 7.6 magnitudo i typie widmowym B IV. Wprawdzie wydaje się, że to rzeczywiście głównie ten obiekt pobudza mgławicę do świecenia, ale ponadto w jej wnętrzu kryje się oddzielna gromada gwiazd, które uformowały się w tej części Mgławicy Oriona. Warto przyjrzeć się i tej „perełce" choćby 10-centymetrowym teleskopem. (*kr*)

Galeria soczewek grawitacyjnych HST...



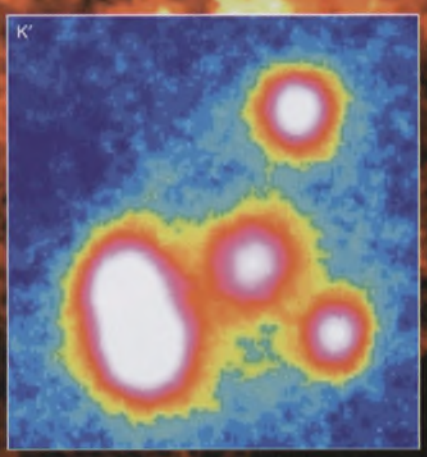
Soczewki grawitacyjne odkryte przez teleskop kosmiczny Hubble'a w jego najgłębszych przeglądach Wszechświata. Różny obraz efektow soczewkowania grawitacyjnego spowodowany jest głównie różną odległością kątową od naszej linii widzenia tych obiektów.

W środkowym rzędzie, pierwszy z lewej, obraz „pierścienia Einsteina" zwanego „Londyńskie metro" ze względu na podobieństwo do logo tego metra. Obraz drugi od lewej w tym samym rzędzie to pierwsza, odkryta w 1995 r. soczewka grawitacyjna zwana „Krzyżem Einsteina". Układem soczewkującym jest tu galaktyka odległa o 7 mld lat światła, a ogniskowany kwazar znajdujący się w odległości 11 mld lat światła. Na ostatnim obrazie, w ostatnim rzędzie po prawej, niebieskie łuki są spowodowane potencjałem grawitacyjnym grupy 4 galaktyk.

...i teleskopu Subaru

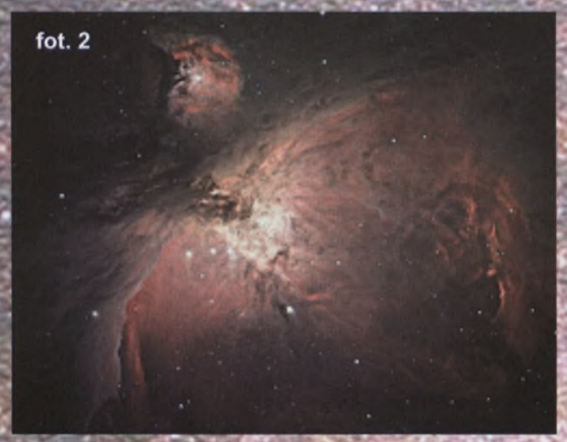
Soczewka grawitacyjna PG1115+80 jest obrazem odległego o 10 mld lat świetlnych kwazara leżącego na jednej linii widzenia z dużo bliższą (3 mld lat św.) galaktyką.

Na lewym obrazie, który jest kombinacją zdjęć w zakresie optycznym i podczerwonym, widzimy 4 obrazy kwazara wokół centralnej czerwonej galaktyki, która działa jako soczewka. Po prawej stronie widzimy rozległe pojaśnienie sugerujące pierścień, którego możemy się spodziewać przy dokładnym położeniu obiektów soczewkującego i soczewkowanego w jednej linii.



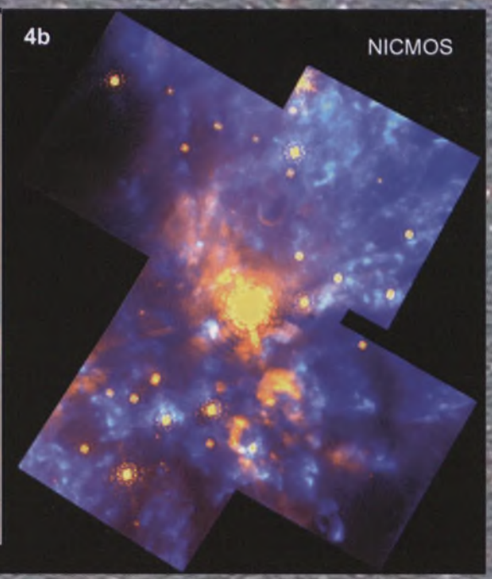
Mgławica Oriona

fot. 1


fot. 2

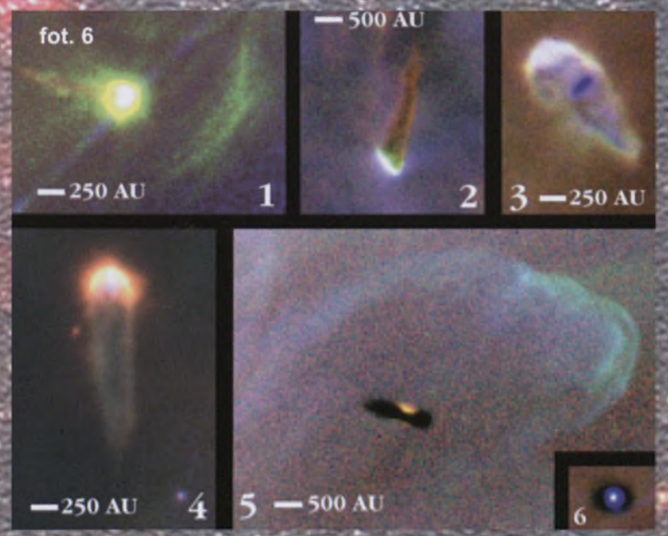
fot. 3

Na centralnym zdjęciu, przedstawiającym konstelację Oriona, zlokalizować możemy cały szereg interesujących mgławic. Najjaśniejsza w „mieczu" Oriona, to Wielka Mgławica M42 i M43 wraz z przylegającym do niej od północy obszarem NGC 1973-5-7. W sąsiedztwie gwiazdy ζ Ori (po lewej w pasie Oriona) kolejna jasna mgławica z rysującym się na jej tle Końskim Łbem (można go dostrzec dopiero na powiększeniu — fot. 1, dokładnie pod wspomnianą gwiazdą; fot. 2 i 3 — kompozycje trzech oddzielnych ekspozycji z użyciem tzw. nieostrej maski — ukazują w całej krasie M42 wraz z M43 oraz centralną, najjaśniejszą część mgławicy z gromadą Trapez). Delikatny, czerwonawy pierścień, obejmujący dolną część konstelacji, to Pętla Barnarda (w której leży m.in. M 78). „Głowę" Oriona (sąsiedztwo gwiazdy λ Ori) otacza kolejny gigantyczny obłok, dający na zdjęciu lekką, kolistą poświatę.



fot. 5

Po tej stronie wkładki zdjęcia fragmentów M 42 wykonane teleskopem kosmicznym. U góry (fot. 4) portret obłoku molekularnego OMC-1, niewidocznego w lewej części zdjęcia (fot. 4a, w zakresie optycznym), a ukazującego swą strukturę w podczerwieni (fot. 4b). Pośrodku (fot. 5) centralna część gromady Trapez z jej najjaśniejszymi gwiazdami i widocznymi już dyskami protoplanetarnymi; na dole (fot. 6) „galeria" tych dysków z przedstawioną skalą rzeczywistych rozmiarów w j.a. (AU). Cztery pierwsze obiekty to dyski „rozdmuchiwane" przez wiatr centralnych, masywnych gwiazd, ostatnie dwa — ciemne, pyłowe struktury — widoczne są na tle jasno świecącej mgławicy.

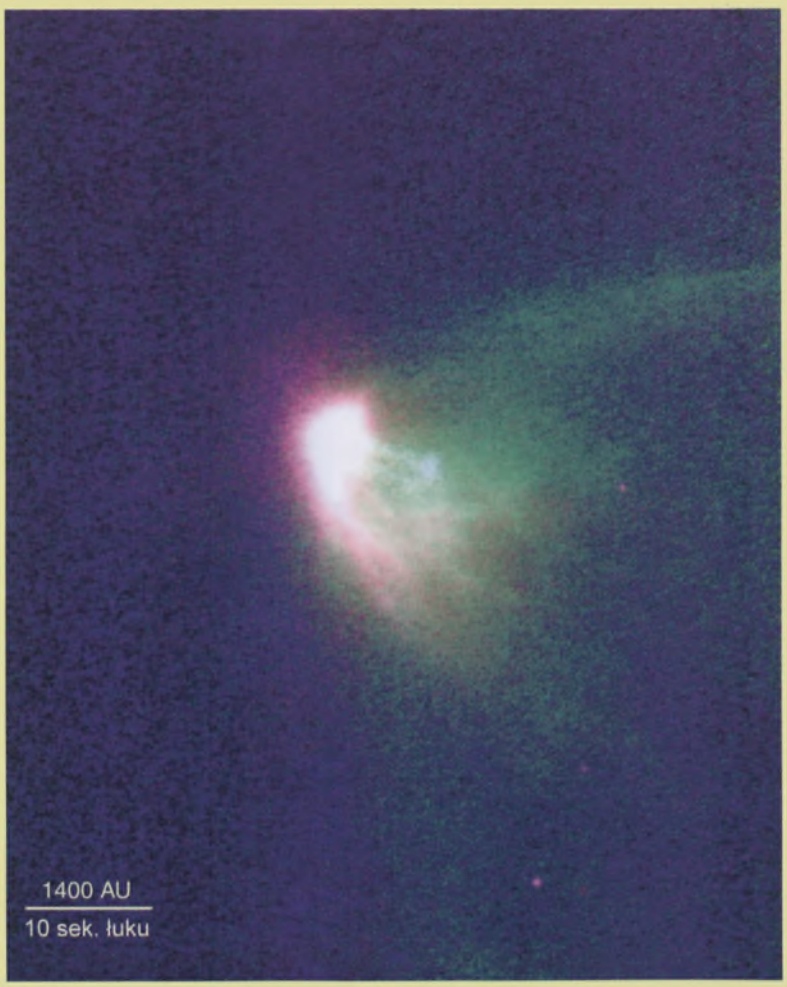


Urania
Postępy Astronomii

Zdjęcia: D. Malin /ROE/ AAO (1–3); S. Kohle, T. Credner (środek); J. Bally, D. Devine, R. Sutherland / HST (4–6).

Ziemskie spojrzenie na L1551-IRS5

O tym, że układ podwójny (najprawdopodobniej) protogwiazd skatalogowany jako L1551-IRS5 emituje w przestrzeń dwa dżety, wiedzieliśmy już dzięki teleskopowi Hubble'a. Obecnie i z Ziemi, za sprawą teleskopu Subaru, możemy przyglądać się szczegółowo temu ciekawemu obiektowi, odległemu od nas o jakieś 450 lat świetlnych. Na zdjęciu dżety są widoczne jako dwie równoległe zielone smugi emitowane z białej mgławicy, położonej nieco na lewo od środka, w której zanurzony jest cały układ. Wedle wykonanych analiz, do emisji dżetów silnie przyczynia się zjonizowane żelazo. Jak się wydaje, dżety są tworzone oddzielnie przez każdą ze składowych protogwiazd, a rozciągają się na około 1500 jednostek astronomicznych. Światło, którym świeci mgławica, to odbijane silne promieniowanie podczerwone protogwiazd. Co więcej, ich mocny wiatr gwiazdowy wywiewa otaczającą materię, tworząc wokół dżetów „wydrążenie”, którego krawędź również odbija ich światło. Chociaż wedle teorii dżety wypływają symetrycznie z dwóch stron protogwiazdy, to w przypadku L1551-IRS5 widzimy tylko te skierowane ku nam; przeciwległe giną w przepełnionym pyłem międzygwiazdowym otoczeniu. (*mag*)



poradnik obserwatora

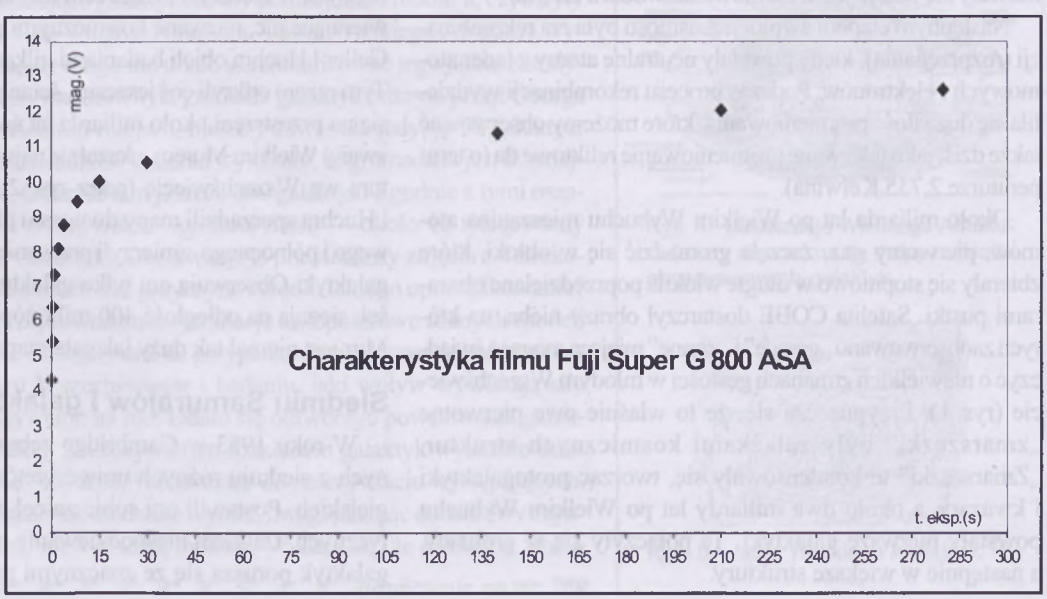
Jedno z przykładowych zdjęć gromady otwartej M 45 (Plejady) wykonane na filmie Fuji Super G 800 za pomocą obiektywu AF Tamron 5,6/200–400 IF LD przy ogniskowej 400 mm z czasem ekspozycji 210 sekund. Najsłabsze widoczne gwiazdy mają jasność prawie 12 mag.

Fot. *W. Skórzyński*

Fuji Super G 800

Nie ma chyba obecnie bardziej popularnego materiału negatywowego, używanego w astrofotografii, aniżeli prezentowany w tytule produkt firmy FUJI. Od samego początku istnienia tego filmu na rynku sięgają po niego nie tylko fotoreporterzy, ale także miłośnicy fotografowania nocnego nieba. Ponieważ materiał ten zbiera pozytywne recenzje w prasie fotograficznej, postanowiłem poświęcić pogodną, bezksiężycową noc na przetestowanie tego filmu. Oczywiście nie były to pierwsze zdjęcia astronomiczne robione na tej kliszy. Pracuję na tym materiale już od 6 lat. Do tej pory film ten wykorzystywałem do fotografowania mgławic, komet, galaktyk czy też gromad gwiazd, używając długich czasów ekspozycji. Zdjęcia astronomiczne wykonywane na tym filmie potwierdzały jego przydatność w astrofotografii. Wysoka czułość (800 ASA), wierne oddanie barw, niewielkie ziarno — jak na film o tej czułości — a także atrakcyjna cena sprawiły, że materiał ten znalazł szerokie grono użytkowników nie tylko w USA, ale także i w naszym kraju. Możliwości tego filmu w przypadku stosowania długich czasów ekspozycji są miłośnikom astrofotografii dobrze znane (chociażby z „Galerii Uranii") wobec tego poniższy test sprowadza się do określenia charakterystyki filmu przy stosunkowo krótkich czasach ekspozycji, zawierających się w przedziale 1/8 — 280 sekund. Test przeprowadzony został podczas pogodnej, bezksiężycowej nocy, z daleka od miejskich świateł (gołym okiem widoczne były gwiazdy o jasności 5,5 mag.) na bardzo popularnym wśród miłośników astronomii obiekcie — Plejadach. Zdjęcia były wykonane za pomocą obiektywu AF Tamron 5,6/200 – 400 IF LD przy ogniskowej 400 mm i światłosile 5,6 (efektywna średnica to 71 milimetrów) dla następujących czasów ekspozycji: 1/8, 1/4, 1/2, 1, 2, 4, 8, 15, 30, 140, 210 oraz 280 sekund. Podstawowym celem tego testu było stwierdzenie, jaką jasność mają najsłabsze gwiazdy widoczne na każdej ekspozycji. Każda klatka filmu (ocena dokonywana była w oparciu o negatyw) była porównywana z mapą gwiazd Plejad z zaznaczonymi standardami, dla których były podane jasności fotometryczne w paśmie V. Wyniki tego testu zaskoczyły mnie, muszę dodać, że bardzo pozytywnie... Okazało się mianowicie, że przy czasie ekspozycji równym 1/8 sekundy klisza zarejestrowała gwiazdę o jasności 4,31 mag. a przy ekspozycji 280 sekundowej gwiazdę o jasności 12,61 mag. (gwiazdy te były widoczne także na odbitkach). Bardzo możliwe, że na tej klatce były jeszcze słabsze gwiazdy, ale kolejny standard miał ponad 14 mag. i nie można było dokładnie określić zasięgu kliszy przy 280 sekundach. Właściwie już przy 200 sekundach rejestrowały się gwiazdy o jasności około 12 mag. Co to oznacza? To, że jeśli chcemy zarejestrować gwiazdy o jasności np. 11 mag., nie musimy naświetlać 10 minut tylko 40 — 50 sekund! Czas ekspozycji ma wpływ na wielkość błędów prowadzenia w przypadku ręcznego korygowania położenia teleskopu, zwłaszcza w przypadku osób stawiających pierwsze kroki w astrofotografii. Oczywiście im dłuższa ogniskowa obiektywu, tym błędy prowadzenia wyraźniej widać na kliszy (w postaci tzw. „fasolek"). Zatem jeśli można naświetlać krócej, to tym lepiej. Jeśli podczas prowadzenia teleskopu wystąpiły błędy, nic nam nie da wydłużenie czasu ekspozycji. Aby klisza spełniała swoją rolę (kumulowała światło padające od gwiazdy), światło musi padać dokładnie w to samo miejsce na kliszy. Inna zaleta wynikająca z faktu stosowania krótszych czasów ekspozycji dotyczy fotografowania w pobliżu świateł miejskich. Fotografując w takich warunkach nie tylko naświetlają się gwiazdy, ale także tło nieba. Jasność tła nocnego nieba określa nam, jak słabe gwiazdy będzie można zarejestrować. Wydłużanie czasu ekspozycji (niż to jest konieczne) spowoduje tylko zwiększenie jasności tła nieba, co doprowadzi w efekcie do tego, że najsłabsze gwiazdy przestaną być widoczne na kliszy. Tak więc, jeśli naszym celem nie są obiekty mgławicowe i nie fotografujemy z daleka od miejskich świateł, to czasy ekspozycji nie powinny być dłuższe niż 4 — 5 minut (dla opisanej optyki). Na poniższym rysunku prezentowany jest wykres, na którym przedstawiono jasność najsłabszej gwiazdy widocznej na kliszy (w paśmie V) w funkcji czasu ekspozycji dla filmu Fuji Super G800.

Wiesław Skórzyński



część I

Struktura Wszechświata

Przyjrzyjmy się w pogodną bezksiężycową noc niebu. Widzimy gwiazdy, czasami którąś z jasnych planet, latem z dala od świateł miejskich możemy dostrzec galaktykę w gwiazdozbiorze Andromedy, zimą — Wielką Mgławicę Oriona. Jednak oprócz pojedynczych planet, gwiazd lub nawet galaktyk we Wszechświecie występują o wiele większe struktury. Aby zrozumieć ich istotę, poznajmy najpierw

Krótką historię Kosmosu

Większość uczonych za początek Wszechświata uważa „Wielki Wybuch". Według tej teorii w momencie Wielkiego Wybuchu cała materia była zawarta w tak zwanej osobliwości — kuli o nieskończenie małej średnicy i nieskończenie wielkiej gęstości. Na skutek Wielkiego Wybuchu kula ta zaczęła gwałtownie się rozrastać. Jedną setną sekundy później Kosmos był nadal bardzo gorący — jego temperatura przekraczała setki miliardów stopni. W takich warunkach zwykła materia nie mogłaby powstać — atomy i cząsteczki rozpadłyby się. Przestrzeń była wypełniona cząstkami elementarnymi: elektronami, neutrinami, pozytonami, antyneutrinami i fotonami. Cięższe cząstki, protony i neutrony, występowały w mniejszych ilościach. Wszystkie oddziaływania stanowiły jedną całość.

Przez następne kilka sekund Wszechświat gwałtownie się rozszerzał, materia stygła, w wyniku czego cząstki zaczęły łączyć się ze swoimi antycząstkami w procesie anihilacji. Ten etap zaowocował znacznym zwiększeniem ilości fotonów w Kosmosie. Jednocześnie większość neutronów rozpadła się na protony, elektrony i neutrina, a połączone dotychczas oddziaływania oddzieliły się od siebie.

Trzy minuty po Wielkim Wybuchu temperatura Kosmosu znacznie się obniżyła. Cząstki zaczęły poruszać się wolniej, a następnie łączyć, tworząc deuterony (jądra deuteru — izotopu wodoru), które łącząc się z protonem tworzyły hel 3 — izotop „zwykłego" helu. W tej epoce, epoce nukleosyntezy, formowały się lekkie jądra atomowe od wodoru do litu.

Następnym etapem ewolucji Kosmosu była era rekombinacji (rozprzęgania), kiedy powstały neutralne atomy z jąder atomowych i elektronów. Podczas procesu rekombinacji wydzieliła się duża ilość promieniowania, które możemy obserwować także dziś, jako tak zwane promieniowanie reliktowe tła (o temperaturze 2,735 Kelwina).

Około miliarda lat po Wielkim Wybuchu mieszanina atomów, pierwotny gaz, zaczęła gromadzić się w obłoki, które zbierały się stopniowo w długie włókna poprzedzielane obszarami pustki. Satelita COBE dostarczył obrazy nieba, na których zaobserwowano „gorące" i „zimne" miejsca mogące świadczyć o niewielkich zmianach gęstości w młodym Wszechświecie (rys. 1). Przypuszcza się, że to właśnie owe pierwotne „zmarszczki" były zalążkami kosmicznych struktur. „Zmarszczki" te kondensowały się, tworząc protogalaktyki i kwazary, a około dwa miliardy lat po Wielkim Wybuchu powstały pierwsze galaktyki. Te połączyły się w gromady, a następnie w większe struktury.

Na tropie wielkoskalowej struktury Kosmosu

Jednym z głównych zagadnień astronomii jest opracowanie dokładnej mapy Wszechświata. Do jej stworzenia potrzebne są współrzędne obiektów na sferze niebieskiej, a także ich odległości od punktu odniesienia, np. naszej Galaktyki. Z wyznaczeniem współrzędnych nie ma żadnego problemu, gorzej z oszacowaniem odległości. W przypadku bliskich gwiazd można posłużyć się metodą paralaksy, jednak przy dużych odległościach sposób ten zawodzi. Pomiar odległości do galaktyk można oprzeć o własności cefeid, jasnych gwiazd zmiennych. Niestety, cefeidy można obserwować tylko w najbliższych gromadach galaktyk.

Amerykanie M. Geller i J. Huchra pragnęli zastosować inny sposób określania odległości, aby mierząc przesunięcie Dopplera w widmie każdej galaktyki i posługując się prawem Hubble'a ($V=H\times D$) obliczyć do niej odległość. Niestety, prawo to w powyższej postaci obowiązuje do odległości około miliarda lat świetlnych i aby oszacować dystans galaktyk odległych o miliardy lat świetlnych, należy znać wartość H z tamtego okresu.

Geller i Huchra mierzyli tylko przesunięcia ku czerwieni, a liczenie odległości odłożyli na czas, kiedy stała H zostanie wyliczona poprawnie. Ponieważ zdawali sobie sprawę, że w ciągu kilku lat obserwacji mogą zbadać tylko mały wycinek nieba, wybrali wąski, długi pas szerokości 6° i długości 120°. Mapa pierwszego klina została ukończona w 1985 roku i zawierała położenie około tysiąca stu galaktyk.

Geller i Huchra nie spodziewali się znaleźć wielkich struktur; przypuszczali, że rozkład materii jest jednorodny. Tymczasem uzyskali dowód na istnienie olbrzymich struktur kosmicznych. Galaktyki i ich gromady układały się w długie, cienkie włókna i gigantyczne bąble materii, których wnętrza były puste. Kontrast był zadziwiający: obok gęsto zapełnionych, obfitujących w galaktyki przestrzeni rozciągały się obszary nie zawierające nic, nazwane kosmicznymi pustkami. W 1989 roku Geller i Huchra objęli badaniami kilkanaście tysięcy galaktyk. Tym razem odkryli coś jeszcze: „ścianę" galaktyk rozciągającą się na przestrzeni około miliarda lat świetlnych. Twór ten, nazwany Wielkim Murem, okazał się największą (jak dotąd) strukturą we Wszechświecie (patrz rys. 2). Do 1995 roku Geller i Huchra sporządzili mapy dwunastu plastrów nieba południowego i północnego, zmierzyli przesunięcia ku czerwieni 10 000 galaktyk. Obserwują oni tylko galaktyki o największej jasności, sięgają na odległość 400 milionów lat świetlnych. Wielki Mur jest niemal tak duży jak cała mapa.

Siedmiu Samurajów i galaktyczne ruchy

W roku 1983 w Cambridge zebrała się siódemka uczonych z siedmiu różnych uniwesytetów amerykańskich i angielskich. Postawili oni sobie za cel zbadanie galaktyk eliptycznych. Całkiem niespodziewanie odkryli, że bardzo dużo galaktyk porusza się ze znacznymi prędkościami, przewyż-

szającymi wartość prędkości wynikającej z rozszerzania się Wszechświata. W 1986 roku, ochrzczeni mianem „Siedmiu Samurajów", postanowili przyjrzeć się bliżej temu zjawisku. Na początku „globalny ruch" wykazywało ponad 400 galaktyk eliptycznych. Prędkości niektórych dochodziły do 2000 km/s, co wskazywało na to, że coś te galaktyki przyspiesza. Wkrótce odkryto także, że w ruchu tym uczestniczy Droga Mleczna (rys. 3). Naukowcy uznali, że źródło grawitacji wywołujące tak duże prędkości osobliwe (nie związane z ucieczką galaktyk) jest położone bardzo daleko — poza przestrzenią objętą badaniami. Oznaczało to, że to skupisko masy musi być znaczne, bowiem przyciąga galaktyki z ogromnego obszaru. Zauważono także, że prędkości osobliwe galaktyk w pewnych miejscach są większe niż w innych. Takie ukierunkowanie przyspieszenia sugeruje, że jakaś wielka masa znajduje się blisko krawędzi badanego obszaru.

Siedmiu Samurajów zaczęło od poszukiwania supergromady galaktyk w kierunku tego ruchu. Krótko po rozpoczęciu badań byli już niemal pewni istnienia tej hipotetycznej supergromady. Znaleźli wiele galaktyk o prędkościach osobliwych dochodzących do 4500 km/s. Największe prędkości odpowiadały prawdopodobnie rozległej gromadzie położonej około dwa razy dalej niż gromada Centaura. Obliczyli nawet, ile galaktyk wraz z towarzyszącą im ciemną materią (przy powszechnie przyjętym założeniu, że stosunek materii ciemnej do świecącej wynosi 10:1) mogłoby wywołać zmierzone wcześniej prędkości osobliwe i stwierdzili, że musiałoby się tam znajdować kilkadziesiąt tysięcy galaktyk (wraz z ciemną materią), by przyciągać materię na odległość około 200 milionów lat świetlnych — czyli od środka supergromady do naszej Galaktyki. Ten ogromny twór ochrzczono mianem

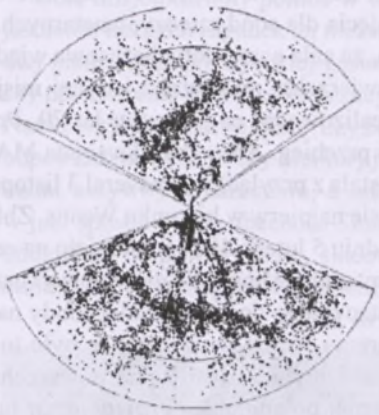
Wielki Atraktor

Model Wielkiego Atraktora przewidywał, że centrum jego masy pozostaje w spoczynku względem promieniowania reliktowego, czyli tempa ekspansji Wszechświata. Wielki Atraktor powinien też wywoływać prędkości osobliwe skierowane ku jego centrum, a samo centrum, jak wspomniano powyżej, powinno być stacjonarne (tory galaktyk powinny zbiegać się i krzyżować w nim). „Siedmiu Samurajów" opracowało program komputerowy obliczający odległości i prędkości osobliwe 136 badanych galaktyk. Uzyskany wykres Hubble'a — zależność odległości od prędkości pokazał przewidywaną krzywą w kształcie „S". Punkty oznaczające bliższe galaktyki leżały nad linią przedstawiającą równomierną ekspansję Hubble'a, krzyżowały się i „spadały" poniżej tej linii. Oznaczało to, że galaktyki leżące bliżej miały większą prędkość, niż wynikałoby to z naturalnej ekspansji i ich odległości. Przy okazji okazało się, że poruszają się one z taką samą prędkością, jaką odkryto w gromadach Centaura. W okolicy środka wykresu galaktyki miały prędkość 4500 km/s, czyli bez prędkości osobliwej (prędkość ekspansji wynosi właśnie 4500 km/s). Natomiast za centrum Wielkiego Atraktora (dalej od nas) punkty obrazujące galaktyki leżały poniżej linii Hubble'a, czyli były przyciągane do środka — do wnętrza Atraktora. Teoria Wielkiego Atraktora wydawała się udowodniona, ale długo nie udało się zlokalizować jego jądra. Kandydatem do jądra Wielkiego Atraktora była gromada galaktyk odkryta przez Georga Abella. Leżała w odpowiednim miejscu, niestety zawierała jedynie 50 galaktyk. Dopiero niedawno przeprowadzone badania wykazały, że gromada ta jest liczniejsza, niż się to wydawało. Odkryto tam jeszcze 600 galaktyk. Zgodnie z tymi oszacowaniami gromada ma rzeczywiście ogromną masę — około 10 tysięcy razy większą od masy naszej Galaktyki. Obserwacje te potwierdziły zdjęcia z Teleskopu Hubble'a (rys. 5). Jaka może być przyczyna i źródło takiego uporządkowania?

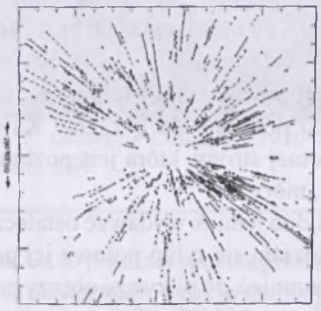
W ostatnich latach przeprowadzono symulacje komputerowe różnych modeli formowania się galaktyk. Polegały one na przypadkowym rozrzucaniu skrawków materii w symulowanym Wszechświecie i badaniu, jaki wpływ wywierają siły grawitacji i inne oddziaływania na nie. Udało się odtworzyć powstawanie galaktyk, a porównanie symulacji z rzeczywistym rozkładem galaktyk wykazało duże podobieństwo „sztucznie" stworzonych struktur do rzeczywiście występujących. Niestety, naukowcy uzyskali tak dokładne wyniki, uwzględniając dodatkowy czynnik — tak zwaną ciemną, niewidoczną materię. Wydaje się, że dokładne zrozu-

dokończenie na str. 269

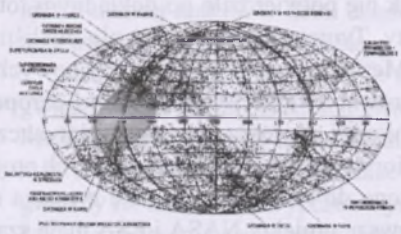
Rys. 1. Odchylenia od średniej temperatury promieniowania tła na podstawie obserwacji COBE



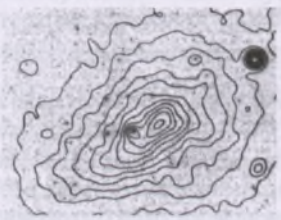
Rys. 2. Mapa Gellera i Huchry obejmująca 10 tys. galaktyk. Największa widoczna struktura to tzw. Wielki Mur



Rys. 3. Rozkład prędkości osobliwych w okolicy naszej Galaktyki



Rys. 4. Lokalizacja Wielkiego Atraktora (szary obszar) na tle mapy rozkładu obserwowanych galaktyk



Rys. 5. Jądro Wielkiego Atraktora.

część I

Struktura Wszechświata

Przyjrzyjmy się w pogodną bezksiężycową noc niebu. Widzimy gwiazdy, czasami którąś z jasnych planet, latem z dala od świateł miejskich możemy dostrzec galaktykę w gwiazdozbiorze Andromedy, zimą — Wielką Mgławicę Oriona. Jednak oprócz pojedynczych planet, gwiazd lub nawet galaktyk we Wszechświecie występują o wiele większe struktury. Aby zrozumieć ich istotę, poznajmy najpierw

Krótką historię Kosmosu

Większość uczonych za początek Wszechświata uważa „Wielki Wybuch". Według tej teorii w momencie Wielkiego Wybuchu cała materia była zawarta w tak zwanej osobliwości — kuli o nieskończenie małej średnicy i nieskończenie wielkiej gęstości. Na skutek Wielkiego Wybuchu kula ta zaczęła gwałtownie się rozrastać. Jedną setną sekundy później Kosmos był nadal bardzo gorący — jego temperatura przekraczała setki miliardów stopni. W takich warunkach zwykła materia nie mogłaby powstać — atomy i cząsteczki rozpadłyby się. Przestrzeń była wypełniona cząstkami elementarnymi: elektronami, neutrinami, pozytonami, antyneutrinami i fotonami. Cięższe cząstki, protony i neutrony, występowały w mniejszych ilościach. Wszystkie oddziaływania stanowiły jedną całość.

Przez następne kilka sekund Wszechświat gwałtownie się rozszerzał, materia stygła, w wyniku czego cząstki zaczęły łączyć się ze swoimi antycząstkami w procesie anihilacji. Ten etap zaowocował znacznym zwiększeniem ilości fotonów w Kosmosie. Jednocześnie większość neutronów rozpadła się na protony, elektrony i neutrina, a połączone dotychczas oddziaływania oddzieliły się od siebie.

Trzy minuty po Wielkim Wybuchu temperatura Kosmosu znacznie się obniżyła. Cząstki zaczęły poruszać się wolniej, a następnie łączyć, tworząc deuterony (jądra deuteru — izotopu wodoru), które łącząc się z protonem tworzyły hel 3 — izotop „zwykłego" helu. W tej epoce, epoce nukleosyntezy, formowały się lekkie jądra atomowe od wodoru do litu.

Następnym etapem ewolucji Kosmosu była era rekombinacji (rozprzęgania), kiedy powstały neutralne atomy z jąder atomowych i elektronów. Podczas procesu rekombinacji wydzieliła się duża ilość promieniowania, które możemy obserwować także dziś, jako tak zwane promieniowanie reliktowe tła (o temperaturze 2,735 Kelwina).

Około miliarda lat po Wielkim Wybuchu mieszanina atomów, pierwotny gaz, zaczęła gromadzić się w obłoki, które zbierały się stopniowo w długie włókna poprzedzielane obszarami pustki. Satelita COBE dostarczył obrazy nieba, na których zaobserwowano „gorące" i „zimne" miejsca mogące świadczyć o niewielkich zmianach gęstości w młodym Wszechświecie (rys. 1). Przypuszcza się, że to właśnie owe pierwotne „zmarszczki" były zalążkami kosmicznych struktur. „Zmarszczki" te kondensowały się, tworząc protogalaktyki i kwazary, a około dwa miliardy lat po Wielkim Wybuchu powstały pierwsze galaktyki. Te połączyły się w gromady, a następnie w większe struktury.

Na tropie wielkoskalowej struktury Kosmosu

Jednym z głównych zagadnień astronomii jest opracowanie dokładnej mapy Wszechświata. Do jej stworzenia potrzebne są współrzędne obiektów na sferze niebieskiej, a także ich odległości od punktu odniesienia, np. naszej Galaktyki. Z wyznaczeniem współrzędnych nie ma żadnego problemu, gorzej z oszacowaniem odległości. W przypadku bliskich gwiazd można posłużyć się metodą paralaksy, jednak przy dużych odległościach sposób ten zawodzi. Pomiar odległości do galaktyk można oprzeć o własności cefeid, jasnych gwiazd zmiennych. Niestety, cefeidy można obserwować tylko w najbliższych gromadach galaktyk.

Amerykanie M. Geller i J. Huchra pragnęli zastosować inny sposób określania odległości, aby mierząc przesunięcie Dopplera w widmie każdej galaktyki i posługując się prawem Hubble'a ($V=H\times D$) obliczyć do niej odległość. Niestety, prawo to w powyższej postaci obowiązuje do odległości około miliarda lat świetlnych i aby oszacować dystans galaktyk odległych o miliardy lat świetlnych, należy znać wartość H z tamtego okresu.

Geller i Huchra mierzyli tylko przesunięcia ku czerwieni, a liczenie odległości odłożyli na czas, kiedy stała H zostanie wyliczona poprawnie. Ponieważ zdawali sobie sprawę, że w ciągu kilku lat obserwacji mogą zbadać tylko mały wycinek nieba, wybrali wąski, długi pas szerokości 6° i długości 120°. Mapa pierwszego klina została ukończona w 1985 roku i zawierała położenie około tysiąca stu galaktyk.

Geller i Huchra nie spodziewali się znaleźć wielkich struktur; przypuszczali, że rozkład materii jest jednorodny. Tymczasem uzyskali dowód na istnienie olbrzymich struktur kosmicznych. Galaktyki i ich gromady układały się w długie, cienkie włókna i gigantyczne bąble materii, których wnętrza były puste. Kontrast był zadziwiający: obok gęsto zapełnionych, obfitujących w galaktyki przestrzeni rozciągały się obszary nie zawierające nic, nazwane kosmicznymi pustkami. W 1989 roku Geller i Huchra objęli badaniami kilkanaście tysięcy galaktyk. Tym razem odkryli coś jeszcze: „ścianę" galaktyk rozciągającą się na przestrzeni około miliarda lat świetlnych. Twór ten, nazwany Wielkim Murem, okazał się największą (jak dotąd) strukturą we Wszechświecie (patrz rys. 2). Do 1995 roku Geller i Huchra sporządzili mapy dwunastu plastrów nieba południowego i północnego, zmierzyli przesunięcia ku czerwieni 10 000 galaktyk. Obserwują oni tylko galaktyki o największej jasności, sięgają na odległość 400 milionów lat świetlnych. Wielki Mur jest niemal tak duży jak cała mapa.

Siedmiu Samurajów i galaktyczne ruchy

W roku 1983 w Cambridge zebrała się siódemka uczonych z siedmiu różnych uniwesytetów amerykańskich i angielskich. Postawili oni sobie za cel zbadanie galaktyk eliptycznych. Całkiem niespodziewanie odkryli, że bardzo dużo galaktyk porusza się ze znacznymi prędkościami, przewyż-

szającymi wartość prędkości wynikającej z rozszerzania się Wszechświata. W 1986 roku, ochrzczeni mianem „Siedmiu Samurajów", postanowili przyjrzeć się bliżej temu zjawisku. Na początku „globalny ruch" wykazywało ponad 400 galaktyk eliptycznych. Prędkości niektórych dochodziły do 2000 km/s, co wskazywało na to, że coś te galaktyki przyspiesza. Wkrótce odkryto także, że w ruchu tym uczestniczy Droga Mleczna (rys. 3). Naukowcy uznali, że źródło grawitacji wywołujące tak duże prędkości osobliwe (nie związane z ucieczką galaktyk) jest położone bardzo daleko — poza przestrzenią objętą badaniami. Oznaczało to, że to skupisko masy musi być znaczne, bowiem przyciąga galaktyki z ogromnego obszaru. Zauważono także, że prędkości osobliwe galaktyk w pewnych miejscach są większe niż w innych. Takie ukierunkowanie przyspieszenia sugeruje, że jakaś wielka masa znajduje się blisko krawędzi badanego obszaru.

Siedmiu Samurajów zaczęło od poszukiwania supergromady galaktyk w kierunku tego ruchu. Krótko po rozpoczęciu badań byli już niemal pewni istnienia tej hipotetycznej supergromady. Znaleźli wiele galaktyk o prędkościach osobliwych dochodzących do 4500 km/s. Największe prędkości odpowiadały prawdopodobnie rozległej gromadzie położonej około dwa razy dalej niż gromada Centaura. Obliczyli nawet, ile galaktyk wraz z towarzyszącą im ciemną materią (przy powszechnie przyjętym założeniu, że stosunek materii ciemnej do świecącej wynosi 10:1) mogłoby wywołać zmierzone wcześniej prędkości osobliwe i stwierdzili, że musiałoby się tam znajdować kilkadziesiąt tysięcy galaktyk (wraz z ciemną materią), by przyciągać materię na odległość około 200 milionów lat świetlnych — czyli od środka supergromady do naszej Galaktyki. Ten ogromny twór ochrzczono mianem

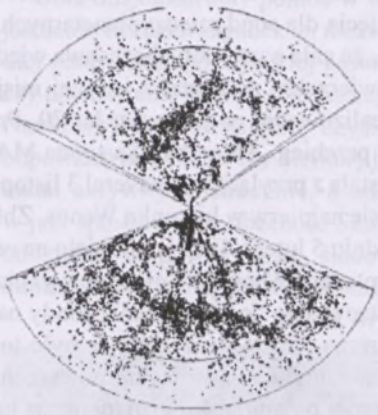
Wielki Atraktor

Model Wielkiego Atraktora przewidywał, że centrum jego masy pozostaje w spoczynku względem promieniowania reliktowego, czyli tempa ekspansji Wszechświata. Wielki Atraktor powinien też wywoływać prędkości osobliwe skierowane ku jego centrum, a samo centrum, jak wspomniano powyżej, powinno być stacjonarne (tory galaktyk powinny zbiegać się i krzyżować w nim). „Siedmiu Samurajów" opracowało program komputerowy obliczający odległości i prędkości osobliwe 136 badanych galaktyk. Uzyskany wykres Hubble'a — zależność odległości od prędkości pokazał przewidywaną krzywą w kształcie „S". Punkty oznaczające bliższe galaktyki leżały nad linią przedstawiającą równomierną ekspansję Hubble'a, krzyżowały się i „spadały" poniżej tej linii. Oznaczało to, że galaktyki leżące bliżej miały większą prędkość, niż wynikałoby to z naturalnej ekspansji i ich odległości. Przy okazji okazało się, że poruszają się one z taką samą prędkością, jaką odkryto w gromadach Centaura. W okolicy środka wykresu galaktyki miały prędkość 4500 km/s, czyli bez prędkości osobliwej (prędkość ekspansji wynosi właśnie 4500 km/s). Natomiast za centrum Wielkiego Atraktora (dalej od nas) punkty obrazujące galaktyki leżały poniżej linii Hubble'a, czyli były przyciągane do środka — do wnętrza Atraktora. Teoria Wielkiego Atraktora wydawała się udowodniona, ale długo nie udało się zlokalizować jego jądra. Kandydatem do jądra Wielkiego Atraktora była gromada galaktyk odkryta przez Georga Abella. Leżała w odpowiednim miejscu, niestety zawierała jedynie 50 galaktyk. Dopiero niedawno przeprowadzone badania wykazały, że gromada ta jest liczniejsza, niż się to wydawało. Odkryto tam jeszcze 600 galaktyk. Zgodnie z tymi oszacowaniami gromada ma rzeczywiście ogromną masę — około 10 tysięcy razy większą od masy naszej Galaktyki. Obserwacje te potwierdziły zdjęcia z Teleskopu Hubble'a (rys. 5). Jaka może być przyczyna i źródło takiego uporządkowania?

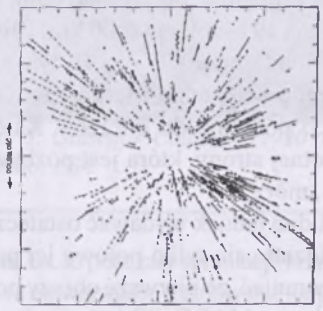
W ostatnich latach przeprowadzono symulacje komputerowe różnych modeli formowania się galaktyk. Polegały one na przypadkowym rozrzucaniu skrawków materii w symulowanym Wszechświecie i badaniu, jaki wpływ wywierają siły grawitacji i inne oddziaływania na nie. Udało się odtworzyć powstawanie galaktyk, a porównanie symulacji z rzeczywistym rozkładem galaktyk wykazało duże podobieństwo „sztucznie" stworzonych struktur do rzeczywiście występujących. Niestety, naukowcy uzyskali tak dokładne wyniki, uwzględniając dodatkowy czynnik — tak zwaną ciemną, niewidoczną materię. Wydaje się, że dokładne zrozu-

dokończenie na str. 269

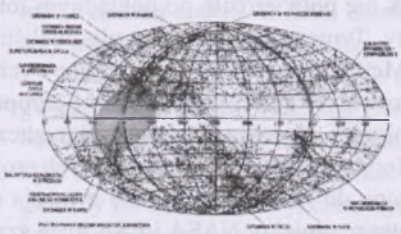
Rys. 1. Odchylenia od średniej temperatury promieniowania tła na podstawie obserwacji COBE



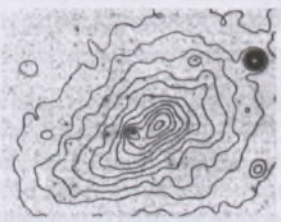
Rys. 2. Mapa Gellera i Huchry obejmująca 10 tys. galaktyk. Największa widoczna struktura to tzw. Wielki Mur



Rys. 3. Rozkład prędkości osobliwych w okolicy naszej Galaktyki



Rys. 4. Lokalizacja Wielkiego Atraktora (szary obszar) na tle mapy rozkładu obserwowanych galaktyk



Rys. 5. Jądro Wielkiego Atraktora.

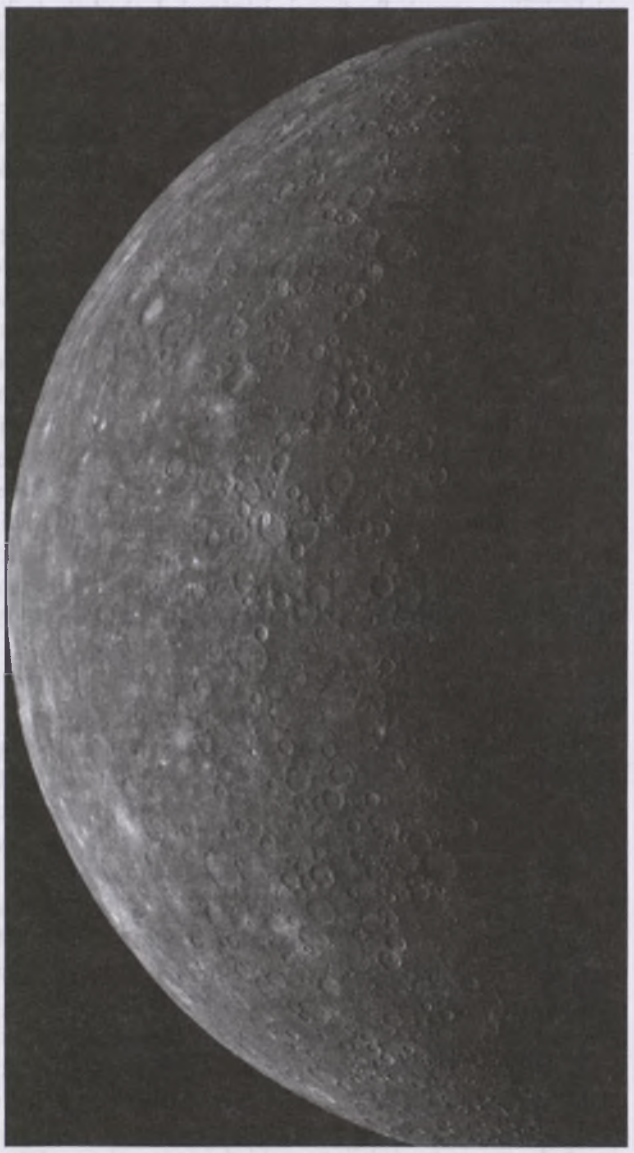
Nowe projekty sond Merkurego

Ze względu na swą niewielką odległość od Słońca Merkury z trudem poddaje się obserwacjom naziemnym, jest też, choć z innego powodu, niełatwym celem do osiągnięcia dla sond międzyplanetarnych. Nic zatem dziwnego, że cała nasza dotychczasowa wiedza o wyglądzie jego powierzchni pochodzi z jedynej misji sondy kosmicznej zrealizowanej na początku lat 70. Przypomnijmy krótko jej przebieg. Amerykańska sonda MARINER-10 wysłana została z przylądka Canaveral 3 listopada 1973 roku i udała się najpierw w kierunku Wenus. Zbliżenie do tej planety w dniu 5 lutego 1974 roku miało na celu nie tylko badanie atmosfery Wenus, ale głównie wykorzystanie jej pola grawitacyjnego do skierowania sondy na trajektorię ku Merkuremu. Warto zauważyć, że było to pierwsze w historii astronautyki zastosowanie powszechnej obecnie metody zwanej po angielsku *gravity assist* lub *swing-by*[1]. Dzięki temu manewrowi Mariner-10 bez użycia własnego silnika podążył ku Merkuremu. Nowa orbita heliocentryczna sondy pozwoliła na trzy zbliżenia: 29 marca 1974 roku (minimalna odległość od powierzchni wynosiła 700 km), 21 września 1974 roku (48000 km) i 16 marca 1975 roku (327 km). Sonda przesłała ok. 10 tys. zdjęć obejmujących 57 procent powierzchni Merkurego. Obrazy te były zdumiewająco podobne do obrazów Księżyca, zwłaszcza jego odwrotnej strony, która jest pozbawiona charakterystycznych „mórz".

Trudno jednak wydawać ostateczne sądy o planecie, jeśli widziało się tylko połowę jej powierzchni. Wystarczy przypomnieć, że pierwsze obrazy powierzchni Marsa przesłane przez MARINERA-4 w roku 1965 i następnie przez MARINERY-6 i 7 w roku 1969 również sugerowały wielkie podobieństwo do powierzchni księżycowej, co się jednak nie potwierdziło po dokładnym fotografowaniu z orbity. Tymczasem od 25 lat nie mieliśmy żadnych wieści z Merkurego, mimo że projekty nowych sond powstawały zarówno w amerykańskiej, jak i europejskiej agencji kosmicznej. Badania Merkurego dotychczas nie należały do priorytetowych, toteż żadnego z tych projektów nie zatwierdzono do realizacji. Obecnie sytuacja się zmieniła i najnowsze projekty NASA i ESA mają szansę uzyskania odpowiednich funduszy, co nie oznacza jednak, że nowe sondy już wkrótce wyruszą w kosmos...

Projekt amerykańskiej agencji NASA nosi nazwę **MESSENGER** („Posłaniec"), co jest równocześnie skrótem od *Mercury Surface, Space Environment, Geochemistry and*

[1] Klasycznym przykładem zalet tej metody może być misja VOYAGERA-2: trzy manewry grawitacyjne pozwoliły na odwiedzenie czterech planet. Także sonda CASSINI podążająca aktualnie do Saturna wykonała już trzy manewry, a ma przed sobą jeszcze jeden, dzięki czemu ten ponad 5-tonowy aparat stosunkowo tanim kosztem energetycznym (choć kosztem czasu) może zostać umieszczony na orbicie wokół odległej planety.



Fot. 1. Obraz Merkurego powstały z mozaiki zdjęć wykonanych w trakcie pierwszego przelotu MARINERA-10. Źródło: NASA.

Fot. 2. Fragment powierzchni w rejonie pasma górskiego Antoniadi Dorsum, *fotografia MARINERA-10. Źródło: NASA.*

Ranging. Będzie on realizowany kosztem 286 mln dolarów w ramach programu Discovery przez Laboratorium Fizyki Stosowanej Johns Hopkins University, w którym powstały najnowsze sondy planetoid — NEAR i DEEP SPACE-1. Program misji przewiduje start w roku 2004, dwa manewry grawitacyjne w pobliżu Wenus i dwa w pobliżu Merkurego, które ostatecznie pozwolą wprowadzić sondę na orbitę wokół Merkurego we wrześniu 2009 roku. W ciągu jednego roku (ziemskiego) MESSENGER sfotografuje z wysoką rozdzielczością całą powierzchnię planety. Przypomnijmy, że rok merkuriański trwa 88 dni (ziemskich).

Europejska Agencja Kosmiczna ESA ogłosiła niedawno swój projekt sondy Merkurego, którą nazwano **BEPI-COLOMBO** na cześć włoskiego matematyka i inżyniera Giuseppe Colombo (1920–1984). Pracujący na uniwersytecie w Padwie uczony położył duże zasługi dla astronautycznych badań Układu Słonecznego, należał do inicjatorów misji MARINERA-10, a także europejskiej sondy GIOTTO do badań komety Halleya. Projekt BEPI-COLOMBO został włączony do programu „Horizon 2000 Plus" na razie bez określonej daty realizacji. Przewiduje on jeszcze bardziej zaawansowane badania Merkurego, gdyż będzie zawierał dwa aparaty orbitalne o roboczych nazwach *Planetary Orbiter* i *Magnetospheric Orbiter* oraz niewielki lądownik *Surface Element*. Dolot do Merkurego zajmie „tylko" 2,5 roku dzięki zastosowaniu silnika jonowego — nowego rozwiązania w astronautyce, które zostało pomyślnie sprawdzone w amerykańskiej misji DEEP SPACE-1. Manewr grawitacyjny w pobliżu Wenus także oczywiście został przewidziany. Po zbliżeniu do Merkurego sonda wejdzie na orbitę biegunową wokół planety dzięki własnemu silnikowi na paliwo tradycyjne, tj. chemiczne.

Główna część sondy (*Planetary Orbiter*) będzie zawierać 2 kamery telewizyjne i 6 innych instrumentów badawczych, natomiast mniejszy *Magnetospheric Orbiter*, przeznaczony do badania pola magnetycznego planety i jej oddziaływania z wiatrem słonecznym, zostanie wyposażony w siedem detektorów. Oba orbitery powinny pracować przez rok. Znacznie krócej, bo około tygodnia powinien działać lądownik, który zostanie umieszczony w pobliżu jednego z biegunów. *Surface Element* wyposażony będzie w kamerę telewizyjną, sejsmometr oraz zestaw urządzeń do badania fizycznych własności gruntu i jego składu chemicznego.

Obie misje powinny pomóc w wyjaśnieniu licznych zagadek tej niezwykłej planety, np. jej wysokiej gęstości czy pochodzenia pola magnetycznego. Naukowcy spodziewają się uzyskać odpowiedź na pytanie, czy Merkury jest nadal aktywny sejsmicznie, a także w jaki sposób bliska obecność Słońca oddziałuje na powierzchnię, śladową atmosferę i pole magnetyczne planety.

Jacek Kruk

Fot. 3. Giuseppe Colombo (1920–1984). Źródło: ESA.

dokończenie ze str. XXX

mienie powstawania struktur kosmicznych i ich dalszych losów, a także losów Wszechświata nie może obejść się bez uwzględnienia ciemnej materii.

Czy to już koniec?

Ostatnio badaniami nad strukturą Kosmosu zajęła się grupa astronomów, na czele której stanęli R. Kirshner, P. Schechter i S. Shectman. Zmierzyli oni przesunięcia ku czerwieni 25 000 galaktyk położonych w sześciu pasach o 1,5° szerokości i 75° długości każdy. Ich badania sięgają czterokrotnie dalej niż obserwacje Gellera i Huchry. Odkryli kolejne pustki i wielkie grupy galaktyk, ale nie dostrzegli żadnych struktur większych niż już znane. Istnieją jednak przesłanki, że w wyniku bardziej szczegółowych badań można by odkryć większe struktury.

W 1991 roku grupa australijska pracująca pod kierunkiem Donalda Mathewsona stwierdziła, że Wielki Atraktor także porusza się w tym samym kierunku co galaktyki, które przyciąga. Podobnie supergromady w Perseuszu i Rybach, znajdujące się w przeciwnym kierunku do Wielkiego Atraktora, także biorą udział w tym ruchu. Możliwe, że za Wielkim Atraktorem znajduje się jeszcze większy Atraktor i przyciąga ku sobie cały ten obszar. Naukowcy podejrzewają o to tzw. Koncentrację Shapleya, zbiorowisko gromad i galaktyk. Aby przekonać się, czy to ona jest odpowiedzialna za ten ogromny przepływ, należałoby zmierzyć prędkość galaktyk poza nią. Gdyby okazało się, że tamte galaktyki także poruszają się ku Koncentracji Shapleya, oznaczałoby to, że istnieje masa większa niż Większy Atraktor.

Czego nie widać

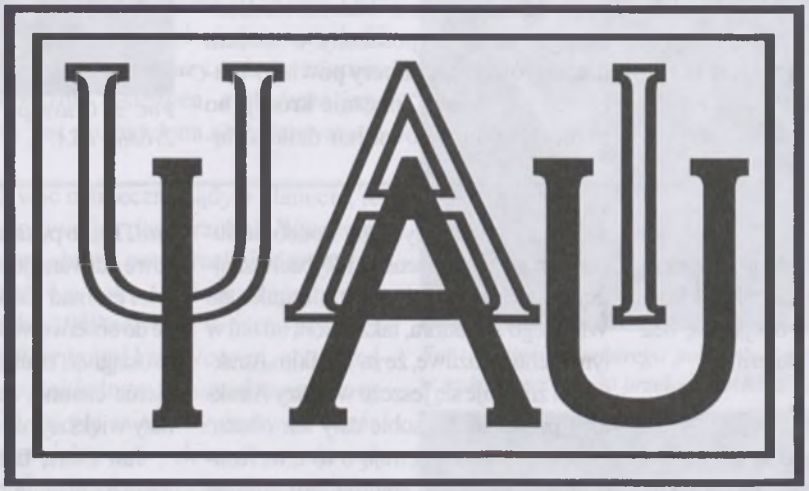
Przez wiele dziesięcioleci naukowcy podejrzewali, że przyciąganie grawitacyjne wywołane przez widoczną materię nie tłumaczy powstania i dalszej ewolucji Kosmosu. Chyba wszystkie modele tworzenia się struktury i ewolucji Wszechświata zakładają obecność niewidocznej materii. To, co pokazały symulacje komputerowe odtwarzające formowanie się galaktyk i gromad galaktyk, jest bardzo zbliżone do obserwowanego stanu rzeczy, ale aby to osiągnąć, naukowcy musieli przyjąć istnienie ciemnej materii, w ilości dziesięć razy większej niż materii widzialnej.

Jan Oort, badając zachowanie się gwiazd leżących na obrzeżach Drogi Mlecznej, obliczył, jaką masę powinna mieć Droga Mleczna, aby utrzymać te gwiazdy na orbitach. Z wyliczeń wynikało, że zaobserwowane ruchy gwiazd wymagają, aby masa Drogi Mlecznej była trzykrotnie większa niż wynika to z policzenia masy obiektów widocznych. Tropem tych odkryć poszedł Fritz Zwicky, który oszacował masę gromad galaktyk w Pannie i Warkoczu Bereniki. W przypadku Warkocza Bereniki masa, która była zdolna związać ze sobą tak liczną gromadę galaktyk, musiała być trzysta razy większa niż obserwowana świecąca materia.

Karolina Zmitrowicz

80 lat Międzynarodowej Unii Astronomicznej

Astronomia, być może jak żadna z innych nauk, potrzebuje do swego rozwoju współpracy międzynarodowej. W ciągu całej historii, od czasów starożytnych począwszy, spotykamy się z wielu przykładami kontaktów między uczonymi z różnych krajów i twórczej współpracy między nimi dla rozwiązywania problemów, które stawia przed uczonymi Wszechświat. W końcu XIX wieku i początku XX wzrost międzynarodowych naukowych kontaktów wśród astronomów i interesy rozwoju nauki spowodowały konieczność utworzenia organizacji, która by koordynowała i planowała wspólne badania. Pierwszą taką organizacją było „Międzynarodowe Stowarzyszenie do Spraw Badania Aktywności Słońca" utworzone we wrześniu 1904 r., kiedy to z inicjatywy G.H. Hale'a 15 przedstawicieli 14 towarzystw naukowych 9 państw zebrało się w Saint Louis (USA). Dalsze wysiłki uczonych doprowadziły do utworzenia w lipcu 1919 r. w Brukseli, Międzynarodowej Unii Astronomicznej. W konferencji założycielskiej MUA uczestniczyli przedstawiciele 29 państw i MUA liczyła wtedy tylko 207 członków! W 1976 r. w skład MUA wchodziło 47 państw i ponad 3000 członków. W 1998 r. w skład MUA wchodziło już 60 państw i ok. 8000 członków. MUA należy do UNESCO, a jej celem jest nawiązywanie i koordynacja współpracy międzynarodowej w zakresie astronomicznych badań naukowych, podnoszenie kwalifikacji astronomów zawodowych, promocja astronomii w krajach rozwijających się, a także opracowywanie astronomicznych programów edukacyjnych i popularyzatorskich. Znana jest jako IAU — skrót jej nazwy angielskiej (International Astronomical Union), choć na równych z nim prawach używa się skrótu francuskiego UAI (Union Astronomique Internationale). Językami oficjalnymi Unii są francuski i angielski. MUA prowadzi swą wielotorową działalność poprzez pracę 11 wyspecjalizowanych działów i ponad 50 komisji! Światowe Kongresy Organizacji odbywają się co 3 lata. Ponadto MUA organizuje kongresy regionalne oraz specjalistyczne sympozja i kolokwia międzynarodowe. Dotychczas sponsorowała ponad 350 tego typu konferencji i organizowała wiele spotkań, w których finansowaniu uczestniczyły także inne unie zrzeszone w ICSU (Międzynarodowa Rada Unii Naukowych). MUA organizuje międzynarodowe szkoły dla młodych astronomów, przyznając im stypendia przewidziane programem wymiany astronomów. Publikacje MUA obejmują: materiały kongresowe (tzw. „Transactions"), periodyk „Highlights of Astronomy" i tomy prac prezentowanych na sympozjach i kolokwiach. Biuletyn informacyjny MUA jest wydawany 2 razy w roku i rozsyłany bezpłatnie do wszystkich członków indywidualnych, do wszystkich organizacji stowarzyszonych oraz do ważniejszych instytutów astronomicznych. Unii przysługuje wyłączność w zakresie nadawania oznaczeń i nazw ciałom niebieskim oraz utworom i formom występujących na ich powierzchniach. MUA wysyła też telegramy z najważniejszymi astronomicznymi informacjami do wszystkich zainteresowanych ośrodków. W czasie między kongresami MUA pracuje Prezydent i Komitet Wykonawczy Unii. Warto wiedzieć, że prezydentami MUA byli m.in. światowej sławy uczeni, np. W. de Sitter w latach 1925 — 1928, A. Eddington (1938 – 1944), J.H. Oort (1958 – 1961), A.W. Ambarcumian (1961 – 1964). Wiceprezydentami MUA byli też wybitni uczeni polscy — Tadeusz Banachiewicz (1932 – 1938), Eugeniusz Rybka (1952 – 1958), Wilhelmina Iwanowska (1973 – 1979), Józef Smak (1991 – 1997). Polska należy do MUA od pierwszego jej Kongresu w Rzymie w 1922 r. Obecnie członkami MUA jest ok. 100 Polaków. W 1973 r. odbył się w Sydney XV Kongres MUA i w Polsce (w Warszawie, Krakowie i Toruniu) Nadzwyczajny Kongres MUA poświęcony 500 rocznicy urodzin Mikołaja Kopernika. Działalność Unii to nie tylko kongresy. Wprawdzie największe i najkosztowniejsze programy instrumentalne są dziś realizowane przez liczne — znacznie bogatsze — organizacje narodowe i międzynarodowe.



narodowe, takie jak NASA, ESO czy ESA (patrz ramka), ale Unia nadal odgrywa znaczącą lub wiodącą rolę w wielu dziedzinach. To także wspomaganie rozwoju astronomii w krajach uboższych finansowo lub kadrowo. Temu celowi służą stypendia Unii, umożliwiające młodym astronomom udział w sympozjach i kolokwiach. Nie ulega chyba wątpliwości, że Unia jest nadal organizacją potrzebną, a jej działalność dobrze służy rozwojowi astronomii. W dniach od 18 do 30 sierpnia 1997 r. odbył się w Kioto (Japonia) XXIII Kongres MUA. Władze Unii w okresie 1997 — 2000: prezydent — Robert Kraft (USA), sekretarz generalny Johannes Andersen (Dania). Na spotkanie w roku 2000 (7 — 19 sierpnia) astronomowie zostali zaproszeni do Manchesteru. Jubileuszowy — XXV zjazd odbędzie się w roku 2003 w Sydney! Na XXIII Kongresie MUA w Kioto najliczniejszymi byli Japończycy (na 2000 uczestników ww. kongresu Japończyków było 750!). Na wyspach japońskich astronomia jest bardzo popularną dziedziną wiedzy. Ujawnia się to zwłaszcza w bardzo gęstej sieci przeznaczonych do popularyzacji astronomii placówek.Jakże wymownym jest fakt, że spośród tych popularnych obserwatoriów aż 73(!) wyposażonych jest w teleskopy o średnicy zwierciadła ponad pół metra; w trzech są teleskopy metrowe, w budowie jest placówka z teleskopem o średnicy 1,5 m(!).

Paweł W. Błasik

Wielkie organizacje wspomagające badania astronomiczne

NASA — skrót ang. „National Aeronautics and Space Administration" — amerykańska agencja rządowa koordynująca planowanie, finansowanie i realizację badań mających na celu rozwój lotnictwa cywilnego i astronautyki. Krótko: NASA to Agencja Kosmiczna USA. Założona w 1958 r. jako odpowiedź USA na nieoczekiwane wystrzelenie przez ZSRR pierwszego sztucznego satelity Ziemi (w skrócie SSZ), „Sputnik 1". Jej siedziba mieści się w Waszyngtonie, skąd nadzorowane są działania licznych ośrodków kosmicznych (m.in. „Ames Research Center", „Edwards Flight Research Center", „Goddard Space Flight Center", „Jet Propulsion Laboratory", „Kennedy Space Center"; dawniej Przylądek Canaveral, „Lyndon B. Johnson Space Center" i kilku rozrzuconych po kuli ziemskiej stacji śledzących SSZ. NASA zrealizowała m.in. „Program Apollo" — załogowych lotów na Księżyc oraz misje naukowe w celu badania różnych ciał Układu Słonecznego, za pomocą m.in. sond „Viking" „Mariner", „Mars", „Voyager", „Galileo", „SOH0"... Wysłała na orbitę okołoziemską m.in. „Teleskop kosmiczny Hubble'a" oraz SSZ: „ROSAT", „COBE", „ASCA", „CGRO". Zaprojektowała i umieściła na orbicie szereg satelitów komunikacyjnych i meteorologicznych oraz serię SSZ — „Landsat" do zbierania informacji o bogactwach naturalnych Ziemi. Zrealizowała projekt promu kosmicznego (m.in. statki „Challenger", „Discovery", „Endeavour") i przygotowuje plany załogowej stacji orbitalnej oraz załogowego lotu na Marsa.

ESA — skrót od ang. „European Space Agency" — „Europejska Agencja Kosmiczna", organizacja zachodnioeuropejska z siedzibą w Paryżu, mająca na celu koordynację, promocję i finansowanie naukowych oraz komercyjnych badań przestrzeni kosmicznej. Powstała w 1975 r. z połączenia ESR0 (ang. „European Space Research Organization") i ELDO (ang. European Launcher Development Organization"), założonych w 1964 r. Skupia obecnie 14 krajów (Austrię, Belgię, Danię, Holandię, Finlandię, Francję, Hiszpanię, Irlandię, Niemcy, Norwegię, Szwajcarię, Szwecję, W. Brytanię i Włochy). W wielu projektach badawczych z ESA współpracuje też Kanada (od 1981 r.), USA, Japonia i Rosja. ESA skonstruowała m.in. własną rakietę nośną, ARIANE, samodzielnie bądź we współpracy z innymi organizacjami realizowała programy w celach wyłącznie naukowych (IUE, IRAS, Teleskop Kosmiczny Hubble'a, ULYSSES, ROSAT, ISO, SOHO, HIPPARCOS), zbudowała system satelitów telekomunikacyjnych (ECS, Eutelsat Inmarsat, Eumetsat) i meteorologicznych (Meteosat). Zatrudnia na stałe prawie 2000 osób. Główne centra ESA (poza Paryżem) znajdują się w Noordwijk w Holandii, Darmstadcie i Kolonii w Niemczech oraz we Włoszech we Frascati, a miejsce startu rakiet we Francuskiej Gujanie.

ESO — skrót od ang. „European Southern Observatory" — „Europejskie Obserwatorium Południowe", organizacja utworzona i finansowana przez 8 państw Europy Zachodniej: Belgię, Danię, Francję, Holandię, Niemcy, Szwajcarię, Szwecję i Włochy, w celu wybudowania i utrzymania nowoczesnego obserwatorium na południowej półkuli Ziemi oraz koordynacji współpracy w dziedzinie astronomii. Została założona w 1962 r.; jej siedziba mieści się w Garching pod Monachium. W 1965 r. ESO wybudowała obserwatorium na szczycie La Silla (2400 m n.p.m.) w Chile, wyposażone obecnie w kilkanaście teleskopów zarówno optycznych, jak i pracujących w podczerwieni (największe o średnicy zwierciadła 3,6 m) oraz w radioteleskop na fale milimetrowe o średnicy 15 m. W drugim obserwatorium na szczycie Cerro Paranal (2600 m n.p.m.) w Chile, powstaje teleskop VLT („Very Large Telescope" — Bardzo Duży Teleskop"), złożony z 4 teleskopów o średnicy zwierciadła 8 m każdy o łącznej efektywnej średnicy 16 m! (ESO zatrudnia na stałe ponad 400 osób, z czego połowę w siedzibie europejskiej).

XXIX Zjazd Polskiego Towarzystwa Astronomicznego

W dniach 13–16 września 1999 r. odbył się XXIX Zjazd Członków PTA pod hasłem: „Astronomia końca tysiąclecia". Lokalny Komitet Organizacyjny Zjazdu stanowili: Przewodniczący: Włodzimierz Lubomir BARAN, zastępca: Andrzej DROŻYNER, członkowie: Jadwiga BIAŁA, Jolanta BALANDYNOWICZ, Kazimierz SCHILLING, Ewa JANASZAK, Bogusław KULESZA, Adam MICHALEC (przedstawiciel ZG PTA).

Otwarcia Zjazdu dokonał Prezes Jerzy Kreiner w poniedziałek 13 października o godz.13:00, w auli Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w budynku przy ul. Głowackiego 17. Była to pierwsza impreza naukowa w nowo powołanym do życia Uniwersytecie. Otwarcie Zjazdu uświetnili swoja obecnością i krótkimi wystąpieniami: Wojewoda Pan Zbigniew Babalski, Prezydent Olsztyna Pan Jan Cichoń, JM Rektor UW-M Prof. Ryszard Górecki. Prezes wręczył Medal (nr 9) im. Prof. Włodzimierza Zonna „Za popularyzację wiedzy o Wszechświecie" Henrykowi Brancewiczowi — Sekretarzowi Zarządu Głównego PTMA. Następnie Prezes wręczył „Nagrodę Młodych PTA" w edycji 1998/99. Jury przyznało dwie równorzędne nagrody: dr Krzysztofowi Stankowi — za prace poświecone wyznaczaniu odległości pozagalaktycznych, dr Pawłowi Magdziarzowi (pośmiertnie) — za prace poświęcone analizie promieniowania rentgenowskiego obiektów zawierających czarne dziury. Wygłoszono 10 referatów przeglądowych. Na inaugurację w dniu 13 września, niezmiernie interesujący wykład wygłosił Józef SMAK — „Astronomia na przełomie tysiącleci". Główne tezy Jego wystąpienia to: 1. Źródła sukcesu — ludzie czy instrumenty? 2. Czym warto się zajmować? Moda w nauce. 3. Astronomie „narodowe" a współpraca międzynarodowa. 4. O co zapyta polski podatnik?

Były to hasła, które profesor rozwinął w swoim wystąpieniu i przedłożył do przemyślenia uczestnikom Zjazdu. Ponadto Prof. Smak zacytował Struvego: „Nauka to jest to, co chcą robić najlepsi uczeni"

Włodzimierz BARAN przedstawił „Zastosowanie metod i technik satelitarnych w badaniach Ziemi", a Michał RÓŻYCZKA — „Pozasłoneczne układy planetarne". Wieczór tego dnia uczestnicy Zjazdu spędzili w Gietrzwałdzie, zapoznając się z Sanktuarium Matki Boskiej, a następnie przy kolacji w oryginalnej karczmie mazurskiej, z folklorem i muzyką Regionu Warmińsko-Mazurskiego.

W dniu 14 IX gość Zjazdu z Bochum, Reinhard SCHLICKEISER wystąpił z referatem: On the Conversion of Bulk Kinetic Energy into Radiation in Active Galactic Nuclei and Gamma-Ray Bursts. Andrzej KUS — „Radioastronomia na przełomie millennium", zaś Mikołaj JERZYKIEWICZ przedstawił — „Gwiazdy zmienne we Wrocławiu i gdzie indziej", a Andrzej WOSZCZYK — „Komety w końcu XX wieku". Po południu odbyła się Sesja dydaktyczna, której przewodniczyła Cecylia IWANISZEWSKA. Sesja składała się z dwóch części, w których omówiono: „Elementy astronomii w programach nauczania fizyki" i „Miejsce astronomii w nowym programie edukacyjnym", a następnie tradycyjna Sesja plakatowa, gdzie zaprezentowano kilkanaście plakatów o treści astronomicznej. Wieczór kończyła popularna projekcja astronomiczna w Planetarium oraz „Dane nam było Słońca zaćmienie" — wspomnienia uczestników wypraw na zaćmienie Słońca 11 sierpnia 1999 r. Natomiast dzień 15 września rozpoczął referatem Sławomir BREITER — „Sztuczne satelity Ziemi czyli królestwo rezonansów", a następnie Marek BANASZKIEWICZ przedstawił — „Neutralny hel w lokalnym ośrodku międzygwiazdowym". Referatową część Zjazdu kończył Andrzej WOSZCZYNA, omawiając — „Niestabilność grawitacyjna i fluktuacje mikrofalowego promieniowania tła w modelach otwartego Wszechświata". Po południu, w drugim terminie, odbyło się Walne Zebranie PTA, któremu przewodniczył Robert Głębocki. Zgodnie z programem przedstawione i przedyskutowane zostały sprawozdania z działalności Zarządu PTA i Komisji Rewizyjnej za lata 1997–1999*. Po przegłosowaniu absolutorium dla ustępującego Zarządu, przystąpiono do wyborów nowych władz Towarzystwa na lata 1999–2001. Prezesem wybrany został Andrzej WOSZCZYK, a wiceprezesem Janusz ZIOŁKOWSKI. Zgodnie z tradycją i na podstawie obowiązującego Regulaminu Zarządu Głównego, Prezes Towarzystwa — Andrzej Woszczyk na pierwszym posiedzeniu Zarządu PTA powołał zastępców członków: Andrzeja Niedzielskiego i Tadeusza Michałowskiego na członków Zarządu Głównego. Zarząd Główny PTA ukonstytuował się następująco: Prezes: Andrzej Woszczyk, Wiceprezes: Janusz Ziołkowski, Sekretarz: Adam Michalec, Skarbnik: Andrzej Niedzielski, Członkowie Zarządu: Ewa Janaszak, Tadeusz Michałowski, Michał Ostrowski.

W dniu 15 września 1999 Towarzystwo liczyło 219 członków, a w Zjeździe uczestniczyło około 80 osób. Walne Zebranie członków PTA w Olsztynie uchwaliło na rok 2000 składkę roczną w wysokości 45 zł.

Na zakończenie Walnego Zebrania, Prezes Andrzej Woszczyk podziękował zebranym za wybór, LKO za prace przy organizacji Zjazdu oraz sponsorom Zjazdu: Marszałkowi Sejmiku Olsztyńskiego i Dyrekcji TP S.A. Natomiast Michał Ostrowski, dyrektor Obserwatorium Krakowskiego, zaprosił do Krakowa wszystkich astronomów w 2001 roku na Jubileuszowy XXX Zjazd PTA. Dzień zakończyło spotkanie Towarzyskie z Marszałkiem Sejmiku Olsztyńskiego Panem Jerzym Szmitem na Zamku w Olsztynie w sali Kryształowej, gdzie przez wiele lat mieszkał i pracował Mikołaj Kopernik. Natomiast 16 września odbyła się całodzienna wycieczka kończąca XXIX Zjazd PTA — Warmińskim szlakiem Mikołaja Kopernika na trasie: Olsztyn — Lidzbark Warmiński — Pieniężno — Frombork — Olsztyn.

dr Adam Michalec
Sekretarz PTA

* Komisja Rewizyjna w swym sprawozdaniu stwierdziła m.in.: „Komisja Rewizyjna wyraża swe uznanie dla redaktora „Uranii-Postępów Astronomii" pana prof. Woszczyka za bardzo dobre i ciekawe jej redagowanie."

Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii

Zarząd Główny — ul. św. Tomasza 30/8, 31-027 Kraków tel. (0-12) 422-28-92
Poczta elektroniczna (E-mail) ptma@oa.uj.edu.pl
Szukajcie nas w Internecie pod adresem:
www:oa.uj.edu.pl/~ptma/
Nasze konto:
PBK SA 1 o /Kraków 17701363-1603-111-KOBI-01

Uprzejmie informujemy wszystkich Członków i sympatyków Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, iż **składka w roku 2000 wynosi 36 zł normalna i 30 zł ulgowa** (składka ulgowa przysługuje emerytom, rencistom, studentom, uczniom i osobom prenumerującym Uranię-PA za pośrednictwem naszego Towarzystwa, cena prenumeraty 36 zł). Osoby nowo wstępujące do Towarzystwa wpłacają dodatkowo 2 zł wpisowego na legitymację.

Co daje przynależność do PTMA?

- Przede wszystkim jest się członkiem organizacji o międzynarodowym znaczeniu, skupiającej znane w świecie naukowym osoby.
- Można uczestniczyć czynnie w życiu społeczności astronomicznej, przekazując innym wyniki własnych obserwacji.
- Organizujemy spotkania z interesującymi ludźmi, niejednokrotnie w naszych murach goszczą naukowcy z całego świata.
- Współpracujemy z kilkoma obserwatoriami, zarówno amatorskimi, jak i zawodowymi, przez co mamy dostęp do profesjonalnego sprzętu obserwacyjnego dobrej klasy.
- Doradzamy naszym członkom przy zakupie sprzętu obserwacyjnego a także służymy wskazówkami przy własnoręcznym jego wykonaniu.
- Polecamy wydawnictwa i publikacje PTMA
- Można brać udział w pracach sekcji obserwacyjnych i w wyprawach organizowanych przez PTMA.

Na terenie całego kraju działa 18 oddziałów PTMA, do których można się zgłosić osobiście bądź listownie i zapoznać z terminami spotkań i odczytów. Poniżej znajduje się wykaz oddziałów z adresami i telefonami Przy PTMA dla członków Towarzystwa działają sekcje problemowe, w których można rozwijać swoje zainteresowania (wykaz zamieszczamy poniżej) i po opłaceniu dodatkowej rocznej składki w wysokości 20 zł — otrzymywać komunikaty sekcyjne.

Oddziały i Sekcje:

(1) **Białostocki** — Kolonia Księżyno 4, 15-601 Białystok
(2) **Częstochowski** — Obserwatorium Astronomiczne Instytutu Fizyki WSP, Al. Armii Krajowej 13/15, 42-200 Częstochowa, E-mail: saturn@matinf.pcz.czest.pl
(3) **Gliwicki** — Al. Korfantego 23/1, 44-100 Gliwice
(4) **Grudziądzki** — Planetarium, ul. Hofmana 5, 86-300 Grudziądz, tel. (0-51) 465-83-84
(5) **Jeleniogórski** — (*zmiana siedziby*)
(6) **Krakowski** — ul. Św. Tomasza 30/8, 31-027 Kraków, tel. (0-12) 422-38-92 (spotkania w poniedziałki g.18:00), jest to także adres: **Sekcji Obserwatorów Komet** WWW: http://oa.uj.edu.pl/~ptma/ E-mail: sciezor@vistula.wis.pk.edu.pl
(7) **Krośnieński** — ul. Czajkowskiego 92, 38-400 Krosno
(8) **Lubelski** — Instytut Fizyki, Pl. M. Skłodowskiej 1, pok. 260, 20-031 Lublin E-mail: ptmaol@tytan.umcs.lublin.pl WWW: http://tytan.umcs.lublin.pl/~ptmaol
(9) **Łódzki** — Planetarium, ul. Pomorska 16, 91- 416 Łódź, tel. (0-42) 633-13-63 jest to również adres: **Sekcji Obserwacji Pozycji i Zakryć**
(11) **Poznański** — DK „KRĄG" ul. Dmowskiego 37, 61-772 Poznań,
(12) **Puławski** — ul. Filtrowa 50, 24-100 Puławy, tel. (0-81) 886-49-68 (spotkania wtorek, piątek g. 18.00) E–mail : oapulawy@kki.net.pl
(13) **Szczeciński** — ul. Kusocińskiego 3 , 70- 237 Szczecin tel. (0-91) 422-79-25 WWW: http://sus.univ.szczecin.pl/~acny/PTMA
(14) **Śląski** — Planetarium Śląskie, skr.poczt.10, 41-500 Chorzów tel. (0-32) 254-63-30
(15) **Toruński** — ul. Kopernika 42, 87-100 Toruń, (0-56) 622-28-46, (spotkania w poniedziałki godz. 17:30) jest to również adres: **Sekcji Obserwatorów Słońca.**
(16) **Warmiński** — Obserwatorium, ul. Żołnierska 13, 10-558 Olsztyn, przy oddziale działa Komisja Współpracy Planetarów Polskich, ul.M.P.J.Piłsudskiego 30, 10-450 Olsztyn, przy Oddziale pracuje **Sekcja Meteorów i Meteorytów**, skr. poczt. 6, 14-530 Frombork
(17) **Warszawski** — CAMK, ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa, tel. (0-22) 841-00-41 (spotkania w poniedziałki g.17:00) E-mail: jawil@hend.com.pl jest to również adres: **Sekcji Instrumentalnej i Sekcji Obserwatorów Gwiazd Zmiennych.**
(18) **Zielonogórski** — Zielonogórskie Centrum Astronomii WSP Wieża Braniborska, ul. Lubuska 2, 65-265 Zielona Góra, tel. (0-68) 20-28-63. E-mail: zca@astro.ca.wsp.zgora.pl

Członkowie i sympatycy mogą u nas nabyć następujące mapy i publikacje astronomiczne:

1. Mapa obrotowa nieba 3.00 zł
2. Mapa Księżyca z diagramem faz 3,00 zł
3. Mapa Księżyca — plakat 6,00 zł
4. Pocztówki — Zaćmienie Słońca '99 (7szt.) 3,00 zł

Książki i broszury:

5. Mieczysław Markowski: **Uniwersytet Krakowski jako miejsce duchowych narodzin Mikołaja Kopernika** 4,00 zł
6. Janusz Kosinski: **Poradnik Obserwatora Meteorów** 5,00 zł
7. Janusz W. Kosinski Bartosz P. Dąbrowski: **Poradnik Obserwatora Słońca** 5,00 zł
8. Tomasz Ściężor: **Kalendarz Astronomiczny na 2000 rok** 16,00zł
9. Tomasz Ściężor: **Poradnik Obserwatora Komet** 3,00 zł
10. Tomasz Krzyt: **Poradnik Obserwatora Gwiazd Zmiennych** 9,00 zł
11. Marek Zawilski i inni: **Poradnik Obserwatora Pozycji i Zakryć** 13,00 zł
12. Jacek Kruk: **Dawne stacje astronomiczne Obserwatorium Krakowskiego na Ziemi Myślenickiej**. 6,00 zł
13. Janusz W. Kosinski: **Zestawienie Rojów Meteorów** 7,00 zł

W sprawie archiwalnych egzemplarzy Uranii do 1997 r. prosimy o kontakt z ZG PTMA.

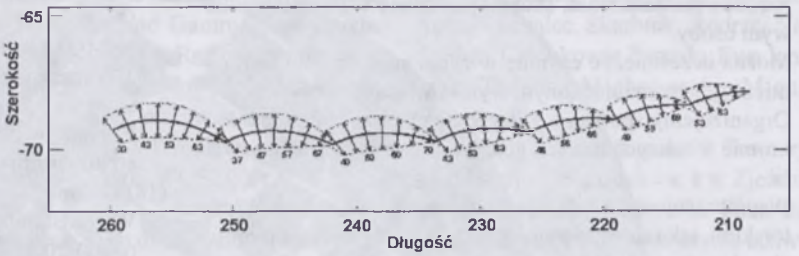
Zamówień można dokonać, przesyłając pieniądze przekazem pocztowym na adres Zarządu Głównego i wyszczególnić na nim, o jakie pozycje chodzi. Do kosztów zamówienia należy doliczyć koszt koperty i opłaty pocztowej zwykłej w wysokości 2,50 zł. Można również przelewem na w/w konto z zachowaniem powyższych zasad.

Zagadka europejskich blizn rozwiązana?

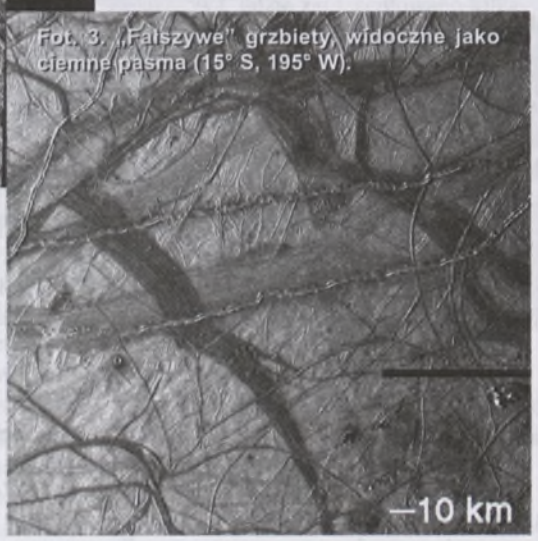
Spośród wszystkich księżyców jowiszowych Europę wyróżnia specyficzna faktura powierzchni — lodowej z wyraźną siatką rozległych, ciągnących się setkami kilometrów spękań. Od momentu odkrycia tych cykloidalnych struktur, gdy obok satelity przeleciał jeden z Voyagerów, minęło już dwadzieścia lat, ale jeszcze do niedawna w odpowiedzi na pytanie o ich pochodzenie rozkładano bezradnie ręce.

Fot. 1. Widok z Voyagera na biegun płd. Europy (58° S, 166° W)

Fot. 2. Cykloidalne, podwójne grzbiety na półkuli płn. (60° N, 80° W).



Teoretyczny model powstawania cykloidalnych pęknięć na powierzchni Europy. Strzałki pokazują rozkład napięć w skorupie w trakcie kolejnych obiegów orbitalnych (liczby to godziny). „Rozdzieranie" skorupy zaczyna sie w 33. godzinie po peryjowium. Z upływem czasu kierunki napięć się zmieniają, aż do ustania propagacji pęknięcia w 71. godzinie, po czym proces się powtarza.



Fot. 3. „Fałszywe" grzbiety, widoczne jako ciemne pasma (15° S, 195° W).

Gregory Hoppa z kolegami z Uniwersytetu Arizońskiego rozpracowali to zagadnienie teoretycznie na tyle dobrze, iż wyniki ich pracy świetnie zgadzają się z europejskimi realiami. Samo rozwiązanie jest w sumie proste, chociaż niesie ze sobą ciekawe konsekwencje i zarazem niezależne potwierdzenie dla innej intrygującej hipotezy. Winowajcą zaś jest Jowisz, a ściślej wywierany wpływ na „jego" Europę w postaci oddziaływania pływowego. Powoduje ono powstanie wybrzuszenia pływowego o wysokości nawet 30 metrów, „błądzącego" się po powierzchni z racji niecałkowitej kołowości orbity Europy (jest to zasługą Io i Ganimedesa), obiegającej Jowisza z okresem 85 godzin. Wszystko to powoduje pękanie skorupy lodowej, w tempie 3 kilometrów na godzinę. Postępujące spękanie powinno iść za wybrzuszeniem pływowym, tworząc cykloidalne pętle — właśnie takie, jakie się obserwuje (w Internecie na stronie http://pirlwww.lpl.arizona.edu/~hoppa/science.html dostępne są zdjęcia i animacje objaśniające postulowane rozwiązanie zagadki).

Więcej nawet — model działa tylko wtedy, jeśli wybrzuszenie to „ślizga" się swobodnie ponad wnętrzem księżyca, co jest niebagatelnym argumentem za istnieniem globalnego wodnego oceanu pod powierzchnią Europy. Spękania zwieńczają grzbiety, tworzące się zapewne z zamarzającej, wyciśniętej na zewnątrz wody. I dalej, ponieważ głębokość spękań nie przekracza kilku kilometrów, to i ów ocean nie może leżeć zbyt głęboko pod powierzchnią. Ponownie, nie tylko z racji wywołującej sentymentalne skojarzenia nazwy, Europa staje się bardzo ponętnym celem dla poszukiwania oznak życia pozaziemskiego. (*mag*)

Czy znasz Układ Słoneczny? — podsumowanie konkursu

W naszym konkursie na Superznawcę Układu Słonecznego wzięło udział łącznie 90 osób. Nie wszyscy wytrwali jednak do końca. W tabeli podajemy nazwiska i wyniki (punkty zdobyte w kolejnych częściach Konkursu oraz ich sumę) osób, które uzyskały łącznie powyżej 100 punktów.

Niektórych Uczestników zaskoczyło nagłe zakończenie konkursu — faktem jest, że nie określaliśmy wcześniej czasu jego trwania. Sami nie wiedzieliśmy, jak to wszystko się rozwinie. Decyzja o zakończeniu zapadła w momencie, gdy okazało się, że spada gwałtownie ilość napływających do redakcji odpowiedzi, a to z powodu wyraźnego wyodrębnienia się grupy liderów, których nie sposób było już zdystansować.

Maksymalną ilość punktów, co oznacza brak błędnych odpowiedzi, uzyskało trzech panów: Ariel Majcher z Dębna, Tadeusz Maliszewski z Białegostoku i Artur Pilarczyk z Gorzowa Wielkopolskiego. Tylko jedna pomyłka spowodowała, że z czołówki odpadł pan Tadeusz Karamucki, zajmując drugie miejsce.

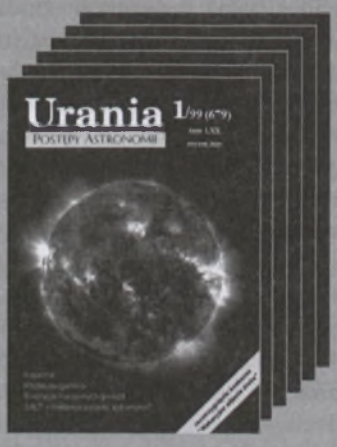
Trójka SUS-ów otrzymuje nagrody w postaci Atlasów Układu Słonecznego wydanego przez Wyd. *Prószyński i S-ka* (patrz reklama w *Uranii-PA* 5/99), a dla pana Karamuckiego mamy specjalną nagrodę pocieszenia w postaci pozaziemskiego kawałka Układu Słonecznego — meteorytu.

	Nazwisko	I	II	III	IV	V	VI	VII	Suma
1	Majcher Ariel	36	20	30	28	24	30	48	**216**
1	Maliszewski Tadeusz	36	20	30	28	24	30	48	**216**
1	Pilarczyk Artur	36	20	30	28	24	30	48	**216**
2	Karamucki Tadeusz	36	20	30	28	24	30	36	**204**
3	Barski Lech	36	20	20	28	12	30	48	**194**
3	Chyłek Andrzej	36	20	20	28	12	30	48	**194**
4	Pankowski Karol	36	15	20	28	24	30	36	**189**
5	Piskorz Wojciech	36	20	20	28	12	20	48	**184**
6	Walec Łukasz	36	20	20	28	0	30	48	**182**
7	Chrapek Antoni	36	20	-	28	12	30	48	**174**
8	Wysocki Mateusz	36	20	20	-	24	20	48	**168**
9	Kamiński Tomasz	36	20	10	21	12	20	48	**167**
10	Jankowski Ireneusz	36	20	10	28	12	30	24	**160**
11	Wiktor Patryk	36	20	10	28	24	20	12	**150**
12	Łągiewka Jerzy	36	20	20	28	12	30	-	**146**
13	Tomaszewski Zygmunt	36	15	10	21	12	20	24	**138**
14	Kandzia Krzysztof	36	20	20	28	-	30	-	**134**
14	Szafrańska Kamila	36	20	20	28	0	30	-	**134**
15	Kubczak Arkadiusz	33	20	10	21	-	20	24	**128**
16	Gibiec Andrzej	36	20	10	28	0	20	12	**126**
17	Migulski Adam	36	10	10	28	0	20	12	**116**
18	Pliszka Rafał	36	20	10	28	-	20	-	**114**

Pozostałe osoby wymienione w powyższej tabeli otrzymają drobne upominki w postaci książek wydawanych przez PTMA.

Wszystkim gratulujemy znajomości naszego najbliższego kosmicznego sąsiedztwa i dziękujemy za udział we wspólnej zabawie.

Prosimy o komentarze odnośnie prowadzenia podobnych konkursów na łamach naszego pisma w przyszłości.



INFORMACJE O PRENUMERACIE URANII-PA

Prenumerata na rok 2000 (6 zeszytów) kosztuje 36 zł (zagraniczna 50 zł). Cena pojedynczego zeszytu 7,50 zł. Wpłaty prosimy kierować na konto:

Polskie Towarzystwo Astronomiczne
BIG Bank Gdański S.A. o/Toruń
Nr 11601612-6347-132

Wszelkich informacji o prenumeracie i zakupie numerów archiwalnych „Postępów Astronomii" i „Uranii-PA" udziela:

Wiesław Skórzyński
Centrum Astronomii UMK
ul. Gagarina 11, 87-100 Toruń
E-mail: urania@astri.uni.torun.pl
tel/fax (0-56) 611 30 63 / 611 30 08

In Memoriam

Roman Karol Janiczek

1910–1999

W dniu 31 sierpnia br. zmarł w Częstochowie prof. dr hab. inż. Roman Karol Janiczek, emerytowany profesor tamtejszej Politechniki, zasłużony miłośnik astronomii, prezes Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii w latach 1983–1986.

Roman Karol Janiczek urodził się we Lwowie 30 kwietnia 1910 r. Tam też uczęszczał do szkół i po egzaminie dojrzałości, złożonym w 1929 r. w IX Humanistycznym Gimnazjum im. Jana Kochanowskiego, podjął — idąc w ślady ojca — studia na Wydziale Inżynierii Lądowej i Wodnej Politechniki Lwowskiej.

Po uzyskaniu dyplomu w czerwcu 1936 r. pracuje przez 2 lata jako starszy asystent w Katedrze Budowy Dróg, Ulic i Tuneli w macierzystej Uczelni, po czym — od 1.września 1938 r. obejmuje stanowisko w Kierownictwie Budowy Zapory na Dunajcu w Rożnowie, i tam — po roku — zastaje Go wybuch wojny.

Obserwacjami astronomicznymi zajmował się czynnie od 14. roku życia, posługując się lunetką domowej konstrukcji; spostrzeżenia notował skrupulatnie, prowadził własne obliczenia i wykonywał konstrukcje graficzne ułatwiające rozszyfrowanie ruchów księżyców Jowisza, a także ustalanie elongacji planet i okoliczności zaćmień. W wieku 20 lat został członkiem Towarzystwa Przyjaciół Astronomii (taką nazwę nosiło wówczas dzisiejsze PTMA), gdzie wyróżniał się aktywnością od samego początku. Lwowski Oddział TPA mieścił się przy ul. Długosza 8, w budynku należącym do Uniwersytetu Jana Kazimierza, korzystając z gościny skromnego Zakładu Astronomii UJK. W 1930 r. zmarł wieloletni jego kierownik, prof. Marcin Ernst. Powołany na jego następcę doc. Eugeniusz Rybka przybył do Lwowa dopiero z początkiem 1932 r. Inż. Roman Janiczek bywał wtedy częstym gościem Obserwatorium. Zachowały się wspomnienia Jego referatu pt. „Czy Wszechświat jest nieskończony?", wygłoszonego tam 30 X 1937. Poruszył w nim problem istnienia zamkniętych układów hierarchicznych, a w jego sformułowaniach można się doszukać nawiązań do właściwości obiektów zwanych dziś czarnymi dziurami.

Po wybuchu wojny Roman Janiczek, uchodząc przed armiami hitlerowskimi, powraca z Rożnowa — gdzie wówczas pracował — do Lwowa. Tam spędził okupację: sowiecką, niemiecką i ponowną sowiecką. W 1941 r. zawarł związek małżeński. W lutym 1945 r. zdecydował się wraz z żoną opuścić Lwów. Akcję, w ramach której odbywał się ów „exodus", nazywa w swych wspomnieniach „depatriacją".

Poprzez Tarnów, Kraków i Katowice dotarł do Bytomia, gdzie zamieszkał. Początkowo podjął pracę w Śląskich Technicznych Zakładach Naukowych w Katowicach; uczestniczy też w organizacji Państwowych Szkół Budowlanych w Bytomiu, w których następnie uczy do końca października 1946 r. Jednocześnie zakłada w Bytomiu Spółdzielnię Inżynieryjno-Budowlaną, której dyrektorem zostaje w czerwcu 1945 r. W następnych latach (1949–1955) pełni funkcje kierownicze w biurach projektowych i w przedsiębiorstwach budowlanych. W tym okresie włącza się ponownie w działalność organizacyjną i merytoryczną na polu popularyzacji astronomii.

Niedługo po restytucji w Krakowie (1947/48) Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, powstaje jego Oddział w Gliwicach; inż. Roman Janiczek obejmuje w nim wówczas funkcje wiceprezesa i kierownika nauko-

Prof. R.K. Janiczek w czasie wizytacji rekonstrukcji wieży Obserwatorium w Częstochowie

wego. Głównymi formami kierowanej przez Niego działalności były pokazy nieba i popularne odczyty astronomiczne, a wśród nich cykl wykładów wygłaszanych w 1950 r. w Wojewódzkim Domu Kultury w Katowicach. Akcje te uczyniły Go postacią znaną, także w kręgach lokalnej władzy administracyjnej.

Gdy Jerzy Ziętek, ówczesny wiceprzewodniczący Wojewódzkiej Rady Narodowej w Katowicach, podjął myśl zbudowania Planetarium i Obserwatorium Astronomicznego na obszarze powstającego w Chorzowie Parku Kultury i Wypoczynku i trzeba było powierzyć jakiemuś specjaliście sprawę organizacji budowy tak prototypowej w Polsce placówki, to jego wybór padł natychmiast na mgr. inż. Romana Janiczka. Jednak przyjęcie nowej i absorbującej funkcji wymagało rezygnacji ze stanowiska kierownika pracowni budowlanej Energoprojektu w Gliwicach i częściowego ograniczenia wymiaru pracy w Biurze Projektów Budownictwa Komunalnego w Katowicach.

Termin otwarcia Planetarium (4 grudnia 1955 r.) został dotrzymany. Roman Janiczek osobiście poprowadził 2 pierwsze seanse (próbny — dla członków KW PZPR) i właściwy. W sposób naturalny z organizatora i dyrektora budowy Planetarium stał się dyrektorem już działającej placówki, jednak nie na długo. Różnica poglądów Romana Janiczka i ówczesnego kierownika Wydziału Propagandy KW PZPR w Katowicach na pomysł wykorzystania walorów Planetarium w walce ideologicznej z wpływami Kościoła zaowocowała po 2 tygodniach odwołaniem Go z funkcji dyrektora. Jego następcą został wtedy inny, lecz równie wspaniały człowiek, Józef Sałabun, z którym współpraca Romana Janiczka jako wicedyrektora układała się bardzo dobrze. Z początkiem 1956 r. Janiczek udał się wraz z grupą delegatów z Ministerstwa Oświaty z 3-tygodniową wizytą do Moskwy i Leningradu. Program obejmował m.in. zwiedzanie instytutów naukowych i stołecznego Planetarium, gdzie Roman Janiczek miał okazję zaprezentowania założeń i programu działalności Planetarium i Obserwatorium Astronomicznego w Chorzowie.

Po powrocie włączył się energicznie w prowadzenie seansów i pokazów nieba w Planetarium; we wrześniu 1956 r. rozwinął w mediach żywą akcję popularyzatorską przy okazji wielkiej opozycji Marsa. Jednocześnie, wspólnie z niezapomnianym inż. Władysławem Geislerem, zakłada Śląski Oddział Wojewódzki Polskiego Towarzystwa Astronautycznego. Jako jego kierownik naukowy opracowuje pierwszą w Polsce Wystawę Astronautyczną, prezentowaną początkowo w Planetarium Chorzowskim (od 30.09.1956 r.), a później — fragmentarycznie — w warszawskim Pałacu Kultury i Nauki.

Prof. R.K. Janiczek, Dziekan Wydziału Inżynierii Lądowej PC (1975 r.)

Rosnące zaangażowanie w pracy zawodowej i obowiązki materialne wobec rodziny narzuciły Romanowi Janiczkowi konieczność rozstania się z Planetarium, skąd odchodzi po roku pracy, w styczniu 1957 r. Od 1 lutego obejmuje stanowisko naczelnego inżyniera i zastępcy dyrektora Biura Projektów Budownictwa Komunalnego w Katowicach. Jednocześnie rozpoczyna wykłady z wytrzymałości materiałów oraz z mechaniki teoretycznej na Politechnice Częstochowskiej, jako adiunkt Katedry Mechaniki i Wytrzymałości Materiałów.

Do jednej i drugiej pracy dojeżdża z Bytomia, skąd dopiero jesienią 1959 r. przenosi się z rodziną do Częstochowy, uzyskawszy pół roku wcześniej — na Wydziale Budownictwa Lądowego Politechniki Śląskiej w Gliwicach — stopień doktora nauk technicznych, na podstawie pracy z zakresu teorii sprężystości pt. „Wyznaczanie naprężeń w tarczach metodą przecięć".

Niespełna 4 lata po doktoracie habilituje się na Wydziale Budownictwa Lądowego Politechniki Krakowskiej, na podstawie pracy z zakresu teorii optymalizacji elementów konstrukcji, pt. „Projektowanie prętów i belek według kryterium minimum materiału." Bezpośrednio po habilitacji udaje się na półroczny staż w Katedrze Wytrzymałości Materiałów w Instytucie Inżynieryjno-Budowlanym im.Kujbyszewa w Moskwie.

Jednak nawet w tym, tak absorbującym, okresie doc. inż. Roman Janiczek wiele świadczy na rzecz popularyzacji astronomii w Częstochowie. Wybrany w lipcu 1962 r. prezesem Częstochowskiego Oddziału PTMA, zajął się urządzeniem budynku Obserwatorium, które założył w 1929 r. ks. Bonawentura Metler, wykorzystując powystawowy pawilon z roku 1908, znajdujący się w Parku Staszica.

Z początkiem lat 60. pusta i opuszczona wieża o średnicy 6 m i wysokości 10 m wywierała niezbyt sympatyczne wrażenie. Prezes Janiczek zachęcił wówczas kolegów z Biura Projektów Miastoprojekt Częstochowa do opracowania dokumentacji przebudowy budynku Obserwatorium w czynie społecznym. Następnie udał się w 1964 r. do niezawodnego w tych sprawach wojewody, Jerzego Ziętka, którego interwencja w MRN w Częstochowie spowodowała przyznanie dotacji na wykonanie robót. Miejskie Przedsiębiorstwo Budowlane przystą-

piło do pracy w 1965 r.; prace instalacyjne wykonywały odpowiednie przedsiębiorstwa w czynie społecznym, znaleźli się też tacy sponsorzy, jak Spółdzielnia Spożywców „Społem". Oficjalne otwarcie Obserwatorium odbyło się 25.05.1969 r.

Znacznie później (1981) prof. Roman Janiczek uzupełnił to swoje dzieło nowym pawilonem, którego projekt wykonali dyplomanci założonego przezeń Instytutu Inżynierii Lądowej Politechniki Częstochowskiej, a prace budowlane — zaprzyjaźnione Przedsiębiorstwo Budowlano-Montażowe Hutnictwa. W 1983 r. budynek Obserwatorium przejęła do dalszej eksploatacji Wyższa Szkoła Pedagogiczna w Częstochowie.

W 1973 r. doc. inż. Roman Janiczek otrzymuje tytuł profesora nadzwyczajnego; obejmuje też wtedy stanowisko profesora w Politechnice Częstochowskiej, gdzie natychmiast uruchamia Wieczorowe Studia Budowlane, które w 1975 r. przekształca w Instytut Inżynierii Lądowej (na prawach Wydziału) jako jego Dyrektor (Dziekan). Był to zalążek dzisiejszego Wydziału Budownictwa Politechniki Częstochowskiej.

Do przejścia na emeryturę w 1980 roku wykłada w Politechnice mechanikę teoretyczną, wytrzymałość materiałów, teorię sprężystości i mechanikę budowli. Natomiast w Wyższej Szkole Pedagogicznej w Częstochowie wykłada mechanikę klasyczną i astronomię ogólną z elementami astrofizyki. W czasie 23 lat pracy w Politechnice Częstochowskiej pełnił m.in. funkcje kierownika Katedry Mechaniki i Wytrzymałości Materiałów, zastępcy dyrektora Instytutu Podstaw Konstrukcji Maszyn i prodziekana Wydziału Budowy Maszyn. Był współzałożycielem Częstochowskiego Oddziału Polskiego Towarzystwa Mechaniki Teoretycznej i Stosowanej, a później jego Członkiem Honorowym; działaczem Polskiego Związku Inżynierów i Techników Budownictwa i rzeczoznawcą budowlanym. W późniejszych latach życia ujawniła się jego druga — obok astronomii — pasja amatorska: malarstwo pejzaży.

Na Walnym Zjeździe Delegatów PTMA w Toruniu w lutym 1983 r. prof. Roman Karol Janiczek zostaje wybrany prezesem Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii i pełni owocnie tę funkcję przez trzyletnią kadencję.

Wielorodzajowy dorobek publikacyjny Profesora Janiczka obejmuje około 200 pozycji, poczynając od prac naukowych oraz podręczników i skryptów poprzez referaty, recenzje i ekspertyzy aż do szerokiej gamy tekstów popularnonaukowych różnego typu. Wśród pozycji związanych z astronomią wymieńmy „Atlas mikro- i makrokosmosu" (Książnica Atlas, 1954), uznany przez czynniki oświatowe za cenną pomoc dydaktyczną oraz „Kalendarz astronomiczny na wiek XX" (PWN, 1962), oceniany wysoko w recenzjach krajowych i zagranicznych.

Kilka lat temu wystąpił z inicjatywą opracowania „Kalendarza astronomicznego na XXI wiek". Licząc się z ogromem pracy, zwrócił się do podpisanego z propozycją współpracy, a następnie przyjął moje sugestie dotyczące zespołu ewentualnych współautorów. Przygotował konspekt koncepcyjny „Kalendarza" i „rozdał role" współautorom, interesując się na bieżąco postępami pracy. Ileż to listów wymieniliśmy na ten temat w ostatnich 3 latach! A ile odbyliśmy nocnych rozmów telefonicznych! Zaangażowany od lat czynnie w pracach Sekcji Historii Astronomii PTMA, a z drugiej strony mając „we krwi" inżynierskie poczucie porządku i wymogów stabilności, Profesor wysuwał w tych rozmowach i listach projekty dotyczące uporządkowania podziału nieba na gwiazdozbiory. Raziła Go ich nadmierna liczba i niesłychana rozpiętość rozmiarów, a także przestarzałe lub niezrozumiałe nazwy. Denerwowało Go precesyjne „rozjeżdżanie się" znaków i gwiazdozbiorów Zodiaku. Próbował uzasadniać celowość przyjęcia stałego układu odniesienia, opartego na płaszczyźnie niezmiennej Laplace'a, a więc bliskiego układowi ekliptycznemu. Początek odliczania długości proponował w punkcie przecięcia się śladu płaszczyzny Laplace'a z równikiem galaktycznym w gwiazdozbiorze Strzelca; tam też miał być ustalony ten znak zodiakalny, zresztą jako pierwszy.

W ostatniej z naszych rozmów, mającej miejsce z początkiem czerwca, poinformował mnie, iż czuje się źle i swój stan kwalifikuje jako niemal agonalny. Oświadczenie to było powiedziane głosem spokojnym i pewnym, który oczywiście prowokował odruch sprzeciwu wobec jego treści. Okazało się jednak niestety, że komunikat ten oparty był na wnioskach wyciągniętych chłodną logiką z krytycznych autoobserwacji. Po raz kolejny konsekwentnie dała znać o sobie Jego stoicka postawa wobec tego, czym darzy nas życie. Jedynie o „Kalendarzu astronomicznym na XXI wiek" nie potrafił mówić beznamiętnie. Troskę o jego wydanie uważamy za testament Profesora.

Jan Mietelski

Prof. R.K. Janiczek w 1983 r.

Kilka „drobnych" błędów

Na naszym rynku wydawniczym ukazuje się mnóstwo książek popularnonaukowych. Są zwykle wydane o wiele bardziej elegancko niż w „minionej epoce" (ale i o wiele droższe!...). Są to przy tym prawie wyłącznie tłumaczenia z obcych języków. Autorzy polscy już się niemal nie liczą.

Równocześnie jednak poziom merytoryczny tych dzieł pozostawia sporo do życzenia. Bywają banalne, mało kompetentne, nieraz tendencyjne i bynajmniej nie wolne od błędów merytorycznych. Tymczasem książka popularnonaukowa powinna być przede wszystkim poprawna merytorycznie...

Niedawno ukazała się książka „Podbój Kosmosu" (T.A. Heppenheimer — Wyd. Amber — seria „Tajemnice Nauki")

I od razu od pierwszej strony, aż do samego końca — chyba setki razy... „na orbicie ziemi" (zamiast na orbicie wokółziemskiej!), „na orbicie Księżyca, Jowisza, Marsa itd. Jest to wręcz koszmarne. Po prostu tłumacz (i redaktor merytoryczny!) nie mają pojęcia o tym, że orbita to nie jest jakaś „obrączka" wokół jakiegoś ciała niebieskiego, ale droga, po jakiej w przestrzeni porusza się dany obiekt (naturalny czy sztuczny). Można o tym przeczytać w podręczniku geografii dla wyższych klas szkoły podstawowej... Ludzie, nauczcie się tego, skoro wydajecie książki na tematy kosmiczne!

Druga generalna uwaga: w książce są sprzeczności, w różnych miejscach ten sam fakt bywa przedstawiany różnie...

Trzecia uwaga — Ziemia, Księżyc, Słońce pisze się wielką literą.

Czwarta uwaga — w obowiązującym przeszło 20 lat układzie jednostek SI tona masy (i siły) nie istnieje, a jednostki siły pisze się wielką literą.

Lista szczegółowych uwag jest bardzo długa i nie sposób jej zamieścić w krótkiej recenzji. Mylone są pojęcia, daty historyczne, źle są tłumaczone nazwy. Np. Mare Nubium na Księżycu jest przetłumaczone jako Morze Nubijskie, a to przecież jest Morze Chmur (str. 344). To nieprawda, że najbardziej odległy od Jowisza jest księżyc Callisto, a najbliższym tej planety księżyc Io. Ani też nie jest prawdą, że Io wytwarza „prąd elektryczny, który dociera do Ziemi (str. 352)". Itd.

Błędów takich jak wyżej można z łatwością uniknąć, wystarczy tylko w czasie prac redakcyjnych poprosić o pomoc kompetentnego konsultanta, książka nie miała jednak żadnego.

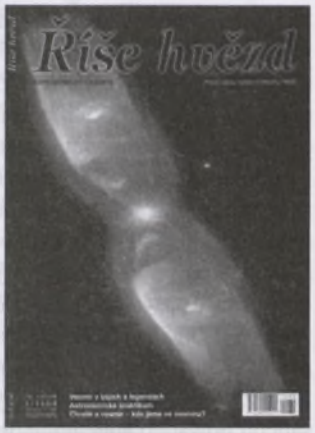
Jeżeli chodzi o treść merytoryczną, to w książce jest bardzo dużo ciekawych informacji. (Część z nich ma co prawda „trochę plotkarski" charakter). Ale jest to historia „podboju Kosmosu" widziana przez Amerykanina. Dużo co prawda pisze o osiągnięciach rosyjskich, ale czasami w sposób „nieco specyficzny". Na przykład ani słowa o Łunie 16, 20 i 24, a były to jedyne automatyczne aparaty kosmiczne, które poleciały na Księżyc, pobrały próbki jego gruntu i wróciły z nimi na Ziemię (!). Przykładów takich przemilczeń mógłbym podać wiele.

Zabawne zaś, że o chińskich czy europejskich osiągnięciach kosmicznych zaledwie wspomina. Nie ma zaś ani słowa o osiągnięciach japońskich (!) czy o tym, że również Hindusi umieją wysyłać sztuczne satelity Ziemi...Mogłoby się więc wydawać, że podbój Kosmosu to praktycznie tylko osiągnięcie amerykańskie, a tymczasem to zupełnie nie tak...

Andrzej Marks

„Bliżej gwiazd"

„Říše Hvězd" *to po czesku* ***„Bliżej gwiazd"*** *i taki właśnie tytuł nosi ukazujące się od 1920 roku w Republice Czeskiej pismo popularyzujące astronomię i astronautykę. Od początku 1995 roku swą formą przypomina bardzo naszą „Uranię-PA" — ma kolorową okładkę i wkładkę, a pozostałe strony czarnobiałe. Przypadkiem (?) pierwsze zeszyty ŘH i U-PA mają nawet takie same zdjęcia na okładkach! Serdecznie pozdrawiamy naszych południowych sąsiadów! (Red.)*



ASTRO-BIT
Oprogramowanie i materiały astronomiczne

Ireneusz Włodarczyk
ul. Rewolucjonistów 15/13
42-500 Będzin

tel.:(0-32) 761-29-46 e-mail: astrobit@ka.onet.pl

FRAGMENTY PLANETOID
czyli
METEORYTY
kamienne, żelazno-kamienne, żelazne
oferuje
„ASPMET"
skr. poczt. 6, 14-530 Frombork
Szczegółową ofertę podaje
sklepik meteorytowy na stronach
www.minerals.inpoland.com
lub wysyłamy pocztą.

NIEZWYKŁE LABORATORIUM

To niezwykłe laboratorium otwierające dostęp do skrajnych warunków fizycznych (m.in. gęstości, ciśnienia, natężeń pól) jest w dodatku całkowicie bezpłatne! Co prawda badacz chcący z niego skorzystać musi często posłużyć się bardzo kosztowną aparaturą (HST, Kamiokande, VLT). To niezwykłe laboratorium to po prostu Wszechświat.

Te skrajne warunki to m.in. gęstości od 10^{-23} dla przestrzeni międzygalaktycznej do 10^{18} kg/m^3 dla gwiazd neutronowych, temperatury od 2,7 K do 10^9–10^{11} K w jądrach gwiazd na ich końcowym etapie ewolucji, pola magnetyczne o indukcji rzędu 10^{11} T (magnetary) i pola grawitacyjne o natężeniu 10^{12} m/s^2 (gwiazdy neutronowe).

Dla porównania najsilniejsze pola magnetyczne osiągane w laboratoriach ziemskich to 6 T w elektromagnesach z rdzeniem ferromagnetycznym i ok. 200 T w bezrdzeniowych i to tylko w bardzo krótkich impulsach. Najlepsza próżnia osiągana na ziemi odpowiada gęstości rzędu 10^{-10} kg/m^3.

Najdawniejsze wykorzystanie tego laboratorium przez fizyków to pomiar czasu (niezbędny przy pomiarach wielu innych wielkości). Nie zawsze pamiętamy, że przez wiele wieków wzorców podstawowych jednostek czasu (sekunda, rok) dostarczały obserwacje astronomiczne. Dopiero w 1983 roku wprowadzono definicję sekundy opartą o atomowy wzorzec cezowy. Przy okazji zauważmy (choć niewiele ma to wspólnego z badaniami podstawowymi), że obserwatorium w Besançon powstało specjalnie dla potrzeb miejscowych zegarmistrzów dla kontroli jakości wytwarzanych tu zegarów.

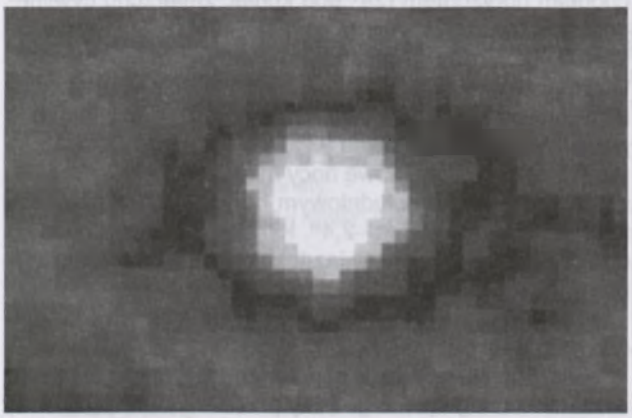
Kolejny etap korzystania z laboratorium związany jest z powstaniem mechaniki klasycznej. W 1687 roku I. Newton publikuje (podobno opracowaną znacznie wcześniej) *Philosophiae naturalis principia mathematica*. I niemal natychmiast ma potwierdzenie swoich przemyśleń, bowiem z przedstawionej teorii udaje mu się wyprowadzić, znane wcześniej z obserwacji, wszystkie trzy prawa Keplera. Jednak prawdziwy triumf mechaniki newtonowskiej to rok 1846 — rok odkrycia Neptuna. Zobaczył go J. Galle prawie dokładnie w miejscu obliczonym przez J. Leverriera (i niezależnie J. Adamsa). O wrażeniu, jakie to odkrycie wywarło nie tylko na astronomach i fizykach, może świadczyć list F. Chopina [1] do rodziny. Zacytujmy fragment: „Zapewne już wiecie o planecie nowej pana Leverrier. Leverrier uważając pewne nieregularności w planecie Uranus, przypisał to innej planecie, jeszcze nieznanej, której opisał odległość, kierunek, wielkość, słowem wszystko... Co za tryumf dla nauki, żeby rachunkiem dojść do odkrycia podobnego."

Pozostańmy jeszcze przy mechanice. W 1905 r A. Einstein przedstawia teorię nazwaną później szczególną teorią względności (STW), a po kilku latach (1913–1916) ogólną teorię względności (OTW) będącą ogólniejszą od newtonowskiej teorią grawitacji. O ile niutonowskie prawo powszechnego ciążenia sprawdził w ziemskim laboratorium jeszcze w r 1798 H. Cavendish, to ze sprawdzeniem wniosków wynikających z OTW poszło znacznie trudniej. Tu jako laboratorium niezbędny był cały Wszechświat. Już w 1919 r A. Eddington organizuje wyprawę na zaćmienie Słońca do Ameryki Południowej. Cel — sprawdzenie wynikającego z OTW odchylenia fotonów w polu grawitacyjnym Słońca. Drugi eksperyment był już właściwie wykonany. Chodzi oczywiście o ruch peryhelium Merkurego. Należało tylko wynik obserwacji porównać z uzyskanym z teorii. Pozostałych eksperymentów (czy raczej obserwacji) nie będę opisywał, zrobił to znakomicie T. Jarzębowski w [2], [3] i [4]. Najbardziej spektakularnym było chyba potwierdzenie istnienia fal grawitacyjnych (Nobel 1993). O skali problemu mogą świadczyć następujące liczby. Moc promieniowania lokomotywy obracającej się z największą prędkością kątową, na jaką zezwala jej wytrzymałość mechaniczna [6] to 10^{-32} W (!), moc promieniowania całego Układu Słonecznego (~10^3 W) , dopiero moc wypromieniowywana przez układ PSR 1913+16 (10^{24} W) okazała się wystarczająca. Dodajmy jeszcze parę zdań o soczewkowaniu grawitacyjnym. Jest ono konsekwencją zmiany kierunku fotonu w polu grawitacyjnym (przewidzianym przez Einsteina w 1930 r). Pierwszą taką soczewkę zaobserwowano w 1979 roku, a pierwszy pełny pierścień Einsteina w 1998. Warto w tym miejscu wspomnieć o realizowanym z powodzeniem pomyśle polskich astronomów (Paczyński, Udalski, Kubiak) — obserwacjach mikrosoczewkowania grawitacyjnego.

Badanie promieniowania kosmicznego zapoczątkował w 1912 roku V. Hess. Składa się ono w 86% z protonów, 13% cząstek a i 1% jąder cięższych pierwiastków. Zderzając się z jądrami gazów wchodzących w skład atmosfery (głównie azotu), wytwarzają promieniowanie wtórne. Wykryto w nim postulowany przez Diraca pozyton (1932), lepton μ (też przewidywany wcześniej przez H. Yukawę), mezony π i K i parę hiperonów (S, X). Były to w 1951 r., wraz ze znanymi wcześniej elektronem, protonem i elektronem wszystkie znane cząstki elementarne. Dziś wytwarzamy je (i wiele innych) przez bombardowanie jąder cząstkami przyśpieszanymi w akceleratorach. Jednak naturalny akcelerator naszego niezwykłego laboratorium jeszcze długo nie straci na znaczeniu. Energia docierającego do nas promieniowania kosmicznego zawiera się w przedziale 10^7 – 10^{20} eV. A znajdujący się dopiero w budowie w CERN-ie akcelerator LHC (Large Hadron Collidar) ok. 2005 r. dostarczy cząstek o energii zaledwie (aż?) 10^{13} eV. I jeszcze jeden polski akcent. W 1952 r. M. Danysz i J. Pniewski odkrywają w kliszy naświetlonej promieniowaniem kosmicznym ślad hiperjądra — jądra ze związanym hiperonem L. Na kilkanaście lat fizyka hiperjąder staje się polską specjalnością. Nawet odkrycia zaliczane przez niektórych do największych omyłek astronomii [8] przyczyniły się ostatecznie do postępu. Chodzi tu o słynne coronium i nebulium. Wkrótce okazało się, że nie zaobserwowano linii widmowych nieznanych na Ziemi pierwiastków, a linie wzbronione wielokrotnie zjonizowanych metali (coronium) i linie wzbronione tlenu (nebulium). Liniom wzbronionym wiele pionierskich prac poświęcił Wojciech Rubinowicz. Inne nietypowe linie w widmach mgławic doprowadziły do odkrycia tzw. atomów rydbergowskich, atomów, w których jeden z elektronów znajduje się na niezwykle wy-

sokim poziomie energetycznym, nawet o głównej liczbie kwantowej n=350 [9]. Również pierwsze sygnały wskazujące na możliwość istnienia trzeciej odmiany węgla (fullerenów) otrzymano z kosmosu.

W 1930 r. W. Pauli, ratując podstawowe zasady zachowania, z których przynajmniej 3 wydawały się być naruszane przy rozpadzie β, wysuwa hipotezę neutrino. Próby doświadczalnej weryfikacji hipotezy przez 26 lat były nieudane, bowiem dopiero w 1956 r. F. Reines rejestruje antyneutrina powstające w reaktorze jądrowym. Z neutrinami było jeszcze trudniej. Dopiero w 1968 r. R. Davisowi zarejestrować neutrina pochodzące ze Słońca. Zresztą do dziś jest ono ich głównym „dostawcą". Wkrótce pojawia się nowy problem. Rejestrujemy mniej neutrin niż powinno ich być zgodnie z naszą wiedzą o procesach zachodzących w jądrze Słońca. Zatem albo nasza wiedza o tych procesach jest niepełna, albo nie wszystko wiemy o neutrinach. W międzyczasie pojawiły się sugestie, że neutrina mają, jakkolwiek bardzo niewielką, masę i rozbieżności dałoby się wytłumaczyć ich oscylacjami. W końcu lat siedemdziesiątych pojawiła się nowa możliwość zajrzenia do wnętrza Słońca: heliosejsmologia.[10]. Badania prowadzone tą metodą pokazały jednoznacznie — model Słońca jest dobry. A więc neutrina mają masę! Jednak ten wniosek, aby został przyjęty, musi być potwierdzony eksperymentalnie. I został. W czerwcu 1998 r. ogłoszono wyniki eksperymentu przeprowadzonego z gigantycznym detektorem Superkamiokande (50 000 ton superczystej wody i 11 146 fotopowielaczy). Tym razem wykorzystano tzw. neutrina atmosferyczne, tzn wytwarzane w atmosferze przez promieniowanie kosmiczne (jeszcze raz przydał się kosmiczny akcelerator). Na poniższej fotografii widzimy pierwszy „neutrinowy" obraz Słońca, uzyskany za pomocą wspomnianego Superkamiokande. Astronomia neutrinowa staje się faktem! A tak niedawno mówiono, że być może, kiedyś...



W 1932 r. J. Chadwick identyfikuje neutron. Niemal natychmiast, w tym samym roku L. Landau sugeruje możliwość istnienia gwiazd składających się wyłącznie z neutronów. Dokładniej model takiej gwiazdy opracowują w 1938 r. R. Oppenheimer i G. Volkoff. Hipoteza nie budzi jednak większego zainteresowania astronomów: jeśli nawet istnieją, i tak ich nie potrafimy dostrzec (chyba że taki obiekt znajduje się bardzo blisko, ale wówczas dawno dałby o sobie znać swym oddziaływaniem grawitacyjnym). W roku 1967 A.Hevish inicjuje badanie fluktuacji sygnałów radiowych znanych radio-

Planeta jest zamieszkana, ale nie da się tutaj żyć...

źródeł z milisekundową zdolnością rozdzielczą.. Już przy pierwszym radioźródle okazało się, że sygnał ma strukturę bardzo regularnie powtarzających się impulsów. Początkowo było to zupełnie niezrozumiałe i wysunięto nawet hipotezę, że odbieramy sygnały wysoko rozwiniętej cywilizacji (powstało wówczas żartobliwe określenie Little Green Men — małe zielone ludziki). Wkrótce okazało się, że odkryto właśnie szybko wirujące gwiazdy neutronowe (pulsary). Dziś znamy ich już ponad tysiąc. Badanie gwiazd neutronowych ma związek z bardzo wieloma działami fizyki. Zacytujmy za S. Moszkowskim [7]:

- fizyka cząstek elementarnych — hiperony,
- fizyka ciała stałego — wnętrze i skorupa gwiazdy neutronowej,
- fizyka plazmy — obszar tuż nad powierzchnią,
- elektromagnetyzm — pola magnetyczne,
- mechanika klasyczna — równowaga,
- STW — równanie stanu dla bardzo dużych gęstości,
- OTW — równowaga,
- fizyka niskich temperatur — nadciekłość,
- fizyka atomowa — atomy w ultrasilnych polach magnetycznych,
- geofizyka — nieregularności powierzchni,
- geologia — trzęsienia pulsarów.

Zauważmy na koniec, że lasery (ściślej: masery) istniały w tym niezwykłym laboratorium, gdy jeszcze ludziom nawet nie śniły się podobne urządzenia.

Skromny artykuł nie wyczerpuje tematu. Być może jednak pomoże zachwiać przekonaniem (dość powszechnym), że astronomowie „pracują tylko na swoje potrzeby".

Juliusz Domański

Literatura:

[1] B.Sydow, *Korespondencje Fryderyka Chopina*, t. II, PIW 1955
[2] T.Jarzębowski, *Gdyby Einstein dożył naszych czasów*, Postępy Astronomii, 3/1991
[3] T.Jarzębowski, *Najgłębsze wniknięcie myśli ludzkiej w istotę natury*, PA 3,4/1996
[4] T.Jarzębowski, *Fale grawitacyjne — Nobel z astrofizyki*, Delta 5/1994
[5] A.Wolszczan, *Laury za PSR 1913+16*, PA 4/1993
[6] M.Solc, *Fyzika hvezd a vesmiru*, Praha 1983
[7] S.Moszkowski, *Gwiazdy neutronowe*, Postępy Fizyki, 2/1977
[8] Z.Horsky i in., *Sto astronomickych omylu uvedenych na pravou miru*, Praha 1988
[9] J.Szudy, *Jonizacja polowa atomów rydbergowskich*, Fizyka w Szkole 1/1984
[10] W.Dziembowski, *Obserwacje wnętrza Słońca*, Postępy Astronomii 4/1998
[11] M. v Laue, *Historia fizyki*, PWN 1957

Rok 2000

W 2000 roku wystąpią cztery częściowe zaćmienia Słońca: 5 lutego, 1 lipca, 31 lipca oraz 25 grudnia, wszystkie niewidoczne w Polsce. Dojdzie także do dwóch całkowitych zaćmień Księżyca: 21 stycznia, widocznego, oraz 16 lipca, niewidocznego w Polsce.

W tym roku dnia 28 sierpnia dojdzie do zakrycia przez Księżyc planety Mars, widocznego w Polsce.

W 2000 roku do Słońca zbliży się 17 znanych komet krótkookresowych, lecz wszystkie będą widoczne jedynie przez teleskopy.

Styczeń

Słońce

Ziemia w swym ruchu po orbicie okołosłonecznej znajdzie się 3 stycznia o godzinie 5^h18^m najbliżej Słońca, w odległości około 147 mln km. Dni stają się coraz dłuższe. W Warszawie 1 stycznia Słońce wschodzi o 6^h45^m, zachodzi o 14^h32^m, a 31 stycznia wschodzi o 6^h19^m, zachodzi o 15^h20^m. W styczniu Słońce wstępuje w znak Wodnika.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h UT)

Data 2000		P [°]	B_0 [°]	L_0 [°]
I	1	2,38	–2,95	8,03
	3	1,41	–3,19	341,69
	5	0,44	–3,42	315,35
	7	–0,53	–3,64	289,02
	9	–1,50	–3,86	262,68
	11	–2,46	–4,08	236,34
	13	–3,41	–4,29	210,01
	15	–4,35	–4,49	183,67
	17	–5,29	–4,69	157,34
	19	–6,22	–4,89	131,00
	21	–7,13	–5,07	104,67
	23	–8,03	–5,25	78,33
	25	–8,92	–5,43	52,00
	27	–9,79	–5,59	25,66
	29	–10,65	–5,75	359,33
I	31	–11,48	–5,91	333,00

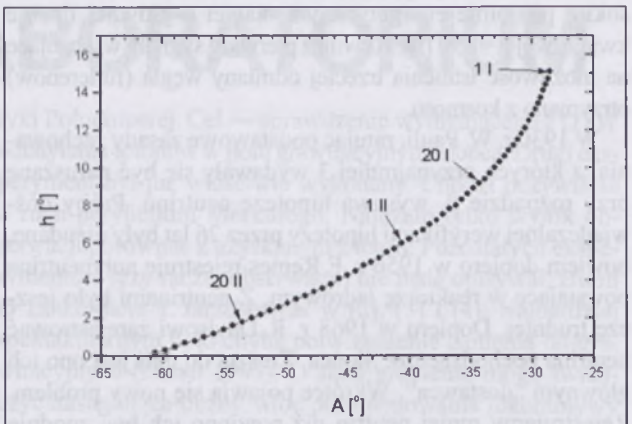
P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;

B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

$1^d14^h38^m$ i $28^d22^h47^m$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°

Księżyc

Bezksiężycowe noce będziemy mieli w pierwszej połowie miesiąca, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: nów $6^d18^h14^m$, pierwsza kwadra $14^d13^h34^m$, pełnia $21^d04^h41^m$, ostatnia kwadra $28^d07^h57^m$.



Rys. 1. Wenus nad wschodnim horyzontem (w Warszawie) w styczniu i lutym 2000 na początku świtu cywilnego (około godzinę przed wschodem Słońca).

W apogeum Księżyc znajdzie się w dniu 4 stycznia o 12^h24^m, a w perygeum 19 stycznia o 22^h47^m.

W dniu 21 stycznia wystąpi całkowite zaćmienie Księżyca, widoczne w Polsce.

Planety i planetoidy

Merkury znajduje się na niebie w pobliżu Słońca i jest niewidoczny.

Nad ranem przed wschodem Słońca można zaobserwować Wenus, jednak w ciągu miesiąca warunki widoczności planety pogarszają się. Na początku świtu cywilnego (Słońce 7° pod horyzontem), czyli około 1,5 godziny przed wschodem Słońca, wysokość planety nad horyzontem maleje od 15° na początku, do zaledwie 6° pod koniec miesiąca, przy praktycznie stałej jasności równej -4^m. Przez teleskopy możemy obserwować tarczę planety o średnicy 14" i fazie rosnącej od 75% do 84%.

Wieczorem stosunkowo wysoko nad południowo-zachodnim horyzontem (24° pod koniec zmierzchu cywilnego) możemy zaobserwować Marsa jako „gwiazdę" pierwszej wielkości. Średnica tarczy planety wynosi zaledwie 5", tak więc obserwacja jakichkolwiek szczegółów powierzchniowych jest utrudniona. Wyraźnie widoczna powinna być jednak faza planety, równa 93%.

Przez pierwszą połowę nocy możemy obserwować Jowisza wysoko nad południowym horyzontem w gwiazdozbiorze Ryb jako obiekt $-2,4^m$. Kilkanaście stopni na lewo od Jowisza, na granicy gwiazdozbiorów Barana i Wieloryba widoczny jest Saturn jako „gwiazda" $0,2^m$.

Uran i Neptun przebywają na niebie w pobliżu Słońca i są niewidoczne.

Pod koniec miesiąca nad ranem, na początku świtu astronomicznego (dwie godziny przed wschodem Słońca) około 20° nad południowo-wschodnim horyzontem, możemy próbować odnaleźć Plutona jako „gwiazdę" $13,9^m$, jednak niezbędny do tego jest teleskop o średnicy przynajmniej 15 cm.

W styczniu możemy obserwować w pobliżu opozycji kilka planetoid:

(1) Ceres, (jasność $7,8^m$). 1 I: $12^h34,8^m$, +9°06'; 11 I: $12^h43,2^m$, +9°03'; 21 I: $12^h49,6^m$, +9°15', 31 I: $12^h53,7^m$, +9°44'.

(2) Pallas, (jasność $7,4^m$). 1 I: $8^h08,8^m$, –29°43'; 11 I: $8^h01,8^m$, –29°12'; 21 I: $7^h53,8^m$, –27°43', 31 I: $7^h46,0^m$, –25°16'.

(6) Hebe, (jasność 8.6^m). 1 I: 4^{h}51,3^m, +1°29'; 11 I: 4^{h}46,4^m, +3°15'; 21 I: 4^{h}44,7^m, +5°11', 31 I: 4^{h}46,2^m, +7°09'.

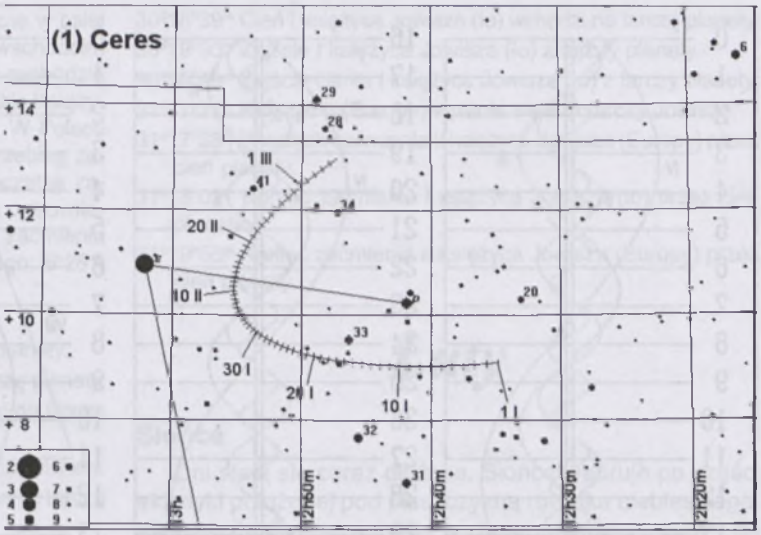
(7) Iris, (jasność 8.1^m). 1 I: 9^{h}21,4^m, +8°57'; 11 I: 9^{h}14,4^m, +8°48'; 21 I: 9^{h}04,9^m,+8°57', 31 I: 8^{h}54,2^m,+9°20'.

Meteory

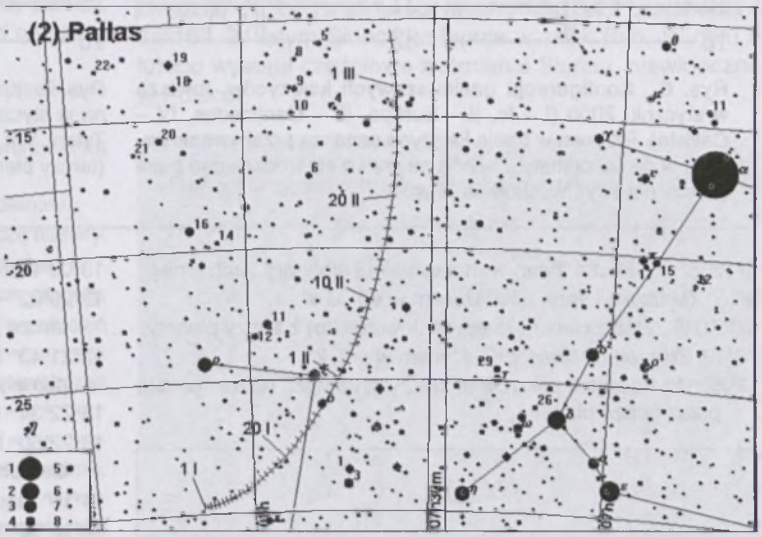
W dniach od 1 do 5 stycznia promieniują Kwadrantydy. Maksimum aktywności spodziewane jest 4 stycznia. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Smoka i ma współrzędne $\alpha = 15^h28^m$, $\delta = +50°$. Nazwa roju pochodzi od nie istniejącego już na dzisiejszych mapach gwiazdozbioru *Quadrans Muralis*, umieszczonego w początkach XIX w. na granicy gwiazdozbiorów Smoka, Herkulesa i Wolarza. Warunki obserwacji w tym roku są bardzo dobre w związku z Księżycem w nowiu.

***

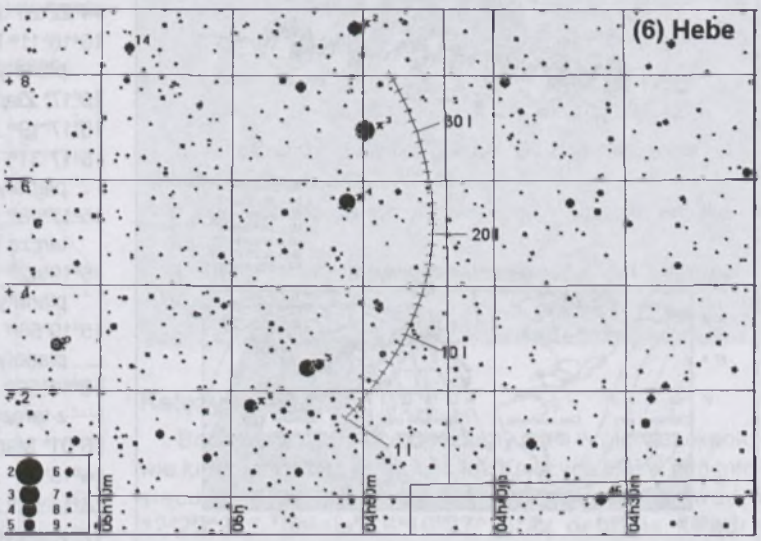
1^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.
1^{d}15^{h}51^m Koniec zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.
3^{d}04^h Złączenie Wenus z Księżycem w odl. 3°.
3^{d}05^{h}18^{m}Ziemia w peryhelium na swej okołosłonecznej orbicie w odl.147 mln km od Słońca.
4^{d}18^{h}15^m Początek zakrycia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) przez tarczę planety.
4^{d}20^{h}36^m Księżyc III (Ganimedes) wyłania się zza tarczy Jowisza.
4^{d}22^{h}59^m Wejście II księżyca Jowisza (Europy) na tarczę planety.
5^{d}22^{h}32^m Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
6^{d}06^h Złączenie Merkurego z Księżycem w odl. 4°.
6^{d}17^{h}25^m Początek zakrycia II księżyca Jowisza (Europy) przez tarczę planety.
6^{d}19^{h}49^m Początek zakrycia I księżyca Jowisza (Io) przez tarczę planety.
6^{d}19^{h}57^m Księżyc II (Europa) wyłania się zza tarczy Jowisza.
6^{d}20^{h}11^m Początek zaćmienia II księżyca Jowisza (Europy) przez cień planety.
6^{d}22^{h}38^m Koniec zaćmienia II księżyca Jowisza (Europy) przez cień planety.
6^{d}23^{h}18^m Koniec zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.
7^{d}17^{h}00^m Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
7^{d}18^{h}22^m Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
7^{d}19^{h}12^m Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
7^{d}20^{h}32^m Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
8^{d}06^h Złączenie Neptuna z Księżycem w odl. 0,2°.
8^{d}15^{h}57^m Zejście cienia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) z tarczy planety.
8^{d}17^{h}21^m Zejście cienia II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
8^{d}17^{h}47^m Koniec zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.



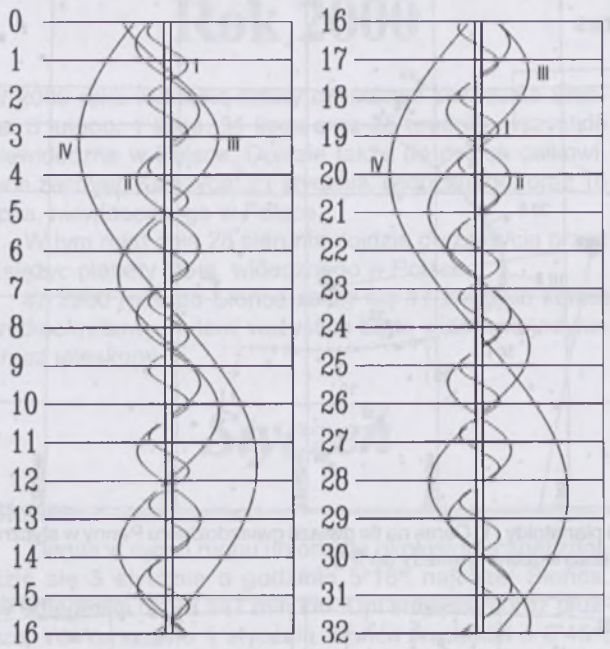
Rys. 2. Trasa planetoidy (1) Ceres na tle gwiazd gwiazdozbioru Panny w styczniu i lutym 2000 (zaznaczone gwiazdy do 9^m).



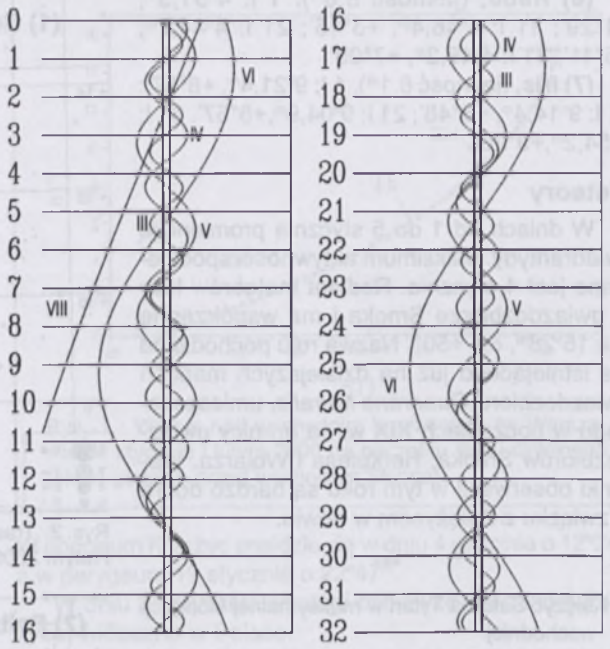
Rys. 3. Trasa planetoidy (2) Pallas na tle gwiazd gwiazdozbioru Rufy w styczniu i lutym 2000 (zaznaczone gwiazdy do 8^m).



Rys. 4. Trasa planetoidy (6) Hebe na tle gwiazd gwiazdozbioru Oriona w styczniu 2000 (zaznaczone gwiazdy do 9,5^m).

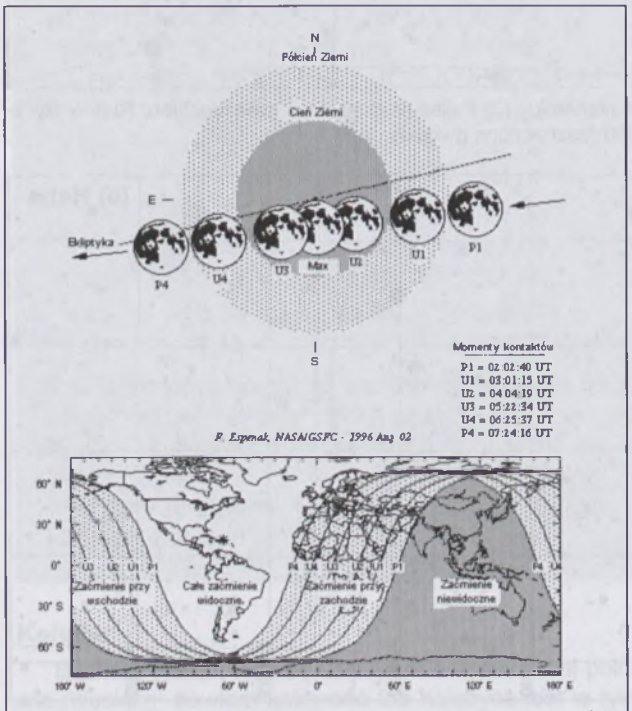


Rys. 6. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w styczniu 2000 (I – Io, II – Europa, III – Ganimedes, IV – Callisto). Przerwa w trasie księżyca oznacza przebywanie satelity w cieniu planety. Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo.



Rys. 7. Konfiguracja pięciu najjaśniejszych księżyców Saturna w styczniu 2000 (III – Tethys, IV – Dione, V – Rhea, VI – Tytan, VIII – Iapetus). Zachód na lewo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na prawo.

9^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.
9^d05^h Złączenie Urana z Księżycem w odl. 0.4°.
$9^d15^h01^m$ Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
10^d19^h Złączenie Marsa z Księżycem w odl. 2°.
$11^d22^h11^m$ Początek zakrycia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) przez tarczę planety.



Rys. 5. Całkowite zaćmienie Księżyca 21 stycznia 2000 (wg. F.Espenak – NASA/GSFC).

$13^d00^h17^m$ Saturn nieruchomy w rektascensji.
$13^d20^h02^m$ Początek zakrycia II księżyca Jowisza (Europy) przez tarczę planety.
$13^d21^h43^m$ Początek zakrycia I księżyca Jowisza (Io) przez tarczę planety.
$13^d22^h34^m$ Księżyc II (Europa) wyłania się zza tarczy Jowisza.
$13^d22^h50^m$ Początek zaćmienia II księżyca Jowisza (Europy) przez cień planety.
14^d15^h Złączenie Jowisza z Księżycem w odl. 4°.
$14^d18^h56^m$ Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
$14^d20^h18^m$ Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
$14^d21^h07^m$ Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$14^d22^h28^m$ Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$15^d16^h11^m$ Początek zakrycia I księżyca Jowisza (Io) przez tarczę planety.
15^d17^h Złączenie Saturna z Księżycem w odl. 3°.
$15^d17^h19^m$ Zejście II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
$15^d17^h31^m$ Cień II księżyca Jowisza (Europy) wchodzi na tarczę planety.
$15^d17^h58^m$ Cień III księżyca Jowisza (Ganimedesa) wchodzi na tarczę planety.
$15^d19^h42^m$ Koniec zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.
$15^d19^h56^m$ Zejście cienia II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
$15^d19^h59^m$ Zejście cienia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) z tarczy planety.
16^d01^h Merkury w koniunkcji górnej ze Słońcem.
$16^d15^h36^m$ Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$16^d16^h57^m$ Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
17^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.
$20^d18^h23^m$ Słońce wstępuje w znak Wodnika, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 300°.

21^d Całkowite zaćmienie Księżyca. Zaćmienie widoczne w całej Ameryce Północnej i Południowej, na Atlantyku, wschodnim Pacyfiku; w Afryce, Europie i zachodniej Azji przy zachodzie Księżyca, a także we wschodniej Azji przy wschodzie Księżyca. Maksymalna faza zaćmienia wyniesie 1,328. W Polsce zaćmienie widoczne przy zachodzie Księżyca. Przebieg zaćmienia: wejście Księżyca w półcień: 2^{h}03^m, początek zaćmienia częściowego: 3^{h}01^m, początek zaćmienia całkowitego: 4^{h}04^m, maksimum zaćmienia: 4^{h}43^m, koniec zaćmienia całkowitego: 5^{h}23^m, koniec zaćmienia częściowego: 6^{h}26^m, wyjście Księżyca z półcienia: 7^{h}24^m.

21^{d}05^h Złączenie Merkurego z Neptunem w odl. 2°.

21^{d}20^{h}52^m Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.

21^{d}22^{h}14^m Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.

22^{d}16^{h}22^m Wejście III księżyca Jowisza (Ganimedesa) na tarczę planety.

22^{d}17^{h}26^m Wejście II księżyca Jowisza (Europy) na tarczę planety.

22^{d}18^{h}08^m Początek zakrycia I księżyca Jowisza (Io) przez tarczę planety.

22^{d}18^{h}46^m Zejście III księżyca Jowisza (Ganimedesa) z tarczy planety.

22^{d}19^{h}56^m Zejście II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.

22^{d}20^{h}07^m Cień II księżyca Jowisza (Europy) wchodzi na tarczę planety.

22^{d}21^{h}38^m Koniec zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.

22^{d}21^{h}60^m Cień III księżyca Jowisza (Ganimedesa) wchodzi na tarczę planety.

23^{d}15^{h}21^m Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.

23^{d}16^{h}43^m Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.

23^{d}17^{h}33^m Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.

23^{d}18^{h}53^m Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.

24^{d}16^{h}06^m Koniec zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.

24^{d}17^{h}16^m Koniec zaćmienia II księżyca Jowisza (Europy) przez cień planety.

24^{d}18^h Neptun w koniunkcji ze Słońcem.

25^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.

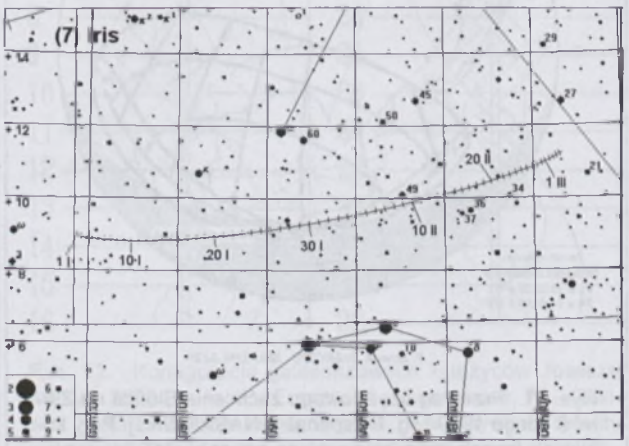
28^{d}10^h Złączenie Merkurego z Uranem w odl. 1°.

29^{d}20^{h}04^m Początek zakrycia I księżyca Jowisza (Io) przez tarczę planety.

29^{d}20^{h}04^m Wejście II księżyca Jowisza (Europy) na tarczę planety.

29^{d}20^{h}29^m Wejście III księżyca Jowisza (Ganimedesa) na tarczę planety.

30^{d}17^{h}18^m Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.



Rys. 8. Trasa planetoidy (7) Iris na tle gwiazd gwiazdozbioru Raka w styczniu i lutym 2000 (zaznaczone gwiazdy do 9^m).

30^{d}18^{h}39^m Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.

30^{d}19^{h}30^m Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.

30^{d}20^{h}49^m Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.

31^{d}17^{h}17^m Księżyc II (Europa) wyłania się zza tarczy Jowisza.

31^{d}17^{h}28^m Początek zaćmienia II księżyca Jowisza (Europy) przez cień planety.

31^{d}18^{h}02^m Koniec zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.

31^{d}19^{h}56^m Koniec zaćmienia II księżyca Jowisza (Europy) przez cień planety.

Luty

Słońce

Dni stają się coraz dłuższe. Słońce wędruje po części ekliptyki położonej pod płaszczyzną równika niebieskiego, ale jego deklinacja wzrasta w ciągu miesiąca od –17° do –8°, w związku z czym dnia przybywa prawie o dwie godziny: w Warszawie 1 lutego Słońce wschodzi o 6^{h}18^m, zachodzi o 15^{h}22^m, a 29 lutego wschodzi o 5^{h}22^m, zachodzi o 16^{h}16^m. W lutym Słońce wstępuje w znak Ryb. W dniu 5 lutego wystąpi częściowe zaćmienie Słońca, niewidoczne w Polsce.

Dane dla obserwatorów Słońca (na 0^h czasu UT)

Luty 2000	P [°]	B_0 [°]	L_0 [°]
1	–11,90	–5,98	319,83
3	–12,71	–6,12	293,50
5	–13,51	–6,26	267,17
7	–14,28	–6,38	240,84
9	–15,04	–6,50	214,50
11	–15,77	–6,61	188,17
13	–16,48	–6,71	161,84
15	–17,17	–6,80	135,50
17	–17,84	–6,89	109,16
19	–18,49	–6,96	82,83
21	–19,11	–7,03	56,49
23	–19,71	–7,09	30,15
25	–20,28	–7,14	3,81
27	–20,83	–7,18	337,46
29	–21,36	–7,21	311,12

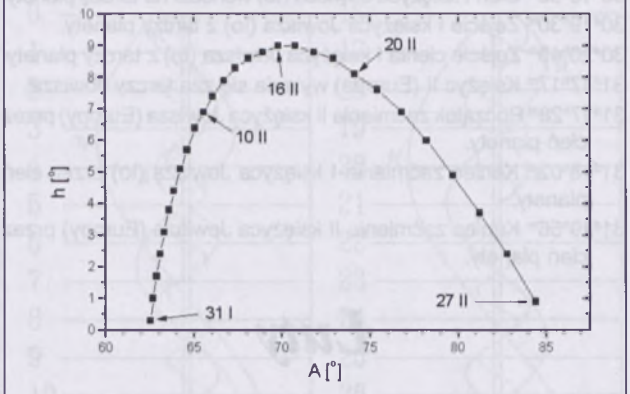
P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;

B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

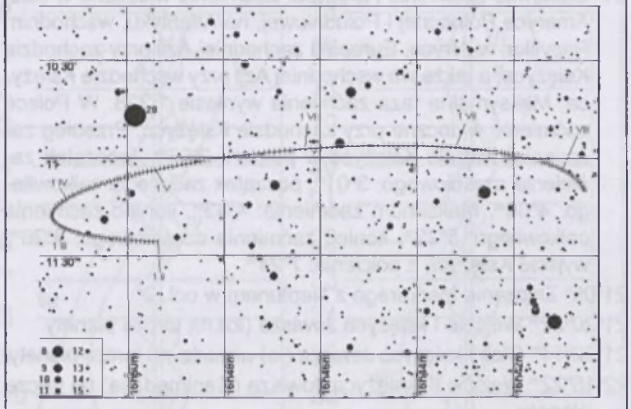
25^{d}06^{h}57^m — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

Księżyc

Bezksiężycowe noce będziemy mieli w pierwszej połowie lutego, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: nów 5^{d}13^{h}03^m, pierwsza kwadra 12^{d}23^{h}21^m, pełnia 19^{d}16^{h}27^m oraz ostatnia kwadra 27^{d}03^{h}54^m. W apogeum Księżyc znajdzie się 1^{d}01^{h}21^m, w perygeum 17^{d}02^{h}41^m i ponownie w apogeum 28^{d}20^{h}46^m.



Rys. 9. Merkury nad zachodnim horyzontem (w Warszawie) w lutym 2000 pod koniec zmierzchu cywilnego (około godzinę po zachodzie Słońca).



Rys. 10. Trasa Plutona na tle gwiazd gwiazdozbioru Wężownika od lutego do lipca 2000 (zaznaczone gwiazdy do 15^m).

Planety i planetoidy

W lutym wystąpią dobre warunki obserwacji Merkurego. W połowie miesiąca około godzinę po zachodzie Słońca możemy próbować odnaleźć planetę na wysokości 9° nad zachodnim horyzontem jako „gwiazdę" –0.5^m. Przez teleskop możemy zaobserwować tarczę planety o średnicy 7" w fazie zbliżonej do kwadry.

Wenus możemy próbować zaobserwować nad ranem jedynie na początku miesiąca, gdy jej wysokość na początku świtu cywilnego wynosi jedynie 6°. W ciągu miesiąca warunki widoczności planety pogarszają się i praktycznie jej obserwacja staje się niemożliwa. Warunki obserwacji Marsa pozostają analogiczne jak w styczniu. Podobnie praktycznie nie ulegają zmianom warunki obserwacji Jowisza i Saturna, chociaż zachodzą one wcześniej niż w styczniu i obserwować należy je wieczorem. Uran i Neptun nadal pozostają na niebie w pobliżu Słońca i są niewidoczne. Warunki obserwacji Plutona w porównaniu ze styczniem praktycznie nie ulegają zmianie.

W lutym możemy obserwować w pobliżu opozycji kilka planetoid:

(1) Ceres, (jasność 7,4^m). 10 II: 12^{h}55,2^m,+10°28'; 20 II: 12^{h}54,0^m,+11°24'.

(2) Pallas, (jasność 7,4^m). 10 II: 7^{h}39,8^m,–21°57'; 20 II: 7^{h}36,3^m,–18°02'.

(7) Iris, (jasność 8,3^m). 10 II: 8^{h}43,7^m,+9°52'; 20 II: 8^{h}34,8^m,+10°27'.

***

2^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.

2^{d}15^h Złączenie Wenus z Księżycem w odl.1°.

2^{d}15^{h}53^m Początek zaćmienia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) przez cień planety.

2^{d}17^{h}59^m Koniec zaćmienia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) przez cień planety.

4^{d}14^h Złączenie Neptuna z Księżycem w odl.0,3°.

5^d Częściowe zaćmienie Słońca widoczne na południowych obszarach polarnych Ziemi. Zaćmienie widoczne będzie na całym kontynencie Antarktydy, w południowej części Oceanu Indyjskiego oraz przybrzeżnych do Antarktydy wodach Atlantyku. Maksymalna faza zaćmienia równa 0,579 nastąpi o godzinie 12^{h}49^m i będzie widoczna w punkcie o współrzędnych ϕ=70°S, λ=134°E.

5^{d}14^h Złączenie Urana z Księżycem w odl. 0,5°.

6^{d}07^h Uran w koniunkcji ze Słońcem.

6^{d}19^{h}17^m Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.

6^{d}20^h Złączenie Merkurego z Księżycem w odl.2°.

6^{d}20^{h}35^m Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.

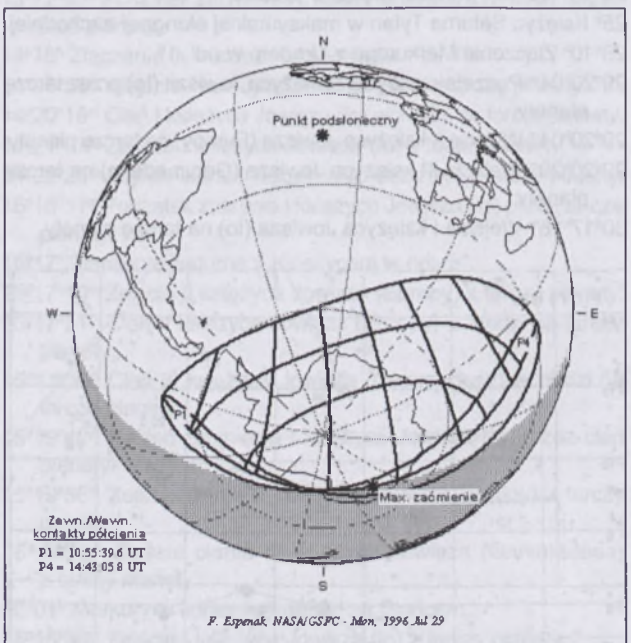
6^{d}21^{h}29^m Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.

7^{d}16^{h}31^m Początek zakrycia I księżyca Jowisza (Io) przez tarczę planety.

7^{d}17^{h}28^m Początek zakrycia II księżyca Jowisza (Europy) przez tarczę planety.

7^{d}19^{h}58^m Koniec zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.

7^{d}20^{h}01^m Księżyc II (Europa) wyłania się zza tarczy Jowisza.



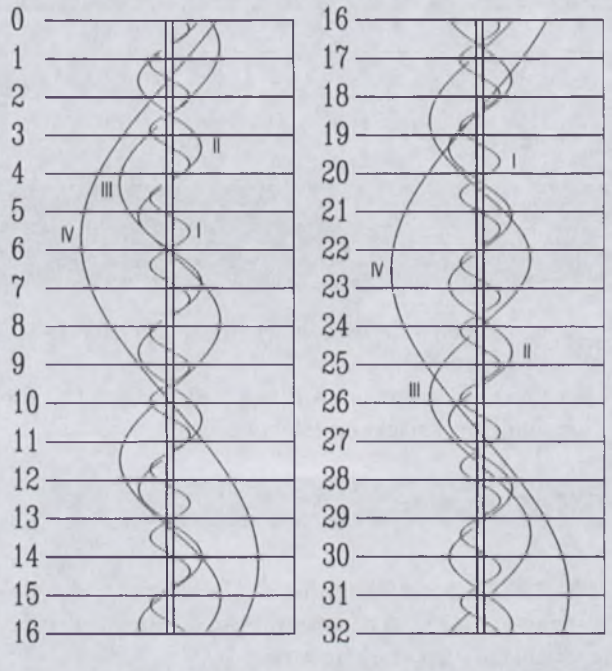
Rys. 11. Przebieg częściowego zaćmienia Słońca na Ziemi 5 lutego 1999 [wg. F.Espenak – NASA/GSFC]. Przy kolejnych fazach zaćmienia podano momenty UT ich wystąpienia.

$7^d20^h07^m$ Początek zaćmienia II księżyca Jowisza (Europy) przez cień planety.
$8^d15^h58^m$ Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
8^d17^h Złączenie Marsa z Księżycem w odl. 4°.
$8^d17^h15^m$ Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$9^d17^h03^m$ Księżyc III (Ganimedes) wyłania się zza tarczy Jowisza.
$9^d17^h03^m$ Zejście cienia II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
$9^d19^h53^m$ Początek zaćmienia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) przez cień planety.
10^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.
11^d03^h Złączenie Jowisza z Księżycem w odl.4°.
12^d00^h Złączenie Saturna z Księżycem w odl.3°.
$14^d18^h30^m$ Początek zakrycia I księżyca Jowisza (Io) przez tarczę planety.
$14^d20^h14^m$ Początek zakrycia II księżyca Jowisza (Europy) przez tarczę planety.
15^d01^h Merkury w maksymalnej elongacji wschodniej od Słońca w odl.18°.
$15^d17^h00^m$ Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
$15^d17^h58^m$ Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$15^d19^h11^m$ Zejście cienia I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$16^d16^h21^m$ Koniec zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.
$16^d17^h12^m$ Cień II księżyca Jowisza (Europy) wchodzi na tarczę planety.
$16^d17^h18^m$ Zejście II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
$16^d18^h53^m$ Początek zakrycia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) przez tarczę planety.
$16^d19^h39^m$ Zejście cienia II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
18^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji wschodniej.
$19^d08^h32^m$ Słońce wstępuje w znak Ryb, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 330°.
$20^d16^h15^m$ Zejście cienia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) z tarczy planety.
$20^d22^h13^m$ Merkury nieruchomy w rektascensji.
$21^d20^h29^m$ Początek zakrycia I księżyca Jowisza (Io) przez tarczę planety.
22^d08^h Złączenie Wenus z Neptunem w odl. 0,5°.
$22^d17^h46^m$ Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.
$22^d18^h56^m$ Cień I księżyca Jowisza (Io) wchodzi na tarczę planety.
$22^d19^h58^m$ Zejście I księżyca Jowisza (Io) z tarczy planety.
$23^d17^h32^m$ Wejście II księżyca Jowisza (Europy) na tarczę planety.
$23^d18^h17^m$ Koniec zaćmienia I księżyca Jowisza (Io) przez cień planety.
$23^d19^h49^m$ Cień II księżyca Jowisza (Europy) wchodzi na tarczę planety.
$23^d20^h03^m$ Zejście II księżyca Jowisza (Europy) z tarczy planety.
$25^d17^h12^m$ Koniec zaćmienia II księżyca Jowisza (Europy) przez cień planety.
26^d Księżyc Saturna Tytan w maksymalnej elongacji zachodniej.
$27^d18^h09^m$ Cień III księżyca Jowisza (Ganimedesa) wchodzi na tarczę planety.
$27^d20^h18^m$ Zejście cienia III księżyca Jowisza (Ganimedesa) z tarczy planety.
$29^d19^h46^m$ Wejście I księżyca Jowisza (Io) na tarczę planety.

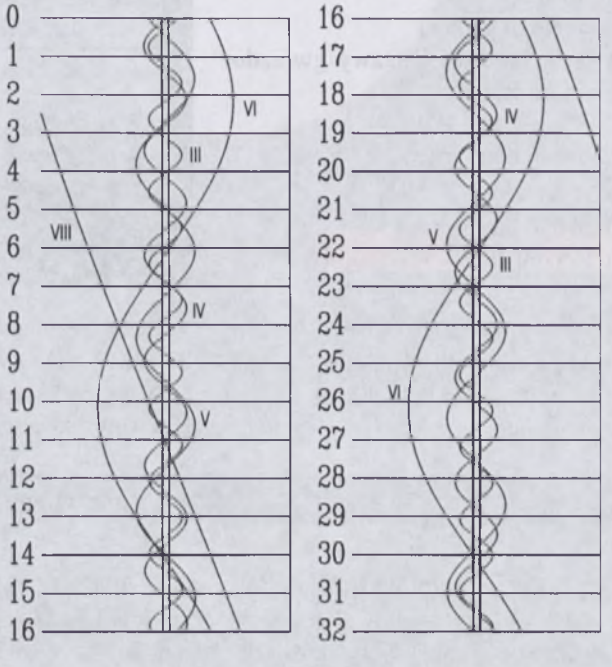
UWAGA: *Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie uniwersalnym UT (Greenwich).*

Aby otrzymać datę w obowiązującym w styczniu i lutym w Polsce „czasie zimowym", należy dodać 1 godzinę.

Opracował T. Ściężor



Rys. 12. Konfiguracja galileuszowych księżyców Jowisza w lutym 2000 (I – Io, II – Europa, III – Ganimedes, IV – Callisto). Przerwa w trasie księżyca oznacza przebywanie satelity w cieniu planety. Zachód na prawo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na lewo.



Rys. 13. Konfiguracja pięciu najjaśniejszych księżyców Saturna w lutym 2000 (III – Tethys, IV – Dione, V – Rhea, VI – Tytan, VIII – Iapetus). Zachód na lewo od środkowego pasa (tarczy planety), wschód na prawo.

Kto tak napisał o Koperniku?

Kto tak napisał o Mikołaju Koperniku: *„...czegokolwiek chwycił się ten wielki człowiek, we wszystkim prawie zostawił piętno swego twórczego rozumu...”*

W uzyskaniu prawidłowej odpowiedzi, czyli podaniu imienia i nazwiska autora tej wypowiedzi, pomoże załączona tabelka. Należy odpowiedzieć na kolejne pytania, zaznaczając prawidłowe odpowiedzi w rzędach poziomych, a, b lub c. Właściwe litery z tych kratek, czytane w kolejności od 1 do 12, złożą się na rozwiązanie.

1.Perły Baily'ego to:
a) gromada gwiazd w Koronie Pn.
b) ostatnie błyski promieni słonecznych przed całkowitym zaćmieniem Słońca
c) formacja kilku kraterów księżycowych ułożonych wzdłuż jednej linii

2. Łzy św. Wawrzyńca, to:
a) inna nazwa Plejad
b) rój meteorów Perseidy
c) planetoidy rodziny Jowisza

3. PSR to oznaczenie:
a) pulsara
b) katalogu gwiazd
c) skrót łacińskiej nazwy gwiazdozbioru Ryb

4. Rok Platona trwa:
a) 11 lat
b) 26 000 lat
c) 365 dni

5. Księżyc w I kwadrze widoczny jest:
a) od południa do północy
b) od północy do południa
c) całą noc

6. Po której stronie nieba należy szukać Wenus i Merkurego po zachodzie Słońca?
a) Nie można przewidzieć — mogą być wszędzie
b) nad wschodnim horyzontem
c) nad zachodnim horyzontem

7. Odkrywcą pierwszych planet poza Układem Słonecznym, krążących wokół pulsara, jest polski astronom:
a) Andrzej Woszczyk
b) Andrzej Woszczyna
c) Aleksander Wolszczan

8. Serce Karola to nazwa:
a) planetoidy
b) gwiazdy
c) mgławicy

9. Okres obiegu Księżyca wokół Ziemi, wynoszący 27 dni i 7 godzin, nazywa się miesiącem:
a) gwiazdowym
b) smoczym
c) synodycznym

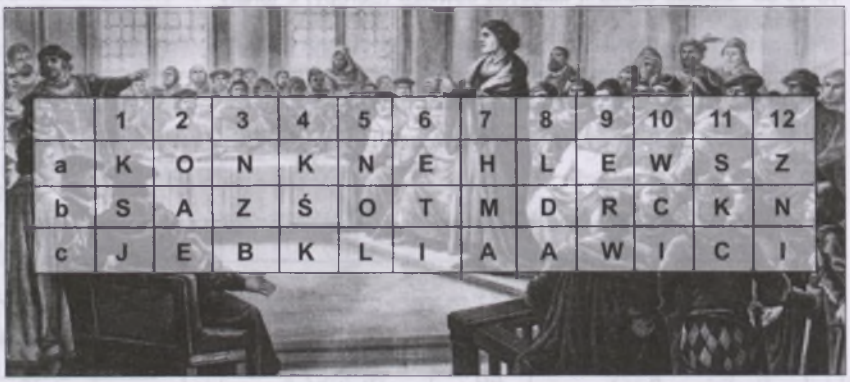
10. Protuberancje to:
a) gwiazdy zmienne pulsujące
b) wyskoki świecącej materii na Słońcu
c) zaburzenia w ruchu planet

11. Największy teleskop na świecie znajduje się:
a) w Kalifornii
b) na Hawajach
c) na Kaukazie

12. W tym roku przypada 30. rocznica:
a) wystrzelenia pierwszego sputnika Ziemi
b) lotu pierwszego człowieka w kosmosie
c) lądowania pierwszych ludzi na Księżycu

Wśród autorów prawidłowych odpowiedzi rozlosujemy nagrody książkowe.

Opr. Małgorzata Śróbka-Kubiak



	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
a	K	O	N	K	N	E	H	L	E	W	S	Z
b	S	A	Z	Ś	O	T	M	D	R	C	K	N
c	J	E	B	K	L	I	A	A	W	I	C	I

Rozwiązaniem krzyżówki z numeru 4/99 było hasło: ASTRONOMICZNE SUPERWYDARZENIE W EUROPIE.

Nagrody książkowe wylosowali panowie: **Andrzej Żuk** z Olsztyna i **Piotr Kezwoń** z Jasienicy. Gratulujemy, książki prześlemy pocztą.

Ciekawe adresy internetowe...

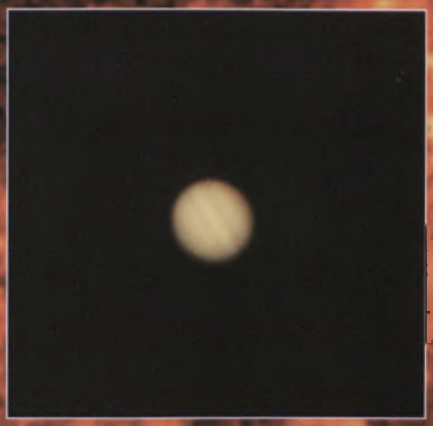
http://sci.esa.int/first/ — jest to strona misji FIRST (The Far Infra-Red and Submillimetre Telescope) teleskopu mającego pracować w dalekiej podczerwieni i na falach submilimetrowych oraz obserwować narodziny gwiazd i galaktyk w bliższych i dalszych obszarach Wszechświata. Misja ma rozpocząć się w roku 2007.

http://uvisun.msfc.nasa.gov/UVI/current_image.html — Aktualne zdjęcia zórz polarnych w świetle ultrafioletowym, tak jak widać je z pokładu amerykańskiego satelity POLAR.

Biblioteka Główna UMK
300045106479

PLANETY

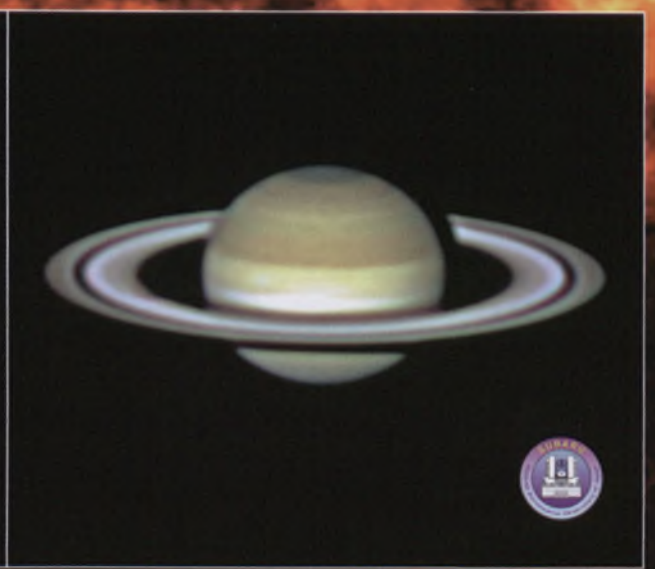
Galeria Uranii



Trzy górne zdjęcia przedstawiają kolejno planety: Jowisz, Saturn i Mars sfotografowane za pomocą teleskopu Cassegraina 200/3000 („Uniwersał") z telekonwerterem i pierścieniami w celu wydłużenia efektywnej ogniskowej (ekspozycje 1—2 s, FujiColor Superia 200). Ich autorem jest Ireneusz Jankowski z Siemianowic Śląskich.

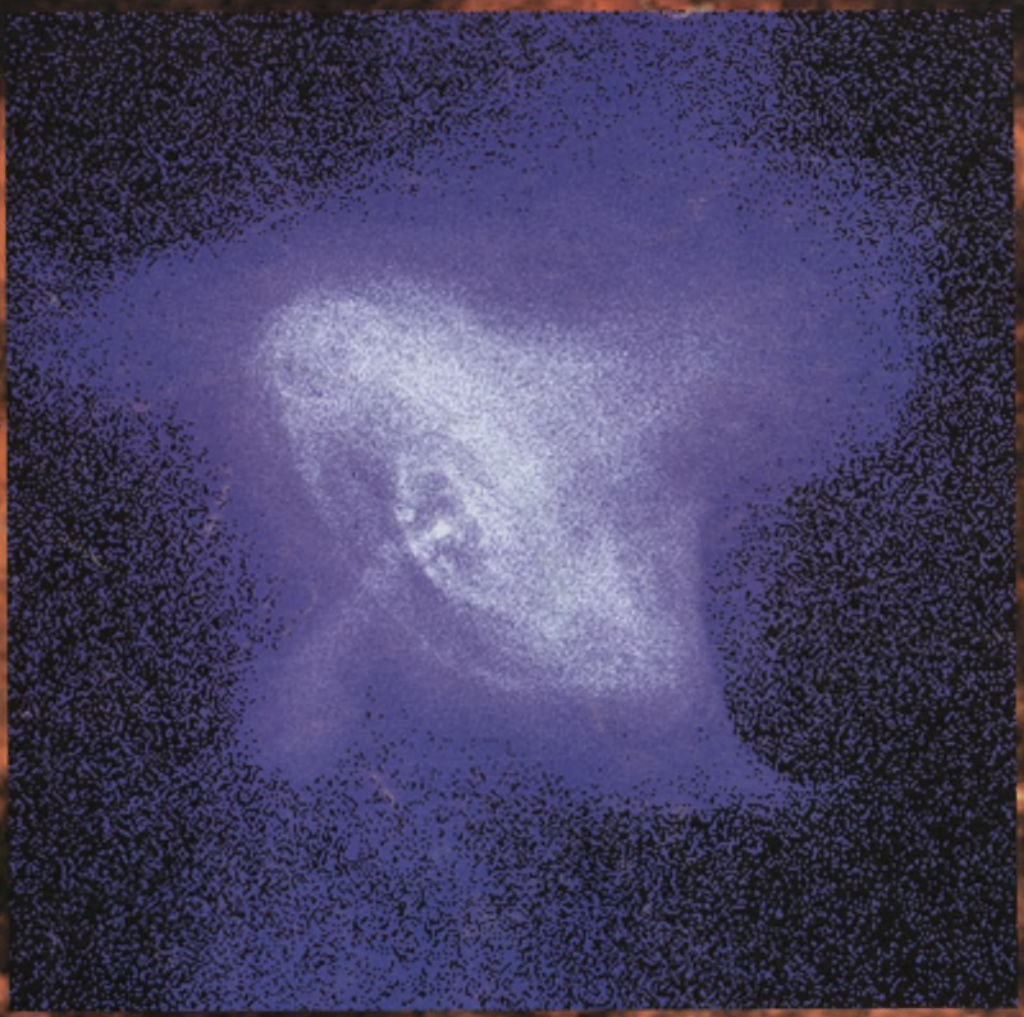
Zdjęcie obok wykonał Mariusz Świętnicki ze Żręcina krótko przed zakryciem Saturna przez Księżyc w dniu 12 listopada 1997. Użyty sprzęt: aparat w ognisku głównym Newtona 250/1520 mm (t_{exp} = 1 s, Konica VX 400).

Niżej prezentujemy planety Jowisz i Saturn sfotografowane teleskopem Subaru.



Biblioteka Główna UMK
300045106479

Krab w promieniach X



Powyższy obraz pokazuje centralny pulsar Mgławicy Krab otoczony pierścieniem wysokoenergetycznych cząsteczek, które dochodzą na zewnątrz do odległości ponad jednego roku świetlnego. Prostopadły do pierścienia strumień jest tworzony przez cząsteczki wyrzucane z atmosfery pulsara. Średnica wewnętrznego pierścienia jest 200 razy większa od średnicy naszego Układu Słonecznego. Promienie X w Mgławicy Krab są produkowane przez wysokiej energii cząsteczki poruszające się spiralnie dookoła linii pola magnetycznego. Dzwonowaty kształt Mgławicy jest prawdopodobnie efektem wzajemnego oddziaływania pola magnetycznego z otaczającymi ją chmurami gazu i pyłu.

Obok artystyczna wizja Czandry na tle Mgławicy Krab sfotografowanej teleskopem kosmicznym Hubble'a.

Fot. NASA/CXC/SAO