Biblioteka
Główna
UMK Toruń
08483 / 1999

Urania

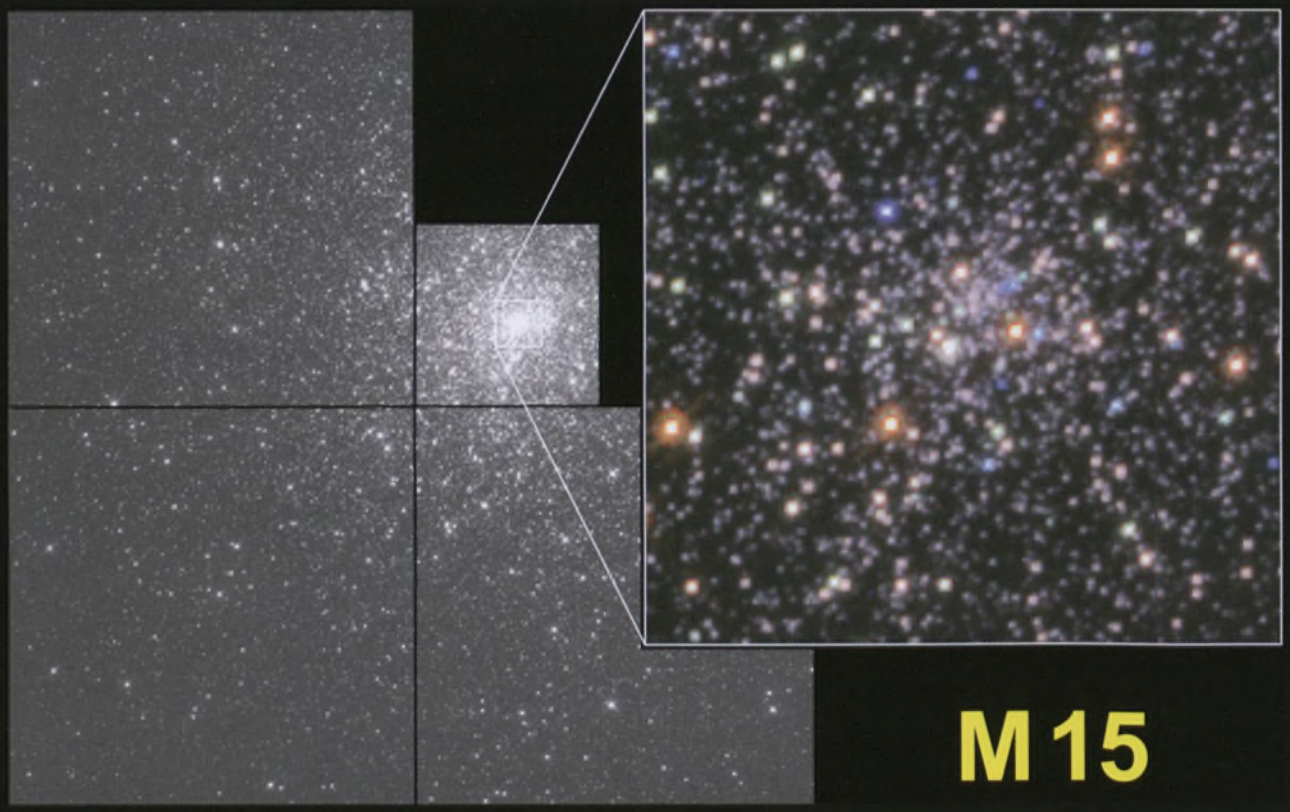
Postępy Astronomii

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

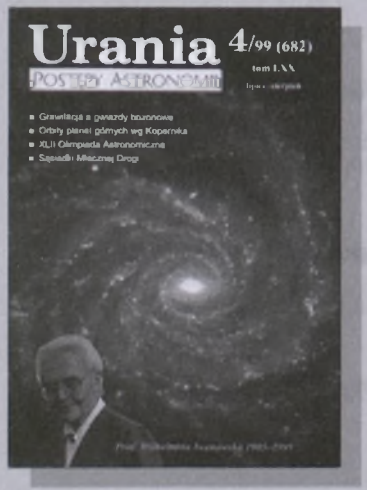
XXII Wakacje w Planetarium 138

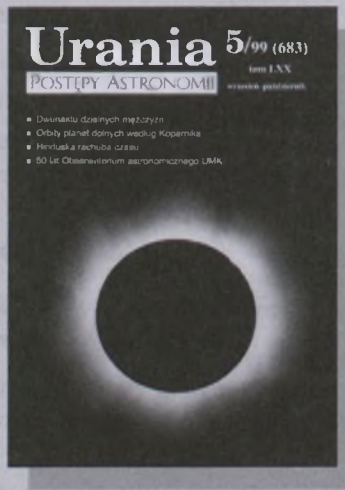
Zaproszenie na OZMA III 138

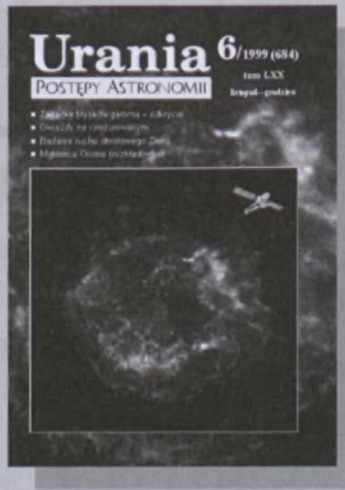
Układ stron w tomie LXX „Uranii-PA":

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:

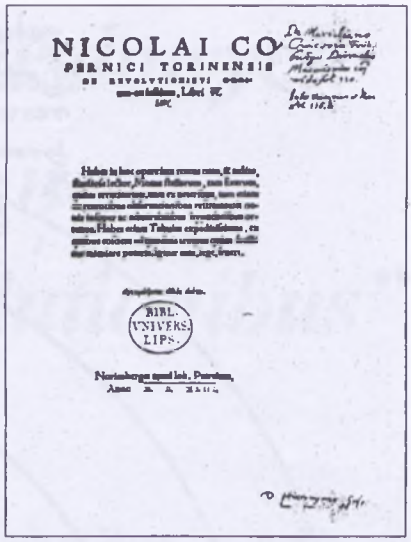
„Uznałem zaś za rzecz zbyteczną tak obszernie też przedstawiać ich własne ruchy. Są bowiem wiadome z odjęcia wyżej podanych od średniego ruchu Słońca, którego, jak powiedziałem, są one składnikami. Atoli ktoś, nie poprzestając na tym, może to uczynić według swego upodobania. Własny mianowicie roczny 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

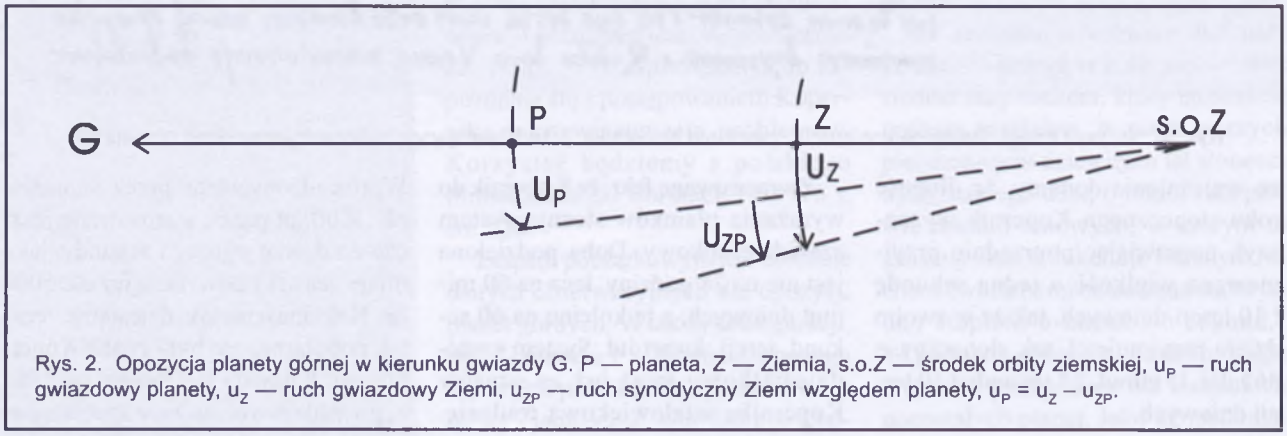
Strona tytułowa pierwszego wydania „De revolutionibus" z 1543 roku.

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.

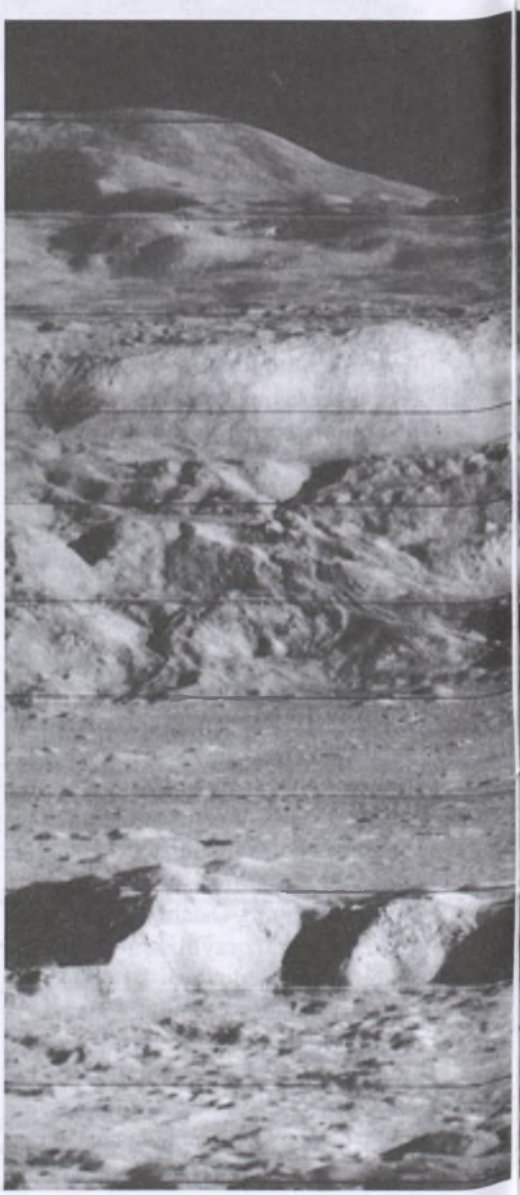
Prof. Antoni Opolski jest astrofizykiem, emerytowanym dyrektorem Instytutu Astronomii Uniwersytetu Wrocławskiego, organizatorem i pierwszym Rektorem Wyższej Szkoły Pedagogicznej (obecnie uniwersytetu) w Opolu.

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



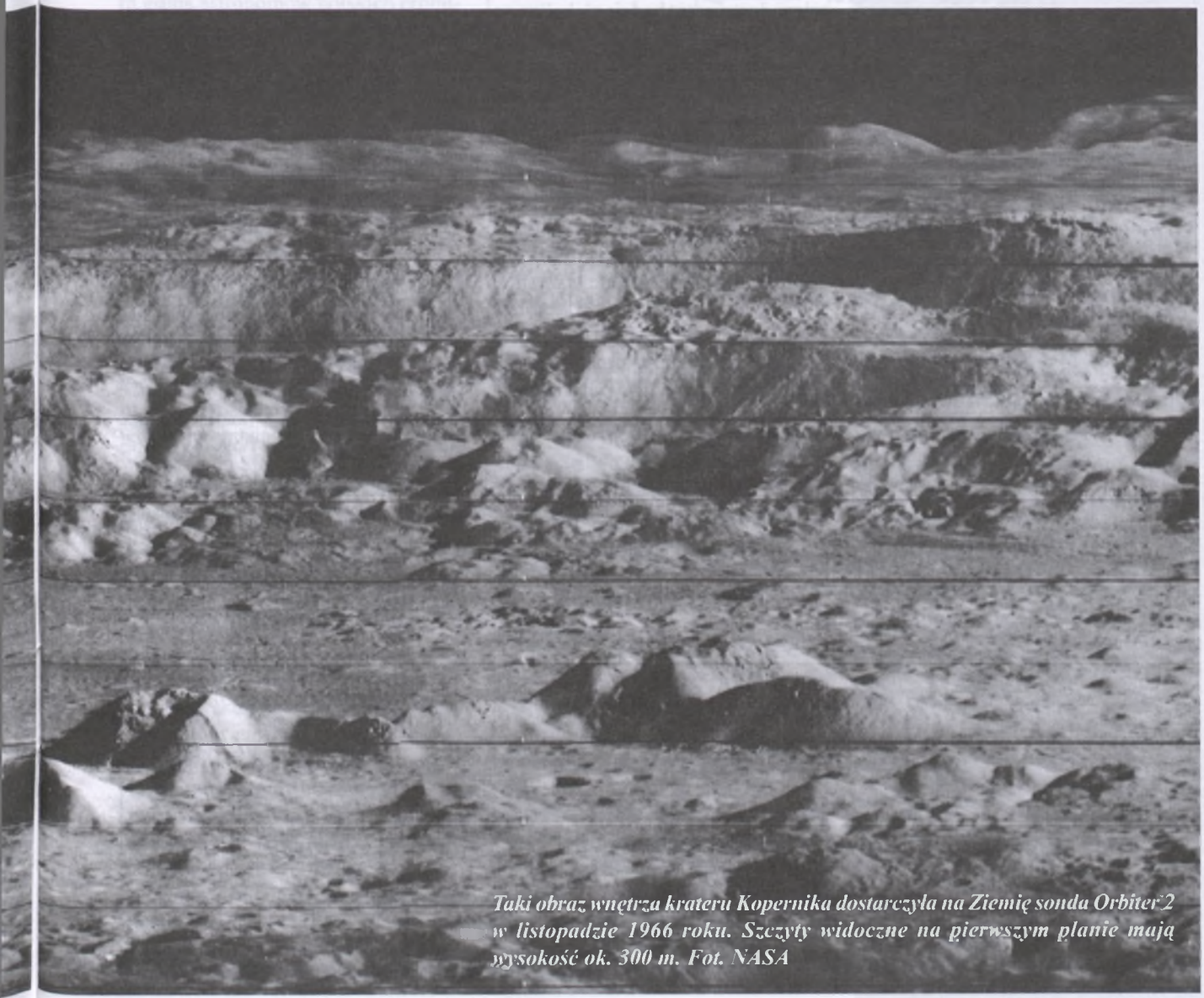
Kratery Eratostenes (wyżej) i Kopernik (niżej) widziane z Ziemi przez teleskop. Fot. Edward Gac

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

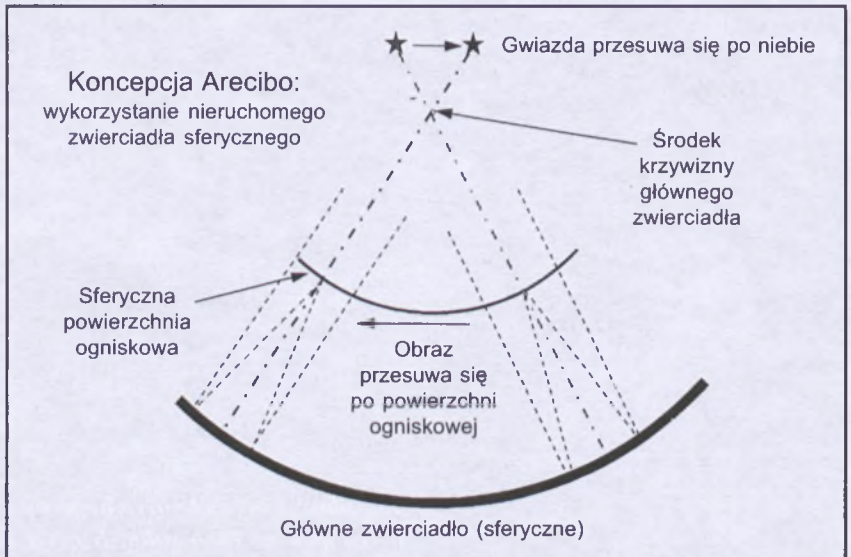
SALT
– nadzieja polskiej astronomii?

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-



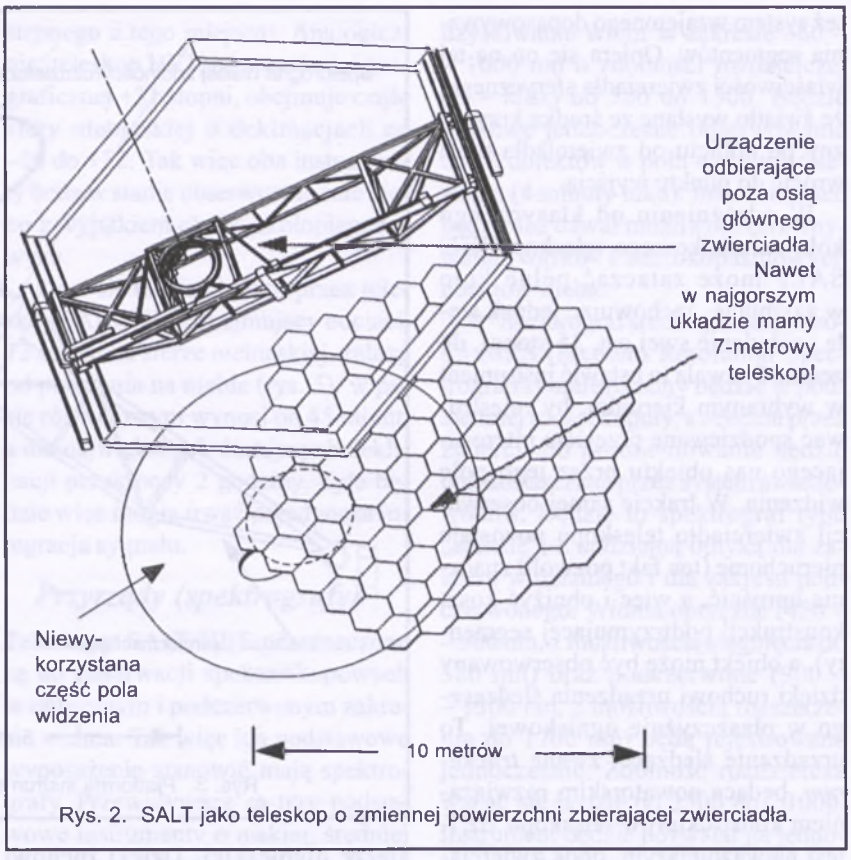
Rys. 1. Schemat zasady prowadzenia obserwacji teleskopem SALT.

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.

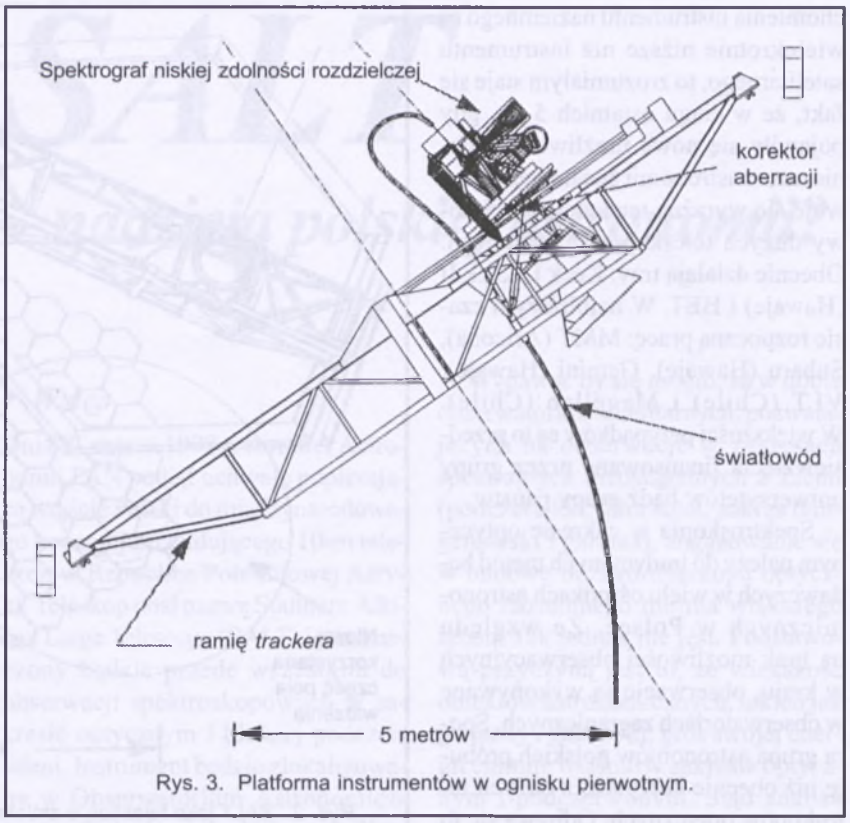
Idea i konstrukcja teleskopu

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)

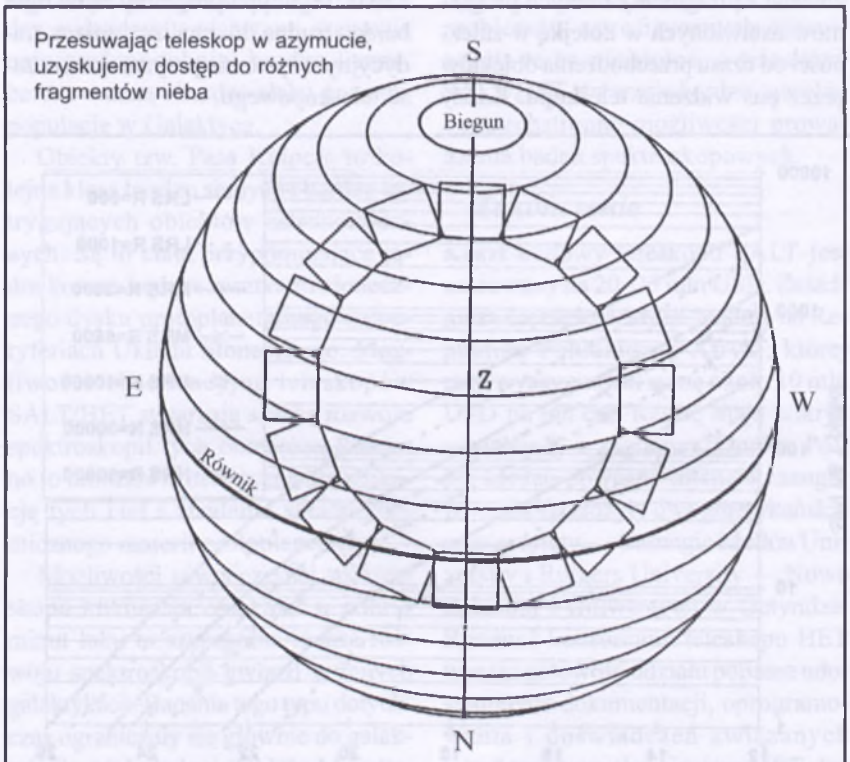
Teleskopy SALT/HET przeznaczone są do obserwacji spektroskopowych w optycznym i podczerwonym zakresie widma. Tak więc ich podstawowe wyposażenie stanowić mają spektrografy. Przewidywane są trzy podstawowe instrumenty o niskiej, średniej i wysokiej zdolności rozdzielczej. Oto ich podstawowe parametry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

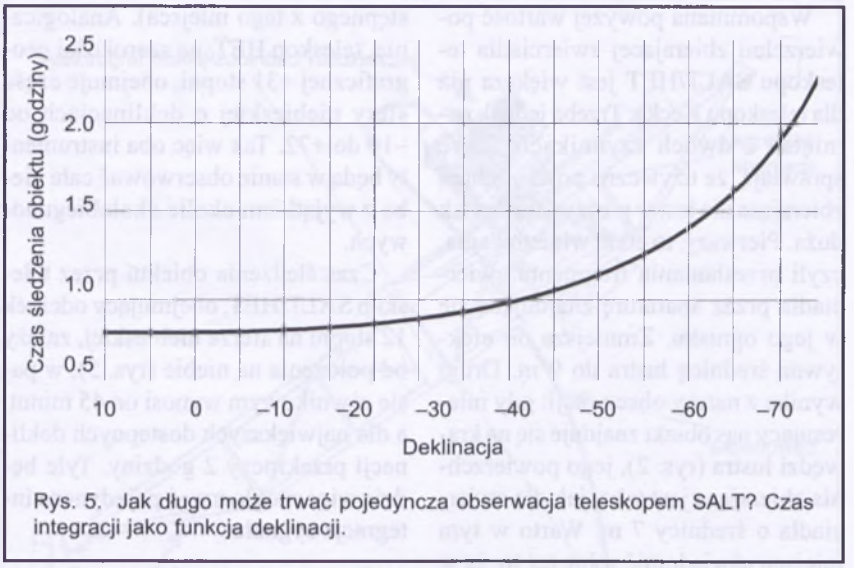


Rys. 4. Część sfery niebieskiej, którą w danej chwili może obserwować SALT.

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.

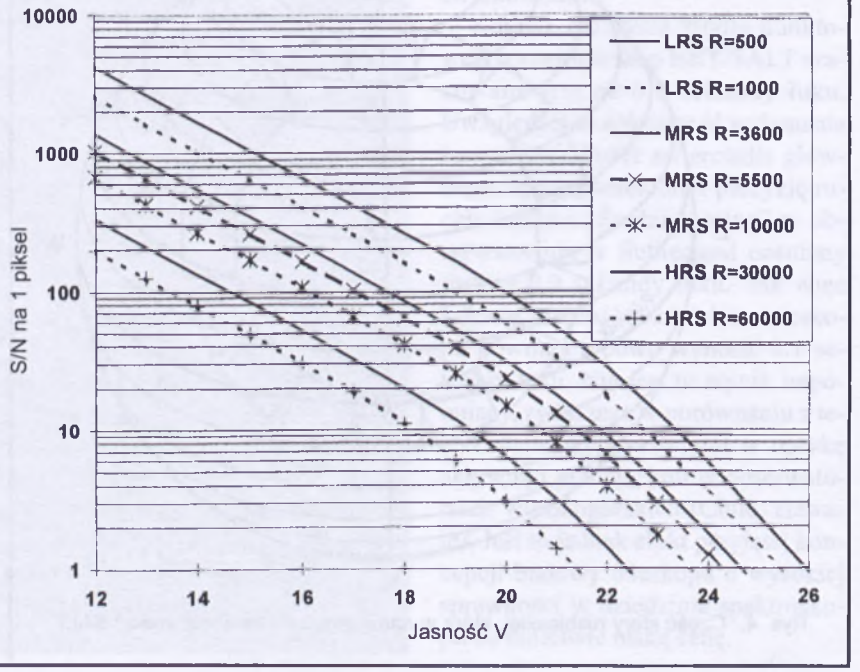
krótszych niż godzina lub dłuższych niż kilka dni mogą być z powodzeniem realizowanie. Również we wszystkich programach, dla których dokładny moment obserwacji nie jest ważny, ograniczenia konstrukcyjne teleskopu SALT/HET nie są istotne.

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 $M_\odot$

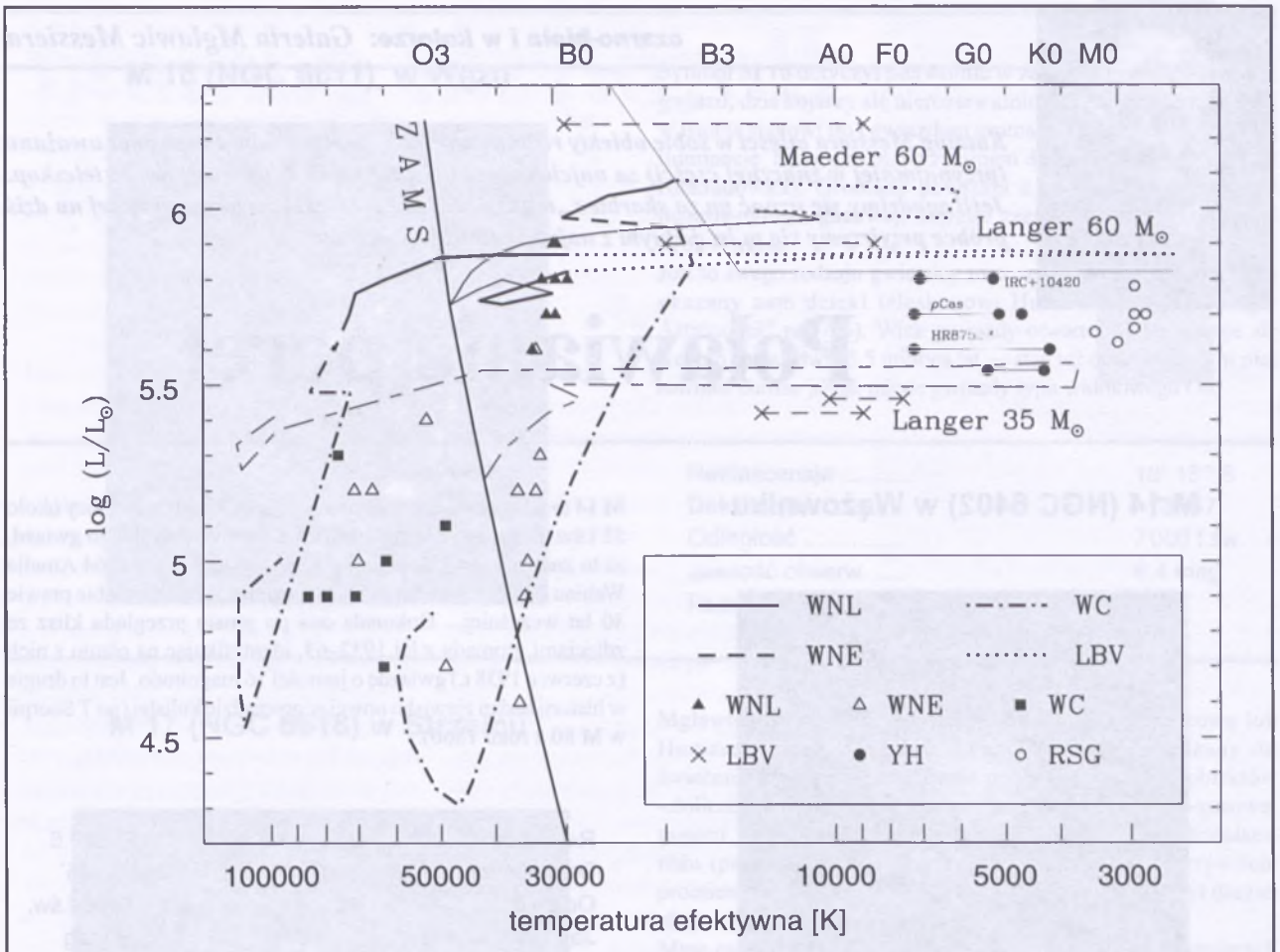
1) Po wyczerpaniu wodoru w jądrze następuje przejście w fazę czerwonego nadolbrzyma. Jako nadolbrzym gwiazda bardzo intensywnie traci masę: z tempem około 10^{-4} $M_\odot$ rocznie i z prędkością kilkudziesięciu km/s. Tracona jest właściwie cała bogata w wodór otoczka i na powierzchni gwiazdy obserwujemy 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.

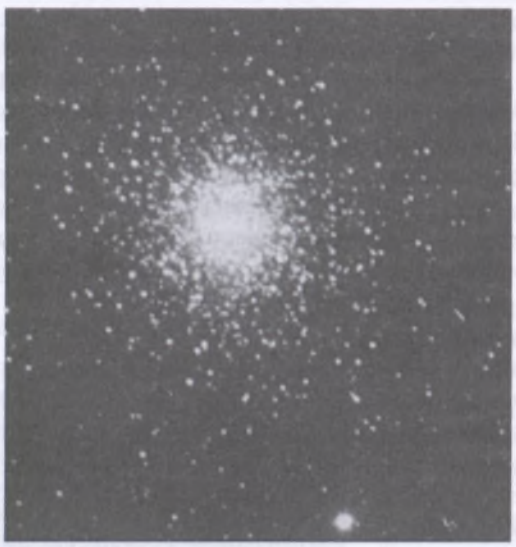
Poławianie pereł

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

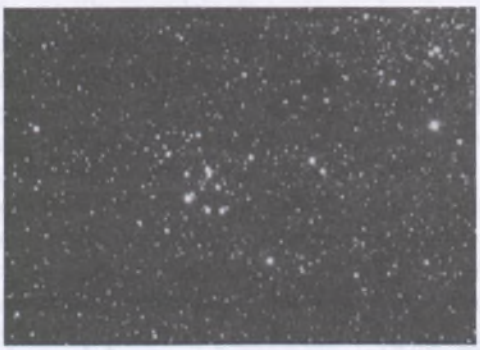
M 17 (NGC 6618) w Strzelcu

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:

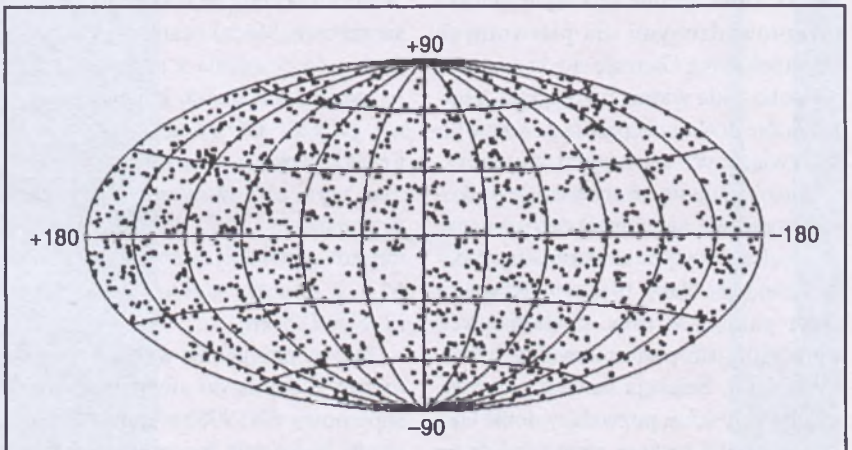
$$160\ \mathrm{keV}\ (\Gamma/100)^4 n_1^{1/2},$$

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.

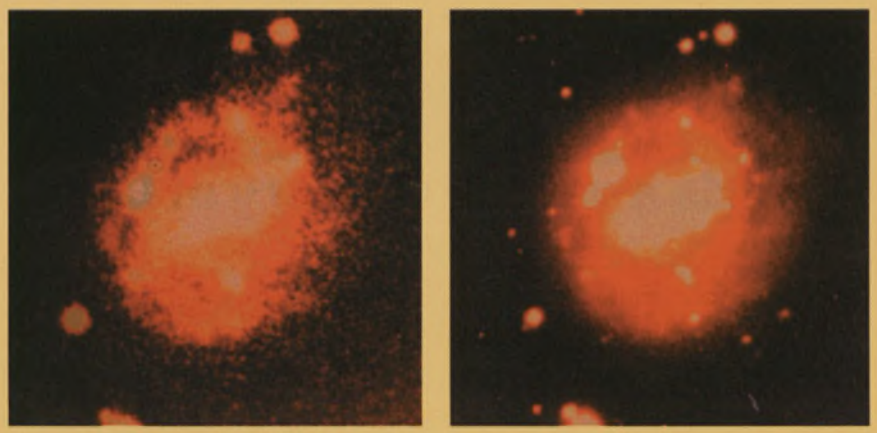
Istnieją także pewne teorie wiążące błyski gamma z AGNami i burzliwymi zjawiskami, jakie w ich pobliżu zachodzą, tym bardziej że kilka błysków pochodzi z obszarów na sferze niebieskiej, gdzie obserwuje się, np. kwazary.

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.

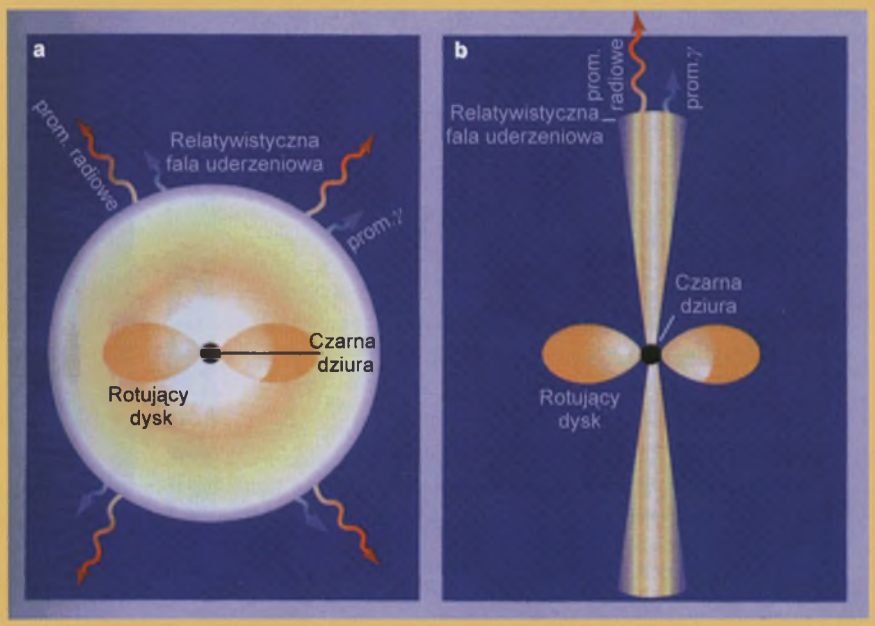
Pytanie o źródła rozbłysków gamma i mechanizmy ich powstawania jest zatem cały czas otwarte. Jednak już teraz można stwierdzić, że istnieje kilka klas rozbłysków, co wiązać się musi (może) z kilkoma klasami źródeł.

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

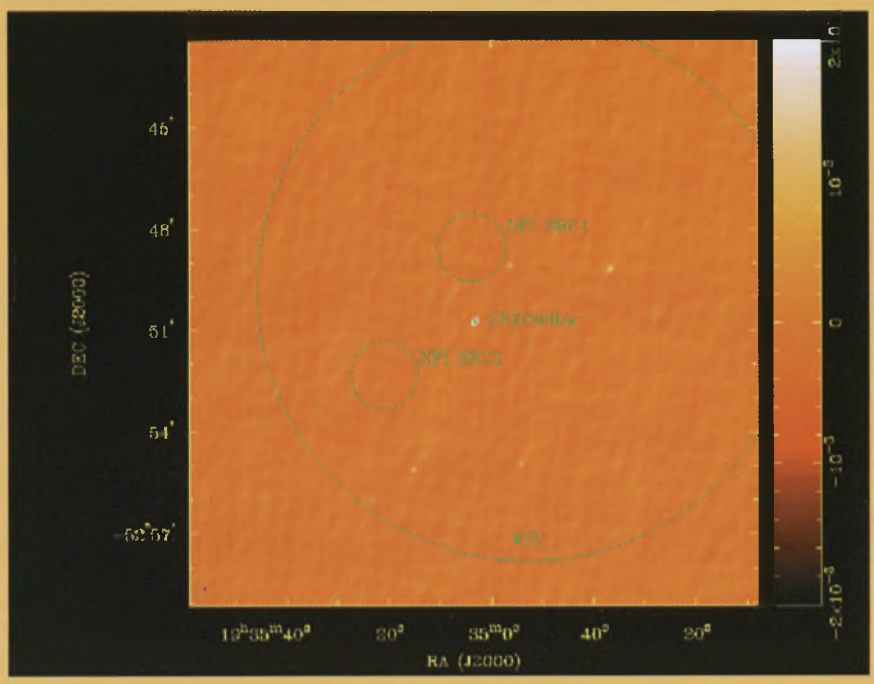
Rozbłyski gamma...



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

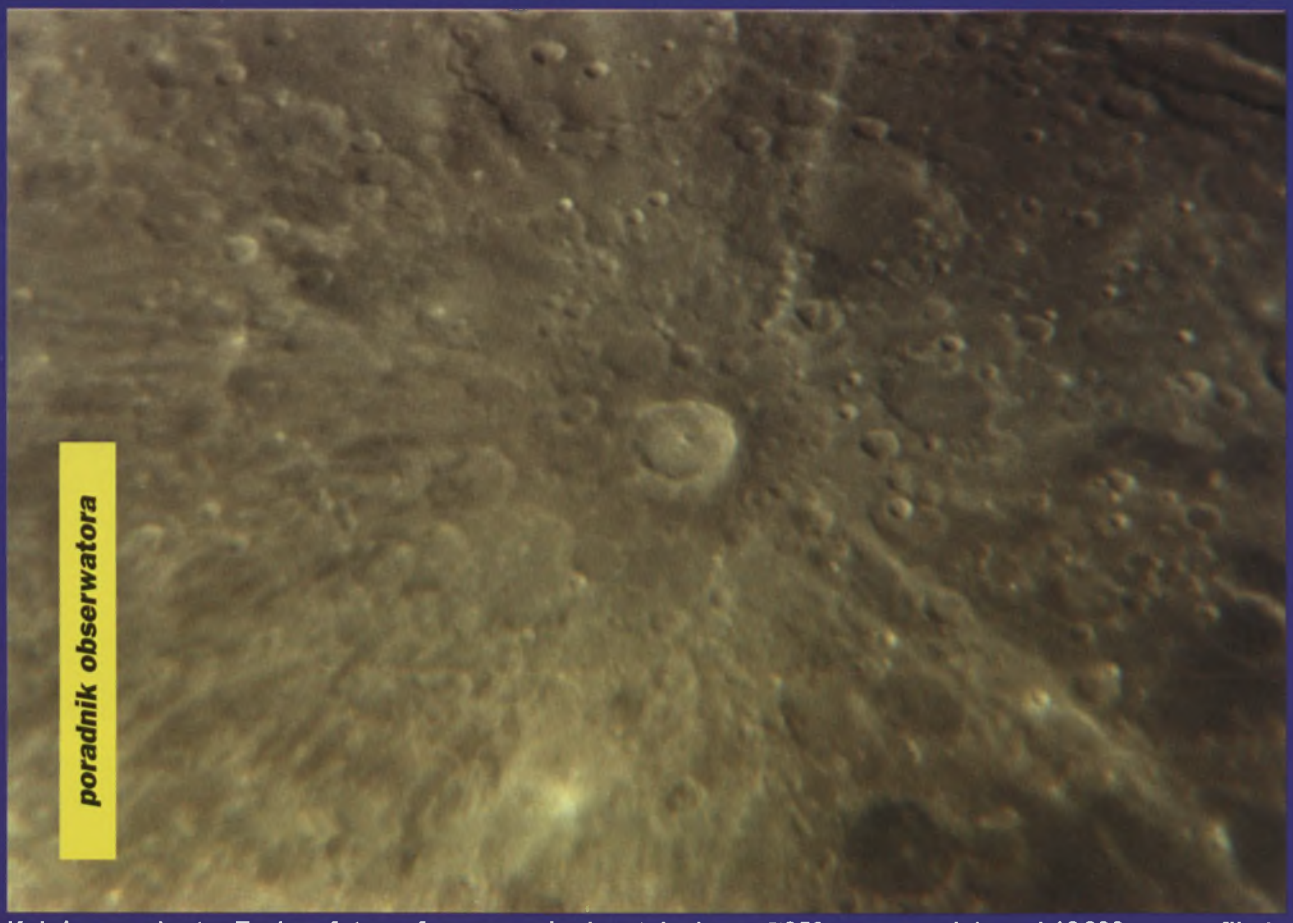
Gwiazdy gromady otwartej M 16 ginęłyby na otaczającym je tle, gdyby nie rozświetlona przez nie mgławica. Fot. J. Ware

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.

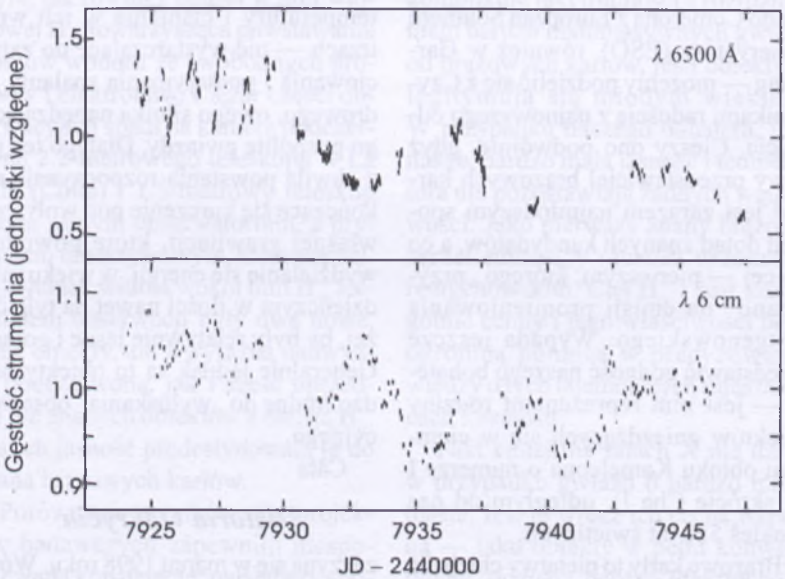
Również Usher (1979) wnioskował istnienie optycznych odpowiedników radiowych rozbłysków lacertydy OJ 287. Dalsze badania potwierdziły korelację radiowo-optyczną dla OJ 287 sugerując, że optyczne zmiany poprzedzają zmiany radiowe. Zauważono również, że opóźnienie radiowe zwiększa się ze wzrostem długości 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.

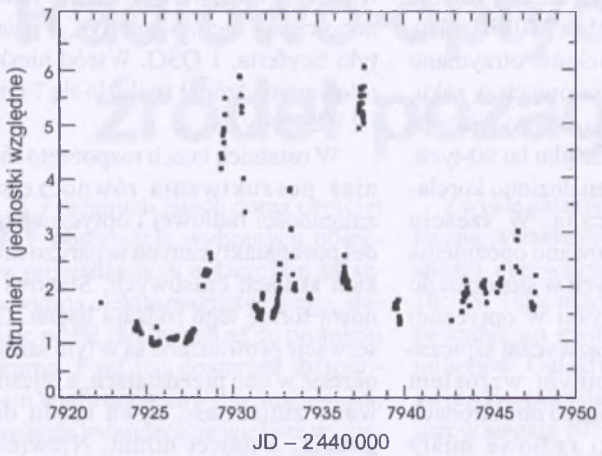
W 1990 r Wagner i in. opublikowali wyniki obserwacji przeprowadzonych w maju 1989 r. Optyczne dane (filtr R) zebrano 0.71-m teleskopem w Heidelbergu, radiowe 100-metrowym w Efelsbergu na 6 i 11 cm. Wspólny okres rejestracji wyniósł ~3.5 dnia. Obserwowano 6 źródeł: 2 kwazary i 4 lacertydy. Dla 3 lacertyd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

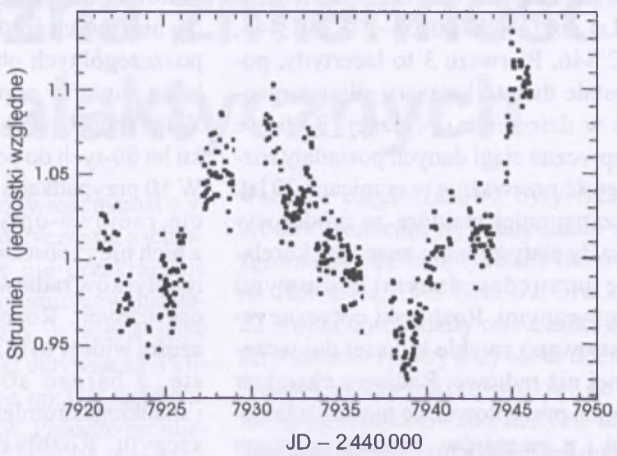
Przez cały okres obserwacji dostrzec można było bardzo wyraźną korelację danych obu zakresów.

[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.

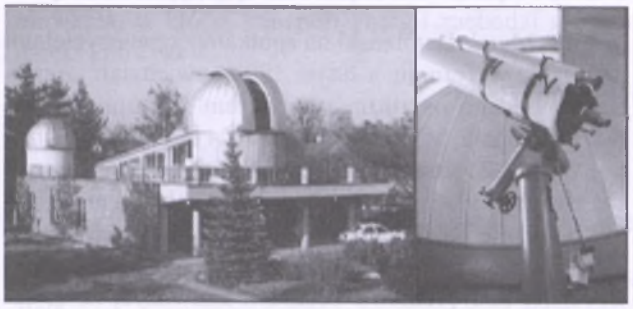
Po południu rozpoczęto seminarium. Libor Lenža wygłosił referat na temat protuberancji na Słońcu, pan Zloch o plamach na Słońcu i ich strukturze. Następnie pan Zloch mówił o dwudziestym trzecim cyklu aktywności słonecznej. Obserwacje Słońca przy pomocy CCD omówił Libor Lenža, a o programie archiwizacji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



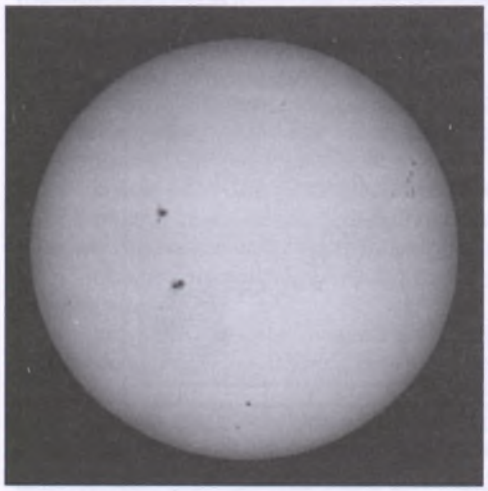
Po pożegnaniu udaliśmy się na zwiedzenie miasta, które jest pięknie położone, ma masę zabytkowych kamieniczek, przepiękny rynek, drugi zamek Kinskych z 1730 roku, w którym mieści się muzeum gobelinów, porcelany i figur z drewna. Miasto jest bardzo czyste, nie ma wałęsających się psów, nie spotkaliśmy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

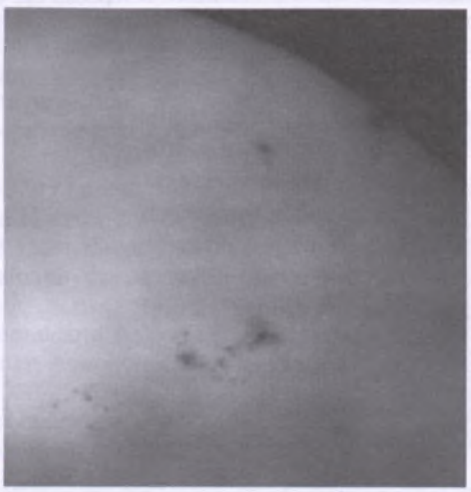
Jazda samochodem tu też ma swoje dobre strony — każdy samochód jedzie w dużym odstępie, nikt nikogo na siłę nie wyprzedza, jedzie się spokojnie i bezpiecznie.

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.

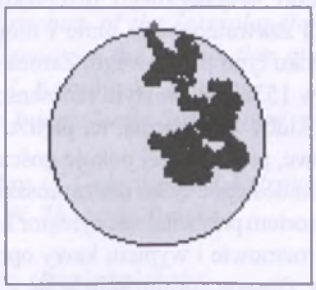
Słońce i fotony

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).

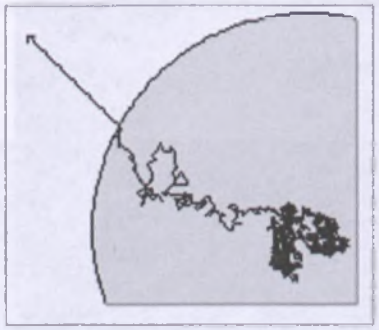
Wielokrotnie pytałem uczniów: jak sądzicie, ile czasu może trwać wędrówka kwantu (fotonu) wytworzonego gdzieś w jądrze Słońca do jego powierzchni? Najczęstsza odpowiedź brzmiała: światło ze Słońca wędruje na Ziemię ok. 8 minut, więc z jego środka do powierzchni ułamek sekundy. Dopiero postawienie pytania: „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.

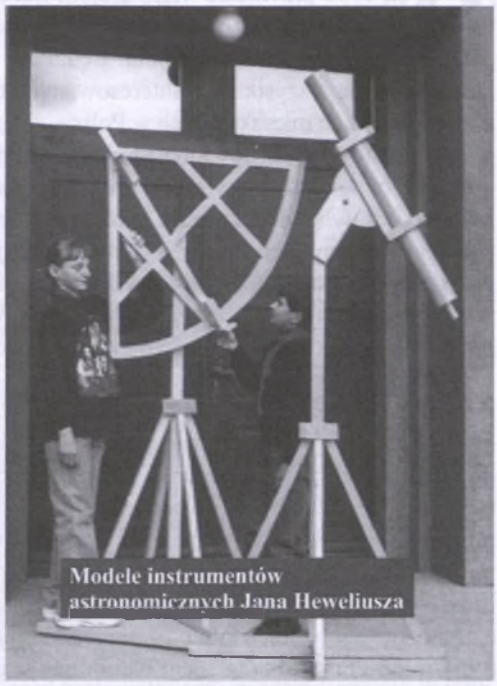
Zachęcam wszystkich miłośników astronomii, zajmujących się popularyzacją tej pięknej nauki, do podejmowania prób budowy małych, amatorskich, szkolnych planetariów.

Andrzej Owczarek

Zespół Szkół w Potarzycy

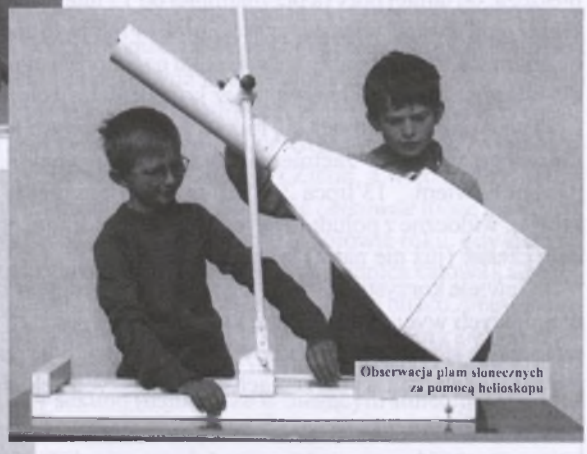
Zamieszczone tu ilustracje zostały zaczerpnięte z informatora wydanego z okazji 5-lecia planetarium w Potarzycy.

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.

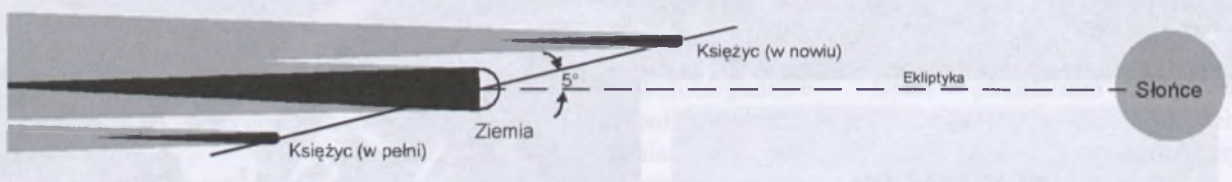
Pokolenie najstarszych Czytelników „Uranii" miało możliwość podziwiania całkowitego zaćmienia Słońca z północno-wschodnich krańców naszego kraju 30 czerwca 1954 roku. Pod tym względem natura nas jednak nie rozpieszcza: od tamtej pory (a przynajmniej od 15 lutego 1961 r., biorąc pod uwagę większą część 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).

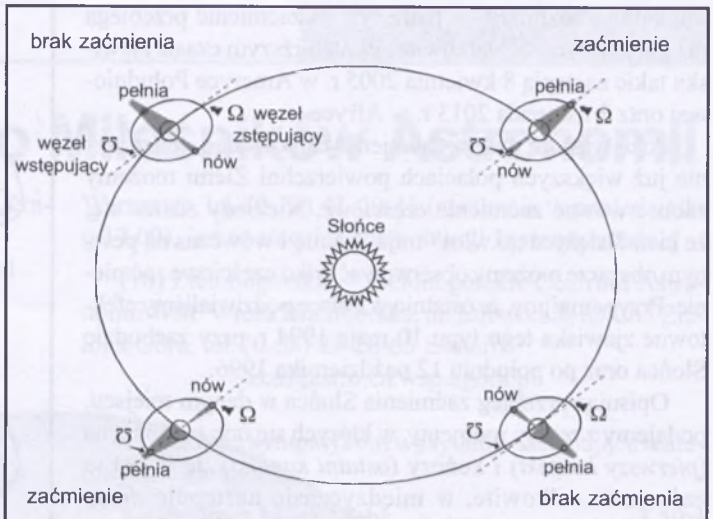
Na szczęście zdarzają się takie sytuacje, gdy obiegający Ziemię po swojej orbicie Księżyc przecina płaszczyznę orbity naszej planety w tym czasie, gdy za takim punktem przecięcia (zwanym *węzłem*; mówimy o węźle *wstępującym*, gdy ciało w swym ruchu wychodzi „ponad" płaszczyznę odniesienia[1] oraz o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

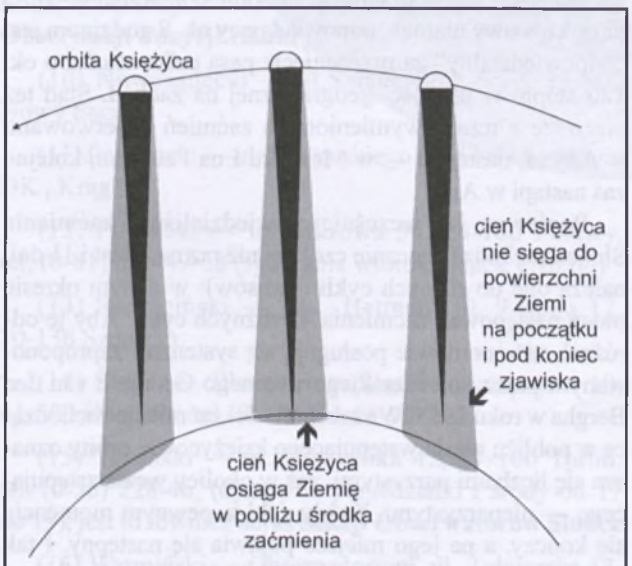
Dochodzimy więc do wniosku, że każdego roku powinny nastąpić dwa zaćmienia Słońca. W rzeczywistości mówimy raczej o dwóch „porach" zaćmień, gdyż Księżyc w nowiu nie musi być dokładnie w węźle swojej orbity — nie powinien być jednak od ekliptyki dalej niż o ok. 1 stopień, by doszło choć do częściowego 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

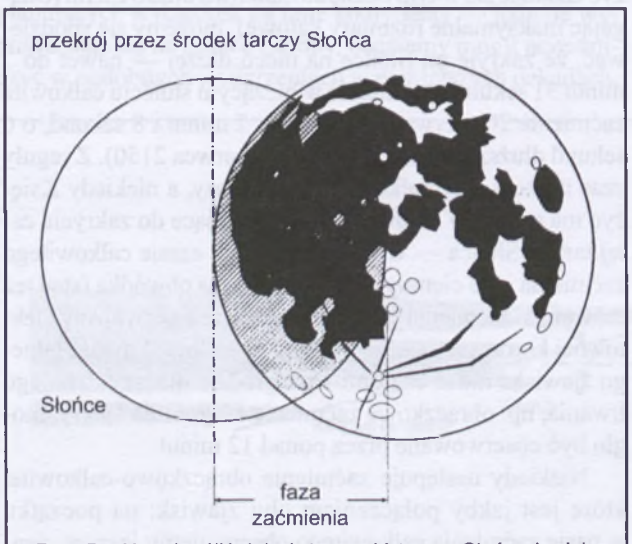
sze kątowe rozmiary — patrz rys. 3) zaćmienie przebiega już jak „klasyczne" całkowite. W najbliższym czasie zjawiska takie nastąpią 8 kwietnia 2005 r. w Ameryce Południowej oraz 3 listopada 2013 r. w Afryce.

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.

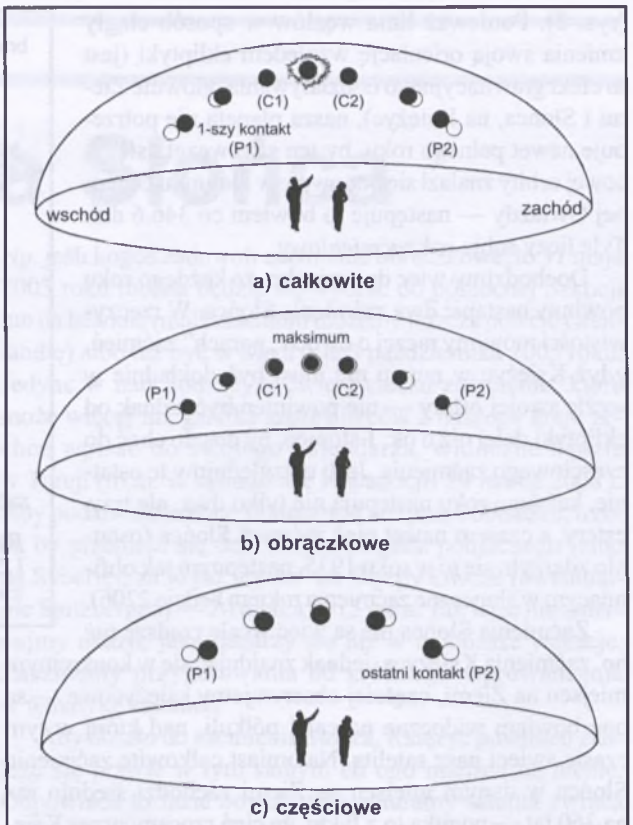
Opisując przebieg zaćmienia Słońca w danym miejscu, podajemy z reguły momenty, w których się ono rozpoczyna (*pierwszy kontakt*) i kończy (*ostatni kontakt*). Jeśli jest to zaćmienie całkowite, w międzyczasie następuje *drugi* i *trzeci* kontakt — czyli jego początek i koniec (por. rys. 4). Dodatkową 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

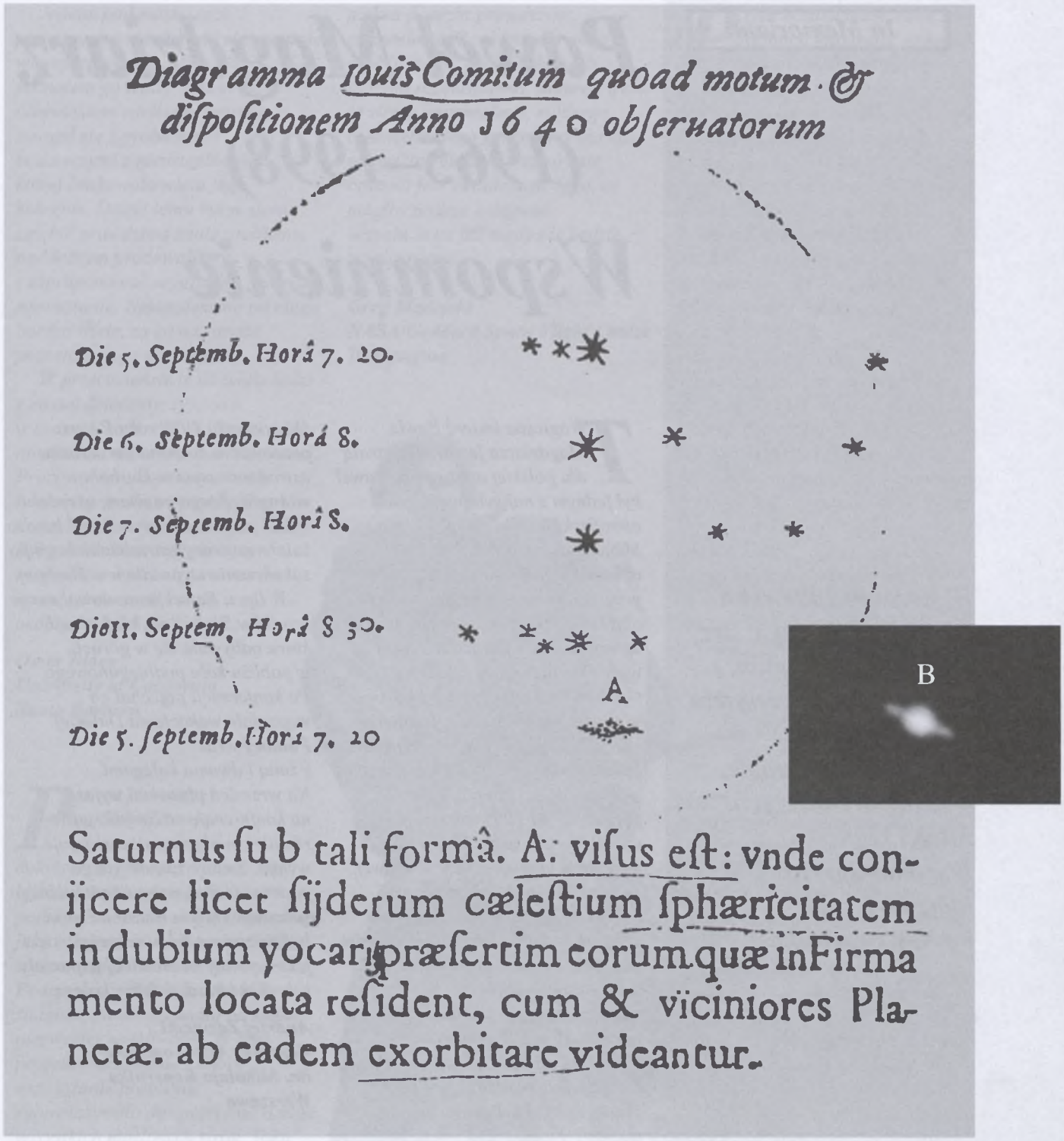
Ireneusz Włodarczyk
ul. Rewolucjonistow 15/13
42-500 Będzin

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.

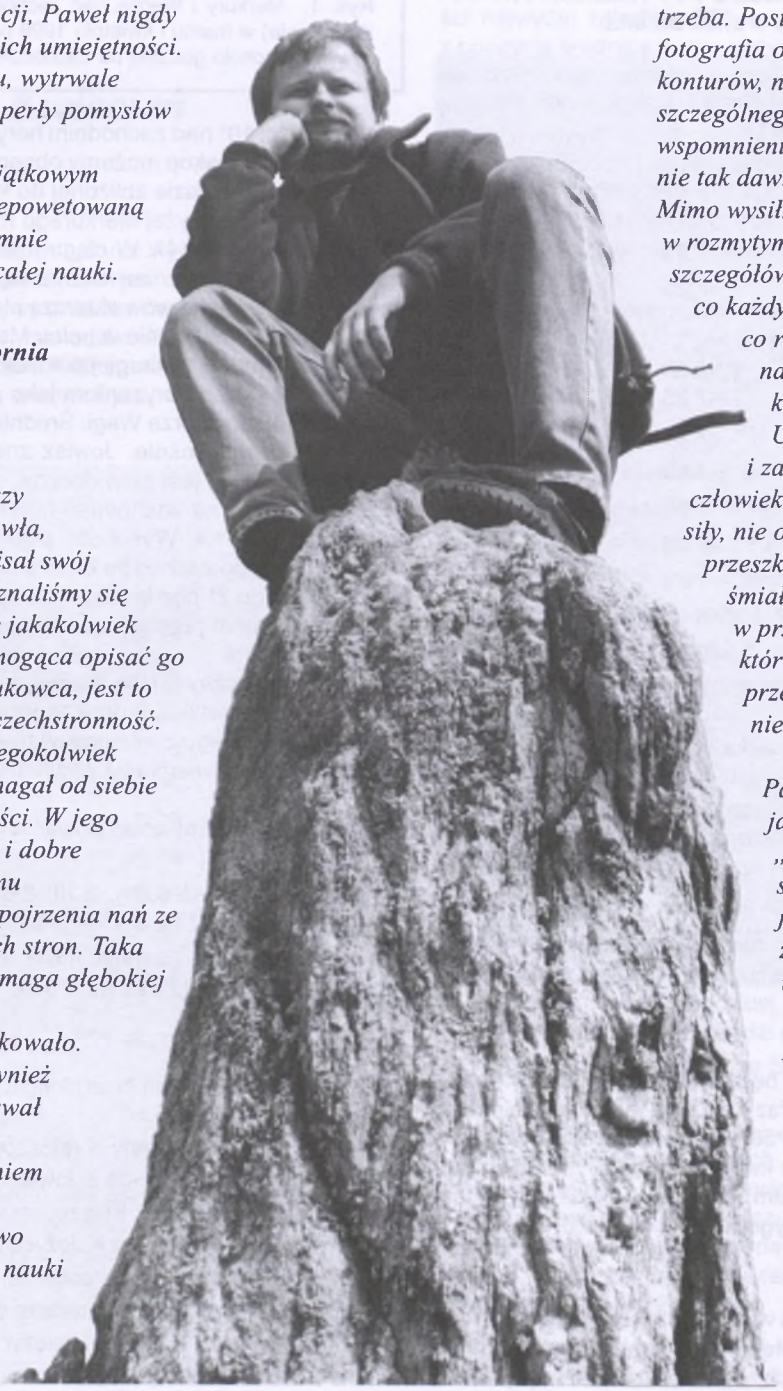
W przeciwieństwie do wielu ludzi z naszej dziedziny, żyjących w czasach konkurencji, Paweł nigdy nie reklamował swoich umiejętności. Pracował na uboczu, wytrwale tworząc prawdziwe perły pomysłów i rozwiązań.
Był człowiekiem wyjątkowym i jego śmierć jest niepowetowaną stratą zarówno dla mnie osobiście,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

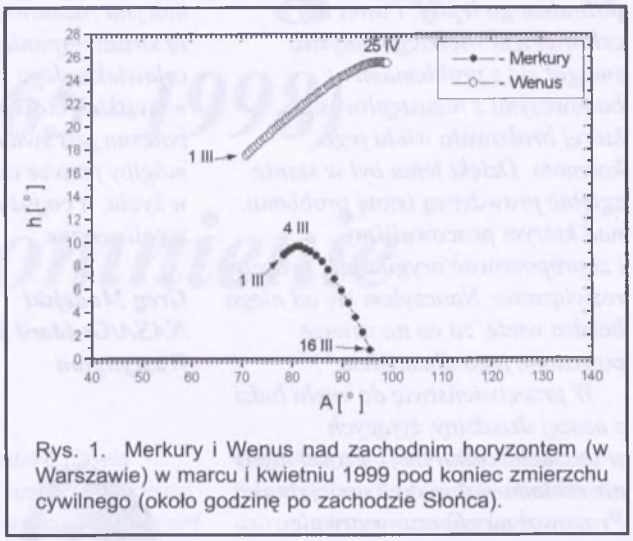
P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;
B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;
$7^d17^h33^m$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°

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°.

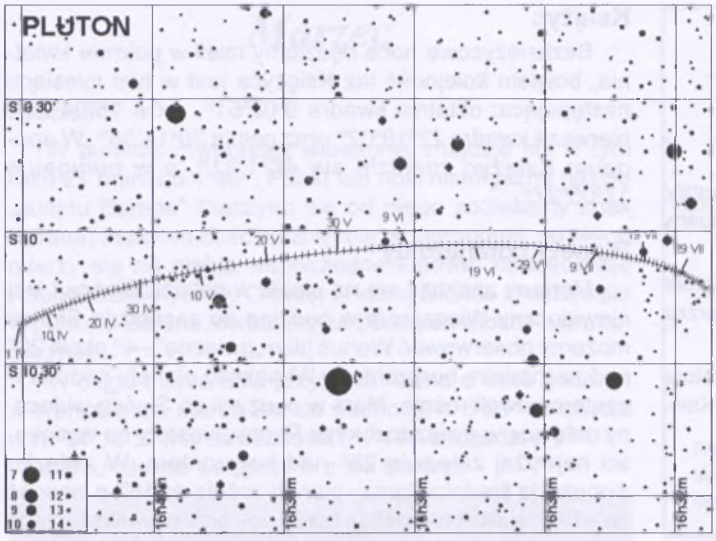
24^d16^h Mars w opozycji ze Słońcem w odległości 0.58334 j.a. od Ziemi (czyli 87 266 600 km).

$24^d22^h(02^m - 06^m$ 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.

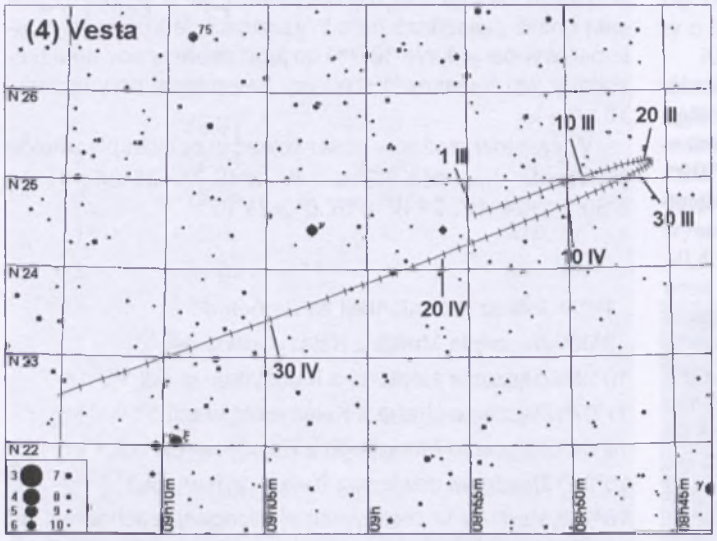
27^d11^h Saturn w koniunkcji ze Słońcem.

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.

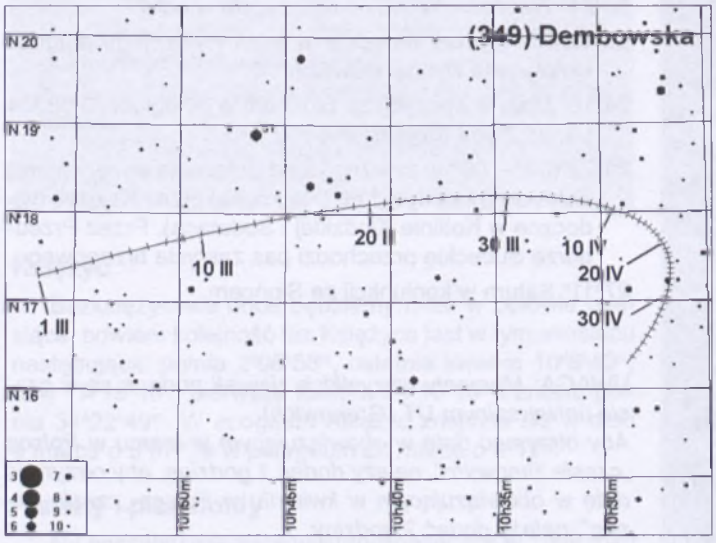
Opracował T. Ściężor



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

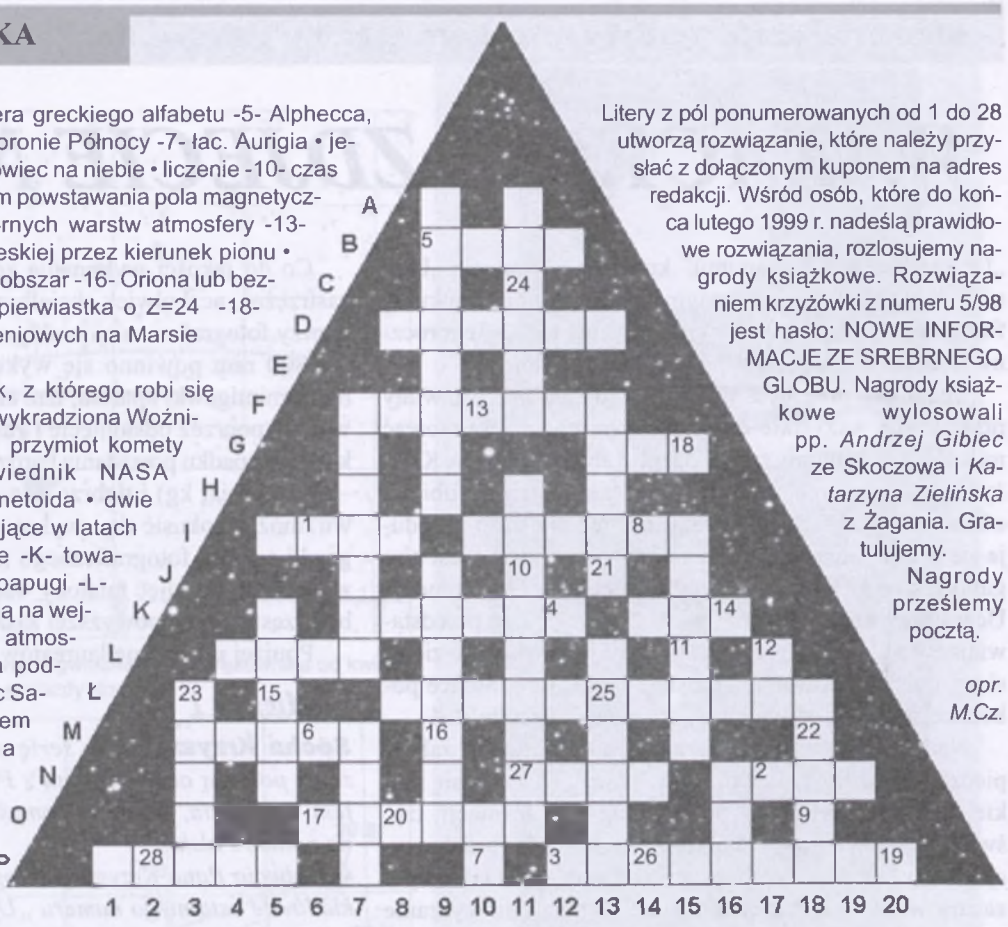
Od Red. *Laureaci Konkursu otrzymują nagrody książkowe w tym m.in. książkę W. Skórzyńskiego „Astrofotografia" z jego dedykacją i autografem.*

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.

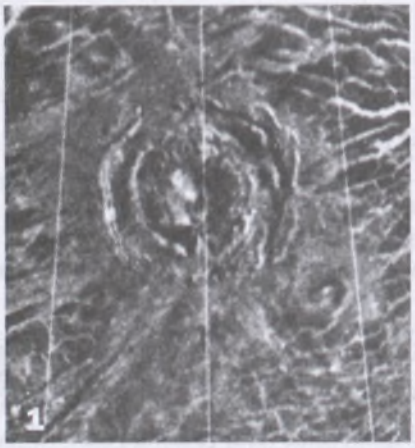
W bieżącej, V już, części konkursu zdobyć można łącznie 24 punkty (po 12 za każdą prawidłową odpowiedź). Przypominamy, że wystarczy podać tylko nazwy ciał niebieskich, które w całości lub fragmencie przedstawione są na prezentowanych obok zdjęciach.

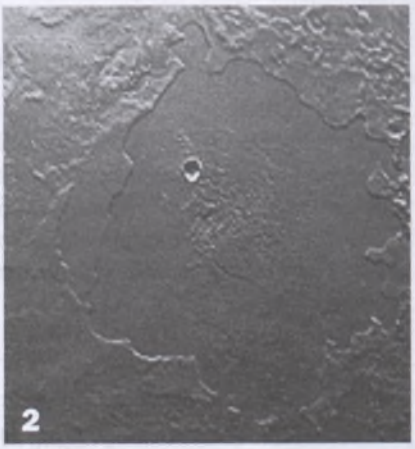
Drobnymi nagrodami honorujemy wylosowane osoby, które udzieliły prawidłowych odpowiedzi w danej edycji konkursu, natomiast na zdobywcę maksymalnej ilości punktów, po zakończeniu konkursu, czeka nagroda specjalna.

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

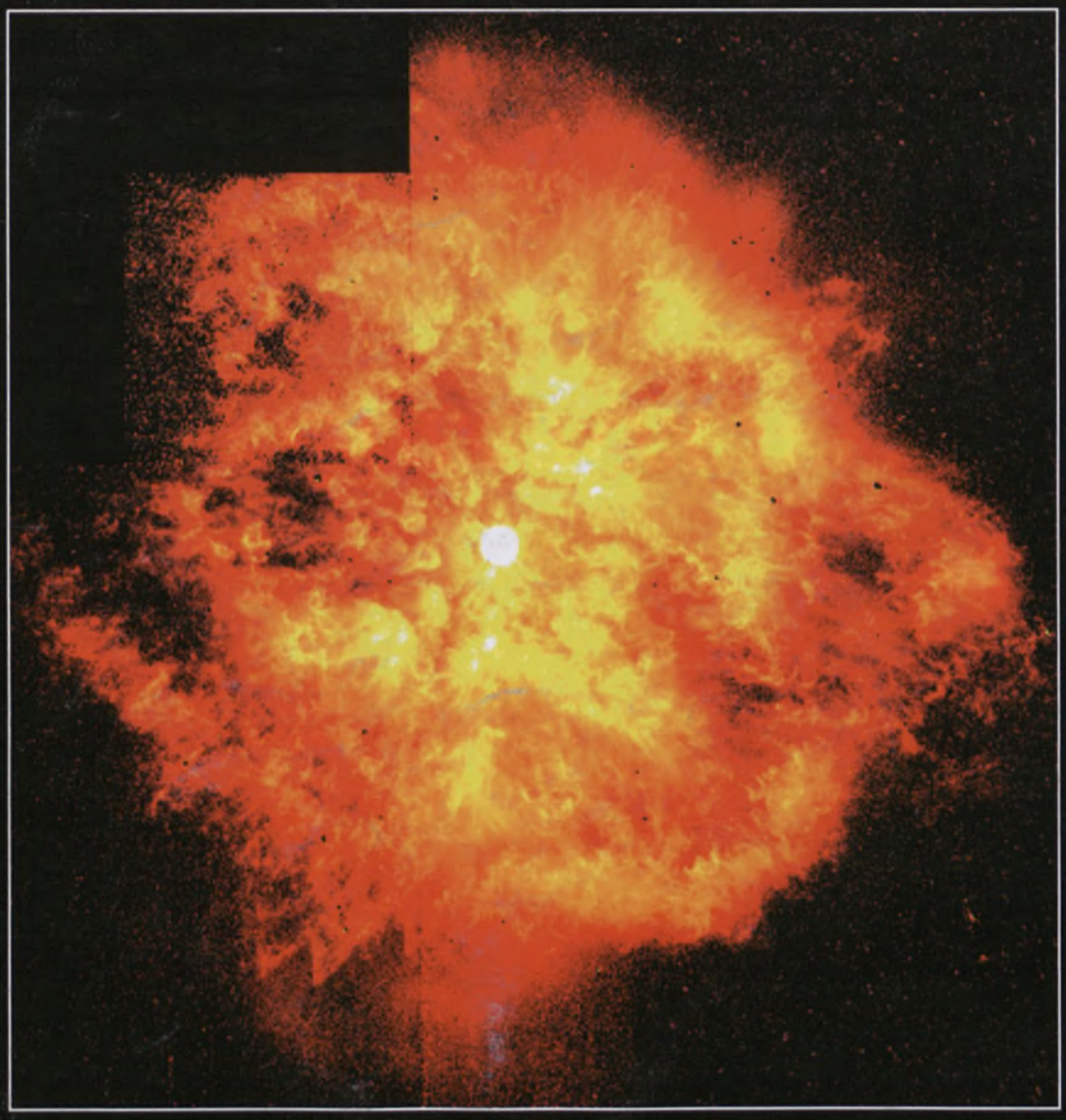
wyróżnienie

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)