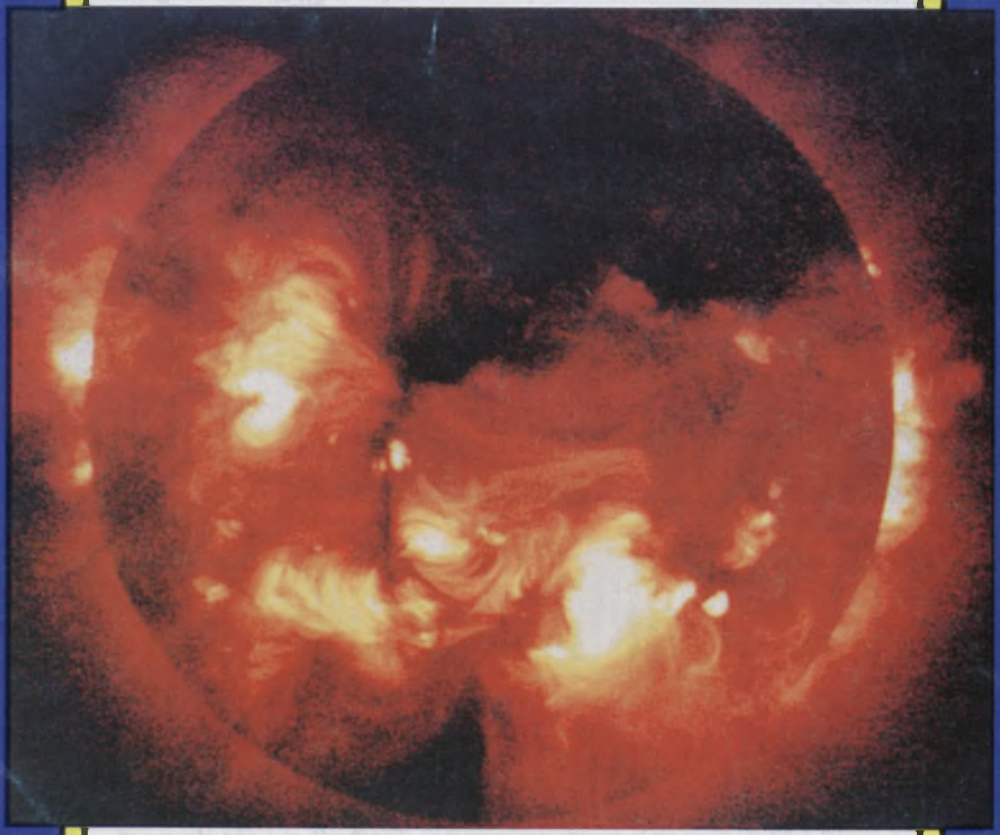
URANIA

MIESIĘCZNIK
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII



ROK LXVII LUTY 1996 NR 2 (650)

MIESIĘCZNIK URANIA
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

Dodatek nadzwyczajny nr 1/96 do nr 2 (650) 1996 r.

Kometa Hyakutake C/1996 B2
Obserwujemy jasną kometę!

W drugiej połowie marca i być może przez cały kwiecień 1996 roku będziemy widzieć na niebie jasną kometę. Odkrył ją japoński miłośnik astronomii Yuji Hyakutake 30 stycznia 1996 roku; otrzymała oznaczenie C/1996 B2. Z orbity, którą wyznaczył Brian G. Marsden na podstawie obserwacji wykonanych od 1 stycznia (udało się znaleść klisze z obrazem tej komety eksponowaną tego właśnie dnia) do 27 lutego wynika, że kometa Hyakutake przejdzie przez peryhelium oddalone od Słońca o 0.23 j.a. w dniu 1 maja 1996 r., ale przedtem zbliży się do Ziemi mijając ją 25 marca w odległości zaledwie 0.10 j.a. (około 15 mln km). Będąc blisko Ziemi kometa najprawdopodobniej osiągnie jasność umożliwiającą obserwowanie jej gołym okiem i przez całą noc powinna być dobrze widoczna na niebie, stosunkowo szybko przemieszczając się wśród gwiazd. Początkowo widoczna będzie wieczorem na wschodzie w gwiazdozbiorze Wolarza. Poruszać się będzie w kierunku bieguna północnego i największą jasność osiągnie przechodząc przez gwiazdozbiór Małej Niedźwiedzicy. Następnie przejdzie w pobliżu Gwiazdy Polarnej kierując się w stronę Perseusza. Oto jej efemeryda zaczerpnięta z cyrkularzy Międzynarodowej Unii Astronomicznej nr 6329 i 6330.

1996 UT	a	d	Odległość od Ziemi	Odległość od Słońca	Mag.
III 16	14 55.26	−12 08.8	0.325	1.232	4.0
17	14 55.04	−10 07.9	0.294	1.212	3.7
18	14 54.69	− 7 38.0	0.263	1.193	3.4
19	14 54.16	− 4 28.2	0.232	1.172	3.0
20	14 53.38	− 0 22.4	0.203	1.152	2.7
21	14 52.26	+ 5 04.0	0.175	1.131	2.3
22	14 50.58	+12 28.2	0.149	1.111	1.8
23.0	14 47.99	+22 41.1	0.127	1.090	1.4
23.2	14 47.30	+25 08.8	0.123	1.086	1.3
23.4	14 46.54	+27 45.6	0.120	1.082	1.2
23.6	14 45.68	+30 31.8	0.116	1.078	1.2
23.8	14 44.71	+33 27.3	0.113	1.073	1.1
24.0	14 43.62	+36 32.0	0.111	1.069	1.0
24.2	14 42.38	+39 45.3	0.108	1.065	0.9
24.4	14 40.94	+43 06.7	0.106	1.061	0.9
24.6	14 39.28	+46 35.2	0.104	1.057	0.8
24.8	14 37.33	+50 09.4	0.103	1.053	0.8
25.0	14 35.00	+53 47.9	0.102	1.048	0.8
25.2	14 32.19	+57 28.9	0.102	1.044	0.7
25.4	14 28.73	+61 10.6	0.102	1.040	0.7
25.6	14 24.37	+64 50.8	0.102	1.036	0.7
25.8	14 18.71	+68 27.7	0.103	1.032	0.7
26.0	14 11.10	+71 59.3	0.104	1.027	0.7
26.2	14 00.30	+75 23.4	0.106	1.023	0.7
26.4	13 43.90	+78 37.7	0.108	1.019	0.7
26.6	13 16.60	+81 38.7	0.110	1.015	0.8
26.8	12 24.40	+84 18.2	0.113	1.010	0.8
27.0	10 33.00	+86 11.0	0.116	1.006	0.9
27.2	7 39.00	+86 20.1	0.120	1.002	0.9
27.4	5 43.40	+84 51.3	0.123	0.998	0.9
27.6	4 49.50	+82 50.4	0.127	0.993	1.0
27.8	4 21.50	+80 44.7	0.131	0.989	1.0
28	4 04.80	+78 42.0	0.135	0.985	1.1
29	3 32.30	+69 56.7	0.159	0.963	1.3
30	3 21.88	+63 27.5	0.185	0.942	1.6
31	3 16.69	+58 36.4	0.214	0.920	1.8
IV 1	3 13.53	+54 53.4	0.243	0.898	2.0
2	3 11.35	+51 58.0	0.273	0.875	2.1

Zbliżając się do Słońca kometa Hyakutake jeszcze raz pojaśnieje osiągając w końcu kwietnia jasność być może znowu około 0 mag. Jej efemerydę na kwiecień podamy później.

Krzysztof Ziołkowski

PS Zainteresowanych prosimy o przesyłanie wykonanych obserwacji do Sekcji Obserwatorów Komet Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii 31-027 Kraków, ul. Św. Tomasza 30/8. Nadesłane obserwacje będziemy się starali włączyć do opracowań Towarzystwa i o ile będą właściwie wykonane przekażemy do Stanów Zjednoczonych.

Sekcja Obserwatorów Komet PTMA

6 marca 1996 r.

MIESIĘCZNIK
URANIA
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

PL ISSN 0042-07-94

Rok LXVII Luty 1996 Nr 2 (650)

ZESZYT TEN WYDANO Z POMOCĄ FINANSOWĄ KOMITETU BADAŃ NAUKOWYCH, CZASOPISMO ZATWIERDZONE PRZEZ MINISTERSTWO OŚWIATY DO UŻYTKU SZKÓŁ OGÓLNOKSZTAŁCĄCYCH, ZAKŁADÓW KSZTAŁCENIA NAUCZYCIELI I TECHNIKÓW (Dz. Urz. Min. Ośw. Nr 14 z 1966 r. W–wa, 5.11.1966).

SPIS TREŚCI

Tadeusz Jarzębowski
Jan Mergentaler (1901-1995) 34

Radosław Rek
Magnetyzm ziemski a aktywność słoneczna 39

Kronika:
Pierwsze wyniki sondowania Jowisza próbnikiem Galileo 46

Kącik Olimpijczyka
Model grawitacyjnej soczewki punktowej 48

Poradnik Obserwatora:
Całkowite zaćmienie Księżyca 3/4 kwietnia 1996 roku 54
Nova Cassiopeiae 1995 55

Z korespondencji
O teleskopach Uniwersała 56
Errata 57

Elementarz Uranii
Księżyce Marsa 57

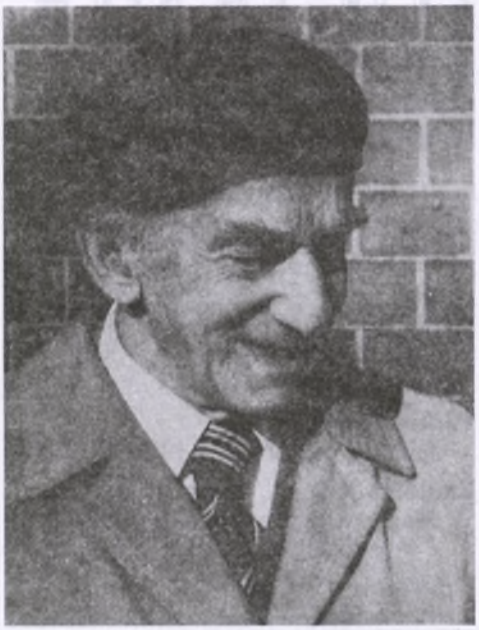
Kalendarzyk Astronomiczny 59

Głównym tematem tego numeru jest Słońce i dlatego jego niezwykłe zdjęcie zdobi okładkę.

Słońcu poświęcił zasadniczą część swego długiego i pracowitego życia Profesor Jan MERGENTALER, który zmarł we Wrocławiu 22 grudnia 1995 roku. Czytając wspomnienie o nim pamiętajmy, że był nie tylko twórcą znanej w świecie astronomicznym wrocławskiej szkoły heliofizyki, ale także jednym z założycieli Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii i naszego pisma. Współpracował z **Uranią** *przez całe życie: już w drugim, powielaczowym jeszcze numerze, który ukazał się w 1920 roku, znajduje się artykuł dziewiętnastoletniego Jana Mergentalera o wulkanach na Księżycu (patrz nr 3/1992); ostatnia wypowiedź na łamach* **Uranii** *ponad dziewięćdziesięcioletniego seniora polskich astronomów była drukowana w numerze listopadowym w 1992 roku. A jeszcze kilka miesięcy przed śmiercią w liście do redakcji pochwalał pomysł* **Elementarza Uranii** *zwracając jednocześnie uwagę na pewne niedopatrzenia, które się w nim znalazły. W Profesorze Mergentalerze miłośnicy astronomii mieli zawsze oddanego przyjaciela i opiekuna. Będzie nam go bardzo brakować.*

Wpływ Słońca na pole magnetyczne Ziemi jest dziś przedmiotem coraz głębszych dociekań w licznych ośrodkach naukowych na całym świecie. Zagadnieniem tym zajmuje się również Centrum Badań Kosmicznych PAN, którego pracownik przybliża je nam w kolejnym artykule. Zachęcamy do uważnej lektury tego tekstu w nadziei, że przyniesie on odpowiedź na wiele pytań – nurtujących zapewne niejednego z naszych Czytelników – typu: co to jest burza magnetyczna?

JAN MERGENTALER (1901–1995)



Dnia 22 grudnia 1995 roku zmarł profesor Mergentaler. W mroźny, zimowy dzień ciało Jego spoczęło na pokrytym śniegiem cmentarzu Osobowickim we Wrocławiu. Firmament niebieski tego dnia ukazał swe piękno błękitu, miasto oświetlały promienie słoneczne. Profesora żegnało Słońce. Było w tym coś z symboliki; badaniom tego ciała niebieskiego Zmarły poświęcił przecież ostatnie czterdzieści lat swego życia.

Ten znakomity, znany nam wszystkim astronom urodził się na Kresach wschodnich, na Polesiu, niedaleko Pińska. Ale wspomnienia z lat młodzieńczych wiążą się raczej z Warszawą; tam uczęszczał do gimnazjum, tam zafascynowała go astronomia. Dlaczego wybór padł właśnie na astronomię? Niemałą rolę miała tu podobno odegrać głośna na początku stulecia powieść Żuławskiego *Na srebrnym globie*. Ale przeważyło szalę inne wydarzenie. Zajęcia z kosmografii (tak nazywano wówczas wykładany w szkołach średnich przedmiot astronomii) prowadził znany astronom Felicjan Kępiński. Otóż był to bodajże rok 1918, rok odzyskania niepodległości, gdy poinformował on swych uczniów o organizowaniu się towarzystwa miłośników astronomii. „Założyliśmy więc w gimnazjum koło miłośników – wspominał Profesor – i praca w tym kole związała mnie z astronomią na stałe; wybrałem studia astronomiczne".

Dnia 19 lutego 1923 roku, w 450 rocznicę urodzin Mikołaja KOPERNIKA, obradował w Toruniu Pierwszy Zjazd Polskiego Towarzystwa Astronomicznego. Delegatem na ten założycielski zjazd z ramienia Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii był dwudziestodwuletni student astronomii Uniwersytetu Warszawskiego, Jan Mergentaler.

Dodajmy w tym miejscu, że ponad pół wieku później, w roku 1979, na odbywającym się w Warszawie XIX Zjeździe Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, profesor Jan Mergentaler zostaje członkiem honorowym tego towarzystwa. Natomiast w roku 1985, na XXII Zjeździe PTA we Wrocławiu, Profesor odznaczony zostaje Nagrodą im. Włodzimierza Zonna za popularyzację wiedzy o Wszechświecie, za popularyzację fizyki Słońca.

Pierwsza praca naukowa *L'orbite de la comete Wolf, deduit des observations faites en 1925* dotyczyła – jak wynika z tytułu – mechaniki nieba; ukazała się ona w Okólniku Obserwatorium Astronomicznego w Warszawie w roku 1927. Publikacją zainteresował się dyrektor obserwatorium krakowskiego, Tadeusz Banachiewicz, i zaproponował jej autorowi asystenturę na Uniwersytecie Jagiellońskim w charakterze obserwatora na Stacji Astronomicznej na Łysinie. Było to pierwsze miejsce pracy młodego

Jana Mergentalera.

Łysina jest szczytem górskim w Beskidach Zachodnich, wysokość 891 m n.p.m., około 10 km na południowy wschód od Myślenic. Wyposażenie znajdującej się tam placówki obserwacyjnej było nader skromne: w pawilonie z rozsuwanym daszkiem dwie krótkoogniskowe lunetki z obiektywami 13 i 12 cm, bez mechanizmu prowadzącego. Nie było tam prądu elektrycznego, nie było telefonu. Za mieszkanie służyła przeniesiona na szczyt drewniana chatka leśniczego. Przebywali tam też Lucjan Orkisz i Jan Gadomski. Łysina znana była z odkrycia tam dwóch komet.

Dziś – poza wspomnieniami – nie pozostało na tej górze nic. A jednak pobyt na tym odludziu Profesor wspominał zawsze bardzo ciepło. Oto fragment obszerniejszego artykułu pt. *Impresje z Łysiny* pióra Jana Mergentalera z grudnia 1927 roku:

„Astronomja, jako wynik bądź co bądź w pewnym specjalnym kierunku kształconych władz psychicznych – jest wytworem maszyny do rachowania, logarytmów, abstrakcji matematycznej i instrumentu optycznego. Wytworem kultury urbanistycznej. Tu – trochę żywiołu. I stąd płynąca z gór i lasu, z tętniącego życia – pewna dysharmonja. Może to tylko uwypuklenie tego, co natrafia się tak często w pracy teoretycznej. Niepokrywanie się badanej rzeczywistości z tworzoną konstrukcją myślową. Występuje tu kontrast może tym silniej dlatego jeszcze, że brak tzw. «atmosfery naukowej». A w życiu samotnym trzeba odnajdywać własne energje psychiczne na przezwyciężenie różnych takich czy innych niepokojów myślowych. Ale to może właśnie nadaje pewien specyficzny urok pracy tutaj".

Od roku 1929 pobyt na Łysinie nie będzie już tak samotny; chatkę w lesie ożywia obecność małżonki.

Na Stacji Obserwacyjnej prowadzone były obserwacje gwiazd zaćmieniowych metodą Argelandera (była to „usankcjonowana" wówczas w tamtejszym ośrodku tematyka badań). Z obserwacji tych wyłoniła się obroniona w roku 1933 rozprawa doktorska Jana Mergentalera; promotorem był Tadeusz Banachiewicz.

Po siedmiu latach trzeba było pożegnać się z Beskidami. Drugą połowę lat trzydziestych dr Jan Mergentaler spędza na Uniwersytecie Jana Kazimierza we Lwowie. Co za kontrast! Tam były góry i las, tu obserwatorium usytuowane w centrum miasta. Dyrektorem tej placówki był Eugeniusz Rybka. Tematyka pracy tu też odmienna: katalog wielkości gwiazdowych, fotograficzne obserwacje gwiazd.

I oto w życiu Jana Mergentalera ponownie wojna, po której Lwów trzeba opuścić. Krótki pobyt na Uniwersytecie Jagiellońskim, jak również na Uniwersytecie Marii Curie-Skłodowskiej; bezowocne starania o zbudowanie obserwatorium w Lublinie i... przyjazd na Dolny Śląsk.

o o o

W pierwszych latach pobytu we Wrocławiu zainteresowania Jana Mergentalera obracały się wokół tematyki astronomii gwiazdowej (dziś powiedzielibyśmy raczej: astronomii galaktycznej). Ale zbliżał się dzień 30 czerwca 1954 roku, kiedy to po trzystuletniej przerwie pas całkowitego zaćmienia Słońca przejść miał ponownie przez ziemie polskie. Fakt ten skierował uwagę Profesora ku naszej gwieździe dziennej; trzeba było przygotować się do obserwacji zjawiska zaćmienia. I jeżeli dziś wyrazy Słońce, fizyka Słońca, heliofizyka kojarzą się z nazwiskiem Mergentalera, z Wrocławiem – to ów trzydziesty dzień czerwca Anno Domini 1954 nie był tu bez znaczenia.

Początki wrocławskiej heliofizyki były względnie skromne, zaczęło się od wizualnych obserwacji plam słonecznych. Ale obserwacjom tym Profesor nadaje wkrótce

charakter masowy poprzez wciągnięcie do nich rzeszy miłośników astronomii. I tak przez wiele lat napływały z różnych stron Polski do Wrocławia listy od miłośników z wynikami obserwacji plam; wszystkie te dane były opracowywane i publikowane.

Przełomowym był tu niewątpliwie rok 1957 – Międzynarodowy Rok Geofizyczny. Był to rok maksimum aktywności słonecznej cyklu dziewiętnastego. Do uświetnienia tego roku przyczyniła się jednak dodatkowo i sama natura; intensywność aktywności słonecznej przekroczyła bowiem wszystkie wcześniejsze cykle (średnia roczna liczba Wolfa wyrażała się liczbą 190). Słońce w owym roku okazało się być obiektem ciekawszym niż przewidywano. Placówka wrocławska otrzymuje nowe etaty; grono heliofizyków – nazywanych tu „słonecznikami" - powiększa się. Można już mówić o atmosferze naukowej, tej właśnie atmosferze, której brakowało młodemu Mergentalerowi w beskidzkich lasach na Łysinie.

Wprawdzie powoli i skromnie, ale powiększała się też aparatura do obserwacji heliofizycznych. Pierwszym poważniejszym nabytkiem był 13-cm koronograf, którym do tej pory wykonuje się systematyczne obserwacje protuberancji. Natomiast później, w latach osiemdziesiątych, stanął w filii w Białkowie wielki, 53-cm koronograf.

Rok 1957 zapisał się też i na innych stronicach wrocławskiej kroniki Jana Mergentalera. Oddane zostaje do druku najpoważniejsze dzieło Profesora, monografia pt. *Słońce*. Obserwatorium podniesione zostaje do rangi Instytutu Astronomicznego; jedną z wchodzących w jego skład katedr jest Katedra Heliofizyki. Dyrektorem nowo powstałego instytutu zostaje Jan Mergentaler, który pełnić będzie tę funkcję przez czternaście lat, aż do przejścia na emeryturę w roku 1971.

Tymczasem Katedra Heliofizyki rozwija się, działalność naukowa nabiera rozmachu. Tematyka prac obraca się wokół tego niewątpliwie najciekawszego, co na naszej gwieździe się dzieje – wokół zagadnień aktywności słonecznej. Diagnostyka plazmy rozbłysków słonecznych, analiza obrazów promieniowania rentgenowskiego Słońca – to niektóre z aktualnych tytułów. Inną dziedzinę stanowią badania statystyczne, analiza relacji między różnymi charakterystykami aktywności słonecznej, także: aktywność słoneczna – promienie kosmiczne. Gdy zaś chodzi o dziedzinę optyczną, prowadzone są tu badania ruchów protuberancji, śledzenie zachodzących tam indywidualnych zjawisk.

Mówiąc o osiągnięciach naukowych i organizacyjnych Profesora, nie można nie wspomnieć o tym, najważniejszym chyba sukcesie, o międzynarodowych konferencjach heliofizycznych. To była Jego koncepcja i inicjatywa, uwieńczona znakomitym wynikiem: konferencji takich odbyło się aż czternaście. Początkowo były one pomyślane jako robocze spotkania heliofizyków z Polski i Czechosłowacji – pierwsza odbyła się w roku 1961 w Tatrzańskiej Łomnicy, druga rok później w Zakopanem, na Kalatówkach. W latach następnych konferencje te objęły swym zasięgiem i sąsiednie kraje. Heliofizyków gościł Debreczyn, dwukrotnie Poczdam, w roku 1975 Irkuck a w 1988 Odessa. Ostatnia, związana z dziewięćdziesięcioleciem Profesora, odbyła się w roku 1991 w Karpaczu.

o o o

A teraz o najmłodszym „dziecku" Jana Mergentalera, o fizyce kosmicznej, o wrocławskim wkładzie do badań Słońca w dziedzinie rentgenowskiej.

Historia ta zaczęła się w roku 1967 w Moskwie, na posiedzeniu Interkosmosu (tj. rady przy Akademii Nauk ZSRR zajmującej się współpracą międzynarodową w dziedzinie badań w przestrzeni kosmicznej). Profesor Mergentaler deklaruje wówczas włączenie

się ośrodka wrocławskiego do prac nad rentgenowskim promieniowaniem Słońca. Była to niewątpliwie decyzja odważna; mógłby ktoś powiedzieć, że jest to „porywanie się z motyką na Słońce". A jednak już w roku 1970 można było odnotować pierwszy sukces: rakieta Wertikal I uniosła w przestrzeń kosmiczną wykonany we Wrocławiu spektroheliograf rentgenowski. Następnego roku startuje Wertikal II.

Z udanych eksperymentów rakietowych wymienić można startujące z blokiem kamer

Prof. Jan Mergentaler w Pracowni Fizyki Słońca we Wrocławiu (1971 rok).

rentgenowskich Wertikal V, VII, VIII, IX, XI. Rakiety te wznosiły się na wysokość do około 500 km, po czym wracały; aparaturę odzyskiwano za pośrednictwem spadochronów. Obserwacje Słońca trwały przez około dziesięć minut, gdy rakieta znajdowała się na wysokościach ponad 100 km (niżej bowiem miękkie promieniowanie rentgenowskie absorbuje atmosfera ziemska). Wszystkie te eksperymenty realizowane były w miejscowości Kapustin Jar, nad odnogą Wołgi Achtubą (obwód Astrachański, ok. 100 km na wschód od Wołgogradu).

Profesor przeszedł na emeryturę, ale rozpoczęte z Jego inicjatywy badania rentgenowskiego promieniowania Słońca trwają i rozwijają się. Oto wieści z ostatniej chwili.

Dnia 2 marca 1994 r. z kosmodromu Pljesetsk wystartował satelita CORONAS-I, obiegający Ziemię w odległości 495 – 556 km. Na pokładzie znajduje się polsko-czeska aparatura: fotometr i spektrometr rentgenowski. To już nie kamera typu pine-hole, jak w pierwszych eksperymentach na Wertikalach, to już zawierający koncentryczne lustra teleskop rentgenowski; po raz pierwszy zarejestrowano rozbłysk słoneczny. Natomiast dnia 3 sierpnia 1995 r. wystartował satelita INTERBALL z wykonanym we Wrocławiu modulowanym fotometrem rentgenowskim.

Przy ulicy Kopernika we Wrocławiu, którą przez blisko pół wieku przemierzał Profesor z domu do Instytutu, niedaleko przedwojennego głównego budynku znajdują się pawilony z szyldem *Centrum Badań Kosmicznych PAN, Zakład Fizyki Słońca*. Trudno powiedzieć, jak potoczyłyby się losy, ale przypuszczalnie nie byłoby tej instytucji, gdyby jesienią 1945 roku nie przyjechał do Wrocławia Jan Mergentaler.

Znane jest powszechnie powiedzenie *de mortuis aut bene aut nihil*. Mówiąc o zmarłym Profesorze, o sentencji tej można by nie pamiętać. O Janie Mergentalerze po prostu niczego złego powiedzieć nie można. Gdziekolwiek, w jakimkolwiek ośrodku astronomicznym by się nie rozmawiało, wszyscy wyrażali się o Nim z najwyższym uznaniem. Był to rzeczywiście niezwykły, człowiek o bardzo wysokich zasadach moralnych, o bardzo wysokiej kulturze osobistej. I dzięki

tym właśnie walorom pozostawił po sobie tak wiele. On był zawsze tym katalizatorem, który ułatwiał działanie innym, to był człowiek, który potrafił stworzyć atmosferę dla pracy zespołu naukowego.

A pamięć o człowieku trwa tym dłużej, im dłużej trwa stworzone przez niego dzieło.

Tadeusz Jarzębowski

Ze wspomnień obserwatora Słońca

„Obserwacje Słońca nie są trudne (...), a kto raz zacznie patrzeć się na Słońce, nie prędko zniechęci się do tego zajęcia, bo co dzień będzie miał nowe wrażenia, co dzień zobaczy coś innego, nie mówiąc o tym, że będzie miał to zadowolenie, że swoją pracą przyczynia się zupełnie konkretnie do poznania choć drobnego fragmentu Wszechświata, że w miarę swoich możliwości – pracuje naukowo jak prawdziwy astronom".

Tak na początku lat pięćdziesiątych pisał Profesor Jan Mergentaler. Jest to po prostu fragment artykułu, jaki w roku 1951 został opublikowany na łamach *Uranii*, zawierający apel do miłośników astronomii o podjęcie obserwacji Słońca. Nie pozostał on oczywiście bez echa, wkrótce do Obserwatorium Wrocławskiego z różnych stron kraju (Warszawa, Gdańsk, Dąbrowa Górnicza, Wrocław, Kraków, Ostrowiec Świętokrzyski, Nowy Sącz, Grodziec, Kalisz, Myślenice) zaczęły napływać sprawozdania z takimi obserwacjami, które Profesor naukowo opracowywał i wyniki publikował zarówno na łamach *Uranii*, jak i w *Acta Geophisica Polonica*. Na pożółkłych kartach wymienionych czasopism odnajdujemy zarówno nazwiska znanych dziś astronomów i fizyków (dr Marek A b r a m o w i c z, prof. Jerzy J a -

Prof. Jan Mergentaler (czwarty od prawej) w otoczeniu współpracowników i miłośników astronomii zajmujących się obserwacjami Słońca (Wrocław, 1961 rok).

kimiec, prof. Bohdan Rompolt, prof. Andrzej Kajetan Wróblewski, dr Bernard Krygier, dr Zbigniew Kordylewski), jak też ludzi innych profesji, którzy wprawdzie nie obserwują już Słońca, ale pozostali wierni swej młodzieńczej pasji i nadal uprawiają miłośniczą astronomię (Tadeusz Kalinowski, Janusz Kaźmierowski, Jerzy Wieczorek, Maciej Mazur, Stanisław Brzostkiewicz). Wszyscy mile wspominają chwile spędzone przy lunecie wycelowanej na Słońce i organizowane co parę lat spotkania w Obserwatorium Wrocławskim. Niestety, nieubłagana śmierć wyrwała z tego grona kilku zasłużonych obserwatorów Słońca, lecz pozostawili oni trwały ślad między innymi w postaci liczb Wolfa i mogą stanowić wzór dla młodych miłośników astronomii. I tak na „wieczną wachtę" odeszli: Leon Wohlfeil (1929 – 1962), Antoni Barbacki (1897 – 1963), dr Janusz Pagaczewski (1906 – 1975), Jerzy Ułanowicz (1928 – 1990) i Wacław Szymański (1905 – 1991). A w grudniu 1995 roku pożegnaliśmy na zawsze Prof. Jana Mergentalera, któremu miłośnicza astronomia w Polsce tak wiele zawdzięcza.

Niżej podpisany opracował dla Biblioteki Uranii skromną książeczkę pt. *Obserwujemy Księżyc, planety i Słońce*, dedykując ją oczywiście Profesorowi Mergentalerowi jako „współzałożycielowi Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, twórcy polskiej heliofizyki i inicjatorowi miłośniczych obserwacji Słońca w naszym kraju". Miałem nadzieję, że książeczka na czas się ukaże i egzemplarz autorski będę mógł wysłać Profesorowi, wyrażając w ten sposób wdzięczność nie tylko od siebie, ale i od innych miłośników astronomii. Okrutny los chciał jednak inaczej, lecz każdy z nas zachowa pamięć o Profesorze, który chętnie udzielał rad i służył inną pomocą każdemu obserwatorowi. Jego dzieło jest zresztą wciąż żywe, przy Toruńskim Oddziale naszego Towarzystwa prężnie działa Sekcja Obserwatorów Słońca, kierowana dziś przez Bartosza P. Dąbrowskiego. W jakimś stopniu spadkobiercami idei Profesora Mergentalera są również miłośnicy astronomii skupieni w Towarzystwie Obserwatorów Słońca.

Stanisław R. Brzostkiewicz

Radosław Rek – *Warszawa*

MAGNETYZM ZIEMSKI A AKTYWNOŚĆ SŁONECZNA

1. Słońce i inne gwiazdy

Słońce jest typowym przedstawicielem chłodnych i małych gwiazd, które zwykliśmy nazywać karłami. Oprócz temperatury czy wyglądu widma, gwiazda odznacza się też niedostrzegalnymi cechami jak np. wewnętrzną strukturą. Masa będąca głównym czynnikiem określającym ewolucję i położenie gwiazdy na diagramie Hertzsprunga – Russela, a także sposób transportu energii w jej wnętrzu, wydaje się mieć na tę strukturę wpływ decydujący. Ma to dosyć istotne konsekwencje.

Wedle współczesnej wiedzy gwiazda o masie Słońca posiada promieniste jądro i konwektywną otoczkę. Istnienie granicy rozdzielającej oba te obszary jest gwarantem wzmacniania pola magnetycznego. Jego obecności zawdzięczać możemy całe bogactwo mniej i bardziej skomplikowanych struktur w atmosferze Słońca. Pole magnetyczne daje możliwość przepływu energii w zakre-

sie tzw. fal magnetohydrodynamicznych (MHD). Dosyć dobrze tłumaczą one istnienie warstw leżących ponad fotosferą – chromosfery i korony, a co się z tym łączy – wzrost temperatury.

Konwekcja i rotacja różniczkowa są głównymi czynnikami wpływającymi na kształt linii sił pola magnetycznego. Pole magnetyczne pozwala nie tylko wytłumaczyć istnienie chromosfery z odwróconym gradientem temperatury, ale także uzasadnia powstawanie na powierzchni widocznej w zakresie widzialnym plam i ich 11-letniego cyklu zmienności z uwzględnieniem zmiany biegunowości dipola słonecznego po upływie tego okresu.

2. Zjawiska w atmosferze słonecznej

Plamy słoneczne powstają tam, gdzie tuba magnetyczna przebija się przez fotosferę. Istnienie pola magnetycznego powoduje spadek ciśnienia i gęstości plazmy. Część energii jest unoszona poprzez fale MHD czemu towarzyszy spadek jasności w zakresie widzialnym, w czego efekcie pojawia się ciemny obszar leżący poniżej typowego poziomu fotosfery. Obserwacje plam przy brzegu Słońca wydają się to potwierdzać. O tym, że pole magnetyczne jest tam rzeczywiście silniejsze niż w innych obszarach na Słońcu wiadomo z obserwacji rozszczepienia zeemanowskiego linii widmowych.

Grupy plam potrafią zmieniać swój wygląd i ciekawym zajęciem może być śledzenie tych zmian wraz z pojawiającymi się (nie zawsze) rozbłyskami. Słoneczne centrum aktywne, które oprócz plam obejmuje także pochodnie (inna nazwa flokule) świecące w linii wapnia wskutek rozpraszania fal magnetohydrodynamicznych, może istnieć dłużej niż okres rotacji. Konwekcja w otoczce ma w zasadzie swój kres w fotosferze, a nawet trochę „powyżej". Materia unosząc się ulega rozprężeniu i ochłodzeniu, rozpływa się na boki by ostatecznie spłynąć z powrotem w dół. Chłodniejsza plazma zgodnie z prawem Stefana-Boltzmanna świeci mniej intensywnie i obserwowana w zakresie widzialnym ma wygląd siatki bardzo drobnych jasnych punktów z ciemną obwódką. Jest to tzw. granulacja. Istnienie konwekcji potwierdzić można również na innej drodze, mianowicie poprzez analizę symetrii profili linii widmowych. Linia taka powstaje w pewnym zakresie odległości od środka gwiazdy czy mówiąc językiem astronoma - głębokości optycznych. Unosząca się plazma powinna dodatkowo zmniejszać swą prędkość, co sugeruje pewną modyfikację profilu. Fakt ten może być zatem uznany za dowód konwekcji i został wykorzystany w swoim czasie przez Gray'a do ustalenia granicy pomiędzy gwiazdami o promienistych i konwektywnych otoczkach. Oprócz tego wszystkiego to właśnie konwekcja odpowiedzialna jest za wypływanie na powierzchnię pętli magnetycznych. Przyjęcie pewnego modelu atomu, a także pewnej postaci funkcji źródłowej (uwzględniającej wzrost temperatury w chromosferze) pozwala na uzyskanie dosyć ciekawej zależności przebiegu zmian natężenia emitowanego promieniowania wraz ze zmieniającą się głębokością optyczną. Nie jest to tylko teoretyczny model, chromosfera podobnie jak fotosfera pochłania promieniowanie produkując linie absorbcyjne, które z racji warunków w panujących w warstwie możemy podziwiać głównie w ultrafiolecie. Obserwowane w zakresie widzialnym składowe dubletu wapnia Ca II, wydają się zachowywać inaczej w okresach tzw. Słońca spokojnego i aktywnego. Zależy to także od miejsca obserwacji – zjawisko pojawia się zdecydowanie w pobliżu obszarów aktywnych. Podobny efekt obserwować można w ultrafiolecie w przypadku dubletu Mg II h i k. Znany jest on pod

nazwą emisji chromosferycznej, która pojawia się w wewnętrznej części skrzydeł niektórych linii absorbcyjnych. W gwiazdach o dużo silniejszym natężeniu pola magnetycznego inny jest strumień fal MHD i jak można przypuszczać inny przebieg temperatury w chromosferze. Może się tak zdarzyć, że linia pozostając normalnie absorbcyjną, w danej gwieździe postrzegana jest jako emisyjna. Ale do tego jest niezbędne odpowiednio silne pole, dużo silniejsze niż słoneczne.

3. Rozbłyski, protuberancje itp.

Natura rozbłysków wydaje się być lepiej poznana od lat sześćdziesiątych. W porównaniu z protuberancjami mogą wydawać się zjawiskiem mało efektownym, chociaż możliwość obserwacji przy dużej rozdzielczości skomplikowanych struktur podobnych do drabin ujawnia ich złożoność. Pojawiają się na granicy rozdzielającej przeciwne biegunowości w obszarach aktywnych. Obserwowane są między innymi w wąskim zakresie H_α jako nagłe pojaśnienia chromosfery, choć tak naprawdę gros promieniowania umyka w zakresie rentgenowskim i ultrafioletowym. Wyróżnia się klasy rozbłysków rentgenowskich w zależności od ilości energii emitowanej w impulsywnej fazie zjawiska. W czasie maksimum cyklu słonecznego zdarzają się rozbłyski klasy X, w czasie minimum z rzadka dwa rzędy mniej energetyczne zaliczane do klasy C. Rozbłysk określa się jako nagłą zmianę konfiguracji pola magnetycznego, co prowadzi do wyzwolenia zmagazynowanej w poprzednim stanie energii. Sam proces do tego prowadzący nazywamy rekoneksją. Wyróżnia się trzy fazy zjawiska, choć faza pierwsza może nie pojawić się w ogóle, bądź od razu po niej występuje faza trzecia. Są to: faza „osadzenia" (ang. onset), impulsywna i powrotu do stanu pierwotnego. Klasa pojawiających się rozbłysków zależy od ogólnego tła rentgenowskiego Słońca. Nie należy ich mylić z tak zwanymi jasnymi punktami (ang. brilliant points), które między innymi z racji obejmowanej przez nie powierzchni nie są uznawane za rozbłyski. Plazma wyrzucona z chromosfery Słońca, dryfując poprzez dosyć rozciągłą koronę, emituje promieniowanie głównie w zakresie centymetrowych i metrowych fal radiowych. Zmieniająca się gęstość otaczającego ośrodka powoduje zmianę częstotliwości emitowanego promieniowania, co pozwala na ustalenie prędkości przemieszczającego się obłoku. Z reguły nie przewyższa ona 2000 km/s, choć wartości przekraczające 1000 km/s uznać należy za wysokie. Dla porównania prędkość rozszerzania się otoczki supernowej w zależności od typu wynosić może od 5000 do 10000 km/s. Pojawiające się podczas dryfu plazmy rozbłyski radiowe II rodzaju mają charakter termiczny, zaś ich istnienie wiąże się ściśle z obserwowaną prędkością wyrzuconego plazmoidu. Przy niskiej nie pojawiają się w ogóle. Stąd można wnioskować o ich naturze i wiązać ich pochodzenie z falami uderzeniowymi. Pole magnetyczne potrafi zachęcić cząstki zarówno do ruchu wzdłuż linii sił jak i do wirowania wokół nich. Występuje tu tzw. efekt synchrotronowy – cząstka zmuszana wciąż do zmiany swej chwilowej trajektorii jest źródłem promieniowania, którego częstotliwość zależy od jej masy, ładunku i prędkości, jak i od natężenia samego pola. Widmo (są to zarezerwowane częstotliwości - składowe harmoniczne) w przypadku relatywistycznym wygląda podobnie jak równowagowy rozkład Plancka. Dla niewielkich prędkości pojawić się może wyłącznie jedna linia. Rozbłyski radiowe IV typu mają właśnie taką naturę i pochodzą od tworzących się w czasie rekoneksji obłoków plazmowych.

Protuberancje – inaczej wyglądają na brzegu tarczy słonecznej, a inaczej w pobli-

żu jej środka. Są jeszcze jednym dowodem na istnienie na Słońcu pól magnetycznych. (Chłodna plazma, wystarczająco gęsta by absorbować promieniowanie dochodzące do niej z niższych warstw, uwidacznia się w przypadku zdjęć wykonywanych w linii $H\alpha$). Dzielą się one na spokojne i wybuchowe, te zaś na wiele innych podklas. Np. APS – ang. Arch Prominence System – pojawia się w obszarach aktywnych szybko zwiększających swoją powierzchnię. Protuberancje mają wiele wspólnego z rozbłyskami, zaś tzw. dwuwstęgowe rozbłyski (ang. two ribbon flares) są ciekawym przypadkiem rekoneksji pól całych włókien protuberancji, a nie jedynie pojedynczych dipoli jak w przypadku „klasycznej wersji" zjawiska. Dziury koronalne na pozór mogą wydawać się nieciekawe. Ciemne obszary, o niższej niż otaczająca je korona temperaturze i gęstości są źródłem wzmocnionego wiatru słonecznego.

Obserwowane w zakresie rentgenowskim pojaśnienia są skutkiem hamowania cząstek w wystarczająco silnym polu magnetycznym. Tam gdzie jest ciemno linie są otwarte i cząstki mogą wyciekać ze Słońca. Istnienie praktycznie stale utrzymujących się dziur polarnych, a także izolowanych, pojawiających się w różnych miejscach (czasem połączonych z polarnymi) i korotujących z całą koroną, jest również związane z sektorową strukturą pola magnetycznego Słońca, co nie pozostaje bez wpływu na ziemską magnetosferę. Podział taki odkryty został dzięki badaniom satelitarnym we wczesnych latach sześćdziesiątych. O położeniu dziur sprzyjających dziwnym zjawiskom w ziemskiej magnetosferze (moment przejścia przez słoneczny południk centralny) możemy się dowiedzieć spoglądając na Słońce w zakresie rentgenowskim, bądź śledząc zjawisko w sposób pośredni – poprzez wykorzystanie do tego celu pewnych starannie wyszukanych linii widmowych.

4. Powszechność zjawisk tego rodzaju wśród gwiazd

Sądzić należy że to, co dzieje się w atmosferze słonecznej nie jest niczym wyjątkowym. Mając jednak ograniczone możliwości detekcji, można się spodziewać, że wiele gwiazd o podobnych cechach umknie astronomom chociażby z powodu plam o podobnej wielkości jak na Słońcu. Innymi słowy dojrzeć możemy jedynie te plamy, które zajmują duży procent powierzchni gwiazd. O istnieniu plam na gwiazdach ciągu głównego typów widmowych od F do M wiadomo z obserwacji periodycznych zmian tzw. modulacji w linii wapnia i magnezu. Tłumacząc je istnieniem plam udało się zmierzyć fotometryczne okresy rotacji co najmniej kilkunastu z nich. Potwierdzona została również emisja chromosferyczna dla gwiazd V klasy jasności, stawiając Słońce w ich rzędzie, choć z dużo słabszym średnim polem magnetycznym. Ponieważ to właśnie pole magnetyczne jest odpowiedzialne za powstawanie ciemnych obszarów w fotosferze, jest to niewątpliwie argument za tym, że one rzeczywiście na nich są. No a jeśli są plamy, to być może również rozbłyski. Gwiazdy rozbłyskowe – UV Ceti – znane są od dawna. Zdarzające się na nich rozbłyski dają wyjątkowo duży wkład do całkowitej jasności gwiazdy prawdopodobnie dzięki niskiej temperaturze efektywnej. Samo zjawisko zachodzi w innej niż słoneczna skali i ma charakter rozbłysku protuberancji. Pojawiające się podczas takich rozbłysków normalnie nie występujące linie zjonizowanego helu wskazują na wzrost jasności spowodowany nagłym ogrzaniem atmosfery. Podobne zjawisko zachodzi podczas rozbłysków słonecznych, choć z udziałem zupełnie innych i dużo silniej zjonizowanych linii.

5. Dynamo gwiazdowe

Czym można wytłumaczyć cykle słoneczne? Skoro samo pole magnetyczne uzasadnia powstawanie plam, może jest w stanie wyjaśnić zmniejszanie się ich heliograficznej szerokości w trakcie trwania 11-letniego cyklu i zmianę biegunowości plam po upływie tego okresu? Okazuje się, że tłumaczy i to dosyć dokładnie. Samo istnienie granicy pomiędzy otoczką i wnętrzem Słońca jest w stanie jedynie wzmocnić istniejące pole, zaś za jego generację odpowiedzialna jest wysokotemperaturowa i prawdopodobnie wysokoprzewodząca plazma, o jaką w centralnych obszarach Słońca nie trudno. Symulacje numeryczne ilustrujące ewolucję rozwiązania uśrednionego równania indukcji wskazują na pojawianie się na początku cyklu plam w okolicy 30 stopnia szerokości heliograficznej, a następnie ich zbliżanie się do równika i zmianę biegunowości słonecznego dipola pod koniec okresu. Podobne okresy na gwiazdach ze zmierzoną emisją w jądrach linii absorbcyjnych mogą sięgać kilkudziesięciu lat. Zaś okresy rotacji, w zależności od typu widmowego, od kilku do blisko pięćdziesięciu dni dla gwiazd pojedynczych. W przypadku gwiazd podwójnych z poplamionym jednym ze składników okresy rotacji są znacznie krótsze – rzędu okresu orbitalnego. Okres rotacji podobnie jak wielkość emisji chromosferycznej i natężenie średniego pola magnetycznego zależą od wieku gwiazdy.

6. Magnetosfera i jonosfera

Wszystkim znany magnes wytwarza dipolowe pole magnetyczne. Nieco podobnie wyglądające pole posiada Ziemia i kilka innych planet Układu Słonecznego. Magnetosferę definiuje się poprzez tzw. betę plazmową. Wszędzie tam, gdzie gęstość energii tegoż pola przewyższa gęstość energii termicznej znajdujemy się wewnątrz magnetopauzy, a zatem w magnetosferze. (Jest to taki trochę przechylony dipol z bardzo długim ogonem). Od „zewnętrznej" strony sąsiaduje ona z warstwą turbulentną, a od „wewnątrz" z wysoce zjonizowaną częścią ziemskiej atmosfery nazwanej z tego właśnie powodu jonosferą. Istnieje ona dzięki jonizującemu strumieniowi promieniowania słonecznego. Zmniejsza się on wraz ze zbliżaniem się do powierzchni Ziemi równocześnie ze wzrastającą gęstością atmosfery. Wzrasta zatem ilość swobodnych elektronów, ale tylko do wysokości gdzie strumień odpowiednio wysokoenergetycznego promieniowania zdolnego jonizować ośrodek jest wystarczająco wysoki. Bliżej powierzchni docierać muszą zatem bardziej energetyczne i jednocześnie rzadsze kwanty. Stąd wniosek, że na pewnej wysokości powinno występować maksimum gęstości elektronów. W rzeczywistości jest ich kilka i każde z nich odpowiada innej wyróżnionej warstwie.

7. Aktywność Słońca a ziemski magnetyzm

Zjawiska na Słońcu nie są obojętne dla ziemskiej magneto i jonosfery. Jeden z rodzajów zaburzenia magnetyzmu planety o charakterze globalnym nosi nazwę burzy magnetycznej. Początek jest zwykle skromny – pole magnetyczne wiatru słonecznego mającego natężenie kilku gamma (nanotesli) wykazuje wahania, aż w końcu zmienia się zwrot wektora tego pola na południowy (w odniesieniu do osi ziemskiego dipola) w sposób bardziej zdecydowany. Ziemska magnetosfera otwiera się i zwiększony strumień cząstek wnika głębiej w okolice plazmapauzy korotującej z Ziemią. Otwarcie poprzedza kompresja magnetosfery. Tak naprawdę kierunek składowej pola magnetycznego nie zmienia się w sposób dowolny.

Skierowany na południe jest związany z lokalnymi niejednorodnościami wiatru słonecznego, w tym także z wyrzuconymi podczas rozbłysków z chromosfery obłokami plazmy. Zmienia się wartość składowej poziomej planetarnego pola magnetycznego. Po nagłym wzroście odpowiadającym ściśnięciu magnetosfery, następuje spadek i powolny powrót do stanu normalnego. Trwa to zwykle kilkadziesiąt godzin. Po kilku bądź kilkunastu godzinach od początku zaburzenia w magnetyzmie zaczyna się burza w jonosferze, choć nie zawsze. Następuje zmniejszenie częstotliwości krytycznej warstwy F2 w jonosferze, zwiększa się jej obserwowana na jonogramach wysokość, a ponadto zmienia skład jonowy warstwy. Sama burza w jonosferze ma swoje fazy i równie dobrze może najpierw wystąpić krótkotrwałe zwiększenie wspomnianej częstotliwości, a potem bardziej długotrwały spadek. Zmniejszenie częstotliwości odpowiada spadkowi koncentracji elektronów na tych wysokościach, nawet o ponad dwadzieścia procent. Warstwa F2 występuje latem na wysokości około 250 kilometrów i dominującym składnikiem jest zjonizowany tlen. Zimą zanika, a ściślej warstwa F nie rozwarstwia się na składowe F1 i F2. Burze mają pewne znaczenie w przypadku dalekozasięgowej łączności krótkofalowej. Niektórzy twierdzą, że mają dający się uchwycić w statystyce wpływ na samopoczucie i zdrowie ludzi, choć poza migreną brak na to bardziej przekonującego dowodu. Dużo bardziej prawdopodobnym jest jej związek z pogodą.

8. Inne zaburzenia

Burze magnetyczne zwykło dzielić się na dwie grupy. O nagłym – to klasa pierwsza (opisana wcześniej) i o stopniowym początku – klasa druga. Za każdy z typów odpowiedzialny jest inny proces mający swe korzenie w słonecznej chromosferze. Zaburzenie o stopniowym początku związane jest z dziurami koronalnymi i sektorową strukturą pola magnetycznego Słońca. Burze zaczynające się nagle następują po energetycznych rozbłyskach albo wybuchach protuberancji. Promieniowanie rentgenowskie i UV pochodzące z silnych rozbłysków, zwłaszcza długotrwałych, tzn. trwających dłużej niż 1,5 godziny, powoduje zwiększoną jonizację w najniższej warstwie jonosfery – D. W związku ze zmienioną koncentracją niskich warstw pojawia się w tym obszarze cała klasa różnych zjawisk określanych mianem nagłego zaburzenia jonosferycznego. Właściwa burza zaczyna się jednak kilkadziesiąt godzin później, ale może się tak zdarzyć, że zwiększenie poziomu aktywności magnetycznej nie nastąpi w ogóle nawet dla bardzo silnego rozbłysku.

Podobnym zjawiskiem jest tak zwana podburza (ang. substorm). Konfiguracja pola magnetycznego Ziemi to olbrzymi rezerwuar energii. Co jakiś czas dochodzi do przelewu plazmy z obszaru ogona magnetycznego w okolice bieguna magnetycznego. Zjawisko ma miejsce w sektorze wieczornym, trwa około dwudziestu minut i jest ściśle związane z zorzami, które na terenie Polski raczej nie są obserwowane. Występują natomiast w zakresie radiowym. Pole magnetyczne zachowuje się podobnie jak podczas zwykłej burzy, istotna jest skala czasowa zjawiska – są to zdecydowanie godziny, a nie dziesiątki godzin.

Innym zjawiskiem burzopodobnym jest zatoka magnetyczna wywoływana przez konfigurację prądów wirowych i pierścieniowego prądu zorzowego płynących w obszarze polarnym. Mogą być one obserwowane podczas głównej fazy burzy magnetycznej w postaci dodatkowych spadków natężenia składowej poziomej pola magnetycznego lub jako zjawisko niezależne.

W jonosferze zaś oprócz nagłego zdarzają się tak zwane podróżujące zaburzenia jonosferyczne, związane z polarnymi prądami wirowymi i pionowym ruchem cząstek naładowanych. Właśnie te prądy i przepływy są źródłem wewnętrznych fal grawitacyjnych powodujących pojawianie się rozmycia warstwy F i sporadycznej warstwy E, mających strukturę sita. Np. normalnie występujące na wysokości około 100 km maksimum gęstości elektronowej warstwy E może przechodzić (w praktyce ta „dodatkowa" warstwa jest stale widoczna) w sporadyczną warstwę E składającą się z bardziej bogatych w elektrony zagęszczeń i tym samym obserwowanej na nieco wyższych częstotliwościach ale tej samej wysokości. Ponieważ posiada strukturę sita jest ona częściowo przeźroczysta dla fal radiowych i przeświecają przez nią warstwy leżące wyżej. Trochę podobnie jest z warstwą F. Płynące na różnych wysokościach, w przeciwnych kierunkach prądy zdmuchują bogate w elektrony kłaczki plazmy dając efekt rozmycia warstwy zarówno w wysokości jak i częstotliwości.

9. Gdzie jonosfera, a gdzie kosmos?

W zakresie częstotliwości od 6 do 10 MHz jest jakby trochę więcej emisji radiowych. Być może to tylko sugestia. Ale wiadomo, że przez pewien czas jonosfera i fale krótkie były najlepszym kanałem informacyjnym pomiędzy odległymi miejscami na kuli ziemskiej. Obecnie, w dobie łączności satelitarnej nie ma ona aż tak wielkiego znaczenia, chociaż czasami daje znać o sobie i utrudnia satelitarnym systemom nawigacyjnym precyzyjne ustalenie pozycji. Dlatego też wiedza o tym jak jonosfera potrafi się przy okazji szczególnie widowiskowych zjawisk na Słońcu zachować, nie pozostaje bez znaczenia dla ludzkiego zdrowia i bezpieczeństwa czy chociażby dobrego humoru.

Do najbardziej spektakularnych skutków aktywności plamotwórczej Słońca zaliczyć należy wydarzenia jakie miały miejsce w marcu roku 1989. Olbrzymie kłopoty z nawigacją spotkały kanadyjskie śmigłowce podczas manewrów na Morzu Północnym. Zniszczeniu uległ transformator w fabryce nuklearnej Salem Nuclear Plant w New Yersey. Pojawiały się spadki napięcia na liniach przesyłowych bądź przepływ prądu był całkowicie blokowany. Takie dziewięciogodzinne zaciemnienie miało miejsce w kanadyjskiej prowincji Quebec, podobne zdarzały się w Skandynawii. Cisza na falach radiowych oplotła natomiast całą Grenlandię. Gdzieniegdzie nie można było odbierać telewizyjnych transmisji, a korzystanie z telefonów komórkowych ograniczone było do obiektów nie poruszających się ze względu na silną w tym czasie interferencję. Wiele pracy mieli także operatorzy sztucznych satelitów. W czasie silnych burz magnetycznych (przynajmniej w ich początkowej fazie) magnetosfera jest ściskana i może się zdarzyć, że towarzysząca temu zmiana gęstości ośrodka wytrąci satelitę z kontrolowanej orbity. W marcu 1989 roku zaistniała konieczność dokonania korekt dla siedmiu geostacjonarnych satelitów Ziemi.

A tak na marginesie to chyba wart odnotowania jest fakt, iż praktycznie wszystkie dotychczasowe loty załogowych statków kosmicznych miały miejsce w jonosferze. Również orbita stacji orbitalnej Mir, podobnie jak HST pozostaje wewnątrz przeźroczystej dla promieniowania ultrafioletowego i rentgenowskiego warstwy F2.

KRONIKA

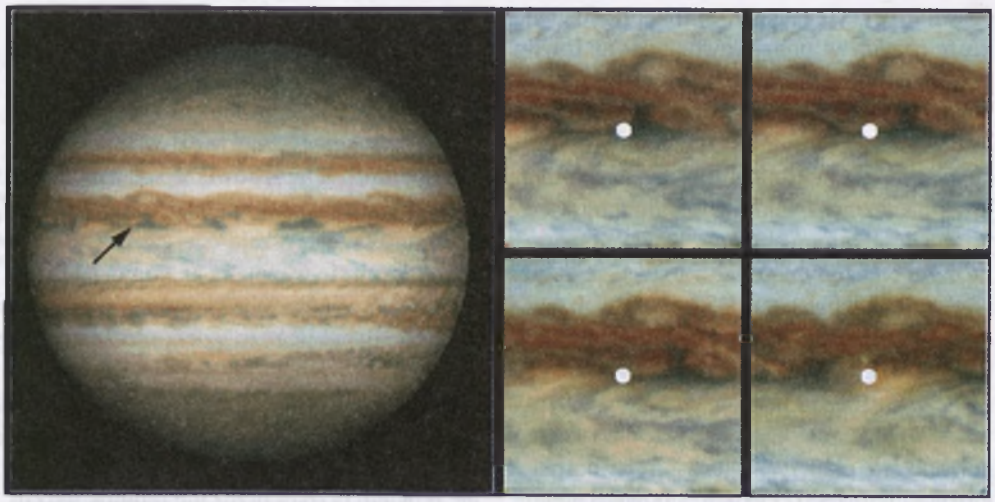
Pierwsze wyniki sondowania Jowisza próbnikiem Galileo

Jak pamiętamy (patrz np. *Urania* nr 11/1995), w dniu 7 grudnia 1995 roku sonda Galileo, po sześcioletnim locie z Ziemi dotarła do celu stając się sztucznym satelitą Jowisza. Przez najbliższe dwa lata będzie prowadzić badania tej planety, przestrzeni ją otaczającej oraz krążących wokół niej satelitów. Pierwszym i kto wie czy nie najciekawszym punktem programu całego eksperymentu było zanurzenie się w atmosferze i warstwach powierzchniowych planety próbnika, który – odłączony od sondy kilka miesięcy wcześniej – również 7 grudnia trafił w Jowisza. Urządzenie o masie 339 kg (z czego na przyrządy naukowe przypadało zaledwie 30 kg) osiągnęło planetę poruszając się z prędkością 47 km/s. Po początkowym hamowaniu aerodynamicznym w atmosferze rozwinął się spadochron, dzięki któremu próbnik mógł opadać znacznie wolniej badając zastane środowisko. Wszystkie jego instrumenty pracowały przez 57 minut, podczas których próbnik przebył 156 km. Wyniki pomiarów były na bieżąco przekazywane drogą radiową do sondy Galileo, przelatującej w tym czasie w odległości od niego około 200 tys. km. Zapisane w pamięci sondy są teraz systematycznie przekazywane na Ziemię. Trwa to długo, gdyż z powodu awarii sonda pozbawiona jest głównej anteny do transmisji danych i kontakt z nią odbywa się tylko za pomocą małej anteny pomocniczej. Pierwsze, prowizoryczne rezultaty przeprowadzonych badań zostały ogłoszone przez NASA 22 stycznia 1996 roku. Co w świetle tych nowych informacji można powiedzieć o Jowiszu?

Zacznijmy od sprawy, która wprawdzie wydawała się oczywista, ale której stwierdzenie na drodze eksperymentu nie może zostać zbagatelizowane. Podczas zagłębiania się w glob jowiszowy próbnik nie natrafił na żaden twardy obiekt. Potwierdza to wiadomy od dawna fakt, że Jowisz nie ma twardej powierzchni, takiej jak Ziemia czy też podobne do niej planety – Merkury, Wenus i Mars. Próbnik potwierdził także drugi fakt oczywisty, że głównym składnikiem największej planety Układu Słonecznego jest najlżejszy ze wszystkich pierwiastków, wodór. Zaskoczeniem natomiast jest to, że w atmosferze i warstwach powierzchniowych Jowisza wydaje się być dwukrotnie mniej niż dotychczas sądzono helu oraz znacznie mniej cięższych pierwiastków takich jak węgiel, tlen czy siarka. Nie potwierdziły się też przypuszczenia o występowaniu tam trzech wyraźnych warstw obłoków zdominowanych przez kryształki zestalonego napierw amoniaku, następnie związku chemicznego zwanego wodorosiarczkiem amonowym i wreszcie wody.

Zdziwienie budzi w szczególności to, że atmosfera Jowisza wydaje się być sucha, pozbawiona kondensacji obfitujących w wodę (w postaci np. płatków śniegowych). Na ich obecność wskazywały ostatnio m.in. obserwacje rozchodzenia się po powierzchni planety fal powstałych w wyniku uderzeń w nią fragmentów komety Shoemaker-Levy 9 w lipcu 1994 roku. Wyniki pomiarów próbnika Galileo zmuszają więc do ponownego spojrzenia na niektóre interpretacje tamtego wydarzenia.

Zdjęcia Jowisza uzyskane za pomocą sond Voyager pokazały dużą różnorodność wielkoskalowych ruchów materii w atmosferze i warstwach powierzchniowych planety. Wnikliwa ich analiza uwiarygodniła np. wcześniejsze przypuszczenia, że obserwowana od ponad 300 lat wielka czerwona plama jest najprawdopodobniej gigantycz-



Zdjęcie Jowisza wykonane za pomocą teleskopu kosmicznego Hubble'a, na którym strzałką zaznaczono miejsce lądowania próbnika atmosferycznego sondy GALILEO w dniu 7 grudnia 1995 roku. Z prawej strony cztery powiększenia miejsca lądowania próbnika (biała kropka w środku) sfotografowane co 10 godzin dla ukazania aktywności atmosfery i warstw powierzchniowych Jowisza; każde zdjęcie obejmuje na powierzchni planety obszar kwadratu o boku ok. 37 tys. km. Fot. R. Beebe, NASA.

nym zawirowaniem przypominającym ziemskie cyklony. Próbnik Galileo nie tylko potwierdził obecność tych ruchów ale także stwierdził, że odbywają się one ze znacznie wiekszymi prędkościami niż się spodziewano. Oczekiwano, że maksymalna prędkość wiatrów w atmosferze Jowisza nie powinna być większa niż 350 km/godz.; okazało się natomiast, że wieją one głębiej niż przypuszczano i z prędkościami przekraczającymi nawet 500 km/godz.

Kolejną niespodzianką jaką sprawił próbnik Galileo jest stwierdzenie, że atmosfera Jowisza ma większą gęstość niż dotychczas sądzono. Również jej temperatura okazała się znacznie wyższa od oczekiwanej (do tej pory uważano na przykład, że obszary o ciśnieniu jednego bara – przyjmowane umownie za powierzchnię Jowisza – charakteryzuje temperatura około -100° C).

Zarówno temperatur warstw powierzchniowych wynikających z pomiarów próbnika Galileo, jak i zmierzonych przez niego szybkości wiatrów na Jowiszu, nie da się wytłumaczyć jedynie ogrzaniem planety przez Słońce. Jowisz musi więc posiadać jakieś wewnętrzne źródła energii. Taki sam wniosek wynika z analizy obserwacji wielkiej czerwonej plamy oraz po prostu z jej długotrwałości; do tej pory brak jest wiarygodnego wyjaśnienia, co może być źródłem energii podtrzymującej jej istnienie. Od dawna też wiadomo, że Jowisz wypromieniowuje dwukrotnie więcej energii, niż otrzymuje od Słońca, ale źródło tej dodatkowej emisji nie jest znane. To wszystko stanowi jedną z najbardziej intrygujących zagadek największej planety.

Chociaż skład chemiczny Jowisza jest zbliżony do słonecznego, to jednak w jego wnętrzu nie mogą zachodzić reakcje termojądrowe przemiany wodoru w hel, będące głównym źródłem energii Słońca, gdyż ciśnienia i temperatury tam występujące są za małe. Sądzono więc, że poszukiwana energia może być wynikiem kurczenia się planety (wystarczyłoby tempo około 1 mm rocznie), które powinno prowadzić do zamiany energii grawitacyjnej na energię cieplną. Koncepcja ta nie wytrzymała jednak próby

czasu. Precyzyjna analiza zmian torów sond kosmicznych w polu grawitacyjnym Jowisza pozwoliła znaleźć rozkład gęstości wewnątrz jego globu. Okazało się, że wzrost gęstości ku środkowi jest tak wolny, iż wyklucza popularną dotąd hipotezę, że Jowisz jest kulą gazową. Najprawdopodobniej więc jest on wypełniony ciekłym wodorem metalicznym otoczonym grubą warstwą ciekłego wodoru molekularnego. Ściśliwość tych cieczy jest za mała aby ich kurczenie się mogło być poszukiwanym źródłem energii. Być może więc Jowisz posiada jeszcze w swym wnętrzu zapas ciepła pochodzący z okresu kondensacji planety z pierwotnego obłoku gazowo-pyłowego wokół powstającego Słońca.

Transport energii we wnętrzu Jowisza odbywa się głównie drogą konwekcji czyli unoszenia się ku powierzchni warstw cieplejszych i opadania ku centrum warstw chłodniejszych. Ponieważ ciekły wodór metaliczny jest dobrym przewodnikiem elektryczności więc konwekcja termiczna wzmacnia pole magnetyczne planety. Jego natężenie przy powierzchni jest kilkanaście razy większe niż pola magnetycznego Ziemi. Pole magnetyczne więzi w tzw. pasach radiacyjnych wokół Jowisza znaczną liczbę cząstek naładowanych, których energie wielokrotnie przewyższają energie cząstek poruszających się wewnątrz analogicznych pasów wokół Ziemi. Warto dodać, że próbnik Galileo odkrył jeszcze jeden, nie znany dotychczas pas radiacyjny w odległości około 50 tys. km od powierzchni planety.

Dalszy ruch sondy Galileo został tak zaplanowany, aby omijała ona pasy radiacyjne, bowiem przelot przez nie mógłby uszkodzić jej urządzenia elektroniczne. Miejmy więc nadzieję, że nic już jej nie zagrozi i przez kilkanaście najbliższych miesięcy będzie przekazywać na Ziemię jeszcze wiele nowych, równie ciekawych jak dotychczas informacji o Jowiszu i jego satelitach.

Krzysztof Ziołkowski

KĄCIK OLIMPIJCZYKA

Model grawitacyjnej soczewki punktowej

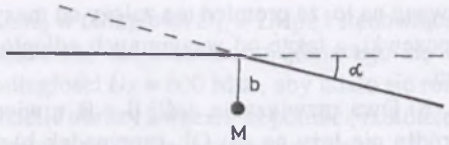
Soczewkowanie grawitacyjne stanowi dynamicznie rozwijający się dział astrofizyki, głównie ze względu na to, że efekty soczewkowania są obserwowane i dostarczają astrofizykom wielu nowych informacji m.in. o rozkładzie materii stanowiącej soczewkę. Poniżej przedstawiamy w formie problemów najprostszy model soczewkowania grawitacyjnego na przykładzie tzw. soczewki punktowej. Wykorzystujemy znany dla ucznia aparat matematyczny: równanie kwadratowe, obliczanie prostych pochodnych, całek itp. Model ten pozwala zrozumieć istotę zjawiska, a także obliczyć podstawowe wielkości. Na początek proponujemy trzy problemy, w których zastanawiamy się dlaczego zamiast pewnego źródła promieniowania obserwujemy tylko jego obrazy, ile ich powinno być i gdzie powinny być położone.

Problem 1

Zgodnie z Teorią Względności (poprawnie opisującą zjawiska grawitacyjne) punktowe ciało o masie M ugina promień świetlny przechodzący w odległości b od tego ciała o kąt α równy:

$$\alpha = \frac{4GM}{c^2 b} \qquad (1)$$

gdzie G – stała grawitacji, c – prędkość światła. Oblicz ile będzie wynosił ten kąt



Rys. 1. Ugięty promień świetlny przybliżamy dwoma asymptotycznymi prostymi, kąt α jest właśnie kątem pomiędzy tymi dwoma asymptotami. W dalszym ciągu będziemy rozważać takie asymptotyczne promienie zamiast rzeczywistego zakrzywionego promienia świetlnego.

jeżeli ciałem tym jest Słońce ($M_\odot \approx 2\cdot 10^{33}$g), zaś najmniejsza odległość b wynosi:

a) $b = 1R_\odot \approx 7\cdot 10^{10}$cm, czyli promienie świetlne przechodzą tuż przy powierzchni Słońca.

b) $b = 10\,R_\odot$

Rozwiązanie

Podstawiając dane do wzoru (1) otrzymujemy

a) $\alpha = 8.48\cdot 10^{-6} \approx 1.''75$ (sekundy łuku) jest to sławny wynik na ugięcie światła w pobliżu Słońca, potwierdzony po raz pierwszy podczas ekspedycji angielskiego astrofizyka Eddingtona w 1919 roku.

b) $\alpha = 0.''175$ zatem w tym przypadku kąt jest 10 razy mniejszy niż poprzednio.

Na zakończenie tego problemu zwróćmy uwagę na to, że ten kąt ugięcia jest bardzo mały, oraz na to że kąt ugięcia promieni przechodzących bardzo daleko od tego obiektu jest znacznie mniejszy niż kąt ugięcia promieni przechodzących blisko tego obiektu ($\alpha \sim 1/b$).

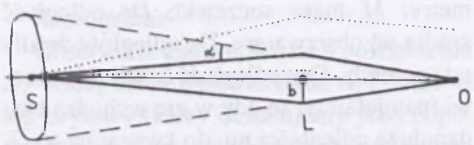
Problem 2

Jaki obraz pewnego źródła promieniowania S zaobserwuje obserwator O, jeżeli pomiędzy O i S znajduje się punktowe ciało L (zwane dalej soczewką). Opisz sytuację jakościowo.

Rozwiązanie

Mamy możliwe dwie sytuacje:

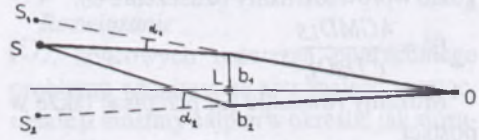
a) Obiekt L leży dokładnie na linii łączącej O i S – czyli w tym samym kierunku co S. W takiej sytuacji mamy symetrię osiową wokół linii OS, a więc promienie świetlne



Rys. 2. Źródło leży na osi OL. Tylko promienie świetlne przechodzące w pewnej odległości od obiektu L (narysowanego pogrubioną linią) dotrą do obserwatora. Promienie biegnące zbyt blisko lub zbyt daleko L nie dotrą do niego. Mamy symetrię wokół osi OL – obserwator widzi pierścień o określonym promieniu.

wysłane z S w dowolnym kierunku, ale przechodzące w pobliżu L w tej samej odległości b zostaną ugięte o ten sam kąt α, dochodząc do obserwatora O i dając obraz punktowego źródła S w postaci pierścienia – tzw. pierścienia Einsteina (patrz rys. 2). Promień tego pierścienia obliczymy w następnym problemie.

b) Obiekt L leży poza linią OS. W tym przypadku mamy wyróżnioną płaszczyznę SLO, a zatem układ nie posiada już symetrii osiowej. Promienie wysłane ze źródła S i przechodzące w odległości b_1 od L zostaną ugięte o kąt α_1 i dotrą do obserwatora dając obraz S_1. Lecz także promienie przechodzące z drugiej strony soczewki, w odległości b_2, po ugięciu o kąt α_2 również dotrą do obserwatora dając drugi obraz S_2 (patrz rys. 3). A zatem w tym przypadku zamiast źródła S obserwator zobaczy dwa jego obrazy.



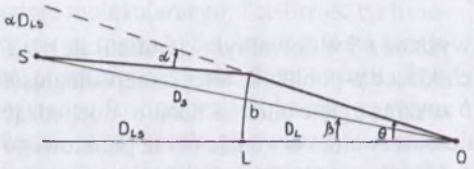
Rys. 3. Źródło nie leży na osi OL, obserwator O widzi dwa obrazy źródła po obu jego stronach.

Problem 3

Jakie równanie łączy ze sobą następujące wielkości: β – odległość kątową źródła od osi OL oraz θ – odległość kątową obrazu od osi OL? Znajdź rozwiązanie na θ. Ile jest tych rozwiązań? Przyjmij jako znane para-

metry: M masa soczewki, D_S odległość źródła od obserwatora, D_L odległość źródła od soczewki, D_{LS} odległość źródła od soczewi (pamiętajmy, że gdy w grę wchodzą bardzo duże odległości np. do kwazarów to $D_S \neq D_L + D_{LS}$).

Uwaga. W naszej sytuacji wszystkie kąty podajemy w radianach i są one bardzo małe.



Rys. 4. Zmieniając położenie źródła (kąt β), zmienimy także położenie obrazów (kąt θ).

Rozwiązanie

Szukamy związku łączącego kąty θ i β. Z rys. 4 wynika, że:

$$\theta = \beta + \gamma.$$

Ponieważ wszystkie kąty są bardzo małe więc:

$$\gamma = \frac{\alpha D_{LS}}{D_S}$$

zaś:

$$b = \theta D_L$$

co razem daje:

$$\theta = \beta + \frac{\theta_0^2}{\theta}, \qquad (2)$$

gdzie wprowadziliśmy oznaczenie θ_0:

$$\theta_0^2 = \frac{4GMD_{LS}}{c^2 D_S D_L}. \qquad (3)$$

Możemy równanie (2) przepisać także w postaci

$$\theta^2 - \beta\theta - \theta_0^2 = 0. \qquad (4)$$

Widzimy więc, że otrzymujemy równanie kwadratowe na θ, które ma:

a) Jedno rozwiązanie, jeżeli $\beta = 0$ – czyli źródło S leży na osi OL (przypadek a) z problemu 2). To jedno rozwiązanie ma wtedy postać $\theta = \theta_0$, a zatem pierścień Einsteina ma promień kątowy dany wzorem (3). Zwróćmy uwagę na to, że promień ten zależy od masy soczewki, a także od wzajemnych odległości.

b) Dwa rozwiązania, jeśli $\beta \neq 0$, a więc źródło nie leży na osi OL (przypadek b) z problemu 2). Te dwa rozwiązania odpowiadają obrazom odległym od osi OL o kąty:

$$\theta_1(\beta) = \frac{1}{2}(\beta + \sqrt{4\theta_0^2 + \beta^2}) \qquad (5)$$

$$\theta_2(\beta) = \frac{1}{2}(\beta - \sqrt{4\theta_0^2 + \beta^2}). \qquad (6)$$

Zauważmy, że $\theta_1 > 0$ zaś $\theta_2 < 0$ (jeśli przyjmiemy $\beta > 0$), czyli obraz 1 leży po tej samej stronie soczewki co i źródło, zaś obraz 2 po przeciwnej. Obliczmy jeszcze odległość kątową między obrazami czyli

$$|\theta_1| + |\theta_2| = \theta_1 - \theta_2 = \sqrt{4\theta_0^2 + \beta^2} \geq 2\theta_0$$

zatem obrazy odległe są od siebie o więcej niż dwa promienie Einsteina. Natomiast różnica odległości kątowych obrazów od osi OL wynosi

$$|\theta_1| - |\theta_2| = \theta_1 + \theta_2 = \beta$$

zatem odległości kątowe obrazów od osi OL różnią się od siebie dokładnie o wartość kąta β.

Postać funkcji $\theta_1(\beta)$ oraz $\theta_2(\beta)$ podsuwa nam jeszcze jedną wielkość, którą można prosto obliczyć, a mianowicie

$$|\theta_1| \cdot |\theta_2| = \theta_1(-\theta_2) = \theta_0^2$$

Widzimy więc, że iloczyn odległości kątowych obu obrazów jest równy kwadratowi promienia Einsteina.

Jako przykład zastosowania otrzymanych wyników proponujemy teraz dwa zadania.

Zadanie 1. Jaka będzie minimalna odległość kątowa między obrazami gwiazdy znajdującej się w odległości $D_S = 10$ kpc (1 pc = 9.09 . 10^{18} cm), powstałych w wyniku soczewkowania przez pewną gwiazdę o masie $1M_\odot$, znajdującą się w odległości $D_L = 5$ kpc?

Zadanie 2. Ile (w jednostkach $M_\odot$ – mas Słońca) musi wynosić masa galaktyki poło-

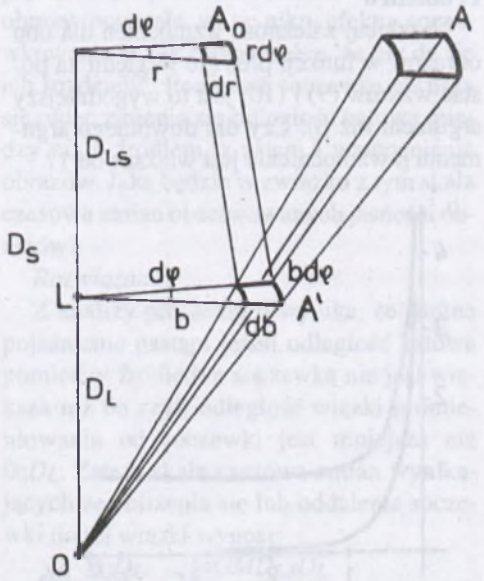
żonej w odległości D_L = 1Mpc i stanowiącej soczewkę dla kwazara znajdującego się w odległości D_S = 600 Mpc, aby udało się rozdzielić obrazy kwazara za pomocą radioteleskopu o zdolności rozdzielczej rzędu 1"?

Uwaga. Ponieważ w tym zadaniu $D_L \ll D_S$ więc możemy przyjąć $D_{LS} \approx D_S$.

W następnych kilku problemach zastanowimy się nad obserwowanymi jasnościami obrazów.

Problem 4

Rozważmy źródło S którego powierzchnia jest bardzo mała i wynosi A_0. Wiązka promieniowania z tego źródła ulega ugięciu w pobliżu L i trafia do obserwatora O (patrz rys. 5). Wiązka ta przecina płaszczyznę soczewki (czyli płaszczyznę prostopadłą do osi OL i przechodzącą przez L) i niech pole przekroju wiązki tą płaszczyzną wynosi A' ($A' \neq A$). Czy pole powierzchni obrazu A będzie takie samo jak A_0? Co oznacza to dla obserwowanych jasności obrazu i źródła?



Rys. 5. Pole powierzchni obrazu (A) nie jest takie samo jak źródła (A_0). Aby obliczyć pola powierzchni A_0 i A' wygodnie jest wprowadzić biegunowe układy współrzędnych.

Rozwiązanie

Obserwator zamiast źródła o powierzchni A_0 widzi obraz o powierzchni A. Ponieważ kąt bryłowy (który definiujemy jako odpowiadająca jemu powierzchnia podzielona przez kwadrat odległości do niej) powierzchni A i A' jest taki sam, więc:

$$\frac{A}{A'} = \frac{D_S^2}{D_L^2}$$

Zatem powierzchnia obrazu A jest inna niż powierzchnia źródła! Oznacza to, że obserwowane jasności źródła l_0 i obrazu l (które w naszym przypadku takich samych odległości źródła i obrazu są po prostu proporcjonalne do ich powierzchni) spełniają związek:

$$\frac{l}{l_0} = \frac{A}{A_0} = \frac{A}{A'} \cdot \frac{A'}{A_0} = \frac{D_S^2}{D_L^2} \cdot \frac{A'}{A_0} \neq 1 \qquad (7)$$

Widzimy, że obie jasności są różne, choć nie potrafimy jeszcze powiedzieć czy obraz jest jaśniejszy czy też słabszy niż źródło. W następnych dwóch problemach spróbujemy rozstrzygnąć ten problem.

Problem 5

W przypadku rozważanej przez nas soczewki punktowej znajdź w jaki sposób stosunek jasności obserwowanych obrazu i źródła tzw. wzmocnienie $\mu = l/l_0$ zależy od:

a) θ – odległości kątowej obrazu od osi OL,

b) β – odległości kątowej źródła od osi OL?

Rozwiązanie

Z końcowych rozważań poprzedniego problemu widzimy, że aby znaleźć wzmocnienie μ musimy najpierw określić jak stosunek A'/A_0 zależy od zmiennych odpowiednio θ i β. W tym celu wprowadźmy tzw. biegunowe układy współrzędnych:

(r, φ) – w płaszczyźnie źródła,

(b, φ) – w płaszczyźnie soczewki.

Zwróćmy uwagę na to, że współrzędne radialne r i b wiązki promieniowania wysłanej z S (patrz rys. 5) różnią się, natomiast współrzędne kątowe są takie same – źródło i

obraz leżą w tej samej płaszczyźnie OLS. Wyrazimy teraz r i b poprzez kąty θ i β (których związek ze sobą znamy):

$r = \beta \cdot D_S$, $b = \theta \cdot D_L$

Zatem bardzo małe pola powierzchni A?K i A' będą miały postać (patrz rys. 5):

$A_0 = r d\varphi dr = D_S^2 \beta d\beta d\varphi$

oraz

$A' = b d\varphi dr = D_L^2 \theta d\theta d\varphi$

Wynika stąd, że poszukiwane wzmocnienie wynosi:

$$\mu = \frac{\theta d\theta}{\beta d\beta}$$

Wykorzystamy teraz związki łączące θ i β (patrz problem 3).

a) Korzystając ze wzoru (4) mamy od razu zależność β w funkcji θ. Obliczając β/θ, oraz pochodną $d\beta/d\theta$ otrzymamy:

$$\mu_1 = \left(1 - \frac{\theta_0^4}{\theta^4}\right)^{-1} \qquad (8)$$

Zauważmy, że jeżeli θ zbliża się do wartości promienia Einsteina (co odpowiada $\beta = 0$ – źródło na osi OL) to wzmocnienie staje się bardzo duże (tu nieskończone, gdyż przyjęliśmy, że źródło i soczewka są punktowe, choć dokładnie punktowe obiekty nie występują w przyrodzie).

b) W tym przypadku korzystamy z wzorów (5) i (6) wyrażających θ_1 i θ_2 jako funkcje β. Obliczając iloraz θ_1/β oraz pochodną $d\theta_1/d\beta$ otrzymamy, że wzmocnienie obrazu 1 wynosi:

$$\mu_1 = \frac{1}{4}\left(1 + \sqrt{\frac{4\theta_0^2}{\beta^2} + 1}\right)\left(1 + \frac{\beta}{\sqrt{4\theta_0^2 + \beta^2}}\right).$$

co po przekształceniu daje

$$\mu_1 = \frac{1}{4}\left(\frac{\frac{\beta}{\theta_0}}{\sqrt{4 + \frac{\beta^2}{\theta_0^2}}} + \frac{\sqrt{4 + \frac{\beta^2}{\theta_0^2}}}{\frac{\beta}{\theta_0}} + 2\right) \qquad (9)$$

Wykonując analogiczne obliczenia dla obrazu 2 otrzymamy:

$$\mu_1 = \frac{1}{4}\left(\frac{\frac{\beta}{\theta_0}}{\sqrt{4 + \frac{\beta^2}{\theta_0^2}}} + \frac{\sqrt{4 + \frac{\beta^2}{\theta_0^2}}}{\frac{\beta}{\theta_0}} - 2\right). \qquad (10)$$

Widzimy teraz bezpośrednio, że wzmocnienia dla obu obrazów są różne (w a) otrzymaliśmy wprawdzie jeden wzór ale i tu wartości θ dla obrazu 1 oraz obrazu 2 są różne). Łatwo też sprawdzić, że dla β dążącego do 0 μ_1 oraz μ_2 są nieskończone co dyskutowaliśmy już w a).

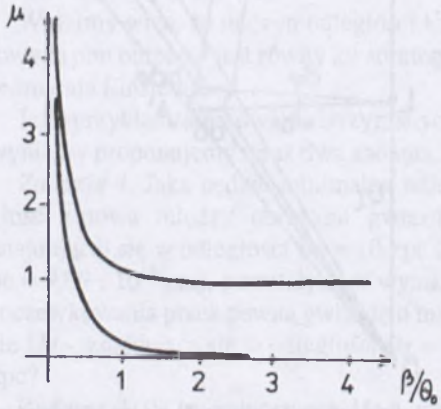
Obliczmy jeszcze różnicę wzmocnień korzystając z powyższych wzorów:

$\mu_1 - \mu_2 = 1$.

Otrzymaliśmy bardzo prosty, a zarazem zaskakujący wynik: jasność obserwowana obrazu 1 (położonego po tej samej stronie soczewki co i źródło) jest zawsze większa – i to dokładnie o jasność obserwowaną źródła – od jasności obserwowanej obrazu 2 (leżącego po przeciwnej stronie soczewki niż źródło).

Problem 6

Naszkicuj zależność wzmocnień dla obu obrazów w funkcji β/θ_0 (ze względu na postać wzorów (9) i (10) jest to wygodniejszy argument niż β). Czy dla dowolnego argumentu β wzmocnienie jest większe od 1?



Rys. 6. Krzywe przedstawiające wzmocnienia dla obrazu 1 i 2 w zależności od odległości od źródła (w jednostkach promieni Einsteina).

Rozwiązanie

Choć postać tych wzorów jest nieco skomplikowana z łatwością możemy obliczyć kilka wartości tych funkcji, np. dla argumentów 0.125, 0.25, 0.5, 0.75, 1, 1.5, 2. Po naszkicowaniu wykresu (rys. 6) widzimy, że dla bardzo małych wartości kąta β (źródło bardzo blisko osi OL) oba obrazy mają bardzo duże wzmocnienia – są jaśniejsze niż źródło – stąd nazwa zjawiska – soczewkowanie. Jednak dla coraz większych β (źródło coraz dalej od osi OL) oba obrazy są coraz słabsze i $\mu_1 \approx 1$, zaś $\mu_2 \approx 0$ czyli jasność obserwowana obrazu 1 staje się taka jak źródła, zaś obraz 2 znika. Zauważmy jeszcze, że jeśli $\beta/\theta_0 < 1$ to przynajmniej jeden obraz jest pojaśniony ($\mu > 1$). Zatem jeśli tylko odległość kątowa pomiędzy źródłem a soczewką jest mniejsza niż θ_0 to mamy szansę zaobserwować pojaśnione obrazy.

Problem 7

Załóżmy, że soczewka L porusza się z prędkością V prostopadłą do osi OL, oraz że obrazy powstałe w wyniku efektu soczewkowania są tak blisko siebie, że nie da się ich rozdzielić. Ponieważ soczewka porusza się, więc zmienia się odległość kątowa między nią a źródłem, a zatem i wzmocnienie obrazów. Jaka będzie w związku z tym skala czasowa zmian obserwowanych jasności obrazów?

Rozwiązanie

Z analizy problemu 6 wynika, że istotne pojaśnienie nastąpi jeżeli odległość kątowa pomiędzy źródłem a soczewką nie jest większa niż θ_0 czyli odległość wiązki promieniowania od soczewki jest mniejsza niż $\theta_0 D_L$. Zatem skala czasowa zmian wynikających ze zbliżenia się lub oddalenia soczewki do tej wiązki wynosi:

$$\Delta t \approx \frac{\theta_0 D_L}{V} = \sqrt{\frac{4GMD_{LS}D_L}{c^2 D_S V^2}}$$

Zauważmy, że im większa masa soczewki tym ta skala czasowa jest dłuższa. Jako ilustrację tego problemu proponujemy następujące zadanie.

Zadanie 3. Oblicz skalę czasową zmian jasności gwiazdy z Wielkiego Obłoku Magellana ($D_S = 60$ kpc) soczewkowanej przez gwiazdę o masie:

a) $M = 1^{-1} M_\odot$

b) $M = 10^4 M_\odot$

z naszej Galaktyki ($D_L = 10$ kpc) poruszającej się z prędkością $V = 200$ kms^{-1} prostopadle do linii OL.

Na zakończenie zastanowimy się jakie jest prawdopodobieństwo zaistnienia warunków dających efekt soczewkowania tzn. prawie współliniowego ułożenia się obserwatora, źródła i soczewki.

Problem 8

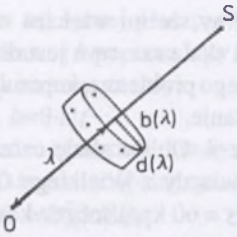
Ile wynosi N – średnia liczba gwiazd z naszej Galaktyki mogących soczewkować gwiazdę z Wielkiego Obłoku Magellana? Dla uproszczenia rozważań przyjmij, że interesuje nas tylko soczewkowanie przez gwiazdy o masie $M_\odot$ i że ilość takich gwiazd w jednostce objętości jest stała i wynosi $n = 0.05$pc^{-3}. Przyjmij także, że nasza Galaktyka jest kulą o promieniu $R = 15$ kpc.

Rozwiązanie

Mamy ustalone położenie źródła i obserwatora. Pytamy się gdzie mogą być położone ewentualne gwiazdy – soczewki. Oznaczmy położenie gwiazdy z naszej Galaktyki przez λ. Aby mogła być ona soczewką jej odległość od linii łączącej obserwatora i źródło nie może być większa niż:

$$b(\lambda) = D_L\theta_0 = \sqrt{\frac{4GM(D_S - \lambda)\lambda}{c^2 D_S}}.$$

Podzielmy więc odległość między O i S na bardzo małe odcinki $d\lambda$ i policzmy ile jest gwiazd w cylindrze, którego promień podstawy wynosi $b(\lambda)$, zaś wysokość $d\lambda$ (patrz rys. 7). Liczba tych gwiazd równa jest oczy-



Rys. 7. Z gwiazd których odległość wynosi λ tylko te mogą być soczewkami, których odległość od wiązki promieniowania wysłanej z S nie jest większa niż $b(\lambda)$.

wiście:

$$n\pi b^2(\lambda)d\lambda = \frac{n4\pi GM_{\odot}(D_S-\lambda)\lambda d\lambda}{c^2 D_S}$$

Jeżeli zsumujemy (scałkujemy) wkład od wszystkich takich cylindrów to średnia liczba gwiazd – soczewek z naszej Galaktyki wynosi:

$$N = \frac{n4\pi GM_{\odot}}{c^2 D_S}\int_0^R (D_S-\lambda)\lambda d\lambda =$$

$$= \frac{n4\pi GM_{\odot}}{c^2}\left(\frac{1}{2}R^2 - \frac{1}{3}R^3 D_S^{-1}\right)$$

Podstawiając konkretne dane liczbowe otrzymamy:

$N = 3 \cdot 10^{-6}$.

Zatem średnia liczba gwiazd z naszej Galaktyki mogących soczewkować jakąś gwiazdę Wiekiego Obłoku Magellana jest bardzo mała. Należy więc monitorować ogromne liczby gwiazd z Wielkiego Obłoku Magellana (rzędu 10^6), analizując ich zmiany jasności, aby znaleźć choć jeden przypadek soczewkowania, co już udało się astronomom.

Maria Łysik

PORADNIK BSERWATORA

Całkowite zaćmienie Księżyca 3/4 kwietnia 1996 roku

Rok 1996 przyniesie obserwatorom w Europie m.in. możliwość obserwowania dwóch całkowitych zaćmień Księżyca. Pierwsze z nich nastąpi w nocy z 3 na 4 kwietnia, a będzie ono widzialne w Polsce w dość korzystnych warunkach.

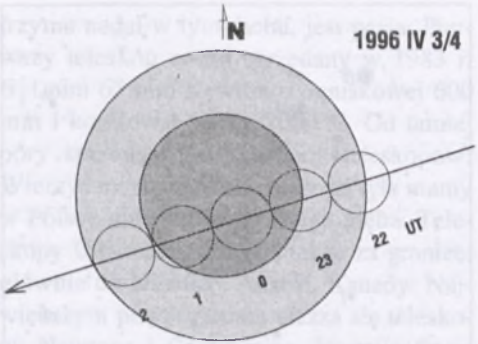
Księżyc zacznie się zagłębiać w cieni Ziemi krótko po północy czasu letniego, zaś zaćmienie całkowite i wyjście z cienia obserwowane będzie już właściwie nad ranem (tab.1, rys.1).

Faza zaćmienia całkowitego będzie dość znaczna (1.384) przy czym ukryta w cieniu tarcza Księżyca powinna być wyraźnie zróż-

Tabela 1. Efemeryda całkowitego zaćmienia Księżyca 3/4 kwietnia 1996 r. Momenty podano w czasie wschodnio-europejskim (letnim).

L.p.	Zjawisko	Moment	*A*	*h*	*P*	*Z*
1	początek zaćmienia półcieniowego	23 15.7	–24	29	98	113
2	początek zaćmienia częściowego	0 20.9	–6	32	93	96
3	początek zaćmienia całkowitego	1 26.5	+13	31	74	66
4	maksimum (1.384)	2 09.7	+24	29	17	2
5	koniec zaćmienia całkowitego	2 53.0	+36	25	320	299
6	koniec zaćmienia częściowego	3 58.7	+51	19	302	273
7	koniec zaćmienia półcieniowego	5 03.7	+65	10	296	262

A, *h* – azymut, liczony od południa i wysokość Księżyca (dla Łodzi)
P, *Z* – kąt pozycyjny zjawiska liczony odpowiednio od północy i od zenitu.



Rys.1. Przejście Księżyca przez cień i półcień Ziemi w nocy z 3 na 4 kwietnia 1996 r.

nicowana co do jasności; jej górna bowiem część przejdzie znacznie bliżej środka cienia Ziemi. Nie sposób natomiast dokładnie przewidzieć intensywności blasku zaćmionego Księżyca, który to blask jest, jak zwykle, pochodną stanu atmosfery ziemskiej i aktywności Słońca.

Amatorskie obserwacje zaćmienia mogą polegać na :

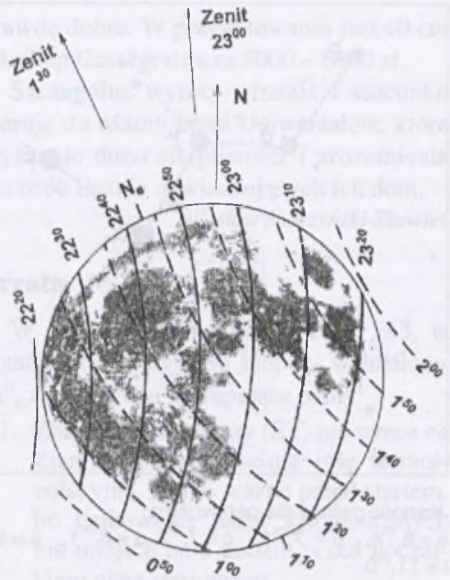
- wyznaczaniu momentów kontaktu brzegu cienia z kraterami; momenty te wyznaczamy wizualnie z dokładnością do kilku sekund przy czym dla kraterów rozleglejszych należy wyznaczyć trzy momenty – początku, środka i końca (por. rys.2);
- określaniu blasku zaćmionego Księżyca, szczególnie w okolicy maksimum;
- notowaniu momentów zakryć gwiazd przez zaćmiony Księżyc; tym razem zakrywane będą tylko słabsze gwiazdy 9-10 mag.

Zjawisko stanowi także okazję do wykonywania zdjęć oraz nagrań video.

Marek Zawilski

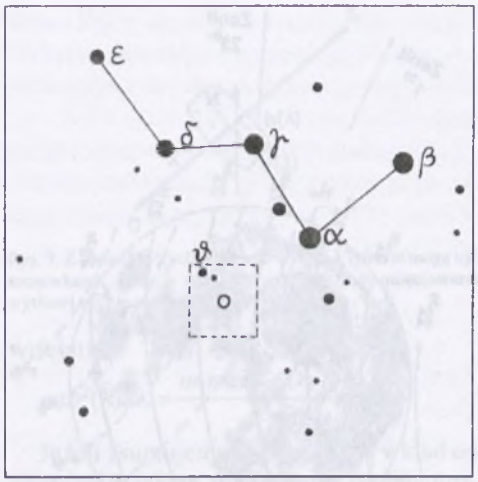
Nova Cassiopeiae 1995

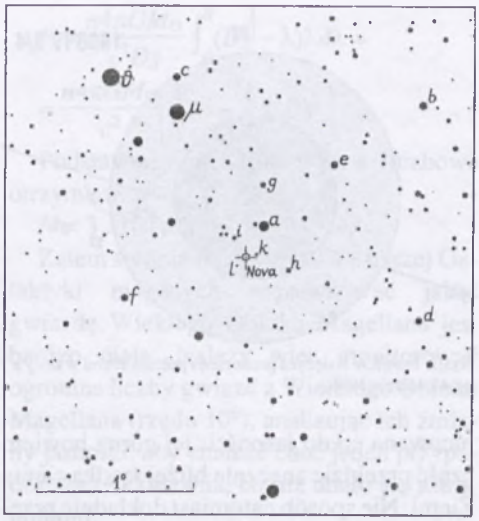
24 sierpnia 1995 r. Minoru Y a m a m o t o z Japonii odkrył metodą fotograficzną gwiazdę nową w gwiazdozbiorze Kasjopei. W momencie odkrycia jasność nowej wynosiła $9^m.2$. Dokładna pozycja nowej na epokę 2000.0: $\alpha=1^h05^m05^s.37$, $\delta=+54°00'40''.5$. Na kliszach Palomarskiego Atlasu Nieba zidentyfikowano prawdopodobnego prekursora gwiazdy nowej jako obiekt ok. $18\text{-}19^m$ w świetle czerwonym. Obserwacje spektroskopowe wykazały obecność w widmie linii emisyjnych wodoru o profilu P Cygni co jest charakterystyczne dla gwiazd nowych. Na podstawie obrazów CCD uzyskanych jeszcze przed odkryciem ustalono, że N Cas 1995 jaśniała powoli. I tak na obrazie CCD z 30 lipca nowa miała jasność ok. 12^m, a z 5 sierpnia $9^m.9$. Liczne obserwacje wizualne, fotograficzne i fotoelektryczne wykonywane już po odkryciu wykazały dalszy, ale znacznie wolniejszy i nierównomierny wzrost jasności. W połowie listopada jasność N Cas 1995 osiągnęła ok. $8^m.4$.



Rys.2. Izochrony wejścia w cień (linie ciągłe) i wyjścia z cienia (linie przerywane) dla tarczy Księżyca. Momenty podano w czasie uniwersalnym.

Wszystkie te obserwacje świadczą, że N Cas 1995 należy do tak zwanych powolnych nowych i przypominają wczesne stadia powolnej nowej HR Delphini (N Del 1967),





Jasność gwiazd dla porównania:
a = 6.^{m}8, b = 7.^{m}1, c = 7.^{m}6, d = 8.^{m}1, e = 8.^{m}2, f = 8.^{m}3, g = 8.^{m}7, h = 9.^{m}1, i = 9.^{m}6, k = 10.^{m}4, l = 11.^{m}0

która osiągnęła w maksimum ok. 5^m i utrzymywała tę jasność – oczywiście z pewnymi fluktuacjami – prawie 10 miesięcy. Natomiast obserwacje spektroskopowe i fotometryczne wykonane za pomocą 1.82 m teleskopu w Asiago (Włochy) wskazują, że N Cas 1995 nie jest klasyczną nową, lecz nową symbiotyczną, taką jak np. PU Vul (N Vul 1979), która utrzymywała jasność w pobliżu maksimum (8^m.5) ok. 8 lat. Tak czy inaczej można przypuszczać, że jasność N Cas 1995 będzie utrzymywać się w pobliżu maksimum co najmniej kilka miesięcy. Załączone mapki ułatwią odnalezienie N Cas 1995 na niebie, oraz wyznaczenie jej jasności. Jasności gwiazd porównania podane są według mapy AAVSO.

Jerzy Speil

Z KORESPONDENCJI

O teleskopach Uniwersała

Pchany wiatrami letniej kanikuły postanowiłem odwiedzić Beskid Żywiecki wraz z „perłą" tych okolic czyli firmą pana Jacka UNIWERSAŁA. Wizyta moja była niezapowiedziana, bo chciałem mieć obiektywny wgląd w firmę i jej produkty. Chciałem też sprawdzić prawdziwość różnych plotek i poglądów tyczących produkcji teleskopów i chciałem poznać ludzi, którzy tym się zajmują czyli braci Uniwersałów. Niestety... Fakt, że moja wizyta była niezapowiedziana spowodował, że nie zastałem J. Uniwersała, który w tym czasie wypoczywał nad morzem. Ale i tak bardzo miło i przyjemnie mi się gawędziło z bratem pana Jacka. Co by nie mówić o ich teleskopach są to przecież ludzie, którym miłośnicy astronomii nie są obojętni gdyż... sami nimi są. Produkcję teleskopów bardziej traktują jak hobby niż jak pracę. Zajmują się projektowaniem i budową teleskopów już kilkanaście lat, a jak się dowiedziałem „są łatwiejsze i spokojniejsze sposoby zarabiania pieniędzy". Tym, co ich

trzyma nadal w tym fachu, jest pasja. Pierwszy teleskop został sprzedany w 1983 r. Był nim 67 mm Newton o ogniskowej 600 mm i kosztował wtedy 2000 zł. Od tamtej pory sprzedano parę tysięcy teleskopów! Wierzyć mi się nie chciało, że aż tyle mamy w Polsce miłośników nocnego nieba. Teleskopy Uniwersała trafiają także za granicę, głównie do Niemiec, Austrii, Kanady. Największym powodzeniem cieszą się teleskopy Newtona i Cassegraina. Rocznie firma sprzedaje ich kilkaset! Teleskopów o średnicy zwierciadła 250 mm sprzedawanych jest kilka na rok. Jak się dowiedziałem „Newtony" tej średnicy przestają być produkowane. Imponujący jest czas potrzeby do zrobienia teleskopu – nie przekracza on 3 tygodni od zamówienia. Firma przewozowa dostarcza dowolny teleskop pod sam dom za dodatkową opłatą (nie przekraczającą 50 zł). Istnieją także filie firmy w Krakowie i Ozorkowie. W przyszłości powstanie filia na Pomorzu. Firma składa się z dwu braci Uniwersał oraz 4 innych osób (szlifowanie, montaż itp.). Płyty szklane, soczewki oraz aluminizacja wykonywane są w PZO. Część elementów mechanicznych wykonują pobliskie zakłady (Żywiec, Bielsko Biała).Liczba podwykonawców sprawia, że ceny nie są niskie, ale firma stara się je zmniejszać. Trzeba przyznać, że teleskopy Cassegraina są bardzo udane – dowiedziałem się, że pan Jacek 150 mm instrumentem rozdzielił układ epsilon Lutni na 3 składniki! Miałem okazję zobaczyć najnowszy model 250 mm Cassegraina, który mógłby znaleźć się na okładce „Sky and Telescope". Nie znalazłem w nim żadnego słabego punktu, a proszę mi wierzyć - bardzo chciałem. Cena tego teleskopu będzie się wahać koło 4000 zł. To z pewnością dużo, ale wart jest tej ceny: widły stanowią żeliwny odlew, statyw jest bardzo stabilny, wszystkie ruchome części są ułożyskowane, cały montaż jest bardzo zwarty, a optyka naprawdę dobra. W przygotowaniu jest 40 cm teleskop Cassegraina za 5000 – 6000 zł.

Szczególne wyrazy uznania i szacunku kieruję do Mamy braci Uniwersałów, która wykazuje dużo cierpliwości i zrozumienia dla osób licznie odwiedzających ich dom.

Wiesław Skórzyński-Zławieś

Errata

W numerze 9/95 *Uranii* na str. 243, w notatce pt. „Nietypowe kłopoty wahadłowca", zauważyłem następujące błędy:

1. Zbiornik zewnętrzny (ET) nie wraca na Ziemię. Otulina spełnia rolę termoizolacyjną. Jest to ważne przed startem, bo tankowanie paliw kriogenicznych ma miejsce na 5 godzin przed początkiem okna startowego.
2. Zbiornik jest jeden; zawiera w sobie zbiornik wodoru (paliwo) i tlenu (utleniacz).
3. STS-70 miał być lotem 69-tym z kolei. Z powodu dzięciołów stał się lotem 70-tym (przeskoczył go STS-71). Kolejność lotów bywa „przetasowana". W 1995 roku poleciały kolejno STS-63, 67, 71, 70, 69, 73 i 74. Na początku 1996 ma wystartować STS-72.
4. STS-71 to był pierwszy lot, kiedy dokonano połączenia z Mirem, ale drugi lot w okolice Mira. W lutym 1995 STS-63 wykonał rendez-vous bez takiego połączenia.
5. Na lata 1995 – 97 planowane jest siedem połączeń Atlantisa z Mirem (już wykonano dwa z nich). Ma to być rozgrzewka przed programem wspólnej budowy stacji ALFA.
6. Budowa stacji rozpocznie się w listopadzie 1997. Ukończenie montażu nastąpi w 2002 roku. W projekcie uczestniczy USA, Rosja, ESA, Japonia i Kanada.

Paweł Moskalik

ELEMENTARZ URANII

Księżyce Marsa

Nazwy dwu księżyców Marsa, jak przystało na towarzyszy boga wojny, mają groźne imiona Fobos (strach) i Dejmos (trwoga). Odkryte zostały w 1877 r. w Naval Observatory, Washington, przez amerykańskiego astronoma Aspah'a HALLA za pomocą lunety o średnicy obiektywu 66 cm. Największa jasność Fobosa wynosi 11.3, Dejmosa 12.7 wielkości gwiazdowej. Średnia odległość obu satelitów od planety jest niewielka – odpowiednio 2.76 i 6.92 promienia Marsa (Księżyc oddalony jest od Ziemi o ponad 60 jej promieni). Z tego powodu, gdybyśmy próbowali oglądać je z powierzchni planety macierzystej przebywając dostatecznie blisko biegunów, nie byłoby ich widać (Fobosa od szerokości areograficznej większej niż 68.4 st., a Dejmosa większej niż 81.6 st.). Praktycznie kołowe (większy mimośród Fobosa to zaledwie 0.01) orbity obu księżyców leżą prawie dokładnie w płaszczyźnie równika planety (nachylenie orbity Fobosa jest równe 1 st., Dejmosa zmienia się od 0.9 st. do 2.7 st.). Podczas marsjańskich równonocy mogą się zdarzać nie tylko podwójne zaćmienia Słońca przez oba księżyce, ale i zakrycia Fobosa przez Dejmosa.

Oba księżyce przypominają węgliste chondryty (mają bardzo małe albedo tzn. są ciemne, odbijają tylko około 6 proc. padającego na nie światła; średnia ich gęstość – 2 g/cm^3 jest typowa dla takich chondrytów) i są prawdopodobnie przechwyconymi przez Marsa planetoidami.

Fobos jest pierwszy licząc wg rosnącej odległości od planety. Zważywszy, że jego obieg (okres 7.65 godziny) jest szybszy niż obrót Marsa (24.62 godz.) – księżyc ten wschodzi na zachodzie, a zachodzi na wschodzie. Jego masa wynosi 1.08 x 10^{16} g/cm^3. Fobos jest nieregularną bryłą (19 x 22

Zdjęcia Fobosa (z lewej) i Dejmosa wykonane w 1977 r. za pomocą sondy Viking I (fot. NASA).

x 27 km), a jego długa oś stale jest skierowana do Marsa. Największe kratery na Fobosie to Aspah Hall (na cześć odkrywcy księżyców Marsa) o średnicy 10 km i Angelina Stickney (na cześć żony Halla) o średnicy 6 km. Obok krateru Stickney widać łańcuszek małych kraterów powstały przy wtórnym bombardowaniu jakie miało miejsce przy zderzeniu odpowiedzialnym za krater duży. Widoczne też są powstałe wówczas głębokie rysy kilkukilometrowej długości i 100 – 200 m szerokie. Na skutek działania sił pływowych Fobos zbliża się stale do Marsa.

Dejmos jest drugi licząc wg rosnącej odległości od planety. Jego masa wynosi 1.8 x 10^{15} g/cm^3. Ma nieregularny kształt (11 x 12 x 15 km), a pokrytą licznymi kraterami powierzchnię przykrywa gruba (10 m) warstwa regilitu. Największy krater – Voltaire – ma 2 km średnicy.

MSK

KALENDARZYK ASTRONOMICZNY Maj 1996 r.

Słońce

Deklinacja Słońca stale w maju wzrasta, w związku z czym w ciągu miesiąca dnia przybywa o półtorej godziny. W Warszawie 1 maja Słońce wschodzi o 5^h9^m, a 31 maja wschodzi o 4^h21^m, zachodzi o 20^h47^m. W maju Słońce wstępuje w znak Bliźniąt.

Księżyc

Kolejność faz Księżyca jest w maju następująca: pełnia 3^d14^h, ostatnia kwadra 10^d7^h, nów 17^d14^h i pierwsza kwadra 25^d16^h. W perygeum Księżyc znajdzie się 7 maja, a w apogeum 22 maja.

W maju tarcza Księżyca zakryje najjaśniejszą z planetoid, Ceres, ale zjawisko to będzie u nas niewidoczne.

Planety i planetoidy

Przez cały miesiąc nad zachodnim horyzontem pięknie świeci Wenus jako Gwiazda Wieczorna -4.5 wielkości, ale od połowy maja zachodzi coraz wcześniej. Około północy wschodzi Jowisz i świeci w gwiazdozbiorze Strzelca jak gwiazda -2.5 wielkości. Wraz z Jowiszem wschodzą widoczne tylko przez lunety Uran 6 wielk. i Neptun 8 wielk., a pod koniec miesiąca rankiem nisko nad wschodnim horyzontem możemy próbować odnaleźć Saturna +1 wielk. gwiazd. Przez całą noc na granicy gwiazdozbiorów Wężownika i Wagi widoczny jest Pluton, ale dostępny tylko przez duże teleskopy (ok. 14 wielk. gwiazd.). Po-

Dane dla obserwatorów Słońca (na 14^h czasu środk.-europ.)

Data 1996		P [°]	B_0 [°]	L_0 [°]
V	1	–24.00	–4.07	50.00
	3	–23.62	–3.87	23.56
	5	–23.21	–3.66	357.13
	7	–22.78	–3.45	330.68
	9	–22.31	–3.24	304.24
	11	–21.82	–3.02	277.80
	13	–21.30	–2.79	251.34
	15	–20.75	–2.56	224.90
	17	–20.18	–2.34	198.44
	19	–19.58	–2.10	171.98
	21	–18.96	–1.87	145.54
	23	–18.32	–1.64	119.08
	25	–17.65	–1.40	92.61
	27	–16.96	–1.16	66.14
	29	–16.24	–0.92	39.68
V	31	–15.52	–0.68	13.22

P – kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy; B_0, L_0 – heliograficzna szerokość i długość środka tarczy; $5^d8^h47^m$ – heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

zostałe planety są niewidoczne.

Przez lunety możemy obserwować trzy spośród czterech najjaśniejszych planetoid: Ceres ok. 7.5 wielk., Pallas ok. 8.4 wielk. i Westę 5.5 wielk. Ceres przebywa nisko nad horyzontem w gwiazdozbiorze Wężownika, a Westa wyżej na granicy gwiazdozbiorów Wagi i Panny; w najlepszych warunkach obserwacyjnych jest Pallas wysoko nad horyzontem w gwiazdozbiorze Wolarza. Planetoidy rozpoznamy po ich ruchu wśród gwiazd, obserwując co noc tę samą okolicę nieba. Dla łatwiejszego odszukania planetek na niebie podajemy ich współrzędne równikowe dla kilku dat.

Ceres – 2^d: rekt. $16^h54^m.4$, dekl. -17°43'; 12^d: rekt. $16^h47^m.4$, dekl. -17°56'; 22^d: rekt. $16^h38^m.6$, dekl. -18°11'; VI.1^d: rek. $16^h29^m.1$, dekl. -18°26'

Pallas – 2^d: rekt. $14^h27^m.7$, dekl. +23°42'; 12^d: rekt. $14^h20^m.2$, dekl. +24°49'; 22^d: rekt. $14^h14^m.0$, dekl. +25°16'; VI.1^d: rekt. $14^h9^m.7$, dekl. +25°10'.

Westa – 2^d: rekt. $15^h23^m.0$, dekl. -7°1'; 12^d: rekt. $15^h13^m.4$, dekl. – 6°42'; 22^d: rekt. $15^h3^m.9$, dekl. -6°38' VI.1^d; rekt. $14^h55^m.7$, dekl. -6°51'.

Meteory

Od 1 do 8 maja promieniują meteory z roju Akwarydów. Radiant roju leży na równiku niebieskim w gwiazdozbiorze Wodnika i ma rektascensję 22^h24^m. W tym roku warunki obserwacji nie są dobre (Księżyc bliski pełni).

* * *

4^d O 12^h Merkury nieruchomy w rektascensji, o 16^h Wenus osiąga maksimum swego blasku w tym okresie widoczności i świeci wieczorem jak gwiazda -4.5 wielkości, a o 19^h Jowisz nieruchomy w rektascensji.

5^d Nad ranem księżyc 2 zbliża się do brzegu tarczy Jowisza; o 4^h24^m na tarczy planety pojawi się cień tego księżyca. O 17^h bliskie złączenie planetoidy Ceres z Księżycem; zakrycie planetki przez tarczę Księżyca widoczne będzie we wschodniej części Oceanu Indyjskiego, w Australii, na Nowej Zelandii i na Południowym Pacyfiku.

7^d Księżyc 2 ukryty jest za tarczą Jowisza, natomiast do brzegu tarczy zbliża się księżyc 1. O 3^h26^m obserwujemy początek zaćmienia 1 księżyca, a o 3^h50^m koniec zakrycia księżyca 2.

8^d Księżyc 1 i jego cień wędrują na tle tarczy Jowisza; o 2^h51^m obserwujemy koniec przejścia cienia, a o 3^h59^m koniec przejścia księżyca 1. O 2^h Księżyc w złączeniu z Jowiszem w odl. 5°, a o 19^h z Neptunem też w odl. 5°; o 23^h planetoida Westa w przeciwstawieniu ze Słońcem względem Ziemi (w opozycji).

9^d O 2^h Uran nieruchomy w rektascensji, a o 8^h znajdzie się w złączeniu z Księżycem w odl. 6°.

12^d Księżyc 3 ukryty jest w cieniu Jowisza. O 2^h4^m księżyc ten pojawi się nagle (koniec zaćmienia) blisko lewego brzegu tarczy planety, patrząc przez lunetę odwracającą; o 3^h23^m obserwujemy początek zakrycia tego księżyca przez tarczę Jowisza.

13^d o 15^h złączenie Saturna z Księżycem w odl. 3°.

15^d Nad ranem księżyc 1 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza; obserwujemy początek przejścia: cienia księżyca o 2^h30^m, a samego księżyca o 3^h33^m. O 3^h dolne złączenie Merkurego ze Słońcem.

16^d Księżyc 4 widoczny jest blisko brzegu tarczy Jowisza i zostanie zakryty przez górną część (w lunecie odwracającej) tarczy planety; początek zakrycia obserwujemy o 2^h48^m, a koniec już o 3^h4^m. O 5^h złączenie Marsa z Księżycem w odl. 1°.7.

19^d Księżyc 3 zbliża się do brzegu tarczy Jowisza, ale o 3^h1^m zniknie nagle w cieniu planety w odległości od brzegu tarczy nieco większej niż jej średnica (początek zaćmie-

nia).

20^d O 3^h Wenus znajdzie się w złączeniu z Księżycem w odl. 8°, a o 9^h nieruchoma w rektascensji zmienia kierunek swego ruchu względem Słońca na sklepieniu niebieskim. O 20^h17^m Słońce wstępuje w znak Bliźniąt, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 60°.

21^d O 3^h53^m obserwujemy początek zaćmienia 2 księżyca Jowisza.

22^d16^h Pluton w opozycji.

23^d Nad ranem w pobliżu Jowisza dostrzegamy brak jego dwóch księżyców, bowiem księżyc 1 ukryty jest za tarczą planety, a księżyc 2 przechodzi na jej tle; o 3^h22^m obserwujemy koniec przejścia 2 księżyca.

24^d Księżyc 1 przechodzi na tle tarczy Jowisza i jest niewidoczny, natomiast na tarczy widoczny jest cień księżyca 4. Koniec przejścia księżyca 1 obserwujemy o 2^h2^m, a cień księżyca 4 wędruje wolno po tarczy planety do 2^h59^m.

27^d9^h Merkury nieruchomy w rektascensji.

$29/30^d$ Na tle tarczy Jowisza przejdzie księżyc 2 wraz ze swym cieniem; cień księżyca 2 pojawi się o 1^h20^m, a sam księżyc 2 rozpocznie przejście o 2^h54^m. W tym czasie na tle tarczy planety przechodzi także księżyc 3, a księżyc 1 zbliża się do brzegu tarczy; o 3^h19^m obserwujemy koniec przejścia księżyca 3, a o 3^h34^m początek zaćmienia księżyca 1.

30^d2^h Planetoida Ceres w opozycji.

31^d Na tle tarczy Jowisza przechodzi księżyc 1 wraz ze swym cieniem; obserwujemy koniec przejścia: cienia o 3^h1^m, a księżyca o 3^h49^m. O 8h złączenie Merkurego z Marsem w odl. 4°.

Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie wschodnio-europejskim (w czasie letnim w Polsce).

Opracował G. Sitarski

CONTENTS

T. Jarzębowski
Jan Mergentaler (1901 – 1995) 34
R. Rek
Terrestrial magnetism and solar activity 39
Chronicle:
First results of Galileo exploration of Jupiter 46
Cornej of an Astronomical Olympian 48
Vade-mecum for Observers . . 54
From correspondence 56
Astronomy Primer 58
Astronomical Calendar 59

Содержание

Т. Яжембовски
Ян Мергенталер (1901-1995) 34
Р. Рек
Магнетизм Земли и солнечная актибность 39
Хроника:
Пербые результаты зохдировахия Юпитера аппаратом Галилео 46
Уголок астроиомического олимпийца 48
Справочник иаблюдателя . . . 54
Из корреспонденции 56
Вукварь Урании 58
Астрономический календарь 59

ASTRO-BIT
Ireneusz Włodarczyk
ul. Rewolucjonistów
Programy komputerowe, algorytmy, katalogi

Announcement of IAYC 1996

IAYC 1 996, July 29th – August 17th 1 996
32nd International Astronomical Youth Camp
In Coucouron, France

This year the International Astronomical Youth Camps will take place in France. The campsite is located on a small mountain near the village Coucouron. The village is situated 50 kilometers southeast of the town Le Puy. This region is known for it's excellent skies, so you have all the reason to join the IAYC this year.
To participate in an IAYC is not only doing your favourite hobby for almost three weeks but also to spend nice summer holidays, to make many new friends and to experience the fantastic camp atmosphere.
The IAYC is an international youth camp with participants from at least 12 different countries. Because it is an international camp, the camp language is English. You should be able and willing to speak English throughout the camp. It is not necessary that you speak English fluently. The English you have learned at school is mostly sufficient.
For three weeks you work in one of the seven working groups – together with other participants – on astronomical projects; you can find everything between night observations and theoretical problems, depending on your own interests. The working groups will be lead by experienced amateur astronomers from the IAYC team. In 1996 the subjects range from Astrophotography, Astrophysics, Celestial Mechanics and Cosmology to Deep Sky observations.
Apart from the astronomical program there are many non-astronomical activities like group games, singing evenings, hiking tours and an excursion.

IAYC 1996 takes place in Coucouron, France, from July 29th untill August 17th.The accomodation will be in a youth hotel that offers much space for all participants, working groups and our own darkroom. Next to the building is a field which will be used for sporting activities. The nearby mountain top offers enough space for all our telescopes. Electrical power will be available for the equipment on the mountain top.

Everybody from 16 to 24 years, who is able to communicate in English can participate in the IAYC. The participation fee for accomodation, full board and program, including the excursion, will be DM 890.00. Interested people from countries with non-convertible currencies can contact the organization for special arrangements.

If you are interested in participating, you can order – free of charge – detailed information and an application form from:

IWA e.V.
c/o Gwendolyn Meeus
Schapenstraat 11
3000 Leuven

INTERNATIONAL UNION OF AMATEUR ASTRONOMERS

SOCIETE ASTRONOMIQUE DE SUISSE
ASTRONOMISCHE GESELLSCHAFT LUZERN

Ninth IUAA General Assembly
Second General Assembly
of the IUAA European Section
Lucerne, Switzerland

1996 June 18 to 21

Congress on „Amateur Astronomy Today"

IUAA, its European Section, the Société Astronomique de Suisse and the Astronomische Gesellschaft Luzern invite you warmly to participate on this Congress, where you can join amateur astronomers from around the world and develop new personnel and scientific contacts.

TOPICS OF THIS FOUR-DAY CONGRESS
The Sun, Air and Light Pollution, Modem Instrumentation for the Amateur, International Collaboration, History of Astronomy, including a visit to the former Swiss Federal Observatory, where the famous Wolf Numbers of sunspots had their beginnings. The programme, not necessarily limited to these topics, will be designed around invited papers and contributions submitted by attendees. It represents therefore largely your interests. The evenings are free for sightseeing in town.

LOCATION
Seminary St Beat, Adligenswilerstrasse 15, CH-6005 Luzern, Switzerland. Telephone no: +41 / 419 91 91

ACCOMODATION AND COST
Accomodation is available in St. Beat in Single Rooms. Each room has a wash basin and access to bath or shower. See Booking Form. First possible arrval is Sunday 16, last possible departure Sunday 23. Cost for full board, including breakfast, lunch and dinner is Swiss Francs 98.- per day. Lunch includes beverage, coffee and dessert. Separate meals are available, see Booking Form. Hotels and Youth Hostel are also available.
Congress rates are sFr 60.- (sFr 40.- for juniors up to 25 years), single days sFr20.- (respectively sFr15.-).

PAYMENT
A non-refundable deposit of sFr 50.- per person or payment in full if less than sFr 50.- (also non-refundable) is required and should be made before 1996 February 15. See instructions given on the Booking Form Information.
On arrival at St. Beat, participants should go to IUM Reception and pay any balance outstanding. They will then receive a security badge, ticket for excursion, meals and a room key if residing at St. Beat.

For any additional Inforrnation please contact A. Tarnutzer, Hirtenhofstrasse 9, CH-6005 Luzern

OBJAŚNIENIA ZDJĘĆ NA OKŁADCE:

Pierwsza strona okładki: Zdjęcie Słońca w promieniach X wykonane za pomocą teleskopu rentgenowskiego z japońskiego satelity Yohkoh (fot. ISAS, Tokyo).

Druga strona okładki: Obraz odległej od nas o 8000 lat świetlnych mgławicy planetarnej MyCn 18 zwanej Klepsydra powstały ze zdjęć wykonanych w różnych barwach za pomocą kamery WFPC 2 teleskopu kosmicznego Hubble'a (fot. R. Sahai, J. Trauger, JPL/NASA).

Trzecia strona okładki: U góry – zdjęcie światła popielatego Księżyca wykonane przez Wojciecha Dyducha z Tych 30 lipca 1995 roku za pomocą lunety 50/330 mm i aparatu Zenit 12XP podczas ekspozycji 1.5 s; u dołu – z lewej strony wykonane przez Zdzisława Szałkowskiego z Bydgoszczy zdjęcie zachodu Słońca w dniu 10 sierpnia 1995 r. w Pieczyskach koło Koronowa (woj. bydgoskie), z prawej strony zdjęcie Księżyca wykonane 5 sierpnia 1995 r. przez Wiesława Skórzyńskiego (Zławieś Wlk. koło Torunia).

Czwarta strona okładki: Najgłębszy (w czasie i przestrzeni) obraz Wszechświata uzyskany dotychczas przez człowieka: obraz fragmentu nieba powstały z 342 ekspozycji w różnych barwach wykonanych za pomocą kamery WFPC 2 teleskopu kosmicznego Hubble'a w dniach 18-28 grudnia 1995 r. ukazujący kilkaset galaktyk o jasnościach do 30 mag.; jasność gwiazdy należącej do naszej Galaktyki, która jest widoczna na lewo od centrum (jasny obiekt z „promieniami" dyfrakcyjnymi), wynosi 20 mag. (fot. R. Williams, NASA).

OGŁOSZENIA ZARZĄDU GŁÓWNEGO PTMA

Obecnie wysyłamy członkom (i sympatykom) następujące materiały astronomiczne. (Podane kwoty w nowych zdenominowanych złotych obejmują koszty wraz z opłatami pocztowymi. Pieniądze prosimy przesyłać przekazem pocztowym na adres PTMA. Wpłata na konto PTMA opóźnia otrzymanie materiału, a dodatkowo PKO pobiera duże prowizje.)

Amatorski Teleskop Zwierciadlany	2,50 zł
Najdalsze Planety Układu Słonecznego	3,00 zł
Kalendarz Astronomiczny na rok 1996	8,00 zł
Uniwersytet Krakowskiego jako miejsce duchowych narodzin Mikołaja Kopernika	3,50 zł
Poradnik obserwatora Meteorów	4,50 zł
Obrotowa Mapa Nieba	3,00 zł
Mapa Księżyca z diagramem faz	3,00 zł

W wypadku zamawiania wielu pozycji prosimy o kontakt, gdyż wtedy będą mniejsze opłaty pocztowe.

W sprawie starych numerów Uranii prosimy o kontakt listowy.

O ile pieniądze zostały wysłane pocztą i minęły trzy tygodnie (bądź wpłacone na konto i minęło 5 tygodni) a Zarząd nie nadesłał zamówionych materiałów – prosimy o interwencję listowną.

URANIA – Miesięcznik Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. Redaguje kolegium: Krzysztof Ziołkowski – redaktor naczelny, Magdalena Sroczyńska-Kożuchowska – sekretarz redakcji. Adres redakcji: ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa. Adres wydawcy: Zarząd Główny PTMA, ul. św. Tomasza 30/8, 31-027 Kraków, tel 22 38 92; nr konta PKO I OM Kraków 35510-16391-132. Koszt wytworzenia tego zeszytu 3,90 zł. *Uranię* rozprowadza się w ramach składki członkowskiej; w 1996 roku 42 zł (zniżka 36 zł). Cena poza PTMA 3,90 zł (39 000 starych złotych). Nr indeksu 380016.

Druk: Zakład Poligraficzny Wydawnictwa PLATAN, Kryspinów 189, 32-060 Liszki

Suhail
3132
VELA
TAURUS
3532
2808
3766
CRUX
Gacrux
Mimosa
Acrux
COAL SACK
SOUTHERN CROSS
MUSCA
Hadar
CIRCINUS
Rigil Kentaurus
GALACTIC EQUATO
TRIA
AU
Atri
PAVO
GRUS
SOUTH GALACTIC POLE
253