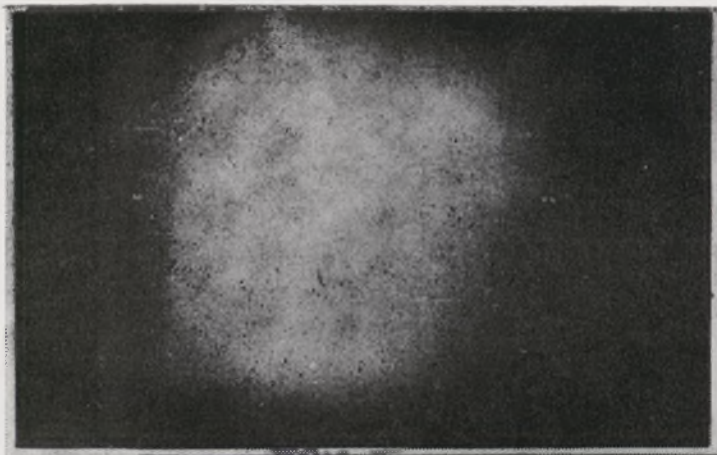
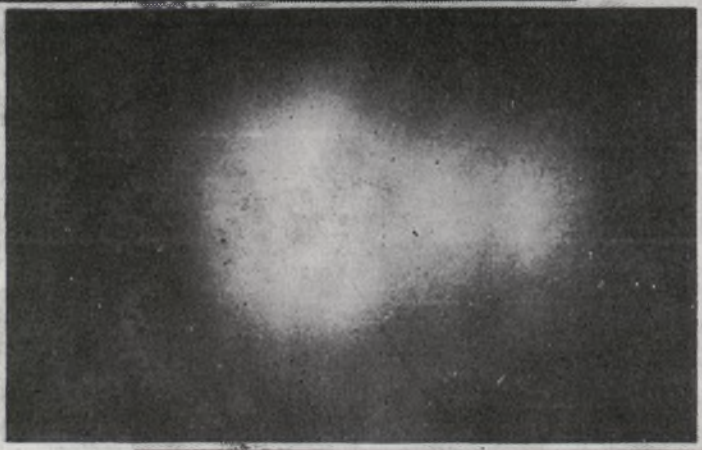
URANIA

MIESIĘCZNIK
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK LXI LUTY 1990 Nr 2 (57





PL ISSN 0042-07-94

URANIA

MIESIĘCZNIK POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK LXI LUTY 1990 Nr 2 (577)

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. 66).

Podobnie jak poprzedni, również i niniejszy numer **Uranii** *jest świadectwem aktywności miłośników astronomii. Rozpoczyna go podsumowanie kampanii obserwacyjnej komety Brorsena-Metcalfa, którą zainaugurowała swą działalność Sekcja Obserwacji Komet PTMA. Spodziewano się, że kometa ta będzie „przebojem lata 1989", a tymczasem jej ubiegłoroczne pojawienie się obserwatorzy określili mianem „skandalu roku 1989". No cóż, „komety chodzą swoimi drogami", jak mawiał Profesor Michał Kamieński, prekursor współczesnych badań kometarnych w Polsce. Dowodzi więc, że ta dziedzina astronomii jest dziś wspierana prężnie działającą grupą amatorów, którym życzymy wielu nowych, ciekawych obiektów.*

Minionej jesieni mogliśmy podziwiać wspaniałe zorze polarne. Na naszym niebie jest to rzadkie zjawisko, tym bardziej więc doniesienia o jego dostrzeżeniu winny spotkać się z zainteresowaniem Czytelników. Mamy nadzieję, że zachęcą ich także do jeszcze bardziej pilnego śledzenia nieba, by nie przeoczyć następnych ukazań się zorzy, których można się spodziewać w związku z obecnym wzrostem aktywności Słońca. Patrząc w niebo zwiększamy też szanse spostrzeżenia innych niezwykłości, jak choćby jasnego bolidu, potrafiącego zafascynować nawet wytrawnego obserwatora, czego dowód znajdziemy w dziale **Obserwacje**.

SPIS TREŚCI

Marek Muciek, Jerzy Rafalski, Krzysztof Jaroszewski — P/Brorsen-Metcalf (1989o) — skandal roku 1989 (?) (34).

Marek Zawilski — Historyczne obserwacje zjawisk zaćmieniowych (II). Obserwacje starożytne. Mezopotamia (42).

Kronika: Most kwazar-galaktyka? (49) — Najmłodsza supernowa w Galaktyce? (50) — Wiek komety Halleya (51) — Spotkanie Voyagera 2 z Neptunem (52).

Obserwacje: Zorza polarna nad Polską (53) — Wielki spektakl na niebie (54) — Niezwykłe zjawisko (55) — Obserwacje niezwykle jasnego bolidu nad Polską północno-zachodnią (55) — Komunikat nr 7/89 Sekcji Obserwacji Słońca PTMA (57).

Kącik Olimpijczyka: Zadanie 2 z drugiego etapu XXXII Olimpiady Astronomicznej (57).

Z korespondencji: Heilsberg czy Lidzbark Warmiński? (60).

Kalendarzyk Astronomiczny (61).

Pierwsza strona okładki: Zdjęcia powierzchni Trytona wykonane w sierpniu 1989 r. za pomocą sondy kosmicznej Voyager 2. Wewnątrz centralnej depresji o średnicy około 200 km widoczny jest krater uderzeniowy.

Druga i trzecia strona okładki: Zdjęcia zorzy polarnej wykonane 20 października 1989 r. przez Mieczysława L. Paradowskiego z Lublina (patrz Obserwacje) w następujących momentach CSE (licząc od góry): 20h00m, 20h03m, 20h07m, 20h10m, 20h15m, 20h20m.

MAREK MUCIEK, JERZY RAFALSKI, KRZYSZTOF JAROSZEWSKI — Toruń

P/BRORSEN-METCALF (1989o) — SKANDAL ROKU 1989 (?)

Mieliśmy nieśmiałą nadzieję, że ta kometa osłodzi nam niesmak pozostawiony przez jej słynniejszą „koleżankę" — kometę Halleya. Tymczasem kometa Brorsena-Metcalfa spłatała figla, którym zaskoczyła nawet najbardziej doświadczonych badaczy komet. Już po fakcie okazało się, że takie jej zachowanie można było przewidzieć. Jakoś jednak nikt nie rozważał tego poważnie, nie podejrzewając komety o aż taką „złośliwość".

Czytelnicy *Uranii* zapewne pamiętają [1], że P/Brorsen-Metcalf jest obiektem o okresie ok. 70 lat, obserwowanym dotychczas zaledwie dwukrotnie i to za każdym razem bardzo krótko. To sprawiło, że policzenie orbity tej komety, oraz efemeryd jej powrotu w 1989 roku było zadaniem bardzo trudnym. Wykonał je Donald Yeomans, którego rezultaty opublikowaliśmy w *Uranii* nr 11/88. Autorytet Yeomansa, a także 200-letnie doświadczenia z kometami okresowymi sprawiły, że wszyscy łatwo uwierzyli wynikom jego rachunków. Kontrowersje dotyczyły przewidywanej krzywej blasku komety — jaka będzie jej jasność absolutna, jak jej blask będzie się zmieniał z odległością od Słońca. W tej kwestii oczekiwano niespodzianek, jednak chyba nikt nie wątpił, że kometa zawsze będzie się znajdowała w tym miejscu na niebie, które wskazał Yeomans (przynajmniej w przybliżeniu).

Według realistycznych przewidywań kometa mogła być dostrzeżona dużymi teleskopami już wczesną wiosną 1989. Ani w marcu, ani w kwietniu nikt nie doniósł o jej odkryciu. W maju powinna być już łatwo dostępna teleskopom Schmidta średnich rozmiarów, jakich jest wiele na świecie. Tymczasem minął maj i czerwiec, a o komecie Brorsena-Metcalfa wciąż było głucho. Czy to możliwe, żeby zagubiła się na zawsze gdzieś głęboko za orbitą Neptuna? Na szczęście nie. Dopiero jednak 4 lipca 1989 r. Eleanora Helin odkryła kometę Brorsena-Metcalfa za pomocą 46-cm teleskopu Schmidta na Mt Palomar. Kometa znajdowała się na niebie w miejscu odległym od wskazanego rachunkami Yeomansa o... prawie 15°! Cóż się stało? Czy to możliwe, żeby mistrz popełnił w obliczeniach gruby błąd? Nie. Kometa poruszała się mniej wię-

[1] Patrz *Urania* nr nr 11/88, 6/89.

cej po torze obliczonym przez Yeomansa, tyle tylko, że o całe 2 tygodnie wyprzedzała przepisany jej „rozkład jazdy". Przejście przez peryhelium nie nastąpiło 27 września 1989, jak przewidywano, lecz 11 września. Ponieważ Ziemia także nie stoi w miejscu, więc ten sam tor komety zrzutowany na sferę niebieską wypadł zupełnie gdzie indziej. Trudno mieć pretensje do Yeomansa. Przecież pomyłka tylko o 2 tygodnie przy ekstrapolacji o 70 lat to zupełnie niezły wynik. Poza tym winna nieszczęściu była sama kometa.

Jak wiadomo, komety nie są biernymi uczestnikami obrotu Układu Słonecznego. Nie dryfują bezwładnie, ściśle według nakazów grawitacji. Wyrzucając z siebie masy gazu i pyłu zmieniają szybkość swego lotu, tak jak to robią silniki odrzutowe. Zjawisko to, zwane efektami niegrawitacyjnymi trudno poddaje się modelowaniu teoretycznemu, ponieważ tempo i główny kierunek wyrzutu materii są u każdej komety inne. Zwykle skutkiem działania sił niegrawitacyjnych jest systematyczne opóźnianie się komety w stosunku do rachunków czysto grawitacyjnych. Np. P/Halley opóźnia się w każdym obiegu o 4 dni. Kometa Brorsena-Metcalfa pokazała, że może być odwrotnie. Aby działanie sił niegrawitacyjnych ująć w rachunkach orbitalnych trzeba mieć wyniki obserwacji komety przy wielu jej powrotach. Nie było dotychczas takich danych dla P/Brorsena-Metcalfa. Stąd właśnie wynikło nieszczęście.

Przykre konsekwencje późnego odkrycia komety były dla nas dwojakie. Po pierwsze, zawiódł plan wcześniejszego, spokojnego przygotowania się do obserwacji. Po drugie, nowy tor komety był jeszcze mniej korzystny dla obserwatorów pracujących na naszej szerokości geograficznej. A jednak swoje zasadnicze zadanie (z punktu widzenia autorów niniejszego artykułu) kometa Brorsena-Metcalfa spełniła. Stała się pretekstem do formalnego powołania Sekcji Obserwatorów Komet PTMA. SOK pojawia się na łamach *Uranii* po raz pierwszy, pozwolimy więc sobie na kilka zdań prezentacji. Sekcja powstała w wyniku apelu ogłoszonego wraz z anonsem o zbliżaniu się P/Brorsena-Metcalfa (*Urania* nr 11/88). Główny sens i cel istnienia Sekcji polega na zaopatrywaniu jej członków w mapki, zawierające jasności gwiazd porównania, umożliwiające wykonywanie ocen jasności komet. Wyniki pracy Sekcji wzbogacają międzynarodowe archiwum danych kometarnych, jakim jest pismo *International Comet Quarterly*. Zarząd Główny PTMA przyjął do wiadomości istnienie Sekcji 25 kwietnia

1989 r. Od tej pory liczy się historia SOK. Sekcja nasza skupia w tej chwili (listopad 1989) 63 osoby z całego kraju. Cieszy się też przyjaźnią kilku obserwatorów za granicą. Członkowie nasi dysponują z reguły małym sprzętem — głównie lornetkami, które są jednak najlepszymi instrumentami do obserwacji jasnych komet. W „arsenale" SOK jest też sporo refraktorów 64/800, zbudowanych na bazie obiektywów rozprowadzanych niegdyś przez ZG PTMA. Jest też wiele newtonów 67/420 pochodzących z firmy p. Jacka Uniwersała z Żywca. Niektórzy z członków SOK mają też dostęp do większych instrumentów — zeissowskich teleskopów 10—15 cm (głównie w obserwatorium fromborskim), a nawet jednego Celestrona 8 i newtona 31-cm (teleskop Kordylewskiego we Fromborku). Jak wynika z powyższego wyliczenia, obiektem zainteresowania SOK mogą być tylko jasne komety. Na szczęście, w ostatnich latach takich nie brakuje.

P/Brorsen-Metcalf była pierwszą kometą obserwowaną przez SOK. Akcja ta okazała się rzeczywistym „chrztem bojowym" Sekcji — tyle złego sprzysięgło się przeciwko nam. Od początku było wiadomo, że kometa będzie widoczna zawsze przed świtem. To znacznie utrudnia pracę. Nie wszyscy mogą pozwolić sobie na ślęczenie po całych nocach, lub zrywanie się z łóżka nad ranem. Dodatkowym utrudnieniem okazała się nieszczęsna zmiana toru. Wiadomość o tym dotarła do nas dopiero po trzech tygodniach (niestety, Polska wciąż leży na końcu świata). W najwyższym pośpiechu przygotowaliśmy i wysłaliśmy mapki. Jak się okazało, pośpiech był zupełnie zbędny, ponieważ listy nasze przeleżały jeszcze kilka dni na poczcie, czekając aż pracownicy tej instytucji przestaną strajkować. W rezultacie większość naszych obserwatorów otrzymała mapki dopiero po 20 sierpnia. Do tego czasu bezskutecznie usiłowali znaleźć kometę tam, gdzie miała być według efemerydy podanej w *Uranii*, czyli tam gdzie jej nie było. Trudno policzyć ile godzin pracy zmarnowało się w ten sposób. Otrzymaliśmy dziesiątki listów, w których członkowie SOK relacjonowali swoje bezowocne wysiłki, listów utrzymanych często w gniewnym tonie. Z jednego z nich zaczerpnęliśmy tytuł niniejszego artykułu.

Mimo to prawie połowa członków SOK obserwowała kometę. Uzyskaliśmy dość interesujące rezultaty, które prezentujemy poniżej.

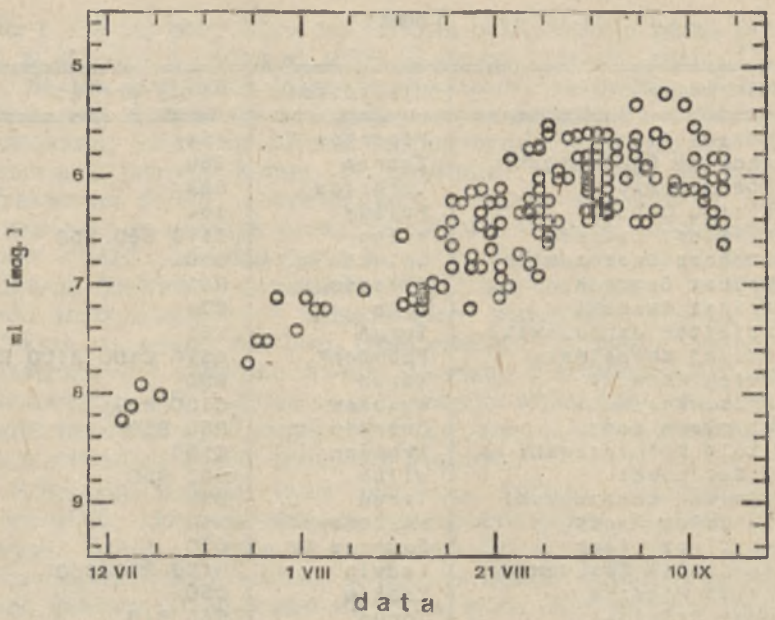
Tabela 1 zawiera spis wszystkich osób, które nadesłały nam raporty z obserwacji. W sumie 32 obserwatorów wyko-

Tabela I

Obserwator	Miejscowość	Użyty sprzęt
Andrzej Adamski	Piotrków Tr.	R64
Jarosław Bandurowski	Zabrze	B60
Robert Bodzoń	Jarosław	R64
Ryszard Cnota	Puławy	R64
Kazimierz Czernis	Wilno	B110 B60 B50
Grzegorz Duszanowicz	Sztokholm	B80
Mariusz Gamracki	Rzeszów	R66
Mariusz Iwański	Piła	R75
Krzysztof Jaroszewski	Toruń	R65
Andrzej Kołasiński	Frombork	N310 C150 R100 R63
Maciej Konacki	Toruń	B50
Janusz Kosiński	Wyszków	C150 R67
Kazimierz Kosz	Chorzów	R50 B30
Witold Kremienowski	Wrocław	C150
A. Kucinskas	Wilno	B80 B50
Wojciech Lewandowski	Toruń	B50
Stanisław Miotk	Wejherowo	N80
Arkadiusz Olech	Pruszcz Gd.	B50
Mieczysław Paradowski	Ludwin	N150 R68 B50
Janusz Płeszka	Kraków	B50
Jerzy Rafalski	Toruń	R65 B40
Krzysztof Rumiński	Piwnice	R200 R63
Henryk Sielewicz	Wilno	N260 R120 B60
Ryszard Siwiec	Szczecin	R64
Krzysztof Socha	Piórków	C150
Jerzy Speil	Wałbrzych	B80 B50
Robert Szaj	Pasłęk	C150 R63
Mieczysław Szulc	Tuchola	B50
Tomasz Ściężor	Kraków	B50
Tomasz Weselak	Okonin	B50
V. Vasilius	Wilno	N200 B80 B60
T. Vezauskas	Wilno	B110 B60

Oznaczenia: B - lornetka, R - refraktor, N - newton
C - cassegrain
Liczby oznaczają średnicę instrumentu w milimetrach

nało 159 ocen jasności komety. Z tej liczby 151 ocen składa się na krzywą blasku prezentowaną na rys. 1. Powstała ona z jasności zredukowanych już na standardową średnicę obiektywu 6.84 cm. Nie nanieśliśmy 8 punktów rażąco odbiegających od pozostałych. Oczywiście nie oznacza to, że owe 8 obserwacji wykonano błędnie (co zawsze może się zdarzyć i nie jest powodem do wstydu). Nie jest wykluczone, że właśnie te

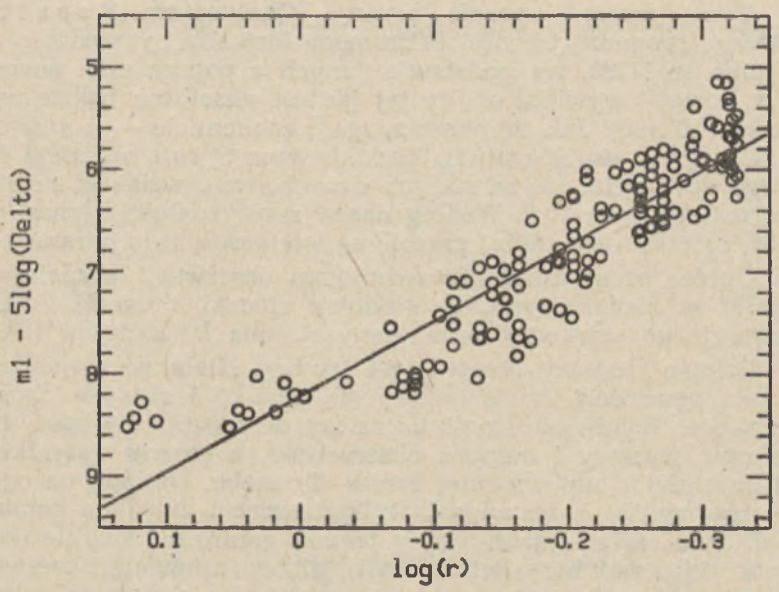


Rys. 1. Krzywa blasku komety Brorsena-Metcalfa według danych zebranych przez Sekcję Obserwatorów Komet PTMA.

8 odrzuconych przez nas obserwacji odpowiada prawdzie, a błędna jest cała reszta. Ocenią to badacze analizujący pełny zbiór obserwacji P/Brorsena-Metcalfa, który zgromadzi ICQ.

Krzywa blasku z rys. 1 urywa się 13 września, kiedy kometa znikła ostatecznie w blasku świtu. Wyraźnie widać też moment, w którym nasze mapki dotarły do obserwatorów — krzywa blasku staje się w tym miejscu szeroką wstęgą. Okres ten (15 VIII — 13 IX) szczęśliwie obejmuje najciekawszą część dziejów komety, gdy osiągnęła ona maksimum jasności, ale jest niestety krótki. Na szczęście są liczne wcześniejsze obserwacje pochodzące od naszych wileńskich przyjaciół. Rozpoczynają się one już 14 lipca, dzięki wynikm p. Kazimierza Czernisa. Pracując w stacji obserwacyjnej na górze Majdanak (Uzbekistan) odkrył on kometę niezależnie od E. Helin.

Rys. 1 pokazuje, że największy blask kometa osiągnęła kilka dni przed przejściem przez peryhelium. Jest to efekt zmieniającej się odległości obiektu od Ziemi, czego dowodzi rys. 2. Ilustruje on, jak zmieniałaby się wraz z odległością od Słońca jasność komety, gdybyśmy obserwowali ją stale z tej samej



Rys. 2. Jasność komety Brorsena-Metcalfa zredukowana do stałej odległości od Ziemi (1 j.a.) w funkcji logarytmu jej odległości od Słońca. Linia ciągła jest najlepszym liniowym przybliżeniem punktów obserwacyjnych.

odległości 1 j.a. Zwykle wielkość gwiazdowa komety jest liniową funkcją logarytmu jej odległości od Słońca.[2] Patrząc na układ punktów obserwacyjnych na rys. 2 można mieć wątpliwości, czy i w tym przypadku wzrost blasku komety da się opisać jedną prostą. Wydaje się, że „wrażliwość" komety na ciepło słoneczne rosła w czasie — ciągle, a może skokowo. Chciałoby się punkty na rys. 2 aproksymować raczej parabolą niż prostą. Właściwie nie ma podstaw by wykluczyć taką możliwość. Byłoby to jednak dość niezwykłe. Sądzimy, że liczba danych, którymi dysponujemy, jest zbyt mała by formułować egzotyczne wnioski. Dlatego pozostaliśmy przy dogmacie liniowości i metodą najmniejszych kwadratów dopasowaliśmy do 151 punktów obserwacyjnych prostą. Ma ona równanie:

$$m1 - 5\log(\Delta) = 8.22 + 7.37\log(r) \qquad (1)$$

gdzie jak zwykle: $m1$ — jasność całkowita głowy komety, Δ — odległość komety od Ziemi, r — jej odległość od Słońca.

---

[2] Czytelnikom mniej zorientowanym w tych kwestiach polecamy lekturę artykułu w *Uranii* nr 8/88 str. 235.

Teraz możemy ocenić intuicję Christoffera Spratta, którego prognozę jasności P/Brorsena-Metcalfa cytowaliśmy w *Uranii* nr 11/88. Na podstawie danych z poprzednich powrotów komety wywiódł on, że jej jasność absolutna będzie wynosiła 8.0 mag. Jak się okazało, zgadł znakomicie — u nas jest 8.22 mag. O współczynniku kierunkowym Spratt nie mógł niczego dowiedzieć się ze starych danych, więc wziął „z sufitu" wartość typową: 10.0. Według nas w rzeczywistości wynosi on 7.37, co także jest raczej przeciętną wielkością tego parametru.

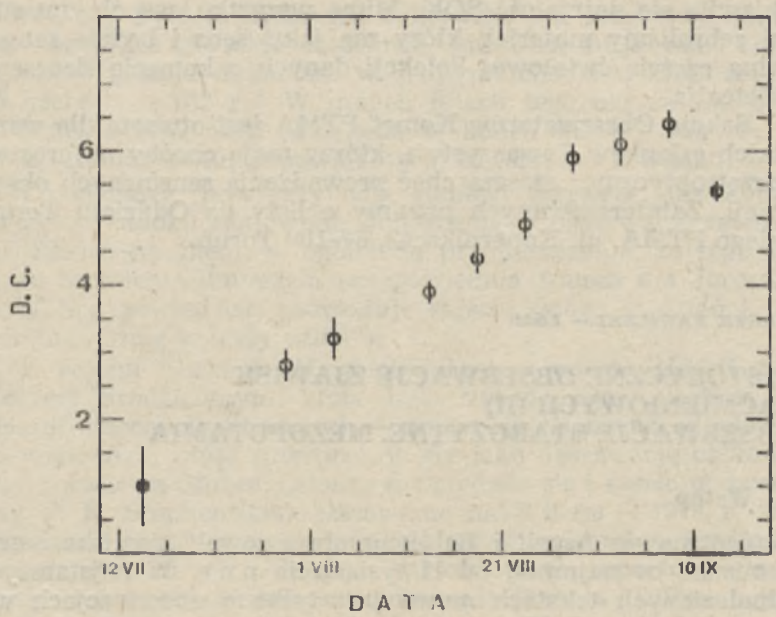
Oprócz ocen jasności, przedmiotem obserwacji wizualnych komet są również pomiary średnicy otoczki, długości i kąta pozycyjnego warkocza, oraz oceny stopnia kondensacji (DC).

Pomiar średnicy otoczki jest trudny. Niełatwo stwierdzić z całą pewnością, gdzie kończy się otoczka i zaczyna czyste tło nieba. Wynik bardzo silnie zależy od rodzaju i jakości teleskopu, wprawy i humoru obserwatora, a przede wszystkim od czystości i odpowiedniej czerni tła nieba. Dlatego na ogół nic nie wynika z zestawienia kilkudziesięciu zaledwie pomiarów. Tym razem warunki były jeszcze gorsze niż zwykle (kometa nisko nad horyzontem, świt), dlatego niewielu obserwatorów SOK wykonywało te pomiary. Nie możemy więc pokazać jak zmieniała się z czasem średnica otoczki.

To samo dotyczy długości i kąta pozycyjnego warkocza. Na fotografiach teleskopowych kometa Brorsena-Metcalfa prezentuje bardzo efektowny warkocz — długi na kilka stopni, lecz bardzo wąski. Ta ostatnia okoliczność i wspomniane już trudne warunki sprawiły, że tylko paru naszych obserwatorów widziało warkocz. Tak więc i w tej sprawie zebraliśmy zbyt mały materiał by pokusić się o jakiekolwiek uogólnienie.

Natomiast ciekawy wynik przyniosły oceny stopnia kondensacji (DC) komety. Jest to bodaj najłatwiejszy rodzaj obserwacji komet. Według czysto subiektywnego wrażenia określa się w skali od 0 do 9 koncentrację obrazu komety. Przy tym 0 odpowiada równomiernie rozmytej mgiełce bez śladów zgęszczenia centralnego, zaś 9 odnosi się do obrazu gwiazdopodobnego bez śladów mglistej otoczki. Wzorcowy wygląd komet o określonych DC jest opublikowany w książce S. Edberga *Jak obserwować komety*[1], ale zamieszczona tam reprodukcja jest na tyle zła, że w praktyce każdy obserwator ma swoją własną skalę. Wobec tego rozrzut ocen DC poszczególnych obserwatorów jest zawsze spory. Jednak w przypadku

[1] Wydawnictwa „Alfa", Warszawa 1985, str. 23.



Rys. 3. Zmienność stopnia kondensacji komety Brorsena-Metcalfa. Pionowe kreski mają sens błędu średniego kwadratowego średniej arytmetycznej.

tej komety nadesłane nam oceny DC (w liczbie 136) wykreślone w funkcji czasu układają się w wyraźny trend. Chcąc go uwypuklić uśredniliśmy DC różnych obserwatorów w odcinkach 5-dniowych, uzyskując wykres pokazany na rys. 3. Okazuje się, że stopień kondensacji komety wiernie naśladował krzywą jej blasku. Zwraca uwagę zwłaszcza duże DC w czasie maksimum jasności. Niektórzy obserwatorzy oceniali go aż na 8. Rzeczywiście, zwłaszcza lornetką trudno było odróżnić kometę od okolicznych gwiazd. Przypuszczalnie było to jedną z przyczyn niepowodzenia niektórych członków SOK.

Musimy wyraźnie podkreślić, że zarówno równanie (1) jak i inne nasze wnioski mają charakter jedynie orientacyjny, tymczasowy. Rzeczywiście wiarygodne rezultaty będą mogli uzyskać badacze, którzy zajmują się pełnym zbiorem obserwacji komety Brorsena-Metcalfa, zgromadzonym przez *International Comet Quarterly*. Zostały tam wysłane oryginały wszystkich nadesłanych nam raportów.

Każdy medal ma dwie strony. Moce piekielne sprzysiężone przeciwko nam utrudniły nam pracę. Tym wyraźniej jednak

objawiła się dojrzałość SOK. Mimo wszystko, wspólnymi siłami zebraliśmy materiał, który ma jakiś sens i będzie zauważalną częścią światowej kolekcji danych o komecie Brorsena-Metcalfa.

Sekcja Obserwatorów Komet PTMA jest otwarta dla wszystkich członków Towarzystwa, którzy mają choćby najprostszy sprzęt optyczny i szczerą chęć prowadzenia sensownych obserwacji. Zainteresowanych prosimy o listy do Oddziału Toruńskiego PTMA, ul. Kopernika 42, 87-100 Toruń.

MAREK ZAWILSKI — Łódź

HISTORYCZNE OBSERWACJE ZJAWISK ZAĆMIENIOWYCH (II) OBSERWACJE STAROŻYTNE. MEZOPOTAMIA

1. Wstęp

Astronomowie Asyrii i Babilonu obserwowali zjawiska astronomiczne co najmniej od II tysiąclecia p.n.e. W najstarszych odnalezionych tekstach mowa jest tylko o obserwacjach widoczności planety Wenus (gwiazdy bogini Isztar). Dopiero ze znacznie późniejszego okresu pochodzą zapiski dotyczące zaćmień. Znajdują się one wśród tekstów na tabliczkach glinianych, które w liczbie około 13 tysięcy fragmentów są przechowywane głównie w British Museum w Londynie. Odczytane teksty mówią tylko o zaćmieniach. Nie ma, niestety, doniesień o obserwowanych zakryciach gwiazd i planet przez Księżyc, chociaż musiały być one zauważone. Dotyczy to choćby Wenus.

2. Obserwacje zaćmień Słońca

Pierwszą wiarygodną, odnalezioną dotąd wzmianką na temat zaćmienia Słońca jest fragment kroniki asyryjskiej datowany na okres panowania króla Asurdana III. Nieznany z imienia kronikarz podał taki opis zjawiska: „W czasie rządów gubernatora Hozana, w stolicy [Niniwie] nastąpiło powstanie w miesiącu Siwannu i słońce się zaćmiło" (wg A. A. Michajłowa) *. Do dziś toczą się spory o ten opis. Jest on skąpy i nie wiadomo

* Cytowane teksty są tłumaczeniami z jęz. angielskiego, rosyjskiego, greckiego lub łacińskiego. Ze zrozumiałych względów autor unikał cytowania oryginalnych tekstów źródłowych.

nawet, czy było to zaćmienie całkowite, jak przyjmują jedni, czy też tylko głębokie częściowe, jak utrzymują inni. Duża zgodność panuje natomiast w jednym: chodzi o zaćmienie z 15 czerwca —762 r.* W innych latach tego okresu nie było w Niniwie znacznego zaćmienia w końcu maja i czerwcu, a więc w porze roku, odpowiadającej miesiącowi Siwannu.

Co ciekawe, powyższy opis stanowi pierwsze, jak dotąd, odkryte i udokumentowane doniesienie o obserwacji zaćmienia Słońca na Ziemi w ogóle! Są przypuszczenia, że tego samego zaćmienia dotyczyła przepowiednia Amosa dla Jerozolimy („Bóg powiedział: spowoduję zajście słońca w dzień i zaciemnię ziemię w biały dzień").

Z rejonu bliskiego Mezopotamii — z miasta Ugarit nad Morzem Śródziemnym, które było swego czasu miastem fenickim (obecne Ras-Szamra) — pochodzi też pewna odnaleziona wzmianka, którą interpretuje się jako obserwację całkowitego zaćmienia Słońca: „słońce zawstydziło się i zaszło w dzień" (wg F. R. Stephensona). Datowanie na 3 maja —1374 r. jest częściowo historyczne, a częściowo astronomiczne — uzyskane metodą wstecznych obliczeń. Wartościowych raportów z zaćmień Słońca odnaleziono w sumie mało (Tabela 1). Cenne jest doniesienie o zauważeniu początku zaćmienia częściowego w —321 r. na krótko przed zachodem Słońca w Babilonie.

Jednak wręcz rewelacyjnie przedstawia się odkryta niedawno na dwóch różnych tabliczkach relacja z obserwacji całkowitego zaćmienia w r. —135. Jedna z tabliczek informuje, że zaćmienie było całkowite, zaś druga potwierdza to. Podane są notowania czasu i inne okoliczności, towarzyszące zjawisku. Przypomnijmy w tym miejscu, że podstawową jednostką czasu, używaną w Babilonie było „us" (lub „usz" wg innej konwencji), co odpowiadało obrotowi sfery niebieskiej o 1°, a więc równe około 4 minutom (inna jednostka — „kasbu" odpowiadała dzisiejszym 2 godzinom). Do pomiarów czasu używano zazwyczaj zegarów wodnych. Dłuższy z raportów mówi, że zaćmienie rozpoczęło się 24 us po wschodzie Słońca, a faza maksymalna nastąpiła po upływie dalszych 18 us. Unikalne, jak na opisy starożytne, dane dodatkowe umożliwiają identyfikację zaćmienia: „24 us po wschodzie Słońca nastąpiło zaćmienie, gdy zaczęło się od strony południowo-zachodniej [...]. Wenus, Merkury i normalne gwiazdy były widoczne. Jowisz

* —762 r. = 763 r. p.n.e. Wszystkie daty są podawane wg rachuby astronomicznej. Teksty oryginalne operowały rozmaitymi rachubami czasu i używały różnych kalendarzy, obowiązującymi w kraju i czasie, w którym powstały.

Rys. 1. Odtworzony obliczeniem widok nieba podczas całkowitego zaćmienia Słońca obserwowanego w Babilonie 15 kwietnia —135 r. w godzinach rannych. Od lewej: Wenus, Merkury, Aldebaran, Jowisz, zaćmione Słońce i Mars.

i Mars, które to planety wtedy na niebie normalnie nie mogły być obserwowane, były widoczne [...]. Cień przesunął się z południowego-zachodu na północny-wschód." (wg A. J. Sachsa). Czas trwania całego zaćmienia wyniósł wg drugiego tekstu 35 us, a więc w dobrej zgodności w stosunku do pierwszej notatki. Odtworzenie zaćmienia jest dziś możliwe dzięki zastosowaniu mikrokomputerów (rys. 1).

Nie wszystkie odczytane teksty są równie wartościowe. Część jest niedatowana, a niektóre teksty nie są dla nas zrozumiałe. Wiele ma charakter astrologiczny. Mowa jest też o zjawiskach nie zaobserwowanych. Jeden z zapisków z lat od —675 do —665 fragmentami ujawnia ciekawą treść: „14-go będzie zaćmienie, jest ono złe dla Elamu i Amurru, szczęśliwe dla króla, panie mój: pozwól królowi odpoczywać w spokoju. Będzie ono widoczne bez Wenus [...]. Dla króla krain, panie mój, twój sługa Bil-usur. [...]. Zaćmienie przeszło, ale nie było widoczne w stolicy. Gdy zaćmienie się zbliżało, w stolicy, gdzie mieszka król, widać było wszędzie chmury, i czy nastąpiło, czy nie — nie wiemy [...]. Wielcy bogowie, którzy mieszkają w mieście króla, panie mój, zachmurzyli niebo i nie po-

Tabela 1

Starożytne obserwacje zaćmień Słońca z rejonu Mezopotamii

L.p.	Data	Miejscowość	Dane obliczone				Opis oryginalny
			Max. UT	$A_\odot$	$h_\odot$	Faza max.	
1.	-1374 V 3	Ugarit	$3^h.5$	-99°	7°	1.01	Całkowite ?
2.	-762 VI 15	Niniwa	7.6	-57	68	1.01	Całkowite lub część. o dużej fazie[a])
3.	-688 I 11	Jerozolima	9.0	-14	34	0.82	częściowe od północy (z. Izajasza)[b])
4.	-321 IX 26	Babilon	14.6[c] 14.8[d]	+88 +90	4 2	0.05[c] 0.10	Zauważony początek zaćm. część. 3 us przed zach. Słońca
5.	-248 V 4	Babilon	9.4	+21	71	0.75	6^h po wsch. Słońca (efemeryda ?)[e])
6.	-135 IV 15	Babilon	5.3	-76	35	1.02	całkowite (opis w tekście)

Uwagi:

a) do wyznaczania ΔT przyjęto, że zaćmienie było całkowite
b) ewentualna inna data zaćmienia: —710 III 14, max. 8^h7 UT, $f_{max.} = 0.74$
c) faza zauważalna okiem nieuzbrojonym
d) moment, odpowiadający raportowi, zach. Słońca 15^h01^m UT
e) wschód Słońca 2^h13^m UT

zwolili widzieć zaćmienia. A zatem uświadom króla, że zaćmienie to nie było wymierzone ani w niego, ani w jego kraj. Uradujmy króla...". (wg de Liagre Böhla). Był to okres, gdy król (Asarheddon) chory i pełen obaw powrócił z nieudanej wyprawy na Egipt. Z jednej strony zatem brak obserwacji został przez astronomów zręcznie wykorzystany, z drugiej zaś — nie spowodowało to dla nich żadnych przykrych następstw.

Jeszcze jedno z doniesień z Izraela zasługuje na uwagę. Stary Testament (Księga Izajasza) zawiera opis, który może być pośrednio interpretowany jako opis zaćmienia Słońca. Chodzi mianowicie o proroctwo Izajasza, który miał spowodować dziwne zachowanie się cienia, rzucanego przez zegar słoneczny Ahaza *. Cień ten, normalnie skracający się w miarę zbli-

* Tekst oryginalny mówi o schodach Ahaza i cofnięciu cienia o 10 stopni. Możliwe jednak, że chodziło o zegar słoneczny.

żania się południa, zaczął się wydłużać. Sytuacja taka mogła mieć miejsce, gdyby przed południem zdarzyło się częściowe zaćmienie Słońca, a przesłonięta została górna jego część. Niektórzy wiążą to zjawisko z zaćmieniem z 11 stycznia —688 r. Oznaczałoby to wyjątkową przenikliwość Izajasza lub może i to, że żył on dłużej, niż się przyjmuje (tj. do ok. —700 r.).

Nie są znane opisy korony słonecznej z terenów Mezopotamii i okolic. Zachowały się jednak liczne rysunki Słońca „z włosami". Być może też, znany asyryjski, babiloński a także i egipski symbol Uskrzydlonego Słońca powstał w wyniku obserwacji zaćmień całkowitych, chociaż przeważa opinia, że symbolika ta wyraża zdolność Słońca do swobodnego ruchu po sklepieniu niebieskim.

3. Obserwacje zaćmień Księżyca

Doniesienia o zaobserwowanych zaćmieniach Księżyca pochodzą z dwóch źródeł: z tekstów oryginalnych oraz (większość) z wtórnych informacji Klaudiusza Ptolemeusza, zawartych w jego dziele *Mathematike Syntaxis* (*Almagest*). Chronologicznie, pierwszymi są właśnie te informacje wtórne. Ptolemeusz miał dostęp do niezachowanych do dziś materiałów oryginalnych. Pierwsze trzy cytowane przezeń zaćmienia (tzw. triada) dotyczą lat —720 i —719, następne zaś lat od —567 do —490 (Tabela 2). Niestety, uzasadnione są obawy, że przynajmniej część tych relacji została przez Ptolemeusza „poprawiona" tak, aby mógł on uzyskać zgodność wyników obserwacji z geocentryczną teorią ruchów Słońca i Księżyca. Dowodzi tego w swojej obszernej pracy amerykański historyk astronomii Robert R. Newton. Bulwersujący tytuł książki *Zbrodnia Klaudiusza Ptolemeusza* wyjaśnia ocenę autora omawianego postępku. Mimo to, część danych Ptolemeusza ma znaczenie, gdyż momenty zjawisk zostały zmienione niewiele (bądź — niektóre z nich — może wcale) lub też są znane z zapisów oryginialnych. Przykładem może tu być obserwacja początku zaćmienia częściowego z 3 listopada —239 r., 3 us przed wschodem Słońca w Babilonie. Przypuszcza się ponadto, że Ptolemeusz mógł dysponować jeszcze starszymi raportami, ale nie potrafił ich datować (daty zaczął liczyć od panowania króla Nabonassara, tj. od r. —746).

Obserwacje zaćmień Księżyca okiem nieuzbrojonym nie są zbyt dokładne. Przeciętny błąd momentu jest rzędu kwadransa

Tabela 2

Starożytne obserwacje zaćmień Księżyca wykonane w Babilonie

L.p.	Data	Moment obs. UT	Opis oryginalny	Dane obliczone				Faza max.
				zj.	UT	$A_{☾}$	$h_{☾}$	
1.	-720 III 19	$16^h.3$ - $16^h.7$	Pocz.zaćm.część. na pocz. 2^h nocy	pocz.	$16^h.7$	- 81	20°	1.51
2.	-719 IX 1	$16^h.05$	Pocz. zaćm.część. na pocz. $1/2^h$ nocy	p.cz.	15.7	-74	2	0.48
3.	-567 VII 4^a	16.65	Pocz.zaćm.część. lub pocz. obserwacji 7.5 us przed wsch.Sł.	p.cz.	9.8	-120	-75	0.17
4.	-522 VII 16	19.5^b lub 18.8	Środek (?) 3^h20^m po zach.Sł., od płn.	max.	20.3	-12	33	0.55
5.	-521 I 9/10	23.2^b lub 22.2	5^h przed wsch.Sł. Faza nie podana	p.cz.	23.7	+84	55	1.86
6.	-501 XI 19	21.2	Max. o 6^h20^m nocy[c]	max.	20.7	-6	77	0.21
7.	-490 IV 25	20.5	Max. o 5^h30^m nocy[c]	max.	19.4	-32	41	0.11
8.	-239 XI 3	3.15	Pocz.zaćm.część. 3 us przed wsch.Sł.	p.cz.	3.2	+106	1	1.40
9.	-211 IV 30	1.0^b lub 1.15	20 us przed wsch.Sł. od str.płd. Faza nie podana	p.cz. max.	0.5 1.9	+58 +71	21 5	0.63
10.	-104 VIII 13	1.45^b lub 1.55	14 us przed wsch.Sł. Faza nie podana	p.cz. max.	0.8 1.8	+56 +65	17 6	0.26
11.	-65 XII 28	14.7	Ks.zaćm. w 1/3 9 us po zach.Sł.	p.cz.	13.8	-120	-2	
		15.25	max. po upływie 8 us	max.	14.9	-112	10	0.33
		16.0	Kon.po upływie 11 us	k.cz.	16.0	-105	22	

Uwagi:

a) Data podawana jako VII 5. Zaćmienie w tym dniu w Babilonie niewidoczne!

b) pierwsza wartość dla równej, druga dla nierównej rachuby godzin nocy.

c) przyjęto, że zapis dotyczy godzin nocy nierównej rachuby

Obserwacje 1, 2, 4, 6, 7 są cytowane przez Ptolemeusza w *Almageście*. Tylko obserwacja nr 4 jest potwierdzona przez zapis oryginalny.

i więcej, zaś fazy — rzędu 0.08. W pojedynczych przypadkach błędy te były jeszcze większe. Było tak zresztą i w innych krajach i późniejszych czasach.

Zaćmienia Księżyca były również obserwowane w celach astrologicznych, czego dowodzi pewna odnaleziona instrukcja w zbiorze *Enuma Amu Enlil*: „Gdy Księżyc jest zaćmiony, odnotuj dokładnie miesiąc, dzień, porę nocy, wiatr, pozycję i kierunek ruchu gwiazd, w których królestwie zaćmienie ma miejsce. Winieneś określić omeny, odpowiadające temu miesiącowi, dniu, porze nocy, wiatrowi i gwiazdom".

4. Babilońskie i asyryjskie teorie zaćmień

Astronomowie Mezopotamii pierwsi odkryli seryjność zachodzenia zaćmień. Najwcześniej wykryto seryjność zachodzenia zaćmień Księżyca w Asyrii. Cykli tych wykrywano zresztą kilka. Pierwszą zapewne konstatacją było zauważenie, że następne zaćmienie Księżyca nie następuje wcześniej, niż po 6 miesiącach. Zdarzało się dalej kilka zaćmień po kolei (nawet 5) ale bywały przerwy, gdy miały miejsce zaćmienia dzienne. Następnie jedna seria kończyła się, a rozpoczynała nowa. Oczywiście, w okresie między seriami, zdarzały się jeszcze zaćmienia półcieniowe, ale nie wiadomo, czy były znane i obserwowane. Ogromny okres obserwowania zaćmień Księżyca i gromadzenie o nich zapisków w słynnych bibliotekach, umożliwiły więc wykrycie powtarzalności zjawisk, co stało się w VII—VI w. p.n.e. Powstały też tablice, zwane dziś „saros — kanonem", zachowane w części do dziś. Okres 6585 1/3 dnia = 18 lat słonecznych + 11 1/3 dnia, w którym następują 242 przejścia Księżyca przez węzły (występują 242 miesiące smocze i 223 miesiące synodyczne) utrwalił się i jest używany po dziś dzień pod nazwą „saros".

Geneza tej nazwy jest równie interesująca, a wyjaśnił to O. Neugebauer. Babilończycy nie doszli w swych rozważaniach aż tak daleko, by wykryć dokładny cykl powtarzalności zaćmień Księżyca. Posługiwali się jedynie zgrubnym cyklem 18-letnim oraz analizą zmian szerokości ekliptycznej Księżyca, szczególnie w pobliżu syzygiów. Około II w. p.n.e. w użyciu były tablice szerokości ekliptycznej. Jak dziś wiadomo, zmienia się ona w granicach $\pm 5^{\circ}3$ w przybliżeniu sinusoidalnie w stosunku do ekliptyki, przyjmując wartość zero w węzłach. Teoria babilońska zastępowała te zmiany pewną linią łamaną, odchylającą się od ekliptyki o 6°. Wiadomo, że sumeryjski znak „sar" oznaczał m. in. Wszechświat a także

liczbę 3600. Późniejsi uczeni greccy przyjęli na określenie 3600 lat nazwę „saros". Około r. 1000 „saros" było wyjaśniane przez Suidasa jako miara chaldejska, z uwagą, że zawiera ona 222 miesiące. Pliniusz, dyskutując powtarzalność zaćmień, podał też liczbę miesięcy, ale w różnych redakcjach tekstu można ją było różnie odczytać (jako 213, 293, 222 lub 235). I oto Edmund Halley, dysponując tekstem podającym liczbę 222 miesięcy, poprawił ją na 223 uważając, że Suidas popełnił omyłkę, a wniosek ten opublikował w *Philosophical Transactions* w r. 1691. Odtąd więc zaczęto uważać, że „saros" zawsze liczył 223 miesiące. Mimo wielokrotnych krytyk, stwierdzenie to przyjęło się, także jako wielkie osiągnięcie astronomii babilońskiej.

Co do samych tablic, zwanych „saros-kanonem" — zachowały się nawet imiona ich autorów. Najwcześniejsze, prymitywne jeszcze tablice ruchu Księżyca, miał opracować Naburianna (lub Naburmiannu, a wg Strabona — Naburiannuos). Jedna z największych i najdokładniejszych tablic nosi dopisek: „obliczona tablica Kiddinu dla lat 208 do 210". Strabon podaje imię Kidenas, zaś rzymski astrolog Vettius Valens cytuje za Pliniuszem imię Cidenas. Tablice babilońskie pokrywają okres do —44 r., a fragmentami nawet do r. 42. Jeśli chodzi wreszcie o zaćmienia Słońca, przepowiadanie ich nie było możliwe z całą dokładnością, chociaż można było wskazywać na prawdopodobieństwo zajścia takiego zjawiska w okolicy nowiu. Stąd też wiele z raportów zostało opatrzonych notatkami w rodzaju „czekaliśmy, ale zaćmienie nie nastąpiło". Jest to zrozumiałe, gdyż dla przewidywania zaćmień Słońca nie wystarcza jedynie uproszczona teoria ruchu Księżyca. Potrzebna jest jeszcze znajomość jego odległości od Ziemi, Ziemi od Słońca, a wreszcie umiejętność określenia rozmiarów Ziemi i współrzędnych geograficznych. Te oczywiste dziś stwierdzenia nie mogły być rozeznane w czasach babilońskich z wystarczającą dokładnością.

c.d.n.

KRONIKA

Most kwazar-galaktyka?

Większość astronomów uważa, że kwazary znajdują się bardzo daleko, wnioskując to z dużego przesunięcia ich linii widmowych ku czerwieni. Jednak ostatnio kilku naukowców utrzymuje, że przynajmniej część tych kosmicznych siłowni jest stosunkowo blisko Ziemi. Główny dowód powyższego stwierdzenia pochodzi z obserwacji, w której kwazar jest

w widoczny sposób związany z galaktyką, wykazującą o wiele mniejsze przesunięcie ku czerwieni. Christopher L. Carilli (Narodowe Obserwatorium Radioastronomiczne USA) i jego współpracownicy przedstawili niedawno nowe obserwacje tej niezwykłej, intrygującej pary.

Galaktyka spiralna NGC 3067 w Lwie (13 mag.) ma przesunięcie ku czerwieni równe zaledwie 0.0049, co odpowiada odległości 95 mln lat świetlnych. Natomiast kwazar 3C232 — silne radioźródło położone tylko 2 minuty łuku na północ od galaktyki — jest co najmniej 100 razy dalej, jeżeli wierzyć jego poczerwienieniu, którego wartość 0.5303 oznacza odległość 9 miliardów lat światła! Jednakże oba te obiekty wydają się być połączone mostem materii. Cecha ta, odkryta przez zespół Carilli'ego przy użyciu systemu VLA, jest widoczna jako długi ogon neutralnego wodoru, rozciągający się od galaktyki w kierunku kwazara. Ten niezwykły ogon to prawdopodobnie gaz, wyrzucany z północnego ramienia NGC 3067, ponieważ posiada taką samą prędkość radialną. Obserwacje kwazara w dziedzinie optycznej i radiowej wykazały istnienie linii absorpcyjnych wodoru i wapnia z przesunięciem ku czerwieni podobnym, jak dla galaktyki. Materią, odpowiedzialną za tę cechę jest prawdopodobnie ta sama, która daje przyczynek do emisji wodoru, badanej przez VLA.

Gaz w kierunku kwazara znajduje się przynajmniej 50000 lat świetlnych od galaktyki NGC 3067, ale w jaki sposób wydostał się tak daleko? Najbardziej prawdopodobnym wyjaśnieniem jest istnienie mostu, jako wyniku oddziaływania pomiędzy galaktyką i czymś innym. Niestety, nie zanosi się na to, by w sąsiedztwie znajdował się jakiś towarzysz. Ponadto, wyjaśnienie to odbiega od popularnej teorii, przypisującej linie absorpcyjne kwazara rozciągłym dyskom lub sferycznemu halo galaktyki.

NGC 3067 ma i inne osobliwości. Widoczne są silne pasma pyłu oraz podwójne jądro w świetle widzialnym. Jej wysoka jasność radiowa i w podczerwieni umieszcza ją w kategorii wybuchających galaktyk, które uważa się za rezultat zderzenia.

Czy kwazar mógłby spowodować te osobliwości, znajdując się o wiele dalej? Tylko dalsze obserwacje mogą dać na to odpowiedź. Bliskość tych obiektów na niebie może być zwykłym zbiegiem okoliczności. Jednakże, jeżeli związek naprawdę istnieje, promieniowanie z 3C232 powinno wzbudzać gaz w warkoczu wystarczająco, aby stał się widoczny na zdjęciach o długim czasie ekspozycji.

Wg *Sky and Telescope* 1989, 78, 349

STANISŁAW ROKITA

Najmłodsza supernowa w Galaktyce?

Kiedy wybuchła ostatnia supernowa w Galaktyce? Na to, z pozoru proste, pytanie niełatwo odpowiedzieć, gdyż większość Drogi Mlecznej jest zasłonięta przed naszym wzrokiem przez obłoki pyłu międzygwiazdowego. Ostatnim jasnym, widocznym gołym okiem kataklizmem była supernowa Keplera z 1604 roku, ale od tego czasu mogło dojść do wielu inych wybuchów, których po prostu nie zaobserwowaliśmy z powodu absorpcji promieniowania po drodze. Z drugiej jednak strony, niektóre rodzaje promieniowania potrafią przenikać chmury pyłu o rozmiarach rzędu lat świetlnych. Odległe radioźródło Cassiopea A jest powszechnie uznawane za pozostałość najmłodszej supernowej w Drodze Mlecznej. Eksplozja miała miejsce mniej więcej w połowie XVII wieku, ale nie

została niepodważalnie udokumentowana przez ówczesnych obserwatorów. Jednak obecnie John J. Cowan (Uniwersytet Oklahoma) i jego współpracownicy wierzą, że zidentyfikowali o wiele młodszą pozostałość po supernowej, która prawdopodobnie wybuchła 25 do 100 lat temu.

Jest nią radioźródło G25.5+0.2 w gwiazdozbiorze Tarczy. Ten stosunkowo zwarty obiekt został odkryty podczas obserwacji płaszczyzny równika galaktycznego za pomocą VLA. Źródło to posiada wszystkie charakterystyczne cechy, jakich oczekuje się po „szczątkach" młodej supernowej. G25.5+0.2 jest źródłem emisji radiowej, która daje się, przynajmniej częściowo, wyjaśnić — jak w przypadku mgławicy Krab — obecnością centralnego pulsara. Obserwowana wielkość kątowa źródła wynosi 15—20 sekund, co odpowiada średnicy około 1,5 roku świetlnego, przy szacowanej odległości 23000 lat świetlnych. Nie widać żadnych szczegółów w świetle widzialnym i rentgenowskim, natomiast może być z nim związane bliskie źródło promieniowania podczerwonego. Cowan i współpracownicy uważają, że potrzeba więcej obserwacji dla stwierdzenia, czy pozostałość jaśnieje czy ciemnieje. Obecna jasność jest stosunkowo niska jak na emisję supernowej.

Nie jest niespodzianką, że ten gwiazdowy wybuch pozostał niezauważony, gdyż miał on miejsce blisko płaszczyzny równika Drogi Mlecznej w kierunku na centrum Galaktyki. Jeżeli była to supernowa II typu, to mogła osiągnąć 5 mag., ale mogła też być o wiele słabsza, ponieważ w tym kierunku znajdują się duże ilości pyłu międzygwiazdowego. W każdym razie nie mógł to być — w tym bogatym w gwiazdy rejonie nieba — obiekt łatwy do obserwacji.

Wg *Sky and Telescope* 1989, 78, 348

STANISŁAW ROKITA

Wiek komety Halleya

Wyrzucany z komety Halleya strumień pyłu układa się wzdłuż jej orbity, tworząc rój meteoroidów. Dwukrotnie w ciągu roku Ziemia spotyka się z nim, co każdorazowo powoduje występowanie meteorów: w październiku obserwowane są Orionidy, a w pierwszym tygodniu maja — Eta Akwarydy. Znajomość całkowitej masy strumieni meteorów pozwoliłaby określić wielkość masy, którą kometa traci przy każdym pojawieniu się, a w dalszej kolejności jej wiek. Zadanie takie podjęli astronomowie kanadyjscy J. Jones, B. A. McIntosh i R. L. Hawkes, wykorzystując wcześniejsze badania postaci roju. Wbrew oczekiwaniom cząstki pyłu wyrzucane z komety nie tworzą cylindra ułożonego wzdłuż jej orbity, ale strukturę podobną do grubej wstęgi. Na jej położenie miały wpływ wszystkie poprzednie położenia komety oraz ciśnienie promieniowania słonecznego wywierane na pył wyrzucany z komety w pobliżu peryhelium. Jak dużo materii zawiera ta wstęga? Odpowiedź na to pytanie umożliwiły obserwacje radarowe, mające na celu określenie wielkości jonizacji atmosfery spowodowanej przez strumień meteorów i pozwalające m. in. na określenie rozkładu wielkości cząstek roju. Obliczenia, których największe niepewności pochodzą z obliczeń rozmiarów wstęgi, dały w wyniku $1{,}3 \cdot 10^{13}$ kg. Rezultat ten jest godny uwagi, ponieważ stanowi znaczącą część prawdopodobnej masy komety. Chociaż masa ta nie została dokładnie określona w czasie jej ostatniego pojawienia się, Jones i współpracownicy oceniają, na podstawie pomiarów objętości i gęstości jądra komety, że obecna jego masa jest tylko o rząd wielkości większa niż masa pyłu

rozproszonego w postaci wstęgi. Ponieważ jednak większość masy komety stanowi lód, a nie pył, ilość pozostałego w komecie pyłu może być zaledwie 2—3 razy większa niż ilość już rozproszona. Przyszły czas życia komety Halleya nie może być dłuższy niż czas już spędzony w wewnętrznych obszarach Układu Słonecznego A jak on jest długi? Jones i współpracownicy musieli przyjąć pewne założenia o sposobie utraty materiału przez jądro komety przy przejściu przez peryhelium. Biorą oni pod uwagę, że ilość zaabsorbowanej energii słonecznej jest proporcjonalna do zmniejszającej się powierzchni jądra oraz zakładają wielkość tej energii zużytej na sublimację zlepiającego pył lodu (która, jak można się spodziewać, zmniejsza się z każdym obiegiem) Zaskakujące jest, że wyniki obliczeń czasu życia komety są stosunkowo mało zależne od założeń co do udziału lodu w budowie komety. W rezultacie obliczeń stwierdzają, że kometa Halleya spędziła w wewnętrznej części Układu Słonecznego jedynie 23 tys. lat wykonując być może mniej niż 300 obiegów. Zgadza się to z wynikiem innych obliczeń, według których ok. 20 tys. lat temu doszło do bliskiego spotkania komety z Jowiszem.

Wg *Nature*, 1989, 339, 95

KRZYSZTOF LECHOWICZ, RYSZARD PALCZEWSKI

Spotkanie Voyagera 2 z Neptunem

25 sierpnia 1989 roku sonda Voyager 2 zbliżyła się do ostatniej obecnie (ze względu na aktualne przebywanie Plutona wewnątrz orbity Neptuna) planety Układu Słonecznego. Przeleciała w odległości ok. 5000 km od samej planety mijając przy okazji jednego z satelitów — Trytona. Działo się to wszystko w odległości 30 jednostek astronomicznych od Słońca.

Obrazy widzialnej tarczy planety świadczą o silnej turbulencji w atmosferze — zaobserwowano m. in. dwie duże plamy (jedną podobną do Czerwonej Plamy na Jowiszu i poruszającą się z prędkością 300 m/s — jest to największa prędkość wiatru obserwowana w czasie całej misji Voyagerów — i drugą rotującą sztywno). Widoczne są warstwy obłoków, m. in. udało się zobaczyć cirrusy rzucające cień na znajdującą się 50 km niżej zwartą masę obłoków.

Na zdjęciach widoczne są pierścienie planety. Obserwacje z powierzchni Ziemi sugerowały, że są to twory nieciągłe, coś w rodzaju łuków. Okazało się, że wynika to z niejednakowej jasności poszczególnych fragmentów łączących się jednak w ciągłą strukturę. Udało się wyróżnić 4 pierścienie: 2 wąskie i wyraźne, jeden słabszy i ostatni najbliższy powierzchni planety, być może stykający się z jej atmosferą i jednocześnie mocno rozmyty. Przejściu stacji przez płaszczyznę pierścieni towarzyszyły zderzenia z cząstkami pyłu — oceniono ich gęstość na 1 cząstkę na 300 m^3 — jest to porównywalne z gęstością pyłu w płaszczyźnie pierścieni Saturna.

Niespodziankę sprawiło pole magnetyczne Neptuna. Oś dipola magnetycznego jest nachylona do osi rotacji planety o 50°, sam dipol jest przesunięty względem środka Neptuna o 10000 km. Osobliwa jest pierwsza cecha: w zasadzie oczekuje się równoległości osi obrotu i osi dipola, wyjątek uczyniono dla Urana którego oś rotacji tworzy mały kąt z płaszczyzną orbity. Ale dwa wyjątki to trochę zbyt wiele... Zaobserwowano zorzę polarną, jednak nie jest ona ograniczona do owalu polarnego jak w przypadku Ziemi lecz rozmyta. Widoczne jest też świe-

cenie zorzowe atmosfery Trytona wywołane najprawdopodobniej przez cząstki pasa radiacyjnego w którym zanurzony jest satelita.

Sam Tryton wydaje się być światem już zamarłym (od 1—2 mld lat?) chociaż powierzchnia jego nosi ślady aktywności geologicznej. Czapa biegunowa składa się głównie z lodów metanowych i azotowych. Azotowa atmosfera jest około 100 000 razy rzadsza od ziemskiej Na wysokości ok. 600 km jej temperatura wynosi ok. 100 K, temperatura czapy polarnej to tylko 37 K. Nie jest znany mechanizm grzania atmosfery. Niektóre twory na powierzchni księżyca próbuje się interpretować jako pozostałości po aktywności wulkanicznej, być może podobnej do obecnie obserwowanej na powierzchni księżyca Jowisza Io. Źródłem ciepła byłoby tutaj również tarcie przypływowe.

Warto może jeszcze wspomnieć, że okres rotacji Neptuna oceniono na 16 godzin 3 minuty (o godzinę mniejszy od oczekiwanego), zmierzono też średnicę Trytona — wynosi ona 2720 km.

ROMAN SCHREIBER

OBSERWACJE

Zorza polarna nad Polską

Przebywając w Dąbrowie (około 30 km na północ od Lublina) 20 października 1989 roku, podczas obserwacji komety Okazaki-Levy-Rudenko (1989r), spostrzegłem około 18^h40^m CSE na północnym niebie, około 15° nad horyzontem bardzo słabą bladoniebieską łunę, sądząc początkowo, że to odbicie świateł miejskich podchodzących od Ostrowa Lubelskiego i Parczewa. Po około 5 min. jasność tajemniczej poświaty wzrosła — byłem już pewien, że to zorza polarna, którą pierwszy raz widziałem 6 lutego 1983 r. w Dąbrowie. O 19^h00^m jasność zorzy była na tyle duża, że świeciła cała północna część nieba. O 19^h30^m pojawiły się smugi pionowe, przypominające smugi reflektorów samochodowych wyświetlanych na niebie. Pobiegłem do domu po aparat fotograficzny ZENIT TTL i statyw, załadowałem film FOTOPAN HL oraz przykręciłem obiektyw szerokątny Mir 1B $f = 37$ mm/2.8 (kąt widzenia 60°). Na stanowisku obserwacyjnym byłem gotowy o 20^h00^m. Wykonałem serię zdjęć czarno-białych w odstępach kilkuminutowych stosując czas naświetlania około 60 sekund (niektóre z nich są reprodukowane na drugiej i trzeciej stronie okładki). W tym czasie zorza była najjaśniejsza i miała kolor różowy. Na tle różowej poświaty pojawiały się różowe pionowe pręgi, które rozszerzały się, a następnie po kilku minutach gasły i znowu pojawiały się nowe jasne, różowe pręgi, rozszerzały się i gasły itd. Pręgi te sięgały do wysokości około 45° ponad północno-wschodni horyzont.

W czasie maksimum jasności zorzy słychać było krzyki ludzi, a po kilkunastu minutach ogłoszono alarm straży pożarnej w gminie Ludwin. Wozy strażackie pojechały na sygnale w kierunku zorzy, szukając w okolicy pożaru. O 20^h30^m zorza zaczęła słabnąć i o 21^h przestała być widoczna. Oto jak zjawisko zorzy polarnej rzadko występujące w naszych szerokościach geograficznych, może nawet i przy końcu XX wieku wywołać u ludzi wiele zamieszania.

Zorza polarna pojawiła się nad Polską jeszcze raz 17 listopada 1989 r. tuż po zachodzie Słońca i była widoczna do 20^h w Dąbrowie.

MIECZYSŁAW L. PARADOWSKI

Wielki spektakl na niebie

Cierpliwość obserwatora systematycznie obserwującego niebo, bywa czasem wynagradzana dostrzeżeniem niezwykłych, rzadkich zjawisk. Tak zdarzyło mi się wieczorem 17 listopada 1989 roku. Panowała nietypowa jak na tę porę roku, piękna, bezchmurna pogoda. Przygotowywałem się do obserwacji gwiazd zmiennych na wzgórzu Wilk w pobliżu Zamku Książ ($\varphi = 50°51'$ N, $\lambda = 16°18'$ E), gdy uwagę moją zwróciło o 17^h40^m CSE rozjaśnienie nieba nad północnym horyzontem. Słońce było już wtedy dostatecznie głęboko (ok. 16°) pod horyzontem i to w innej, bo w zachodniej części nieba. Pomyślałem sobie od razu, że to pewnie zorza polarna. Rzeczywiście, kilka minut później rozjaśnienie powiększyło się, a na jego tle pojawiły się słupy świetlne, niby światła gigantycznych reflektorów świecących niemal prostopadle do horyzontu, chociaż z pewną niewielką zbieżnością w kierunku północy. Zjawisko to widoczne było głównie na tle gwiazdozbiorów Wolarza i Wielkiej Niedźwiedzicy i sięgało do wysokości 50°. Jednocześnie na tle gwiazdozbioru Woźnicy pojawiła się rozmyta, intensywnie czerwona plama świetlna. Nieco słabsze, różowo-czerwone plamy pojawiły się nad wschodnim oraz północno-zachodnim horyzontem. Intensywność i zasięg świecenia zorzy zmieniały się z minuty na minutę, słabnąc lub zwiększając się. Kilkanaście minut po osiemnastej zjawisko zdecydowanie osłabło, chociaż na tle Wielkiej Niedźwiedzicy dalej utrzymywało się rozległe biało-seledynowe świecenie. O 18^h51^m zorza znów pojaśniała, pojawiły się czerwone plamy, przez chwilę widoczne były podobne do draperii pasma na tle gwiazdozbiorów Herkulesa i Smoka. Ok. 19^h10^m CSE rozlewające się na niebie biało-seledynowe światło sięgnęło do zenitu. Zorza, głównie w postaci dwu szerokich, rozmytych łuków, których środek znajdował się gdzieś głęboko pod północnym horyzontem, obejmowała całą północną połowę nieba. Droga Mleczna, przedtem dobrze widoczna, zniknęła na tle zorzowego świecenia. Spośród gwiazd Wielkiej Niedźwiedzicy widoczne były tylko najjaśniejsze, a okolica zalana została niesamowitym światłem. Kilkanaście minut trwał ten kolejny seans, by znowu świecenie stopniowo osłabło. To tu, to tam, w całej północnej połowie nieba pojawiały się jeszcze białe lub czerwone plamy, lecz po 19^h35^m pozostało tylko świecenie na północy, które utrzymywało się co najmniej do 22^h30^m CSE. Ostatni zaś obserwowany przeze mnie — już z okna mieszkania — odcinek tego „zorzowego serialu" nastąpił ok. 22^h00^m, kiedy to przez ponad 10 minut pojawiały się w północnym sektorze nieba jasne, świecące przeważnie intensywnie czerwone plamy. Zjawisko było wyraźnie widoczne pomimo świecącego już Księżyca i niedalekich lamp ulicznych.

Jak dowiedziałem się później, w Centralnym Obserwatorium Geofizycznym w Belsku k/Grójca zarejestrowano w tym czasie silną burzę magnetyczną. Również bardzo silna burza magnetyczna wystąpiła 13 marca 1989 roku. Związana z tym wielka zorza polarna widoczna była w różnych rejonach świata i to w niskich szerokościach geomagnetycznych, nawet w tak egzotycznych dla zórz polarnych rejonach jak: Północny Meksyk, Krym, Kaukaz. Zjawiska te były niewątpliwie związane z gwałtownie rosnącą aktywnością Słońca w 22 cyklu, a ponieważ przeżywamy właśnie maksimum tej aktywności, więc obserwujmy niebo, bo mamy teraz większą niż zazwyczaj szansę, na obejrzenie wspaniałego widowiska.

JERZY SPEIL

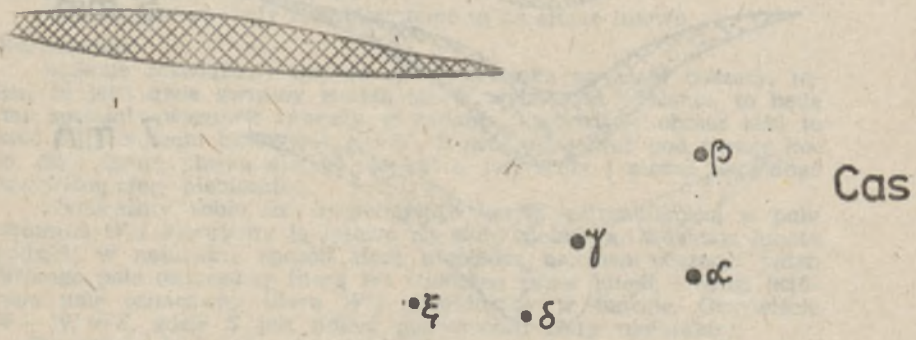
Niezwykłe zjawisko

Niezwykłe zjawisko zorzy polarnej było widoczne w dniu 17 listopada 1989 roku z terenu Podkarpacia. Obserwując zachód Wenus i Saturna spojrzałem na niebo północne. I o dziwo, na tle Wielkiej Niedźwiedzicy od strony tylnych kół Wielkiego Wozu ku horyzontowi, zauważyłem wyraziste promieniowanie koloru jasnoczerwonego przechodzące w kolor różowo-pomarańczowy. Wystąpiło ono w godzinach od 17.45 do 18.05. Następnie w godzinach od 18.45 do 19.05 w gwiazdozbiorach Herkulesa, Woźnicy i Rysia pojawiły się dwie o mniejszych rozmiarach, czerwone łuny zorzy polarnej. Interesującym jest fakt, że na tle zorzy były bardzo dobrze widoczne gwiazdy. Obserwacji zjawiska dokonałem w Węglówce — niedaleko Krosna — w miejscu o współrzędnych geograficznych: długości 21°45′ i szerokości 49°46′. Zjawisko widziane było na terenie Podkarpacia przez wiele osób wywierając nieopisane wrażenie.

TEOFIL LUBAS

Obserwacja niezwykle jasnego bolidu nad Polską północno-zachodnią

W dniu 8 września 1989 r. przy bezchmurnym niebie i dobrej przejrzystości atmosefry, z łąki pozbawionej bliskich rozświetleń miejskich (Drzonków koło Zielonej Góry, +51°53′ N, 15°35′ E) obserwowałem przez lornetkę gromadę kulistą M13 w Herkulesie Nagle o godz. 21.52 czasu miejscowego, dostrzegłem kątem obu oczu bardzo szybko narastające i znaczne rozjaśnienie całej okolicy, do stopnia co najmniej jak przy jasnej pełni Księżyca. Trwało ono około 3 sekundy. Natychmiast oderwałem oczy od lornetki by zidentyfikować przyczynę rozjaśnienia, ale po sekundzie było znów ciemno. Ku memu zdumieniu w północnej części pola gwiazdozbioru Kasjopei spostrzegłem między 1^h—3^h oraz 30°—+70° jasne wydłużone wrzeciono koloru srebrzystobiałego, o silnie zaostrzonych obu końcach. Długość wrzeciona sięgała 40°, a jego grubość w części środkowej 2°—3°. Obraz wrzeciona był przez około 2 minuty stabilny, ale później w części środkowej poczęło się ono bardzo powoli wyginać w łuk, skierowany wypukłością ku ziemi. W następnych minutach jasność wrzeciona była nadal znaczna,

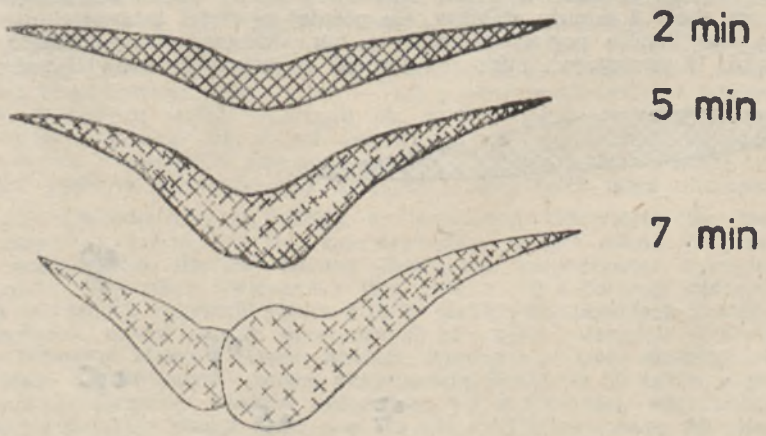


Rys. 1. Wielkość, kształt i usytuowanie wrzeciona w chwili dostrzeżenia.

zwłaszcza wzdłuż bocznych krawędzi, a słabsza w części wewnętrznej, co przypominało pustawą w środku rurę świetlną. Po 7 minutach wrzeciono było wyraźnie bledsze i silnie wygięte na całej długości, najsilniej — w kształcie podkowy — w części środkowej, gdzie zaczęło się ono dzielić na dwie części o szerokich, zaokrąglonych brzegach podziału. Po 10 minutach od chwili rozbłysku przestało być dostrzegalne. Po 3—4 minutach od chwili pojawienia się wrzeciona dały się słyszeć, idące głównie z kierunku północnego, głuche grzmoty i dudnienia, przypominające daleką kanonadę artyleryjską trwającą 30—40 sekund. W ciągu przeszło 50 lat obserwacji nieba nigdy nie widziałem tak fascynującego zjawiska.

Po kilku dniach od chwili obserwacji bolidu, opowiedziałem o nim, a także pokazałem notatki i wykonane rysunki członkowi PTMA ze Szczecina Ryszardowi Siwcowi. Szczęśliwym zbiegiem okoliczności i on widział w tym samym dniu i czasie bardzo jasny bolid. Oto jego krótka relacja udostępniona mi na piśmie: „W piątek 8 września 1989 r. tuż przed godziną 22.00 wyszedłem na balkon. Po chwili kątem oka dostrzegłem nagłe rozjaśnienie nieba. Po skierowaniu wzroku na odpowiednią część nieba zobaczyłem bolid, który w ciągu około 2 sekund przemieszczał się po niebie. Dostrzegłem go w gwiazdozbiorze Kasjopei (może wcześniej? gdyż balkon wnękowy usytuowany w stronę południową utrudnia obserwacje polarnych partii nieba), a zakończył swój lot efektownym rozbłyskiem (wybuchem) w gwiazdozbiorze Pegaza: około 22^h—23^h i $+20°$. Jasność balidu oceniłem na ~ -5 mag. Był to najjaśniejszy bolid, jaki widziałem dotychczas i na pewno jaśniejszy od planety Wenus. Ryszard Siwiec, Szczecin. Miejsce obserwacji: $+53°30'$ N, $14°35'$ E".

Wydaje się prawie pewnym, że ze stanowisk odległych od siebie o około 170 km oglądaliśmy równocześnie przelot tego samego bolidu. Może to dodatkowo świadczyć o dużej skali zjawiska, a zebrane przez nas obserwacje pomóc specjalistom przy dokładniejszym określeniu to-



Rys. 2. Kolejne fazy przekształceń wrzeciona po dwóch, pięciu i siedmiu minutach.

ru jego przelotu przez atmosferę, prędkości kosmicznej itd. Skala zjawiska, efekty dźwiękowe oraz wybuch bolidu w końcowej fazie lotu, mogą sugerować, że nie cały bolid spłonął w atmosferze i że jego części mogły dotrzeć do powierzchnii ziemi, co przy ewentualnym uzyskaniu dodatkowych informacji od innych obserwatorów, mogłoby ułatwić lokalizację spadku odłamów raz zachęcić do prób ich poszukiwań.

JERZY GIERGIELEWICZ

Komunikat nr 7/89 Sekcji Obserwacji Słońca PTMA

Wyniki obserwacji Słońca w sierpniu 1989 r. przysłało 9 obserwatorów: Marcin Betlej, Robert J. Bodzoń, Janusz Kosiński, Dariusz Kruglak, Andrzej Martyna, Andrzej Pilski, Robert Szaj, Mieczysław Szulc, Jerzy Ułanowicz. Łącznie wykonano 118 obserwacji w 29 dniach. Średnie dzienne względne liczby Wolfa w sierpniu 1989 r. wynoszą:
1. 166 (168), 2. 193 (182), 3. - - - - - -, 4. 262 (239), 5. 204 (186), 6. 235 (226), 7. 223 (226), 8. 231 (215), 9. 213 (240), 10. 225 (208), 11. 238 (225), 12. 187 (208), 13. 197 (202), 14. 217 (186), 15. 238 (208), 16. 204 (178), 17. 212 (190), 18. 208 (220), 19. 211 (194), 20. 228 (212), 21. 204 (198), 22. 163 (143), 23. 128 (101), 24. 144 (45), 25. 108 (99), 26. 70 (59), 27. 48 (48), 28. - - - - - -, 29. 46 (65), 30. 108 (102), 31. 134 (126).
Średnia miesięczna względna liczba Wolfa w sierpniu 1989 r. wynosi 178,0 (166,6). Średnia względna liczba Wolfa z jednego obrotu Słońca wynosi 184,7 (177,9). W nawiasach podano średnie liczone bez współczynników obserwatorów.

ANDRZEJ PILSKI

KĄCIK OLIMPIJCZYKA

Zadanie 2 z drugiego etapu XXXII Olimpiady Astronomicznej

Jakie jest prawdopodobieństwo, aby dwie spośród 6500 gwiazd widocznych gołym okiem i nie związanych ze sobą fizycznie znalazły się w odległości kątowej mniejszej niż 10″.

Przyjmij, że gwiazdy rozmieszczoune są na sferze losowo.

Rozwiązanie:

Zadanie rozwiążemy dzieląc sferę niebieską na małe obszary, takie, że jeśli dwie gwiazdy znajdą się w wybranym obszarze, to będą one spełniały warunek zawarty w zadaniu. Oczywiście obszar taki to koło o „promieniu kątowym" $\alpha = 5''$. Można tutaj brać pod uwagę koło, czyli figurę płaską dlatego, że kąt α jest mały i można zaniedbać krzywiznę sfery niebieskiej.

Wyobraźmy sobie, że dysponujemy lunetą astronomiczną o polu widzenia W i kierujemy ją losowo na sferę niebieską. Wówczas luneta podzieli w naturalny sposób sferę niebieską na dwa obszary: jeden (którego pole oznaczamy literą W) widoczny przez lunetę i drugi (którego pole oznaczamy literą W') niewidoczny w lunecie. Oczywiście $W + W' = S$, gdzie S jest polem powierzchni sfery niebieskiej.

Wyliczymy teraz prawdopodobieństwo tego, że n spośród N gwiazd rozmieszczonych na sferze niebieskiej losowo, znajdzie się w polu wi-

dzenia lunety W. Prawdopodobieństwo sukcesu czyli pojawienia się gwiazdy w polu W wynosi:

$$p = \frac{W}{S}, \tag{1}$$

a prawdopodobieństwo porażki polegającej na tym, że gwiazda jest w polu W' wynosi: $q = W'/S$ (p i q jako prawdopodobieństwa zdarzeń wykluczających się spełniają warunek $p + q = 1$). Jedna gwiazda może pojawić się w polu widzenia lunety z prawdopodobieństwem p. Pojawienie się w tym polu drugiej gwiazdy jako zdarzenie niezależne może nastąpić z prawdopodobieństwem $p \cdot p$, natomiast pojawienie się w tym polu n gwiazd nastąpi z prawdopodobieństwem p^n. Jednocześnie w polu W' będzie znajdowało się $n' = N - n$ gwiazd i pojawią się one tutaj z prawdopodobieństwem $q^{n'}$. Tak więc prawdopodobieństwo wystąpienia jednej konfiguracji gwiazd takiej, że n gwiazd znajduje się w obszarze W i $(N - n)$ gwiazd w obszarze W' wynosi $p^n q^{n'}$. Odpowiedź na postawione w tym akapicie pytanie znajdziemy mnożąc powyższe prawdopodobieństwo przez liczbę możliwych wyborów n spośród N gwiazd. Liczbą tą jest $\binom{N}{n}$. Ostatecznie więc prawdopodobieństwo znalezienia n spośród N gwiazd w polu przypadkowo skierowanej na sferę niebieską lunety wynosi:

$$p_1(n) = \binom{N}{n} p^n q^{N-n}. \tag{2}$$

Otrzymaliśmy rozkład Bernoulli'ego, czego należało się spodziewać, gdyż rozmieszczenie gwiazd na sferze niebieskiej jest zgodne z tym rozkładem lub też z rozkładem Poissona, który jest granicznym przypadkiem rozkładu Bernoulli'ego przy $N \to \infty$ i $p \to 0$, co ma miejsce w przypadku gwiazd na sferze niebieskiej.

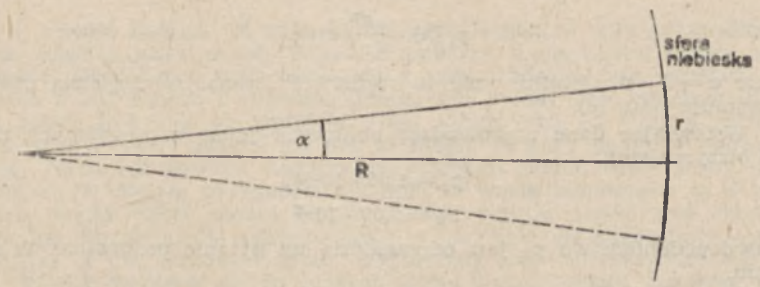
Zadania jednak nie rozwiązaliśmy jeszcze, gdyż pytanie w jego treści dotyczy możliwości znalezienia pary gwiazd w dowolnym (ale o polu W), a nie konkretnie wybranym przez lunetę obszarze sfery niebieskiej. Należy więc dokonać przeglądu całej sfery niebieskiej. Można to zrobić tą samą lunetą, która posłużyła nam do określenia rozkładu gwiazd na sferze. Trzeba by kierować ją wielokrotnie na sferę niebieską w taki sposób, by kolejne obszary widoczne w lunecie stykały się ze sobą. W ten sposób pokrylibyśmy całą sferę. Wymaga to wykonania serii doświadczeń. Pojedyncze doświadczenie będzie polegało na skierowaniu lunety na sferę niebieską i sprawdzeniu czy w jej polu widzenia znajduje się n gwiazd (sukces). Prawdopodobieństwo sukcesu w pojedynczym doświadczeniu wynosi p_1 i zostało określone wzorem (2). Przegląd całej sfery niebieskiej dokonany tą metodą będzie serią doświadczeń. Liczba doświadczeń w serii wynosi:

$$K = \frac{S}{W}, \tag{3}$$

Prawdopodobieństwo wystąpienia k sukcesów w serii K doświadczeń określa również rozkład Bernoulli'ego:

$$p_k = \binom{K}{k} \cdot p_1^k (1 - p_1)^{K-k}. \tag{4}$$

Prawdopodobieństwo p_k będzie już stanowiło odpowiedź na pytanie postawione w treści zadania, jeśli za n, N, k, K i p wstawimy od-



powiednie dane liczbowe. Z treści zadania wynika, że: $N = 6500$, $n = 2$ (bo interesuje nas para gwiazd), $k = 1$ (bo interesuje nas jedna para). Porównując wzory (1) i (3) zauważamy, że $p = 1/K$ i wystarczy wyliczyć jedynie stosunek W/S, co teraz uczynimy korzystając z rysunku, na którym R oznacza promień sfery niebieskiej, a r promień pola widzenia lunety. Przy tych oznaczeniach $W = \pi R^2 \sin^2\alpha$. Pamiętając, że $S = 4\pi R^2$ otrzymujemy

$$p = \frac{\sin^2\alpha}{4}$$

Ponieważ kąt α jest mały to $\sin\alpha$ możemy zastąpić samym α wyrażonym w radianach. Stąd $\sin\alpha = \pi \cdot 5/3600/180$ i ostatecznie $p = 1{,}47 \cdot 10^{-10}$ i $K = 6{,}8 \cdot 10^{9}$. Wstawiając te dane do wzorów (2) i (4) natrafimy na trudności rachunkowe. Musimy np. wyliczyć wyrażenie $(1-p)^{n'}$, gdzie p jest małą liczbą, a n' dużą. Licząc jego wartość na kalkulatorze otrzymamy 1. Trudności te możemy ominąć dwoma sposobami: rozwijając omawiane wyrażenie w szereg Taylora lub dokonując we wzorach (2) i (4) przejścia granicznego odpowiednio przy N i K dążącym do nieskończoności. Skorzystamy najpierw z pierwszego sposobu:

$$(1-p)^{n'} = 1 - n' \cdot p + \frac{n'(n'-1)}{2} p^2 - \ldots .$$

W naszym przypadku można ograniczyć się do dwóch pierwszych wyrazów rozwinięcia.

Licząc granicę prawej strony we wzorze (2) (drugi sposób) przy N dążącym do nieskończoności zakładamy, że $p \to 0$ w taki sposób, że $N \cdot p \to a$. Tak więc przy przejściu granicznym p ma postać:

$$p = \frac{a}{N}.$$

Granice składników wzoru (2) są następujące:

$$\lim_{N\to\infty}\left(1-\frac{a}{N}\right)^{N-n} = \lim_{N\to\infty}\left(1-\frac{a}{N}\right)^{N} = e^{-a}$$

$$\lim_{N\to\infty}\frac{N!}{(N-n)!} = N^n .$$

Wzór (2) po wyliczeniu granicy przyjmuje postać:

$$p_1(n) = \frac{a^n}{n!} e^{-a},$$

gdzie $a = N \cdot p$. Ostatni wzór to rozkład Poissona. Analogiczną postać przyjmuje wzór (4).

Wstawiając dane i prowadząc obliczenia jedną z powyższych metod otrzymujemy:

$$p_1 = 4{,}56 \cdot 10^{-13}$$

$$P_k = 3{,}09 \cdot 10^{-8}$$

Prawdopodobieństwo p_k jest odpowiedzią na pytanie postawione w zadaniu.

W zaprezentowanym rozwiązaniu pojawiła się pewna nieścisłość. Rozpatrywane przez nas pole W jest kołem, a za pomocą kół nie można pokryć ściśle powierzchni. Trudności z pokryciem można ominąć zastępując koło W np. wpisanym w nie sześciokątem lub sześciokątem na nim opisanym. Sześciokątami stykającymi się ze sobą można już pokryć powierzchnię, ale zastosowanie sześciokątów spowoduje, że w pierwszym przypadku pominiemy pewne pary gwiazd, a w drugim wystąpią pary dodatkowe. Będzie to oznaczało, że w pierwszym przypadku otrzymamy zbyt małe prawdopodobieństwo, a w drugim zbyt duże. Policzmy jednak te prawdopodobieństwa:

$$P_{k_1} = 2{,}55 \cdot 10^{-8} \quad \text{i} \quad P_{k_2} = 3{,}41 \cdot 10^{-8}$$

Patrząc na wszystkie prawdopodobieństwa P_k stwierdzamy, że ograniczając się do jednej cyfry znaczącej otrzymujemy jako ostateczną odpowiedź: $P_k = 3 \cdot 10^{-8}$.

Czytając rozwiązanie zadania można odnieść wrażenie, że było ono zbyt trudne jak na II etap Olimpiady Astronomicznej, jednak uczniowie biorący w nim udział mogli skorzystać z wiadomości zawartych w podręcznikach rachunku prawdopodobieństwa. Podają one rozkład Poissona, który należało tu zastosować i wystarczyło jedynie odpowiednio zinterpretować stałe w nim występujące.

Problem przedstawiony w zadaniu jest szczególnie istotny dla astronomów, którzy zajmują się obserwacjami gwiazd podwójnych. Obserwują oni na sferze niebieskiej kilkadziesiąt układów, których składniki mogłyby być widoczne nieuzbrojonym okiem i powstaje pytanie, czy są to układy gwiazd związanych ze sobą fizycznie, czy też są to przypadkowe rzuty gwiazd na sferę niebieską. Zaprezentowane rozwiązanie dowodzi, że w każdym przypadku prawie na pewno zachodzi pierwsza możliwość.

opracował: TADEUSZ FIRSZT

Z KORESPONDENCJI

Heilsberg czy Lidzbark Warmiński?

Moje uwagi o słowackiej encyklopedii astronomicznej krytykuje Pan Paweł Sobotko z Olsztyna (*Urania* nr 6/1989, str. 188). Jego zdaniem Autorzy wspomnianej encyklopedii w haśle „Kopernik Mikulas" nie popełnili błędu podając, iż Kopernik do roku 1512 mieszkał w Heilsber-

gu, a jedynie zarzuca im brak konsekwencji, gdyż w dwu przypadkach użyli polskich nazw miast (Toruń, Frombork), a raz znowu nazwy niemieckiej (Heilsberg). Całkowicie się z tym zgadzam, lecz chodziło mi jeszcze o coś innego i prawdopodobnie nie byłoby tego nieporozumienia, gdyby Redakcja nie zmieniła mojej wypowiedzi. Ja pisałem wprost, że miasta o takiej nazwie nie ma na mapie Polski i nadal to podtrzymuję. Jeżeli już bowiem Autorzy encyklopedii chcieli użyć nazwy niemieckiej (w danym przypadku nie było to wcale konieczne), to w nawiasie winni podać nazwę polską, bo ta właśnie nazwa jest obecnie aktualna. Encyklopedia astronomiczna — podobnie jak każda inna — ma ułatwiać, a nie utrudniać życie! Wyobraźmy sobie na przykład, że jakiś Słowak wybiera się do naszego kraju i przy okazji zamierza odwiedzić miasta związane z życiem i działalnością Kopernika. Na jakiej mapie mu szukać Heilsbergu? Czy ma sięgać po mapę z XVII wieku lub może po słownik prof. Stanisława Rosponda? Natomiast o mylnej dacie opuszczenia Lidzbarka Warmińskiego przez Kopernika wspomniałem jedynie mimochodem, według bowiem najnowszych badań nastąpiło to wcześniej niż niegdyś sądzono. Co do tego — jak się zdaje — nie ma wątpliwości, prof. Marian Biskup w dziele *Regestra Copernicana* (Ossolineum 1973, str. 71) jednoznacznie podaje, że najpóźniej jesienią 1510 roku Kopernik zamieszkał we Fromborku z uwagi na objęcie funkcji kanclerza kapituły.

Pan Sobotko gani mnie również za wzmiankę o użytych w encyklapedii nazwach gwiazdozbiorów Małej i Wielkiej Niedźwiedzicy. Muszę więc oponentowi przypomnieć, że granice i nazwy gwiazdozbiorów zostały ustalone przez Międzynarodową Unię Astronomiczną właśnie celem uniknięcia dowolności w tym zakresie. Jeżeli więc słowackie nazewnictwo nie zostało w pełni podporządkowane tym zaleceniom, to w encyklopedii należało o tym wspomnieć, a tego — wbrew twierdzeniom Pana Sobotko — nie uczyniono. W każdym razie bez odpowiedniego wyjaśnienia nie powinno być — moim zdaniem — takich oto zestawień terminów: „Maly voz, Ursa Minor (lat.), gen. Ursae Minoris" lub „Velky voz, Ursa Maior (lat.), gen. Ursae Maioris". Przecież ktoś nie znający łaciny ma podstawy sądzić, że słowo „Ursa" znaczy po łacinie „wóz". Odwrotnie — nie znający dobrze słowackiego będzie przekonany, że słowo „voz" znaczy po słowacku „niedźwiedzica". Autorzy tego pięknie wydanego i mimo różnych uchybień bardzo wartościowego dzieła powinni to przewidzieć!

STANISŁAW R. BRZOSTKIEWICZ

KALENDARZYK ASTRONOMICZNY

Opracował G. Sitarski **Maj 1990 r.**

Słońce

Słońce ciągle oddala się od równika niebieskiego i jego deklinacja wzrasta, a w związku z tym w ciągu miesiąca dnia przybywa o półtorej godziny: w Warszawie 1 maja Słońce wschodzi o 5^h6^m, zachodzi o 20^h1^m, a 31 maja wschodzi o 4^h22^m, zachodzi o 20^h46^m. W maju Słońce wstępuje w znak Bliźniąt.

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

Data 1990	P	B_0	L_0	Data 1990	P	B_0	L_0
V 1	—24°12	—4°13	181°74	V 17	—20°34	—2°39	330°20
3	—23.74	—3.92	155.32	19	—19.76	—2.16	303.74
5	—23.34	—3.71	128.88	21	—19.14	—1.93	277.29
7	—22.90	—3.50	102.44	23	—18.50	—1.69	250.84
9	—22.45	—3.28	76.00	25	—17.84	—1.46	224.38
11	—21.96	—3.06	49.55	27	—17.16	—1.22	197.91
13	—21.45	—2.84	23.10	29	—16.45	—0.98	171.44
15	—20.91	—2.62	356.66	31	—15.72	—0.74	144.98

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy; B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy.
$15^d7^h56^m$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

Księżyc

Kolejność faz Księżyca jest w maju następująca: pierwsza kwadra 1^d22^h, pełnia 9^d22^h, ostatnia kwadra 17^d22^h, nów 24^d14^h i ponownie pierwsza kwadra 31^d10^h. Najdalej od Ziemi Księżyc znajdzie się 10 maja, a najbliżej Ziemi 24 maja. W maju tarcza Księżyca zakryje Antaresa, najjaśniejszą gwiazdę w gwiazdozbiorze Skorpiona, ale zjawisko będzie u nas niewidoczne.

Planety i planetoidy

Rankiem nad wschodnim horyzontem pięknym blaskiem błyszczy Wenus jako Gwiazda Poranna —4 wielkości, a pod koniec miesiąca możemy także próbować odnaleźć Merkurego nisko nad wschodnim horyzontem jako gwiazdę +0.5 wielkości. Nad ranem też widoczny jest Mars jako czerwona gwiazda +0.7 wielkości na granicy gwiazdozbiorów Wodnika i Ryb. Jowisz widoczny jest wieczorem jako jasna gwiazda —2 wielkości w gwiazdozbiorze Bliźniąt, a Saturn przebywa w gwiazdozbiorze Strzelca gdzie świeci w drugiej połowie nocy nisko nad horyzontem jako gwiazda +0.4 wielkości. W Strzelcu też przebywają Uran (6 wielk.) i Neptun (8 wielk.), a Pluton widoczny jest całą noc na granicy gwiazdozbiorów Węża i Wagi, ale tylko przez duże teleskopy (14 wielk.). W tej samej okolicy nieba co Pluton widoczna jest także planetoida Juno, a jako gwiazda 10 wielkości może już być dostrzeżona przez większe lunety. Podajemy równikowe współrzędne planetki dla kilku dat: maj 1^d: rekt. 15^h22^m9, dekl. —2°40′; 11^d: rekt. 15^h14^m8, dekl. —1°48′; 21^d: rekt. 15^h6^m8, dekl. —1°8′; 31^d: rekt. 14^h59^m5, dekl. —0°42′.

Meteory

W pierwszych dniach maja promieniują meteory z roju eta Akwarydów. Radiant meteorów leży na równiku niebieskim na granicy

gwiazdozbiorów Wodnika, Ryb i Pegaza i ma rektascensję 22^h24^m; maksimum aktywności przypada 5 maja. Warunki obserwacji w tym roku nie są dobre.

* * *

1^d Obserwujemy początek przejścia 1 księżyca Jowisza (o 20^h57^m) i jego cienia (o 22^h2^m) na tle tarczy planety.

2^d Księżyc 1 ukryty jest za tarczą i w cieniu Jowisza. O 21^h36^m obserwujemy koniec zaćmienia tego księżyca (pojawi się nagle blisko prawego brzegu tarczy w lunecie odwracającej).

3^d Wieczorem księżyc 3 zbliża się do brzegu tarczy Jowisza. O 22^h11^m nastąpi początek zakrycia tego księżyca przez tarczę planety.

4^d2^h Dolne złączenie Merkurego ze Słońcem.

5^d4^h Saturn nieruchomy w rektascensji, zmienia kierunek swego pozornego ruchu wśród gwiazd na sklepieniu niebieskim.

7^d O 7^h Pluton w opozycji. O 21^h23^m księżyc 2 rozpocznie przejście na tle tarczy Jowisza, a jego cień pojawi się dopiero o 23^h22^m.

8^d O 5^h planetoida Juno w opozycji. Wieczoorem księżyc 1 zbliża się do brzegu tarczy Jowisza i o 22^h57^m rozpocznie przejście na jej tle.

9^d Do 20^h34^m księżyc 2 ukryty jest w cieniu Jowisza (obserwujemy koniec zaćmienia), a od 20^h16^m księżyc 1 ukryty jest za tarczą planety.

11^d Bliskie złączenie Księżyca z Antaresem, gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiorze Skorpiona. Zakrycie gwiazdy przez tarczę Księżyca widoczne będzie na Filipinach, na Nowej Gwinei, na Borneo i na środkowym Pacyfiku.

14^d Księżyc znajdzie się w złączeniu z Uranem o 2^h w odl. 2° i z Neptunem o 12^h w odl. 3°. Wieczorem od 20^h24^m po tarczy Jowisza wędruje cień jego 3 księżyca.

15^d10^h Księżyc w złączeniu z Saturnem w odl. 1°5.

16^d O 9^h Merkury nieruchomy w rektascensji. Wieczorem księżyc 1 zbliża się do brzegu tarczy Jowisza i o 22^h16^m skryje się za nią, podczas gdy księżyc 2 jest już za nią ukryty.

17^d Wieczorem na tle tarczy Jowisza przechodzi jego księżyc 1, a od 20^h22^m widoczny jest na niej jego cień.

19^d22^h Mars w złączeniu z Księżycem w odl. 6°.

21^d O 21^h11^m na tarczę Jowisza wpełza cień jego 4 księżyca, chociaż sam księżyc 4 jest już daleko od brzegu tarczy. O 22^h Wenus w złączeniu z Księżycem w odl. 7°. O 9^h35^m Słońce wstępuje w znak Bliźniąt, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 60°.

23^d O 5^h Merkury w złączeniu z Księżycem w odl. 9°. Wieczorem księżyc 2 zbliża się do brzegu tarczy Jowisza by skryć się za nią o 21^h22^m.

24^d O 21^h29^m księżyc 1 rozpocznie przejście na tle tarczy Jowisza.

29^d O 3^h Mars w złączeniu z Księżycem w odl. 2°. O 21^h43^m początek zakrycia 4 księżyca przez tarczę Jowisza.

31^d5^h Merkury w największym zachodnim odchyleniu od Słońca (25°).

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

CONTENTS

M. Muciek, J. Rafalski, K. Jaroszewski — P/Brorsen-Metcalf (1989o) — a Scandal of 1989 (?).

M. Zawilski — Historical Observations of Eclipsing Phenomena (II). Ancient Observations. Mesopotamia.

Chronicle: A Quasar-Galaxy Bridge? — The Youngest Supernova in Our Galaxy? — The Age of Halley's Comet — The Meeting of Voyager 2 with Neptune.

Observations.

Corner of an Astronomical Olympian.

From Correspondence.

Astronomical Calendar.

СОДЕРЖАНИЕ

М. Мучек, Е. Рафальски, К. Ярошевски — Комета Брорсена—Меткальфа (1989о) — скандал 1989 года (?).

М. Завильски — Исторические наблюдения затменных явлений (II). Наблюдения древних. Месопотамия.

Хроника: Мост квазар-галактика? — Самая молодая сверхновая в Галактике? — Возраст кометы Галлея — Встреча Вояджера 2 с Нептуном.

Наблюдения.

Уголок астрономического олимпийца.

Из корреспонденции.

Астрономический календарь.

Czwarta strona okładki: Zdjęcie powierzchni Trytona wykonane w sierpniu 1989 r. za pomocą sondy kosmicznej Voyager 2, na którym rozróżnia się szczegóły o rozmiarach do 3 km. Zwraca uwagę liniowa struktura rozgraniczająca obszary pokryte kołowymi zagłębieniami przypominającymi kratery.

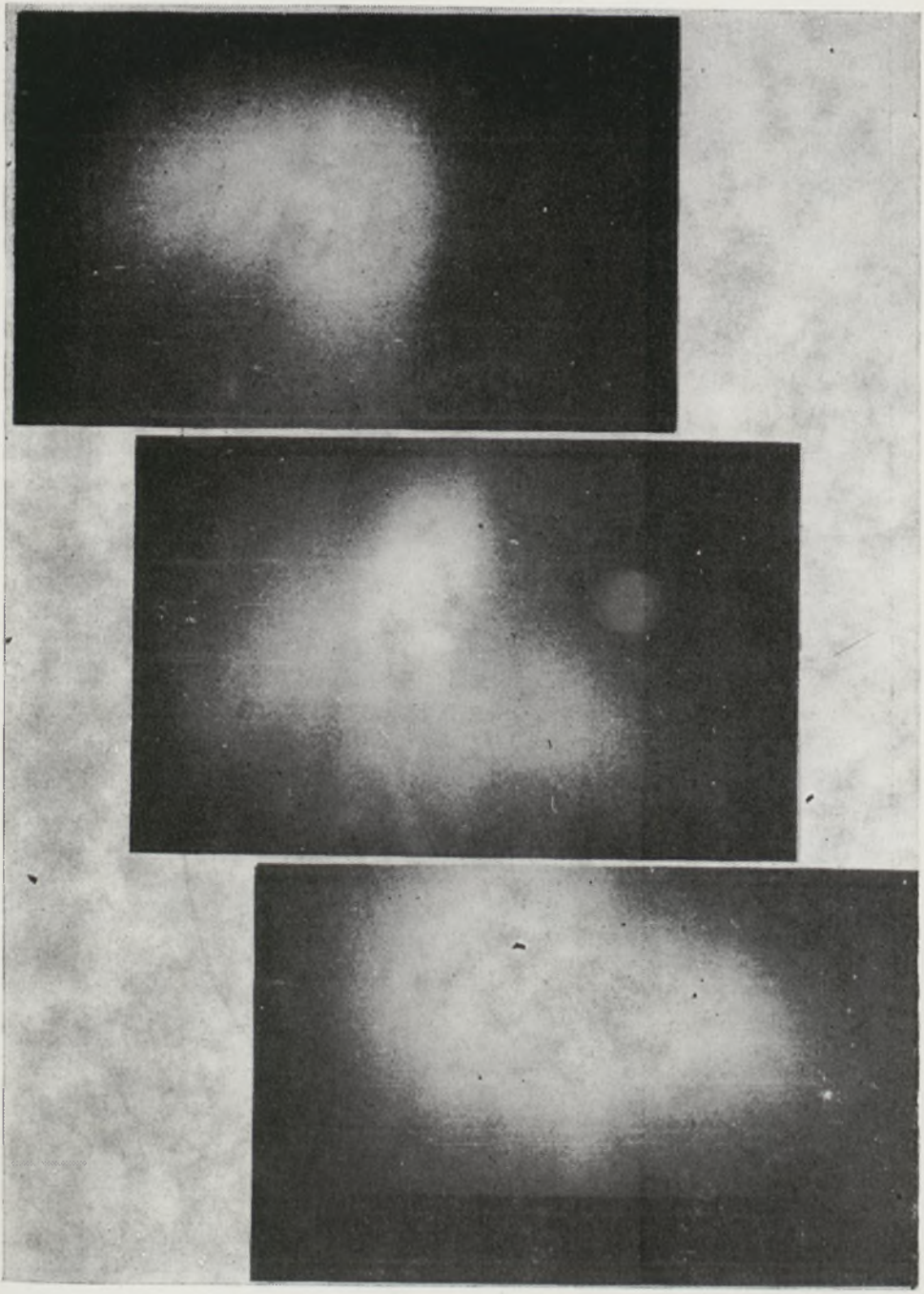
Kupuj w sklepach **PSS „Społem"**, Pruszcz Gdański — to nasz sponsor!

Wszyscy członkowie są proszeni o poszukiwanie sponsorów Towarzystwa.

Zarząd Główny PTMA uprzejmie informuje:
wpisowe do Towarzystwa wynosi 1000 zł,
składka roczna — 6000 zł,
przedpłaty na prenumeratę Uranii na 1990 rok w wysokości 25000 zł przyjmujemy do końca kwietnia; rozliczenie będziemy podawali na bieżąco w kolejnych numerach.

URANIA — Miesięcznik Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. Redaguje kolegium w składzie: Krzysztof Ziołkowski — redaktor naczelny, Magdalena Sroczyńska-Kożuchowska — sekretarz redakcji, T. Zbigniew Dworak — redaktor techniczny. Adres redakcji: ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa. Adres administracji: Zarząd Główny PTMA, ul. Solskiego 30/8, 31-027 Kraków, tel. 22 38 92; nr konta PKO I OM Kraków 35510-16391-132. Cena umowna.

Drukarnia Związkowa w Krakowie — Zam. nr 350-90 — L-16 — Nakł. 2600 egz.



Indeks 38001