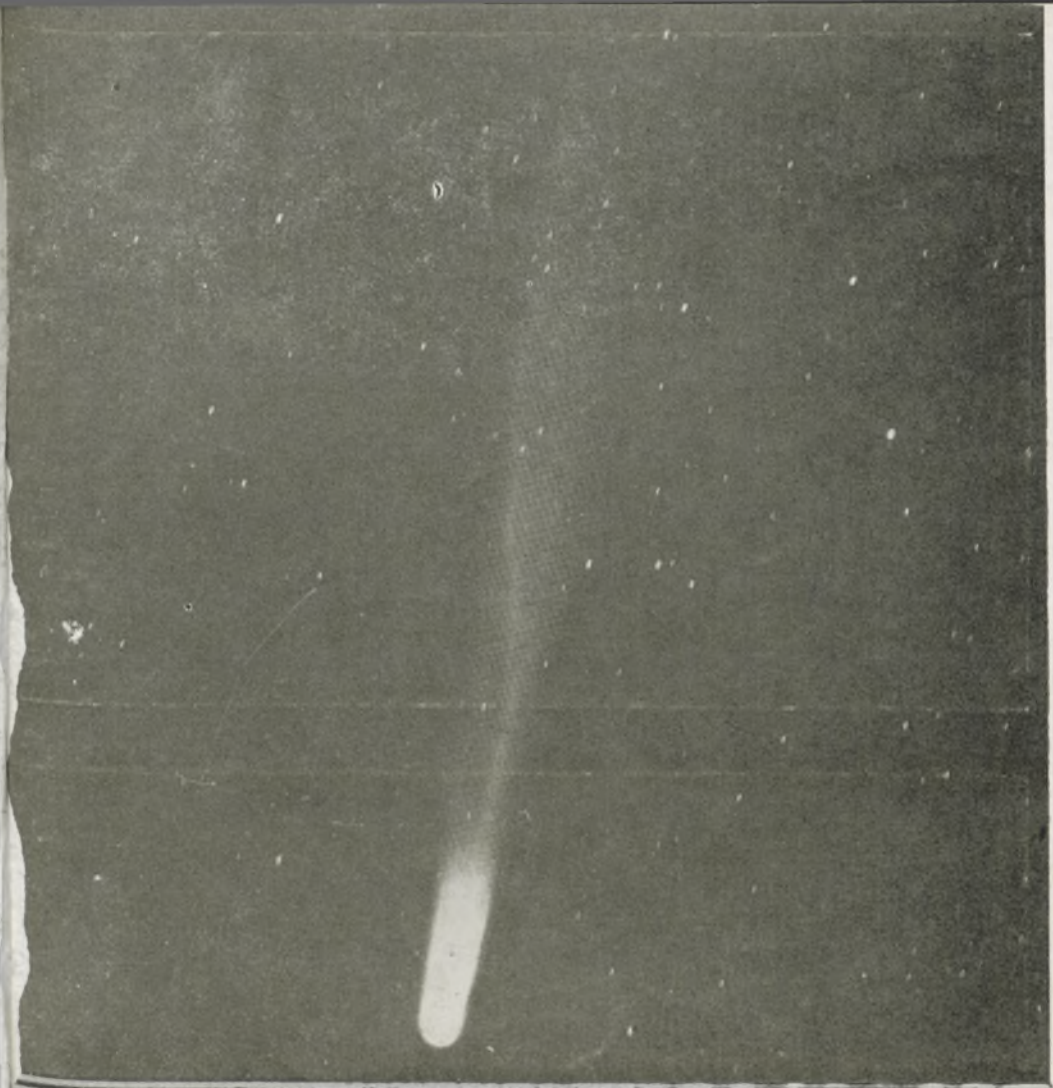
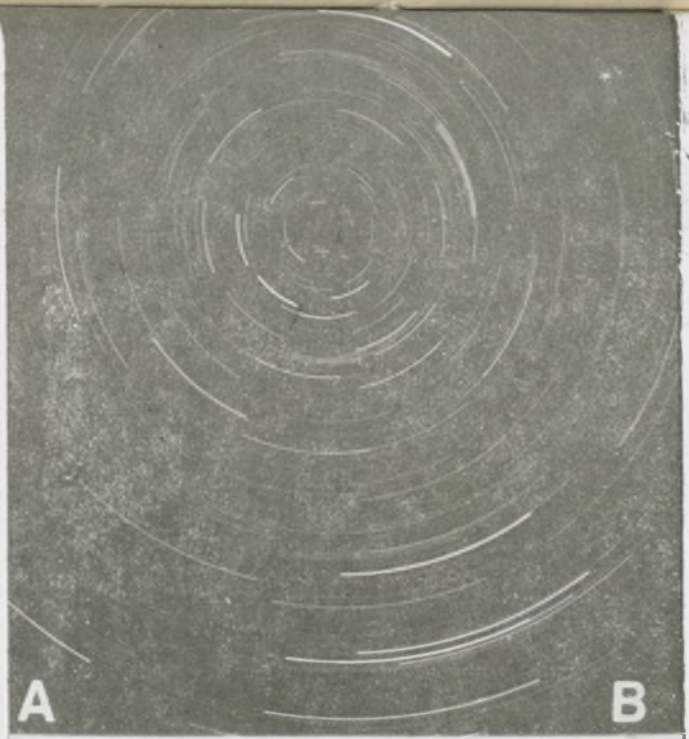


URANIA

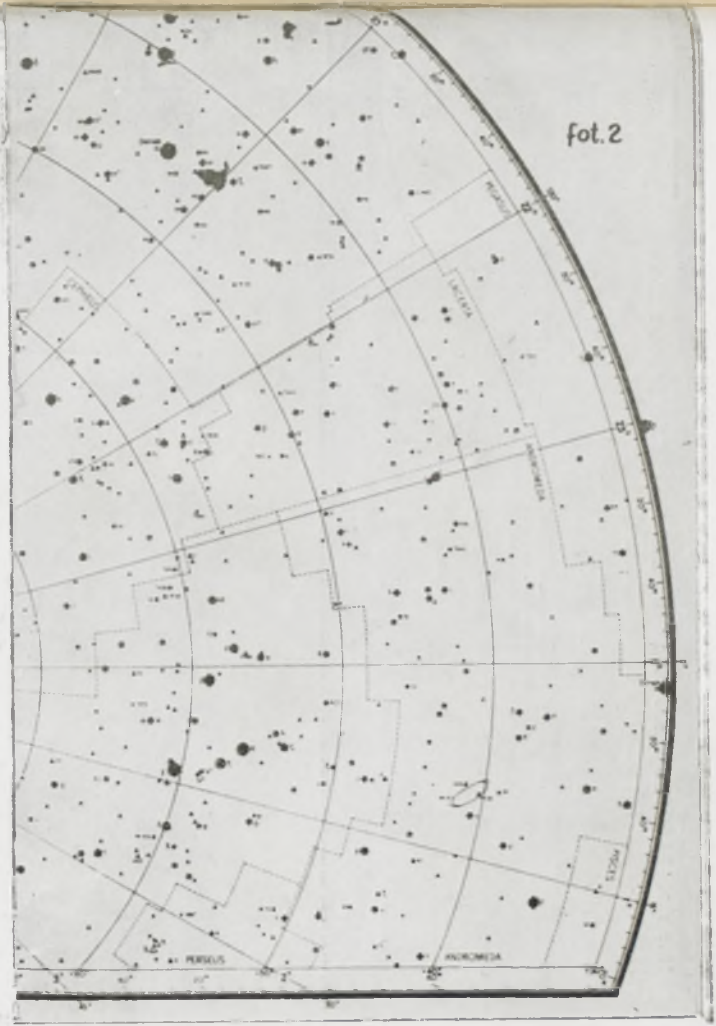
MIESIĘCZNIK
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK LIII SIERPIEŃ-WRZESIEŃ 1982 Nr 8/9

ZAKŁAD NARODOWY IMIENIA OSSOLIŃSKICH
WYDAWNICTWO POLSKIEJ AKADEMII NAUK


A
B

fot. 1


PEGASUS
CASSIOPEIA
ANDROMEDA
CEPHEUS
α PERSEUS
ANDROMEDA

fot. 2

ISSN-0042-07-94

URANIA

MIESIĘCZNIK POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK LIII SIERPIEŃ-WRZESIEŃ 1982 Nr 8/9

WYDANO Z POMOCĄ FINANSOWĄ POLSKIEJ AKADEMII NAUK. CZASOPISMO ZATWIERDZONE PRZEZ MINISTERSTWO OŚWIATY DO UŻYTKU SZKÓŁ OGÓLNOKSZTAŁCĄCYCH, ZAKŁADÓW KSZTAŁCENIA NAUCZYCIELI I TECHNIKÓW (DZ. URZ. MIN. OŚW. NR 14 Z 1966 R. W-WĄ 5. 11. 66).

Opatrzony nieco tajemniczym tytułem wstępny artykuł dr. Mirosława SZTAJNO stanowi przegląd danych obserwacyjnych i prób ich interpretacji dotyczących jednego z najciekawszych spośród znanych dziś wybuchających źródeł promieniowania rentgenowskiego czyli tzw. bersterów. W kolejnym artykule poświęconym komecie Halleya dr Krzysztof ZIOŁKOWSKI opisuje dzieje zmagań astronomów z problemem obliczania momentów minionych przejść przez peryhelium tej najsłynniejszej bodaj z komet. W następnych numerach podamy trochę szczegółów projektowanych lotów do tej komety podczas zbliżającego się jej powrotu do Słońca w 1986 roku. Publikujemy ponadto drugą część rozpoczętego w poprzednim numerze artykułu Jacka STRYCZYŃSKIEGO (studenta astronomii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu) o kosmicznym teleskopie ultrafioletowym IUE. Mamy nadzieję, że liczne materiały związane z miłośniczymi obserwacjami astronomicznymi (**Poradnik Obserwatora, Obserwacje,** *a także* **Kącik Olimpijczyka**) *zachęcą niejednego z czytelników do bardziej świadomego i systematycznego patrzenia na niebo.*

SPIS TREŚCI

Mirosław Sztajno — MXB 1730—335. (210)

Krzysztof Ziołkowski — Czterdzieści pięć obiegów komety Halleya. (221)

Jacek Stryczyński — Kosmiczny teleskop ultrafioletowy IUE (II). (228)

Kronika: — Żelazo w atmosferze Wenus (233) — Rotacja Neptuna (234) — Stulecie Obserwatorium Astronomicznego w Besançon we Francji. (234)

Poradnik Obserwatora: — Częściowe zaćmienie Słońca 15 grudnia 1982 roku (237) — Minima blasku gwiazd zmiennych w listopadzie i grudniu 1982 roku. (241)

Obserwacje: Obserwacje całkowitego zaćmienia Księżyca 9 stycznia 1982 roku (część I). (242)

Kącik Olimpijczyka: XXV Olimpiada Astronomiczna (248) — Zadanie z II etapu XXI Olimpiady Astronomicznej. (250)

Kronika Historyczna: Grzegorz Arakiełowicz (1732—1798). (252)

Nowości wydawnicze. (253)

Kalendarzyk Astronomiczny. (254)

MIROSŁAW SZTAJNO — Kraków

MXB 1730-335

1. Wstęp

Wśród odkrytych w ostatnim dziesięcioleciu obiektów galaktycznych źródło MXB 1730-335 * stanowi jedno z najbardziej interesujących zarówno pod względem obfitości materiału obserwacyjnego jak również znacznej komplikacji problemów astrofizycznych, których interpretacja nie jest do końca wyjaśniona. MXB 1730-335 należy do klasy bersterów rentgenowskich, o których była mowa w numerze 2 *Uranii* z 1982 roku. Źródła te są wybuchającymi okresowo gwiazdami neutronowymi, zaś emitowane wybuchy można obserwować głównie w rentgenowskiej dziedzinie widma elektromagnetycznego. Technika obserwacji takich obiektów oparta jest przede wszystkim na tzw. detektorach (odbiornikach) rentgenowskich, które instaluje się na specjalnie do tego celu skonstruowanych sztucznych satelitach Ziemi. Obserwacje optyczne wykonane dla wielu bersterów rentgenowskich wykazały, że są to źródła bardzo słabe (o jasnościach 18—23 mag.), co w znacznej mierze utrudnia wykonywanie pomiarów przy użyciu klasycznych teleskopów ziemskich.

Berster MXB 1730-335 został odkryty w marcu 1976 roku w gwiazdozbiorze Skorpiona przez amerykańskiego satelitę SAS-3. Już wstępna analiza wyników obserwacyjnych wykazała, że w porównaniu z danymi uzyskanymi dla innych bersterów źródło to jest obiektem osobliwym w swojej klasie. Potwierdziły to dalsze badania prowadzone w latach 1976—1982. MXB 1730-335 jest dotąd jedynym bersterem o tak „dziwacznym" zachowaniu, diametralnie odbiegającym od tego co obserwujemy w przypadku pozostałych źródeł tej samej klasy. Berster ten z racji wysokiej częstotliwości występowania wybuchów (przypomina to serie z karabinu maszynowego) został nazwany „najszybszym bersterem rentgenowskim".

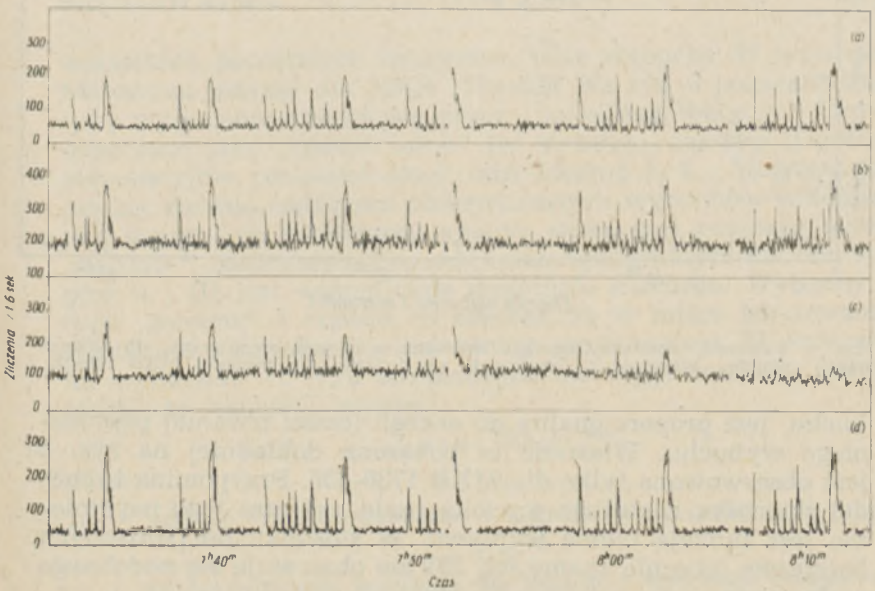
---

* MXB — ang. Massachusetts X-Ray Burster — wybuchające źródło rentgenowskie z katalogu bersterów opracowanego w Massachusetts Institute of Technology (USA). Numer 1730-335 oznacza rektascensję (17^h30^m) oraz deklinację (—33°,5) tego obiektu.

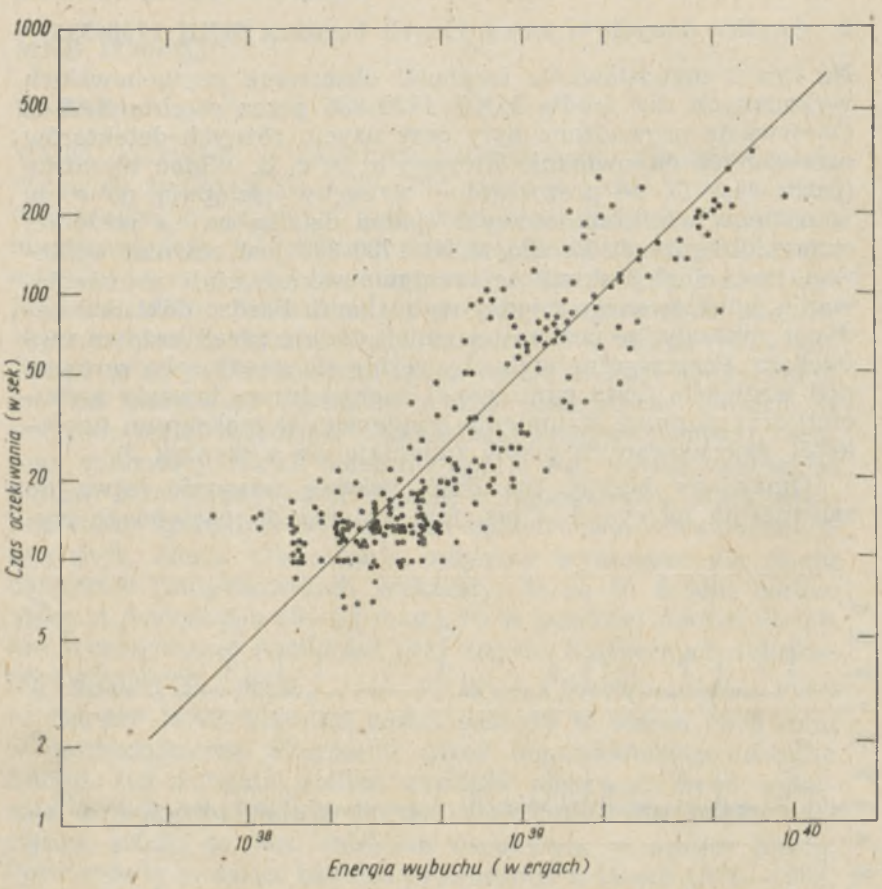
2. Analiza danych obserwacyjnych berstera MXB 1730-335

Na rys. 1 przedstawiono fragment obserwacji rentgenowskich wykonanych dla źródła MXB 1730-335 przez satelitę SAS-3. Obserwacje prowadzone były przy użyciu różnych detektorów oznaczonych odpowiednio literami a, b, c, d. Widać wyraźnie (patrz rys. 1), że poszczególne wybuchy następują po sobie w odstępach kilkuminotowych (jedna działka na osi poziomej oznacza 10 minut). Źródło MXB 1730-335 jest również emiterem tzw. ciągłej składowej rentgenowskiej, czyli promieniowania detektowanego między wybuchami. Bardzo dokładne badania pokazały, że poziom tej emisji maleje przed każdym wybuchem. Poszczególne wybuchy różnią się między sobą zarówno pod względem ilości emitowanej energii (czasu trwania wybuchu) oraz poziomu strumienia osiąganego w maksimum (wysokości obserwowanych pików zmieniają się o czynnik 3).

Omawiany berster ma dość ciekawą własność łatwą do zauważenia na rys. 1. Czas, jaki upłynął do następnego wy-



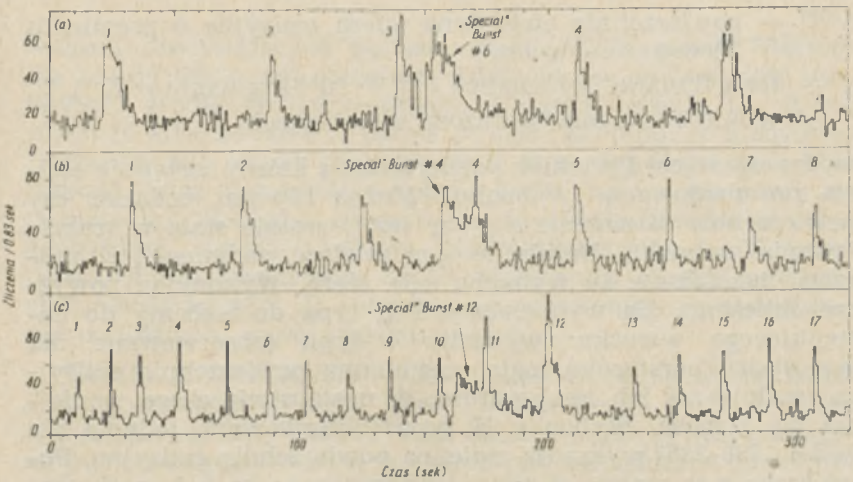
Rys. 1. MXB 1730-335 — fragment obserwacji rentgenowskich wykonanych przez satelitę SAS-3. Na osi poziomej podano czas obserwacji, na osi pionowej znajdują się zliczenia impulsów rentgenowskich na 1,6 sekundy. Odpowiednie litery (a, b, c, d) oznaczają różne rodzaje detektorów, jakimi satelita obserwował to źródło.



Rys. 2. Zależność pomiędzy energią wybuchu a czasem oczekiwania do następnego wybuchu. Własność tę obserwuje się jedynie dla berstera MXB 1730-335.

buchu, jest proporcjonalny do energii (czasu trwania) poprzedniego wybuchu. Własność ta pokazana dokładniej na rys. 2 jest obserwowana tylko dla MXB 1730-335. Przypomina to model zbiornika, z którego wycieka woda, zaś czas jego napełniania jest funkcją tempa wypływu. W stosunku do pozostałych bersterów (obecnie znamy ich 35) nie obserwuje się podobnego zachowania.

Analiza spektralna wybuchów rentgenowskich emitowanych z MXB 1730-335 pokazała, że wybuchy te można podzielić na dwie grupy (typy). Wybuchy I typu obserwowane również dla



Rys. 3. Wybuchy I i II typu obserwowane z MXB 1730-335 przez satelitę SAS-3. Wybuchy I typu zaznaczono jako „special burst" ze strzałką, zaś wybuchy II typu ponumerowano w odpowiedniej sekwencji 1, 2... Na osi poziomej odłożono czas w sekundach, zaś na osi pionowej podano zliczenia impulsów rentgenowskich na 0,83 sekundy.

wszystkich pozostałych bersterów, oraz wybuchy II typu detektowane jedynie dla MXB 1730-335. Na rys. 3 pokazano oba typy wybuchów emitowane przez „najszybszy berster". Typ I oznaczono jako „special burst" (ze strzałką), zaś typ II został sekwencyjnie ponumerowany, odpowiednio 1, 2,... Różnica pomiędzy dwoma rodzajami obserwowanych wybuchów widoczna jest dopiero po wykonaniu analizy widmowej poszczególnych porfilów *. Najlepszym dopasowaniem spektralnym dla obu typów (I i II) jest widmo ciała doskonale czarnego. Wybuchy I typu „miękną" z czasem co oznacza, że w miarę ich trwania temperatura ośrodka (zjonizowanego gazu) maleje. W przypadku wybuchów II typu temperatura nie ulega zmianie. Przyjmując, że jasność L wynosi:

$$L = 4 \cdot \pi \cdot R^2 \cdot \sigma \cdot T^4,$$

gdzie:

L — jasność źródła wyrażona w ergach na sekundę,

* Analiza widmowa wykonana dla każdego z wybuchów rentgenowskich, polega na dopasowaniu do danych obserwacyjnych teoretycznego profilu widma elektromagnetycznego, np. widma ciała doskonale czarnego. Dopasowanie takie pozwala wyznaczyć temperaturę obszaru emisji.

$4\pi R^2$ — powierzchnia efektywna (sfera emisyjna o promieniu R) wyrażona w cm^2,

σ — stała Stefana-Boltzmanna $= 5{,}7 \cdot 10^{-5}$ erg/($cm^2 \cdot s \cdot K^{-4}$),

T — temperatura gazu wyrażona w kelwinach,

można wyznaczyć promień powierzchni, z której następuje emisja promieniowania (wybuchu). Można również pokazać, czy powierzchnia ta zmienia się, czy też pozostaje stała w trakcie trwania wybuchu. Należy w tym miejscu nadmienić, iż milcząco zakładamy, że wybucha cała sfera. Wykonując powyższe obliczenia dla wybuchów I i II typu dochodzimy do następującego wniosku: wybuchy I typu (obserwowane dla wszystkich bersterów) mają niezmienną powierzchnię emisyjną, maleje zaś ich temperatura, w następstwie czego zmniejsza się jasność. Wybuchy II typu (obserwowane jedynie dla MXB 1730-335) wykazują zmienną powierzchnię emisyjną. Powierzchnia ta maleje w miarę upływu czasu, co w konsekwencji daje również zmianę jasności źródła.

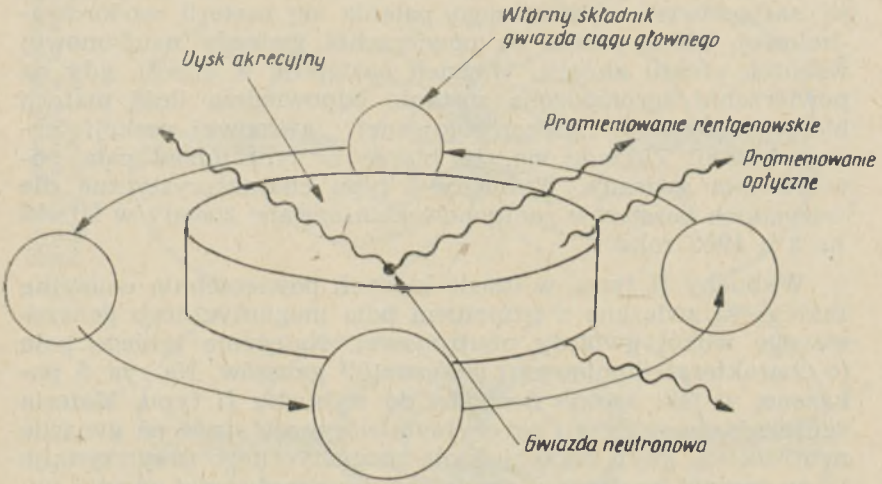
W tabeli 1 zebrano niektóre wielkości fizyczne charakteryzujące źródło MXB 1730-335. Ich wartości (jasność, temperatura, promień i odległość) porównane zostały z tymi, jakie obserwuje się dla Słońca. Należy przy tym zaznaczyć, że porównania dokonano dla chwili, gdy MXB 1730-335 był w fazie wybuchu, zaś Słońce znajdowało się w fazie spokojnej. Z analizy promienia wykonanej dla wybuchów I typu wynika, że źródło rentgenowskie jest gwiazdą neutronową (o promieniu około 10 km). Pewne dodatkowe oszacowania pozwalają ocenić masę tej gwiazdy na około 1 masy Słońca. Tak masywny obiekt skupiony w niewielkiej objętości wymaga istnienia w swym

Tabela 1

Źródło		Jasność [erg/s]	Temp. [K]	Promień [km]	Odległość [cm]
MXB 1730-335	I typ	$2 \cdot 10^{38}$	$3{,}6 \cdot 10^{7}$	9	$3{,}1 \cdot 10^{22}$
	II typ	$2 \cdot 10^{38}$	$2{,}2 \cdot 10^{7}$	maleje od 16 do 10	$3{,}1 \cdot 10^{22}$
Słońce (w fazie spokojnej)		$3{,}8 \cdot 10^{33}$	$5{,}8 \cdot 10^{3}$	$6{,}9 \cdot 10^{5}$	$1{,}5 \cdot 10^{13}$

wnętrzu fascynujących gęstości rzędu 10^{11-13} g/cm^3. Niestety nie znamy dokładnej odległości dzielącej nas od tego dość osobliwego źródła rentgenowskiego. Wstępnie ocenia się ją na około 10 kiloparseków (1 parsek = $3{,}08 \cdot 10^{18}$ cm), co klasyfikuje źródło jako obiekt znajdujący się w naszej Galaktyce. Wyjątkowo duża temperatura (około $6 \cdot 10^3$ razy wyższa niż na powierzchni Słońca) pozwala na to, by źródło świeciło w rentgenowskiej dziedzinie widma elektromagnetycznego. W przypadku Słońca, stosunkowo niska temperatura na jego powierzchni (około $5{,}8 \cdot 10^3$ K) powoduje, że maksimum promieniowania przypada w części widzialnej widma.

Źródło MXB 1730-335 wykazuje jeszcze jedną ważną własność obserwacyjną. Jest tzw. „tranzientem" czyli źródłem o przejściowej aktywności. Przez około 6 miesięcy jest ono nieaktywne rentgenowsko. W praktyce jest niewidoczne nawet dla najczulszych instrumentów. Faza aktywna, rozpoczynająca się po tym okresie, trwa około 2—3 tygodni, po czym źródło ponownie przestaje być widoczne. Po następnym okresie 6 miesięcy berster zaczyna „świecić" ponownie. Identyfikacja optyczna pokazała, że źródło znajduje się w gromadzie kulistej Liller I. Całościowa analiza materiału obserwacyjnego pokazała, że źródło nie wykazuje zaćmień ani pulsacji rentgenowskich.



Rys. 4. Model MXB 1730-335. Schematycznie zaznaczono orbitę gwiazdy ciągu głównego, dysk akrecyjny oraz gwiazdę neutronową.

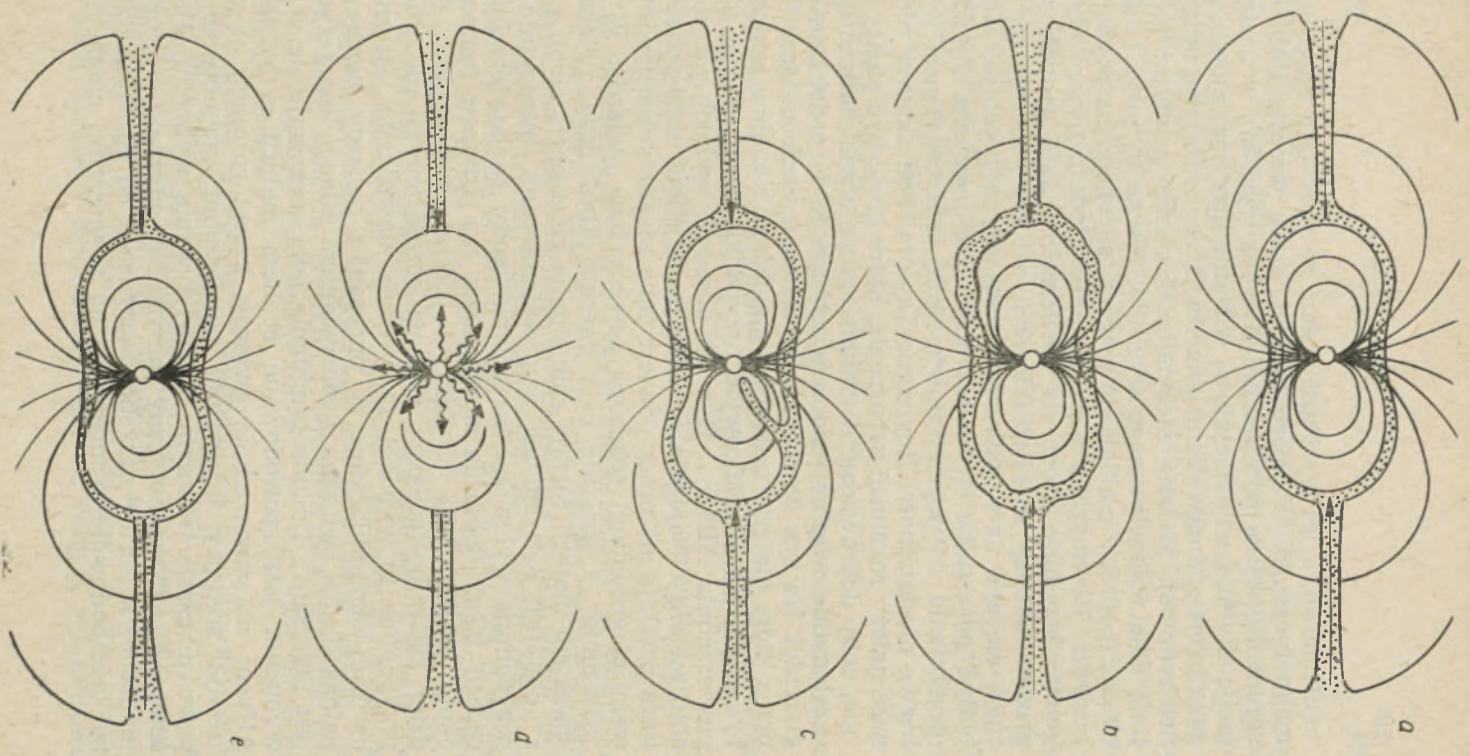
3. Model teoretyczny źródła MXB 1730-335

Znaczna ilość obserwacji wykonanych dla MXB 1730-335 spowodowała ostrą weryfikację modeli teoretycznych jakie proponowano począwszy od 1976 roku w celu wyjaśnienia procesów fizycznych zachodzących w tym źródle. Obecnie najbardziej wiarygodnym (nie oznacza to, że prawdziwym) jest model przedstawiony schematycznie na rys. 4 i 5. W myśl tego modelu źródło MXB 1730-335 jest układem podwójnym, przy czym jeden ze składników jest gwiazdą ciągu głównego (z diagramu Hertzsprunga-Russella), zaś drugi jest gwiazdą neutronową. Gwiazda ciągu głównego wskutek efektów ewolucyjnych jest silnym emiterem materii (zjonizowanej plazmy), która w ściśle określony sposób, poprzez tzw. dysk akrecyjny, spada na gwiazdę neutronową. Zjawisko to nosi nazwę akrecji materii na obiekt zdegenerowany, zaś układ jako całość tworzy tzw. ciasny układ podwójny. Dysk akrecyjny jaki powstaje wokół gwiazdy neutronowej, jest wynikiem realizacji zasady zachowania momentu pędu unoszonego wraz z materią opuszczającą gwiazdę ciągu głównego. Powoduje to, że zjonizowany gaz nie może spaść centralnie na gwiazdę neutronową lecz porusza się wokół niej po spirali tworząc wokół obiektu centralnego charakterystyczny dysk akrecyjny.

Wybuchy I typu (stała powierzchnia w trakcie wybuchu) są następstwem niestabilnego palenia się materii wodorowo-helowej, która osiada na powierzchni gwiazdy neutronowej wskutek efektu akrecji. Wybuch następuje w chwili, gdy na powierzchni zgromadzona zostanie odpowiednia ilość materii biorącej udział w „niekontrolowanej" lawinowej reakcji termojądrowej. Zakłada się, że bierze w tym udział cała powierzchnia gwiazdy. Wybuchy I typu charakterystyczne dla wszystkich bersterów rentgenowskich opisane zostały w *Uranii* nr 2 z 1982 roku.

Wybuchy II typu, w czasie których powierzchnia emisyjna maleje, są związane z istnieniem pola magnetycznego generowanego wokół gwiazdy neutronowej. Natężenie takiego pola (o charakterze dipolowym) wynosi 10^{12} gaussów. Na rys. 5 pokazano, w jaki sposób dochodzi do wybuchu II typu. Materia zgromadzona w dysku akrecyjnym nie może spaść na gwiazdę neutronową, gdyż ciśnienie pola magnetycznego przytrzymuje ją na pewnej krytycznej powierzchni magnetycznej zwanej powierzchnią Alfvena. Powierzchnia ta znajduje się nad gwiazdą

Rys. 5. Schemat powstawania wybuchów II typu w modelu berstera MXB 1730-335. Kolejne rysunki a, b, c, d, e oznaczają poszczególne fazy w mechanizmie generacji wybuchu (opis w tekście).



neutronową, a jej wysokość rośnie ze wzrostem natężenia pola magnetycznego. W miarę upływu czasu wzrasta ilość materii zgromadzonej na powierzchni Alfvena (rys. 5a), w następstwie czego siły magnetyczne nie są w stanie utrzymać zjonizowanego gazu przyciąganego siłami grawitacji, pochodzącymi od gwiazdy neutronowej. Materia zaczyna efektywnie przebijać się przez linie pola magnetycznego (rys. 5b). Można to sobie łatwo wyobrazić poprzez analogię do grochu rzuconego na powierzchnię budyniu. Zewnętrzna warstwa (odpowiednik powierzchni Alfvena) utrzymuje groch na powierzchni. Jeśli jednak zamiast grochu rzucimy kulki metalowe (o większej masie), nie utrzymają się one na powierzchni, lecz zaczną przebijać się przez budyń poruszając się w kierunku dna naczynia. Zjawisko to (przebijanie się poprzez powierchnię krytyczną) nosi w fizyce nazwę niestabilności Reyleigha-Taylora. Pod słowem niestabilność należy rozumieć zaburzenie, które może być efektywne na tyle, żeby doprowadzić do załamania się stanu statycznego (np. przełamanie więzów pola magnetycznego i spadek materii na gwiazdę). Na rys. 5c zaznaczono schematycznie miejsce (kanał), przez które materia ucieka ku gwieździe. Kanałów takich może być kilka, zaś w krańcowym przypadku może załamać się cała powierzchnia Alfvena. Rys. 5d obrazuje wybuch na powierzchni gwiazdy. Najogólniej obraz ten wygląda następująco: materia przebija się przez powierzchnię magnetyczną i pod wpływem sił grawitacji spada na powierzchnię gwiazdy. W chwili „zderzenia" z gwiazdą cała energia kinetyczna związana ze spadkiem materii zostaje zamieniona na energię cieplną, która z kolei jest natychmiast wypromieniowana. Intuicyjnie obraz przypomina wylewanie strumienia wody na powierzchnię gorącego pieca (gwiazda neutronowa ma bowiem temperaturę około 10^7 K). Jeśli uczynimy to dostatecznie szybko, to wydzieli się w postaci pary znaczna porcja energii (do złudzenia przypomina to wybuch). Oczywiście zjawisko to jest znacznie bardziej skomplikowane w przypadku gwiazdy neutronowej, jednakże idea związana z zachowaniem bilansu energetycznego jest taka sama. Zmiana promienia jaką obserwuje się w czasie wybuchu, jest spowodowana ruchem materii z powierzchni Alfvena na powierzchnię gwiazdy, której rozmiary są mniejsze od średnicy krytycznej powierzchni magnetycznej. Po pewnym czasie (równym czasowi trwania wybuchu) zjawisko ustaje. Kanał magnetyczny zamyka się, gdyż nie ma już zgromadzonej materii i wszystko zaczyna się od początku (rys. 5e), tzn. gaz ponownie gromadzi się na powierzchni magnetycznej.

Pozostaje jeszcze wyjaśnienie własności, jaką obserwujemy na rys. 2. Dlaczego istnieje liniowa zależność pomiędzy energią wybuchu a czasem oczekiwania do następnego wybuchu II typu? Model przedstawiony powyżej tłumaczy to następująco: wybuchy bardziej energetyczne to takie, w których bierze udział więcej materii zgromadzonej na powierzchni magnetycznej. Jeśli dopuścić, że przebija się tylko niewielka część materii (wybuchy krótkotrwałe o małej energii) to potrzeba niewiele czasu, by uzupełnić ilość materii konieczną do ponownego otwarcia kanału. Jeśli natomiast spadnie cały zgromadzony zapas (wybuch o dużej energii), to do ponownego otwarcia kanału (następnego wybuchu) trzeba czekać znacznie dłużej, gdyż zakładamy, że materia spada na powierzchnię magnetyczną w tym samym tempie.

Pozostają jeszcze do wyjaśnienia trzy kwestie:

1) Dlaczego nie obserwujemy zaćmień rentgenowskich, skoro układ jest złożony z dwóch gwiazd?
2) Dlaczego nie obserwujemy pulsacji rentgenowskich, skoro natężenie pola magnetycznego jest rzędu 10^{12} gaussów?
3) Jak wyjaśnić zjawisko „tranzientu" czyli okresowej aktywności źródła.

Brak zaćmień rentgenowskich można wyjaśnić na dwa sposoby. W pierwszym zakłada się że cała emisja rentgenowska i optyczna pochodzi z gwiazdy neutronowej i dysku wokół niej utworzonego. Gwiazda ciągu głównego daje swym blaskiem tak znikomy wkład, że praktycznie jej nie widać. Na dodatek (patrz rys. 4) można się spodziewać, że dysk akrecyjny jest źródłem cienia, który ogarnia wtórny składnik. Drugie wyjaśnienie tłumaczy się geometrią układu podwójnego. Zakłada się w nim, że płaszczyzna orbity, po której porusza się gwiazda ciągu głównego, jest nachylona do nas pod takim kątem, że zjawisko zaćmienia nie występuje. Problem pozostaje jak dotąd otwarty i będzie rozwiązany dopiero na podstawie bardziej dokładnych obserwacji.

Aby wyjaśnić brak pulsacji rentgenowskich należy najpierw pokazać, na czym polega samo zjawisko. Jeśli założymy, że oś rotacji gwiazdy neutronowej nie pokrywa się z osią pola magnetycznego (dipolowego), to pojawiają się na powierzchni gwiazdy dwa uprzywilejowane punkty (bieguny magnetyczne) które będą wirowały cyklicznie wokół osi rotacji, zaś częstość

ich występowania jest równa częstości, z jaką wiruje gwiazda neutronowa. Jeśli dodatkowo założymy, że spadek materii występuje głównie w kierunku na oba bieguny magnetyczne (najbardziej efektywne miejsce „kanalizacji" gazu) to obszary te będą znacznie gorętsze niż pozostała część gwiazdy. Powoduje to powstanie dwóch plam na wirującej gwieździe. Dla obserwatora znajdującego się na Ziemi promieniowanie takie będzie docierało cyklicznie z maksimum natężenia w chwili, gdy patrzymy na plamę oraz z minimum w pozostałych przypadkach, gdy obserwujemy chłodne okolice gwiazdy. Zjawisko jest bardzo podobne do tego, jakie widzimy dla pulsarów radiowych, zaś różnica polega na tym, że w pulsarach rentgenowskich maksimum natężenia promieniowania wypada w rentgenowskiej dziedzinie widma elektromagnetycznego, przy czym wzbudzanie tak wysokoenergetycznych fotonów jest możliwe dzięki istnieniu akrecji materii na gwiazdę neutronową. A więc w przypadku MXB 1730-335 z racji istnienia silnego pola magnetycznego (10^{12} gaussów) należałoby się spodziewać takich efektów. Obserwacje wykazują jednak, że nie widzimy pulsacji rentgenowskich — dlaczego? Jedynym racjonalym wyjaśnieniem jest założenie, że obie osie — tzn. magnetyczna i rotacyjna — gwiazdy pokrywają się. Oczywiście nadal będą istniały dwie jasne plamy na gwieździe, z tą różnicą, że nie będą one wirowały, gdyż leżą na osi wirowania. Obserwator na Ziemi będzie odbierał pewien uśredniony sygnał rentgenowski jednakże bez pulsacji.

Ostatnią kwestią jest zjawisko „tranzientu" czyli okresowej aktywności źródła. Przez około 6 miesięcy MXB 1730-335 pozostaje niewykrywalny rentgenowsko, zaś okres jego aktywności (wybuchy oraz ciągła emisja rentgenowska) trwa 2—3 tygodni. Jedna z możliwych interpretacji tego zjawiska jest związana z aktywnością dysku akrecyjnego. Model zaczerpnięty z nowych karłowatych zakłada, że dysk akrecyjny gromadzi materię przez okres około 6 miesięcy. W tym czasie nie działają efekty lepkości, które powodują wytracanie momentu pędu i spadek materii na gwiazdę. Zjonizowany gaz porusza się po kole, a nie po spirali. W chwili osiągnięcia krytycznej gęstości materii, w dysku „włącza się" lepkość, której dyssypatywny charakter powoduje akrecję gazu na powierzchnię magnetyczną. Jest to początek aktywności rentgenowskiej źródła. Koniec jego aktywności jest związany z wyczerpaniem się materii w dysku na tyle, że efekty lepkości przestają działać. Trwa to prawdopodobnie przez okres 2-3 tygodni.

4. Zakończenie

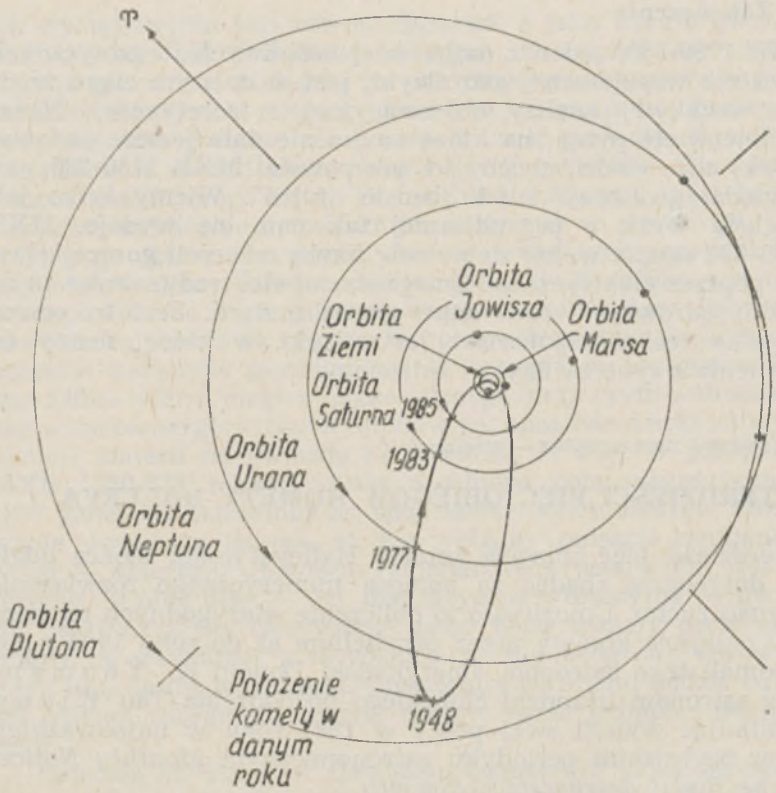
MXB 1730-335, jeden z najbardziej osobliwych i egzotycznych obiektów współczesnej astrofizyki, jest w dalszym ciągu źródłem wnikliwej analizy obserwacyjnej i teoretycznej. Nadal istnieje wiele pytań, na które nauka nie dała jeszcze zadowalającej odpowiedzi, choćby to, jak powstał MXB 1730-335, jak wyglądał „wczoraj" i jaki będzie „jutro". Wiemy tylko jak wygląda teraz, a przynajmniej tak nam się wydaje. MXB 1730-335 skupia wokół siebie całą fizykę od teorii gorącej plazmy poprzez elektryczność i magnetyzm, elektrodynamikę aż do fizyki jądrowej i teorii super-gęstej materii. Jest to pewna wspólna cecha współczesnej astrofizyki, w której mamy do czynienia z syntezą fizyki i astronomii.

KRZYSZTOF ZIOŁKOWSKI — Warszawa

CZTERDZIEŚCI PIĘĆ OBIEGÓW KOMETY HALLEYA

Czterdzieści pięć obiegów komety Halleya wokół Słońca udało się dotychczas zbadać za pomocą numerycznego rozwiązania równań ruchu. Umożliwiło to obliczenie wiarygodnych momentów przejścia komety przez peryhelium aż do roku 1404 p.n.e. Dokonali tego astronom amerykański Donald K. Yeomans oraz astronom irlandzki chińskiego pochodzenia Tao Kiang, publikując wyniki swej pracy w 1981 roku w najpoważniejszym brytyjskim periodyku astronomicznym *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*.

Kometa Halleya, której powrót do Słońca oczekiwany jest na początku 1986 roku, okrąża Słońce mniej więcej co 75 lat po orbicie eliptycznej o mimośrodzie 0,97, leżącej w płaszczyźnie nachylonej do płaszczyzny ekliptyki pod kątem około 162°. Ruch komety odbywa się więc w kierunku przeciwnym do ruchu planet wokół Słońca. W peryhelium przybliża się ona do Słońca na odległość 0,6 jednostki astronomicznej (j.a.) wznosząc się nad płaszczyzną ekliptyki od strony północnej o 0,2 j.a., natomiast w aphelium oddala się od Słońca do odległości 35 j.a., a od płaszczyzny ekliptyki niemal o 10 j.a. od strony południowej. W peryhelium kometa porusza się z prędkością 54,5 km/s, która w aphelium spada do 0,9 km/s. Ekliptyczna długość i szerokość peryhelium orbity komety wynosi odpowiednio 305° i +16°. Rys. 1 pokazuje rzut orbity komety Halleya na płaszczyznę ekliptyki; zaznaczono również na nim po-



Rys. 1. Orbita komety Halleya.

łożenia planet w momencie przejścia komety przez peryhelium w 1986 roku. Tyle orientacyjnych danych o ruchu tej najsłynniejszej bodaj z komet.

Informacje te nie wystarczają jednak do prześledzenia ruchu komety Halleya w przeszłości i wiarygodnej identyfikacji tego obiektu z kometami, o których jest mowa w różnych dawnych zapiskach kronikarskich *. A problem ten intryguje przecież astronomów niemal od połowy XVIII wieku, kiedy spełnienie się przepowiedni E. Halleya o ukazaniu się na niebie komety w 1758 roku dowiodło hipotezy o jej tożsamości z kometami obserwowanymi w latach 1682, 1607 i 1531. Natu-

* Por. artykuł S. R. Brzostkiewicza pt. „Udokumentowane powroty komety Halleya" w majowym numerze *Uranii* z tego roku.

ralnie czyniono wiele prób obliczania przeszłych momentów przejścia komety przez peryhelium drogą kolejnego odejmowania wartości bliskich okresowi obiegu komety wokół Słońca. Najlepsze rezultaty osiągnął w ten sposób angielski astronom J. R. Hind w połowie zeszłego stulecia, który analizował pojawienia się komety Halleya aż do roku 11 p.n.e. Jednak 6 spośród jego identyfikacji okazało się błędnych. Trudno się temu dziwić, ruch komety bowiem jest zdeterminowany nie tylko grawitacyjnym działaniem Słońca, ale również wszystkich planet, choć oczywiście ich wpływ jest znacznie mniejszy. Nie wystarcza więc traktować problemu w ramach tzw. zagadnienia dwóch ciał (Słońce, kometa), lecz trzeba brać pod uwagę znacznie bardziej skomplikowane tzw. zagadnienie wielu ciał (Słońce, planety, kometa). Równań opisujących ruch komety z uwzględnieniem zakłóceń planetarnych nie da się rozwiązać analitycznie i dlatego nie istnieją żadne ogólne wzory matematyczne, na podstawie których można by było określić położenie dowolnej komety w wybranym momencie. Pozostają więc jedynie metody numeryczne wymagające jednak prowadzenia bardzo żmudnych i czasochłonnych obliczeń dla każdej komety oddzielnie.

W przypadku komety Halleya pierwsi podjęli ten trud angielscy astronomowie P. H. Cowell i A. C. D. Crommelin na początku bieżącego stulecia. Przyjmując różne ułatwiające rachunki założenia, jak na przykład stałość w czasie mimośrodu i nachylenia orbity, oraz uwzględniając wpływ perturbacyjny Wenus, Ziemi, Jowisza, Saturna, Urana i Neptuna obliczyli tzw. metodą wariacji elementów zmiany okresu orbitalnego komety do roku 1301. Stosując następnie znacznie uproszczone metody liczenia perturbacji przeanalizowali ruch komety Halleya aż do roku 239 p.n.e. Niestety — jak wykazują najnowsze badania — niedokładność ich wyniku w tym ostatnim powrocie komety do Słońca wyniosła 1,5 roku w momencie przejścia przez peryhelium.

Znacznie dalej w czasie próbował sięgnąć swymi przybliżonymi obliczeniami w latach sześćdziesiątych polski astronom M. Kamieński. Na podstawie dostrzeżonej periodyczności zmian okresu orbitalnego komety Halleya ocenił momenty jej przejść przez peryhelium w 12 minionych tysiącleciach. Ale ostatnie, znacznie precyzyjniejsze badania nie potwierdziły jego orientacyjnych rachunków. Rozbieżność kilku lat występuje już przy zbliżeniu komety do Słońca w roku 616 p.n.e. i dalej błąd ten oczywiście bardzo szybko wzrasta. Niepowodzenie to

wskazuje m.in. na ogromne znaczenie dokładności danych wyjściowych we wszelkich tego typu ekstrapolacjach.

Gdy więc powstały możliwości zautomatyzowania i radykalnego przyspieszenia prac obliczeniowych przez wykorzystanie elektronicznych maszyn cyfrowych do rachunków orbitalnych, badania ruchu komety Halleya rozpoczęto od poprawienia jej orbity na podstawie istniejących obserwacji. Początkowo zajęto się ostatnim powrotem komety, podczas którego wykonano ponad 3000 obserwacji pozycyjnych w okresie od sierpnia 1909 roku do czerwca 1911 roku. Ten bogaty materiał obserwacyjny został zebrany i opracowany przez argentyńskiego astronoma J. Bobone jeszcze w latach pięćdziesiątych, a następnie użyty do wyznaczenia orbity także przez Argentyńczyka P. Zadunajskiego, który wyniki swych obliczeń publikował w 1966 roku. Warto nadmienić, że nie udało mu się jednak w zadowalający sposób przedstawić jednym systemem elementów orbity wszystkich obserwacji z całego okresu widoczności komety. I dlatego podał on dwie orbity: jedną wyznaczoną z obserwacji wykonanych przed przejściem komety przez peryhelium i drugą z obserwacji po peryhelium. Tę rozbieżność obu orbit Zadunajski, a także czeski astronom Z. Sekanina, próbowali wyjaśnić działaniem na kometę w pobliżu peryhelium jakichś dodatkowych sił.

Orbita komety wyznaczona z jednego pojawienia nie może jeszcze stanowić dobrej podstawy badań jej ruchu w dużych interwałach czasu. Dla lepszego niż dotychczas prześledzenia ruchu komety Halleya w przeszłości trzeba więc powiązać jednym systemem elementów orbity obserwacje wykonane podczas kilku ostatnich zbliżeń komety do Słońca. Pierwszą próbę powiązania dwóch ostatnich pojawień się komety Halleya podjęli astronomowie amerykańscy J. L. Brady i E. Carpenter. Jej wyniki opublikowane w 1967 roku stanowiły m.in. podstawę pierwszego ścisłego obliczenia momentu przejścia przez peryhelium komety w 1986 roku. Natomiast w cztery lata później, tzn. w 1971 roku, ci sami autorzy opublikowali jeden system elementów orbity, który stosunkowo dobrze przedstawiał wszystkie obserwacje komety Halleya wykonane podczas czterech ostatnich jej pojawień się w latach 1910, 1835, 1759 i 1682. Uzyskanie tak pięknego rezultatu stało się możliwe dzięki pewnej modyfikacji równań opisujących ruch komety. Okazało się mianowicie, że za pomocą czysto newtonowskich równań ruchu nie da się powiązać więcej niż dwóch pojawień komety. Brady i Carpenter założyli więc, że masa komety maleje z upływem

czasu. Wyznaczony przez nich parametr charakteryzujący tempo utraty masy komety nie ma jednak chyba nic wspólnego z rzeczywistymi procesami fizycznymi zachodzącymi w jądrze komety, a ma jedynie czysto matematyczny, fikcyjny charakter. Obliczone z tych elementów orbity (oczywiście z uwzględnieniem perturbacji planetarnych) momenty przejść komety przez peryhelium zgadzają się stosunkowo dobrze z obserwacjami aż do roku 218. Znaczące odchylenie rzędu stu kilkudziesięciu dni wystąpiło dopiero w 141 roku. Wydaje się, że przyczyną tego mogło być zbliżenie komety do Ziemi na odległość 0,17 j.a., które zdarzyło się podczas tego powrotu do Słońca. Brady i Carpenter znaleźli bardziej wiarygodny niż poprzednio moment przejścia komety Halleya przez peryhelium w 1986 roku. Uzyskany przez nich wynik (9 lutego) różni się o ponad 9 miesięcy od obliczonego jeszcze w 1962 roku przez M. Kamieńskiego za pomocą opracowanej przez niego przybliżonej tzw. metody cyklicznej.

Najpełniejszą dotychczas analizę całego materiału obserwacyjnego z pięciu ostatnich pojawień się komety Halleya przeprowadził wspomniany już na początku D. K. Yeomans. W 1977 roku opublikował on wyniki wyznaczeń orbity z obserwacji wykonanych w okresie ponad 300 lat od 1607 do 1911 roku. Zastosował przy tym zaproponowaną przez amerykańskiego astronoma B. G. Marsdena metodę uwzględniania efektów niegrawitacyjnych w ruchach komet. Polega ona na włączeniu do równań ruchu wyrazów opisujących pewną dodatkową siłę działającą na kometę, której wielkość zależy od odległości komety od Słońca. Funkcja opisująca tę zależność została skonstruowana w oparciu o lodowy model jądra komety opracowany przez znanego amerykańskiego badacza komet F. Whipple'a stanowiący dziś, jak się wydaje, najlepszy opis budowy tych obiektów. Swe badania Yeomans prowadził w pięciu niezależnych wariantach różniących się wielkością uwzględnianego przedziału obserwacyjnego oraz ilością wyznaczanych parametrów anomalii niegrawitacyjnych. Ale w żadnym z tych wariantów nie wiązał jednym systemem elementów orbity więcej niż czterech pojawień się komety.

Równolegle z rachunkami orbitalnymi Yeomansa wnikliwe studia dawnych chińskich i innych dalekowschodnich zapisów kronikarskich dotyczących komety Halleya prowadził także wspomniany już na początku T. Kiang. Jego niemal mrówcza praca umożliwiła znacznie dokładniejsze niż dotychczas określenie momentów przejścia komety przez peryhelium na podsta-

wie mało przecież precyzyjnych oraz bardzo różnie prowadzonych i notowanych obserwacji aż do roku 240 p.n.e. Połączenie wysiłków Kianga i Yeomansa zaowocowało bezprecedensowym w dziejach badań kometarnych rezultatem, który lapidarnie ujmuje tytuł i pierwsze zdanie tego artykułu.

Pora więc na nieco szczegółów, jak zbadano ruch komety Halleya w okresie niemal trzech i pół tysiąca lat. Zacznijmy od problemu danych początkowych niezbędnych do rozpoczęcia obliczeń. Spośród systemów elementów orbity wyznaczonych przez Yeomansa zdecydowano się na wybór tego, który da najlepszą zgodność znalezionego bezpośrednio z obserwacji i obliczonego za pomocą numerycznego rozwiązywania równań ruchu momentu przejścia przez peryhelium podczas powrotu komety do Słońca w 837 roku. Do porównania wybrano właśnie to pojawienie z dwóch powodów. Po pierwsze — najnowsze badania Kianga umożliwiły wyznaczenie momentu przejścia komety przez peryhelium z obserwacji w tym roku z największą dokładnością sięgającą 0,05 doby. I po drugie — wkrótce po przejściu w tym roku przez peryhelium kometa zbliżyła się do Ziemi na odległość zaledwie 0,04 j.a. Sięganie rachunkami poza to zbliżenie grozi dużym wzrostem niedokładności obliczeń i przez to znacznie obniża wiarygodność wyników. Okazało się, że najmniejszą rozbieżność wynoszącą zaledwie 0,88 doby otrzymuje się startując z elementów orbity wyznaczonych ze 161 obserwacji wykonanych podczas trzech pojawień się komety w latach 1607, 1682 i 1759. I je właśnie przyjęto za podstawę wszystkich dalszych badań.

Proces numerycznego rozwiązywania równań ruchu komety Halleya z uwzględnieniem perturbacji od wszystkich planet oraz efektów niegrawitacyjnych prowadzono wstecz od roku 1607 ze stałym krokiem równym 0,5 doby. Aby uzyskać lepszą zgodność z obserwacjami zdecydowano się na wprowadzenie w trakcie obliczeń dwóch empirycznych poprawek. W roku 837 zmniejszono moment przejścia przez peryhelium o 0,88 doby. Skąd się wzięła wartość tej poprawki mówiliśmy wyżej. Ponadto, aby jak najlepiej trafić w momenty przejścia komety przez peryhelium w latach 374 i 141, w których również zdarzyły się stosunkowo duże zbliżenia komety do Ziemi (na odległość odpowiednio 0,09 i 0,17 j.a.), w roku 800 zmniejszono mimośród orbity o 0,0000072. I dalej obliczenia można już było doprowadzić aż do roku 1404 p.n.e. bowiem w tym czasie nie było żadnych poważniejszych zbliżeń komety z planetami. I dopiero przed przejściem przez peryhelium w roku 1404 p.n.e.

Tabela 1

Momenty przejścia przez peryhelium i okresy obiegu wokół Słońca komety Halleya

Rok	Moment przejścia przez peryhelium	O—C (w dniach)	Okres (w latach)
1910 II	1910 IV 20.178		76.08
1835 III	1835 XI 16.439		76.27
1759 I	1759 III 13.061		76.89
1682	1682 IX 15.281		77.41
1607	1607 X 27.541		76.06
1531	1531 VIII 26.238	—0.44	76.50
1456	1456 VI 9.633	—0.53	77.10
1378	1378 XI 10.687	—1.67	77.76
1301	1301 X 25.582	—1.05	79.14
1222	1222 IX 28.823	+1.98	79.12
1145	1145 IV 18.561	+2.69	79.02
1066	1066 III 20.934	+2.57	79.26
989	989 IX 5.688	+3.31	77.14
912	912 VII 18.674	—9.17	77.45
837	837 II 28.270		76.90
760	760 V 20.671	+1.83	77.00
684	684 X 2.767	—4.27	77.62
607	607 III 15.476	—2.48	77.47
530	530 IX 27.130	—0.43	78.90
451	451 VI 28.249	—3.75	79.29
374	374 II 16.342	+1.06	78.76
295	295 IV 20.398	+0.10	79.13
218	218 V 17.723	—0.22	77.37
141	141 III 22.434	—0.08	77.23
66	66 I 25.960	+0.54	76.55
12 p.n.e.	— 11 X 10.849	—5.35	76.33
87 „	— 86 VIII 6.462	—3.96	77.12
164 „	— 163 XI 12.566		76.88
240 „	— 239 V 25.118		76.75
315 „	— 314 XI 8.524		76.17
391 „	— 390 IX 14.369		76.12
466 „	— 465 VII 18.239		76.15
540 „	— 539 V 10.827		75.73
616 „	— 615 VII 28.503		75.70
690 „	— 689 I 22.279		74.35
763 „	— 762 VIII 5.530		74.27
836 „	— 835 V 9.307		74.97
911 „	— 910 V 20.220		75.06
986 „	— 985 XII 2.564		74.53
1059 „	—1058 XII 3.664		72.68
1129 „	—1128 IV 3.845		70.52
1198 „	— 1197 V 11.232		68.89
1266 „	—1265 IX 5.396		68.15
1334 „	—1333 VIII 25.506		69.82
1404 „	—1403 X 15.681		71.86

Uwaga: Momenty przejścia przez peryhelium podane są do roku 1582 w kalendarzu juliańskim, a od roku 1582 w kalendarzu gregoriańskim.

kometa znalazła się w pobliżu Ziemi w odległości 0,04 j.a. Ponieważ — wobec braku jakichkolwiek zapisów dotyczących widoczności komety w tym czasie — nie ma żadnych możliwości skonfrontowania jej obliczonych pozycji z obserwacjami, uznano, że dalsze obliczenia nie mają już sensu ze względu na małą wiarygodność rezultatów.

W ten sposób prześledzono numerycznie ruch komety Halleya wokół Słońca do roku 1404 p.n.e. znajdując dla każdego powrotu elementy orbity oskulacyjnej. W tabeli 1 przytoczono odpowiednie momenty przejścia przez peryhelium oraz wartości okresów. Dla ukazania wysokiej precyzji z jaką udało się wykonać te badania podano również różnice O—C momentów przejścia przez peryhelium wyznaczonych przez Kianga ze znalezionych zapisów obserwacji (Observatio) i obliczonych przez Yeomansa w omówiony wyżej sposób (Calculatio). Tabelę uzupełniono danymi ostatnich pojawień komety. Zawiera więc ona najważniejsze informacje odnoszące się do czterdziestu pięciu obiegów komety Halleya.

JACEK STRYCZYŃSKI — Toruń

KOSMICZNY TELESKOP ULTRAFIOLETOWY IUE (II)

W pierwszej części artykułu opublikowanej w poprzednim numerze przedstawiłem ogólną budowę satelity IUE oraz naziemnych stacji kontroli. W drugiej części chciałbym się zająć sposobem jego wykorzystania oraz zasygnalizować niektóre osiągnięcia uzyskane w czasie już czteroletniej jego pracy.

Przed wystrzeleniem IUE sformowano zespół naukowy, składający się z astronomów oraz z etatowych pracowników stacji naziemnych zajmujących się stroną techniczną projektu. Zespołowi postawiono zadanie kierowania pierwszymi obserwacjami, które miały zasadnicze znaczenie dla dalszego, właściwego funkcjonowania IUE. Po wprowadzeniu statku na orbitę synchroniczną uruchomiono system kontroli usytuowania i zweryfikowano sprawność podstawowych systemów satelity oraz instrumentów naukowych. Okres pracy wspomnianego zespołu podzielono na trzy etapy:

1) Natychmiast po włączeniu systemów pokładowych, w celu udoskonalenia metod badawczych, przeprowadzono obserwacje szerokiego zestawu obiektów jako przedstawicieli typów, które w przyszłości będzie badać IUE. Były to: gorące i zimne gwiazdy, ośrodek międzygwiazdowy, źródła rentgenow-

skie, obiekty pozagalaktyczne i ciała Układu Słonecznego (jak widać IUE jest bardzo wszechstronny).

2) Następnie zogniskowano teleskop, wybrano kamery w obu spektrografach, poprawiono zdolność ruchu i kierowania skatkiem.

3) I wreszcie dokonano kalibracji fotometrycznych właściwości instrumentów naukowych w stosunku do gwiazd standardowych i zbadano charakterystyki obrazu (jego jakość i spektralną zdolność rozdzielczą).

Po zakończeniu tej fazy przygotowawczej, 3 kwietnia 1978 roku rozpoczęły się obserwacje astronomów współpracujących z poszczególnymi agencjami biorącymi udział w projekcie. Nie znaczy to, że skompletowano już wtedy wszystkie wyniki pracy komisji, ale ustalono podstawowe procedury i komisję naukową mógł zastąpić personel obserwacyjny. Obserwatorium IUE zostało zaprojektowane tak, aby do maksimum wykorzystać możliwość nieprzerwanego kontaktu z satelitą, jaki zapewnia orbita geosynchroniczna. Obserwatorzy mogą w czasie rzeczywistym aktywnie uczestniczyć w kontroli swoich obserwacji. Gdy wystąpią w ich pracy jakieś kłopoty, a najczęściej nie są oni w pełni zaznajomieni z wszystkimi aspektami pracy IUE, mogą korzystać z pomocy stale przebywających w danym centrum astronomów i pozostałego personelu stacji. Ich rady i pomoc przydają się szczególnie często przy samym planowaniu obserwacji, pracy instrumentów i opracowywaniu danych. Udostępnienie czasu obserwacji odbywa się na drodze konkursu najciekawszych i najwszechstronniejszych programów, ocenianych i wybieranych przez specjalną komisję naukową. Wśród astronomów wykorzystujących IUE do zaplanowanych przez siebie obserwacji byli również polscy naukowcy.

Astronom, którego program został zaakceptowany do realizacji, przybywa do stacji naziemnej na kilka dni przed wyznaczonym terminem obserwacji, aby zapoznać się z procedurami i obróbką danych oraz aby ustalić ostatnie szczegóły przeprowadzania obserwacji. Podczas badań obserwator znajduje się przy terminalu EDS skąd kieruje identyfikacją obiektu, operowaniem instrumentu, a także ocenia dane. Ma on przy tym do swojej dyspozycji pełen zestaw informacji potrzebnych do kierowania usytuowaniem satelity, a na monitorach może obserwować pole widzenia teleskopu. Wyniki obserwacji są mu dostarczane dzień lub dwa później w postaci fotograficznych reprodukcji obrazów komputerowych surowych lub skorygowanych widm, wykresów intensywności w funkcji długości fali

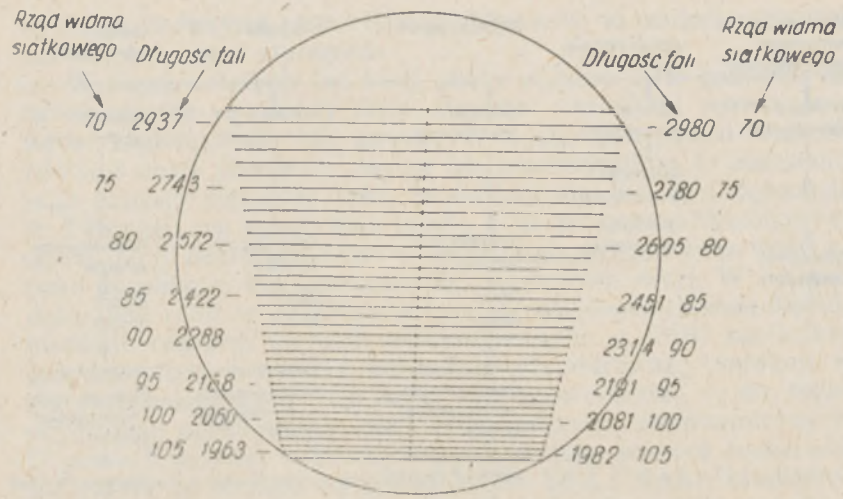
oraz taśm magnetycznych z cyfrowym zapisem widm badanych obiektów.

Jak właściwie przebiega proces obserwacji za pomocą IUE?

Seans obserwacyjny rozpoczyna się od skierowania teleskopu na pierwszy wybrany przez obserwatora obiekt. Następnie włączany jest dokładny czujnik odstrojenia (FES) i na monitorze jest wyświetlane pole widzenia teleskopu. Obserwator porównuje ten obraz z przygotowaną uprzednio mapą, identyfikuje obiekt i wybiera dogodne gwiazdy, względem których będzie prowadzony instrument. Naziemny komputer określa pozycje tych gwiazd-przewodników, a następnie oblicza, jak należy skorygować ustawienie satelity, aby obraz obiektu obserwacji trafił na odpowiednią szczelinę spektrografu. Po takim naprowadzeniu FES automatycznie prowadzi teleskop względem wybranych gwiazd odniesienia. Normalnie te operacje zajmują nie więcej niż 5 minut. Po tych czynnościach można już przystąpić do rejestrowania widma. W czasie ekspozycji na Ziemi jest kontrolowana dokładność prowadzenia instrumentu poprzez analizę sygnałów generowanych przez FES. Jeżeli nie ma pewności co do optymalnego czasu naświetlania, rejestrowanie może zostać przerwane i wycinek z obrazu otrzymanego w kamerze spektrografu zostaje przetestowany w celu stwierdzenia, jak długo jeszcze powinno trwać naświetlanie. Po zakończeniu ekspozycji i rozpoczęciu odczytu obrazu teleskop jest nadal utrzymywany w dotychczasowym położeniu do czasu, aż obserwator oceni otrzymane widmo, które jest wyświetlane na kolorowym monitorze po około trzech minutach (tyle czasu zajmuje odczyt, przekaz na Ziemię i integracja). Obserwator decyduje o powtórzeniu lub jakiejś modyfikacji obserwacji albo postanawia o przejściu do następnego etapu sesji obserwacyjnej. W tym ostatnim przypadku widmo kierowane jest do redukcji i korekcji. Standardowy sposób redukcji i korekcji jest wykonywany przez personel stacji (oczywiście za pomocą komputera). O ile obserwator zaplanował specjalne zadanie, do którego widmo powinno zostać zredukowane innym sposobem (np. wymagane jest dokładniejsze niż standardowe określenie długości fali) wtedy wykonuje to samodzielnie. Rys. 1 przedstawia „konstrukcję" widma dużej dyspersji.

Jakie są dalsze losy otrzymanego obrazu?

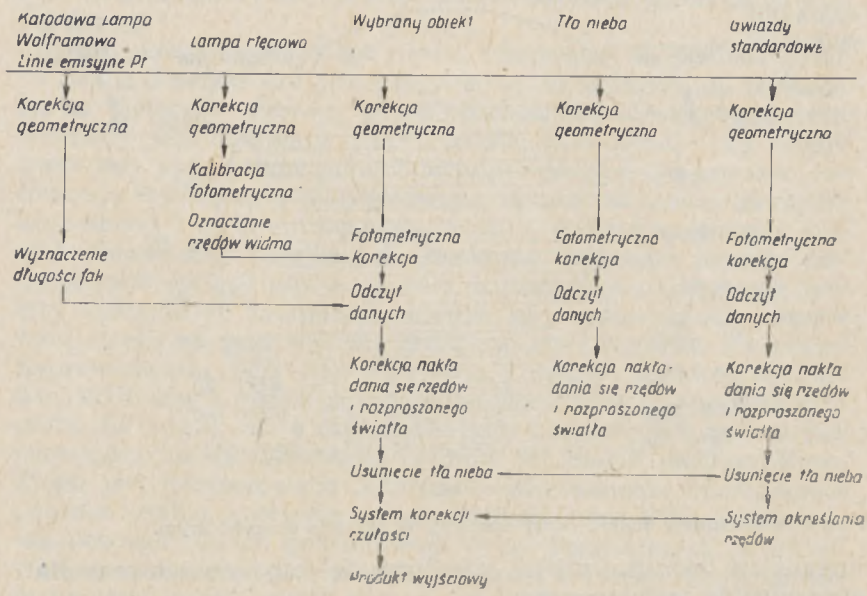
Jak już wspomniałem, jest on poddawany redukcji i korekcji. Przedstawiony schemat (rys. 2) obrazuje etapy i ukazuje jakie elementy są potrzebne do otrzymywania „czystego" widma. Oczywiście obserwacje gwiazd standardowych zostały wy-



Rys. 1. Konstrukcja widma dużej dyspersji w zakresie długofalowym.

konane na początku misji i powtarza się je co pewien czas dla sprawdzenia instrumentów.

Pierwszym elementem procesu redukcji widm jest korekcja geometryczna ustalająca odpowiedniość między punktami obrazu i płaszczyzny ogniskowej, co wymaga ponownego próbkowania obrazu (pierwsze to odczyt w kamerze) obniżającego zdolność rozdzielczą. Usuwana jest, wywołana przez optykę elektronową kamery, dystorsja i przywraca się właściwe uporządkowanie rzędów widma. W „surowym" obrazie niektóre rzędy są zamienione kolejnością i nakładają się na siebie. Następnie dokonuje się dla każdego punktu obrazu korekcji fotometrycznej za pomocą charakterystyki (ITF), którą otrzymuje się przez naświetlanie lampą platynowo-neonową. Wielokrotne takie naświetlanie pozwala na ustalenie przeciętnego poziomu szumów uwzględnionego przy redukcji. W rezultacie tych czynności obraz jest liniowo związany z sygnałem wchodzącym do kamery. Odczyt danych widmowych odbywa się za pomocą szczeliny scentrowanej na punkcie, który leży najbliżej przecięcia się linii próbkowania i linii dyspersji. Ponieważ widmo na obrazie jest nachylone do linii próbkowania (o kierunku poziomym), pewien procent danych jest gubiony. Z tego krótkiego opisu można wywnioskować, że stosowana korekcja polepszała dane, ale i sama wprowadzała błędy. Od początku zdawano sobie z tego sprawę i bez przerwy pracuje się nad udo-



Rys. 2. Etapy korekcji widma z satelity IUE.

skonaleniem metod redukcji. Np. w 1980 roku zastosowano w stacjach naziemnych ulepszoną metodę. Podstawową zmianą jest rezygnacja z drugiego próbkowania przez dokonanie korekcji fotometrycznej bez uprzedniej korekcji geometrycznej. Druga zmiana to zastosowanie interpolacji między czterema sąsiadującymi z korygowanymi za pomocą ITF punktami obrazu. Poza tym zwiększono częstość próbkowania w długości fali. Najcenniejszym osiągnięciem tych ulepszeń jest wzrost zdolności rozdzielczej, dzięki czemu wiele linii udało się rozdzielić na poszczególne składniki. Są jednak i straty, a mianowcie wzrost szumów, ale obserwator może zdecydować, co jest dla niego istotniejsze — wzrost zdolności rozdzielczej, czy zmniejszenie szumów. Zastosowano jeszcze wiele innych zmian, ale trudno je tu szczegółowo opisywać.

Obserwator zachowuje prawo wyłączności do wyników obserwacji przez 6 miesięcy od ich otrzymania. Potem są one zdeponowane w centrum danych naukowych w amerykańskim Centrum Lotów Kosmicznych Goddarda (GSFC) oraz w odpowiednich centrach ESA i Wielkiej Brytanii. Materiały te mogą być dostarczane na prośbę wszystkich astronomów, interesują-

cych się badanymi przez IUE problemami, w postaci cyfrowej na taśmach magnetycznych.

W ciągu czterech lat swej pracy satelita IUE pozwolił na zgromadzenie ogromnej ilości danych, umożliwił rozwiązanie wielu zagadek, ale jak zawsze w takim przypadku ujawnił również nowe problemy jeszcze nie rozstrzygnięte. O znaczeniu tego satelity świadczy fakt, że odbyły się już dwa sympozja w Tübingen na temat jego pracy, a na kongresie Międzynarodowej Unii Astronomicznej w Montrealu w 1979 roku poświęcono dorobkowi naukowemu IUE całodniową sesję. W listopadzie 1980 roku w Wiedniu odbyła się sesja poświęcona zagadnieniom redukcji danych otrzymywanych z IUE, na której przedstawiono nie tylko zmiany w standardowej redukcji w stacjach naziemnych — o czym była mowa wyżej — ale także oryginalne opracowania kilku obserwatoriów astronomicznych. O pracach satelity i dokonywanych za jego pomocą badaniach informują na bieżąco wydawane przez ESA i NASA biuletyny.

Do podstawowych osiągnięć IUE, które zostały wymienione w raporcie o stanie astronomii za lata 70-te, zalicza się ustalenie skali temperatur gorących gwiazd, ujawnienie podobieństwa między kwazarami i galaktykami Seyferta oraz wykazanie, że utrata masy przez gwiazdy jest podstawowym czynnikiem wpływającym na ewolucję gwiazd. Jednak głębsze naświetlenie osiągnięć naukowych IUE pozostaje do omówienia w innym artykule, gdyż nawet pobieżne przedstawienie tych problemów, wymagałoby jeszcze wielu stron druku.

KRONIKA

Żelazo w atmosferze Wenus

Za pomocą aparatu lądującego automatycznej stacji międzyplanetarnej Wenus-12 przeprowadzono analizę składu chemicznego aerozolu z warstwy chmur na Wenus. Badania wykonano bez naruszania fizykochemicznych charakterystyk ośrodka dzięki zastosowaniu metody rentgenowsko-radiometrycznej, opartej na pomiarach intensywności charakterystycznego promieniowania rentgenowskiego atomów przy ich wzbudzeniu za pomocą źródeł radioizotopowych. Promieniowanie rentgenowskie wzbudzane było przez dwa równocześnie pracujące źródła i rejestrowane w dwóch zakresach widma. Pierwiastki lekkie ($13 < Z < 25$) wzbudzane były przez izotop ^{55}Fe, a atomy pierwiastków ciężkich przez ^{109}Cd. Urządzenie pomiarowe zainstalowane na sondzie Wenus-12 pozwalało na określenie względnej zawartości pierwiastków we frakcjach gazowej i aerozolowej. Pomiary prowadzono w sposób ciągły przez 535 sekund na tym odcinku trajektorii wlotowej gdzie temperatura zmieniała się od —10°C do +119°C, a ciśnienie od 0,1 do 1,5 atmosfery.

Analiza otrzymanych widm promieniowania rentgenowskiego wykonana w Instytucie Badań Kosmicznych AN ZSRR pozwoliła na wykrycie w nich linii chloru. Jego stężenie w aerozolach atmosfery Wenus wynosi $(4,3 \pm 0,6) \cdot 10^{-10}$ g/cm^3. Znacznie niższe stężenia cechują siarkę i rtęć — $1 \cdot 10^{-10}$ g/cm^3, zawartość argonu oceniono na $2 \cdot 10^{-2}$ %. W widmach promieniowania rentgenowskiego wykryto również piki charakterystycznego promieniowania żelaza. Porównanie intensywności pików chloru i żelaza wykazało, że ich stosunek jest zbliżony do 0,84. Dla widma $FeCl_3$ jest on równy $0,846 \pm 0,022$, zaś dla $FeCl_2$ nie przekracza 0,6. Wyciągnięto stąd wniosek o związaniu żelaza zawartego w wenusjańskich chmurach z chlorem i jego obecności głównie w fazie aerozolowej, gdzie tworzy $FeCl_3$. Stężenie objętościowe żelaza, uśrednione w przebadanych granicach atmosfery, wynosi $(0,21 \pm 0,06) \cdot 10^{-9}$ g/cm^3 zaś stężenie $FeCl_3$ $(0,64 \pm 0,12) \cdot 10^{-9}$ g/cm^3. Obecność pary wodnej w badanym obszarze atmosfery pozwala na przypuszczenie, że $FeCl_3$ znajduje się tam w postaci hydratów i roztworów. Obecność jonów żelaza tłumaczyć może obserwowaną żółtawą barwę chmur Wenus.

Wg *Doklady AN SSSR*, 1981, 258, 57.

ZBIGNIEW PAPROTNY

Rotacja Neptuna

Neptun, najmniejsza z kwartetu gazowych planet Układu Słonecznego, ma średnicę prawie 4 razy większą, zaś masę 17 razy większą od Ziemi. Tarcza krążącego wokół Słońca w odległości około 30 j.a. Neptuna dla obserwatorów ziemskich nigdy nie jest większa niż 2,5 sekundy łuku. Jej małe rozmiary, a także brak wyraźniejszych szczegółów w atmosferycznym płaszczu planety, znacznie utrudniają określenie okresu obrotu Neptuna. Dlatego właśnie często spotyka się oceny podające jego wielkość na około 15—20 godzin. Dopiero niedawno zostały przeprowadzone obserwacje, które zdają się wiarygodnie uściślać tę wielkość. M. Belton, L. Wallace i S. Howard z obserwatorium Kitt Peak (USA) wykonali około 300 obserwacji Neptuna w świetle podczerwonym za pomocą 2,24 i 1,5 metrowych teleskopów na Mauna Kea (Hawaje) i Kitt Peak. Po szczegółowej analizie zmian jasności całkowitej planety wymienieni badacze ustalili okres rotacji Neptuna na 18 godzin i 12 minut, z niepewnością ± 24 minuty. Rezultat ten wynika zarówno z badań nad krzywą jasności planety jak i nad jej zgodnością z modelem atmosfery Neptuna, wypracowanym z obserwacji szczegółów atmosferycznych na Jowiszu. Z referowanej pracy wynika również, że na Neptunie występują wiatry strefowe, z różnicami prędkości sięgającymi 110 m/s dla różnych szerokości planetograficznych.

Wg *Sky and Telescope*, 1982, 64, 18.

ZBIGNIEW PAPROTNY

Stulecie Obserwatorium Astronomicznego w Besançon we Francji

Besançon, 150 tysięczne miasto nad rzeką Doubs u zachodnich podnóży Jury, niegdyś stolica Franche-Comté, obecnie ośrodek administracyjny departamentu Doubs, doświadczało zawiłych kolei losu w ciągu wielowiekowej, barwnej historii tego terytorium położonego na styku Francji, Szwajcarii i Niemiec (dawniej — Galii, Helwecji i Alamanii).

Będąc ważnym ośrodkiem naukowym (w 1450 roku został tam założony uniwersytet) Besançon ma od 1882 roku znane Obserwatorium

Astronomiczne. Początkowo było ono wyposażone w astrograf o średnicy obiektywu 33 cm oraz w instrument przejściowy o ogniskowej 237 cm i średnicy obiektywu 19 cm. Astrografem wykonano łącznie 10 000 zdjęć. Każda klisza obejmuje pole o wymiarach 4° × 4°, na którym są zarejestrowane gwiazdy do 14 mag. Ogółem na wykonanych kliszach znajdują się obrazy około 5 mln gwiazd.

W czasach najnowszych instrumentarium Obserwatorium powiększyło się o podwójny astrograf (D = 35 cm, F = 350 cm) i refraktor (D = = 30 cm, F = 300 cm). Jednak ze względu na warunki atmosferyczne i klimatyczne w Besançon wykonywano jedynie obserwacje astrometryczne. Natomiast innego rodzaju obserwacje (fotometryczne, spektrometryczne) astronomowie z Besançon przeprowadzają na Pic du Midi, w Saint-Michel de Provence, w Europejskim Obserwatorium Południowym w La Silla (Chile) i na Hawajach, dzięki szeroko zakrojonej współpracy z tymi ośrodkami. Ponadto Obserwatorium w Besançon uczestniczy w badaniach kosmicznych — głównie w ramach C.N.E.S. we Francji i we współpracy ze Stanami Zjednoczonymi oraz ZSRR, a także z ESA — przygotowując zarówno programy obserwacyjne jak i specjalną aparaturę pomiarową. Obserwatorium posiada dobrze wyposażoną pracownię elektroniczną i mechaniczną, fotograficzną i reprograficzną, a także ośrodek informatyczny z własnym komputerem oraz terminalem pozwalającym się łączyć z Centrum Obliczeniowym w Paryżu (C.N.R.S.) i Tuluzie (C.N.E.S.). Bogaty jest też księgozbiór biblioteki Obserwatorium liczący ponad 20 000 tomów.

Tematyka naukowo-badawcza Obserwatorium w Besançon jest bardzo rozległa — od astronomii pozagalaktycznej do satelitarnych metod badania górnej atmosfery Ziemi i... astroarcheologii. Głównym zagadnieniem astronomii pozagalaktycznej, rozwijanym w Besançon, jest budowa i ewolucja galaktyk spiralnych. Badania te są prowadzone we współpracy z astronomami z Lyonu, Marsylii, Meudon, a także wspólnie z Gerardem de Vaucouleurs'em, profesorem University of Texas (USA).

Poważne prace są prowadzone nad budową naszej Galaktyki, w dziedzinie astronomii gwiazdowej stanowiącej naturalne przedłużenie wcześniejszych badań astrometrycznych, a także w dziedzinie fotometrii fotoelektrycznej, głównie dla gwiazd wizualnie podwójnych. Wykonywane są też pewne prace z mechaniki nieba.

Oddzielną tematykę stanowią prace z dziedziny badań atmosfer planetarnych, które są prowadzone głównie w ramach międzynarodowego programu kosmicznego i dotyczą obserwacji atmosfery Wenus, Marsa i Ziemi przez automatyczne sondy międzyplanetarne i sztuczne satelity. Stąd też w problematyce naukowej Obserwatorium znajdują się badania z dziedziny teledetekcji atmosferycznej oraz wykrywania zanieczyszczeń atmosferycznych emitowanych przez zakłady produkcyjne. Z zagadnieniem badań atmosfer planetarnych związany jest też częściowo program badań komety Halleya, w którym Obserwatorium uczestniczy w ramach współpracy z INTERKOSMOS-em w przygotowaniu eksperymentu VEGA. Pracownicy Obserwatorium zaprojektowali i wykonali specjalny spektrometr kometarny, przeznaczony również do badań atmosfer planet.

W ramach Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA) Obserwatorium Astronomiczne w Besançon bierze udział w projektowaniu obserwacji astrometrycznych dla programu HIPPARCOS.

Ważną i tradycyjną dziedziną prac Obserwatorium jest chronometria. Służba czasu została podjęta już w 1885 roku. Oprócz chrono-

metrów morskich Obserwatorium jest wyposażone w zegar atomowy (cezowy), trzy zegary kwarcowe, chronometry elektroniczne pozwalające na pomiar czasu z dokładnością do 10^{-8} s, a także w receptor sygnałów TV służący dla porównania, z dokładnością do 10^{-9} s, wskazań zegara atomowego w Obserwatorium ze wskazaniami podobnego zegara znajdującego się w Paryżu.

Główne uroczystości obchodów setnej rocznicy założenia Obserwatorium Astronomicznego w Besançon odbyły się w maju 1982 r. Natomiast w dniach 9—13 sierpnia 1982 r. zostało zorganizowane w Besançon Sympozjum nr 100 Międzynarodowej Unii Astronomicznej, pod nazwą „Wewnętrzna Kinematyka i Dynamika Galaktyk", jako wyraz uznania świata astronomicznego dla osiągnięć Obserwatorium w ciągu stu lat jego istnienia. Uroczystego otwarcia Sympozjum, na które przybyło ponad 150 osób, dokonał dyrektor Obserwatorium M. Créze oraz — z ramienia MUA — P. O. Lindblad. Tematyka Sympozjum była obszerna i skupiała się na następujących zagadnieniach: kinematyka gazu i rozkład masy w galaktykach, struktura spiralna galaktyk, galaktyki „spaczone" (*warps*), galaktyki z poprzeczką, układy sferoidalne i „przenikające się" (*mergers*), powstawanie i ewolucja galaktyk. Łącznie wygłoszono 18 referatów oraz 62 komunikaty.

Podczas Sympozjum, a także na wcześniej zorganizowanym w Obserwatorium seminarium prowadzonym przez prof. G. de Vaucouleurs'a, wiele uwagi poświęcono również metodom wyznaczania odległości międzygalaktycznych i kwestii dwóch różnych skal odległości we Wszechświecie — tzw. krótkiej skali wprowadzonej przez G. de Vaucouleurs'a oraz tzw. długiej skali stosowanej przez A. Sandage'a. Tym razem zagadnienie skali odległości nie ograniczało się jedynie do różnicy w wielkości stałej Hubble'a (95 km/s Mpc wg de Vaucouleurs'a i 53 km/s Mpc wg Sandage'a) wynikającej z przyjęcia krótkiej bądź długiej skali, ale miało nader istotne znaczenie dla rozważań nad kinematyką i dynamiką galaktyk. W zależności bowiem od przyjętej skali odległości otrzymuje się różne rozmiary liniowe galaktyk, co zasadniczo wpływa na wyznaczanie wielkości energii kinetycznej galaktyk, a jednocześnie na ocenę ich mas. Okazało się też, iż zastosowanie długiej skali odległości do określenia rozmiarów naszej Galaktyki daje wyniki niezgodne z wielkościami obserwowanymi i ta rozbieżność stanowi główny argument G. de Vaucouleurs'a za poprawnością krótkiej skali odległości we Wszechświecie. Dodajmy jeszcze, że jedną z metod wyznaczania odległości jest tzw. metoda paralaks fotometrycznych dla gwiazd zmiennych zaćmieniowych.

Miłym wydarzeniem w ostatnim dniu Sympozjum, nawiązującym wprost do setnej rocznicy założenia Obserwatorium, było podjęcie uczestników ogromnym i bardzo oryginalnym tortem złożonym z kilkuset ciastek, w który wstawiono oczywiście 100 świeczek i następnie zapalono je. Podczas tej uroczystości głos zabrał P. O. Lindblad i w krótkich słowach wyraził uznanie dla organizatorów Sympozjum — pracowników Obserwatorium w Besançon, po czym na ogólne życzenie zebranych zdmuchnięcie stu świeczek tortowych powierzono córeczkom Lindblada.

Na zakończenie kilka słów o pracownikach Obserwatorium Astronomicznego w Besançon. Dyrektorem ośrodka — siódmym od daty jego powstania — jest dr Michel Créze. Obserwatorium zatrudnia 12 pracowników naukowo-badawczych, 3 inżynierów, 15 pracowników technicznych i administracyjnych i 3 osoby personelu obsługi. Dawną więźę obser-

wacyjną ekwatoriału dyrekcja udostępniła członkom Association Astronomique de Franche-Comté, którzy zainstalowali w niej 40 cm teleskop w systemie Newtona.

T. ZBIGNIEW DWORAK

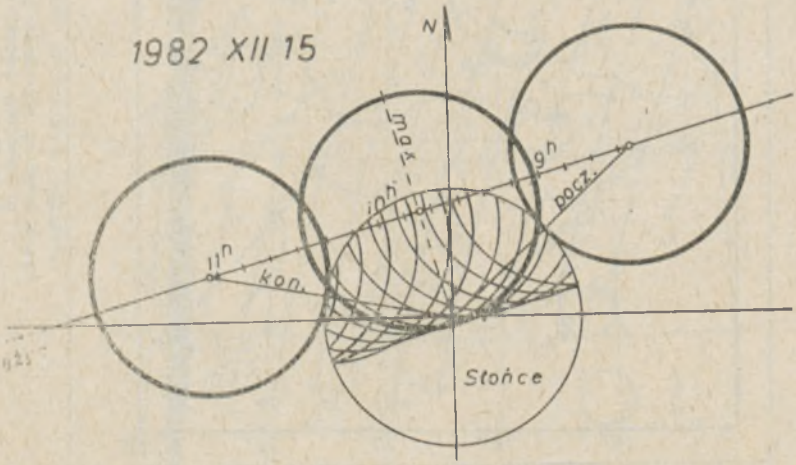
PORADNIK OBSERWATORA

Częściowe zaćmienie Słońca 15 grudnia 1982 roku

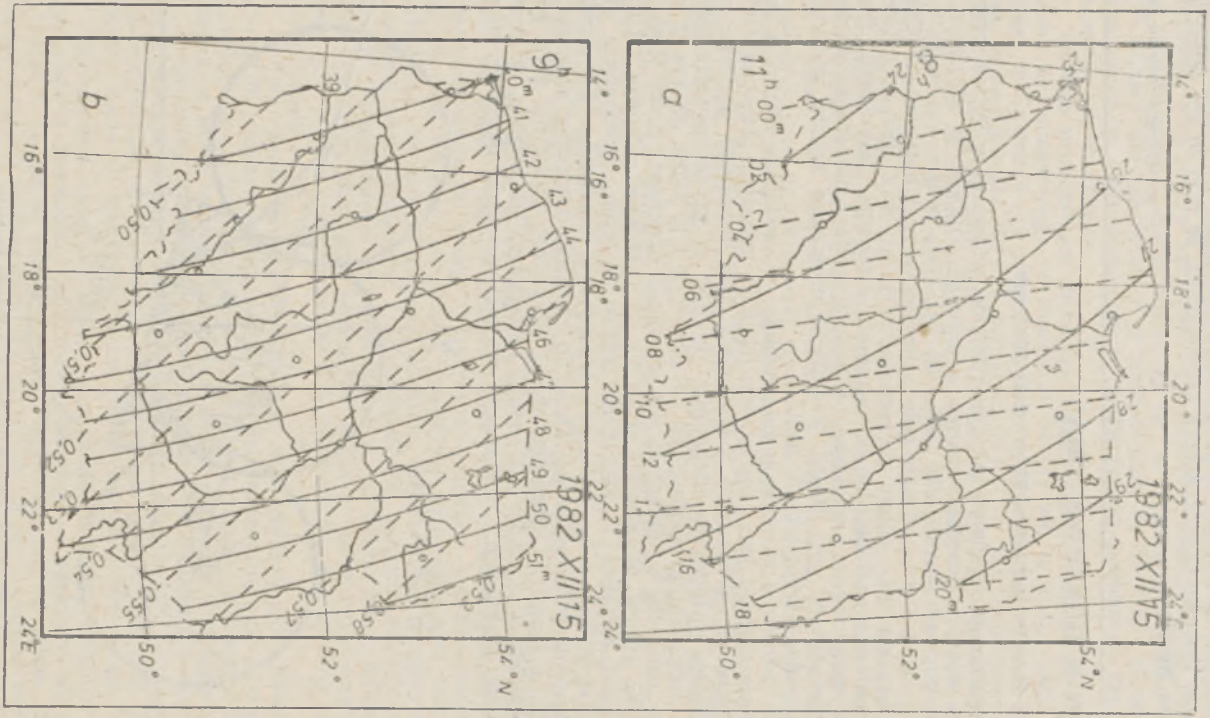
Drugie tegoroczne częściowe zaćmienie Słońca, widoczne w Polsce, przypadnie na godziny przedpołudniowe w dniu 15 grudnia. W odróżnieniu od dwóch poprzednich (31 VII 1981 i 20 VII 1982) będzie ono widoczne w całości, chociaż przy niskim położeniu Słońca nad horyzontem. Cień Księżyca przesunie się ponad północnymi rejonami kuli ziemskiej, toteż i tym razem nie nastąpi nigdzie zaćmienie całkowite. Największa faza zaćmienia częściowego, wynosząca około 0,73 wystąpi dla obserwatorów, przebywających na płn. Uralu. Zaćmienie częściowe będzie widoczne w Europie, płn. Afryce i zach. Azji.

U nas zaćmienie rozpocznie się niedługo po wschodzie Słońca a zakończy jeszcze przed jego górowaniem. Księżyc przesłoni północną część tarczy słonecznej, przy czym maksymalna faza zaćmienia wyniesie od 0,50 w Polsce południowo-zachodniej do 0,59 w północno-wschodniej. Przebieg zaćmienia przedstawiono na rys. 1, 2 i 3. Dane na rys. 2 są wynikiem obliczeń, wykonanych wg własnego programu przez Błażeja Fereta oraz autora niniejszego artykułu na maszynie cyfrowej ODRA 1305. Z kolei w tabeli 1 zestawiono wyniki obliczeń, wykonanych dla kilku miast Polski przez Mirosława Kubiaka z Grudziądza wg odrębnego programu obliczeniowego. Dane do obliczeń (elementy zaćmienia) pochodziły z rocznika *Astronomiczeskij Eżegodnik SSSR na 1982 god.*

Wszystkich miłośników astronomii zachęcamy, jak zwykle, do przeprowadzenia obserwacji. Obserwacje, mające znaczenie naukowe, pole-



Rys. 1. Przebieg zaćmienia w układzie współrzędnych Bessela.



Rys. 2. Przebieg zaćmienia na terenie Polski
a) izochrony początku (linie ciągłe) i końca zaćmienia (linie przerywane)
b) izochrony maksimum (linie ciągłe) i izofazy maksimum (linie przerywane).

Rys. 3. Widok zaćmienia nad horyzontem. Tarcza Słońca powiększona 4-krotnie.

Tabela 1

Przebieg częściowego zaćmienia Słońca 15 XII 1982 r. w niektórych miastach w Polsce

Lp.	Miasto	Początek			Maksimum			Koniec		
		c. s. e.	P	h	c. s. e.	f	h	c. s. e.	P	h
1.	Warszawa	8h27m14s	311°8	4°52′	9h47m05s	0,554	11°20′	11h12m59s	80°0	14°30′
2.	Łódź	8 26 07	313.2	4 25	9 44 40	0,537	11 10	11 09 35	79.3	14 47
3.	Kraków	8 25 39	314.6	5 48	9 44 24	0,521	12 49	11 09 49	78.5	16 31
4.	Gdańsk	8 27 35	311.1	2 24	9 45 18	0,559	8 40	11 09 15	80.3	12 09
5.	Białystok	8 29 03	309.8	5 08	9 50 15	0,579	11 10	11 17 15	81.0	13 39
6.	Rzeszów	8 26 49	313.4	6 48	9 47 19	0,538	13 33	11 14 12	79.2	16 42
7.	Wrocław	8 24 42	315.3	3 45	9 41 21	0,511	10 50	11 04 24	78.1	15 08
8.	Poznań	8 25 12	314.0	2 51	9 41 56	0,524	9 42	11 04 49	78.7	13 51
9.	Szczecin	8 24 54	314.2	1 15	9 40 02	0,519	7 57	11 01 13	78.4	12 26
10.	Grudziądz	8 26 42	311.9	3 00	9 44 50	0,551	9 28	11 09 01	79.9	13 02
11.	Włocławek	8 26 22	312.6	3 41	9 44 41	0,544	10 18	11 09 12	79.6	13 54
12.	Opole	8 24 53	315.2	4 26	9 42 10	0,512	11 32	11 05 51	78.1	15 41
13.	Koszalin	8 25 56	312.6	1 30	9 42 21	0,539	7 59	11 04 36	79.4	12 01

P — kąt pozycyjny od bieguna

h — wysokość Słońca nad horyzontem

f — wielkość max. fazy

Kąty pozycyjne od zenitu wynoszą odpowiednio około. 340° i 85°

gają w tym przypadku na fotografowaniu lub filmowaniu zaćmienia przy jednoczesnym określaniu momentu zdjęć z dokładnością do $0^s,1$. Za szczególnie ważne należy uznać fotografowanie Słońca około początku i końca zaćmienia (okres 15—20 minut), gdyż wówczas faza zaćmienia zmienia się najszybciej. Odstęp czasu pomiędzy kolejnymi zdjęciami powinien wynosić około 0,5—1 minuty, przy czym nie musi on być jednakowy, pod warunkiem dokładnej rejestracji każdego momentu otwarcia migawki. Z pomiarów na negatywach określa się następnie metodą „cięciw" początek i koniec zaćmienia.

W sprawie obserwacji i zaćmienia prosimy konsultować się z Sekcją Obserwacji Pozycji i Zakryć PTMA (PTMA — O/Warszawa, ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa).

MAREK ZAWILSKI

Minima blasku gwiazd zmiennych w listopadzie i grudniu 1982 roku

Kontynuując rozpoczęte w styczniowym numerze z tego roku (str. 25) publikowanie efemeryd minimów blasku gwiazd zmiennych dostępnych obserwacjom miłośniczym, podajemy niżej wykaz momentów minimów 24 gwiazd w listopadzie i grudniu w nadziei, że mimo opóźnienia w ukazywaniu się *Uranii* będą już mogły spełnić swą rolę. Poczynając od niniejszego numeru na trzeciej stronie okładki będą zamieszczane mapki okolic gwiazd zmiennych, dla których będą podawane efemerydy. Rozpoczynamy od gwiazdy RZ Cas. Dla wszystkich mapek przyjęto jednolity układ. Większy kwadrat obejmuje gwiazdy widoczne gołym okiem (odpowiedni obszar nieba łatwo zidentyfikować za pomocą np. obrotowej mapy nieba). Mniejszy kwadrat obejmuje okolice gwiazdy zmiennej z zaznaczonymi gwiazdami porównania. Oprócz nazwy gwiazdy oraz jej współrzędnych (rektascensji α i deklinacji δ) każda mapka zawiera ponadto następujące dane: tzw. minimum bazowe w dniach juliańskich (Minimum JD) otrzymane drogą obserwacji, okres zmian jasności w dobach (Per), jasność gwiazdy w maksimum blasku (M), jasność gwiazdy w minimum blasku (m), amplitudę zmian blasku w minimum głównym (A_1), amplitudę zmian blasku w minimum wtórnym (A_2), czas trwania zaćmienia w godzinach (D), czas trwania zaćmienia całkowitego — płaskie dno (d) oraz jasności gwiazd porównania.

Zarówno efemerydy jak też mapki opracowywane są przez członków Sekcji Obserwacji Gwiazd Zmiennych PTMA na podstawie danych uzyskiwanych z Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie oraz atlasów nieba J. Dobrzyckiego, M. Mazura, A. Bečvařa oraz *Bonner Durchmusterung* i *Sternatlas*.

346 Aql	XI	13,76	23,72							
TT Aur	XI	9,95	13,94	17,94	21,94					
	XII	7,93	11,93	15,93	19,93	23,93				
RZ Cas	XI	8,93	10,13	13,71	14,91	16,11	19,69	20,88	22,08	
	XII	8,82	10,02	11,21	14,80	16,00	17,20	20,77	21,97	23,16
TV Cas	XI	8,70	14,14	15,95	17,76	23,20				
	XII	7,70	13,14	14,95	16,76	22,20				
U Cep	XI	11,04	16,03	21,01						
	XII	10,96	15,94	20,93						
XX Cep	XI	12,72	15,06	19,73	22,07					
	XII	10,77	13,11	17,78	20,12					

ZZ Cep	XI	9,96	12,10	14,24	20,67	22,81					
	XII	7,80	9,94	12,08	14,23	22,79					
477 Cyg	XI	11,81	18,85								
	XII	14,67	21,71								
TW Dra	XI	10,77	19,19	22,00							
	XII	8,84	20,07	22,87							
AI Dra	XI	8,16	11,76	12,96	14,16	17,75	18,95	20,15	23,75		
	XII	8,13	9,23	11,73	12,93	14,13	15,23	17,72	18,92	20,12	21,22
		23,72									
S Equ	XI	13,71									
	XII	7,76									
WX Eri	XI	8,72	11,19	12,01	12,84	16,13	16,95	17,78	20,25	21,07	21,89
	XII	9,18	10,00	10,83	14,12	14,94	15,77	18,24	19,06	19,88,	20,71
		23,17									
SW Lac	XI	8,91	9,87	10,83	11,79	12,76	13,72	14,68	15,00	15,96	16,93
		17,89	18,85	19,81	20,77	21,74	22,70				
	XII	7,78	8,74	9,70	12,91	13,87	14,83	15,79	16,76	17,72	18,68
		20,92	21,89	22,85	23,81						
CM Lac	XI	11,00	15,71	23,74							
	XII	9,88	14,70	17,91	22,72						
β Lyr	XI	17,14									
1016 Ori	XI	30,37									
BB Peg	XI	8,68	11,67	12,76	16,73	17,82	20,71	21,80			
	XII	7,71	8,79	11,68	12,77	16,74	20,72				
IZ Per	XI	12,10	15,78								
	XII	7,91	18,97								
β Per	XI	18,21	21,08	23,95							
	XII	11,15	14,02	16,89	19,75						
U Sge	XI	10,71									
	XII	7,75									
RW Tau	XI	8,24	12,01	14,78	23,09						
	XII	9,70	15,24	18,01	20,77						
HU Tau	XI	13,67	15,72	17,78	19,84	21,89	23,95				
	XII	20,68	22,74								
X Tri	XI	8,76	9,73	10,70	11,68						
	XII	7,91	8,88	9,85	10,83	11,80	12,77	13,74	14,71	12,68	
W UMi	XI	9,01	10,71	14,11	15,81	19,21	20,91				
	XII	7,92	13,03	14,73	18,13	19,83	23,23				

OBSERWACJE

Obserwacje całkowitego zaćmienia Księżyca 9 stycznia 1982 roku (część I)

1. *Wstęp*

Prawie na całym obszarze kraju, z wyjątkiem dzielnic południowych, warunki atmosferyczne były doskonale, toteż zaćmienie obserwował każ-

dy chyba miłośnik astronomii. Wg zgodnej opinii było ono jednym z najpiękniejszych, jakie zdarzyło się w ostatnich latach (opinię taką wyrażali nawet starsi obserwatorzy nieba). Zapewne było tak dlatego, że mogliśmy obserwować Księżyc na tle pięknych gwiazdozbiorów zimowych, które ujawniły się w całej krasie podczas fazy całkowitego zaćmienia.

Obserwacje zjawiska przyniosły, oprócz opisanych wrażeń, również bogaty plon naukowy, jako, że były prowadzone pomimo mrozu wyjątkowo skrupulatnie przez wiele osób. Chociaż nie wszystkie wyniki okazały się w pełni miarodajne, te, które zostały zweryfikowane pozwoliły na wysnucie szeregu ciekawych wniosków, w tym także co do samej metodyki prowadzenia obserwacji całkowitych zaćmień Księżyca. Jest to o tyle ważne, że metodyka obserwacji, znana dotychczas głównie z literatury, posiada, jak się okazało, szereg niedomówień i powinna być przystosowana do naszych warunków oraz możliwości. Warto więc chyba prześledzić tok wykonywanych obserwacji i ich wyniki.

2. *Obserwacje opisowe zmian jasności i barwy zaćmionego Księżyca* (wszystkie momenty podano w czasie śr. europejskim).

a) Pierwsza i ostatnia widoczność półcienia:

Obserwator: Marek Zawilski, okiem nieuzbrojonym (w nawiasach efemerydalna wielkość fazy zaćmienia półcieniowego)

18^h28^m (0,23) — niepewna widoczność półcienia
18 40 (0,44) — półcień widoczny słabo
18 52 (0,64) — półcień widoczny wyraźnie
22 55 (0,72) — półcień widoczny słabo
23 05 (0,54) — półcień niewidoczny.

Inni obserwatorzy (Janusz Wiland, Janusz Kosiński) zaobserwowali wyraźnie półcień na kilkanaście minut przed początkiem i po zakończeniu zaćmienia częściowego.

b) początek i koniec zaćmienia częściowego:

Obserwator	Początek zaćmienia częściowego	Koniec zaćmienia częściowego
Marek Zawilski	$19^h13^m30^s \pm 5^s$	—
Grzegorz Kiełtyka	—	$22^h40^m00^s \pm 30^s$
Daniel Filipowicz	19 12 46 ± 20	22 37 45 ± 20
Paweł Helbrecht	19 13 55	22 38 22
Moment efemerydalny	19 13,5	22 38,1

Momenty te były obserwacyjnie trudne do ustalenia, gdyż brzeg cienia jest bardzo nieostry. Np. Janusz Bańkowski zaobserwował okiem nieuzbrojonym wyraźnie cień na tarczy Księżyca o 19^h21^m oraz o 22^h26^m. Wcześniej i później cień przechodził raczej w silnie pociemniały półcień. Wszystkie obserwacje z notowaniem momentów były prowadzone przez teleskopy przy powiększeniu od 40 do 60 razy.

c) Początek i koniec zaćmienia całkowitego:

Obserwator	Początek zaćmienia całkowitego	Koniec zaćmienia całkowitego
Arkadiusz Krajewski	$20^h16^m35^s$	—
Daniel Filipowicz	$20^h15^m26^s \pm 20^s$	$21^h34^m45^s \pm 20^s$
Paweł Helbrecht	20 17 08	21 35 37
Moment efemerydalny	20 16,5	21 35,0

Obserwacje wykonano teleskopowo przy powiększeniach od 40 do 60 razy. Określenie tych momentów było jeszcze trudniejsze, gdyż brzeg cienia był „kolorowy". Toteż część obserwatorów zrezygnowała z ich podawania.

d) Pierwsza i ostatnia widzialność czerwonej barwy cienia i odpowiadająca tym momentom efemerydalna faza zaćmienia częściowego (w nawiasach):

Obserwator	Widoczność	
	Pierwsza	Ostatnia
Marek Zawilski	19^h37^m (0,39)	22^h19^m (0,32)
Janusz Bańkowski	19 37 (0,39)	22 23 (0,25)

Przed pierwszym i po ostatnim momencie barwa cienia była szara.

e) Rozkład jasności i barw w czasie zaćmienia całkowitego:
Obserwator: Janusz Bańkowski — obserwacja głównie okiem nieuzbrojonym (także przez lornetkę i teleskop Newtona 150/1750, powiększenie 293 ×). W nawiasach moment efemerydalnej wielkości fazy zaćmienia

Moment	Opis
19^h37^m (0,39)	Cień przybiera kolor czerwony. W obrębie cienia widać przez lornetkę 8 × 30 zarysy „mórz".
10 40 (0,44)	Wyraźnie widoczny czerwony kolor cienia.
19 45 (0,52)	Zarysy „mórz" wyraźnie widoczne.
19 55 (0,68)	Barwa cienia ceglasto-czerwona.
19 58 (0,73)	Cień „rozdzielił się" na dwie części — jaśniejszą i ciemniejszą.
20 06 (0,83)	Cień „rozdzielił się" na trzy strefy: — pierwsza — obszar jasno-czerwony — druga — obszar ciemno-czerwony — trzecia — płn.-wsch. — lekko przyciemniona. Przez lornetkę dobrze widoczne zarysy „mórz" i szczegóły na powierzchni.
20 18 (1,02)	Kolor tarczy Księżyca — pomarańczowo-czerwony, ciemniejący w kier. płn.-wsch. Krawędź tarczy jest w tym rejonie trudno dostrzegalna gołym okiem. Zarysy „mórz" widoczne dobrze gołym okiem. Widoczne kratery Tycho i Kopernik.

Rys. 1. Rozkład jasności i barw wg skali Danjona w czasie zaćmienia całkowitego wg obserwacji J. Bańkowskiego (0 — zaćmienie najciemniejsze, 4 — najjaśniejsze).

20 36 (1,23) Rozkład stref widoczny wyraźnie. Wyraźnie widoczne jądro cienia. Krawędź tarczy widoczna dobrze. Najjaśniejsza strefa ma kolor żółtawo-pomarańczowy. Przez teleskop Newtona 150/1750, powiększenie 293 ×, widoczne są w obrębie ciemnego jądra kratery. Gołym okiem widoczne są zarysy „mórz" oraz kratery Tycho i Kopernik.

20 55 (1,33) Faza maksymalna. Ciemne jądro obejmuje Morze Zimna, Deszczów i Jasności. Przez teleskop na granicy jądra widoczne są kratery. W kierunku płd. od jądra cienia barwa Księżyca ciemnoczerwona a dalej jasnoczerwona. Cała tarcza Księżyca dobrze widoczna barwa „sumaryczna" — brunatno-czerwona. Zarys „mórz" widoczny, maleje w północnej części tarczy Księżyca.

21 16 (1,23) Wyraźny wzrost jasności Księżyca. Rozjaśnia się krawędź płd.-wsch. Barwa przechodzi od jasno-czerwonej do ciemno-czerwonej i dalej do najciemniejszej strefy Księżyca. Zarysy „mórz" ze szczegółami powierzchniowymi dobrze widoczne.

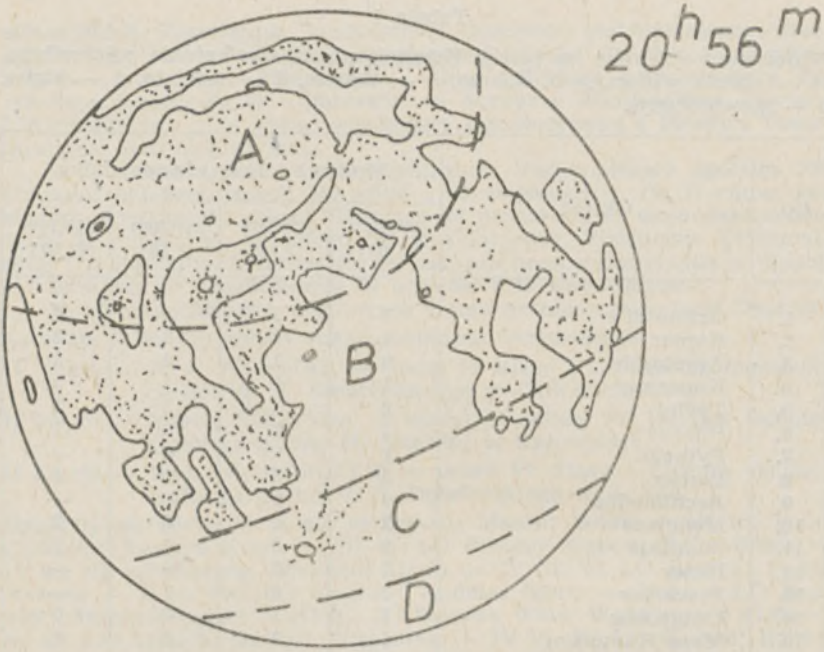
Rys. 2. Widoczność obiektów księżycowych wg obserwacji M. Zawilskiego (oznaczenia jak w tab. 1).

21 36	(0,98)	Widoczne są jeszcze wyraźnie dwie strefy cienia. Jądro cienia gołym okiem jest trudno zauważalne. Krawędź płd.-wsch. wyraźnie jaśnieje.
21 43	(0,89)	Dobrze widoczne dwie strefy jasności cienia — jasno- i ciemno-czerwoną.
21 52	(0,75)	Ciemnego jądra nie widać. Widoczna jest druga strefa koloru ciemno-czerwonego. Zarysy „mórz" i szczegóły powierzchni widoczne wyraźnie.
22 06	(0,53)	Znika druga strefa cienia. Cień ma kolor jasno-czerwony.
22 23	(0,25)	Znika czerwona barwa cienia.

Uzupełnieniem opisanych obserwacji są rysunki Księżyca z zaznaczeniem widoczności szczegółów wg skali Danjona (rys. 1).

Obserwator: Marek Zawilski — obserwacja przez refraktor 80/400, powiększenie 40 ×.

W tab. 1 i na rys. 2 przedstawiono rozkład widoczności obiektów na tarczy Księżyca. Zaobserwowano też, że brzeg cienia Ziemi miał barwę błękitnawą (było to widoczne b. wyraźnie) oraz, że przy obserwacji przez czerwony filtr różnice jasności były znacznie mniejsze. Na rys. 3 po-



Rys. 3. Rozkład barw w czasie maksimum zaćmienia wg M. Zawilskiego (A — szaro-brunatna, B — ciemny mahoń, C — jasny mahoń, D — słomkowo-sina).

kazano natomiast schematycznie zaobserwowany rozkład barw podczas fazy maksimum zaćmienia całkowitego. Nazwy barw są sprawą nieco subiektywną, ale rysunek oddaje w pewnym stopniu istotę zjawiska. Wykonano też rysunek barwny, który niestety nie może być tu opublikowany. Podczas maksymalnej fazy zaćmienia był widoczny cały krąg Księżyca, choć północna jego część odcinała się od tła nieba niezbyt wyraźnie. Uzupełnieniem obserwacji były też wykonane w dużej ilości fotografie barwne i czarno-białe.

3. *Oceny blasku integralnego zaćmionego Księżyca*

Dwóch obserwatorów (Roman Fangor i niezależnie Sławomir Wojczuk) przeprowadziło pomiary fotoelektryczne zmian jasności Księżyca w różnych fazach zaćmienia. Pomiary takie były też prowadzone przy użyciu metod konwencjonalnych (Daniel Filipowicz — przy użyciu światłomierza i Krzysztof Masłowski — fotograficznie). Wyniki tych wszystkich prac będą opublikowane odrębnie. Wg wstępnych ocen R. Fangora oraz wizualnych M. Zawilskiego jasność Księżyca w fazie maximum wynosiła około -2^m. Było to więc zaćmienie stosunkowo jasne, choć nieco ciemniejsze od zaćmienia z 16 IX 1978. Oceny łączne jasności i barwy wg skali Danjona dla całego Księżyca wahały się między 1 a 3

Tabela 1

Widoczność obiektów na tarczy Księżyca podczas zaćmienia całkowitego. (4 — obiekt widoczny b. dobrze, 3 — dobrze, 2 — średnio, 1 — słabo, 0 — niewidoczny).

Lp.	Obiekt	Moment i faza efemerydalna			
		20^h22^m (1,07)	20^h55^m (1,33)	21^h20^m (1,19)	21^h34^m (1,01)
1.	Grimaldi	1	1	3	4
2.	Kepler	1	1	2	3
3.	Arystarch	0	1	2	3
4.	Kopernik	1	1	1	3
5.	Tycho	2	1	3	3
6.	Pitatus	1	1	2	2
7.	Pytheas	1	0	0	—
8.	Platon	0	0	0	1
9.	Archimedes	0	0	0	—
10.	Menelaus	2	0	0	2
11.	Manilius	2	0	1	2
12.	Ritter	1	0	0	—
13.	Fracastor	3	0	1	—
14.	Langrenus	3	1	0	0
15.	Mare Humorum	1	3	3	4
16.	Sinus Iridum	0	0	1	1
17.	Mare Nubium	2	2	3	3
18.	Mare Serenitatis	2	1	1	—
19.	Mare Crisium	3	2	1	1
20.	Mare Foecunditatis	4	2	2	—
21.	Mare Tranquillitatis	1	1	2	—
22.	Sinus Medii	1	1	2	—

(Andrzej Kolasiński, Tomasz Peszke, Paweł Drzyżdżyk), z tym, że utrudnieniem była tu opisana już nierównomierność oświetlenia tarczy.

MAREK ZAWILSKI

KĄCIK OLIMPIJCZYKA

Opracował M. Szczepański

XXV Olimpiada Astronomiczna

Druga połowa marca jest tradycyjnym już terminem przeprowadzania zawodów finałowych, kończących kolejną edycję Olimpiady Astronomicznej. Młodzi miłośnicy astronomii spotykają się wówczas w Planetarium Śląskim, aby rozegrać ostatni, a zarazem decydujący etap zawodów

olimpijskich. Tegoroczna, jubileuszowa Olimpiada Astronomiczna, przeprowadzona już po raz 25, zorganizowana została tak jak i wszystkie dotychczasowe przez Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika w Chorzowie za aprobatą Ministerstwa Oświaty i Wychowania i przy ścisłej współpracy merytorycznej z Polskim Towarzystwem Astronomicznym.

W I etapie (eliminacjach) wymagania regulaminowe spełniło 192 uczniów reprezentujących 150 szkół z 43 województw. Do II etapu (zawodów okręgowych) zakwalifikowano 64 uczniów z 27 województw. Zawody te odbyły się 16 lutego br. w Chorzowie, Piotrkowie Trybunalskim i w Poznaniu. Z zawodach centralnych przeprowadzonych w dniach 21—24 marca br. uczestniczyło 24 uczniów z 15 województw.

W wyniku zawodów finałowych trzem uczniom przyznano Dyplomy Laureata XXV Olimpiady Astronomicznej. Otrzymali je:

I lokata — Jerzy PILŚNIAK — uczeń IV klasy I Liceum Ogólnokształcącego im. E. Dembowskiego w Gliwicach.

II lokata — Marek BIESIADA — uczeń IV klasy IV Liceum Ogólnokształcącego im. M. Nowotki w Katowicach,

II lokata — Wojciech BORCZYK — uczeń IV klasy I Liceum Ogólnokształcącego im. J. H. Dąbrowskiego w Kutnie.

Dyplomy za udział w finale otrzymali: Marian Soida — III kl. I LO Chorzów; Ryszard Kocur — III kl. LO Piekary Śląskie; Rafał Bożek — IV kl. VI LO Radom; Sławomir Grela — IV kl. VI LO Radom; Paweł Jochym — II kl. XII LO Kraków; Andrzej Sitarz — II kl. I LO Kraków; Andrzej Bogusz — III kl. LO Stalowa Wola; Włodzimierz Klata — IV kl. LO Lębork; Dariusz Wieczorek — IV kl. VI LO Radom; Robert Dominiczak — IV kl. LO Ostrów Wielkopolski; Krzysztof Zawisza — IV kl. III LO Lublin; Wojciech Derkowski — I kl. LO Kluczbork; Krzysztof Rochowicz — II kl. IV LO Olsztyn; Gabriel Pajdosz — III kl. LO Radzyń Podlaski; Adam Haraziński — IV kl. I LO Piotrków Trybunalski; Tomasz Kwiatkowski — II kl. I LO Bydgoszcz; Tomasz Sendyka — III kl. ZSO nr 5 Kraków; Andrzej Kolasiński — IV kl. LO Krotoszyn; Tomasz Barczyk — II kl. LO Olkusz; Janusz Blachnicki — III kl. VI LO Radom; Maciej Nowacki — IV kl. II LO Grudziądz.

Uroczystość zakończenia Olimpiady połączona z ogłoszeniem wyników oraz wręczeniem dyplomów i nagród odbyła się 24 marca w Planetarium Śląskim. Uczestniczyli w niej między innymi: honorowy przewodniczący olimpiady — prof. dr hab. Eugeniusz Rybka związany z olimpiadą od początku jej istnienia; prezes PTA — doc. dr hab. Jerzy Stodółkiewicz; kierownik Zakładu Astronomii Uniwersytetu Śląskiego — doc. dr hab. Jerzy Kreiner; prezes Zarządu Głównego PTMA — Maciej Mazur; przewodniczący Komitetu Głównego Olimpiady Astronomicznej — dr Henryk Chrupała; przedstawiciele lokalnych władz oświatowych, wychowawcy i opiekunowie młodzieży oraz organizatorzy — pracownicy Planetarium Śląskiego.

W czasie kilkudniowego pobytu na Śląsku, obok głównych punktów programu takich jak eliminacje finałowe i ogłoszenie wyników, uczestnicy zawodów centralnych mieli także okazję wysłuchania interesujących wykładów doc. J. Stodółkiewicza i doc. J. Kreinera, odbycia wycieczki po Górnośląskim Okręgu Przemysłowym oraz zapoznania się z działalnością Planetarium i Obserwatorium Astronomicznego w Chorzowie.

* * *

Liczba sklasyfikowanych w tegorocznej olimpiadzie uczestników jest mniejsza od średniej wieloletniej wynoszącej 270 uczniów. Z drugiej jednak strony obserwuje się stały wzrost zasięgu oddziaływania olimpiady obejmującej już swoim wpływem prawie wszystkie województwa i 20% krajowych liceów ogólnokształcących, bowiem z liceów wywodzi się ponad 90% uczestników olimpiady. Pojawia się coraz mniej prac „powielanych" ponieważ z jednej szkoły startuje na ogół 1—2 uczniów, a prace pochodzące z tradycyjnie silnych ośrodków takich jak Radom, Grudziądz czy Piotrków Trybunalski reprezentowanych przez wielu uczestników, charakteryzują się różnorodnością rozwiązań. Świadczy to o prowadzonej tam systematycznej pracy z młodzieżą w zakresie astronomii i nauk przyrodniczych.

Jak wykazuje wieloletnia praktyka prawie 50% uczestników olimpiady to uczniowie klas niższych, niematuralnych, którzy startują w Olimpiadzie Astronomicznej wielokrotnie. Proporcja ta zachowuje się we wszystkich etapach olimpiady, łącznie z finałem. Daje się u nich zaobserwować długotrwałe a przez to bardziej efektywne oddziaływanie olimpiady jako czynnika pobudzającego i zachęcającego do pogłębiania wiedzy oraz doskonalenia umiejętności, głównie poprzez pracę samokształceniową. Systematyczna progresja osiąganych w olimpiadzie rezultatów dobitnie o tym świadczy.

Jeden z podstawowych celów olimpiady — propagowanie wśród uczniów problematyki astronomicznej, prezentowanie jej interdyscyplinarności, oryginalności metod badawczych i sposobów uzyskiwania informacji — realizowany jest przez dobór tematyki, zachowanie odpowiedniej proporcji między astronomią klasyczną a współczesną, stopniowanie trudności problemów. I tak w I etapie wymagana jest umiejętność powiązania wiadomości z astronomii z wiadomościami z matematyki, fizyki, chemii i geografii. W II etapie wymagane jest poprawne rozumienie podstawowych zjawisk zachodzących we Wszechświecie i mechanizmów je stymulujących. Wreszcie w III etapie uczestnik powinien wykazać się twórczym podejściem do stawianych problemów, samodzielnym opracowywaniem metod badawczych, biegłym posługiwaniem się szkolnym aparatem matematyczno-fizycznym. W jakim stopniu cele te są spełnione ocenić mogą głównie uczestnicy olimpiad.

Zadanie z II etapu XXI Olimpiady Astronomicznej

Jakie informacje astronomiczne związane z ciałem niebieskim można uzyskać z fot. 1 zakładając, że jest ona zdjęciem sfery niebieskiej wykonanym nieruchomym aparatem fotograficznym z lądownika sondy międzyplanetarnej umieszczonego na powierzchni tego ciała niebieskiego. Czas ekspozycji wynosił 2,3 godziny.

Uwaga: — opracowując fot. 1 przyjmij, że brzeg AB zdjęcia jest linią horyzontu astronomicznego,
— fot. 2 jest odpowiednim fragmentem „Atlasu nieba",
— obie fotografie reprodukowane są na drugiej stronie okładki.

Rozwiązanie

Na podstawie dostarczonego zdjęcia (fot. 1) można stwierdzić, iż ciało niebieskie, na którym osiadł lądownik sondy międzyplanetarnej, wykonuje ruch wirowy. Świadczą o tym współśrodkowe łuki zakreślone przez gwiazdy w czasie ekspozycji zdjęcia. Wyznaczenie położenia bie-

guna niebieskiego na fot. 1 nie przedstawia istotnych trudności bowiem symetralne poszczególnych łuków przecinają się w punkcie, w którym oś obrotu ciała niebieskiego przebija sferę niebieską. Dobę gwiazdową czyli okres obrotu wokół osi można wyznaczyć w zależności:

$$T = \frac{360^\circ}{\gamma} \cdot \Delta t$$

gdzie $\Delta t = 2^h,3$ jest czasem ekspozycji, a γ kątem o jaki obróciła się sfera niebieska podczas wykonywania zdjęcia; wierzchołek kąta γ znajduje się w biegunie. Wyznaczona z pomiarów kilku śladów gwiazd średnia wartość kąta γ wynosi około $33^\circ,5$ co odpowiada okresowi obrotu $T \simeq 24^h,7$.

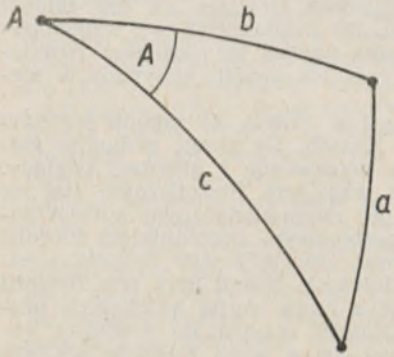
Uzyskanie dalszych informacji możliwe jest po przeprowadzeniu identyfikacji gwiazd. Duże ułatwienie przy identyfikacji gwiazd stanowi jasny ślad w górnej części zdjęcia — Deneb (α Łabędzia) i grupa jasnych gwiazd w pobliżu horyzontu — α, β, γ, δ z gwiazdozbioru Kasjopei.

Na podstawie zdjęcia nie jesteśmy w stanie stwierdzić, w którą stronę odbywa się ruch dzienny sfery. Jeśli jednak w celu wprowadzenia oznaczeń umówimy się, że fot. 1 przedstawia odpowiednik ziemskiego, północnego bieguna niebieskiego, to początkowi ekspozycji odpowiadają: prawy koniec śladu Deneba i lewe końce śladów gwiazd Kasjopei.

Północny biegun niebieski B znajduje się w gwiazdozbiorze Cefeusza. Dokładna identyfikacja gwiazd pozwala określić jego przybliżone współrzędne: rektascencję $\alpha_B = 21^h10^m$ oraz deklinację $\delta_B = +58^\circ$.

Zgodnie z przyjętą umową, dotyczącą kierunku obrotu sfery niebieskiej, w momencie rozpoczęcia ekspozycji w kardynalnym punkcie północy (tzn. w jednym z punktów przecięcia horyzontu astronomicznego z południkiem miejscowym) znajdował się punkt sfery H. Jego przybliżone współrzędne równonocne, wyznaczone również przy pomocy identyfikacji gwiazd, wynoszą: $\alpha_H = 1^h15^m$, $\delta_H = +56^\circ$. Kątowa odległość punktów B i H mierzona po łuku koła wielkiego sfery jest równa szerokości planetograficznej φ miejsca, w którym wylądowała sonda.

Wartość φ można obliczyć wykorzystując jeden ze wzorów trygonometrii sferycznej:



$$\cos a = \cos b \cos c + \sin b \sin c \cos A$$

wprowadzając podstawienia: $a = \varphi$, $b = 90 - \delta_H$, $c = 90 - \delta_B$, $A = \alpha_H - \alpha_B$, które wynikają z umieszczenia w wierzchołkach trójkąta sferycznego punktów B i H oraz w punkcie A ziemskiego północnego bieguna niebieskiego. Wynika stąd równanie:

$$\cos \varphi = \sin \delta_H \sin \delta_B + \cos \delta_H \cos \delta_B \cos(\alpha_H - \alpha_B)$$

pozwalające, po przeprowadzeniu obliczeń, wyznaczyć $\varphi \simeq 32^\circ$.

Wartość φ można również oczasować graficznie w następujący sposób. Po naniesieniu punktów B i H na fot. 2 odkładamy rozwartością cyrkla, równą odległości między tymi punktami, odcinek na kole deklinacyjnym (w atlasie jest to prosta). Długość tego odcinka odczytana w stopniach jest równa szerokości planetograficznej i wynosi $\varphi \simeq 34°$. Otrzymany wynik różni się od poprzedniego, obliczonego w sposób dokładny — ponieważ odległości kątowe w atlasie nie są zachowane.

Na podstawie identyfikacji gwiazd można wysnuć jeszcze jeden wniosek — rozważane ciało niebieskie należy do naszego układu planetarnego, gdyż obowiązuje na nim „ziemski atlas nieba".

Tak więc, uzyskane rezultaty wskazują, że lądownik osiadł prawdopodobnie na powierzchni Marsa, tym bardziej że szerokość areograficzna jest dobrze zgodna z miejscem lądowania „Vikinga-2".

W zadaniu tym uczestnicy II etapu olimpiady musieli wykazać się umiejętnością wszechstronnego zastosowania w praktyce posiadanych wiadomości z astronomii sferycznej. Wyznaczenie okresu obrotu planety nie sprawiło specjalnych trudności, jednak większość z nich nie podołała identyfikacji gwiazd, której przeprowadzenie było konieczne do wyznaczenia współrzędnych bieguna i szerokości planetograficznej. Zapewne trudności z identyfikacją spowodowane były nikłą praktyką obserwacyjną jak również nieuwzględnieniem faktu, iż na szerokość śladu gwiazdy wpływa nie tylko jej jasność ale także odległość od bieguna niebieskiego. Powoduje to, że słabsze gwiazdy znajdujące się w pobliżu bieguna eksponują się na zdjęciu silniej niż jaśniejsze, ale znajdujące się dalej od niego i zakreślające w tym samym czasie dłuższe łuki.

KRONIKA HISTORYCZNA

Grzegorz Arakiełowicz (1732—1798)

Jak wiadomo, w wieku XVIII dzieło Kopernika znajdowało się jeszcze na kościelnym indeksie ksiąg zakazanych, choć heliocentryzm zdobył już sobie powszechne uznanie w kręgach naukowych. Nic więc dziwnego, że coraz częściej zaczęły odzywać się głosy wykazujące niesprzeczność heliocentryzmu z wiarą chrześcijańską, trafiały się też zabiegi o zdjęcie *De Revolutionibus* z indeksu. Do działających we wspomnianym stuleciu obrońców nauki Kopernika należał też Grzegorz Arakiełowicz, którego dwieście pięćdziesiąta rocznica urodzin przypada w bieżącym roku.

Urodzony 14 sierpnia 1732 r. wstąpił w 1749 r. do zakonu jezuitów i podjął pracę nauczyciela w niższych klasach. Na uwagę zasługuje jednak nie jego praca dydaktyczna, ale wyznawane i głoszone poglądy. Trzeba tu bowiem podkreślić, że pod względem filozoficznym stał na pograniczu między dawną filozofią a jej racjonalistycznym nurtem rodzącym się w epoce Oświecenia. Był postępowym zwolennikiem filozofii eklektycznej starającej się harmonizować główne zasady filozofii scholastycznej ze zdobyczami nauk przyrodniczych. Bronił przy tym filozofii Arystotelesa podkreślając jej zgodność z nową myślą katolickich uniwersytetów, całą winę zepsucia tej filozofii przypisując arabskim komentatorom. W teorii poznania uznawał, że w gestii Kościoła nie leżą problemy, które nie dotyczą wiary i obyczajów, a więc wszelkie zagadnienia filozoficzne i przyrodnicze. Na podstawie tych zasad w ogło-

szonej w 1768 r. w Przemyślu rozprawie pt. *De mundi systemate* („O systemie świata") bronił nauki Kopernika twierdząc, że nauka Ojców Kościoła jest dowodem teologicznym wyłącznie w sprawach wiary i obyczajów, a nie w fizyce i astronomii. Zauważał też, że posługiwanie się dosłownie potraktowanymi sformułowaniami Pisma św. dla rozstrzygania zagadnień przyrodniczych to nie tylko odrywanie go od istotnego celu dla spraw mu obcych, ale także obniżanie powagi Kościoła w oczach ludzi niewierzących.

Po kasacie zakonu jezuitów Arakiełowicz wyjechał na Białoruś. Ostatni okres życia spędził w Dyneburgu, gdzie zmarł 15 czerwca 1798 r.

PRZEMYSŁAW RYBKA

NOWOŚCI WYDAWNICZE

Maria Pańków, **Nauczanie astronomii**, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa, 1982, stron 204, cena 250 zł.

Podręcznik metodyki nauczania astronomii, jakim jest omawiana książka, stanowi pewne wydarzenie na rynku księgarskim w zakresie literatury dla nauczycieli. Brak takiego podręcznika od dawna odczuwają nauczyciele astronomii, którzy w znacznej większości są z zawodu fizykami lub geografami; wielu spośród nich to znani działacze PTMA.

We wstępnej części książki autorka precyzuje cele nauczania astronomii, a następnie unaocznia specyfikę tego przedmiotu i szczegółowo analizuje czynniki, które wywierają istotny wpływ na proces nauczania astronomii i decydują o jego wynikach. Dwie kolejne, najważniejsze części książki, są wypełnione komentarzem do programu astronomii w liceum ogólnokształcącym o profilu podstawowym i matematyczno-fizycznym. Niestety, bardzo długi cykl wydawniczy sprawił, iż książka ukazała się już po wprowadzeniu do praktyki szkolnej nowych programów nauczania. Można by więc uznać, że jest ona zdeaktualizowana, gdyby nie fakt, że większość haseł programowych występuje również w aktualnym programie nauczania. W omawianych częściach książki znajdujemy propozycje tematów lekcji i zakres materiału, jaki powinien być przerobiony podczas każdej z nich. Autorka nie tylko daje liczne wskazówki, jak prawidłowo wykorzystać obowiązujący podręcznik szkolny, ale również odsyłacze do wskazanych rozdziałów polskich astronomicznych podręczników uniwersyteckich i wybranych artykułów w *URANII*. Istotną częścią tekstu są oryginalne merytoryczne opracowania trudniejszych haseł programowych podane zgodnie z metodycznymi doświadczeniami autorki. Dzięki temu każdy nauczyciel, nawet ten, który dopiero pdejmuje nauczanie astronomii, może uzupełnić własne wiadomości na wybrany temat, a następnie prawidłowo przygotować lekcję.

Zwrócenie uwagi Czytelników *URANII* na *Nauczanie Astronomii* podyktowane jest głównie tym, iż książka — obok zagadnień dotyczących bezpośrednio realizacji programu astronomii — traktuje również (w części czwartej) o szkolnym obserwatorium astronomicznym, a konkretnie o najprostszych obserwacjach różnych zjawisk astronomicznych. Miłośnicy astronomii, zwłaszcza zainteresowani prowadzeniem własnych obserwacji, znajdą tu materiał ułatwiający rozpoczęcie najprostszych obserwacji amatorskich. Inny walor książki polega na dużej zawartości

informacji przedstawiających sylwetki polskich astronomów, którzy najbardziej zasłużyli się w Polsce w historii rozwoju tej nauki. Zachęcając miłośników astronomii do sięgnięcia po *Nauczanie Astronomii* spełniam jedynie formalny obowiązek: książka (bardzo pięknie zresztą wydana) ukazała się w nakładzie zaledwie trzech tysięcy egzemplarzy i zupełnie zniknęła już z półek księgarskich.

KONRAD RUDNICKI

KALENDARZYK ASTRONOMICZNY

Opracował G. Sitarski **Wrzesień—październik 1982 r.**

Słońce

W swym ruchu rocznym po ekliptyce 23 września przekracza równik niebieski w punkcie równonocy jesiennej wstępując w znak Wagi, a dni stają się ciągle coraz krótsze. W Warszawie 1 września Słońce wschodzi o 4^h46^m, zachodzi o 18^h25^m, 1 października wsch. o 5^h36^m, zach. o 17^h15^m, a 31 października wsch. o 6^h28^m, zach. o 16^h10^m. W październiku Słońce wstępuje w znak Skorpiona (Niedźwiadka).

Dane dla obserwatorów Słońca (na 13^h czasu środk.-europ.)

Data 1982	P	B_0	L_0	Data 1982	P	B_0	L_0
IX 1	+21°14	+7°20	41°58	X 3	+26°14	+6°60	339°14
3	+21.63	+7.22	15.16	5	+26.22	+6.49	312.74
5	+22.10	+7.24	348.75	7	+26.28	+6.38	286.36
7	+22.55	+7.25	322.34	9	+26.32	+6.25	259.98
9	+22.98	+7.25	295.92	11	+26.32	+6.12	233.58
11	+23.38	+7.24	269.52	13	+26.29	+5.98	207.20
13	+23.76	+7.22	243.11	15	+26.24	+5.84	180.82
15	+24.12	+7.20	216.70	17	+26.14	+5.68	154.44
17	+24.44	+7.16	190.30	19	+26.02	+5.53	128.07
19	+24.75	+7.12	163.90	21	+25.88	+5.36	101.68
21	+25.02	+7.08	137.50	23	+25.70	+5.18	75.31
23	+25.28	+7.02	111.10	25	+25.48	+5.00	48.94
25	+25.50	+6.94	84.71	27	+25.24	+4.82	22.56
27	+25°70	+6.87	58.31	29	+24.97	+4.63	356.18
29	+25.88	+6.79	31.92	31	+24.67	+4.43	329.81
X 1	+26.02	+6.70	5.53	XI 2	+24.33	+4.23	303.44

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy; B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy.
IX. $4^d16^h33^m$, X. $1^d23^h3^m$ i $29^d6^h4^m$ — momenty, w których heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

Księżyc

Kolejność faz Księżyca była następująca: we wrześniu pełnia 3^d2^h, ostatnia kwadra 10^d18^h, nów 17^d13^h, pierwsza kwadra 25^d5^h, a w październiku pełnia 3^d2^h, ostatnia kwadra 10^d0^h, nów 17^d1^h, pierwsza kwadra 25^d1^h. W perygeum Księżyc znajdzie się 13 września i 9 października, a w apogeum 25 września i 23 października.

Planety i planetoidy

Merkury był widoczny w październiku rankiem nad wschodnim horyzontem. Wenus była widoczna do połowy października jako Gwiazda Poranna świecąca z dnia na dzień coraz niżej nad wschodnim horyzontem. Cztery planety widoczne były wieczorem w gwiazdozbiorze Panny: Mars, Jowisz, Saturn i Pluton (ten ostatni tylko przez duże teleskopy). Uran przebywa w gwiazdozbiorze Skorpiona, a Neptun w gwiazdozbiorze Wężownika. Przez lunety można też było odnaleźć Ceres i Pallas, dwie spośród czterech najjaśniejszych planetoid.

* * *

IX. $5^d 2^h$ Neptun nieruchomy w rektascensji.

$6^d 5^h$ Merkury w największej wschodniej elongacji (27°), mimo to nie był praktycznie widoczny nad zachodnim horyzontem.

$16^d 12^h$ Złącznie Wenus z Księżycem w odl. 3°.

19^d O 8^h Merkury nieruchomy w rektascensji. O 12^h złączenie Saturna z Księżycem w odl. 3°.

$20^d 20^h$ Jowisz w złączeniu z Księżycem w odl. 4°.

22^d O 14^h złączenie Marsa z Uranem w odl. 1°. O 15^h Księżyc w jednoczesnym złączeniu z dwiema planetami: z Uranem w odl. 3° i z Marsem w odl. około 5°.

$23^d 9^h 46^m 4$ Słońce wstępuje w znak Wagi, jego długość ekliptyczna wynosi 180°. Mamy początek jesieni astronomicznej.

$24^d 14^h$ Neptun w złączeniu z Księżycem w odl. 0°2.

X. $2^d 6^h$ Dolne złączenie Merkurego ze Słońcem.

$10^d 14^h$ Merkury nieruchomy w rektascensji (zmienił kierunek swego pozornego ruchu wśród gwiazd).

$15^d 12^h$ Merkury w złączeniu z Księżycem w odl. 4°.

$17^d 19^h$ Merkury w największym zachodnim odchyleniu od Słońca (18°), widoczny był rankiem nad wschodnim horyzontem.

18^d O 16^h Jowisz w złączeniu z Księżycem w odl. 3°. O 22^h Saturn w złączeniu ze Słońcem.

$20^d 2^h$ Księżyc w złączeniu z Uranem w odl. 3°.

21^d O 18^h Księżyc w złączeniu z Marsem w odl. 3°, a o 23^h z Neptunem w odl. 0°2.

$23^d 19^h$ Słońce wstępuje w znak Skorpiona, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 210°.

$25^d 7^h$ Mars w złączeniu z Neptunem w odl. 3°.

Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie środkowo-europejskim.

Członków Towarzystwa oraz prenumeratorów prosimy o wpłacanie na nasze konto w PKO I O/Kraków Nr 35510-16391-132 odpowiednich kwot:

Składka członkowska	120,— zł
Składka członkowska zniżkowa	36,— zł
Zniżkowa roczna prenumerata „Uranii" (dla członków PTMA)	156,— zł
Roczna prenumerata „Uranii"	204,— zł

Równocześnie informujemy, że nowe zamówienia na prenumeratę „Uranii" są przyjmowane wyłącznie od członków PTMA, szkół, instytucji i organizacji.

Oddzielne blankiety PKO w roku bieżącym nie będą rozsyłane — wpłat prosimy dokonywać na ogólnie dostępnych w placówkach pocztowych i PKO blankietach, podając na odwrocie środkowej części cel wpłaty.

CONTENTS

M. Sztajno — MXB 1730-335.

K. Ziołkowski — The Forty Five Revolutions of Halley's Comet.

J. Stryczyński — The Space Ultraviolet Telescope IUE (II).

Chronicle: Iron in the Atmosphere of Venus — A Rotation of Neptun — The Centenary of Astronomical Observatory at Besançon.

Vade-mecum for Observers: The Partial Eclipse of the Sun 15th December 1982. — Minima of Variable Stars in the November and December of 1982.

Observations: Observations of Total Eclipse of the Moon 9th January 1982 (I).

Corner of an Astronomical Olympian.

Historical Chronicle: Grzegorz Arakiełowicz (1732—1798).

New Books.

Astronomical Calendar.

СОДЕРЖАНИЕ

М. Штайно — MXB 1730-335.

К. Зиолковски — Сорок пять оборотов кометы Галлея.

Я. Стрычиньски — Спутниковый, ультрафиолетовый телескоп IUE (II).

Хроника: Железо в атмосфере Венеры — Вращение Нептуна — Сто лет Астрономической обсерватории в Безансоне во Франции.

Справочник наблюдателя: Частичное затмение Солнца 15 декабря 1982 г. — Минимума блеска переменных звёзд в ноябре и декабре 1982 г.

Наблюдения: Наблюдения полного затмения Луны 9 января 1982 г. (I)

Уголок астрономического олимпийца.

Историческая хроника: Гжегож Аракелович (1732—1798).

Новые книги.

Астрономический календарь.

Pierwsza strona okładki: Zdjęcie komety Halleya wykonane 7 maja 1910 roku w Obserwatorium Licka (Mount Hamilton, USA).

Druga strona okładki: Zdjęcia materiałów pomocniczych do zadania z II etapu XXI Olimpiady Astronomicznej (patrz **Kącik Olimpijczyka**).

Trzecia strona okładki: Mapka okolic gwiazdy zmiennej RZ Cas (patrz **Poradnik Obserwatora**).

Czwarta strona okładki: Zdjęcie komety Halleya wykonane 13 maja 1910 roku w Obserwatorium Lowella (Flagstaff, USA). Jasny krążek z prawej strony jest obrazem planety Wenus. Długość widocznego warkocza komety jest oceniana na 45°.

Redakcja i Administracja: Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii, Zarząd Gł., 31-027 Kraków, Solskiego 30/8, tel. 22 38 92; Nr k-ta PKO I OM 35510-16391-132. **Red. nacz.:** I. Zajdler, 02-590 Warszawa, ul. Drużynowa 3, tel. 44 49 35. **Sekr. red.:** K. Ziołkowski. **Red. tech.:** T. Z. Dworak. **Przewodn. Rady Redakcyjnej:** S. Piotrowski. Warunki prenumeraty: dla członków PTMA (25% zniżki) — zł 156,— (bez składki członkowskiej), cena 1 egz. — zł 15,—. Zgłoszenia w Redakcji, adres j.w.

Wydawca: Zakład Narodowy im. Ossolińskich — Wydawnictwo PAN, Wrocław. Oddział w Krakowie, 1982. Nakład 3500 egz. Objętość ark. wyd. 3, ark. druk. 2,25. Pap. druk. sat. kl. V, 65 g, 61 × 86.
Indeks 38001

Drukarnia Związkowa, Kraków, ul. Mikołajska 13 — Zam. 4593/82 — K-14 — 3.500

Minimum JD=
2439025,3025 M= 6,18^m A_1= 1,54^m D= 4,8^h
Per =1,1952499^d m= 7,72 A_2= 0,08 d= 0

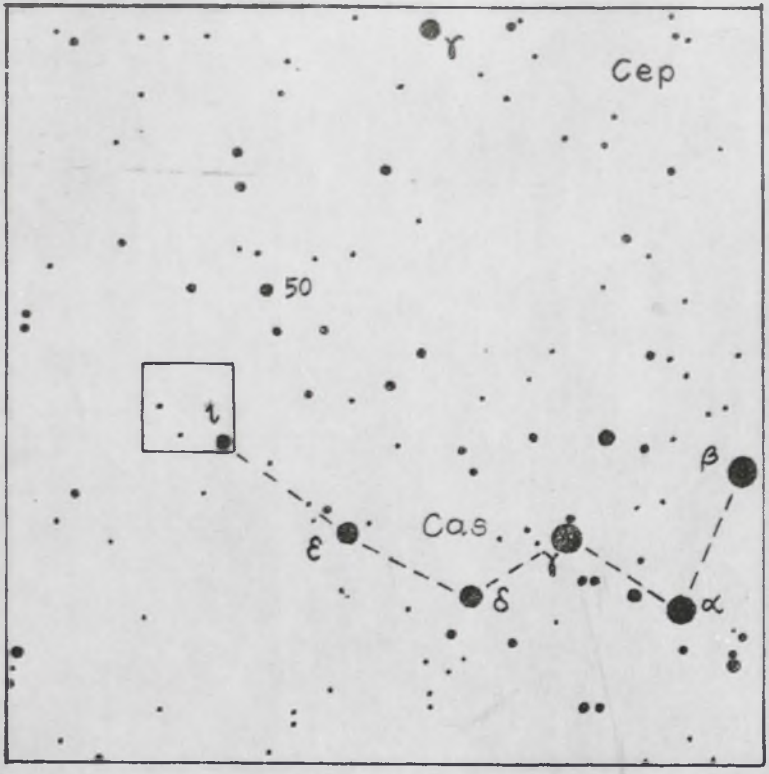
RZ Cas

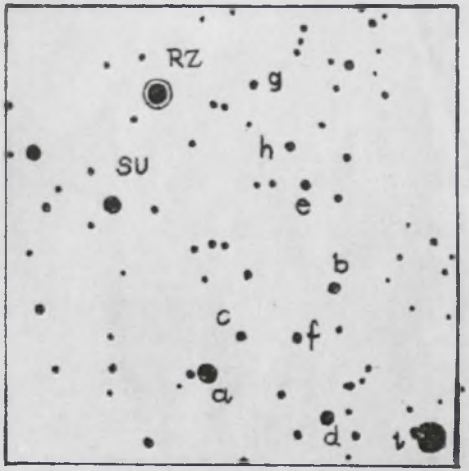
Epoka 1980

α= 02^{h}47,0^m δ = + 69°33'

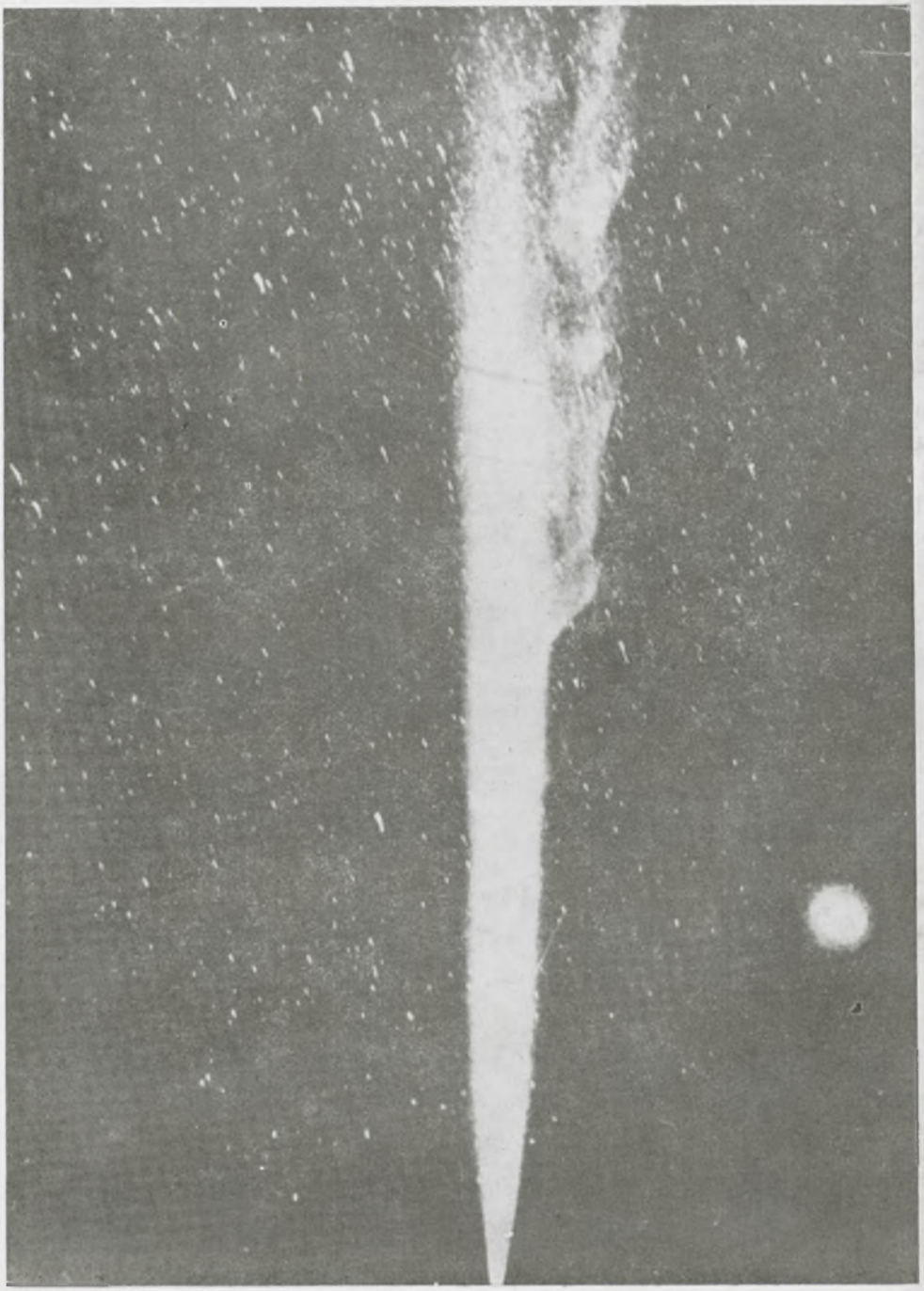
Jasności gwiazd porównania

a = 6,05^m	e = 7,42
b = 6,75	f = 7,69
c = 6,99	g = 7,74
d = 7,28	h = 8,04





Cena zł 15.—



Indeks 38001