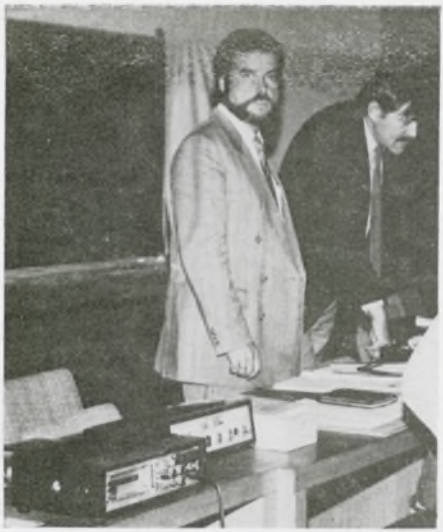
# URANIA

MIESIĘCZNIK
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK LVIII CZERWIEC 1987 Nr 6 (545)

ZAKŁAD NARODOWY IMIENIA OSSOLIŃSKICH
WYDAWNICTWO POLSKIEJ AKADEMII NAUK

BIBLIOTEKA PAN w Toruniu



PL ISSN 0042-07-94

# URANIA

MIESIĘCZNIK POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK LVIII CZERWIEC 1987 Nr 6 (545)

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-WA 5. 11. 66).

*Rok 1987 obfituje w znaczące dla astronomii rocznice. Trzechsetlecie śmierci jednego z najwybitniejszych polskich astronomów Jana Heweliusza jest powodem licznych obchodów trwającego roku heweliuszowskiego. Przypomnieniu postaci tego sławnego Gdańszczanina poświęciliśmy numer styczniowy. Przed trzystu laty ukazało się drukiem wielkie dzieło Izaaka Newtona „Matematyczne zasady filozofii przyrody", które dało podwaliny całej nowożytnej nauce, o czym pisaliśmy w numerze kwietniowym. Tysiąc dziewięćset lat temu urodził się natomiast Klaudiusz Ptolemeusz, twórca geocentrycznej koncepcji budowy Wszechświata. Wprawdzie data jego przyjścia na świat nie jest dokładnie znana, ale za najbardziej prawdopodobną historycy przyjmują dziś rok 87 naszej ery. Dzieło najsłynniejszego astronoma starożytności szkicuje z tej okazji prof. Roman JANICZEK.*

*Artykuł dra Marka SARNY dotyczący intrygującej zagadki astronomicznej XX wieku, o której już informowaliśmy w numerze wrześniowym z 1985 roku, rozszerza i pogłębia wiadomości o ciekawej gwieździe. Jego lekturę dobrze byłoby poprzedzić przypomnieniem sobie podstawowych danych o układach podwójnych (nr 2/1987) i dyskach akrecyjnych (nr 2/1984).*

## SPIS TREŚCI

**Roman Janiczek** — Klaudiusz Ptolemeusz (162).

**Marek Sarna** — Zagadka stulecia: ε Aurigae (170).

**Poradnik Obserwatora:** Zakrycia gwiazd przez Księżyc widoczne w Polsce w II półroczu 1987 roku (183).

**Kronika:** Źródła aktywności w jądrach galaktyk (185) — Aktywne jądro naszej Galaktyki (185) — Powstające układy planetarne? (186).

**Konferencje i zjazdy:** V Europejskie Sympozjum Przewidywania i Obserwacji Zjawisk Zakryciowych ESOP V (186).

**Kalendarzyk Astronomiczny** (189).

**Pierwsza strona okładki:** Płaskorzeźba z wieży dzwonniczej Giotta we Florencji, którą wykonał około 1275 roku Andrea Pisano, przedstawiająca Klaudiusza Ptolemeusza obserwującego niebo za pomocą kwadrantu; w głębi można dostrzec znaki Zodiaku: Koziorożca, Wodnika i Ryb. Znak Zodiaku — Rak, projektował Z. Stasik.

**Druga i trzecia strona okładki:** Migawki z V Europejskiego Sympozjum Przewidywania i Obserwacji Zjawisk Zakryciowych (ESOP V), (patrz Konferencje i zjazdy). Na drugiej stronie okładki w lewym górnym rogu widoczny jest H. J. Bode (RFN), przewodniczący Europejskiej Sekcji IOTA, w głębi — M. Zawilski; u dołu z lewej strony — referat wygłasza Ch. H. Herold (USA), (dok. na str. 192).

ROMAN JANICZEK — Częstochowa

# KLAUDIUSZ PTOLEMEUSZ

## Hipparch i Ptolemeusz

Ostatnim jasnym blaskiem myśli starożytnej Grecji, ujarzmionej przez Rzymian, był największy astronom starożytności Hipparch. Pochodził z Nikei w Bitynii nad Morzem Czarnym. Żył w latach 190—125 p.n.e. Działalność naukową prowadził na wyspie Rodos. Z jego licznych prac do naszych czasów dochował się jedynie komentarz do poematu Aratosa *O zjawiskach niebieskich*. Osiągnięcia naukowe Hipparcha znane są z informacji późniejszych autorów, głównie Ptolemeusza, jego wielkiego następcy.

Dzieli ich prawie trzy wieki trwający okres zastoju w nauce. W tym czasie Rzymianie opanowali wszystkie wybrzeża Morza Śródziemnego i Czarnego wraz z Bliskim Wschodem. Podbito Galię i Egipt. Ogromnie wzrosło znaczenie wodza legionów rzymskich, doprowadzając do upadku Republiki Rzymskiej. Nastały rządy cezarów, przeważnie okrutnych lub zwyrodniałych. Nie było warunków dla normalnej ciągłej twórczej pracy artystów i uczonych.

Zmiana nastąpiła dopiero wtedy, gdy rządy przejęła dynastia Antoninów. Byli to władcy dbający o właściwy poziom życia obywateli rzymskich, oraz o sprawiedliwe rządy, tak w Rzymie jak i na prowincjach. Popierali oni naukę i sztukę, otaczali opieką artystów, filozofów i uczonych. Okres rządów tych cezarów bywa nazywany „złotym wiekiem Cesarstwa Rzymskiego".

W tym dobrym dla uczonych okresie żył, pracował i tworzył Klaudiusz Ptolemeusz. Urodził się w Ptolomei w Egipcie. Przez 40 lat prowadził obserwacje astronomiczne, opracowywał i wydawał dzieła z różnych dziedzin wiedzy. Przebywał i pracował w miejscowości Konopus, położonej około 25 km na wschód od Aleksandrii. To zadecydowało, że częściej mówiono o nim Ptolemeusz z Aleksandrii niż z mało znanych miejscowości Ptolomei lub Konopusu. Umarł w pierwszych latach panowania cezara Marka Aureliusza, około 165 r.n.e. mając 78 lat.

Jako datę urodzenia można więc przyjąć 87 r. n.e. (taką też datę podaje np. *Astronomiczeskij Kalendar 1987*, Moskwa 1986). W obecnym 1987 roku wypada 1900-na rocznica urodzin Klaudiusza Ptolemeusza. Warto z tej okazji przypomnieć jego dzieło.

**Dzieła Ptolemeusza**

Sprzyjające warunki umożliwiły Ptolemeuszowi rozwinięcie niezwykle bogatej i wszechstronnej działalności naukowej. Mógł on przy tym korzystać z wielu dzieł i opracowań, jakie zachowały się mimo wielokrotnie powtarzających się trudnych lat w ciągu ubiegłych wieków. Pojęcia plagiatu lub zabezpieczania praw autorskich nie istniały w tych czasach. Można było całkowicie swobodnie korzystać z cudzych opracowań. Autorzy zresztą często podawali źródła, z których czerpali poszczególne informacje.

Ptolemeusz też pisze, że korzystał z prac innych autorów, wkładając jednak przy tym wiele własnego trudu. Przy opracowywaniu swoich dzieł mógł mieć różnych współpracowników i uczniów. Możliwe, że często bardziej niż autorem, był wydawcą, dającym swój autorytatywny podpis. W państwie rządził cezar jedynowładca. I odbiciem tego w nauce, w najważniejszym ośrodku w Aleksandrii takim patronem mógł być Ptolemeusz.

Znanych jest 14 tytułów dzieł, których autorstwo przypisuje się Ptolemeuszowi. Tematyka jest niezwykle różnorodna. Oto tytuły tych prac:

1. Rozprawa o teorii poznania i o duszy
2. O muzyce
3. Tablice chronologiczne władców
4. Krótkie komentarze i wyjaśnienia
5. Optyka (5 ksiąg — wątpliwe autorstwo)
6. Sfera gwiazd stałych oraz zestaw działań
7. Transpozycja sfery na płaszczyznę (współautorstwo lub autorstwo matematyka Menelaosa z Aleksandrii 50 —120 r. n.e.)
8. Zbiór astrologicznych aforyzmów oraz ogólnych myśli satyrycznych
9. Hipotezy obrotów sfer planetarnych
10. Tablice astronomiczne
11. Schematy i objaśnienia do tablic astronomicznych.

Wymienione pozycje nie zachowały się do naszych czasów i znane są jedynie z odnalezionych fragmentów lub też z informacji podanych przez późniejszych autorów.

Zachowały się natomiast trzy duże prace Ptolemeusza:

12. Geografia (Mapy i komentarz)
13. Megale Syntaxis (po arabsku Almagest)
14. Tetrabiblos (Czteroksiąg).

Te trzy ostatnie dzieła warte są krótkiego omówienia.

## Geografia

Oryginalna *Geografia* Ptolemeusza wydana po grecku niestety nie zachowała się. Była ona wielokrotnie tłumaczona i uzupełniana przez różnych wydawców. Dobrym przykładem jest dzieło wydane w 1545 r. w Bazylei pt. *Geographia universalis vetus et nova, complectens Claudii Ptolemaei Alexandrini enarrationis libros VIII.* We wstępie napisano „Fuit hic Claudius Ptolemeus Alexandrinus, grecas doctus litteras, philosophus, astrologus et infignis mathematicus, flores sub Traiano, Adriano et Antonio Pio cesaribus, posterior Strabone, Plinio et Paponio Mela, sed quillos et priores in Geographico artificio facile superavit".

Dzieła zawiera 5 stron wstępu, 12 stron alfabetycznego indeksu oraz 155 stron opisów z wykazami miejscowości z podaniem ich współrzędnych geograficznych. Pierwsza z zamieszczonych map (*Typus universalis*) przedstawia 16-wieczny obraz świata wraz z Ameryką. Potem następuje 27 starych map z II wieku: Mapa świata (*Typus orbis a Ptol. descriptus*), 10 dla Europy, 4 afrykańskie oraz 12 azjatyckich. W dalszej części mieszczą się nowe mapy według danych z połowy XV wieku,

więc też amerykańskie. Całość zamyka *Appendix*, uzupełniający tekst odnoszący się do nowych map.

Na interesujących nas mapach Ptolemeusza można zauważyć, że względnie dobrze odtworzone są brzegi Morza Śródziemnego, zwłaszcza w jego wschodniej części. Stosunkowo łatwo można było śledzić przebieg linii brzegu morza względem stron świata i mierzyć przy tym szerokość geograficzną z obserwacji astronomicznych. Tych obserwacji astronomicznych nie dokonywano jednak zbyt wiele, dlatego też szerokości geograficzne podawana przez Ptolemeusza dla miejscowości w głębi lądu europejskiego, a zwłaszcza na północy, są obarczone dużymi błędami. Położenie wielu miejscowości określano w sposób przybliżony na podstawie informacji, otrzymywanych od podróżników według czasu trwania podróży między poszczególnymi miejscowościami.

Na mapach *Tabula Europae III* i *Tabula Europae IIII* znajdujemy — wśród wielu różnych miejscowości trudnych do identyfikacji — nasz Kalisz, jako *Calisia*. Tutaj zbiegały się drogi szlaku bursztynowego, idące przez Kotlinę Kłodzką oraz przez Bramę Morawską. Dalej po przejściu rzeki Warty docho-

dzono do Wisły (*Vistula*), którą na mapach przedstawiał Ptolemeusz jako płynącą prawie prosto ku północy do Bałtyku (*Oceanus Sarmaticus*). W wykazie miejscowości dla Kalisza podano współrzędne geograficzne: długość 43°45′ (względem wyspy Ferro) oraz szerokość 52°50′. W rzeczywistości jest 35°45′ (względem Ferro) oraz 51°46′. Błąd w długości geograficznej jest bardzo duży. * Podróżnicy podający informacje o czasie podróży nie zawsze podróżują wzdłuż linii prostych. Należało takie informacje korygować. Natomiast mniejszy błąd w szerokości geograficznej tłumaczyć można rezultatami uzyskanymi z obserwacji nieba gwiaździstego.

*Geografia* Ptolemeusza posiada nieprzemijającą ogromną wartość naukową. Na początku każdego większego atlasu geograficznego lub historycznego jest zwykle pokazywana mapa świata starożytnego według Ptolemeusza z II w. n.e.

## Almagest

*Megale Syntaxis*, lub w pełnym brzmieniu *Matematikos Syntaksos Biblia*, zachowało się w tłumaczeniu na arabski jako *Almagest*, co można przełożyć jako *Ustrój wszechświata*. To wielkie dzieło składa się z 13 ksiąg (części). W pierwszej zawarte są zasady geometrii oraz prawidła obliczeń. W drugiej księdze opisano kształt Ziemi i sfery niebieskiej z jej ruchami. W dalszych czterech księgach opisane są ruchy Słońca i Księżyca oraz metody obliczania zaćmień. Siódma i ósma księga zawiera opis sfery niebieskiej i gwiazdozbiorów. Zamieszczony jest tutaj katalog gwiazd w układzie ekliptycznym. Dalsze księgi od dziewiątej do trzynastej przedstawiają hipotezy ruchów oraz metody obliczeń ruchów planet: Merkurego, Wenus, Marsa, Jowisza i Saturna. Ptolemeusz bardzo wnikliwie i krytycznie — zwłaszcza w księdze dziewiątej — rozważa różne hipotezy, przyjmowane dla opisania ruchu planet. Wprowadza deferenty i epicykle, mimośrodowe położenie Ziemi, wprowadza ekwanty, czyli punkty, z których obserwowany ruch epicykla po deferencie posiadałby stałą prędkość kątową. Za półtora tysiąca lat podobnie ruch planet opisze II prawo Keplera.

Warto przytoczyć kilka cytatów lub omówić niektóre wypowiedzi. Z Księgi I rozdział 6: „Ziemia jest punktem w stosunku do sfery niebieskiej"; „Wyraźnym dowodem na to, że za-

* Ostatnio pojawiła się nowa interpretacja mapy Ptolemeusza (zob. *Obraz ziem polskich i ościennych na mapie Ptolemeusza* L. Czupkiewicza, „Problemy" nr 7/1986) — przypis Redakcji.

chodzą takie stosunki wielkości jest fakt, że przeprowadzona przez oko płaszczyzna, którą nazywamy horyzontem, zawsze dzieli sferę niebieską na równe połowy, co nie miałoby miejsca, gdyby wielkość Ziemi posiadała zauważalną wartość wobec odległości do sfery niebieskiej".

W Księdze I rodział 7 rozprawia się Ptolemeusz z mędrcami, którzy chcieliby przypisywać Ziemi jakieś ruchy. Czy to możliwe — twierdzi — aby Ziemia przy swoim ogromnym ciężarze miałaby się poruszać, a równocześnie eteryczne nieważkie twory niebiańskie miałyby spoczywać. Poza tym wiadomo z fizyki, że Ziemia wskutek siły odśrodkowej musiałaby się rozlecieć, jeśli by miała wirować dokoła osi. Musiałyby też powstać tak straszne huragany, że cała atmosfera odleciałaby.

Z Księgi II rozdział 1: „Ziemia dzieli się na cztery części równikiem ziemskim oraz przechodzącym przez bieguny południkiem. Do jednej z dwóch północnych ćwiartek ogranicza się w przybliżeniu obszar zamieszkałych obecnie terenów Ziemi".

W Księdze V rozdział 15 (Odległość Słońca) oblicza Ptolemeusz odległość Ziemi od Słońca otrzymując wartość 1210 promieni kuli ziemskiej. A w rozdziale 16 (Wielkość Słońca, Księżyca i Ziemi), przy założeniu średnicy Księżyca równej 1, otrzymał dla średnicy Ziemi wartość 3 2/5 oraz dla średnicy Słońca 18 4/5.

Księgi VII i VIII zawierają katalogi: 706 gwiazd nieba północnego w 28 gwiazdozbiorach oraz 316 gwiazd na widocznej południowej części nieba w 21 gwiazdozbiorach. Razem katalog podaje współrzędne 1022 gwiazd w stopniach i minutach kątowych z dokładnością 5 minut. Epokę podaje na początek panowania Antoniusza czyli 137 r. n.e. (Przy opracowywaniu tego katalogu Ptolemeusz korzystał z katalogu Hipparcha. Poprawkę długości wynikającą z ruchu precesyjnego obliczono błędnie. Katalog faktycznie odpowiada epoce 70 r.).

*Almagest* jest niezwykłym dziełem, które z niewielkimi zmianami, przez 14 wieków aż do Kopernika, było podstawowym podręcznikiem astronomii, geometrii i trygonometrii. Ale niedawno zostało bardzo poważnie skrytykowane przez angielskiego astronoma Roberta Newtona. W książce pt. *The Crime of Claudius Ptolemy* (Baltimore and London 1978), (w rosyjskim tłumaczeniu *Prestuplenije Klawdija Ptolemeja*, Moskwa 1985) zarzuca on Ptolemeuszowi wiele nieścisłości i błędów. Między innymi: błędną wartość precesji i stąd fałszywą epokę katalogu gwiazd; błędne przyjęcie nieruchomości linii

apsyd orbity Słońca; błędne wyniki wielu obserwacji. Wyraźnym przykładem błędu są fałszywe współrzędne czterech gwiazd mających przedstawiać Plejady. Zwraca dalej uwagę na brak konsekwencji przy stosowaniu ekwantu, według R. Newtona należało to też zastosować do epicyklów.

Jednakże R. Newton czasami broni Ptolemeusza. Przyznaje, że niektóre błędne wartości przejął on od Hipparcha. Uważa, że fałszywe wyniki obserwacji mogły pochodzić od pomocników Ptolemeusza, którzy nieświadomie popełniali błędy lub naciągali wyniki do oczekiwanego, niewłaściwego rezultatu.

Robert Newton w swojej książce atakuje też Kopernika za odrzucenie ekwantów, przez co skomplikował opisy ruchów planet. Kopernik faktycznie przyjął arystotelesowską zasadę doskonałości jednostajnego ruchu kołowego. Być może wierzył w realne istnienie takich kół.

**Tetrabiblos**

Pełny oryginalny tytuł brzmi *Matematika tetrabiblos syntaxis*. Jest to podstawowe dzieło astrologiczne. Wszyscy późniejsi astrologowie starożytni, średniowieczni, a nawet nowożytni będą je uważali za główne źródło wiadomości. Dzieli się na cztery księgi (części). Księga pierwsza zawiera 24 rozdziały omawiające znaczenie i wpływy poszczególnych ciał niebieskich. Znaczenie gwiazdozbiorów oraz niektórych gwiazd. W księdze drugiej podane są metody wykorzystywania tych wiadomości, określania miejscowości i czasu zdarzeń, przepowiadania pogody. W trzeciej księdze zawarte są zasady astrologii urodzeniowej. W czwartej księdze podane są wskazówki odnoszące się do przebiegu życia, szczęścia, powodzenia, małżeństwa, podróży oraz przybliżonego czasu trwania życia.

Oto ciekawy cytat z pierwszej księgi tego sławnego dzieła: „Aktywne działanie Słońca polega na działaniu ogrzewającym i przy tym suszącym. Łatwo stwierdzić to w przypadku Słońca, wyraźniej niż dla innych niebiańskich tworów, gdyż widoczny jest oczywisty związek ze zmianami pór roku, jak też w jego działaniu, gdy po swojej drodze zbliża się do zenitu.

Działanie Księżyca polega na nawilżaniu, co jest oczywiste, gdyż jest on bliski Ziemi i stąd pochodzą wilgotne działania. Precyzując to działanie, można podać stąd przyczyny gnicia części organizmów, lecz jest tu też działanie uspokajające, a także ogrzewające, gdyż światło Księżyca jest odbitym od Słońca.

Rodzaj działania Saturna daje chłód oraz spokój, suchość, gdyż jest najdalej położony od gorącego Słońca oraz wilgoci otaczającej Ziemię. Tak jednak w przypadku Saturna jak i innych planet, co wynika z obserwacji aspektów względem Słońca i Księżyca, działania te mogą być modyfikowane, mogą być wzmacniane lub osłabiane.

Jowisz posiada umiarkowanie aktywne siły, ponieważ porusza się między zimnymi wpływami Saturna oraz płonącą masą Marsa. Jest więc ciepły i wilgotny, a ponieważ jego ciepłe działanie rozciąga się przez sferę, tworzy stąd urodzajny klimat.

Natura Marsa jest przede wszystkim sucha oraz gorąca, na co wskazuje też jego ognisty kolor i jako skutek jego bliskiego położenia przy Słońcu, gdyż sfera Słońca przylega do jego sfery.

Wenus posiada równą siłę jak Jowisz i równie umiarkowaną naturę, lecz w innych działaniach. Jej umiarkowane ciepło wynika z bliskiego położenia obok Słońca, lecz silna wilgotność podobna jak u Księżyca, na co wskazuje jej własne światło. Wilgotność wynika ze związku z atmosferą otaczającą Ziemię.

Merkury w różnych okresach może być suchy oraz absorbować wilgoć, ponieważ nigdy nie oddala się zbytnio od gorącego Słońca. Lecz też może być wilgotny, gdyż sąsiaduje ze sferą Księżyca, związanego z Ziemią. Jego szybkie ruchy z jednej i drugiej strony nasuwają dążności do towarzyszenia Słońcu."

Dzieło *Tetrabiblos* było na ogół przyjmowane jako poważna praca naukowa. Spotykało się jednak też z ostrą krytyką. Sławny arabski uczony Awicena z Buchary (980—1037) zwalczał astrologię, gdyż werset 27 Koranu „Nikt nie zna przyszłości prócz Boga" wyraźnie jej przeczy. Wątpił, by wielki uczony Ptolemeusz mógł spłodzić tak tandetną pracę.

Oba dzieła Ptolemeusza *Almagest* i *Tetrabiblos* były traktowane w ciągu dalszych wieków jako podstawowe podręczniki i według nich prowadzono wykłady na wielu uczelniach Europy w ciągu XV—XVII wieku. Wykładana była astronomia zwana astronomią teoretyczną oraz astrologia zwana astronomią praktyczną. W Akademii Krakowskiej istniały osobne katedry dla obu tych gałęzi wiedzy. Jest to okres Odrodzenia i poszukiwań rozwiązań wielu zagadnień. Działają zwolennicy różnych dziedzin wiedzy tajemnej. Pojawiają się niezwykłe indywidualności: lekarz, filozof, astrolog Teophrastus Bombastus von Hohenheim, znany jako Paracelsus (1493—1541); as-

trolog i jasnowidz Michael Nostradamus (1503—1560), autor niezwykłych przepowiedni; filozof Tomasso Campanella (1568—1639), który usiłował zreformować astrologię przez usunięcie zbędnych naleciałości i uwzględnienie najnowszych odkryć astronomicznych, dokonanych przez Galileusza.

Okres ten kończy się z chwilą ukazania się genialnego dzieła Izaaka Newtona *Philosophiae naturalis principia mathematica* w 1687 roku. Mija więc 300 lat od tego czasu. I mija też 1900 lat od urodzenia Ptolemeusza, najsławniejszego astronoma starożytności.

*MAREK SARNA — Warszawa*

## ZAGADKA STULECIA: ε AURIAGE

### Trochę historii

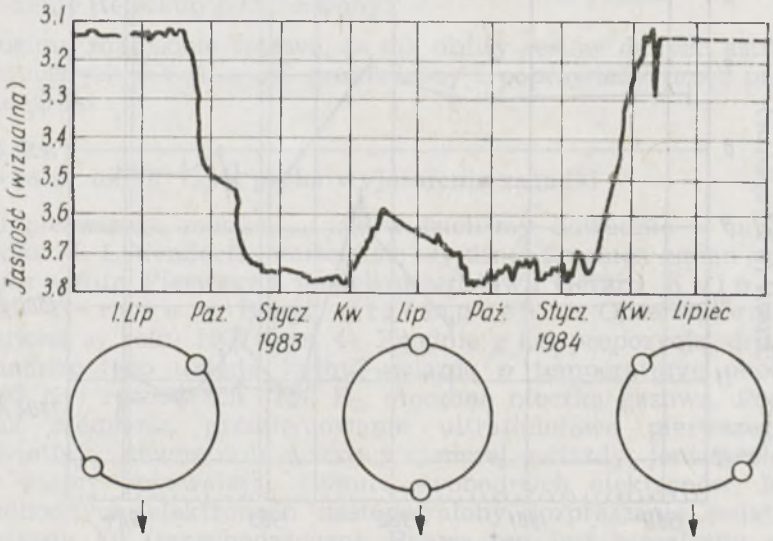
W gwiazdozbiorze Woźnicy (Auriga) znajduje się, oznaczona grecką literą ε, gwiazda trzeciej wielkości gwiazdowej, która — jak się przypuszcza — ma towarzysza o największym znanym promieniu. Widoczna jest obok innej jasnej gwiazdy o nazwie Capella (nadanej przez astronomów arabskich) na tle Drogi Mlecznej. Gwiazdozbiór Woźnicy i gwiazdę ε Aur możemy obserwować w Polsce od października do kwietnia.

Pierwsze dziwne, jak się wydawało, zjawisko związane z tą gwiazdą zaobserwował w 1904 roku Ilans Ludendorff. ε Aurigae zmniejszyła swój blask o połowę. Przyczyn tego mogło być wiele, ale pierwszym wyjaśnieniem, które nasuwa się astronomowi obserwującemu gwiazdę zmienną jest układ podwójny. Gwoli ścisłości historycznej trzeba jednak dodać, że sam Ludendorff upatrywał przyczynę tych zmian w roju meteorów krążących wokół ε Aur. Na potwierdzenie przypuszczenia, że jest to układ podwójny, trzeba było czekać długo, bo prawie 27 lat. W latach 1928—30 zaobserwowano podobną zmianę i tu spadek blasku trwał prawie dwa lata (rys. 1). Ugruntowało to hipotezę układu podwójnego.

Wynikły jednak dwie trudności. Rozwiązanie pierwszej sprowadza się do odpowiedzi na pytanie: jakiego rodzaju obiektem gwiazdowym jest składnik zasłaniający ε Aur skoro jego średnica, wyznaczona z długości trwania zaćmienia (rys. 1),

wynosi 1500 $R_\odot$ ($R_\odot = 6{,}96 \times 10^5$ km). Druga, organicznie wynikająca z pierwszej, to wyjaśnienie: jak to jest możliwe, że przy tak dużych rozmiarach składnik ten nie jest obserwowany nawet przez największe teleskopy.

Następne zaćmienie przypadło na lata 1955—1957 i pozwoliło wyznaczyć dość dokładnie okres obrotu układu na 9885 dni $\approx$ 27,1 roku. Teraz już z całkowitą pewnością można było określić, że następne zaćmienie zacznie się w lipcu — wrześniu 1982 roku. Przygotowano więc program obserwacji tej gwiazdy i to nie tylko w dziedzinie widzialnej, ale również w promieniowaniu rentgenowskim (X), ultrafioletowym (UV) i podczerwonym. W tym celu wykorzystano zarówno obserwacje wykonywane przez satelity: Einstein (w X), IUE i Exosat (w UV), jak i naziemne przez 3 metrowy teleskop podczerwony na Hawajach. Prowadzono również równoległe obserwacje fotometryczne i spektroskopowe. Tak długi, bo prawie 80 letni, okres obserwacji pozwolił zgromadzić znaczną ilość danych astronomicznych o ε Aur. W styczniu 1985 roku w Tucson (Arizona) odbyło się kolokwium naukowe poświęcone tylko tej jednej gwieździe. Wyniki tam przedstawione opiszemy w tym artykule.



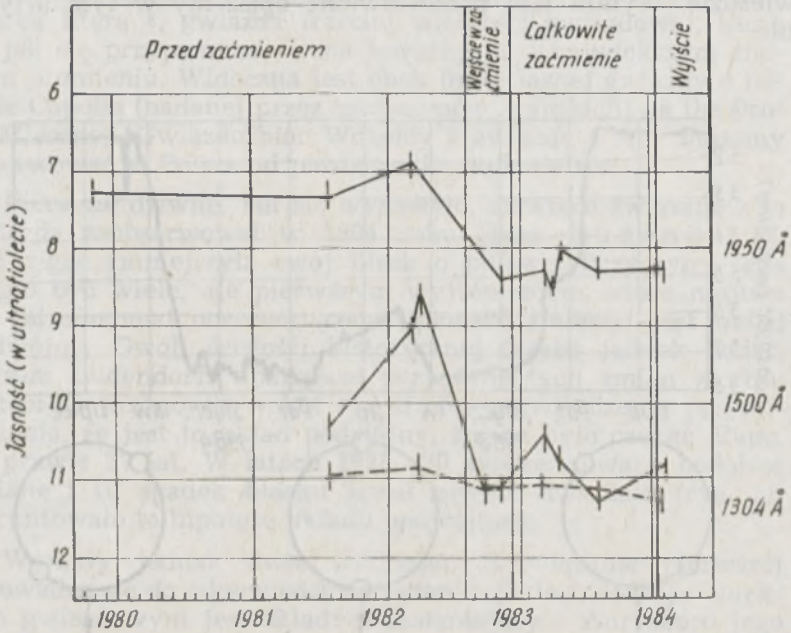

Rys. 1 Wizualna krzywa blasku ε Aur.

## Co mówią obserwacje?

Pierwszym i najprostszym do ustalenia parametrem był okres, a następnie typ widmowy i klasa jasności. Zestawienie podstawowych parametrów tego układu podwójnego przedstawia tabela 1, gdzie podano typ widmowy (Sp), temperaturę pierwszego i drugiego składnika ($T_1$ i $T_2$), jasność w dziedzinie widzialnej ($V$), okres ($P$), względne promienie składników ($r_1$ i $r_2$), funkcję mas ($f(M)$), eliptyczność orbity ($e$), kąt nachylenia płaszczyzny orbity do prostej prostopadłej do linii widzenia obserwatora ($i$).

Tabela 1

| | |
|---|---|
| Sp = F0 Iap | $r_1 = R_1/A = 0{,}052$ |
| $T_1$ = 7650±150 K | $r_2 = R_2/A = 0{,}178$ |
| $T_2$ = 480±45 K | $f(M) = 3{,}25 \pm 0{,}38\ M_\odot$ |
| $V = 3^m{,}0$ | $e = 0{,}200 \pm 0{,}034$ |
| $P = 9885^d$ | $i = 89° \pm 3°$ |




Rys. 2 Krzywe blasku ε Aur w różnych długościach fali w ultrafiolecie.

Dopełnieniem tego były obserwacje satelitarne, które pozwoliły ustalić, że:

— nie obserwuje się promieniowania rentgenowskiego z układu (Einstein),

— jasność w dziedzinie ultrafioletowej od gwiazdy F0 jest podczas zaćmienia redukowana równo dla całego zakresu (od 1600 do 3000 Å) o około $0^m,8$ do $1^m,0$ (rys. 2),

— widoczne są linie w ultrafiolecie (absorbcyjne np.: 1304 Å), których natężenie nie zmienia się w zaćmieniu (IUE, Exosat).

Z obserwacji naziemnych ustalono, że:

— widmo obserwowane w czasie całkowitego zaćmienia jest prawie identyczne jak przed,

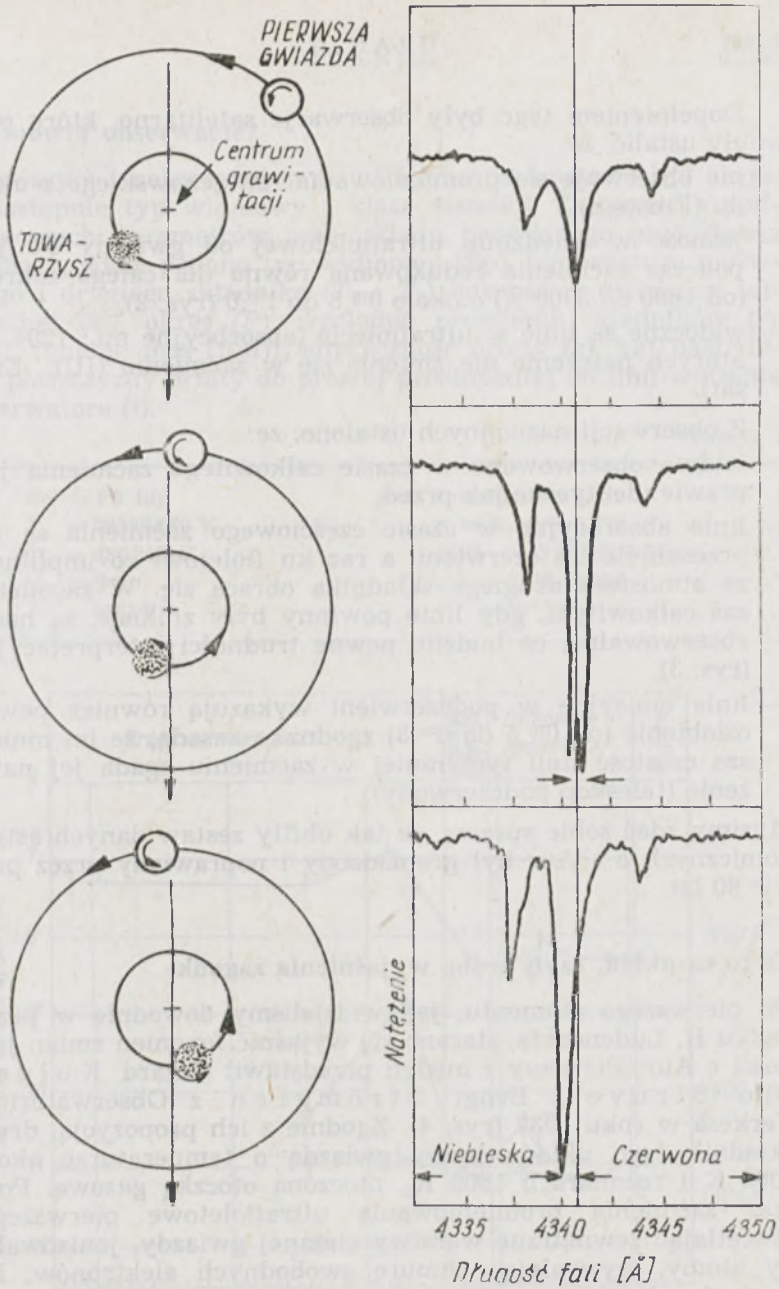
— linie absorbcyjne w czasie częściowego zaćmienia są raz przesunięte ku czerwieni, a raz ku fioletowi co implikuje, że atmosfera drugiego składnika obraca się. W zaćmieniu zaś całkowitym, gdy linie powinny były zniknąć, są nadal obserwowalne, co budziło pewne trudności interpretacyjne (rys. 3),

— linie emisyjne w podczerwieni wykazują również pewne osłabienie (od $0^m,5$ do $0^m,3$) zgodnie z zasadą, że im mniejsza częstość linii tym mniej w zaćmieniu spada jej natężenie (teleskop podczerwony).

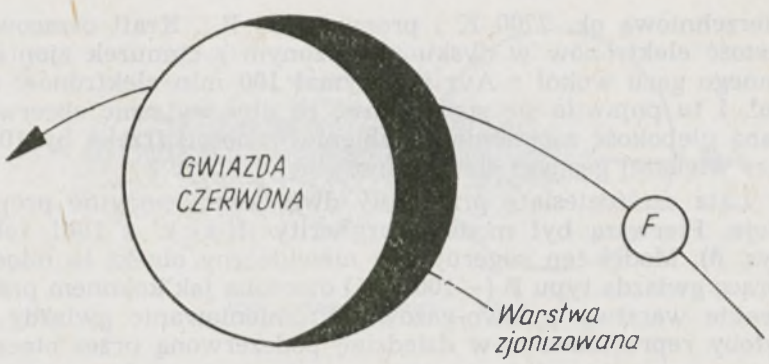
Musimy zdać sobie sprawę, że tak obfity zestaw danych astronomicznych o ε Aur był gromadzony i poprawiany przez prawie 80 lat.

## Co to za układ, czyli próba wyjaśnienia zagadki

Od pierwszego momentu, jak widzieliśmy dowodnie w przypadku H. Ludendorfa, starano się wyjaśnić fenomen zmian jasności ε Aur. Pierwszy z modeli przedstawił Gerard Kuiper, Otto Struve i Bengt Strömgren z Obserwatorium Yerkesa w roku 1937 (rys. 4). Zgodnie z ich propozycją, drugi składnik tego układu byłby gwiazdą o temperaturze około 1000 K i rozmiarach 1500 $R_\odot$ otoczoną otoczką gazową. Podczas zaćmienia promieniowanie ultrafioletowe pierwszego, oświetlając zewnętrzne warstwy ciemnej gwiazdy, jonizowałoby atomy, wyzwalając chmurę swobodnych elektronów. Na swobodnych elektronach następowałoby rozpraszanie światła gwiazdy F0 (przechodzącego). Proces ten jest niezależny od



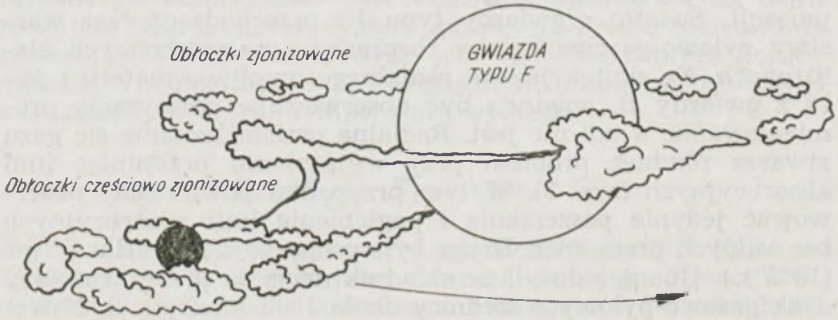

Rys. 3 Ruch rotującej gwiazdy pierwotnej (i jej towarzysza z dyskiem) wokół centrum grawitacji, a przesunięcia linii widmowych.




Rys. 4 Model ε Aur z 1937 roku (Kuiper i Struve).

długości fali promieniowania padającego. Zgodnie z tym modelem układu, w zaćmieniu całkowitym widmo powinno się zmieniać drastycznie, a linie absorbcyjne znikać. Tak się jednak nie dzieje!

Zmodyfikowaną wersję modelu Kuipera przedstawił w 1955 roku Otto Struve (rys. 5). Założył on, że drugi składnik jest czerwoną gwiazdą o temperaturze 1000 K otoczoną obłoczkami częściowo zjonizowanego gazu, które przepływając w kierunku jasnego nadolbrzyma (ε Aur) jonizują się całkowicie. Mechanizmem odpowiedzialnym za równomierną redukcję jasności we wszystkich barwach byłoby tu rozpraszanie kwantów promieniowania na swobodnych elektronach (tak jak wyżej). Jednak jak pokazał Robert K r a f t, młody asystent Struvego, model ten jest nieprawdziwy. Rozumowanie jego wyglądało następująco. Wiemy, że pierwszy składnik ma temperaturę po-




Rys. 5 Model Struvego — 1955 r.

wierzchniową ok. 7700 K i promień 100 $R_{\odot}$. Kraft oszacował gęstość elektronów w dysku utworzonym z chmurek zjonizowanego gazu wokół ε Aur i otrzymał 100 mln elektronów na $cm^3$. I tu pojawiła się sprzeczność, bo aby wyjaśnić obserwowaną głębokość zaćmienia (osłabienie jasności) trzeba by 1000 razy większej gęstości elektronów.

Lata sześćdziesiąte przyniosły dwie konkurencyjne propozycje. Pierwszą był model Margherity Hack z 1961 roku (rys. 6). Model ten sugeruje, że niewidoczny obiekt to młoda, gorąca gwiazda typu B (~10000 K) otoczona jak kokonem przez cienkie warstwy pyłowo-gazowe. Promieniowanie gwiazdy B byłoby reprocesowane w dziedzinę podczerwoną przez otacza-

Rys. 6 Model Margerity Hack — 1961 r.

jące warstwy pyłu i gazu. Warstwy te miały być w przeszłości odrzucone z powierzchni gwiazdy na skutek np.: mechanizmów pulsacji. Światło z gwiazdy typu F0 przechodząc przez warstwy pyłowo-gazowe byłoby rozpraszane na swobodnych elektronach. Na skutek jednak radialnego wypływu materii i pyłu z gwiazdy B, powinna być obserwowana polaryzacja promieniowania, a tak nie jest. Radialne przemieszczanie się gazu stwarza również problem przy wyjaśnianiu przesunięć linii absorbcyjnych (rys. 3). W tym przypadku powinniśmy obserwować jedynie poszerzenie i pogłębienie linii absorbcyjnych bez żadnych przesunięć. Drugą była propozycja S. S. Huanga (1965 r.). Huang założył, że składnik drugi to gruby, rotujący dysk gazowo-pyłowy o średnicy około 1500 $R_{\odot}$ (rys. 7). Nawet w fazie zaćmienia całkowitego gwiazda-nadolbrzym (ε Aur)

Rys. 7 Model Huanga — 1985 r.

wystaje dwoma biegunowymi czapami spoza dysku. Wewnątrz dysku byłaby umiejscowiona niewidoczna, na skutek nachylenia orbity $i = 90°$, normalna gwiazda (prawdopodobnie) ciągu głównego. Model ten dobrze wyjaśnia większość danych obserwacyjnych, stwarzając jednak pewne trudności przy wyjaśnianiu procesów retransmisji przez gazowo-pyłową materię dysku promieniowania gwiazdy schowanej wewnątrz. Propozycja Huanga jako wyjaśniającą największą liczbę faktów obserwacyjnych posłużyła jako bazowa, przy interpretacji danych satelitarnych ostatnich lat. Skonstruowany na podstawie tych danych prosty teoretyczny model dysku i oszacowana z niego temperatura, grubość i czas życia nie są sprzeczne z tymi obserwacjami.

## Chłodny dysk

Na wstępie trzeba powiedzieć, że tak chłodny gazowo-pyłowy dysk nie był nigdy tematem zainteresowania astronomów teoretyków. Z konieczności więc będziemy opierać się na teorii rozwijanej dla gorących dysków gazowych. Proste oszacowania pokazują, że jeśli cienki dysk jest oświetlany przez gorącą gwiazdę o temperaturze $T_1$ i względnym promieniu $r_1 = R_1/A$ z odległości $A$, to jego temperatura wyniesie:

$$T_d = \left(\frac{r^2}{\frac{1}{6\pi}}\right)^{1/4} T_1 = 0{,}48 r_1^{1/2} T_1 \qquad (1)$$

Przy podstawieniu do powyższej zależności $T_1 = 7650$ K i $r_1 = 0{,}052$ (z tabeli 1) otrzymujemy temperaturę dysku $T_d = 400$ K, co dobrze zgadza się z obserwowaną temperaturą $T_2 = 480$ K. Huang zakładał, że dysk jest gruby (rys. 7) i znajduje się w

równowadze ciśnieniowej. Sprowadza się to do warunku, że stosunek grubości dysku $h$ do jego promienia $r$ jest porównywalny z ilorazem prędkości dźwięku $c_s$ w dysku i prędkości obrotowej jego skrajnego brzegu $V_{orb}$:

$$\frac{h}{r} \sim \frac{c_s}{V_{orb}} \tag{2}$$

Uproszczone rachunki pokazują, że $c_s \approx 2{,}5$ km/s, a $V_{orb} \approx 25$ km/s, co daje $h/r \approx 0{,}1$. Zgadza się to z przyjętym przez Huanga założeniem, że jest to gruby dysk.

Jakie inne informacje możemy wyciągnąć z powyższych ustaleń? W roku 1974 dwóch angielskich astrofizyków Lynden-Bell i Pringle zauważyło, że temperatura $T_2$ dysku mówi nam o tempie przepływu materii $\dot{M}$ przez dysk. Znaleźli oni zależność między tymi dwoma wielkościami:

$$\dot{M} = 1{,}91 \times 10^{-23} \frac{T_2^4 R_1^3}{M_2} \tag{3}$$

Korzystając z ich wzoru możemy łatwo obliczyć, że $\dot{M} \leqslant 10^{-7}$ $M_\odot$/rok. Wyprowadzając wzór (3) angielscy naukowcy przyjęli pewien model procesów fizycznych zachodzących w dysku, które umożliwiają np.: przemieszczanie gazu z zewnętrznego skraju dysku do jego centrum i wypromieniowywanie nadwyżki energii z jego powierzchni. Ogólnie mówiąc siłą odpowiedzialną zarówno za straty promieniste jak i przepływ gazu jest lepkość. Czas $\tau$ przez jaki dysk może istnieć utrzymywany siłami lepkości wynosi dla dysku $\varepsilon$ Aur kilka tysięcy lat. Jest to też dolna granica na wiek dysku w tym układzie. Wymnażając czas $\tau$ przez tempo przepływu $\dot{M}$:

$$M_d = \tau \dot{M} = 10^{29} \text{ g} = 0{,}0001 \text{ M}_\odot \tag{4}$$

otrzymamy górne ograniczenie na masę dysku $M_d$. Dolne możemy oszacować, przyjmując np. że rozmiary ziarenek pyłu i ich gęstość w dysku wynoszą odpowiednio 0,01 cm i 3 g/cm$^3$. Wiedząc, że w tak niskich temperaturach na powierzchni ziaren musi następować kondensacja części składowej gazowej materii dysku otrzymujemy: $M_d \geqslant 10^{27}$ g — co stanowi tylko (!) milionową część masy Słońca.

Widzimy więc, że nawet tak grube oszacowania pozwoliły nakreślić wiarygodny model chłodnego, bardzo lekkiego, gazowo-pyłowego dysku znajdującego się w układzie podwójnym

ε Aurigae. Osobnym problemem jest, jak taki dysk powstał? Chcąc odpowiedzieć na to pytanie konieczne jest ustalenie w jakiej fazie ewolucji znajduje się ε Aur.

## Struktura wewnętrzna ε Auriage

Gwiazda ta, jak już wiemy, jest obserwowalna gołym okiem, tak więc uzyskanie widma obiektu nie przedstawiało trudności. Używając metody paralaksy spektroskopowej, oraz porównując natężenia linii absorbcyjnych w widmie, ustalono odległość do ε Aur, jak również graniczne przyspieszenie grawitacyjne $g = GM/R^2$ na powierzchni nadolbrzyma. Dysponując teraz odległością, jasnością wizualną (tabela 1) i przyspieszeniem grawitacyjnym wyznaczono: jasność $L_1$, masę $M_1$, promień $R_1$ gwiazdy. Wyniki te przedstawia tabela 2.

Tabela 2

| $d = 578 \pm 51$ pc | |
|---|---|
| $\log L/L_\odot = 4{,}54 \pm 0{,}12$ | $L_1 = 34670 \,^{+11040}_{-8370}\, L_\odot$ |
| $\log R_1/R_\odot = 2{,}02 \pm 0{,}06$ | $R_1 = 10{,}5 \,^{+15{,}5}_{-13{,}5}\, R_\odot$ |
| $\log M_1/M_\odot = 1{,}11 \pm 0{,}13$ | $M_1 = 13 \,^{+4{,}5}_{-3{,}3}\, M_\odot$ |

Tak duże błędy powyższych wielkości wynikają z 10% niedokładności wyznaczenia odległości $d$ i z tego, że posiadamy jedynie górne ograniczenie na logarytm przyspieszenia grawitacyjnego $\log g < 1{,}5$ na powierzchni ε Aur.

Analizując układy podwójne wprowadza się zawsze wielkość zwaną stosunkiem mas $q$:

$$q = \frac{M_2}{M_1} \tag{5}$$

gdzie $M_1$ — masa pierwszego składnika (nadolbrzym ε Aur), $M_2$ — masa drugiego składnika (gwiazda skryta wewnątrz dysku). Znając dla konkretnego układu podwójnego wielkość $q$ i jedną z mas $M$ możemy wyznaczyć drugą. Gdybyśmy więc obliczyli dla ε Aur wartość $q$, w prosty sposób mielibyśmy masę gwiazdy skrytej w środku chłodnego, lekkiego, gazowo-

pyłowego dysku. Jak to zrobić? W tabeli 1 podaliśmy wielkość zwaną funkcją mas $f(M)$. Wielkość ta związana jest z masami składników układu podwójnego i nachyleniem orbity $i$ następującą zależnością:

$$f(M) = \frac{M_2^3 \sin^3 i}{(M_1 + M_2)^2} \tag{6}$$

Przekształcając to wyrażenie i używając definicji (5) otrzymujemy:

$$\frac{M_1 \sin^3 i}{f(M)} q^3 - (1 + q)^2 = 0 , \tag{7}$$

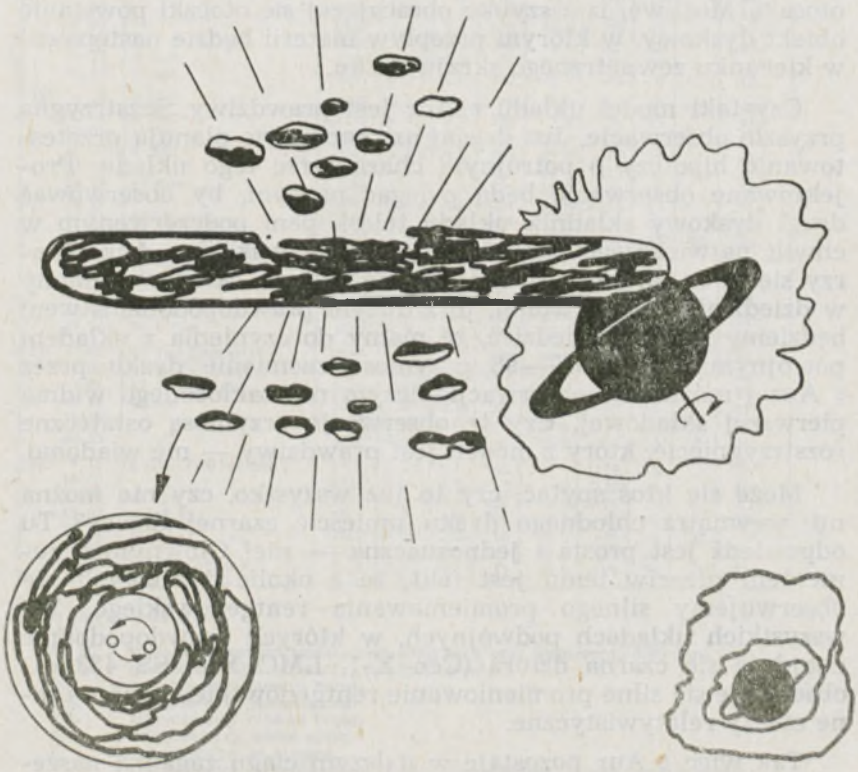
czyli równanie trzeciego rzędu na $q$. Współczynnik stojący przy trzeciej potędze jest znany (podstaw wartości z tabeli 1) i wynosi 4. Rozwiązanie metodą iteracyjną równania (7) daje wartość $q = 1 \pm 0{,}2$, co wskazuje, że masa drugiej niewidocznej gwiazdy jest taka sama lub nieznacznie mniejsza (w granicach błędu) jak nadolbrzyma ε Aur.

Uzbrojeni w tak wiele astronomicznych informacji o dysku, ε Aur i niewidocznej gwieździe możemy teraz przystąpić do nakreślania modelu naszej tytułowej zagadki stulecia. Prawdopodobnie jest to gwiazda, która wypliła już wodór i hel w jądrze, czyli jest dość zaawansowana ewolucyjnie. Dokładnie mówiąc znajduje się ona w fazie, gdy oba pierwiastki: wodór i hel — palą się w cienkich sferycznych warstwach otaczających małe jądro węglowo-tlenowe. W przeszłości musiało tu dojść do przekazania części jej otoczki widocznemu jeszcze wtedy towarzyszowi. Materia opadająca na drugi składnik utworzyła dysk, który przesłonił go. Wytworzyła się sytuacja obserwowana dzisiaj.

Model tu przedstawiony napotyka jednak na jedną poważną trudność! Zakładając np. że druga niewidoczna gwiazda była tylko 10% lżejsza od ε Aur, to obecnie powinna ona być w dalszym ciągu gwiazdą ciągu głównego (pali wodór w jądrze). Zasada ewolucyjna dla gwiazd jest taka, że im większa masa, tym krócej trwa „młodość" na ciągu głównym i szybciej następuje przejście do bardziej zaawansowanych stanów. Z powyższego i masy $M_2$ można określić jasność niewidocznej gwiazdy ciągu głównego na około 10000 $L_\odot$. Jest ona tak duża, że trudno wyobrazić sobie procesy, które retransmitują to promieniowanie w dysku, dając świecące jedynie w podczer-

wieni źródło (dysk) o temperaturze 500 K. Aby rozwiązać tę trudność zauważono, że jeśli w środku dysku umieścić układ podwójny o masach składników 6÷8 $M_\odot$ (typ widmowy B), to jasność takiego obiektu centralnego zmniejszy się o czynnik 10 w porównaniu z gwiazdą pojedynczą (o masie takiej samej jak układu podwójnego). Ciemny dysk będzie reprocesował w podczerwień około 90% promieniowania układu podwójnego. Mielibyśmy więc do czynienia z układem potrójnym, który nie jest wcale tak rzadkim zjawiskiem w świecie gwiazd.

Przyjęcie modelu ε Aur jako układu potrójnego (rys. 8) zmusza nas jednak do rewizji poglądu o pochodzeniu gazowo-pyłowego dysku. Hipoteza, że drugi składnik układu ε Aur



Rys. 8 Model współczesny — widok „z boku", gdy gwiazdy są blisko i widok „z góry", gdy gwiazdy są od siebie najbardziej oddalone.

sam jest podwójny, prowadzi do konkluzji, że w przeszłości musiała tu nastąpić katastrofa! Na czym ona polegała? Jak mówiliśmy wcześniej, gwiazda masywniejsza szybciej zwiększa swój promień (krótsza skala ewolucji) niż mniej masywna. W pewnym momencie, gdy osiągnie odpowiednie rozmiary, zacznie przekazywać część otoczki towarzyszowi. Jeżeli w momencie inicjacji tego procesu ma ona grubą konwektywną otoczkę (konwekcja — przenoszenie energii promienistej wraz z ruchami materii), to proces jest na tyle gwałtowny, że obie gwiazdy pogrążają się w nieprzezroczystym obłoku. Krążąc po orbitach wewnątrz gazowej otoczki będą przekazywać energię ruchu orbitalnego otaczającej plazmie. Proces ten będzie prowadził do coraz większego zacieśniania się orbity układu podwójnego, przy jednoczesnym wzroście momentu obrotowego wspólnej otoczki. Możliwe, iż z szybko obracającej się otoczki powstanie obiekt dyskowy, w którym przepływ materii będzie następował w kierunku zewnętrznego skraju dysku.

Czy taki model układu ε Aur jest prawdziwy, rozstrzygną przyszłe obserwacje. Już dzisiaj astronomowie planują przetestowanie hipotezy o potrójnym charakterze tego układu. Projektowane obserwacje będą polegać na tym, by obserwować drugi dyskowy składnik układu teleskopem podczerwonym w chwili największego oddalenia od siebie dysku i ε Aur. Zdarzy się to w 1989 roku. Jeśli uda się wykryć okresowe zmiany w dziedzinie podczerwonej, to z dużym prawdopodobieństwem będziemy mogli powiedzieć, że mamy do czynienia z układem potrójnym. Lata 1997—98 przyniosą zaćmienie dysku przez ε Aur i możliwość obserwacji niczym nie zakłóconego widma pierwszej składowej. Czy te obserwacje przyniosą ostateczne rozstrzygnięcie, który z modeli jest prawdziwy — nie wiadomo.

Może się ktoś spytać, czy to już wszystko, czy nie można np. wewnątrz chłodnego dysku umieścić czarnej dziury? Tu odpowiedź jest prosta i jednoznaczna — nie! Głównym argumentem przeciw temu jest fakt, że z okolic dyskowych nie obserwujemy silnego promieniowania rentgenowskiego. We wszystkich układach podwójnych, w których prawdopodobnie znajduje się czarna dziura (Cen X-1, LMC X-3, SS 433, ...) obserwuje się silne promieniowanie rentgenowskie, gamma i inne efekty relatywistyczne.

Tak więc ε Aur pozostaje w dalszym ciągu zagadką naszego stulecia. Czy ostatnie 14 lat tego wieku przyniesie wyjaśnienie tajemnicy, pokaże najbliższa przyszłość.

# PORADNIK OBSERWATORA

## Zakrycia gwiazd przez Księżyc widoczne w Polsce w II półroczu 1987

| Data UT | Nazwa gwiazdy | Nr ZC | Jasn. | Zj. | P | T | $A_k$ | $H_k$ | $H_s$ | Faza Księżyca |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VII $2^d19^h$ | 89 Leo | 1678 | $5^m.8$ | D.D. | 135° | 70°S | +70° | 20° | -5 | 35+% |
| 10 00 | W Sgr | 2609 | 4.3 S | D.D. | 145 | 15 S | +35 | 0 | | 98+ |
| 19 00 | | 0363 | 7.3 | R.D. | 225 | 65 S | -90 | 20 | | 38- |
| 19 23 | ζ Ari | 0472 | 5.0 | R.D. | 270 | 75 N | -115 | 10 | | 29- |
| 22 00 | | 0750 | 6.9 S | R.D. | 235 | 55 S | -120 | 10 | | 13- |
| 23 02 | 415 B.(Tau)/Aur | 0909 | 6.1 W | R.D. | 195 | 10 S | -110 | 20 | -5 | 7- |
| VIII 1 11 | α Vir (Spica) | 1925 | 1.2 S | D.D. | 75 | 55 N | -60 | 10 | 55 | 37+ |
| 1 12 | α Vir (Spica) | 1925 | 1.2 S | R.B. | 350 | -30 N | -50 | 15 | 50 | 37+ |
| 1 18 | | 1949 | 5.8 S | D.D. | 170 | 35 S | +50 | 15 | -5 | 39+ |
| 16 21 | 104 B.Tau | 0556 | 6.5 S | R.D. | 225 | 55 S | -120 | 5 | | 45- |
| 16 21 | 26 Tau | 0559 | 6.6 S | R.D. | 325 | 20 N | -115 | 10 | | 44- |
| 16 22 | | 0564 | 6.1 | R.D. | 265 | 85 N | -115 | 10 | | 44- |
| 16 22 | | 0567 | 6.8 W | R.D. | 290 | 55 N | -110 | 15 | | 44- |
| 16 22 | | 0570 | 6.8 | R.D. | 305 | 45 N | -110 | 15 | | 44- |
| 17 01 | | 0587 | 6.4 | R.D. | 270 | 80 N | -70 | 45 | | 43- |
| 20 01 | | X 09481 | 7.4 W | R.D. | 295 | 75 N | -105 | 25 | | 17- |
| 31 17 | π Sco | 2287 | 3.0 S | D.D. | 95 | 85 N | +25 | 10 | | 46+ |
| 31 19 | π Sco | 2287 | 3.0 S | R.B. | 290 | -85 N | +40 | 0 | -5 | 46+ |
| IX 2 18 | W Sgr | 2609 | 4.3 S | D.D. | 75 | 75 N | +5 | 10 | -10 | 68- |
| 10 01 | ε Psc | 0146 | 4.4 S | D.D. | 330 | 5 N | +20 | 45 | | 93- |
| 10 01 | ε Psc | 0146 | 4.4 S | R.D. | 300 | 35 N | +30 | 40 | | 93- |
| 13 20 | χ Tau | 0647 | 5.5 W | R.D. | 265 | 85 N | -115 | 15 | | 61- |
| 13 20 | | X 05643 | 5.4 W | R.D. | 265 | 85 N | -115 | 15 | | 61- |
| 16 23 | 47 Gem | 1088 | 5.6 | R.D. | 250 | 60 S | -120 | 10 | | 31- |
| 16 23 | | 1093 | 6.4 W | R.D. | 0 | 10 N | -115 | 15 | | 31- |
| 17 01 | 134 B.Gem | 1105 | 6.5 | R.D. | 195 | 5 S | -95 | 30 | | 30- |
| 17 03 | | 1108 | 6.9 S | R.D. | 255 | 65 S | -85 | 45 | -10 | 30- |
| X 1 20 | 60 Sgr | 2914 | 5.0 S | D.D. | 33 | 30 N | +30 | 5 | | 66+ |
| 12 19 | 406 B.Tau | 0885 | 5.6 W | R.D. | 280 | 80 N | -125 | 10 | | 68+ |
| 14 21 | | 1169 | 5.4 | R.D. | 305 | 65 N | -115 | 10 | | 48- |
| 19 04 | χ Leo | 1609 | 4.7 W | R.D. | 320 | 60 N | -60 | 30 | -5 | 12- |
| 29 18 | 56 B.Cap | 3018 | 6.3 | D.D. | 90 | 75 S | +15 | 15 | | 50+ |
| XI 7 00 | 23 Tau (Merope) | 0545 | 4.2 | R.D. | 250 | 80 N | +25 | 60 | | 98- |
| 7 00 | η Tau (Alcyone) | 0552 | 3.0 S | R.D. | 265 | 65 N | +40 | 55 | | 98- |
| 7 01 | 27 Tau (Atlas) | 0560 | 3.8 S | R.D. | 230 | 80 S | +60 | 50 | | 98- |
| 9 23 | 49 Aur | 1008 | 5.0 | R.D. | 300 | 60 N | -60 | 55 | | 82- |
| 25 15 | | 2965 | 7.0 | D.D. | 155 | 15 S | +10 | 10 | -10 | 24+ |
| 26 15 | | 3116 | 6.7 | D.D. | 60 | 75 N | -5 | 20 | -5 | 34+ |
| XII 9 18 | ϰ Cnc (Asellus Bor.) | 1308 | 4.7 S | R.D. | 240 | 50 S | -125 | 5 | | 82- |
| 14 00 | | 1716 | 6.4 | R.D. | 5 | 15 N | -70 | 15 | | 44- |
| 15 00 | 25 Vir | 1807 | 5.9 | R.D. | 220 | 15 S | +25 | 5 | | 35- |
| 15 02 | 261 B.Vir | 1817 | 6.9 | R.D. | 280 | 75 S | -50 | 20 | | 34- |
| 22 14 | ω Sgr | 2910 | 4.8 | D.D. | 110 | 70 S | +30 | 5 | 0 | 5+ |
| 24 17 | | 3225 | 7.1 W | D.D. | 105 | 60 S | +45 | 10 | | 21+ |
| 31 13 | 27 Tau (Atlas) | 0560 | 3.8 S | D.D. | 15 | 20 N | -105 | 20 | 5 | 89+ |

Oznaczenia:

Nr ZC - wg katalogu gwiazd zodiakalnych Robertsona oraz Supplementu USNO (ozn. X)
W, S - gwiazda podwójna wizualnie, spektroskopowo
D.D. - zakrycie przy ciemnym brzegu
D.B. - zakrycie przy jasnym brzegu
R.D. - odkrycie przy ciemnym brzegu
R.B. - odkrycie przy jasnym brzegu
P - kąt pozycyjny od bieguna
T - kąt pozycyjny od terminatora: - przy jasnym brzegu, + przy ciemnym brzegu
$A_k$, $H_k$ - azymut i wysokość Księżyca
$H_s$ - wysokość Słońca
Faza Księżyca - procent oświetlonej tarczy: + faza rosnąca, - faza malejąca

Momenty zjawisk dla: Poznania, Wrocławia, Łodzi, Grudziądza, Krakowa, Olsztyna, Warszawy, Krosna i Lublina oraz współczynnki przeliczeniowe

| Data UT | Po | Wr | Łd | Gr | Kr | Ol | Wa | Ks | Lu | A | B |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| VII $2^d19^h$ | $36^m.6$ | $39^m.3$ | $39^m.0$ | - | $42^m.6$ | $35^m.4$ | $38^m.8$ | $44^m.2$ | $41^m.3$ | -0.4 | -0.2 |
| 10 00 | 36.8 | 40.0 | - | - | - | - | - | - | - | -1.8 | -2.1 |
| 19 00 | 17.1 | 14.6 | 15.8 | 19.1 | 12.4 | 19.7 | 16.6 | 11.5 | 14.6 | 0.0 | +2.0 |
| 19 23 | 18.7 | 16.8 | 17.1 | 19.7 | 14.5 | 19.7 | 17.3 | 13.5 | 15.6 | +0.3 | +1.4 |
| 22 00 | - | 19.9 | - | 22.4 | - | 21.8 | 19.0 | 14.6 | 16.6 | +0.6 | +1.5 |
| 23 02 | 23.8 | 20.0 | 19.1 | - | 11.9 | - | 18.2 | - | 10.9 | +1.3 | +3.2 |
| VIII 1 11 | 31.8 | 29.1 | 32.8 | 36.3 | 29.4 | 39.4 | 35.6 | 30.5 | 35.0 | -1.0 | +2.3 |
| 1 12 | 16.5 | 17.9 | 17.1 | 14.8 | 19.1 | 13.7 | 16.3 | 19.6 | 17.5 | +0.1 | -1.3 |
| 1 18 | - | - | - | - | 47.7 | | 44.0 | 49.8 | 47.0 | -0.6 | -2.0 |
| 16 21 | 28.0 | 26.0 | 25.5 | 28.6 | 22.6 | 28.1 | 25.3 | 20.9 | 22.8 | +0.6 | +1.5 |
| 16 21 | - | - | - | - | - | - | 30.4B | - | 34.6B | - | - |
| 16 22 | 10.3 | 08.4 | 08.7 | 11.4 | 06.1 | 11.5 | 09.0 | 05.1 | 07.2 | +0.3 | +1.5 |
| 16 22 | 14.0 | 12.5 | 13.2 | 15.3 | 11.0 | 15.7 | 13.7 | 10.5 | 12.5 | 0.0 | +1.2 |
| 16 22 | 34.6 | 33.3 | 34.6 | 36.3 | 32.8 | 37.2 | 35.6 | 32.9 | 34.9 | -0.3 | +1.1 |
| 17 01 | 57.4 | 55.7 | 59.2 | 60.8 | 57.2 | 63.0 | 67.6 | 58.7 | 61.9 | -1.1 | +1.4 |
| 20 01 | 35.3 | 33.9 | 35.3 | 36.9 | 33.4 | 37.8 | 36.2 | 33.5 | 35.6 | -0.3 | +1.1 |
| 31 17 | 56.2 | 57.5 | 60.2 | 57.6 | 62.4 | 59.5 | 61.8 | 65.4 | 64.8 | -1.3 | -1.0 |
| 31 19 | 08.7 | 10.7 | 12.3 | 09.1 | 15.3 | 10.4 | 13.3 | 17.8 | 16.3 | -1.0 | -1.5 |
| IX 2 18 | 11.9 | 11.9 | 15.6 | 14.5 | 16.1 | 16.9 | 17.8 | 19.1 | 20.2 | -1.5 | 0.0 |
| 10 01 | 29.3B | - | - | 45.8B | - | - | - | - | - | - | - |
| 10 01 | 47.7 | 55.9 | 60.3 | - | 65.9 | 63.8 | 63.0 | 70.5 | 69.0 | -2.6 | -3.4 |
| 13 20 | 45.7 | 43.8 | 44.0 | 46.7 | 41.5 | 46.7 | 44.2 | 40.4 | 42.4 | +0.3 | +1.4 |
| 13 20 | 46.0 | 44.1 | 44.4 | 47.0 | 41.9 | 47.0 | 44.6 | 40.8 | 42.7 | +0.3 | +1.4 |
| 16 23 | 11.7 | 09.6 | 09.5 | 12.6 | 06.3 | 12.4 | 09.4 | 04.5 | 06.9 | +0.5 | +1.7 |
| 16 23 | - | - | - | - | - | - | - | 16.1B | - | - | - |
| 17 01 | 30.7 | 23.5 | 23.9 | 34.2 | - | 34.4 | 23.7 | - | - | +2.0 | +7.8 |
| 17 03 | 06.6 | 04.1 | 07.5 | 10.2 | 04.0 | 12.3 | 09.8 | 04.8 | 09.2 | -0.9 | +2.1 |
| X 1 20 | 21.9 | 21.9 | 22.9 | 22.5 | 23.2 | 23.0 | 23.5 | 24.3 | 24.3 | -0.4 | -0.1 |
| 12 19 | 44.7 | 43.2 | 43.1 | 45.3 | 41.0 | 45.2 | 43.1 | 39.9 | 41.5 | +0.3 | +1.2 |
| 14 21 | 55.0 | 54.0 | 54.5 | 55.8 | 53.1 | 56.2 | 54.9 | 52.8 | 54.1 | 0.0 | +0.8 |
| 19 04 | 35.3 | 35.8 | 37.3 | 36.0 | 38.1 | 36.9 | 38.2 | 39.8 | 39.8 | -0.7 | -0.4 |
| 29 18 | 56.0 | 56.7 | 60.1 | 58.1 | 61.7 | 60.3 | 62.2 | 65.1 | 65.3 | -1.5 | -0.6 |
| XI 7 00 | 14.5 | 14.3 | 18.2 | 17.4 | 18.1 | 19.8 | 20.6 | 20.8 | 22.7 | -1.5 | +0.2 |
| 7 00 | 57.4 | 58.3 | 61.7 | 59.3 | 63.2 | 50.4 | 63.6 | 66.3 | 66.5 | -1.5 | -0.7 |
| 7 01 | 48.9 | 48.3 | 51.9 | 51.4 | 51.3 | 61.4 | 54.1 | 53.8 | 55.7 | -1.3 | +0.4 |
| 9 23 | 49.4 | 49.7 | 53.4 | 52.0 | 53.9 | 54.5 | 55.8 | 56.8 | 58.3 | -1.5 | -0.1 |
| 25 15 | 40.8B | - | - | 42.8B | - | - | - | - | - | - | - |
| 26 15 | - | - | 10.0 | 10.1 | - | 12.3 | 12.2 | 11.9 | 13.7 | -1.2 | +0.6 |
| XII 9 18 | - | 31.8 | 31.2 | 34.8 | - | 34.2 | 30.8 | 24.9 | 27.6 | +0.8 | +1.9 |
| 14 00 | - | 40.6 | - | - | 44.5 | - | - | 45.5 | - | +0.1 | -3.6 |
| 15 00 | - | - | - | - | - | 59.3 | 49.4B | - | - | - | - |
| 15 02 | 45.2 | 43.6 | 47.0 | 48.2 | 45.3 | 50.1 | 49.2 | 47.2 | 49.9 | -1.1 | +1.2 |
| 22 14 | 48.8 | 50.8 | 53.8 | 50.1 | 57.7 | 52.3 | 55.8 | 62.5 | 60.5 | -1.9 | -2.0 |
| 24 17 | 42.0 | 44.4 | 46.2 | 42.4 | 50.4 | - | - | 33.0 | - | -1.2 | +4.0 |
| 31 13 | - | - | - | - | - | 53.7 | - | - | - | - | - |

B - zakrycie bliskie brzegowemu

MAREK ZAWILSKI

# KRONIKA

## Źródła aktywności w jądrach galaktyk

Wiele galaktyk jest składnikami układów wielokrotnych związanych grawitacyjnie, co w istotny sposób wpływa na ich ewolucję i strukturę. Przypuszcza się, że formowanie gwiazd w galaktykach jest wywoływane wzajemnym oddziaływaniem galaktyk.

Wiliam Keel i jego współpracownicy z Narodowego Obserwatorium Keet Peak w USA zakończyli przegląd 161 oddziaływujących galaktyk i porównanie ich z obiektami znanymi jako pojedyncze. Opublikowane wyniki sugerują, że aktywność w jądrach galaktyk jest wywołana akrecją gazu z dysku, co jest związane z oddziaływaniem przypływowym spowodowanym obecnością innych galaktyk. Wygląda na to, iż obecnie nie ma wymiany materii między składnikami układu wielokrotnego. Autorzy skoncentrowali się na galaktykach spiralnych, ponieważ zawierają one znaczącą ilość gazu międzygwiazdowego. Na tę materię silny wpływ wywierają: formacja gwiazd, aktywność w jądrze i oddziaływania przypływowe.

Grupa Keela stwierdziła także, że galaktyki Seyferta pojawiają się częściej w bliskich parach. Jednakże, liczba tych obiektów o bardzo silnie promieniujących jądrach zmniejsza się w silnie zakłóconych układach. Wynika z tego, że prawdopodobnie jądro i dysk galaktyk reagują w różnych skalach czasowych na oddziaływanie przypływowe.

Wg *Sky and Telescope* 1986, **71**, 144

*JACEK STRYCZYŃSKI*

## Aktywne jądro naszej Galaktyki

Mamy coraz więcej dowodów na to, że w jądrze Drogi Mlecznej zachodzą procesy znane z galaktyk Seyferta i kwazarów, chociaż na mniejszą skalę. Wskazuje na to istnienie rozciągłej emisji radiowej i przeciwległej strugi otaczających radioźródło Sag A (w gwiazdozbiorze Strzelca), leżące w centrum naszej galaktyki. Odkrycia tego dokonano na Uniwersytecie Maryland w wyniku obserwacji na falach krótszych niż 3 metry z pomocą interferometru. Ten zakres widma radiowego jest jedynym, na którym obszary te mogą być obserwowane jednocześnie.

Struktura rozciągła i struga mają zdecydowanie nietermiczną naturę, to znaczy, że ich promieniowanie nie zostało wytworzone przez gorący gaz lub pył. W związku z tym przypominają obiekty obserwowane w wielu aktywnych galaktykach emitujących promieniowanie synchrotronowe szybkich elektronów poruszających się po spirali w słabym, ale rozciągłym polu magnetycznym. Między dwoma składnikami radioźródła Sag A nie obserwuje się łączącego je promieniowania, jednakże nie należy się go spodziewać na tych długościach fal, poniważ otaczający źródło centralne zjonizowany gaz absorbuje taką emisję.

Asymetria usytuowania struktury rozciągłej i strugi względem radioźródła Sag A nie może dziwić. Przypomina to struktury obserwowane w kwazarach i jest prawdopodobnie wywołane zderzeniem rozciągłej chmury lub strugi z obłokiem międzygalaktycznym. Podobną strukturę radiową obserwuje się w niektórych pozornie normalnych galaktykach spiralnych. Być może aktywność w jądrach galaktyk jest zjawiskiem powszechnym.

Wg *Sky and Telescope*, 1986, 72, 577.

*JACEK STRYCZYŃSKI*

**Powstające układy planetarne?**

S. Beckwith z Cornell University (USA) wraz z grupą innych astronomów zbadali pięć gwiazd, które nie osiągnęły jeszcze ciągu głównego, za pomocą techniki interferometrii plamkowej (patrz *Urania*, 6, 7 z 1982). Stwierdzono, że dwie z nich — R Monocerotis i HL Tauri — są otoczone przez pyłowe hala o średnicy kątowej około 1″. Biorąc pod uwagę odległości tych gwiazd od Słońca otrzymano, że halo HL Tauri ma rozmiary 320 na 200 j.a. (jednostek astronomicznych), a halo R Monocerotis 1300 na 1300 j.a. (dla porównania, orbita Plutona ma średnicę 79 j.a.). Podobne wyniki w przypadku HL Tauri zostały otrzymane przez G. Grasdalena z University of Wyoming (USA) badającego gwiazdę w podczerwieni. Już przedtem badania spektroskopowe gwiazdy pozwoliły stwierdzić w jej widmie linie świadczące o obecności lodu wodnego i pyłu krzemianowego. Hala te są prawdopodobnie dyskami krążącymi wokół gwiazd. W przypadku HL Tauri masa dysku jest porównywalna z masą Ziemi, a w przypadku R Monocerotis jest 10 razy większa. Masa gazu prawdopodobnie towarzyszącego obłokowi pyłowemu jest porównywalna z masą Jowisza i Saturna. Wartości te są tylko dolnymi granicami, rzeczywiste wartości masy dysków mogą być znacznie większe. Grubość dysków określa się na około 18% średnicy gwiazdy w przypadku HL Tauri oraz 11% w przypadku R Monocerotis. Teorie powstawania Układu Słonecznego zakładają, że grubość mgławicy protoplanetarnej początkowo wynosiła od 20 do 40% średnicy Słońca.

Wg *Sky and Telescope*, 1985, **70**, 31

*TOMASZ ŚCIĘŻOR*

**Od Redakcji:** Ze względów technicznych **KRONIKA** została zamieszczona po **PORADNIKU OBSERWATORA.**

## KONFERENCJE I ZJAZDY

### V Europejskie Sympozjum Przewidywania i Obserwacji Zjawisk Zakryciowych
### E S O P V
1986. 08. 29—09. 02 Warszawa—Łódź

Od kilku lat członkowie Sekcji Obserwacji Pozycji i Zakryć (SOPiZ) PTMA współpracują z podobnymi grupami za granicą. Od 1985 r. Sekcja za pośrednictwem przewodniczącego SOPiZ jest członkiem honorowym* Europejskiej Sekcji Międzynarodowego Stowarzyszenia Obserwacji Zakryć (ang. International Occultation Timing Association). Stowarzyszenie to skupia wszystkich zainteresowanych obserwacjami zjawisk zakryciowych (głównie amatorów, ale także wielu astronomów profesjonalnych). Prezesem IOTA jest David W. Dunham z USA, zaś IOTA ES — Hans-J. Bode z RFN.

Raz do roku odbywają się sympozja z udziałem obserwatorów europejskich, na których wymienia się doświadczenia, przedstawia własne osiągnięcia i omawia sprawy organizacyjne związane z prowadzeniem obserwacji i ich wykorzystaniem oraz rozprowadzaniem efemeryd zja-

* Oznacza to w praktyce zwolnienie z konieczności opłacenia składki członkowskiej.

wisk. Sympozja takie pod nazwą European Symposium on Occultation Projects (ESOP) odbywają się na przemian w europejskich krajach kapitalistycznych i socjalistycznych. Delegacja SOPiZ miała możność wzięcia udziału w ESOP III, które odbyło się w 1984 r. w miejscowości Valašske Meziriči w CSRS. ESOP IV odbyło się w 1985 r. w Belgii. Organizację kolejnego ESOP V powierzono SOPiZ PTMA.

ESOP V, w którym wzięło udział ogółem 35 osób odbyło się w dwóch miejscowościach — Warszawie i Łodzi. W stolicy uczestnicy Sympozjum gościli w pięknym kompleksie Centrum Astronomicznego im. M. Kopernika. Tam też odbyła się zasadnicza część naukowa sympozjum. Tematyka referatów dotyczyła tych zagadnień, które na co dzień absorbują obserwatorów, a więc metodyki prowadzenia obserwacji gwiazd przez Księżyc i planetoidy, w tym brzegowych zakryć księżycowych, redukcji obserwacji, zastosowania nowoczesnej techniki obserwacynej oraz obliczeniom efemeryd. Z przebiegu obrad można było więc wyciągnąć wnioski co do wagi problemów i konieczności załatwienia wielu z nich w najbliższym czasie.

I tak, już na samym początku podejmowania obserwacji, każdy z obserwatorów stoi przed problemem ustalenia dokładnych współrzędnych geograficznych dla swojego miejsca obserwacji. Dostępnych map o odpowiedniej skali nie ma wiele, a i z nich nie da się uzyskać informacji odpowiednio dokładnej. Pewnym wyjściem są metody pośrednie określenia swojego położenia względem obiektów o znanych współrzędnych, ale i ta metoda często zawodzi. Ostatnio pewne nadzieje daje rozwój metod pomiaru położenia metodą satelitarnej interferencji Dopplera, lecz nawet w przypadku naszych zachodnioeuropejskich kolegów zakup odpowiedniego urządzenia przekracza ich możliwości finansowe (około 15 000 dol. USA).

Interesująco przedstawia się możliwość zastosowania nowych technik obserwacji zakryć. Chodzi tu o obserwacje fotoelektryczne i magnetowidowe. Te pierwsze są jednak dla amatorów bardzo kosztowne, a ponadto wymagają dużych teleskopów z bardzo dobrym prowadzeniem. Natomiast zapis magnetowidowy daje możliwość uzyskania rejestracji zjawiska już za pomocą przyrządów amatorskich. Dwa zapisy, prezentowane na sympozjum przez H. J. Bodego i C. H. Herolda wzbudziły ogromne zainteresowanie tym bardziej, że dotyczyły zakryć brzegowych. Dla nas barierą jest jakość magnetowidów, która jednak ma ulec poprawie w najbliższych latach.

Osobna grupa problemów dotyczy dokładności efemeryd oraz obserwacji i ich redukcji. Efemerydy zjawisk są podawane przez różne instytutcje, które biorą pod uwagę różne katalogi gwiazd. W przypadku zakryć księżycowych różnice ujawniają się dopiero w redukcjach obserwacji, natomiast efemerydy zakryć gwiazd przez planetoidy mogą wykazywać błędy przebiegu pasa zakrycia rzędu tysięcy kilometrów! Ogromna ilość możliwych wariantów zjawisk jest przy tym tak duża, że efemerydy planetoidalne są zwykle opóźnione. Ponadto mogą być one korygowane obserwacjami pozycyjnymi tylko na krótko przed zjawiskiem, a to wymaga telefonicznego przekazywania informacji. Podobne niedokładności pozycji gwiazd ujawniają się przy zakryciach brzegowych gwiazd przez Księżyc, gdzie raczej powinno chodzić o korektę efemerydy Księżyca i ewentualnie profilu jego brzegu.

Redukcje zakryć gwiazd przez Księżyc są przeprowadzane w Tokio przez International Lunar Occultation Centre. Jednak wyniki te są o kilka lat spóźnione w stosunku do obserwacji. Istnieje też pilna potrze-

ba interpretacji tych rezultatów, podanych w zasadzie w postaci „suchych" zestawień liczb. Obserwator natomiast chciałby zorientować się na ich podstawie na ile jego obserwacje były dokładne i bez błędów.

Część referatów dotyczyła zastosowania mikrokomputerów w astronomii. Przy użyciu tej techniki obliczeniowej możliwe jest symulowanie przebiegu zakryć przy uwzględnieniu zmian natężenie blasku gwiazdy i efektów dyfrakcyjnych. Można też symulować przebieg zaćmień Słońca i Księżyca dla dowolnej epoki, przebieg zakryć brzegowych i planetoidalnych oraz trenować refleks, szacując swój błąd osobowy.

Podczas sympozjum uczestnicy mieli też możność obejrzenia serii fotografii komety Halleya, wykonanych w Polsce, a także w innych częściach świata (Jerzy Speil sfotografował kometę podczas pobytu na Siptsbergenie).

Druga część sympozjum odbyła się w Planetarium i Obserwatorium Astronomicznym w Łodzi. Oprócz zwiedzania placówki, demonstrowano opisane wyżej programy mikrokomputerowe. Na zakończenie odbyła się część dyskusyjna i podsumowująca ESOP V.

Oprócz sesji naukowych uczestnicy sympozjum zwiedzali ciekawe miejsca, związane z historią naszego kraju: Muzeum im. F. Chopina w Żelazowej Woli, Sanktuarium w Niepokalanowie oraz Muzeum m. Łodzi. Ponadto wszyscy mieli okazję zapoznać się z działaniem pierwszego, samodzielnie wykonanego planetarium w Piotrkowie Trybunalskim. Pokaz prowadził twórca obiektu prof. Zbigniew Solarz. Wreszcie w tzw. części fakultatywnej sympozjum, w której brali udział wszyscy chętni do kontynuowania nieoficjalnego już spotkania, zwiedzano Warszawę oraz Obserwatorium Astronomiczne U.W. w Ostrowiku, gdzie urządzono ognisko i „polową" kolację.

W imieniu wszystkich uczestników ESOP V pragniemy złożyć wyrazy podziękowania Dyrekcji Centrum Astronomicznego im. M. Kopernika w Warszawie, Kuratorium Oświaty i Wychowania w Łodzi i Dyrekcji Łódzkiego Planetarium i Obserwatorium za cenną pomoc w organizacji i przeprowadzeniu udanego w sumie spotkania miłośników astronomii. Można mieć nadzieję, że nie było to ostatnie ESOP w naszym kraju.

**Referaty, wygłoszone na ESOP V:**

1. Eberhard Bredner (RFN): Raport z ESOP IV, Antwerpia, 1985.
2. Charles H. Herold (USA): Informacje IOTA. Obserwacje zmian promienia Słońca na podstawie analizy zaćmień całkowitych.
3. Peter Lipski (NRD): Raport z obserwacji zakryć gwiazd wykonanych w NRD w latach 1984—1985.
4. Marek Zawilski: Raport z obserwacji wykonanych przez członków SOPiZ w latach 1984—1985.
5. Roman Fangor: Metody utrzymywania czasu w SOPiZ PTMA.
6. Mirosław Kubiak: Zasada Macha w odniesieniu do stuletniego opóźnienia ruchu obrotowego Ziemi.
7. Dietmar Büttner (NRD): Problemy pracy ILOC.
8. Eberhard Bredner (RFN): IOTA — ES: O.N., s, efemerydy całkowitych i brzegowych zakryć gwiazd przez Księżyc, profile brzegu Księżyca.
9. Marek Zawilski: Ocena poprawności obserwacji zakryć gwiazd przez Księżyc na podstawie zestawienia redukcji, obliczonych przez ILOC.

10. Agnieszka Włodarczyk: Organizacja i działalność Planetarium i Obserwatorium m. Łodzi.
11. Bohumil Maleček (CSRS): Problematyka obserwacji zakryć gwiazd przez planetoidy.
12. Ladislav Dubný (CSRS): Zakrycia małych obiektów przez Księżyc — obliczenia prążków dyfrakcyjnych (na mikrokomputerze ZX Spectrum 48 kB).

*MAREK ZAWILSKI*
*SŁAWOMIR KRUCZKOWSKI*

# KALENDARZYK ASTRONOMICZNY

**Opracował G. Sitarski** **Wrzesień 1987 r.**

## Słońce

Wędrując po ekliptyce Słońce po raz drugi w tym roku przekracza równik niebieski, tym razem w punkcie równonocy jesiennej, wstępując 23 września w znak Wagi. Mamy wówczas początek jesieni astronomicznej, a dni stają się coraz krótsze. W Warszawie 1 września Słońce wschodzi o $5^h46^m$, zachodzi o $19^h25^m$, a 30 września wschodzi o $6^h34^m$, zachodzi o $18^h17^m$. W dniu równonocy jesiennej wydarzy się obrączkowe zaćmienie Słońca, u nas jednak niewidoczne.

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

| Data 1987 | P | $B_0$ | $L_0$ | Data 1987 | P | $B_0$ | $L_0$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| IX 1 | +21°05 | +7°08 | 60°74 | IX 17 | +24°35 | +7°07 | 209°44 |
| 3 | +21.54 | +7.12 | 34.32 | 19 | +24.65 | +7.04 | 183.04 |
| 5 | +22.02 | +7.14 | 7.90 | 21 | +24.92 | +6.98 | 156.64 |
| 7 | +22.46 | +7.14 | 341.48 | 23 | +25.18 | +6.93 | 130.24 |
| 9 | +22.88 | +7.15 | 315.08 | 25 | +25.40 | +6.87 | 103.85 |
| 11 | +23.29 | +7.14 | 288.66 | 27 | +25.60 | +6.80 | 77.45 |
| 13 | +23.66 | +7.12 | 262.26 | 29 | +25.78 | +6.72 | 51.06 |
| 15 | +24.02 | +7.10 | 235.85 | X 1 | +25.92 | +6.63 | 24.66 |

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy; $B_0$, $L_0$ — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy.
$6^d4^h21^m$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

## Księżyc

Kolejność faz Księżyca będzie we wrześniu następująca: $1^d6^h$ pierwsza kwadra, pełnia $7^d20^h$, ostatnia kwadra $15^d2^h$, nów $23^d5^h$ i znowu pierwsza kwadra $30^d13^h$. W perygeum Księżyc znajdzie się 6 września, a w apogeum 18 września. We wrześniu tarcza Księżyca zakryje dwukrotnie Antaresa oraz Spikę (Kłos Panny) i Merkurego.

**Planety i planetoidy**

We wrześniu widoczne są tylko dwie jasne planety: wieczorem Saturn, ale nisko nad horyzontem w gwiazdozbiorze Wężownika jako gwiazda +0,5 wielkości, a prawie całą noc Jowisz jako jasna gwiazda —2,8 wielkości na granicy gwiazdozbiorów Ryb, Barana i Wieloryba. Wieczorem też widoczne są jeszcze Uran 6 wielk. gwiazd. i Neptun 8 wielk., ale również nisko nad horyzontem w gwiazdozbiorze Strzelca. Pozostałe planety są niewidoczne.

Prawie całą noc na granicy gwiazdozbiorów Wodnika i Pegaza widoczna jest planetoida Juno około 8,6 wielk. gwiazd. Dla łatwiejszego odnalezienia jej przez lunety wśród gwiazd podajemy współrzędne równikowe dla kilku dat: wrzesień $2^d$: rekt. $21^h51^m1$, dekl. —5°42′; $12^d$: rekt. $21^h44^m0$, dekl. —7°28′; $22^d$: rekt. $21^h38^m8$, dekl. —9°8′; październik $2^d$: rekt. $21^h36^m2$, dekl. —10°35′.

* *
*

$1^d$ O $8^h$ Księżyc w bliskim złączeniu z Antaresem, gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiorze Skorpiona; zakrycie gwiazdy przez tarczę Księżyca widoczne będzie w Indonezji i Australii. O $16^h$ Uran nieruchomy w rektascensji. O $18^h$ Saturn w złączeniu z Księżycem w odl. 6°. Wieczorem 2 księżyc Jowisza ukryty jest za tarczą planety, o $22^h33^m$ obserwujemy koniec zakrycia (księżyc 2 wyłoni się spoza prawego brzegu tarczy, patrząc przez lunetę odwracającą).

$2^d7^h$ Uran w złączeniu z Księżycem w odl. 5°.

$3^d3^h$ Złączenie Neptuna z Księżycem w odl. 6°.

$3/4^d$ Księżyc 1 zbliża się do brzegu tarczy Jowisza, ale nie docierając do niej niknie nagle w cieniu planety o $2^h54^m$ (początek zaćmienia).

$4/5^d$ Księżyc 1 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza. Cień pojawi się na tarczy planety o $0^h3^m$, a księżyc 1 rozpocznie przejście o $1^h5^m$; koniec przejścia cienia nastąpi o $2^h14^m$, a księżyca 1 o $3^h13^m$.

$5/6^d$ Wieczorem trzy księżyce Jowisza widoczne są w pobliżu planety z jednej strony tarczy, ponieważ księżyc 1 ukryty jest w strefie cienia, a potem za tarczą planety (początek zaćmienia tego księżyca o $21^h23^m$). Tymczasem księżyc 3 zbliża się do brzegu tarczy i o $23^h5^m$ na tarczy planety pojawi się plamka cienia tego księżyca, widoczna aż do $1^h37^m$. O $0^h34^m$ obserwujemy koniec zakrycia 1 księżyca. Księżyc 3 rozpocznie przejście na tle tarczy dopiero o $3^h24^m$.

$6/7^d$ Wieczorem o $21^h40^m$ obserwujemy koniec przejścia 1 księżyca Jowisza na tle tarczy planety. Natomiast nad ranem o $2^h31^m$ cień księżyca 2 rozpocznie przejście po tarczy planety.

$8/9^d$ Księżyc 2 ukryty jest za tarczą Jowisza. O $0^h54^m$ obserwujemy koniec zakrycia.

$11^d2^h$ Księżyc w złączeniu z Jowiszem w odl. 4°.

$11/12^d$ Księżyc 1 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza. Obserwujemy początek przejścia: cienia o $1^h57^m$, księżyca o $2^h51^m$.

$12/13^d$ Od $23^h17^m$ (początek zaćmienia) do $2^h20^m$ (koniec zakrycia) księżyc 1 jest niewidoczny w pobliżu Jowisza. O $3^h5^m$ na tarczy planety pojawi się plamka cienia księżyca 3.

13d Księżyc 1 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza. Obserwujemy koniec przejścia: cienia o 22h37m, księżyca o 23h26m.

15/16d Księżyc 2 przechodzi przez strefę cienia i za tarczą Jowisza. o 23h16m nastąpi początek zaćmienia, a o 3h13m koniec zakrycia.

16d Od 20h34m do 22h31m księżyc 3 ukryty jest za tarczą Jowisza.

17d O 9h Neptun nieruchomy w rektascensji. Wieczorem księżyc 2 przechodzi na tle tarczy Jowisza i do 22h17m jest niewidoczny.

19/20d O 1h12m obserwujemy początek zaćmienia 1 księżyca Jowisza.

20/21d Księżyc 1 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza. Początek przejścia cienia o 22h20m, księżyca o 23h3m; cień kończy przejście o 0h31m, a księżyc 1 o 1h11m.

21d O 22h31m obserwujemy koniec zakrycia księżyca 1 przez tarczę Jowisza.

22/23d O 1h52m nastąpi początek zaćmienia 2 księżyca Jowisza.

23d O 15h Merkury w złączeniu ze Spiką (Kłosem Panny), gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiorze Panny (w odl. 0°5). O 15h45m3 Słońce wstępuje w znak Wagi i jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 180°; mamy początek jesieni astronomicznej. W tym dniu wydarzy się też obrączkowe zaćmienie Słońca widoczne w Azji, w Australii, na Nowej Gwinei i na Oceanie Spokojnym.

23/24d Księżyc 3 przechodzi przez strefę cienia i za tarczą Jowisza. Obserwujemy koniec zaćmienia o 23h36m (blisko lewego brzegu tarczy, w lunecie odwracającej) oraz początek o 23h56m i koniec zakrycia o 1h53m.

24d Księżyc 2 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza. Początek przejścia cienia o 21h2m, księżyca o 22h21m; koniec przejścia cienia o 23h26m, a księżyca o 24h34m.

25d Księżyc znajdzie się w bliskim złączeniu kolejno o 3h ze Spiką (Kłosem Panny) i o 7h z Merkurym. Zakrycie gwiazdy przez tarczę Księżyca widoczne będzie w Japonii i na Pacyfiku, a zakrycie Merkurego w Indiach, w Indonezji i w Australii.

27/28d Księżyc 1 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza. Cień pojawi się na tarczy planety o 0h14m, a księżyc rozpocznie przejście o 0h47m; koniec przejścia cienia obserwujemy o 2h25m, a księżyca 1 o 2h56m.

28d O 14h bliskie złączenie Księżyca z Antaresem (po raz drugi w tym miesiącu); zakrycie gwiazdy przez tarczę Księżyca widoczne będzie w Afryce, na Madagaskarze, na Oceanie Indyjskim i w Australii. Wieczorem księżyc 1 Jowisza ukryty jest za tarczą planety do 24h16m.

29d Księżyc znajdzie się w złączeniu kolejno: o 2h z Saturnem w odl. 6°, a o 14h z Uranem w odl. 5°. O 22h tarcza Księżyca zakryje planetoidę Ceres (zjawisko u nas niewidoczne).

30d O 10h Księżyc w złączeniu z Neptunem w odl. 6°. Wieczorem księżyc 3 zmierza w kierunku brzegu tarczy Jowisza, ale nie dotrze do niej, bo po północy (o 25h6m) zniknie w cieniu planety.

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

CONTENTS

R. Janiczek — Claudius Ptolemy.
M. Sarna: — Mystery of the Century: ε Aurigae.
Vade-mecum for Observers: Occultations of Stars by the Moon Visible in Poland in 2nd Half of 1987.
Chronicle: Sources of Activity in Galactic Nuclei — The Active Nuclei of Our Galaxy — Forming Planetary Systems?
Conferences and Meetings: The 5th European Symposium on Occultation Projects.
Astronomical Calendar.

СОДЕРЖАНИЕ

Р. Яничек — Клавдий Птолемей.
М. Сарна — Загадка века: ε Возничего.
Справочник наблюдателя: Покрытия звёзд Луной видимые в Польше во II половине 1987 г.
Хроника: Источники акивности в ядрах галактик — Активное ядро нашей Галактики — Возникающие планетарные системы?
Конференции и съезды: V Европейский Симпозиум предсказывания и наблюдений покрытий ESOP V.
Астрономический календарь.

z prawej — zwiedzanie Żelazowej Woli. Zdjęcia na trzeciej stronie okładki wykonane zostały w Planetarium i Obserwatorium Astronomicznym w Łodzi. Fot. R. Fangor.

**Czwarta strona okładki:** Portret Jana Heweliusza namalowany najprawdopodobniej przez Daniela Schultza (Andrzeja Stecha) będący własnością Biblioteki Polskiej Akademii Nauk w Gdańsku.

**Komunikat**

Informujemy P.T. Członków i Sympatyków Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, że oferujemy do sprzedaży zestawy kolorowych przezroczy, wraz z opisem (broszurką) o następującej tematyce: 1. Słońce, 2. Księżyc, 3. Planety cz. 1, 4. Galaktyki. Do produkcji w/w zestawów wykorzystano fotografie NASA. Cena kompletu złożonego z w/w 4 zestawów wynosi 800,— zł. Natomiast przy sprzedaży wysyłkowej dolicza się koszta przesyłki i opakowania w wysokości 100,— zł. Razem cena kompletu przy sprzedaży wysyłkowej 900,— zł. Biuro ZG PTMA dokonuje sprzedaży wysyłkowej wyłącznie po dokonaniu wpłaty na nasze konto bankowe w PKO I OM Kraków nr 35510-16391-132 z wyszczególnieniem, na co przeznaczone są pieniądze.

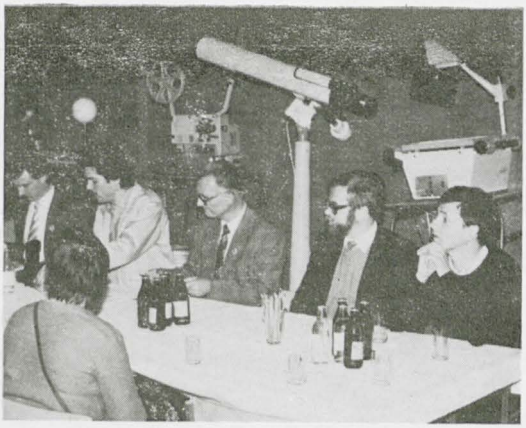
Zarząd Główny
Polskiego Towarzystwa
Miłośników Astronomii

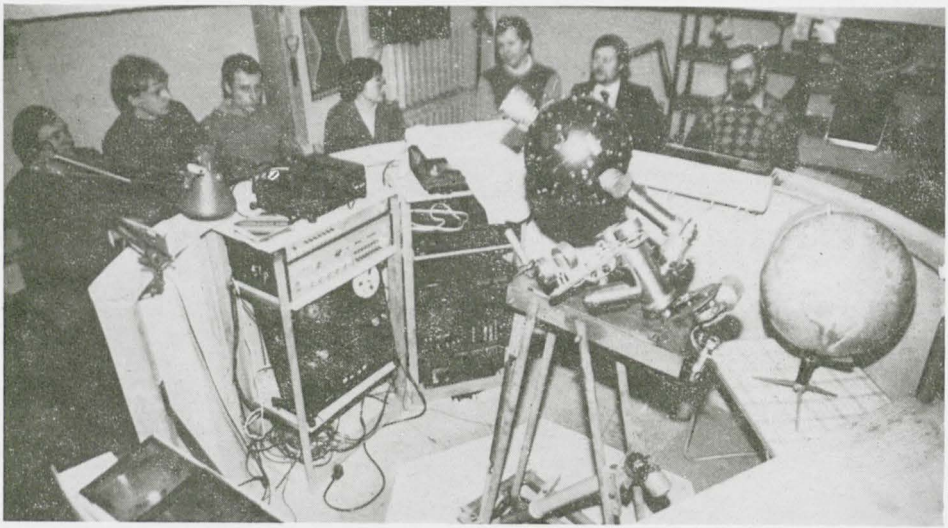
URANIA — Miesięcznik Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. **Redaguje kolegium w składzie:** Krzysztof Ziołkowski — redaktor naczelny, Magdalena Sroczyńska-Kożuchowska — sekretarz redakcji, T. Zbigniew Dworak — redaktor techniczny. **Adres redakcji:** ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa. **Adres administracji:** Zarząd Główny PTMA, ul. Solskiego 30/8, 31-027 Kraków, tel. 22 38 92; nr konta PKO I OM Kraków 35510-16391-132. **Warunki prenumeraty:** roczna dla członków PTMA — 588 zł, dla niezrzeszonych prenumeratorów — 720 zł, cena pojedynczego egzemplarza — 45 zł, zgłoszenia w administracji, adres j.w.

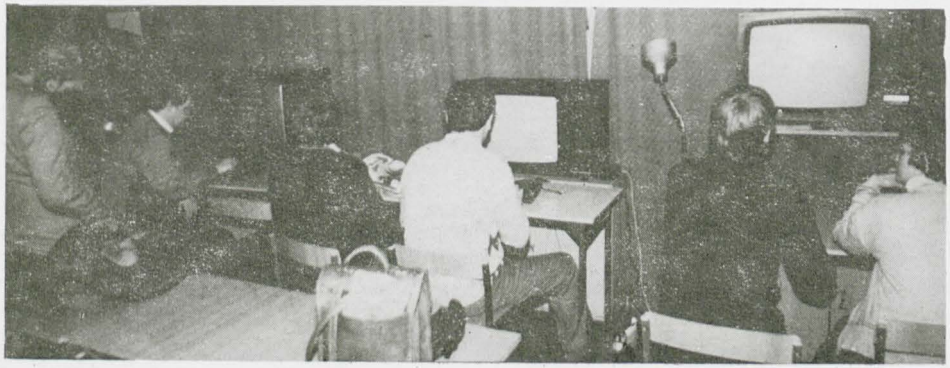
**Wydawca:** Zakład Narodowy im. Ossolińskich — Wydawnictwo PAN, Wrocław Oddział w Krakowie, 1985. Nakł. 2750+32 egz. Obj. ark. wyd. 2,40, ark. druk. 2,0 Pap. druk. sat. kl. V, 55 g, 61×86.
Indeks 38001

Drukarnia Związkowa w Krakowie — Zam. 2078/87 — D-19 — Nakł. 2750 egz.

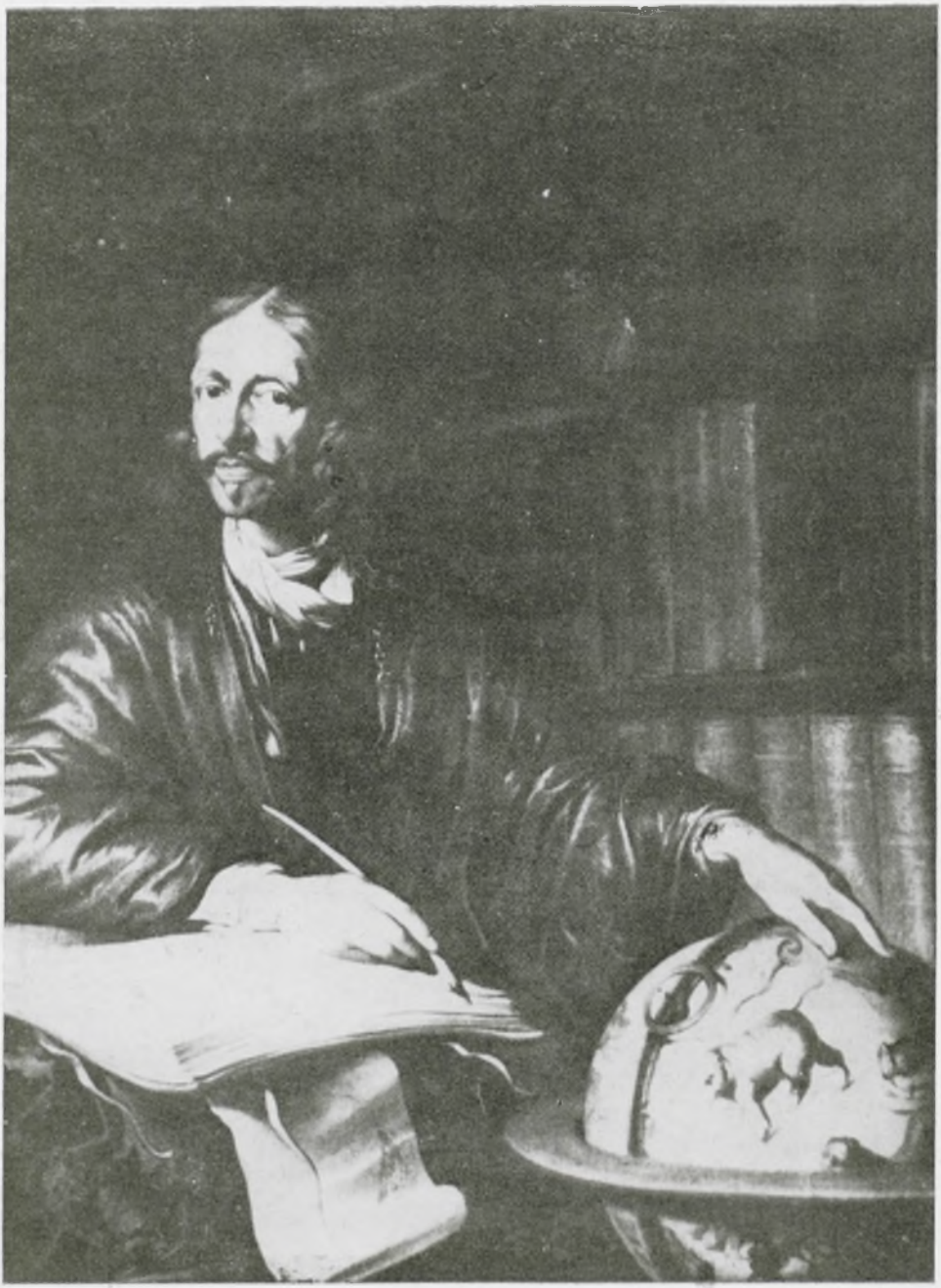
ASTRONOMY
S UNIVERSAL
14-12







Cena zł 45,—



Indeks 38001