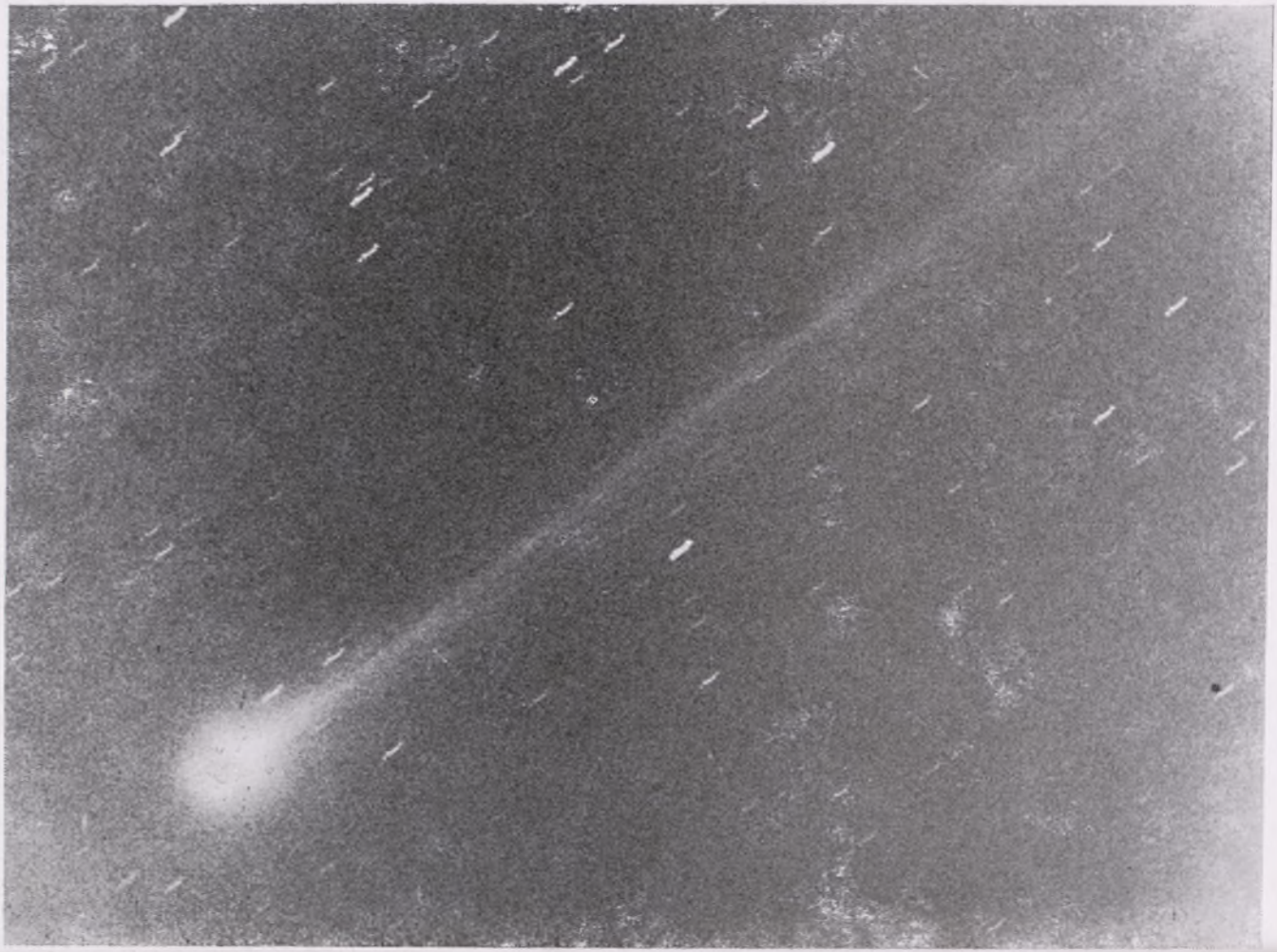
URANIA

MIESIĘCZNIK
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII
ROK LXI PAŹDZIERNIK 1990 NR 10 (585)



PL ISSN-0042-0794

URANIA

MIESIĘCZNIK POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK LXI PAŹDZIERNIK 1990 Nr 10 (585)

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

SPIS TREŚCI

Konrad Rudnicki — Czy Wszechświat się rozszerza? (274).

Marek Muciek — Czy istnieją krasnoludki? (II) (281).

Józef Smak — Teleskop globalny (291).

Kronika: Związek rojów meteorowych z planetoidami (295) — Nowa rekordzistka w świecie małych planet (296) — Lot Galileo (297) — Dementi? (297).

Obserwacje: Kometa Brorsena-Metcalfa 1989o — trzecie pojawienie (298) — Komunikat nr 5/90 Sekcji Obserwacji Słońca PTMA (299).

Nowości Wydawnicze: *P. Rybka*, Heweliusz (299).

Kalendarzyk Astronomiczny (302).

Cztery zagadnienia zdominowały niniejszy numer. We wstępnym artykule prof. Konrad RUDNICKI relacjonuje interesujące dyskusje specjalistów podważające jedną z najlepiej — jak się wydawało — ugruntowanych koncepcji kosmologicznych. Wprawdzie nie znajdziemy w nim odpowiedzi na tytułowe pytanie, ale poznamy wątpliwości i niepokoje, które coraz bardziej zdają się trapić dziś kosmologów. Drugą część rozpoczętego w poprzednim miesiącu przeglądu aktualnej obecnie problematyki astrofizycznej symbolizowanej pojęciem brązowego karła, dr Marek MUCIEK poświęca omówieniu kilku obiektów podejrzewanych o przynależność do grupy ciągle jeszcze hipotetycznych tworów, z którymi astronomowie wiążą jednak wielkie nadzieje. Nowe polskie obserwatorium astronomiczne na Suhorze w Gorcach, o którego powstaniu donosiliśmy w numerze 7/1988, może już poszczycić się ciekawym osiągnięciem. Dowiemy się o nim z artykułu prof. Józefa SMAKA prezentującego międzynarodowe przedsięwzięcie określane mianem teleskopu globalnego, polegające na ścisłej współpracy kilku obserwatoriów położonych w różnych rejonach świata, które podjęły wspólny program obserwacji fotometrycznych gwiazd pulsujących. I wreszcie powracamy do ubiegłorocznego pojawienia się komety Brorsena-Metcalfa, o którym już pisaliśmy w numerze 2/1990, przedstawiając wyniki jej obserwacji wykonanych przez mgra Bogdana MACIESOWICZA oraz ilustrując okładkę zdjęciami tej komety.

Zdjęcia na okładce ukazują kometę Brorsena-Metcalfa (1989o) i zostały wykonane przez Bogdana Maciesowicza za pomocą teleskopu Schmidta 60/90/180 cm w Obserwatorium Astronomicznym UMK w Piwnicach koło Torunia w dniu 2 września 1989 r. (pierwsza i druga strona okładki) i 5 września 1989 r. (trzecia i czwarta strona okładki). Zdjęcia na pierwszej i trzeciej stronie okładki stanowią negatywowe powiększenie obrazów głowy komety ze zdjęć na drugiej i czwartej stronie okładki.

KONRAD RUDNICKI — Kraków

CZY WSZECHŚWIAT SIĘ ROZSZERZA?

Nie tylko doktryny polityczne i społeczne, ale również teorie kosmologiczne powstają, dochodzą czasem do stadium „powszechnego uznania", a potem okazują się przestarzałe i znikają. Dawniej odbywało się to w ciągu stuleci. Potem tempo się zwiększyło. Teorie pojawiają się i znikają z roku na rok.

Na tle tych częstych zmian dość wyjątkowe miejsce zajęła hipoteza rozszerzającego się Wszechświata i związanego z tym Wielkiego Wstrząsu, lub — jak zwykli mówić inni — Wielkiego Wybuchu, narodzenia się Wszechświata z tak zwanej osobliwości, z czegoś, co można wyrazić tylko matematycznie, co nie ma nawet jasnej interpretacji fizycznej, a co możemy przybliżyć wyobraźni jako powstanie świata z jednego punktu lub z jednej nieskończenie energetycznej cząstki elementarnej, albo ze stanu, w którym wszystkie parametry fizyczne, takie jak gęstość materii, temperatura, ciśnienie, odległości, rozmiary horyzontu kosmologicznego itp. były albo nieskończenie wielkie, albo zerowe, albo nieoznaczone. Jeszcze inaczej można stadium osobliwości przybliżyć naszej wyobraźni jako stan, w którym nie tylko nie działały żadne prawa fizyczne, ale nie mogło być jakiejkolwiek, choćby i najogólniej pojętej przyczynowości. Wielki Wstrząs (po angielsku: Big Bang) to coś, co wstrząsnęło nieistnieniem i spowodowało zaistnienie Wszechświata, samo natomiast zostało „spowodowane" (w rzeczywistości o powodach nie można tu mówić) poza czasem, przestrzenią i prawami logiki.

Teoria rozszerzającego się Wszechświata powstała po roku 1929, to jest po opublikowaniu przez Edwina H u b b l e' a odkrycia prostego związku (liniowej proporcjonalności) pomiędzy przesunięciami ku czerwieni linii w widmach galaktyk, a odległościami tychże galaktyk. W kilkanaście lat później zaczęto traktować serio matematyczną koncepcję osobliwości stojącej u początku rozszerzającego się Wszechświata. Tak więc hipoteza Wielkiego Wybuchu liczy już sobie około czterdziestu lat i należy do najtrwalszych wśród licznych koncepcji kosmologicznych. Tę trwałość zawdzięcza w jakiejś części również niezwykłości frapującej umysły nie tylko astronomów, ale w nie mniejszej mierze filozofów, w tym również filozofów — amatorów, a takich jest więcej niż się na ogół przypuszcza. Pisują oni artykuły, wydają książki... O osobliwości i pierw-

szych chwilach istnienia Wszechświata napisano wiele dzieł popularnych. Rzecz jest „znana" prawie każdemu miłośnikowi wiedzy, choć tak naprawdę istnieje bardzo wąskie grono specjalistów rozumiejących strukturę logiczną i matematyczną i znających obserwacyjne podstawy hipotezy Wielkiego Wstrząsu.

Ciekawe, że filozoficzne rozważania dotyczące tej hipotezy prowadzą do zupełnie sprzecznych wniosków. Niektórzy uważają, że powstanie Wszechświata poza fizyczną przyczynowością, poza logicznym wynikaniem dowodzi, ba — ukazuje niejako — bezpośrednią interwencję Stwórcy, odsłania stwórczy akt, jest więc znakomitym, naukowym dowodem istnienia Boga. Inni rozumują przeciwnie, że wskazana przez naukę możliwość spontanicznego narodzenia się „z niczego", poza wszelką przyczyną i logiką, fizycznej, matematycznie dającej się ująć i do tego logicznej struktury Wszechświata, usuwa potrzebę przyjmowania jakiejkolwiek interwencji nadprzyrodzonej. Istnienie jest po prostu przypadkiem i hipoteza Wielkiego Wstrząsu okazuje to w całej rozciągłości. Tylko niektórzy rozumieją, że powstanie Wszechświata czy to w czasie, czy razem z czasem, czy poza czasem nie może bezpośrednio ani dowodzić, ani przeczyć działaniu czy istnieniu Boga, podobnie jak nie może tego dowodzić (lub przeczyć) powstanie czegokolwiek, co nie znaczy, że zjawiska tego rodzaju nie mogą być dla wierzącej duszy obrazami działania Stwórcy.

Jakie by jednak nie było filozoficzne znaczenie teorii rozszerzającego się Wszechświata, ostatnio gromadzi się coraz więcej faktów nie do pogodzenia z nią. Coraz się częściej odbywają sympozja, kolokwia i konferencje „dysydentów", naukowców, którzy albo wprost odrzucają hipotezę rozszerzającego się Wszechświata albo przynajmniej chcą widzieć bezstronnie inne, konkurencyjne możliwości. Taką imprezą była też narada robocza (po angielsku: workshop) „Kwasistatyczna Kosmologia; Kwant i Wszechświat; Kosmologia po de Broglie'u" odbyta w dniach 27—29 czerwca 1990 roku w Paryżu (formalnie biorąc pod Paryżem) w jednym z budynków frapującego nowoczesnością kompleksu architektonicznego la Defence. Zorganizowało ją kanadyjskie czasopismo kosmologiczne *Apeiron* przy finansowym wsparciu towarzystwa komunikacji satelitarnej Tandberg Satelite Systems. Do narady zaproszono tylko czternastu panów w wieku od doktoranckiego począwszy, a na emerytalnym skończywszy oraz jedną młodą panią. Przybyli oni z Anglii, Finlandii, Francji, Kanady, Indii, Niemiec, Polski

i Szwecji. Bohaterem narady był Jan Pierre Vigier, znany fizyk i kosmolog francuski obchodzący właśnie siedemdziesiąte urodziny. Na jego cześć został też wydany obiad kończący naradę.

W ciągu trzech dni rozmów wygłoszono zaledwie 10 referatów, 30 do 45 minut każdy, natomiast po każdym z nich zostawiono przeszło drugie tyle czasu na obszerną, wyczerpującą dyskusję. Było to znakomitym pomysłem organizacyjnym. Mimo to, w przeznaczonym czasie dyskusji się wyczerpać nie dawało. Przenosiły się one, jak to zresztą zwykle bywa, i kończyły w czasie śniadań, obiadów i kolacji.

Na naradzie przypomniano mało znaną historię hipotezy rozszerzającego się Wszechświata. Uważani za jej ojców wielcy obserwatorzy i teoretycy Hubble, Humason, Tolman naprawdę nigdy nie byli do końca pewnymi jej słuszności. W 1931 roku, w jednej z pierwszych prac poświęconych przesunięciom ku czerwieni w widmach galaktyk Milton L. Humason pisał: „Wcale nie jest pewne, że wielkie przesunięcia ku czerwieni w widmach należy interpretować jako efekt Dopplera, ale dla wygody zostają tu one wyrażone w jednostkach prędkości i traktuję je jako pozorne prędkości." Edwin Hubble i Richard C. Tolman w podstawowej pracy na ten temat z roku 1935 napisali co następuje: „Najbardziej się narzucającym wytłumaczeniem odkrycia jest traktowanie go jako bezpośrednio związanego z ruchem ucieczki mgławic (galaktyki dawniej zwano mgławicami; uwaga K. R.) i takie założenie bywa często stosowane przy rozpatrywaniu ruchów mgławic, gdy się to robi z pomocą relatywistycznej teorii grawitacji albo w czysto kinematycznym ujęciu zaproponowanym przez Milne'a. Jednak nie należy przedwcześnie lekceważyć możliwości, że przesunięcie ku czerwieni może być skutkiem jakichś innych przyczyn związanych z długim czasem lub odległością występującymi w przebiegu światła od mgławicy ku obserwatorowi, a wielu badaczy w samej rzeczy proponowało inne tego rodzaju przyczyny, choć jak dotąd bez podania całkiem zadawalającego, szczegółowego opisu takiego mechanizmu. Dopóki nie zostaną zdobyte dalsze dowody, obaj autorzy chcą okazać nieuprzedzoną gotowość uznania najlepszego, ostatecznego wyjaśnienia mgławicowych przesunięć ku czerwieni, a w przedstawieniu czysto obserwacyjnych odkryć będą nadal używać zwrotu „pozorna" prędkość ucieczki. Obaj się skłaniają jednak ku opinii, że jeśli przesunięcie ku czerwieni nie jest wywołane prędkością ucieczki, w jego wyjaśnienie prawdopo-

dobnie zostaną wplecione zupełnie nowe zasady fizyczne". Zaś w zdaniu kończącym publikację czytamy „...wydaje się właściwe zająć nieuprzedzone stanowisko co do mgławicowych przesunięć ku czerwieni...". Na uwagę zasługuje to wspomnienie kinematycznej teorii Milne'a, ogromnie ogólnej, dającej się stosować do różnorakich teorii fizycznych.

Pracujący w Niemczech amerykanin Halton C. Arp, jeden z dwóch ostatnich uczniów Hubble'a przypomniał, że ten do śmierci, mimo nacisku pewnych teoretyków, nie uznał teorii rozszerzającego się Wszechświata jako jedynej dopuszczalnej, stale zwracając uwagę na inne, odmienne możliwości. Również Einstein — o czym przypomniał Vigier — zachwycał się wprawdzie prostotą i elegancją hipotezy rozszerzającego się Wszechświata, widział jednak możliwość wytłumaczenia przesunięć ku czerwieni w widmach galaktyk nie tylko ich rzeczywistą ucieczką, ale również „starzeniem" się fotonów i sam zaproponował pewien mechanizm takiego zjawiska. Pomijając liczne wypowiedzi innych wielkich kosmologów, warto tylko przypomnieć że słynny szwajcarski astronom pozagalaktyczny Fritz Zwicky, zmarły w latach siedemdziesiątych, prędkości „ucieczki galaktyk" oznaczał symbolem V_s zamiast powszechnie przyjętego V_r, gdyż nazywał je zawsze „symbolicznymi prędkościami ucieczki" (stąd literka „s"), zamiast „radialnymi prędkościami" („r"), jak to robili inni.

W umysłach wielu laików uformował się pogląd, iż zjawisko przesunięcia ku czerwieni w widmach galaktyk i kwazarów stanowi jeden monolit z relatywistycznym modelem rozszerzającego się Wszechświata. Ten rzekomy monolit jest w rzeczywistości zlepkiem trzech oddzielnych zespołów zagadnień. Pierwszy z nich to problem, czy rzeczywiście obserwujemy ścisłą proporcjonalność pomiędzy odległością obiektu pozagalaktycznego, a wielkością przesunięcia ku czerwieni. Drugi — czy obserwowane przesunięcie należy traktować jako zjawisko Dopplera (przesunięcie w długości fali wywołane ruchem przedmiotu promieniującego). Zaś trzecia — jaki jest związek obu pierwszych ze „standardowym", relatywistycznym modelem Wszechświata lub ogólniej z jego relatywistycznymi modelami (liczba mnoga). Pierwszy zespół należy do obserwatorów, ostatni — do teoretyków, środkowy — zarówno do jednych jak i drugich. Narada zajmowała się szczegółowo wszystkimi trzema.

Mnożą się coraz bardziej obserwacje świadczące przeciw prostej proporcjonalności pomiędzy odległością, a wielkością

przesunięcia ku czerwieni w widmach galaktyk i kwazarów. Do najbardziej spektakularnych należą zapoczątkowane już w latach sześćdziesiątych obserwacje obiektów pozagalaktycznych związanych fizycznie (na przykład połączonych pomostem międzygalaktycznym lub otoczonych wspólną otoczką plazmy), a posiadających o rząd wielkości różne przesunięcia ku czerwieni. Takich obiektów odkryto już setki i choć w każdym pojedynczym przypadku można się odwołać do jakiejś hipotezy *ad hoc* tłumaczącej nietypowość zjawiska, nie da się rozsądnie wyjaśnić całości istniejących faktów. Jeszcze trudniejsze do włączenia w pogląd o proporcjonalności odległości i przesunięć widmowych jest zauważone uprzywilejowanie pewnych wartości tych przesunięć. Te uprzywilejowane wartości są periodyczne o okresie około 72 km/sek, jeśli je wyrazić w „symbolicznych prędkościach". Odkryto ten efekt najpierw w widmach galaktyk podwójnych, później — kwazarów, obecnie występuje on już wszędzie, gdzie się przeprowadzi odpowiednio dokładne pomiary. Niektórzy zwolennicy proporcjonalności przyjmują, że mamy tu do czynienia z periodycznymi zmianami gęstości przestrzennej galaktyk w miarę odległości (od Ziemi!). Czyż nie prościej przyjąć, że to, co obserwujemy, nie jest miernikiem odległości? Ostatnio przybył nowy fakt obserwacyjny. Otóż większość kwazarów, obiektów kosmicznych o największych znanych przesunięciach widmowych ku czerwieni, skupia się w pasie okalającym całe niebo wzdłuż tak zwanego równika supergalaktycznego. Jeśli przyjąć, że ogromne przesunięcia w widmach tych obiektów świadczą o ich niesłychanych odległościach, to mamy tu do czynienia z gigantyczną strukturą Wszechświata dowodzącą jego ogólnej niejednorodności. Możemy natomiast uratować pogląd o jednorodności Wszechświata jeśli przyjąć, że przesunięcia ku czerwieni nie świadczą o odległości i że pas skupienia kwazarów jest związany ze strukturą Supergalaktyki, strukturą lokalną.

Oddzielna jest grupa argumentów przeciw traktowaniu przesunięcia ku czerwieni jako zjawiska przede wszystkim dopplerowskiego, słowem argumentów za tym, żeby tych przesunięć nie traktować jako mierników prędkości oddalania. O ile pierwsza grupa argumentów świadczy przeciw prostemu obrazowi ekspansji Wszechświata, obrazowi zgodnemu ze standardowym modelem, o tyle druga przemawia przeciw ogólnemu rozszerzaniu się Wszechświata, w jaki by się ono sposób nie odbywało. Należą tu spore, zaobserwowane różnice przesunięć widmowych wewnątrz poszczególnych galaktyk, które

przy interpretacji dopplerowskiej musiały by świadczyć o ich rozpadaniu się, co wprawdzie jest możliwe, ale trudne do przyjęcia, wymagające zmiany poglądów na budowę galaktyk. Należą tu niewytłumaczalne przesunięcia widmowe ku czerwieni na brzegach tarczy Słońca. Od początku stulecia znany jest fakt, że gwiazdy gorące (mowa o gwiazdach w naszej Galaktyce) wykazują dodatkowe przesunięcie linii widmowych ku czerwieni. Dawniej tłumaczono to ekspansją „podsystemu" gwiazd młodych, gorących. Dziś takie tłumaczenie wobec narastających danych obserwacyjnych staje się coraz mniej prawdopodobne. Zjawisko nie jest ani efektem Dopplera ani grawitacyjnym, lecz efektem nowym, niezbadanym. Jakim? Tu się pojawia pojęcie użyte w roku 1935 przez Hubble'a i Tolmana: nowe zasady fizyki, lub krócej: nowa fizyka.

Oczywiście zjawisko Dopplera istnieje. Z codziennego doświadczenia wiemy, że sygnał karetki pogotowia wydaje się wyższy (krótsze fale), gdy karetka ku nam się zbliża, a niższy (dłuższe fale), gdy się oddala. Podobnie musi się stawać czerwieńsze (dłuższe fale) światło oddalającej się gwiazdy, czy galaktyki. Ale czy to zjawisko jest we Wszechświecie dominujące? Oprócz zjawiska Dopplera znamy jeszcze przesunięcie grawitacyjne i magnetyczne rozszczepienie połączone z przesunięciem linii widmowych. Żadne z tych trzech zjawisk nie może jednak wytłumaczyć w pełni wspomnianych anomalii. Teoretycy szukają i wskazują na możliwości jeszcze dalszych zjawisk. Kilka z takich możliwości przedstawiono w Paryżu. Dotyczą one bądź utraty energii przez fotony przy spotkaniach ze skupieniami pewnych mało zbadanych (tzw. egzotycznych) cząstek elementarnych, bądź „starzeniem się" atomów (atomy „młode" wysyłają promieniowanie czerwieńsze niż „stare"). Ale „nowa fizyka" jest jeszcze w powijakach, jest w stanie w jakim były badania praw elektryczności, gdy Luigi Galvani zauważył, że udko martwej żaby dotknięte zespołem drucików drga.

A co do modeli Wszechświata, to po pierwsze nie wiadomo, czy tworzenie modeli jest tu rzeczywiście potrzebne, czy to, co możemy przedstawić jako model nie jest z konieczności zbyt proste. Ale jeśli już, to nie muszą to być koniecznie modele relatywistyczne. Taki model Wszechświata nierozszerzający się i nierelatywistyczny przedstawił niedawno fiński kosmolog Toivo Jaakkola. Zresztą i wśród modeli relatywistycznych istnieją też nierozszerzające się. Takim jest na przykład znany od przeszło 40 lat choć nie modny model Kurta Gödla.

W czasie paryskiej narady dr Vigier stwierdził (choć nie miał czasu przedstawić w całości dowodu), że istnieją stabilne nierozszerzające się modele relatywistyczne typu friedmanowskiego, a więc zbliżone do modelu standardowego.

Jak widać, postulując brak proporcjonalności pomiędzy przesunięciem ku czerwieni i odległością, a zwłaszcza idąc dalej i odrzucając zjawisko Dopplera jako podstawę obserwowanych fenomenów widmowych, zwolennicy nierozszerzającego się Wszechświata, przeciwnicy Wielkiego Wstrząsu, muszą przyjąć jakieś nowe zjawisko, nie zbadane jeszcze laboratoryjnie, a więc nie opracowane do końca teoretycznie. Na naradzie paryskiej zwrócono uwagę, że można również postąpić odwrotnie — przyjąć regularne rozszerzanie Wszechświata i, że ono właśnie wywołuje główną część przesunięcia ku czerwieni, zaś nowe, tajemnicze zjawisko uczynić odpowiedzialnym tylko za omówione anomalie obserwacyjne, za fenomeny nie mieszczące się w zwykłej teorii ekspansji. Tak można, tylko że w takim razie hipoteza ekspandującego Wszechświata traci cały urok polegający na prostocie, na tłumaczeniu jednym procesem, zjawiskiem ekspansji większości obserwowanych fenomenów. Właściwie poza prostotą i pięknem przy koncepcji Wielkiego Wstrząsu nie pozostało już dziś wiele przekonujących argumentów.

Przez szpary poważnie zarysowanego dotychczasowego obrazu Wszechświata coraz bardziej stają się widoczne zjawiska nie znane obecnej fizyce. Pojęcia „nowe zasady fizyki", „nowa fizyka" użyte po raz pierwszy w tym sensie przez Hubble'a i Tolmana pojawiają się coraz częściej. Nie podoba się to badaczom lubiącym zaokrąglone, wykończone poglądy i gładkie naukowe idee (naukowe ideologie?). Na naradzie mówiono o dawniej już zgłoszonych i nowych projektach doświadczeń laboratoryjnych mających wykazać nieznane mechanizmy przesunięcia linii widmowych. Są to eksperymenty drogie i ryzykowne. Brak chętnych do ich finansowania. Ale o ich potrzebie mówi się coraz więcej...

Czy więc hipotezę Wszechświata ekspandującego od początkowej osobliwości wolno dziś ostatecznie odrzucić? Nie. Uczciwy, obiektywny badacz rzeczywistości może tylko stwierdzić, że nie jest ona lepsza niż inne konkurencyjne, jest tylko znacznie lepiej opracowana. Ale właśnie dlatego, przy porównaniu z faktami obserwacyjnymi ujawniają się jej podstawowe słabości. Ponadto jeśli chcieć utrzymać hipotezę Wielkiego Wstrząsu, to trzeba ją gruntownie przerobić, uzupełnić nowymi pra-

wami fizyki, nowymi zjawiskami, a zarazem okroić z pewnych dziedzin, które sobie przywłaszczyła. Jeśli zachować relatywistyczny obraz rozszerzającego się Wszechświata, to jednak inny niż dzisiejszy „model standardowy" będący podstawą większości prac szczegółowych i królujący w literaturze popularnej.

MAREK MUCIEK — Toruń

CZY ISTNIEJĄ KRASNOLUDKI? (II)

... nikt żadnego nie widział ...

Pierwszą część niniejszego artykułu zakończyliśmy westchnieniem o odkrycie choćby jednego niewątpliwego brązowego karła. Łatwiej by nam było wtedy uwierzyć, że setki miliardów tych ciał wypełnia Galaktykę, tłumacząc obserwowane ruchy gwiazd. Musielibyśmy jednak mieć całkowitą pewność, że to, co uważamy za brązowego karła, jest nim rzeczywiście, a nie czymś co go tylko udaje.

Do chwili obecnej zebrała się już spora grupka obiektów, które mogą być brązowymi karłami. Wypisane one są w tabeli 1, która podaje również podstawowe ich parametry wydedukowane z obserwacji, oraz krótkie informacje o rodzaju argumentów świadczących za i przeciw ich „brązowokarłowatej" naturze. Przyjrzyjmy się uważniej niektórym „podejrzanym".

Prawie niechcący, bez specjalnych poszukiwań natrafiono na ślad pierwszej pary kandydatów na brązowe karły. *Wolf 424* jest gwiazdą podwójną, niepozornym obiektem 13 wielkości gwiazdowej w Wielkiej Niedźwiedzicy. Należy jednak do nielicznej, ale bardzo ważnej grupy układów wizualnie podwójnych, a więc takich, że na zdjęciu (lub wprost w okularze teleskopu) widać oddzielnie oba składniki. Można zmierzyć odstęp pomiędzy nimi i kąt pozycyjny (ułożenie w stosunku do kierunku północ-południe). Po wielu latach takich obserwacji możliwa jest rekonstrukcja orbity jednej gwiazdy względem drugiej — jej kształtu, ułożenia w przestrzeni i okresu obiegu. Jeśli znamy odległość układu od nas, możemy wykorzystać III prawo Keplera i obliczyć sumę mas obu składników układu. Jeśli dodatkowo wiemy coś o stosunku ich mas (z pomiarów prędkości radialnych lub stosunku jasności) to dostajemy masy każdego ze składników z osobna. To bardzo ważna własność układów wizualnie podwójnych, istotna zwłaszcza dla poszu-

Tabela 1

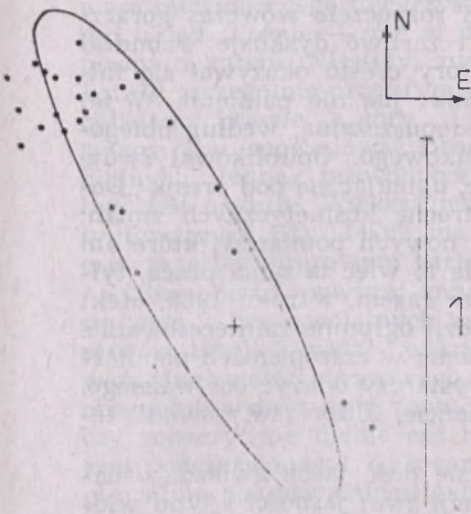
MOŻLIWE BRĄZOWE KARŁY

Nazwa	Masa [$M_\odot$]	Temp. [K]	Moc prom. [$*10^{-5} L_\odot$]	Świadectwa	Wątpliwości
Wolf 424	59 51			orbita	orbita
HD 114762B	>10			zmiany v_r	i, ampl.<2σ.
ZZ Psc B	40-80	1200	5	niska temp. wspólny ruch	dysk pyłowy?
GD 165 B	60-80	2100	8	niska temp.	obiekt tła?
Gl. 569B	~80	2500	74	niska temp. wspólny ruch	wiek
	<60	2500	72		
8	60	2700	72	położenie	
	60-80	2800	100	na	
obiektów	60-80	2900	120	diagramie	obiekty
	~80	2950	160	Hertzsprunga	
w	60	2500	130	- Russla	tła ?
	60	2500	130		
Plejadach	60	2600	150		
9 obiektów w Byku	5-20			niska temp. wspólny ruch młody wiek	gwiazdy ? obiekty tła?

$L_\odot$ oznacza moc promieniowania Słońca, wynoszącą $3.9*10^{33}$ erg/s

kiwaczy brązowych karłów. Jak pamiętamy z I części artykułu, obiekty te są zdefiniowane właśnie poprzez masę, która musi zawierać się w granicach od 10 do 80 mas Jowisza (M_J). Stwierdzenie, że dany obiekt ma taką właśnie masę jednoznacznie i bezdyskusyjnie oznacza, że jest on brązowym karłem. Wszelkie inne cechy zewnętrzne (kolor, jasność) mogą być zwodnicze.

Na rys. 1 krzyżykiem oznaczono jedną z gwiazd układu Wolf 424. Kropki wskazują na położenie drugiego składnika względem pierwszego w różnych momentach. Elipsa jest orbitą układu dopasowaną do tych obserwacji. Okres obiegu obu gwiazd wokół wspólnego środka masy wynosi 16.2 lat.



Rys. 1. Wzajemne położenia składników układu wizualnie podwójnego Wolf 424 zaobserwowane w latach 1938—1987 (krzyżyk i kropki). Elipsa jest orbitą układu wydedukowaną z obserwacji. Zwróćmy uwagę na skalę obrazu zaznaczoną jako pionowa kreska z prawej strony. (Wg W. D. Heintz 1972 *Astron. J.*, 77. 161 i W. D. Heintz 1989 *Astron. Astroph.*, 217, 145).

Wziąwszy pod uwagę wielkość orbity i odległość układu uzyskuje się masy obu składników:

$$M_1 = 59\ M_J$$
$$M_2 = 51\ M_J$$

Murowane brązowe karły! O ile... masy wyznaczono poprawnie, a to niestety nie jest pewne. Na pierwszy rzut oka widać jak słabo punkty obserwacyjne określają elipsę z rys. 1. Niepokój wzrasta jeśli się zauważy, że separacja składników układu jest rzędu 1″, często mniejsza. Tymczasem rozmiar obrazów gwiazd na kliszy (obserwacje wykonano metodą fotograficzną) tylko wyjątkowo bywa ok. 1″, a zwykle jest parokrotnie większy. Dodajmy do tego, że odległość układu, choć niewielka (4.2 pc), nie jest znana dokładnie, a zrozumiemy rezerwę, z jaką przyjęto ogłoszenie układu Wolf 424 parą brązowych karłów. W III prawie Keplera okres jest podniesiony do potęgi 2 a półoś orbity aż do 3. Niech któryś z tych parametrów będzie choć trochę inny niż przyjęto w rachunkach, a masy składników układu przekroczą granicę 80 M_J i gwiazdy te okażą się nie brązowymi, lecz zwykłymi czerwonymi karłami. Należy przypuszczać, że nowe obserwacje rozstrzygną ten problem w niedługim czasie.

Na marginesie warto w paru zdaniach opisać historię „sprawy Wolf 424", jest ona bowiem ciekawym przykładem krętych dróg jakimi chadza rozwój nauki. Prezentowana na rys. 1 orbita układu oraz wynikające z niej masy składników zostały opublikowane po raz pierwszy przez W. D. Heintza już w roku 1972. Odkrycie to nie wzbudziło wówczas zainteresowania. Były to czasy kiedy samo pojęcie brązowych karłów nie było jeszcze znane. Stało się ono modne dopiero w połowie lat osiemdziesiątych, głównie dzięki rozwojowi techniki odbiorników podczerwonych, która stworzyła szansę wykrycia tych

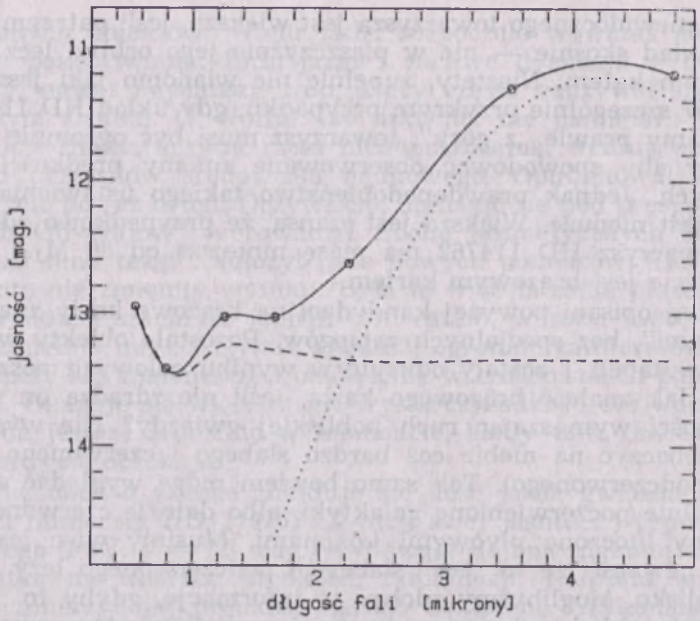
chłodnych obiektów. Wielu ludzi rozpoczęło wówczas gorączkowe poszukiwania. Entuzjazm i żarliwe dyskusje wzbudzał każdy, nawet najsłabszy trop, który często okazywał się fałszywym śladem. O Wolfie 424 nikt już nie pamiętał. W tej sytuacji Heintz uczynił rzecz niedopuszczalną, według obiegowych przesądów środowiska naukowego. Opublikował swoje odkrycie po raz drugi. Oczywiście, uginając się pod presją „Dobrych Obyczajów" wprowadził trochę kosmetycznych zmian: napisał inny tekst i dołożył parę nowych pomiarów, które ani na jotę nie zmieniły wyniku. Była to więc ta sama praca, tylko w nowej szacie. A jednak tym razem, w roku 1989, efekt był zupełnie inny. Artykuł wzbudził ogromne zainteresowanie. Posypały się komentarze i omówienia w czasopismach popularnych. Okazuje się więc, że nie wystarczy odkryć coś ważnego. Trzeba jeszcze zrobić to w momencie, kiedy tzw. „świat" tego odkrycia oczekuje.

Tuż obok α Comae znajduje się dość jasna gwiazda oznaczona numerem *HD 114762*. Z racji swej jasności i typu widmowego (F9V, V = 7.3 mag.) wydawała się ona znakomitą kandydatką na wzorzec prędkości radialnych. Należało w tym celu zmierzyć jej prędkość bardzo dokładnie. Wykonano ponad 100 pomiarów o niesłychanej precyzji ok. 0.47 km/s. W ich wyniku okazało się, że HD 114762 nie nadaje się na żaden standard. Jej prędkość radialna jest zmienna z okresem 84 dni. Amplituda zmienności jest bardzo mała, zaledwie 0.726 km/s. Jednak przy tak olbrzymiej liczbie obserwacji (wykonanych przez dwie niezależne grupy) wniosek o okresowej zmienności prędkości radialnych HD 114762 jest pewny. Oznacza to, że gwiazda ta ma niewidocznego towarzysza, który zmusza ją do obiegu wokół wspólnego środka mas. W analogiczny sposób Jowisz powoduje okresowy ruch Słońca. Jednak amplituda wynikających stąd zmian prędkości radialnej Słońca może być co najwyżej 0.012 km/s (zachęcam Czytelnika do samodzielnego wyrachowania tej liczby), zaś okres wynosi oczywiście 11.9 lat. Pod względem typu widmowego HD 114762 nie różni się bardzo od Słońca, wobec tego i masy obu gwiazd są zbliżone. Zatem III prawo Keplera informuje nas, że towarzysz HD 114762 jest tak odległy od gwiazdy centralnej jak Merkury od Słońca (zbliżone okresy obiegu). Łatwo też oszacować, że jeśli płaszczyzna orbity układu jest prostopadła do sfery niebieskiej to masa towarzysza wynosi ok. 16 M_J (i te obliczenia warto sprawdzić). Można by wówczas uznać to ciało za dużą planetę, bądź malutkiego brązowego karła. Jednak faktyczna

masa niewidocznego towarzysza jest większa, jeśli patrzymy na ten układ skośnie — nie w płaszczyźnie jego orbity, lecz pod pewnym kątem. Niestety, zupełnie nie wiadomo jaki jest ów kąt. W szczególnie przykrym przypadku, gdy układ HD 114762 oglądamy prawie „z góry", towarzysz musi być ogromnie masywny aby spowodować obserwowane zmiany prędkości radialnych. Jednak prawdopodobieństwo takiego ustawienia orbity jest nieduże. Większa jest szansa, że przypadkowo odkryty towarzysz HD 114762 ma masę mniejszą od 80 M_J i rzeczywiście jest brązowym karłem.

Obaj opisani powyżej kandydaci na brązowe karły znaleźli się „sami", bez specjalnych zabiegów. Pozostałe obiekty wypisane w tabeli 1 zostały odkryte w wyniku celowych poszukiwań. Jak znaleźć brązowego karła, jeśli nie zdradza on swej obecności wymuszając ruch pobliskiej gwiazdy? Nie wystarczy zobaczyć na niebie coś bardzo słabego i czerwonego (raczej podczerwonego). Tak samo bowiem mogą wyglądać odległe, silnie poczerwienione galaktyki, albo dalekie czerwone olbrzymy otoczone pływowymi kokonami. Musimy więc jeszcze mieć pewność, że to „coś" słabego i podczerwonego leży bardzo blisko. Moglibyśmy zdobyć tę informację, gdyby to „coś" tworzyło układ podwójny z bardziej normalnym towarzyszem, którego odległość można jakoś wydedukować. Jednak jeśli towarzysz byłby całkiem normalną gwiazdą, to jego blask przyćmiłby całkowicie światło brązowego karła. Chyba, że... towarzysz sam jest karłem i to najlepiej gorącym (słabo świecącym w podczerwieni), czyli białym karłem. Oto gotowa idea: zaobserwujmy w podczerwieni znane nam białe karły i sprawdźmy, czy któryś z nich nie wysyła zbyt wiele światła w tym zakresie. Ten trop okazał się właściwy.

ZZ Piscium, albo inaczej Giclas 29—38, jest bliskim białym karłem (14.1 pc) o temperaturze 11500 K, świecącym 500 razy słabiej niż Słońce ($M_{bol} = 11.5$ mag.). Był on dość słynny już od dłuższego czasu z racji swych nieradialnych pulsacji i wynikających stąd szybkich zmian blasku. Nowy tytuł do sławy przybył mu, gdy zmierzono jego jasność w kilku kanałach podczerwonych (linia ciągła na rys. 2). Inne białe karły o takiej temperaturze świecą w tym zakresie słabo, tym słabiej im dalej w podczerwień (linia przerywana na rys. 2). Tymczasem ZZ Psc osiągnąwszy minimum w 1 μm przechodząc do fal dłuższych jaśnieje! Najwyraźniej wtrąca tu swoje „trzy grosze" jakiś obiekt, którego widmo musi wyglądać tak jak pokazuje linia kropkowana na rys. 2. Ten kształt widma



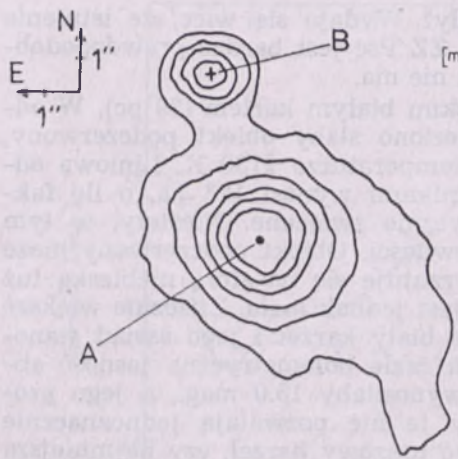
Rys. 2. Widmo podczerwone ZZ Piscium (linia ciągła). Linią przerywaną zaznaczono przebieg widma białego karła o temperaturze 11500 K, zaś linią kropkowaną widmo promieniowania, które dodaje się do światła białego karła. (Wg B. Zuckermann, E. E. Becklin, 1987, *Nature*, 300, 138).

określa temperaturę tajemniczego intruza na 1200 K. Skądinąd wiadomo, że intruz nie jest odległym obiektem tła (galaktyką, czerwonym olbrzymem), przypadkowo nakładającym się na ZZ Psc. Jest rzeczywiście związany z białym karłem i leży nie dalej niż 5 j.a. od niego. Najrozsądniej jest przyjąć, że chłodny składnik ZZ Psc jest brązowym karłem. Przy jasności bolometrycznej (całkowitej) 15.5 mag. jego promień wynosiłby ok. 100 tys. km. Trudniej ocenić masę. Wiadomo, że biały karzeł z układu ZZ Psc ma wiek ok. 600 mln lat. Jeśli jego brązowy brat byłby jego rówieśnikiem, to powinien mieć masę 40—80 M_J. Niestety, nie można wykluczyć hipotezy, że podczerwone źródło z układu ZZ Psc nie jest w ogóle zwartym kulistym ciałem, lecz np. dyskiem pyłowym, podgrzanym do temperatury 1200 K przez promieniowanie białego karła. Wtedy jednak rodzą się dalsze pytania. Skąd taki dysk mógł się wziąć, a jeśli już się tam znalazł (np. z materii rozsianej przez czerwonego olbrzyma, którym kiedyś był biały karzeł), to czemu nie został on do tej pory rozproszony przez ciśnienie pro-

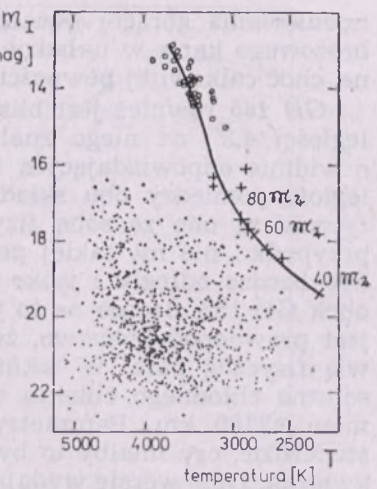
mieniowania gorącej gwiazdy? Wydaje się więc, że istnienie brązowego karła w układzie ZZ Psc jest bardzo prawdopodobne, choć całkowitej pewności nie ma.

GD 165 również jest bliskim białym karłem (29 pc). W odległości 4.3″ od niego znaleziono słaby obiekt podczerwony, o widmie odpowiadającym temperaturze 2130 K. Liniowa odległość pomiędzy obu składnikami wynosi 123 j.a, o ile faktycznie są one ze sobą fizycznie związane. Niestety, w tym przypadku nie ma takiej pewności. Obiekt podczerwony może być bardzo odległy i tylko rzutuje się na sferę niebieską tuż obok GD 165. Szansa na to jest jednak mała. Znacznie większe jest prawdopodobieństwo, że biały karzeł i jego sąsiad stanowią fizyczną parę. W takim razie bolometryczna jasność absolutna chłodnego obiektu wynosiłaby 15.0 mag., a jego promień 42700 km. Parametry te nie pozwalają jednoznacznie stwierdzić, czy miałby to być brązowy karzeł, czy najmniejsza gwiazda. Obie wersje wydają się jednakowo możliwe.

Przykład GD 165 wskazuje inny szlak poszukiwania brązowych karłów. Należy przebadać za pomocą kamery podczerwonej bezpośrednie otoczenie najbliższych nam gwiazd, sprawdzając czy nie ma tam obiektów podczerwonych. W katalogu pobliskich gwiazd zestawionym przez Gliesego, większość stanowią czerwone karły. Takąż jest też gwiazda *Gliese 569*. Leży ona w Wolarzu, w odległości zaledwie 10.4 pc od nas. Jej typ widmowy jest M2Ve — literka „e" oznacza tu obecność w widmie linii emisyjnych. Okaże się to dość ważną okolicznością. Tuż obok Gl 569 odkryto słaby obiekt podczerwony (rys. 3). Dwuletnie obserwacje pokazały, że obaj sąsiedzi poruszają się w tym samym kierunku i z tą samą prędkością. Mamy więc prawie pewność, że Gl 569 stanowi fizyczny układ podwójny. Mimo tej szczęśliwej sytuacji nie wiemy dokładnie czym jest chłodny obiekt Gl 569B. Porównajmy uzyskaną z obserwacji temperaturę i moc promieniowania (tab. 1) z teoretycznymi modelami pokazanymi na rys. 2 I części tego artykułu. Jak widać takie własności jak Gl 569B może mieć zarówno typowy brązowy karzeł o masie 40—80 M_J, jak i malutka gwiazda (masa ~90 M_J). Różnica polega tylko na tym, że obiekt masywniejszy dochodzi do tego poziomu w starszym wieku. Gdybyśmy mieli pewność, że Gl 569B ma mniej niż 200 mln lat, albo więcej niż 1 mld lat, to sprawa byłaby jasna. W pierwszym przypadku byłby to brązowy karzeł, w drugim gwiazda. Pewne światło na tę kwestię rzuca Gl 569 A, który powinien być rówieśnikiem swego słabszego towarzysza. Jego aktywność



Rys. 3. Obraz obiektu Gliese 569 na fali 2.23 μm. Składnik A jest młodą gwiazdą mało masywną. Składnik B ma temperaturę ok. 2500 K i może być brązowym karłem. (Wg W. J. Forrest, M. F. Skrutskie, M. Shure, 1988, *Astroph. J.*, 330, L119).



Rys. 4. Diagram Hertzsprunga-Russela dla kilku wybranych pól w Plejadach. Szczegółowy opis w tekście. (Wg R. F. Jameson, I. Skillen, 1989, *Mon. Not. RAS*, 239, 247).

rozbłyskowa, obecność w jego widmie linii emisyjnych, a także ruch całego systemu, wskazują na młodość układu. Wydaje się, że Gl 569 powinien być starszy od Plejad (ok. 150 mln lat) lecz młodszy od Hiad (600 mln lat). Niestety, taka konkluzja pozostawia nas w niepewności co do natury Gl 569B. Jest pewna szansa, że w przyszłości uda się tę wątpliwość radykalnie rozstrzygnąć. Składniki układu Gl 569 odległe są od siebie o 53 j.a. Łatwo stąd wywnioskować, że okres obiegu wynosi ok. 500 lat. Być może więc już po kilkudziesięciu latach obserwacji uda się odtworzyć orbitę układu i obliczyć masy składników bezpośrednio, tak jak dla systemu Wolf 424. A może postęp techniki umożliwi to jeszcze szybciej?

Problem z wiekiem, problem z odległością... A przecież tak łatwo pozbyć się tych kłopotów poszukując brązowych karłów w gromadach otwartych. Przynajmniej dla bliższych gromad, wiek i odległość są dość nieźle wyznaczone na podstawie ich diagramów Hertzsprunga-Russela. A jednak badania w tym kierunku rozpoczęto dopiero parę lat temu. Czemu tak późno? Zapewne dlatego, że z punktu widzenia poszukiwaczy brązowych karłów nawet najbliższe gromady otwarte leżą w znacznej odległości od nas. Np. *Plejady* są odległe o 125 pc.

W skali Galaktyki to drobiazg, ale znajdujące się tam ewentualne brązowe karły miałyby jasność wizualną mniejszą od 21^m. Na szczęście, jako obiekty bardzo chłodne, znacznie jaśniejsze byłyby w podczerwieni. W barwie I (czyli na fali 0.8 μm) miałyby 16^m—18^m, w pasmie K (2.2 μm) osiągając 14—15 mag. Takie jasności niedawno przestały być problemem dla odbiorników podczerwieni, pracujących na 4-metrowych teleskopach. Plejady więc jako pierwsze poszły „pod lupę". Oczywiście, nie sposób było dokonać przeglądu całej gromady — chcąc być skrupulatnym należałoby przebadać obszar o średnicy 9° wokół Alcjone, a to jest spory kawał nieba. Dlatego przeglądano tylko małe fragmenty Plejad, za to mierząc jasności podczerwone wszystkich gwiazd widocznych w wybranych poletkach. Dwie grupy badaczy zrobiły to niezależnie od siebie. Ta grupa, której wyniki pokazuje rys. 4, przebadała w ten sposób siedem rejonów o rozmiarach $4' \times 6'$. Efektem pracy jest diagram H-R. Zamiast jasności absolutnej mamy tu jasność I. Gwiazdy jaśniejsze od 16^m były zbyt silne dla używanych detektorów, dlatego diagram jest pusty powyżej tej granicy. Okrągłe kółka w górnej części wykresu reprezentują znane już wcześniej najsłabsze gwiazdy należące do Plejad (a więc nie obiekty tła!). Na pierwszy rzut oka mogłoby się wydawać, że uzyskany obraz jest bezkształtną chmurą punktów. Jednak ciekawy sens nadaje mu linia ciągła. Przedstawia ona teoretycznie policzony ciąg główny Plejad[1] (liczby wzdłuż linii oznaczają masy leżących tam gwiazd, w jednostkach $M_\odot$). Jak widać, zupełnie dobrze układają się wzdłuż niego gwiazdy wcześniej zaliczone do gromady. Wiekszość punktów na rys. 4 leży pod linią ciągłą. Są to więc obiekty zbyt niebieskie jak na swą jasność, bądź zbyt słabe jak na swój kolor. Krótko mówiąc są to gwiazdy tła, znajdujące się za Plejadami. Jest jednak 9 punktów układających się wzdłuż ciągu głównego Plejad. Jeśli nie umieściło ich tam jakieś złośliwe licho, to powinny to być najsłabsze znane obiekty tej gromady. Co do czterech najjaśniejszych z nich nie ma pewności, czy są to jeszcze gwiazdy, czy już brązowe karły. Pozostałe powinny być brązowymi karłami.

Jeśli tak jest, to oprócz samego stwierdzenia istnienia brązowych karłów wynika z tych badań jeszcze jeden ważny wniosek. Zważmy: na siedmiu malutkich poletkach znaleziono co najmniej 5 takich obiektów. Wobec tego w całej gromadzie powinno ich być ok. 5000! Sumaryczna ich masa powinna

być rzędu paruset $M_\odot$, czyli porównywalna z masą gwiazd gromady. Jakże pięknie znika problem brakującej masy!

Myśląc podobnie jak badacze Plejad, inni astronomowie zwrócili uwagę na *asocjację gwiazd typu T Tauri*, znajdującą się *w Byku*. W przeciwieństwie do gromady otwartej asocjacja jest luźnym zgrupowaniem gwiazd. Dużo trudniej więc zdobyć pewność, że obiekt zaobserwowany na jej tle rzeczywiście do niej należy i narodził się wraz z nią. Z drugiej jednak strony, tworzące tę asocjację gwiazdy są zmiennymi typu T Tauri, co oznacza, że są bardzo młode. Szacuje się, że mają zaledwie ok. 1 mln lat! Jeśli wśród takich gwiazd są im rówieśne brązowe karły, to powinny one być jeszcze dość jasne, stosunkowo łatwo dostrzegalne nawet z odległości 138 pc. Rzeczywiście, odkryto tam aż 9 obiektów, których masę oszacowano na 5—20 M_J. Potwierdzałby się więc wynik uzyskany z badań Plejad, tylko wątpliwości w tym wypadku są większe.

Spróbujmy podsumować tę część artykułu.

Wśród opisanych obiektów nie ma ani jednego niewątpliwego przykładu brązowego karła. Nie jest wykluczone, że szybko rosnąca lista kandydatów jest tylko skutkiem gorącego pragnienia odkrycia takich tworów — swego rodzaju zbiorowej psychozy. Wydaje się jednak bardziej prawdopodobne, że przynajmniej niektóre z przytoczonych odkryć zostaną potwierdzone; że brązowe karły istnieją i to w ogromnej liczbie — tak ogromnej, że ich łączna masa jest porównywalna z całkowitą masą wszystkich gwiazd i materii międzygwiazdowej, tworzących Galaktykę.

Powyższe zdanie, jak triumfalna fanfara, powinno zakończyć ten artykuł. Niestety, dociekliwi astronomowie potrafią zmacić każdy jasny obraz. Oto ostatnio dwaj badacze postanowili policzyć po raz kolejny gęstość dysku galaktycznego w okolicy Słońca — obserwowaną i dynamiczną. Wyniki ich pracy są następujące:

1. Całkowita gęstość kolumnowa[2] wyliczona z ruchów gwiazd:

$$46 \pm 9 \ M_\odot/pc^2$$

2. Całkowita gęstość kolumnowa zidentyfikowanej materii:

gwiazdy	$35 \pm 5 \ M_\odot/pc^2$
gaz atomowy	$10 \ M_\odot/pc^2$
gaz molekularny	$3 \pm 3 \ M_\odot/pc^2$
Razem	$48 \pm 8 \ M_\odot/pc^2$

Z porównania obu liczb wynika, że nie ma żadnej brakującej masy w dysku galaktycznym w okolicach Słońca! W każdym

razie nie ma jej tyle, by wywrzeć jakikolwiek zauważalny wpływ na dynamikę Drogi Mlecznej. Autorzy nie przeczą istnieniu masywnego halo Galaktyki, ale to słaba pociecha. Jeśli ten wynik okaże się prawdziwy (co oznacza, że wszystkie poprzednie były fałszywe), to zniknie główny powód, dla którego wymyślono brązowe karły. Oczywiście, nie odbiera im to prawa do istnienia. Jednak jeśli są, to nieliczne — stanowiąc zjawisko marginalne w życiu Galaktyki.

Jakaż więc ma być pointa? Czy brązowe karły istnieją, czy też nie? Jeśli tak, to są nieliczne, czy wszędzie ich pełno? Wydaje się, że najrozsądniejszą odpowiedź podpowiada nam Maria Konopnicka:

„Czy to bajka, czy nie bajka,
Myślcie sobie, jak tam chcecie.
A ja przecież wam powiadam:
Krasnoludki są na świecie!"

[1] Pojęcie ciągu głównego ma w tym miejscu nieco inny sens niż np. w I części artykułu. Tam określiliśmy go jako miejsce gwiazd palących wodor w centrum, a także jako odpowiednią fazę ewolucji gwiazd. Brązowe karły nigdy go nie osiągały. Tutaj, jak zwykle w odniesieniu do gromad otwartych, określenie „ciąg główny" należy pojmować dosłownie: jako pas na diagramie H-R, wzdłuż którego układa się większość gwiazd gromady. Może się zdarzyć (i tak jest w przypadku Plejad), że gwiazdy z dolnej części ciągu głównego (o najmniejszej masie) nie doszły jeszcze do momentu rozpalenia wodoru. Nie osiągnęły więc jeszcze ciągu głównego (w pierwszym sensie), choć stanowią dolny koniec ciągu głównego (w sensie drugim). Brązowe karły oczywiście mogą znajdować się na przedłużeniu tak rozumianego ciągu głównego gromady otwartej.

[2] W tym wypadku gęstość kolumnowa to całkowita masa zawarta wewnątrz cylindra o przekroju 1 pc², przecinającego prostopadle dysk galaktyczny.

JÓZEF SMAK — Warszawa

TELESKOP GLOBALNY

Wyobraźmy sobie, że w ciągu trzech kolejnych nocy obserwowaliśmy nowoodkrytą gwiazdę zaćmieniową o nieznanym jeszcze okresie. Wyobraźmy sobie dalej, że w ciągu wszystkich tych nocy środek zaćmienia wypadał dokładnie o północy. Jaki jest okres tej gwiazdy? Pierwsza odpowiedź brzmi: 24 godziny, ale natychmiast nasuwają się wątpliwości. Przecież możliwe są również okresy wynoszące 12 godzin, 8 godz., 6 godz., 4 godz. 48 min., 4 godz., itd. Krótkie okresy możemy wyeliminować, jeśli tylko nasze obserwacje były odpowiednio długotrwałe; np. jeśli trwały one od 20-tej do 4-tej rano i ani na początku ani na końcu nie zaobserwowaliśmy zaćmienia, to znaczy to, że okres musi być dłuższy od 4 godzin. Tak czy inaczej, mamy kilka możliwych okresów, z których tylko jeden

jest prawdziwy, a pozostałe — zwane aliasami — są wynikiem nieciągłości naszych obserwacji.

Opisana wyżej sytuacja, to oczywiście przykład fikcyjny. Ale problemy z aliasami zdarzają się dość często. Pół biedy, gdy w grę wchodzi tylko jeden okres. Jest jednak wiele gwiazd pulsujących, na których zmienność składać się mogą dwa, trzy, lub więcej okresów; czasem — dziesiątki, czy nawet setki okresów! Nawet w przypadku „idealnych" obserwacji, tj. takich, które polegałyby na nieprzerwanej, długotrwałej rejestracji zmian jasności, ich analiza mająca doprowadzić do wyznaczenia wszystkich okresowości nie jest rzeczą łatwą. A cóż dopiero, gdy skutkiem przerw w ciągu obserwacyjnym każdemu z prawdziwych okresów towarzyszy po kilka aliasów...

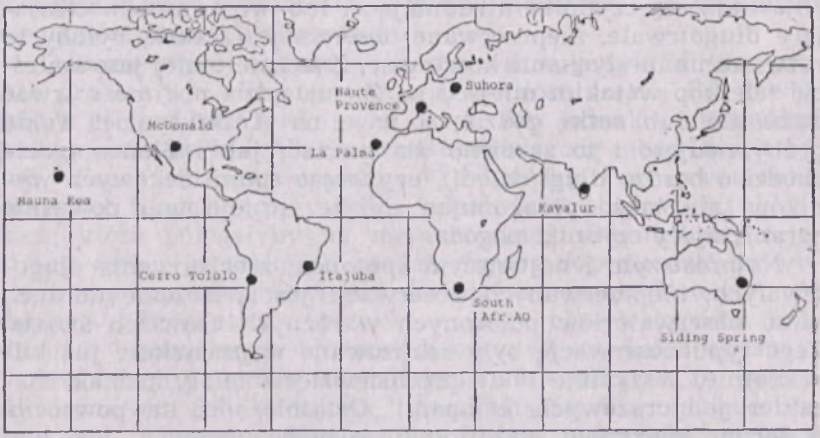
Do takich obiektów wielookresowych należą m. in. gwiazdy typu Beta Canis Majoris, typu Delta Scuti, pulsujące białe karły, a także... Słońce. Najprostszy przypadek pulsacji gwiazdy, to tzw. pulsacje radialne, polegające na okresowym kurczeniu się i „puchnięciu" gwiazdy. Tak pulsują np. cefeidy. Gwiazdy pulsujące wielookresowo, takie jak wymienione powyżej, reprezentują znacznie bardziej skomplikowany przypadek tzw. pulsacji nieradialnych. Używając niezbyt ścisłego, ale obrazowego opisu można powiedzieć, że zjawisko to polega na okresowym falowaniu powierzchni, a także głębszych warstw gwiazdy. Identyfikacja wszystkich okresów, które składają się na takie zjawisko nie jest tylko sztuką dla sztuki, ale potencjalnym źródłem informacji o pulsującej gwieździe. Szczegółowe omówienie tego problemu zasługiwałoby na osobny artykuł w *Uranii*. Tutaj ograniczymy się tylko do podania najważniejszych faktów. Tak jak okres wahadła informuje nas o jego długości, tak samo w najprostszym przypadku pulsacji radialnych z jednym okresem, długość tego okresu dostarcza nam informacji o pulsującej gwieździe, ściślej: o jej średniej gęstości. Pulsacje nieradialne dostarczają nam znacznie bogatszego zestawu informacji o budowie gwiazdy, m. in. o rozkładzie materii w jej wnętrzu, o jej rotacji, a nawet o jej polu magnetycznym. Na tym właśnie polega ogromne znaczenie badań tych gwiazd.

Powróćmy więc do sprawy kłopotliwych aliasów i do podstawowego pytania, jak ich uniknąć, tj. co zrobić, by dysponować długimi, nieprzerwanymi ciągami obserwacji? Niejeden z Czytelników *Uranii* podpowie zapewne w tym miejscu, że rozwiązaniem byłoby umieszczenie teleskopu na satelicie. Teoretycznie tak, ale doświadczenie uczy, że i w tym wypadku

pojawiają się czynniki utrudniające, lub wręcz uniemożliwiające długotrwałe, nieprzerwane obserwacje. Zresztą byłoby to rozwiązanie niesłychanie kosztowne. Znacznie taniej jest umieścić teleskop w takim miejscu na Ziemi, gdzie noc może trwać dziesiątki lub setki godzin, a więc na Antarktydzie! Takie próby podjęto i to zarówno dla gwiazd, jak i Słońca (gdzie chodzi o bardzo długi dzień!), uzyskując sporo ciekawych wyników, ale także przekonując się, że istnieje tam poważnie ograniczający czynnik: pogoda.

Najprostszym i najtańszym sposobem zrealizowania długotrwałych, nieprzerwanych obserwacji jest włączenie do nich kilku obserwatoriów położonych w różnych częściach świata. Tego typu obserwacje były realizowane w przeszłości już kilkakrotnie. Wszystkie takie przedsięwzięcia miały jednak charakter jednorazowych kampanii. Ostatnio idea ta powróciła w formie większego, ambitniejszego przedsięwzięcia. Jest nim teleskop globalny (angielska nazwa: Whole Earth Telescope). Jego inicjatorami są dwaj astronomowie z Obserwatorium McDonalda w Teksasie, profesorowie Edward Nather i Don Winget. Pierwszy z nich jest doskonałym, doświadczonym obserwatorem i instrumentalistą, drugi — teoretykiem, zajmującym się gwiazdami pulsującymi. Istotą przedsięwzięcia, polegającego na ścisłej współpracy kilku obserwatoriów podejmujących wspólny program obserwacji fotometrycznych, są: daleko idąca standaryzacja instrumentów i metod opracowania pomiarów, ścisła łączność telefoniczna i komputerowa, a także długofalowość programu, pozwalająca z jednej strony na stałe doskonalenie strony technicznej, z drugiej zaś — na realizację ambitnego, poszerzanego w miarę upływu czasu programu naukowego. Na pierwszy ogień poszły pulsujące białe karły i zmienne kataklizmiczne.

Rys. 1 pokazuje rozmieszczenie obserwatoriów uczestniczących w tym przedsięwzięciu. Jest wśród nich — od niedawna — również jedno z obserwatoriów polskich, a mianowicie obserwatorium na Suhorze (pasmo Turbacza, w Gorcach), należące do Wyższej Szkoły Pedagogicznej w Krakowie. Obserwatorium to, zbudowane niedawno z inicjatywy profesora Jerzego Kreinera, wyposażone w 60 cm teleskop fotometryczny, zdążyło już w ciągu pierwszych 2 lat swego istnienia sprawdzić się: pracujący w nim astronomowie krakowscy i warszawscy uzyskali szereg wartościowych obserwacji gwiazd zaćmieniowych i zmiennych kataklizmicznych. Kiedy w końcu kwietnia 1990 r. przyszło z Teksasu zaproszenie do udziału

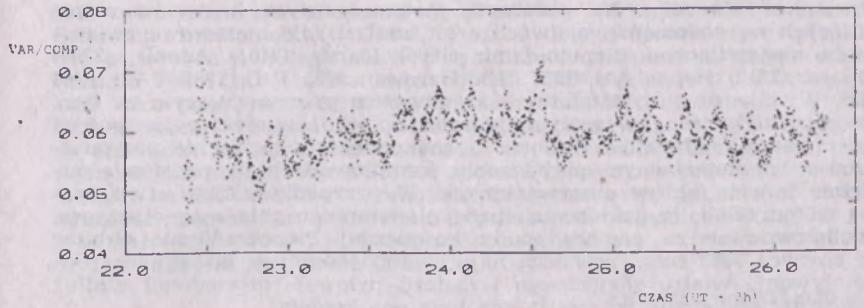


Rys. 1. Obserwatoria tworzące teleskop globalny.

w teleskopie globalnym, zarówno dyrektor obserwatorium, profesor Kreinier, jak i jego młodsi koledzy uznali to za wyzwanie i szansę.

Celem obserwacji w ciągu najbliższej sesji teleskopu globalnego przewidzianej na drugą połowę maja 1990 r. był słaby obiekt 14-tej wielkości, noszący katalogową nazwę GD 358. Jest on prototypem i najjaśniejszym członkiem niezbyt licznej grupy helowych białych karłów. Obserwacje fotometryczne wykonane przed 10 laty w Obserwatorium McDonalda pozwoliły na odkrycie, że jest to gwiazda pulsująca przy udziale co najmniej kilkunastu okresów. Dalsze obserwacje pokazały, że obserwowane okresy nie są stałe, albo też że niektóre z okresowości pojawiają się i znikają i to w skali dni. Możliwości interpretacji było kilka: albo szybkozmienny ruch obrotowy, albo pole magnetyczne, albo złożoność samego zjawiska pulsacji. W każdym wypadku obiekt zasługiwał na dokładne zbadanie.

Problemów przed którymi stanęli młodzi obserwatorzy na Suhorze — J. Krzesiński, G. Pajdosz i S. Zoła — było sporo: krótki czas, z trudem pozwalający na dokonanie niezbędnych uzgodnień technicznych; słabość gwiazdy (tak słabych obiektów dotąd na Suhorze nie obserwowano); wreszcie — pogoda. Ale nawet gdyby miał to być tylko sprawdzian, próba generalna przed dalszą współpracą, to warto było próbę taką podjąć. Pogoda rzeczywiście zawiodła: tylko dwie spo-



Rys. 2. Obserwacje GD 358 wykonane na Suhorze 26/27 maja 1990 roku. Na osi rzędnych odłożony jest stosunek jasności gwiazdy zmiennej do gwiazdy porównawczej.

śród dziesięciu nocy nadawały się do pomiarów fotometrycznych. Ale te dwie noce okazały się być sukcesem. Rys. 2 pokazuje krzywą zmian blasku GD 358 zarejestrowaną na Suhorze w ciągu jednej z tych nocy. Nawet „gołym okiem" widać, że gwiazda pulsuje, a także i to, że występuje silna modulacja związana z istnieniem wielu okresów. Dane te zostały przekazane pocztą komputerową do Teksasu, gdzie wraz z podobnymi danymi uzyskanymi przez pozostałych partnerów, złożyły się na materiał, który posłuży do pełnej analizy. Na jej wyniki trzeba trochę zaczekać. Już teraz można jednak stwierdzić, że niewielki teleskop na Suhorze stał się liczącym uczestnikiem teleskopu globalnego.

KRONIKA

Związek rojów meteorowych z planetoidami

Związek genetyczny rojów meteorowych z kometami nie budzi na ogół wątpliwości. W ostatnich latach coraz częściej mówi się natomiast o możliwości istnienia takiego związku również z planetoidami, szczególnie tymi, które — jak się sądzi — mogą być wygasłymi jądrami komet. Pierwszym obserwacyjnym potwierdzeniem tego przypuszczenia stało się odkrycie za pomocą satelity IRAS planetoidy 1983 TB, oznaczonej później numerem 3200 i nazwanej Phaeton. Okazało się, że obiekt ten porusza się po orbicie bardzo podobnej do orbit meteoroidów znanego roju Geminidów, któremu dotychczas nie udało się przyporządkować żadnej komety mogącej być jego źródłem. Odkrycie to zachęciło do dalszych poszukiwań. Australijski astronom Duncan Olsson-Steel przeanalizował niedawno 3759 orbit meteorów zarejestrowanych podczas dwóch radarowych kampanii obserwacyjnych w Adelajdzie trwających od grudnia 1960 do grudnia 1961 roku i od grudnia 1968 do paź-

dziernika 1969 roku. Na podstawie matematycznych kryteriów wskazujących na podobieństwo dwóch orbit znalazł roje meteorowe związane z następującymi planetoidami: (1566) Icarus, (2101) Adonis, (2201) Oljato, (2212) Hephaistos, 1937 UB (Hermes), 5025 P-L, 1982 TA i 1984 KB. Wydaje się to być istotnym argumentem przemawiającym za tym, że planetoidy te są wygasłymi jądrami komet. Dla niektórych spośród wymienionych obiektów stanowi to znakomite potwierdzenie przypuszczeń o ich kometarnym pochodzeniu formułowanych na podstawie zupełnie innych faktów obserwacyjnych. W przypadku Oljato stwierdzono na przykład, że zakłócenia międzyplanetarnego pola magnetycznego, zaobserwowane za pomocą sondy kosmicznej Pioneer Venus Orbiter w czerwcu 1983 roku, pochodzą najprawdopodobniej ze wzajemnego oddziaływania wiatru słonecznego i materii pyłowej rozproszonej wzdłuż orbity tej planetoidy w okresie gdy była ona kometą.

Najobfitszy rój meteorowy omawiane badania związały z planetoidą 5025 P-L. Jest to szczególnie interesujący obiekt, ale niestety obserwowany był bardzo krótko tylko w 1960 roku. Jego orbita została wyznaczona jedynie z trzech obserwacji, a więc jest znana z bardzo małą dokładnością: mimośród jest równy 0.9, a odległości peryhelium i aphelium wynoszą odpowiednio 0.4 i 8 j.a. Ponieważ nachylenie płaszczyzny orbity do płaszczyzny ekliptyki jest małe, więc mając tak odległe aphelium planetoida ta może zbliżać się do Jowisza. Stosunkowo duża jasność absolutna tego obiektu wydaje się świadczyć o tym, że ma on raczej pokaźne rozmiary. D. Olsson-Steel wskazał na możliwość jego związku również z trzema znanymi rojami meteorowymi, a w szczególności z Taurydami, z którymi jest także związana kometa Enckego oraz prawdopodobnie kometa Rudnickiego. Nawiązując do tego pojawiły się sugestie, że planetoida 5025 P-L może być pozostałością po wielkiej komecie, z której wywodzą się wspomniane komety, meteoroidy roju Taurydów, a także — jak się okazało — wymienione wyżej planetoidy 1982 TA, 1984 KB oraz najprawdopodobniej Oljato. Jak widać, stwierdzenie związku meteorów z planetoidami może więc mieć bardzo daleko sięgające konsekwencje.

KRZYSZTOF ZIOŁKOWSKI

Nowa rekordzistka w świecie małych planet

Spośród prawie 4500 dotychczas skatalogowanych planetoid około 3% porusza się po nietypowych orbitach umożliwiających zbliżenia tych obiektów do Ziemi. Do niedawna nazywało się je planetoidami typu Apollo, a ostatnio coraz częściej mówi się, że są to planetoidy typu AAA (Amor-Apollo-Atena). Podzielono je mianowicie na trzy grupy. Do grupy Amora zaliczono obiekty, których odległość peryhelium od Słońca zawiera się w granicach od 1.0 do 1.3 j.a. Do początku tego roku odkryto 65 takich planetoid. Grupę Apollo stanowią obiekty, których odległość peryhelium jest mniejsza od 1 j.a., a wielka półoś ich orbity jest większa od 1 j.a., co oznacza, że okres ich obiegu wkół Słońca przewyższa jeden rok. Znamy dziś 63 takie planetoidy. I wreszcie do grupy Ateny zakwalifikowano obiekty, których zarówno odległość peryhelium jak i wielka półoś są mniejsze od 1 j.a. Okres ich obiegu wokół Słońca jest więc krótszy od roku. Pierwszą planetoidę tego typu — (2062) Atenę o okresie 347 dni — odkryto w 1976 roku. W końcu ubiegłego roku odkryto dwie dalsze powiększając liczbę dotychczas znanych do 9 łącznie z zagubionym obiektem 1954 XA. 26 października

1989 roku francuski astronom C. Pollas, używając 0,9 m kamery Schmidta, znalazł obiekt 1989 UQ, który obiega Słońce w okresie 320 dni po orbicie o odległościach peryhelium i aphelium równych odpowiednio 0.67 i 1.16 j.a. Natomiast obiekt 1989 VA, odkryty 2 listopada 1989 roku przez znanych amerykańskich obserwatorów komet i planetoid Karolinę i Eugeniusza Shoemaker za pomocą 0.46 m kamery Schmidta na Mt. Palomar, okazał się być małą planetą o najkrótszym okresie obiegu wokół Słońca spośród znanych dotychczas planetoid. Wynosi on 227 dni. Nowa rekordzistka porusza się po orbicie, której odległości peryhelium i aphelium wynoszą odpowiednio 0.30 i 1.16 j.a. a mimośród jest równy 0.59. Płaszczyzna orbity jest nachylona do płaszczyzny ekliptyki pod kątem 28°.

KRZYSZTOF ZIOŁKOWSKI

Lot Galileo

Długo oczekiwany start amerykańskiej sondy kosmicznej Galileo przeznaczonej do badań Jowisza i jego sattelitów nastąpił 18 października 1989 roku za pomocą promu kosmicznego Atlantis (misja STS 34). Z powodu katastrofy Challengera nie doszło do jej wystrzelenia w 1986 roku, a według pierwotnych planów miała ona już w 1989 roku rozpocząć wszechstronne badania największej planety Układu Słonecznego i jej czterech księżyców galileuszowych. Opóźnienie startu musiało spowodować zmianę trasy przelotu do Jowisza, który w nowej wersji potrwa aż do grudnia 1995 roku. 10 lutego 1990 roku Galileo przeleciał koło Wenus zbliżając się do jej powierzchni na odległość około 16 tys. km. Wyniki wykonanych wtedy obserwacji i pomiarów zostaną jednak przekazane na Ziemię dopiero w końcu października tego roku, gdy sonda będzie zbliżała się do Ziemi, którą minie 8 grudnia 1990 roku. W październiku 1991 roku i w sierpniu 1993 rokou przewidziane są zbliżenia Galileo do dwóch planetoid. Około 5 miesięcy przed osiągnięciem celu sonda rozdzieli się na dwie części: orbiter przeprowadzi badania księżyców i magnetosfery podczas 10 okrążeń Jowisza, a próbnik będzie sondował atmosferę planety zanurzając się w nią tak głęboko, jak tylko okaże się to możliwe.

MSK
KRZYSZTOF ZIOŁKOWSKI

Dementi?

W lutym br. na dorocznym spotkaniu Amerykańskiego Towarzystwa Postępu Naukowego (American Association for the Advancement of Science) astronom z Los Alamos, John Middleditch, wywołał sensację stwierdzeniem, że obserwowane rok wcześniej pulsy optyczne z SN 1987 A (patrz *Urania* nr 6/1989) najprawdopodobniej nie pochodzą z domniemanego pulsara ukrytego w otoczce supernowej, ale są wynikiem... rezonansu używanej do zapisu kamery video. W ten sposób rzesze teoretyków, które rzuciły się do rozwiązywania zagadki super-szybkiego pulsara (częstość 1968.63 Hz) zostały gwałtownie oblane przysłowiowym kubłem zimnej wody. Niestety nie był to pierwszy przypadek łatwego wpadania w euforię na skutek mało pewnych obserwacji, ale co gorsza nie był to też na pewno przypadek ostatni. Co tak obserwatorom jak teoretykom warto co jakiś czas uświadomić.

OBSERWACJE

Kometa Brorsena-Metcalfa 1989o — trzecie pojawienie

Kometa Brorsena-Metcalfa rozpoczęła serię stosunkowo jasnych komet: w listopadzie i grudniu 1989 r. można było obserwować kometę Okazaki-Levy-Rudenko (1989r), o jasności dochodzącej do 5^m, od marca do czerwca 1990 r. widoczna była kometa Austina (1989c$_1$), która jednak sprawiła duży zawód obserwatorom, gdyż jej jasność była mniejsza o 3—4^m od prognozowanej. Na wiosnę 1990 r. Levy odkrył kolejną kometę — 1990c, mającą osiągnąć pod koniec sierpnia 3^m5, a warunki jej obserwacji w lipcu i sierpniu są bardzo dobre.

„Przebój lata 1989", czyli kometa Brorsena-Metcalfa została odkryta dopiero 4 lipca. Jej zachowanie podczas trzeciego obserwowanego powrotu było w zasadzie zgodne z przewidywaniami (patrz *Urania* 6/89), ponieważ jednak przyleciała o dwa tygodnie wcześniej, warunki obserwacji uległy znacznemu pogorszeniu. Na przyspieszenie jej ruchu wpłynęły silne efekty niegrawitacyjne, nie uwzględnione przy liczeniu efemeryd.

Początkowo (autor prowadził obserwacje fotograficzne od 6 do 30 sierpnia astrografem 20 cm i od 31 sierpnia do 9 września teleskopem Schmidta 60/90/180 cm w Obserwatorium Astronomicznym UMK w Piwnicach k. Torunia) kometa była okrągła, z jasnością powierzchniową wzrastającą do środka, ale bez wyraźnego zgęszczenia centralnego, o jasności 7^m—7^m5, i widocznej średnicy otoczki ok. 3′. 16 sierpnia na kliszy naświetlanej 13 minut pojawił się cienki prosty warkocz gazowy o długości ok. 1°, wtedy też widoczne było wyraźne zgęszczenie centralne o średnicy ok. 1′. Od 23 sierpnia rozpoczął się dynamiczny rozwój warkocza (wcześniej, ze względu na pełnię, nie można było stosować długich czasów naświetlania) — tej nocy kometa miała dwa wyraźne strumienie warkocza gazowego o długościach po kilkanaście minut łuku, wychodzące z głowy pod kątem ok. 20° względem siebie, średnicę okrągłej głowy widoczną w celownicy ok. 3′ i bardzo wyraźną kondensację centralną o średnicy ok. 0′.5. 26 sierpnia warkocz dostrzegalny był już w celownicy, na zdjęciu jego długość wynosiła ponad 2′.5 (sięgał poza krawędź kliszy). Z głowy wyrasta także nowy warkocz o długości 5′, położony pod kątem ok. 20° względem głównego. W odległości ok. 1° od głowy można zauważyć wyraźne przewężenie warkocza mające długość kilku minut łuku. Jasność komety pod koniec sierpnia przekraczała 6^m. Przez następnych parę nocy w strukturze warkocza można było wyróżnić kilka strumieni gazowych leżących pod kątem kilku stopni względem siebie, zaś jego całkowita długość wynosiła 6°. Prawdopodobnie około 4 września kometa odrzuciła część pyłową głowy tworząc szeroki i lekko zakrzywiony warkocz pyłowy. Na zdjęciu jest również dostrzegalny odrzucony strumień gazu, położony pod kątem paru stopni do głównego warkocza, jego ostro zakończony początek oddalony jest od jądra o ok. 50′. Kąt pomiędzy krótkimi strumieniami, wychodzącymi z głowy po obu stronach długiego warkocza, wynosił prawie 80°. Takie zachowanie komety świadczy o istnieniu kilku pól aktywnych na jądrze, z których następuje jednoczesna emisja gazu pod wpływem promieniowania Słońca. Na podstawie obserwacji z poprzedniego pojawienia ustalono, że oś obrotu jądra jest ustawiona pod kątem $I = -40°$. 8 września widoczne były trzy długie strumienie gazowego warkocza, z których skrajny jest załamany w odległości ok. 45′ od ją-

dra, oraz krótki warkocz o długości ok. 20′, wszystkie leżące pod kątem kilku stopni względem siebie. Średnica głowy nieco zmalała, natomiast silnie wzrosła jej kondensacja — zgęszczenie centralne o średnicy kilkunastu minut łuku było bardzo wyraźne. Podczas ostatnich obserwacji, prowadzonych 9 września nad ranem bardzo nisko nad horyzontem, przy małym powiększeniu kometa była z trudem odróżnialna od gwiazd, jej jasność wynosiła wtedy ok. 5^m7.

Mimo tak ciekawego zachowania kometa Brorsena-Metcalfa rozczarowała większość obserwatorów posługujących się małymi instrumentami. Być może rekompensatą dla nich będzie kometa Levy 1990c, która istotnie może stać się „przebojem lata 1990". Na początku sierpnia jej jasność wynosiła ok. 6^m, średnica głowy 10′, a warkocz pyłowy miał długość ok. 2°.

BOGDAN MACIESOWICZ

Komunikat nr 5/90 Sekcji Obserwacji Słońca PTMA

Wyniki obserwacji Słońca w maju 1990 r. przysłało 7 obserwatorów: Marcin Betlej, Janusz Kosinski, Maciej Lewandowski, Maciej Piętka, Andrzej Pilski, Przemysław Powałko, Mieczysław Szulc. Łącznie wykonano 135 obserwacji w 31 dniach. Średnie dzienne względne liczby Wolfa w maju 1990 r. wynoszą:
1. 62, 2. 51, 3. 49, 4. 81, 5. 76, 6. 100, 7. 129, 8. 131, 9. 129, 10. 118, 11. 133, 12. 142, 13. 133, 14. 147, 15. 129, 16. 131, 17. 134, 18. 153, 19. 168, 20 161, 21. 196, 22. 183, 23 173, 24. 166, 25. 143, 26. 137, 27. 121, 28. 120, 29. 93, 30. 77, 31. 99.
Średnia miesięczna względna liczba Wolfa w maju 1990 r. wynosi 124,7 (117,9). Średnia względna liczba Wolfa z jednego obrotu Słońca wynosi 127,4 (135,0). W nawiasach podano średnie liczone bez współczynników obserwatorów.

ANDRZEJ PILSKI

NOWOŚCI WYDAWNICZE

Przemysław Rybka, **Heweliusz**. Państwowe Wydawnictwo „Wiedza Powszechna", Warszawa 1989, nakład 5000 egz., stron 172, ilustracji 70, cena zł 3300.

Nikt wcześniej nie spopularyzował tak dogłębnie i wnikliwie postaci astronoma Rzeczypospolitej XVII wieku, jak to uczynił w publikacji książkowej Przemysław Rybka wykorzystując w tym celu materiały źródłowe i dzieła samego Heweliusza, a także inne opracowania (Autor ogłosił zresztą *Katalog gwiazdowy Heweliusza*, Ossolineum 1984 oraz *Instrumentarium astronomiczne Heweliusza*, Ossolineum 1987).

Nakreśliwszy astronomiczne tło epoki, w której teoria heliocentryczna Kopernika zaczęła święcić tryumfy dzięki wynalazkowi lunety i obserwacjom Galileusza oraz jego następców, jak również dzięki pracom teoretycznym Jana Keplera, który ostatecznie rozprawił się z reliktami geocentryzmu — Autor zwrócił szczególną uwagę na intelektualne środowisko Gdańska. Było to jedno z najświetniejszych miast

Rzeczypospolitej, zamożne i odgrywające znaczną rolę w życiu gospodarczym, politycznym i kulturalnym Królestwa Polskiego. Mieszczaństwo gdańskie (pochodzenia niemieckiego, polskiego i flamandzkiego) dbało nie tylko o wartości materialne, lecz także o kulturalne i naukowe przyczyniając się walnie do rozwoju sztuki i nauki Polski siedemnastowiecznej. W takiej to atmosferze urodził się, dorastał, wychowywał i pobierał nauki Johannes Hewelke, syn browarnika, który następnie, w działalności naukowej, przyjął zlatynizowaną formę swego nazwiska Hevelius, a w spolszczonej wersji — Jan Heweliusz.

Zainteresowania astronomiczne zawdzięcza Heweliusz innemu uczonemu gdańskiemu Piotrowi K r ü g e r o w i, któremu Przemysław Rybka poświęca w związku z tym wiele stronic książki ukazując inspirujący wpływ, a potem pomoc młodemu Heweliuszowi w jego przedsięwzięciach naukowych. Stało się to niejako wbrew woli ojca, który w Janie widział swego następcę w cechu browarników. Syn co prawda posłusznie spełnił wolę ojca, ale astronomii nie poniechał.

Książka Przemysława Rybki przedstawia również powikłane niekiedy dzieje rodziny Heweliusza, jej sukcesy (zarówno w dziedzinie naukowej, jak i gospodarczej oraz społecznej), a także niepowodzenia i nieszczęścia (śmierć pierwszej żony, brak męskiego potomka, wielki pożar, który strawił cały niemal dorobek życia — materialny i naukowy — sędziwego już astronoma). Wyłania się zatem z kart książki, bogato ilustrowanej, obraz człowieka prawdziwego — mieszczanina i browarnika, uczonego i artysty, ławnika, a potem rajcy miejskiego piastującego dożywotnio tę funkcję.

Jest oczywiste, że najwięcej miejsca w książce Autor poświęcił działalności astronomicznej Heweliusza, który chociaż nie ukończył żadnych studiów i był właściwie samoukiem i miłośnikiem astronomii, to jednak doszedł do wysokich godności (zostając m. in. członkiem brytyjskiej Royal Society) i odniósł ogromne sukcesy naukowe. Autor podkreśla wszakże zasadniczą różnicę pomiędzy działającym w XVI wieku Kopernikiem, a Heweliuszem prowadzącym swe prace w następnym stuleciu. Kopernik był genialnym teoretykiem i w swoim dziele określił miejsce Ziemi we Wszechświecie. Heweliusz był przede wszystkim znakomitym obserwatorem i konstruktorem instrumentów astronomicznych posiadając w owym czasie jedno z najlepszych obserwatoriów w Europie.

Pierwszym dziełem Heweliusza, które zyskało od razu europejski rozgłos, była *Selenographia* (1647), niezastąpione compendium wiedzy o Księżycu aż do początków XIX wieku. Dzieło to zostało dedykowane królowi Władysławowi IV. Związki ze sponsorującym Heweliusza dworem królewskim w Warszawie trwały i za panowania Jana Kazimierza, a osłabły podczas panowania Michała Korybuta Wiśniowieckiego. Prawdziwym mecenasem Heweliusza stał się król Jan III Sobieski żywo zainteresowany Gdańskiem i odzyskaniem Prus Książęcych z Królewcem. Heweliusz odwdzięczył się królowi wyodrębniając nowy gwiazdozbiór i nadając mu nazwę Tarczy Sobieskiego, który figuruje do dziś pod skróconą nazwą Tarcza (Scutum). Królowi Janowi III poświęcił też Heweliusz dzieło *Firmamentum Sobiescianum*, wydane już pośmiertnie w 1690 roku.

Lecz nie tylko polscy królowie bywali sponsorami poczynań astronomicznych Heweliusza. Z europejskich władców wymienić przede wszystkim należy króla Francji Ludwika XIV, który przyznał Heweliu-

szowi roczną pensję mimo braku zabiegów ze strony astronoma gdańskiego i mimo krytyki we francuskich kołach naukowych poglądów Heweliusza na komety. Sam Heweliusz odkrył zresztą aż 9 komet, lecz żywił błędne mniemania o ich naturze i pochodzeniu.

Wyczerpująco została potraktowana przez Autora sprawa sporu Hooke'a z Heweliuszem na temat dokładności pomiarów astrometrycznych przeprowadzanych przez tego ostatniego. Heweliusz w swoich obserwacjach pozycyjnych nie stosował celowników optycznych, lecz jak w średniowieczu posługiwał się przeziernicami. Wywołało to krytykę uczonych angielskich, szczególnie agresywną ze strony Hooke'a. Heweliusz bronił swoich wyników. W tej sytuacji przybył do Gdańska Edmond Halley z nowoczesnymi instrumentami, jednak ku swemu zdumieniu przekonał się, że wyniki pomiarów Heweliusza są poprawne. Współcześnie okazało się, że chociaż przy użyciu optyki celowanie na gwiazdę było dokładniejsze, to jednak o ostatecznym wyniku decydowały błędy pomiaru na podziałce kątowej instrumentu. Heweliusz bardzo precyzyjnie konstruował narzędzia i nie bez znaczenia było też to, iż był on obdarzony doskonałym wzrokiem. Nie oznacza to bynajmniej, że nie doceniał lunet — przeprowadzał nimi obserwacje tylko w przypadku Księżyca, Słońca, planet i komet. Niestety, nie zdołał dociec prawdziwej natury Saturna, co stało się udziałem Huygensa w 1659 roku. Nie wiadomo, jak Heweliusz przyjął tę porażkę.

Przemysław Rybka zwraca uwagę na rozległą i obfitą korespondencję naukową Heweliusza z liczącymi się ośrodkami europejskimi. Większość listów niestety zaginęła. Miłośnika astronomii zastanowi zapewne co innego — brak wymiany informacji naukowej z Akademią Krakowską. Po śmierci bowiem Jana Brożka (w 1652 roku), który przecież utrzymywał kontakt z Piotrem Krügerem, nie było w Krakowie godnych następców astronomów piętnastowiecznych, zaś odrodzenie tej nauki nastąpiło w Krakowie dopiero u schyłku XVIII wieku.

Nie omija też Autor delikatnego problemu narodowości Heweliusza: urodzony w niemieckojęzycznej rodzinie gdańskiej, język polski oczywiście znał, prace naukowe pisał po łacinie (jak większość uczonych tamtych czasów), czuł się obywatelem polskim (civis Orbis Poloniae) i poddanym królów polskich. Podkreślenia wymaga również to, że chociaż Heweliusz był protestantem, utrzymywał przecież bardzo dobre stosunki z katolikami, a niektórzy przedstawiciele wyższego duchowieństwa Korony byli jego orędownikami. Wszystko to razem dobrze świadczy o wielonarodowej i wielowyznaniowej Rzeczypospolitej.

Pewien niedosyt można odczuć z tego powodu, że Autor nie rozwinął szerzej rozważań o zadziwiającym zbiegu okoliczności, iż dwa katalogi kometarne (pierwsze bodajże w świecie) ukazały się w tym samym 1668 roku. Była to mianowicie *Cometographia* Jana Heweliusza i *Theatrum Cometicum* Stanisława Lubienieckiego, w którym zresztą ten ostatni zamieścił kilka listów Heweliusza!

Przedstawianą pozycję zamyka spis prac Heweliusza, z których wiele było bogato ilustrowanych przez samego autora, odznaczającego się również artystycznym smakiem. Liczne reprodukcje z dzieł Heweliusza znalazły się w książce Przemysława Rybki, tak znakomicie przybliżającej nam postać wybitnego astronoma-obserwatora.

T. ZBIGNIEW DWORAK

KALENDARZYK ASTRONOMICZNY

Opracował G. Sitarski **Styczeń 1991 r.**

W 1991 r. wydarzą się dwa zaćmienia Słońca (obrączkowe i całkowite) oraz cztery zaćmienia Księżyca, w tym trzy półcieniowe i jedno częściowe. U nas widoczne będą tylko półcieniowe zaćmienia Księżyca.

Słońce

Słońce wędruje po ekliptyce w kierunku równika niebieskiego i dnia ciągle przybywa, o czym świadczą wschody i zachody Słońca w Warszawie: 1 stycznia wsch. o 7^h45^m, zach. o 15^h34^m, a 31 stycznia wsch. o 7^h19^m, zach. o 16^h20^m. W styczniu Słońce wstępuje w znak Wodnika.

W nocy $15/16^d$ stycznia wydarzy się obrączkowe zaćmienie Słońca, u nas oczywiście niewidoczne; zaćmienie widoczne będzie na półkuli południowej.

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

Data 1991	P	B_0	L_0	Data 1991	P	B_0	L_0
I 1	+2°04	—3°05	185°88	I 17	— 5°62	—4°77	335°18
3	+1.06	—3.28	159.54	19	— 6.54	—4.96	308.84
5	+0.10	—3.50	133.20	21	— 7.46	—5.14	282.51
7	—0.87	—3.74	106.86	23	— 8.35	—5.32	256.18
9	—1.83	—3.95	80.52	25	— 9.23	—5.50	229.84
11	—2.79	—4.16	54.18	27	—10.10	—5.66	203.51
13	—3.74	—4.37	27.84	29	—10.95	—5.82	177.18
15	—4.68	—4.57	1.51	31	—11.78	—5.96	150.84

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;
B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy.
$15^d15^h45^m$ — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

Księżyc

W drugiej dekadzie miesiąca noce będą ciemne, bezksiężycowe, bowiem kolejność faz Księżyca jest w styczniu następująca: ostatnia kwadra 7^d2^h, nów 16^d1^h, pierwsza kwadra 23^d15^h i pełnia 30^d7^h. Najdalej od Ziemi Księżyc znajdzie się 12 stycznia, a najbliżej Ziemi 28 stycznia. Nad ranem 30 stycznia zdarzy się półcieniowe zaćmienie Księżyca.

Planety i planetoidy

Rankiem nad wschodnim horyzontem możemy obserwować Merkurego jako gwiazdę około zerowej wielkości. Natomiast wieczorem coraz wyżej nad zachodnim horyzontem świeci Wenus jako gwiazda —3.3 wielkości. Mars zachodzi nad ranem, a świeci na granicy gwiazdozbiorów Byka i Barana jako gwiazda około —0.5 wielkości (Mars oddala się od Ziemi i w ciągu miesiąca jego blask nieco słabnie). Jowisz świeci przez całą noc w gwiazdozbiorze Raka jako gwiazda —2.1 wielkości. Pozostałe planety przebywają na niebie w bliskim sąsiedztwie Słońca i są niewidzialne.

Meteory

W dniach od 1 do 6 stycznia promieniują meteory z roju Kwadrantydów. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Smoka i ma współrzędne: rekt. 15h28m, dekl. 50°. Warunki obserwacji nie są w tym roku dobre.

* *
*

1d16h Wenus w złączeniu z Saturnem w odl. 1°. O 17h Mars nieruchomy w rektascensji (zmienia kierunek swego pozornego ruchu wśród gwiazd).

2d24h Jowisz w złączeniu z Księżycem w odl. 2° tworzy piękną konfigurację na nocnym niebie.

3d4h Ziemia w punkcie przysłonecznym na swej heliocentrycznej orbicie (w odl. 147 mln km od Słońca). O 19h Merkury nieruchomy w rektascensji.

5d4h Złączenie Neptuna ze Słońcem.

13d21h Złączenie Merkurego z Księżycem w odl. 4°.

14d10h Merkury w największym zachodnim odchyleniu od Słońca w odl. 24°. O 19h Uran w złączeniu z Księżycem w odl. 1°.

15/16d Obrączkowe zaćmienie Słońca widoczne w Australii, na Antarktydzie, na Nowej Zelandii i na oceanach Spokojnym i Indyjskim.

17d19h Złączenie z Księżycem w odl. 3°. Wieczorem nad zachodnim horyzontem możemy odnaleźć jasno błyszczącą Wenus w pięknej konfiguracji z wąskim sierpem Księżyca.

18d9h Złączenie Saturna ze Słońcem.

20d14h50m Słońce wstępuje w znak Wodnika, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 300°.

23d18h Merkury w złączeniu z Uranem w odl. 0°4.

25d16h Złączenie Marsa z Księżycem w odl. 2°.

26d15h Złączenie Merkurego z Neptunem w odl. 1°.

29d1h Jowisz w opozycji.

30d Półcieniowe zaćmienie Księżyca, zjawisko niezbyt efektowne, ale widoczne u nas nad ranem. Kolejne fazy zaćmienia:

wejście Księżyca w półcień Ziemi	4h59m
moment największej fazy (0.9)	6 59.6
wyjście Księżyca z półcienia	9 00

Podczas zaćmienia Księżyc znajdzie się w złączeniu z Jowiszem w odl. 2° (o 5h35m).

Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie środkowo-europejskim.

CONTENTS

K. Rudnicki — Is the Universe Expanding?

M. Muciek — Do Brownies Exist? (II).

J. Smak — Whole Earth Telescope.

Chronicle: A Connection betwen Meteor Showers and Asteroids — New Record in a World of Minor Planets — A Fly of Galileo — A Dementi?

Observations.

New Books.

Astronomical Calendar.

СОДЕРЖАНИЕ

К. Рудницки — Расширяется ли Вселенная?

М. Мучек — Существуют ли гномики? (II).

Й. Смак — Глобальный телескоп.

Хроника: Связь метеорных потоков с астероидами — Новая рекордсменка в мире малых планет — Полёт Галилео — Опровержение?

Наблюдения.

Новые книги.

Астрономический календарь.

KOMUNIKAT ZG PTMA

Od 1 stycznia 1991 wpisowe do Towarzystwa 5000,— zł (zniżek nie stosuje się). Składka członkowska 24000,— zł (dla dzieci, młodzieży, studentów, emerytów i rencistów zniżka 50%). Składki wpłacamy jako całoroczne lub półroczne, nie dzielimy składki na mniejsze okresy.

Zasady prenumeraty Uranii w roku 1991.

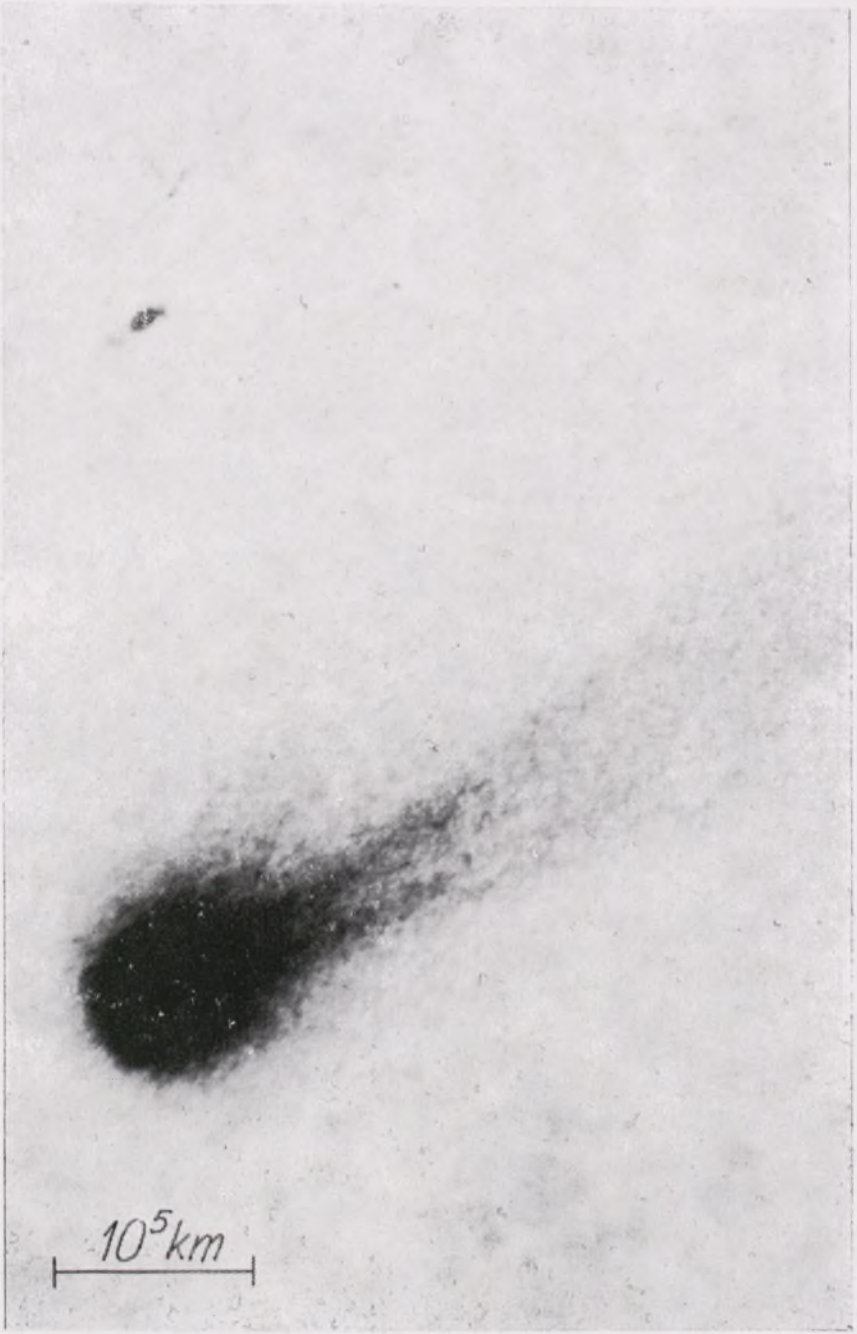
Oszacowano koszt wydania jednego zeszytu Uranii na 4000 zł. W roku 1991 zamierzamy wydać 10 numerów miesięcznych i jeden podwójny (lipcowo-sierpniowy). Ponieważ Urania będzie dofinansowana (o co bardzo aktywnie się staramy) zasady prenumeraty są następujące:

1. Uranię w 1991 można zaprenumerować na trzy lub dowolną większą liczbę miesięcy.
2. Przyjmujemy cenę jednego zeszytu wraz z kolportażem (a dla numeru lipcowo-sierpniowego podwójną) jako
   a. dla członków, którzy opłacili składkę 2500,— zł (tzn. rocznie 30000,— zł).
   b. dla Instytucji i prenumeratorów niezrzeszonych 3000,— zł (tzn. rocznie 36000,— zł).
3. Pieniądze wpłacamy przekazem pocztowym gdzie w miejscu na korespondencję drukowanymi literami podajemy adres na który URANIA ma być wysłana i jaki okres obejmuje prenumerata (można pieniądze wpłacić osobiście w PTMA). O ile składka nie jest opłacana wraz z prenumeratą podajemy kiedy i w jakiej wysokości opłaciliśmy składkę. Prosimy by nie wpłacać pieniędzy na konto gdyż to bardzo wydłuża czas załatwienia spraw związanych z prenumeratą.
4. Pieniądze winny być wpłacone z conajmniej jednomiesięcznym wyprzedzeniem okresu rozpoczynającego prenumeratę tzn kto wpłaci do końca listopada prenumeruje URANIĘ od stycznia. Kto wpłaci do końca marca prenumeruję URANIĘ od maja itd. Pojedyncze zeszyty będą sprzedawane po cenie produkcji. Tym, którzy opłacili prenumeratę postaramy się zachować cenę w trakcie trwania prenumeraty niezależnie od ewentualnego wzrostu kosztów.

Wysyłamy mapy obrotowe nieba, cena wraz z wysyłką 6000,— zł dla członków, (a 7000,— zł dla niezrzeszonych). Przypominamy pieniądze wysyłamy pocztą.

URANIA — Miesięcznik Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. Redaokresu rozpoczynającego prenumeratę tzn. kto wpłaci do końca listopada lena Sroczyńska-Kożuchowska — sekretarz redakcji, T. Zbigniew Dworak — redaktor techniczny. Adres redakcji: ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa. Adres administracji: Zarząd Główny PTMA, ul. Solskiego 30/8, 31-027 Kraków, tel. 22 38 92; nr konta PKO I OM Kraków 35510-16391-132. Cena umowna.

Drukarnia Związkowa, Kraków, ul. Mikołajska 13 — 4088/90 — 2.600


10^5 km

Indeks 38001