



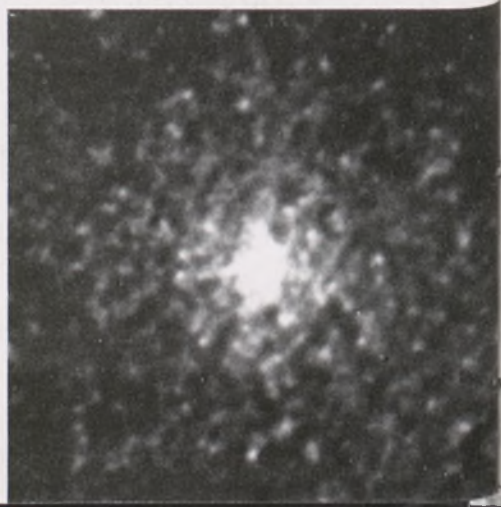
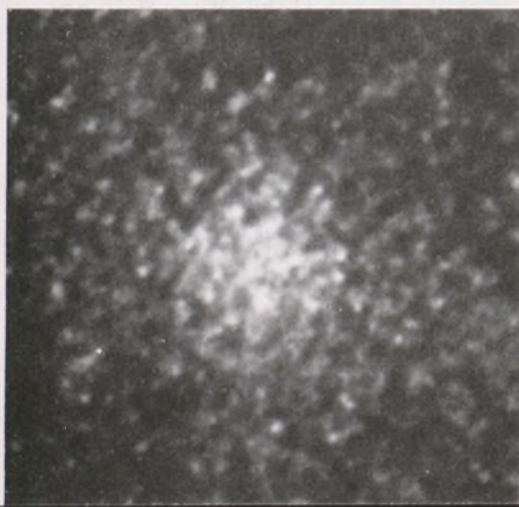
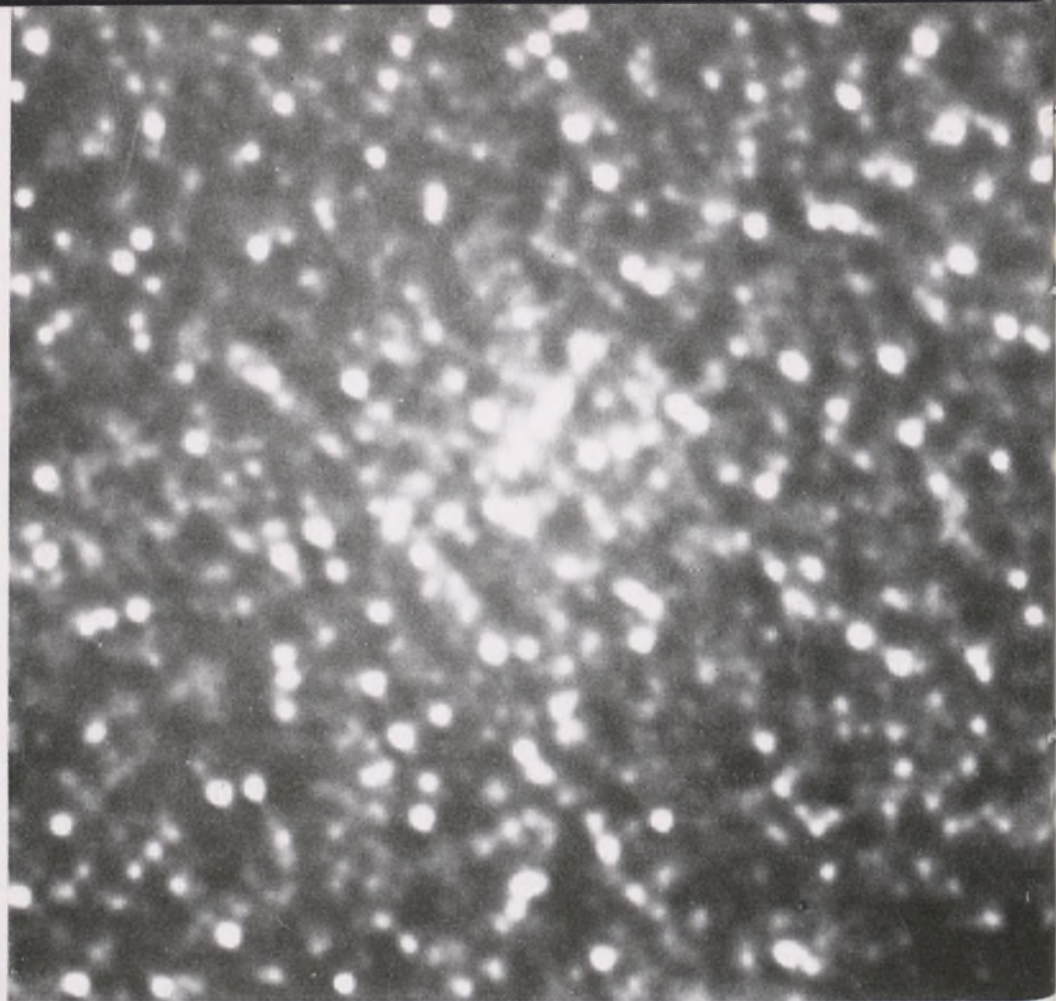
URANIA

MIESIĘCZNIK
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK LXII

LIPIEC-SIERPIEŃ 1991

NR 7-8 (594-595)



URANIA

MIESIĘCZNIK POLSKIEGO TOWARZYSTWA
MIŁOSNIKÓW ASTRONOMII

PL ISSN-0042-0794

ROK LXII LIPIEC-SIERPIEŃ 1991 NR 7-8
(594-595)

WYDANO Z POMOCĄ FINANSOWĄ KOMITETU BADAŃ NAUKOWYCH I POLSKIEJ AKADEMII NAUK. CZASOPISMO ZATWIERDZONE PRZEZ MINISTERSTWO OŚWIATY DO UŻYTIKU SZKÓŁ OGÓLNOKSZTAŁCĄCYCH, ZAKŁADÓW KSZTAŁCENIA NAUCZYCIELI I TECHNIKÓW (Dz. Urz. Min. Ośw. nr 14 z 1966 r. W-wa).

SPIS TREŚCI

Roman Schreiber

Kilometrowe promieniowanie radiowe Ziemi194

Stanisław R. Brzostkiewicz

Co nowego w świecie wielkich planet?198

Kronika:

Magellan nad Wenus209

Kolejna niespodzianka blisko

Centrum Galaktyki209

Kącik Olimpijczyka:

Echo świetlne supernowej 1987 A ..210

Obserwacje:

Komunikat nr 2/91 Sekcji

Obserwacji Słońca PTMA215

Nowości wydawnicze:

S. W. Hawking,

Krótką Historia Czasu216

Kalendarzyk Astronomiczny220

Badania planet Układu Słonecznego należą dziś do najbardziej płodnych i spektakularnych nurtów dociekań astro-nomicznych. Ukazuje to większość ma-teriałów tego numeru. Zwracamy przede wszystkim uwagę na sensacyjne zdjęcie Marsa wykonane po raz pierwszy przez teleskop kosmiczny Hubble'a, które re-produkujemy na okładce — też po raz pierwszy — w pełni barw. Uzyskiwanie takich obrazów planety, do której pla-nuje się już lot człowieka, dostarcza nie tylko fotografii jej powierzchni o nie-osiągalnej dotychczas z Ziemi zdolnoś-ci rozdzielczej (rzędu 50 kn), lecz tak-że daje możliwość śledzenia sezonow-ych zmian warunków klimatycznych zachodzących na Marsie i to w dodat-ku na podstawie jego obserwacji m. in. w promieniowaniu ultrafioletowym, nie dochodzącym przecież do powierzchni Ziemi. Ciekawym zjawiskom w przes-zerzeni okołozemskiej oraz najnowszym osiągnięciom w badaniach czterech naj-większych planet poświęcone są oba ar-tykuły publikowane w tym zeszycie.

Zachęcamy ponadto do szczegółowe-go zapoznania się z problemem tzw. e-cha świetlnego, któremu poświęcony jest tym razem Kącik Olimpijczyka. Jest to poniekąd odpowiedź na wątpliwości, jak-że wzbudziło zdjęcie reprodukowane na okładce tegorocznego numeru styczniowe-go. I wreszcie polecamy wnikliwą re-cenzję słynnej książki S. W. Hawkinga, która również i na naszym rynku księ-garskim stała się ostatnio bestsellerem.

Pierwsza strona okładki: Obraz Marsa będący kompozycją zdjęć wykonanych 13 grudnia 1990 roku za pomocą szerokokątnej kamery teleskopu kosmicznego Hubble'a przez filtr czerwony, zielony i niebieski. Między momentami wykonania zdjęć w świetle niebieskim i czerwonym minęło 12 minut i wskutek obrotu planety wschodnia krawędź jej tarczy jest zazieleniona, a zachodnia poczerwieniona.

Druga strona okładki: Zdjęcie jądra gromady kulistej M 15 wykonane za pomocą teleskopu kosmicznego Hubble'a. U dołu porównano je (po usunięciu jasných gwiazd tła) z obrazem modelu jądra gromady kulistej (z prawej), będącego wynikiem symulacji komputerowej przy założeniu, że w centrum gromady znajduje się czarna dziura. Brak na rzeczywistym zdjęciu tak silnej centralnej koncentracji gwiazd jak na obrazie komputerowym wskazuje, że w centrum gromady M 15 nie należy spodziewać się istnienia czarnej dziury (patrz artykuł A. Piłskiego w poprzednim numerze).

Trzecia strona okładki: Zdjęcia Słońca wykonane 24 i 29 marca 1991 roku przez Longina Garkula z Łotwy. Widoczną na nich bardzo dużą grupę plam można było obserwować nawet gołym okiem.

Czwarta strona okładki: Umieszczenie na orbicie teleskopu kosmicznego Hubble'a w dniu 25 kwietnia 1990 roku podczas lotu promu kosmicznego Discovery.

Roman Schreiber – Toruń

KILOMETROWE PROMIENIOWANIE RADIOWE ZIEMI

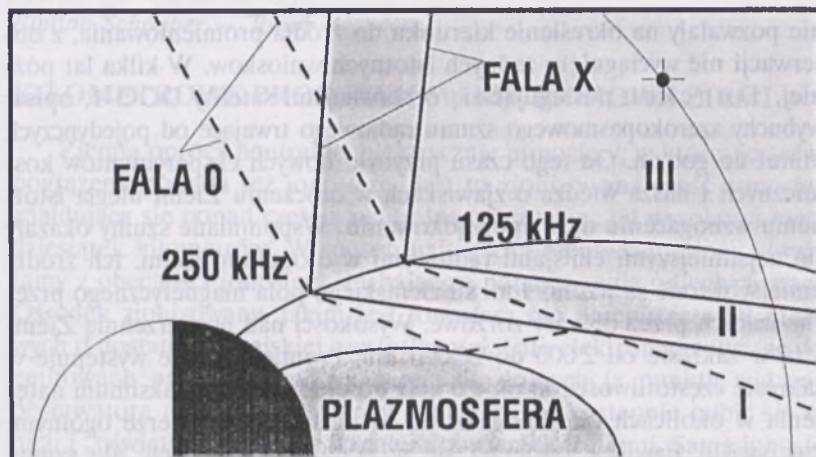
Ziemia oprócz neutralnej elektrycznie atmosfery, w której jesteśmy pogrążeni, posiada też jonosferę. Jest to zjonizowana część atmosfery znajdująca się ponad częścią neutralną, poczynając od wysokości rzędu dziesiątek kilometrów. W sposób najczęściej nieuświadomiony korzystamy z obecności jonosfery słuchając za pomocą radia odległych stacji. Ośrodek zjonizowany, jakim jest jonosfera nie przepuszcza fal radiowych o dostatecznie niskiej częstotliwości. Fale elektromagnetyczne wyemitowane przez nadajnik docierają do dolnych (z punktu widzenia obserwatora naziemnego) warstw jonosfery, by następnie odbić się od nich i „oświetlić” oddalony fragment powierzchni Ziemi. Sama jonosfera powstaje w wyniku jonizacji górnych warstw atmosfery Ziemi przez promieniowanie Słońca (głównie UV). Ponieważ promieniowanie dochodzi z zewnątrz, jonizuje na początku górne, rozrzedzone warstwy atmosfery Ziemi. W miarę głębszej penetracji gęstość atmosfery wzrasta, wzrasta również liczba jonów na jednostkę objętości wytwarzanych przez promieniowanie UV. Ponieważ jednak jonizacja związana jest z pochłanianiem fotonów, natężenie promieniowania dochodzącego w głąb atmosfery maleje. Na pewnej wysokości liczba zjonizowanych atomów jest maksymalna, niżej gwałtownie maleje; praktycznie wszystkie fotony zostały już pochłonięte. Pojawia się zjonizowana warstwa od której odbijają się fale elektromagnetyczne. Dla fal dostatecznie krótkich (rzędu metrów) taki mechanizm już nie działa. Mogą „ucieć”.

Co się stanie, jeśli nasz nadajnik umieścimy ponad jonosferą Ziemi? Dla krótkich fal będziemy mogli odbierać sygnał na powierzchni Ziemi – dzięki temu możliwa jest np. radioastronomia. Fale dłuższe już tam nie dotrą, ulegną odbiciu od jonosfery „z drugiej strony”. Stanie się tak nawet gdy nadajnik ma bardzo dużą moc i znajduje się w bliskim sąsiedztwie Ziemi. Dopiero obserwacje spoza Ziemi, przeprowadzone przy użyciu sztucznych satelitów, pozwoliłyby stwierdzić jego obecność. Czy przedstawione rozumowanie odpowiada rzeczywistej sytuacji w przyrodzie? Okazuje się że tak, i o tym właśnie będzie ten artykuł.

Jeszcze w latach sześćdziesiątych Rosjanie (B e n e d i k t o v , G e t m a n t s e v i współpracownicy) zaobserwowali z pokładu satelity Elektron-2 intensywny szum na niskich częstotliwościach (nie odbieranych na powierzchni Ziemi). Ponieważ rozmiary anten i zastosowane techniki

nie pozwalały na określenie kierunku do źródła promieniowania, z obserwacji nie wyciągnięto żadnych istotnych wniosków. W kilka lat później, Dunclel, posługując się obserwacjami satelity OGO-1, opisał wybuchy szerokopasmowego szumu radiowego trwające od pojedynczych minut do godzin. Od tego czasu przybyło nowych eksperymentów kosmicznych i nasza wiedza o zjawiskach w otoczeniu Ziemi uległa istotnemu wzbogaceniu oraz uporządkowaniu. Wspomniane szумы okazały się najsilniejszymi emisjami radiowymi w otoczeniu Ziemi. Ich źródła umiejscowione są wzdłuż linii sił ziemskiego pola magnetycznego przechodzących przez obszary zorzowe. Wysokości nad powierzchnią Ziemi leżą w zakresie od 2 000 do 20 000 km. Promieniowanie występuje w zakresie częstotliwości od ok. 20 kHz do ok. 2 MHz z maksimum natężenia w okolicach ok. 200 kHz. Są to liczby o charakterze ogólnym, rzeczywiste zjawiska zawierają się w podanych granicach, ale szумы wcale nie muszą pokrywać całego zakresu częstotliwości. Ze względu na lokalizację źródeł promieniowanie nosi nazwę AKR — Kilometrowego Promieniowania Zorzowego (ang. Auroral Kilometric Radiation), niekiedy nazywa się je TKR — Kilometrowym Promieniowaniem Ziemi (ang. Terrestrial Kilometric Radiation). Częstotliwości 2 MHz odpowiada długość fali elektromagnetycznej w próżni równa 150 m, 200 kHz — 1 500 m, 20 kHz — 15 km. Stąd właśnie nazwa promieniowanie kilometrowe. Tak długie fale nie mogą przebić się przez jonosferę, właściwie nie są nawet w stanie zejść dużo poniżej obszaru generacji — są ogniskowane w stożku skierowanym podstawą do Ziemi. Moc zgromadzona w AKR może wynosić średnio 10^7 W, sięgając niekiedy do 10^9 W. Gdyby przypisać to podgrzanemu obiektowi o charakterze ciała czarnego, jego temperatura musiałaby wynieść 10^{13} K. Nigdzie w Układzie Słonecznym nie znamy obiektu o tak wysokiej temperaturze (temperatura powierzchni Słońca, jak pamiętamy, wynosi około 6 500 K). Mówimy, że proces generacji promieniowania jest nietermiczny.

Co dzieje się we wnętrzu źródła? Obraz nie jest jeszcze całkiem jasny, ale po wystrzeleniu w roku 1986 szwedzkiego satelity VIKING przelatującego przez obszary w których powstaje AKR wiemy już trochę więcej. Jak już wspomniałem, źródła AKR zlokalizowane są wzdłuż linii sił pola magnetycznego przechodzących przez obszary zorzowe. Częstotliwość promieniowania generowanego w danym miejscu odpowiada w dobrym przybliżeniu częstotliwości rotacji elektronów w polu magnetycznym Ziemi (zwanej częstotliwością cyklotronową). Ta ostatnia z kolei jest wprost proporcjonalna do natężenia lokalnego pola



Rys. 1. Rysunek przedstawia schematycznie rozchodzenie się AKR od dwóch punktowych źródeł: o częstotliwości 250 i 125 kHz. Źródło wysyłające fale o częstotliwości 125 kHz znajduje się wyżej od źródła odpowiedzialnego za fale 250 kHz. Dla fal nadzwyczajnych (X) pokazany jest obszar przez nie oświetlony (ograniczony ciągiłą linią opisaną jako „FALA X”). W obszarze gęsto zakropkowanym można odebrać jedynie promieniowanie ze źródła 250 kHz, w obszarze rzadko kropkowanym widzimy promieniowanie od obydwu źródeł. Podobnie jest z falami zwyczajnymi (O) — obszar ich widoczności jest ograniczony linią przerywaną opisaną jako „FALA O”. Umieszczony na orbicie satelita w obszarze I nie widzi w ogóle fali nadzwyczajnej, w obszarze II widzi jedynie fale nadzwyczajne od źródła 250 kHz, w obszarze III widzi oba źródła. Analogiczny schemat można sporządzić dla fali zwyczajnej (O). Granica widoczności źródła w przestrzeni trójwymiarowej jest powierzchnią stożka. Jego wnętrze jest oświetlone.

magnetycznego. Gęstości plazmy są w tych obszarach tak niskie, że częstość drgań własnych plazmy jest dużo niższa od częstości cyklotronowej. Taki ośrodek jest anizotropowy dla rozchodzących się w nim fal elektromagnetycznych. Trochę podobnie jak w kryształach anizotropowych mogą rozchodzić się tu dwa rodzaje drgań: zwyczajne (tzw. mod O) i nadzwyczajne (mod X). Różnią się one współczynnikiem załamania i kierunkiem polaryzacji (kołowej). Istnieje jeszcze trzeci rodzaj fal: tzw. mod Z, ale nie będziemy się nim tutaj zajmować. Okazuje się, że przeważająca część energii AKR znajduje się w fali nadzwyczajnej (X). Jest to oczywiście równoważne prawie stuprocentowej polaryzacji kołowej. W obszarze generacji promieniowanie jest bardzo silnie załamywane w kierunku obszarów o mniejszej gęstości i niższej wartości pola magnetycznego. Odpowiada to wychodzeniu energii od Ziemi na zewnątrz (rys. 1). Nasz potężny nadajnik nie jest zatem widoczny na powierzchni Ziemi. Same źródła nie są jednak zlokalizowane w dowolnych

miejscach. Obecne są w nich energetyczne elektrony przyspieszane w obszarach znajdujących się wyżej. Jeżeli przedłużyć w dół linię sił pola magnetycznego, na której znajduje się źródło, często przecina ona obszar świecenia zorzy polarnej, w szczególności delikatne twory zwane łukami zorzowymi. W otoczeniu źródła AKR gęstości plazmy są małe. Sądzi się nawet, że źródła AKR znajdują się w pewnego rodzaju wnęce, prawie pustej i o rozmiarze rzędu pojedynczych stopni w szerokości geograficznej. Obserwacje VIKING'a pokazały, że samo źródło jest jeszcze bardziej opróżnione z plazmy — jest to obszar o rozmiarze poziomym rzędu 100 km ograniczony „ściankami”, na których gęstość plazmy wyraźnie wzrasta. W tej „miniwnęce” następuje proces przemiany części energii niesionej przez energetyczne (rzędu keV) elektrony w energię fal elektromagnetycznych. Wewnątrz źródła istnieją pola elektryczne, dodatkowo wpływając na ruch elektronów. Elektrony są zdolne oddać „nadmiar” swojej energii falom elektromagnetycznym — zjawisko to nosi nazwę niestabilności; układ cząstki-fale dąży do stanu o niższej energii.

Modelem opisującym, jak dotychczas najlepiej, wspomniany proces jest model tzw. masera cyklotronowego. Fale poruszając się w źródle są wzmacniane kosztem energii elektronów. Energia zyskiwana przez fale rośnie ze wzrostem drogi przebytej w źródle. W zasadzie fale elektromagnetyczne przebiegają obszar źródła tylko raz aby następnie wydostać się z niego na zewnątrz. Ale pamiętamy, że granice naszej „miniwnęki” w której następuje proces transformacji energii są wyraźnie zlokalizowane w przestrzeni. Wzrost gęstości oznacza zmianę współczynnika załamania — fale mogą ulec częściowemu odbiciu i powrócić do wnętrza źródła ulegając kolejnemu wzmocnieniu. Potem spotkanie drugiej ścianki; znowu odbicie i wzmocnienie... Z masera zrobił się laser. „Miniwnęka” to wnęka rezonansowa, ścianki to zwierciadła. W rezultacie wychodzące promieniowanie będzie prawie monochromatyczne. Taki model zaproponował w roku 1982 Calvert. Źródło AKR składałoby się z wielkiej ilości małych „źródełek” wysyłających quasimonochromatyczne (praktycznie o tej samej długości fali) promieniowanie. Oczywiście z daleka przyczynki od wielu takich „źródełek” składałyby się na praktycznie ciągłe widmo częstotliwości, ale oglądając to widmo przez odpowiednią „lupe” możnaby pokusić się o zobaczenie wąskich przyczynków od poszczególnych elementów źródła. Taki eksperyment został zrobiony. W roku 1988 opublikowano obserwacje AKR, w których zauważono „linie” o szerokości rzędu pojedynczych Hz, a być może i mniejszej.

Nie jest to jeszcze dowód na prawdziwość modelu Calverta. Trzeba poczekać na nagromadzenie większej ilości obserwacji w samym źródle AKR.

Wiemy, że w Układzie Słonecznym pola magnetyczne podobne do ziemskiego posiadają wszystkie wielkie planety (tzn. Jowisz, Saturn, Uran i Neptun). Można by spodziewać się tam zjawisk analogicznych do ziemskiego AKR. I z dokładnością do lokalnych „odchyleń od normy” tak jest. AKR jest zjawiskiem pozwalającym na zrozumienie procesów dziejących się również i poza Ziemią. Laboratorium jakie stanowi otoczenie Ziemi jest w wielu sytuacjach niezastąpione. Chociaż należałoby może wspomnieć na koniec o numerycznych symulacjach zjawisk dziejących się w źródle AKR. Przy obecnym stanie techniki obliczeniowej i postępie w konstruowaniu coraz to potężniejszych komputerów takie rachunki, badające wzajemne oddziaływanie fal, pól statycznych i cząstek naładowanych w modelowym źródle AKR, są już możliwe. Fizyka komputerowa pozwala stworzyć namiastkę przestrzeni kosmicznej na Ziemi. Jednak weryfikacja jej przewidywań ciągle wymaga coraz to dokładniejszych przyrządów szybujących w pozornie pustej przestrzeni nad naszymi głowami (a czasem i pod nogami).

Stanisław R. Brzostkiewicz – Dąbrowa Górnicza

CO NOWEGO W ŚWIECIE WIELKICH PLANET?

Do niedawna wiedzę o planetach grupy jowiszowej czerpaliśmy wyłącznie z naziemnych obserwacji. Nic zatem dziwnego, że mieliśmy o nich skromne wiadomości, gdyż — jak wiadomo — znajdują się zawsze daleko od Ziemi i przez to są trudne do obserwacji teleskopowych. Wystarczy sięgnąć po dowolną książkę wydaną na ten temat przed kilkunastu laty i zawarte w niej wiadomości porównać z aktualną wiedzą o Układzie Słonecznym, aby się „naocznie” przekonać, jak wielki postęp w tej dziedzinie nastąpił w ciągu tak krótkiego czasu. Zawdzięczamy to zaś głównie czterem sondom kosmicznym; jedna z nich (Pioneer-10) badała tylko Jowisza, dwie następne (Pioneer-11 i Voyager-1) zbliżyły się już do Jowisza i Saturna, czwarta natomiast (Voyager-2) przelatywała kolejno obok wszystkich czterech planet grupy jowiszowej. Tak więc jej rola polegała nie tylko na poszerzeniu wiadomości o Jowiszu i Saturnie, ale przede wszystkim na dostarczeniu pierwszych konkretnych informacji o Uranie i Neptunie. Przelotem obok tej ostatniej

planety Voyager-2 zakończył swój planetarny program, chociaż jego aparatura wciąż znajduje się w wybornym stanie i uczeni wiele jeszcze po nim sobie obiecują. To samo można powiedzieć o aparaturze Voyagera-1, który oddalił się już dość znacznie od Słońca i za pomocą którego w lutym 1990 roku podjęto próbę uzyskania obrazu całego Układu Słonecznego. Było to faktycznie nadzwyczaj efektowne ukoronowanie jego misji planetarnej.

Ale i bez powyższego eksperymentu misje obu Voyagerów na trwałe zapiszą się w dziejach astronomii planetarnej. To one przecież dostarczyły nam pierwszych konkretnych wiadomości o fizycznych właściwościach czterech największych planet Układu Słonecznego, pozwoliły dokładnie poznać ich rozmiary i prędkości rotacji, przekazały informacje o dynamice i składzie chemicznym atmosfer tych planet, o otaczających je pierścieniach i towarzyszących im licznych gromadkach księżyców, o znajdujących się na nich utworach topograficznych. Pierwsze wyniki, możliwe do uzyskania już podczas wstępnych badań otrzymanego materiału, publikowano tuż po przelocie danej sondy obok tej lub innej planety. Materiał ten jest jednak niezmiernie bogaty, wymaga więc pewnego uporządkowania i wnikliwej analizy, a na to potrzeba sporo czasu. W związku z tym na łamach czasopism naukowych wciąż pojawiają się doniesienia o mniej lub bardziej ważnych odkryciach i w niniejszym artykule chcemy właśnie zaprezentować niektóre z tych nowinek, bo dopiero wtedy uzyskujemy w miarę pełny obraz interesującej nas planety. Przegląd ten rozpoczynamy od zaznajomienia się z aktualną wiedzą na temat atmosfer planet grupy jowiszowej, których skład chemiczny — jak od dawna przypuszczano — powinien być zbliżony do składu chemicznego mgławicy prąsłonecznej. Nie znaczy to oczywiście, że atmosfery tych planet muszą być identyczne, że niczym nie mogą się między sobą różnić. I tak rzeczywiście nie jest, bo wprawdzie składają się one głównie z wodoru i helu, to jednak ilość helu w stosunku do wodoru jest w każdym przypadku inna. W zasadzie nie trudno to wytłumaczyć, gdyż Uran i Neptun mają mniejsze siły ciężenia niż na przykład Jowisz, toteż część wodoru z ich pierwotnych atmosfer mogła umknąć w przestrzeń międzyplanetarną i dziś atmosfery tych planet zawierają większy procent nie tylko helu, ale i metanu. Natomiast w przypadku Saturna cięższy od wodoru hel mógł się skupić w głębszych warstwach planety i dlatego obecnie jest go mniej w tamtejszej atmosferze.

W atmosferach Urana i Neptuna znajduje się — jak już powyżej zaznaczono — kilkakrotnie więcej metanu niż w atmosferach Jowisza i

Saturna. Wiadomo zaś, że ten najprostszy węglowodór nasycony absorbuje światło czerwone, w związku z czym obie planety mają wyraźnie niebieskawe zabarwienie. Chmury w ich atmosferach składają się właśnie głównie z zamrzłego metanu, podczas gdy obłoki unoszące się w atmosferach Jowisza i Saturna utworzone są prawie wyłącznie z zamrzłego amoniaku. Ale atmosfery wielkich planet mają podobne struktury, na wszystkich występują strefy i pasy równoległe do ich równików. Są one najwyraźniej zarysowane na Jowiszu, dużo słabiej na Saturnie i Neptunie, a prawie niewidoczne na Uranie. Na obrazach otrzymanych za pomocą sondy Voyager-2 z większej odległości planeta ta ma wyjątkowo monotony wygląd, na jej tarczy właściwie nie widać żadnych szczegółów, uwagę zwraca jedynie okolica południowego bieguna, która akurat jest oświetlona promieniami słonecznymi i można na niej dostrzec ledwo zarysowaną czapę biegunową. Dopiero obrazy otrzymane z mniejszej odległości pokazują, że niżej leżąca warstwa obłoków Urana ma również pasmową strukturę, lecz pasy są węższe i jest ich znacznie mniej niż na Jowiszu. Zaobserwowano je właściwie tylko pomiędzy 45 a 20 stopniem szerokości południowej.

Za dalszą charakterystyczną cechę wielkich planet należy uznać występujące w ich atmosferach owalne obłoki. Mamy tu do czynienia z tworamizadziwiająco trwałymi, o żywotności liczonej w miesiącach, latach czy nawet – jak to ma miejsce w przypadku Wielkiej Czerwonej Plamy na Jowiszu – w stuleciach. Są to rozległe wiry atmosferyczne, obserwowane nie tylko na największej planecie Układu Słonecznego, ale także na Neptunie (Wielka Czarna Plama) i na Saturnie (Wielka Biała Plama). Ta ostatnia została po raz pierwszy dostrzeżona 25 września 1990 roku,* stawała się coraz jaśniejsza i nieustannie zwiększała swe rozmiary. O ile bowiem w pierwszych dniach października długość jej wielkiej półosi wynosiła około 20 000 km, to dwa tygodnie później osiągnęła już około 95 000 km, czyli mniej więcej jedną czwartą obwodu planety. Obserwacje z listopada wykazują natomiast, iż obejmowała wówczas cały glob Saturna, a więc musiała mieć około 380 000 km długości. Tak duże plamy zdarzają się oczywiście niezmiernie rzadko, nie częściej niż raz na około 30 lat. W krótszych odstępach czasu pojawiają się mniejsze plamy, które zresztą obserwuje się na wszystkich planetach grupy jowiszowej. Dostrzeżono je również na Uranie i dzięki

* Odkrycia tego dokonał S. Wilber z Las Cruces (Nowy Meksyk, USA), który do obserwacji Saturna używał teleskopu o średnicy 25 cm i stosował powiększenie 300 razy.

Tabela 1
Najważniejsze dane o atmosferach planet grupy jowiszowej

Nazwa planety	Jowisz	Saturn	Uran	Neptun
Ciśnienie (bara)*	0.5	0.5	0.1	0.1
Skład chemiczny (%)	H ₂ 87	H ₂ 93	H ₂ 84	H ₂ 85
	He 12.8	He 6	He 15	He 13
	H ₂ O 1×10 ⁻⁴	CH ₄ 8×10 ⁻²	CH ₄ 0.3	CH ₄ 0.1-1
	ClF ₄ 7×10 ⁻²	NH ₃ 2×10 ⁻³	C ₂ H ₂ 9×10 ⁻²	C ₂ H ₆ 3×10 ⁻⁴
	NH ₃ 2×10 ⁻²	C ₂ H ₆ 5×10 ⁻⁴	NH ₃ (?)	
	HCN 1×10 ⁻⁵	C ₂ H ₂ 2×10 ⁻⁶	C ₂ H ₆ 3×10 ⁻⁶	
	C ₂ H ₆ 4×10 ⁻²	PH ₃ 1×10 ⁻⁴		
	C ₂ H ₂ 8×10 ⁻³			
	PH ₃ 4×10 ⁻⁵			
	CO ₂ 2×10 ⁻⁷			
GeH ₄ 7×10 ⁻⁸				

* Dane odnoszą się do górnej granicy obłoków.

nim zwrócono uwagę na niezwykley ruch materii w atmosferze tej planety. O ile bowiem na Jowiszu i Saturnie prędkość rotacji obłoków spada od równika ku biegunom, to w przypadku Urana mamy akurat sytuację odwrotną, gdyż tu prędkość rotacji jest największa na biegunach, najmniejsza zaś w pobliżu równika. I tak na 40 stopniu szerokości południowej okres rotacji atmosfery wynosi 16,0 godziny, na 33 stopniu szerokości południowej — 16,3 godziny, a na 27 stopniu szerokości południowej — już 16,9 godziny. Jeszcze bliżej równika, mniej więcej na 20 stopniu szerokości południowej, prędkość rotacji obłoków wyrównuje się z prędkością obrotu planety i wynosi około 17 godzin i 14 minut. Nie ulega wątpliwości, że zjawisko to musi być związane ze znacznym nachyleniem osi rotacyjnej Urana względem płaszczyzny jego orbity i że głównym czynnikiem pasmowej struktury atmosfery planety jest rotacja. To ostatnie stwierdzenie odnosi się oczywiście do wszystkich planet grupy jowiszowej.

Każda z tych planet posiada własne pole magnetyczne i pasy radiacji przypominające ziemskie pasy van Allena. Najpotężniejszą magnetosferę ma oczywiście Jowisz, bo o ile jej granica po dziennej stronie znajduje się w odległości 50–100 milionów km, to po nocnej sięga aż do orbity Saturna. Modeluje ją więc zapewne nie tylko wiatr słoneczny, ale być może także poruszające się w niej księżycy galileuszowe, zwłaszcza zaś Io. Odkryto przecież na nim czynne wulkany i one mogą być źródłem cząstek naładowanych, które przedostają się do pasów radiacji Jowisza. Magnetosfery pozostałych trzech planet grupy jowiszowej są

oczywiście dużo skromniejsze i mają nie tak złożoną strukturę, chociaż też posiadają dipolowy charakter. O ile jednak bieguny magnetyczne Saturna pokrywają się z jego biegunami „geograficznymi”, a oś magnetyczna Jowisza jest tylko nieznacznie przesunięta względem osi rotacyjnej, to osie magnetyczne Urana i Neptuna są znacznie nachylone i ich środki leżą w dość dużej odległości od środków geometrycznych obu planet. Na razie brak jednoznacznego wyjaśnienia tego zjawiska.

Pola magnetyczne umożliwiły dokładne wyznaczenie okresów rotacji wszystkich czterech planet grupy jowiszowej. Do niedawna było to tylko częściowo osiągalne, ponieważ nie są znane ich stałe powierzchnie, toteż na podstawie obserwacji pojawiających się na nich utworów atmosferycznych udało się z dość dobrym przybliżeniem określić te dane jedynie dla Jowisza i Saturna, lecz w przypadku Urana i Neptuna było to już bardzo utrudnione z uwagi na duże odległości tych planet od Ziemi. Tymczasem okres rotacji, podobnie jak rozmiary, masa i średnia gęstość tej lub innej planety, dostarcza ważnych informacji o budowie jej wnętrza. Pod tym zaś względem planety grupy jowiszowej – z czego od dawna zdawano sobie sprawę – niczym nie przypominają planet ziemskiej grupy, a przy tym – biorąc pod uwagę ich różne gęstości – między sobą też muszą się czymś różnić. Przyjmuje się na przykład, że atmosfera Jowisza ma około 1 000 km grubości, pod nią rozpościera się warstwa ciekłego wodoru o grubości około 25 000 km i oblewa ona warstwę ciekłego wodoru metalicznego o grubości około 45 000 km, a w samym środku planety znajduje się, zbudowane głównie z żelaza i skał, jądro o średnicy około 1 000 km. Saturn przypuszczalnie ma podobną budowę swego wnętrza, lecz powinien mieć znacznie grubsza warstwę ciekłego wodoru, o wiele zaś cieńszą warstwę ciekłego wodoru metalicznego i nieco mniejsze jądro. Natomiast pod rozległą atmosferą Urana najprawdopodobniej rozpościera się gruba warstwa ciepłej wody, która oblewa skupiające około 15% ogólnej jego masy jądro kamienno-żelazne. Posiadający wśród planet grupy jowiszowej największą średnią gęstość Neptun musi mieć jeszcze inną budowę swego wnętrza i chyba także większe jądro.

Kolejną wspólną cechą planet grupy jowiszowej są niewątpliwie ich pierścienie. Trzeba jednak od razu zaznaczyć, że i pod tym względem występują dość istotne różnice, bo o ile na przykład Saturn posiada nadzwyczaj okazałe pierścienie, to w porównaniu z nimi pierścienie pozostałych trzech wielkich planet są więcej niż skromne. Nic więc dziwnego, że o pierścieniach najbliższego Jowisza dowiedzieliśmy się

Tabela 2

Najważniejsze dane o planetach grupy jowiszowej

Nazwa planety	Jowisz	Saturn	Uran	Neptun
Średnia odległość od Słońca (w mln km)	778.4	1 427.0	2 869.6	4 496.7
Średnia odległość od Słońca (w j. a.)	5.203	9.539	19.182	30.058
Mimośród orbity	0.0485	0.0556	0.0473	0.0086
Gwiazdowy okres obiegu (w latach)	11.86	29.46	84.01	164.79
Średnia prędkość orbitalna (w km/s)	13.06	9.65	6.80	5.43
Średnica równikowa (w km)	142 796	120 660	52 400	50 460
Średnica równikowa w porównaniu ze średnicą Ziemi (Ziemia=1)	11.19	9.46	4.11	3.96
Splaszczanie planety	0.0651	0.108	0.030	0.026
Okres obrotu wokół osi	$9^{\text{h}}55^{\text{m}}29.6^{\text{s}}$	$10^{\text{h}}39^{\text{m}}22.3^{\text{s}}$	$17^{\text{h}}14^{\text{m}}24.5^{\text{s}}$	$16^{\text{h}}06^{\text{m}}36.8^{\text{s}}$
Nachylenie równika do płaszczyzny orbity	3.12°	26.73°	97.86°	29.56°
Nachylenie osi magnetycznej względem osi rotacyjnej	10°	0°	60°	50°
Masa planety (w kg)	1899.71×10^{24}	568.736×10^{24}	86.891×10^{24}	103.026×10^{24}
Masa planety w porównaniu z masą Ziemi (Ziemia=1)	317.89	95.17	14.54	17.24
Średnia gęstość planety (w kg/m^3)	1326	686	1150	1560
Średnia gęstość w porównaniu z gęstością Ziemi (Ziemia=1)	0.2402	0.1243	0.208	0.281
Przyspieszenie grawitacyjne na równiku (w m/s ²)	24.9849	10.5178	8.4595	11.6158
Prędkość ucieczki (w km/s)	59.63	35.53	21.03	23.3
Nasłonecznienie (Ziemia=1)	0.037	0.011	0.0027	0.0011
Efektywna temperatura planety (w kelwinach)	124.4	95.0	59.1	59.3
Stosunek energii wypromieniowanej do energii otrzymywanej od Słońca	1.67	1.79	1.14	2.7
Liczba znanych księżyców	16*	18*	15	8

*Liczba ta obejmuje tylko te księżyce, których istnienie zostało w pełni udokumentowane.

dopiero dzięki badaniom wykonanym za pomocą sond kosmicznych. Główny z nich ma około 6400 km szerokości i najwyżej 30 km grubości, składa się zaś przeważnie z pyłu powstającego w wyniku erozji meteorytowej powierzchni księżyców Metis i Adrastea. Trzy pozostałe świecą bardzo słabo, najslabszy odkryto w roku 1985 w wyniku wnikliwej analizy obrazów przekazanych przez oba Voyagery. O wiele jaśniejsze są i mają bardziej złożoną strukturę pierścienie Saturna, które po raz pierwszy zaobserwowano już w XVII wieku. Do czasu przelotu Voyagerów znano sześć pierścieni tej planety, trzy główne (A, B i C), dwa słabsze (D i E) oraz jeden bardzo słaby (oznaczono go literą G), odkryty na obrazach otrzymanych za pomocą sondy Pioneer-11. Obrazy przekazane przez Voyagery ujawniły, iż trzy główne pierścienie w rzeczywistości składają się z tysięcy cieńszych pierścionków. Zbudowane są one głównie z cząstek lodowych, toteż mają dużą jasność i można je dostrzec nawet przez niewielką lunetę. Natomiast pierścieni Urana nie ujrzymy nawet przez wielki teleskop, chociaż istnienie 9 z nich też stwierdzono na podstawie naziemnych obserwacji (zakrycie gwiazdy SAO 15 8687 przez tarczę planety). W pełnej jednak krasie ujrano je dopiero na obrazach przekazanych przez Voyagera-2, na których też odkryto dwa dalsze pierścienie tej planety. Wszystkie one składają się z większej liczby „pierścionków”, lecz w odróżnieniu od pierścieni Saturna są ciemne, ponieważ – jak się przypuszcza – tworzące je bryłki lodu metanowego mogły „szczernieć” pod wpływem oddziaływania nadfioletowego promieniowania Słońca lub może pokryte zostały warstwą węglowego pyłu meteorowego. To samo można powiedzieć o pierścieniach Neptuna, na istnienie których również wskazywały już naziemne obserwacje, choć nie tak jednoznacznie jak to było w przypadku pierścieni Urana. Wszelkie wątpliwości na ten temat rozwiązały dopiero obrazy otrzymane w roku 1989 za pomocą Voyagera-2.

A co dziś wiemy o pochodzeniu tych niezwykłych tworów planetarnych? Czy nadal aktualna jest hipoteza, która narodziła się jeszcze w czasie, kiedy znano jedynie pierścienie Saturna? Hipoteza ta zakładała, że ongiś zamiast nich krążył tu księżyc, lecz przekroczywszy granice Roche'a rozpadł się na tysiące drobnych okruchów, za co odpowiedzialne czyniono siły pływowe macierzystej planety. Niestety, pogląd ten nie tłumaczy wszystkiego i w związku z tym bardziej prawdopodobna wydaje się hipoteza, iż główne pierścienie Saturna tworzy materiał pozostały z czasów formowania się planety. Mowa oczywiście o pierścieniu B (zawiera on blisko 90% masy całego systemu) i pierścieniu C, które –

jak wykazują badania — mogą być stabilne dłużej niż 4,5 miliarda lat. Nie dotyczy to jednak pierścienia A, rozkład materii jest w nim zupełnie inny i ma on około 30 m grubości (grubość pierścieni B i C wynosi nie więcej niż 5 m). Tworzący go materiał pochodzi najprawdopodobniej z rozpadu niewielkiego księżycy (mógł on mieć zaledwie 50 km średnicy), co — jak sądzi amerykański planetolog L. W. Esposito — nastąpiło nie wcześniej niż 10–100 milionów lat temu. Przypuszczalnie pierścień ten nie jest zbyt trwały, tworzące go okruchy materii wciąż się zderzają z sobą, kruszą i umykają z niego, a z czasem mogą się zupełnie rozproszyć w przestrzeni i pierścień zaniknąć. Taki właśnie przypadek obserwujemy dziś przy Jowiszu, którego główny pierścień — zdaniem badaczy — liczy sobie nie więcej niż 10 milionów lat i po upływie następnych 10 milionów lat przestanie istnieć. Ale być może po jakimś czasie na jego miejscu pojawi się nowy pierścień i w przyszłości podzieli los swego poprzednika?

Takich pytań planetolodzy zadają sobie dziś dużo więcej i nie zawsze znajdują na nie odpowiedzi. Dotyczy to zarówno samych planet grupy jowiszowej, jak i — a może nawet przede wszystkim — licznej rzeszy towarzyszących im księżyców. Pod tym bowiem względem ta grupa planet jest szczególnie uprzywilejowana, bo o ile w całym Układzie Słonecznym znamy obecnie 61 księżyców, to na planety ziemskiej grupy i na Plutona przypadają zaledwie 4 księżyce. Z prostego rachunku wynika zatem, że planetom grupy jowiszowej towarzyszą aż 57 księżyce, a wiele faktów przemawia za tym, iż nie jest to pełna liczba. Na podstawie analizy materiału otrzymanego za pomocą sond Voyager astronomowie amerykańscy doszli na przykład do wniosku, że w pierścieniach Saturna porusza się co najmniej 6 małych księżyców, których średnice wynoszą od 7 do 30 km. To prawdopodobnie istnienie jednego z nich zostało właśnie niedawno potwierdzone, a ponieważ dokonano tego na podstawie obrazów uzyskanych w roku 1981 za pomocą Voyagera-2, otrzymał on prowizoryczne oznaczenie 1981 S 13. (właściwa nazwa ma mu być nadana podczas najbliższego kongresu MUA). Księżyc ten ma 20 km średnicy i porusza się w przerwie Enckeego, toteż dokładne poznanie jego ruchów może dostarczyć ciekawych informacji na temat dynamiki pierścieni Saturna. W tym przecież zakresie jest jeszcze wiele niejasności.

Większość księżyców towarzyszących planetom grupy jowiszowej ma zahamowaną rotację. Oznacza to po prostu, że — podobnie jak nasz Księżyc — obracają się wokół osi w takich samych czasach, w jakich dokonują obiegów macierzystych planet. Wyjątek stanowi osiem zewnętrznych

księżyców Jowisza (Leda, Himalia, Lysithea, Elara, Ananke, Carme, Pasiphae i Sinope), trzy zewnętrzne księżycy Saturna (Hyperion, Japet i Phoebe) i najprawdopodobniej jeden księżyc Neptuna (Nereida). Pod tym zaś względem nadzwyczaj ciekawym obiektem jest Hyperion; wśród księżyców tej wielkości wyróżnia się nieregularnym kształtem (można go opisać jako trójosiową elipsoidę o rozmiarach $185 \times 140 \times 113$ km). Jego średnia odległość od Saturna wynosi 1 483 000 km (porusza się po orbicie o mimośrodzie 0,104), a czas obiegu – 21,3 dnia. W ciągu 13 tygodni obserwacji zmian jasności tego księżycyca astronom amerykański J. J. Klavetter nie znalazł żadnego okresu rotacji mieszczącego się w granicach od 1 godziny do 7 tygodni, co wydaje się być zgodne z wcześniejszymi wnioskami J. Wisdoma, iż Hyperion nie ma jednoznacznie zdefiniowanej osi rotacyjnej i wiruje w jakiś „chaotyczny” sposób, do czego przyczynia się przypuszczalnie grawitacja Tytana. A może – zdaniem niektórych badaczy – w niezbyt odległej przeszłości księżyc ten zderzył się z jakimś dużym ciałem i do tej pory nie zdążył się jeszcze „otrząsnąć” po tej katastrofie? Takiego scenariusza nie można oczywiście wykluczyć, podobne katastrofy nie należą przecież do rzadkości w Układzie Słonecznym. Sądzi się na przykład, że Miranda musiała być parę razy rozbita w wyniku zderzenia z innym ciałem i za każdym razem na nowo się „składała” w jednolity obiekt. Taką katastrofę musiał przeżyć Uran, który – jak sądzą W. Benz i A. Cameron – we wczesnym okresie swego istnienia zderzył się z obiektem o masie równej co najmniej 1/10 jego masy. Właśnie w następstwie tego wydarzenia oś rotacyjna planety niemal „położyła się” w płaszczyźnie jej orbity.

Z tak frapującymi zagadnieniami współcześni planetolodzy stykają się prawie na każdym kroku. Wystarczy zapoznać się z aktualną wiedzą o Tytanie, największym i zarazem jedynym księżycem w Układzie Słonecznym, posiadającym grubą atmosferę. Składa się ona prawie wyłącznie z azotu (85–97%), przy czym ciśnienie atmosferyczne przy powierzchni księżycyca wynosi aż 160 kPa, czyli jest dużo większe niż na Ziemi. Ze stanowiska egzobiologii Tytan uchodzi za bardzo interesujący obiekt, na jego powierzchni i w atmosferze mogą bowiem przebiegać takie reakcje chemiczne, jakie na naszej planecie występowały przed miliardami lat. Tamtejsza atmosfera zawiera obok azotu także metan, toteż w panujących tam warunkach nadfioletowe promienie słoneczne i cząstki promieniowania kosmicznego mogą go rozkładać na związki organiczne, które następnie osadzają się na powierzchni księżycyca. Istotnie, w atmosferze Tytana odkryto pewne ilości cjanowodoru, a więc substancji

Tabela 3
Najważniejsze dane o księżycach Neptuna

Nazwa księżycy (oznaczenie prowizoryczne)	Odległość od środka planety (km)	Okres obiegu planety	Kierunek obiegu	Średnica księżycy (km)	Nazwisko odkrywcy (rok odkr.)
Naiada (1989 N 6)	48 200	7.1 godz.	prosty	50	Voyager-2 (1989)
Thalassa (1989 N 5)	50 000	7.5 godz.	prosty	90	Voyager-2 (1989)
Despoina (1989 N 3)	52 500	8.0 godz.	prosty	140	Voyager-2 (1989)
Galatea (1989 N 4)	62 000	9.5 godz.	prosty	160	Voyager-2 (1989)
Larissa (1989 N 2)	73 600	13.3 godz.	prosty	190×210	Voyager-2 (1989)
Proteus (1989 N 1)	117 600	26.9 godz.	prosty	420	Voyager-2 (1989)
Tryton	354 500	5.9 dnia	wsteczny	2 720	W. Lassell (1846)
Nereida*	5 510 660	359.4 dnia	prosty	340	G.P. Kuiper (1949)

* Nereida porusza się po bardzo wydłużonej orbicie (mimośród orbity wynosi 0.7493)

będącej jednym z podstawowych składników materii organicznej, co oczywiście nie oznacza, że może tam istnieć jakieś życie. Na to nie możemy chyba liczyć, w atmosferze Tytana nie odkryto nawet śladu tlenu i wody, bo najwidoczniej występują one jedynie w jego wnętrzu i to w fazie stałej. Ponieważ jednak temperatura powierzchni tego księżycy wynosi około 95 K, może się na niej znajdować ciekły metan i inne węglowodory. Obserwacje radarowe dokonane ostatnio przez D. C. Muhlemana i jego współpracowników zdają się przypuszczenia te potwierdzać. Zdaniem amerykańskich badaczy, na Tytanie znajduje się lodowy „kontynent” oblany wokół węglowodorowym „oceanem” o głębokości około 1 km.

Na potwierdzenie lub odrzucenie wniosków wysuniętych przez grupę Muhlemana przyjdzie nam chyba dość długo czekać. Najprawdopodobniej nastąpi to dopiero na początku przyszłego stulecia, kiedy to do układu Saturna planuje się wysłać sondę nowej generacji (projekt Cassini-Huygens) i wyposażać ją między innymi w aparaturę zdolną spenetrować powierzchnię Tytana. Kamery sondy Voyager-2 nie potrafiły „przebić” gęstego woalu jego atmosfery, choć nie miały najmniejszego problemu z azotową atmosferą Trytona, która jednak jest dużo rzadsza i całkowicie „przezroczysta” dla światła. Dzięki przekazanim przez sondę obrazom mogliśmy się dowiedzieć, że na tym przedziwnym świecie, skutym siarczystym mrozem (temperatura może tam spadać do 40 K), przebiegają ciekawe procesy geologiczne. W kilku miejscach powierzchni Trytona odkryto bowiem coś jakby „gejzery”, wyrzucające na wysokość dochodzącą do 8 km strumienie ciemnych cząsteczek pyłu i gazu. Tego rodzaju

zjawiska mogą powstawać, gdyż – jak sądzą niektórzy badacze – w wyniku nieznanych bliżej procesów zachodzących w podpowierzchniowych warstwach księżycza uwalnia się azot i szczelinami gwałtownie przenika do góry. Do innego wniosku doszedł niedawno L. Soderblom, który aktywność wulkaniczną Trytona przypisuje efektowi szklarniowemu. Uważa on po prostu, że powierzchnię tego księżycza tworzy warstwa ciemnej materii powstałej w wyniku polimeryzacji metanu, do czego przyczynia się korpuskularne i nadfioletowe promieniowanie Słońca. Przykrywa ją jednak metrowej grubości warstwa śniegu azotowego, lecz promieniowanie słoneczne przenika przez nią i ogrzewa właściwą powierzchnię Trytona. Powstające ciepło nie może już ponownie umknąć w przestrzeń, uniemożliwia to owa „koldra” śniegowa. Wystarczy zaś warstwę ciemnej materii ogrzać o 4 stopnie, aby nagromadziło się tam tyle energii, że zdolna jest ona wyrzucić do atmosfery strumienie gazu i pyłu. Nie możemy jednak zapominać o tym, iż Tryton krąży stosunkowo blisko macierzystej planety i że po orbicie porusza się w kierunku wstecznym. A zatem siły pływowe Neptuna też mogą być źródłem energii napędzającej ten osobliwy wulkanizm.

A może tego rodzaju procesy przebiegają także na powierzchni Plutona? Planeta ta ma prawie takie same rozmiary jak Tryton, masę zbliżoną do jego masy, niemal identyczną gęstość i chyba podobną budowę swego wnętrza. Niestety, czegoś bliższego na ten temat będziemy mogli się dowiedzieć dopiero w przyszłym stuleciu dzięki sondzie, którą uczeni amerykańscy zamierzają wysłać w kierunku Plutona. Jej start miałby nastąpić w roku 2001 przy pomocy rakiety Delta, a o dalsze przyspieszenie ma się kolejno starać grawitacja Ziemi i Jowisza, by w roku 2015 dotrzeć do Plutona. W tym czasie będzie on już dużo dalej od Słońca niż dziś, temperatura jego powierzchni w porównaniu do obecnej nieco spadnie, metanova atmosfera zostanie „wymrożona”. A ponieważ Pluton wśród planet zajmuje szczególne miejsce (ma stosunkowo masywnego satelitę), porusza się po niezwyklej orbicie (płaszczyzna jej jest nachylona względem płaszczyzny ekliptyki pod kątem $17^{\circ}08'$) i od początku swego istnienia przebywa na peryferiach Układu Słonecznego, badania planety mogą dostarczyć ciekawych danych o powstaniu i ewolucji tego układu. Nie będzie to jednak łatwy eksperyment, sonda – ze względu na wspomniane nachylenie orbity planety – musi się dość znacznie oddalić od płaszczyzny ekliptyki, a to wymaga nowych metod nawigacji. W każdym razie dotarcie do Plutona będzie można porównać – zdaniem autorów projektu – do zdobycia Mount Everestu przez Edmunda P. Hillary'ego w 1953 roku.

KRONIKA

MAGELLAN nad Wenus

Amerykańska sonda MAGELLAN od 10 sierpnia 1990 roku krąży wokół Wenus po biegunowej orbicie (z okresem 3.25 godz.) i sporządza dokładną radarową mapę tej planety*. W maju 1991 r. 82% powierzchni Wenus zostało już (jednokrotnie na ogół) „obejrzane” przez MAGELLANA. Część danych stracono, gdy Wenus była w koniunkcji górnej, część z powodu awarii systemu orientacji sondy (na szczęście już wszystko pracuje poprawnie). MAGELLAN przez najbliższe mniej więcej pięć lat aż ośmiokrotnie sporządzi mapę całej Wenus (pełny cykl zbierania danych z całej planety trwa 243 dni czyli tyle, co obrót Wenus wokół osi). Pozwoli to nie tylko uniknąć „białych plam”, ale także da możliwość badania zmian powierzchni tej planety zachodzących w krótkich skalach czasowych. Jest to tym bardziej interesujące, że już pierwsze trzy dni pracy sondy (w sierpniu 1990) zdają się wskazywać na to, że Wenus właśnie teraz wykazuje niezwykłą aktywność. A MAGELLAN ma możliwość zauważenia szczegółów o rozmiarach... 120 m (10 razy drobniejszych niż to było możliwe do tej pory). Z przekazanych przez sondę obrazów wynika, że zaburzenia uskokowe i wylewy lawy musiały się na Wenus powtarzać wielokrotnie. Obserwuje się rozległe płaskowyzę usiane kanionami — mają 50 do 100 km długości i 5 do 10 km szerokości a ich głębokość sięga nawet i 100 m. Zauważono zagadkowe kratery, z których promieniście rozchodzą się „koryta rzeczne” — ale na Wenus nie ma wody! Mimo bardzo wolnych wiatrów — na wielu zdjęciach widać ślady erozji i nawiane złoża skalistego „gruzu”. Tarasowate kaldery, rozlewiska lawy, pofalowane pasma gór i pogmatwana sieć uskoków świadczą o dużej wewnętrznej aktywności Wenus. Wydaje się też, że skorupa tej planety jest bardzo cienka — uderzeniowe kratery są często zalane lawą. Inne są niż na Ziemi same kratery. Po pierwsze ich brzegi są ostre, nienaruszone — na Ziemi zmiany pogody powodują silną erozję. A po drugie na Wenus jest ogromna liczba kraterów bardzo asymetrycznych. Najwidoczniej gruba atmosfera ma znaczący wpływ na meteoryty (rozpadanie się ich na części?) albo na torы wyrzucanego z krateru materiału. Podsumowując — jak zwykle nowy materiał obserwacyjny przynosi porównywalnie dużo sensacyjnych informacji i... kolejnych zagadek do rozwiązania.

Wg *Nature*, 1991, 351, 174,

Scientific American 1990, 263, 26

Magdalena Sroczyńska-Kozuchowska

Kolejna niespodzianka blisko Centrum Galaktyki

Od połowy lat siedemdziesiątych astronomowie zastanawiali się, co jest kapryśnym źródłem promieniowania gamma w pobliżu Centrum naszej Galaktyki. Fotony o energii 511,003 eV (charakterystyczne dla procesu anihilacji elektronów i ich antycząstek — pozytonów) nieregularnie pojawiały się i... znikły. Produkcja dużej liczby pozytonów wymaga dużej ilości energii, stąd narzucało się założenie, że pozytony są produkowane w gorącym dysku akrecyjnym wokół supermasywnej czarnej dziury znajdującej się w Centrum Galaktyki. Jednakże zdolność rozdzielcza tzw. teleskopów gamma (kilka stopni!!! a przypomnijmy, że tarcza Słońca czy Księżycy to... pół stopnia!) nie pozwalała sprecyzować

* Pierwsze obrazy i ich omówienie zamieściliśmy w nr 5/1991 *Urnii*

skąd dokładnie promieniowanie gamma do nas dochodzi. Na szczęście wystrzelony 1 grudnia 1989 roku satelita radziecki GRANAT (zaopatrzone w teleskopy rentgenowskie i gamma) zdołał „przytapać na gorącym uczynku” wybuchające źródło gamma. Było to 13 października 1990 roku i może to feralnej trzynastce przypisać należy rozczarowanie, jakie spotkało zespół obserwatorów: świeci obiekt bardzo odległy (45 minut kątowych!!!) od Centrum. Dzięki zbudowanemu przez Francuzów teleskopowi Sigma (zdolność rozdzielcza 13 minut) nie może być mowy o pomyłce. Tak więc błyski gamma dochodzą do nas prawdopodobnie z „normalnego” dysku akrecyjnego krążącego wokół czarnej dziury o masie rzędu 8 czy maksimum 15 mas Słońca, a nie z wciąż tajemniczego, supermasywnego Centrum.

Wg *Sky and Telescope*, 1991, 81, 576

Magdalena Sroczyńska-Kozuchowska

KĄCIK OLIMPIJCZYKA

Echo świetlne supernowej 1987 A

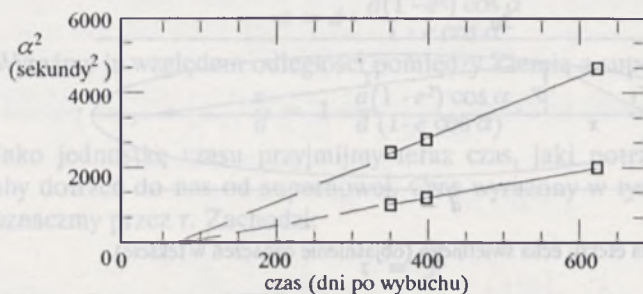
23 lutego 1987 roku w Wielkim Obłoku Magellana wybuchła słynna supernowa 1987 A, osiągając maksimum blasku ok. 10 maja. Na początku 1988 roku zaobserwowano wokół niej dwa koncentryczne, ekspandujące pierścienie. 13 lutego 1988 r. promienie pierścieni wynosiły 32 i 52 sekundy łuku, 20 marca wzrosły do 33 i 55 sekund łuku, zaś 12 listopada osiągnęły odpowiednio 43 i 72 sekundy łuku. Fotografia pierścieni została zamieszczona na okładce styczniowego numeru *Uranii* z bieżącego roku.

Pierścieni tych z całą pewnością nie można wiązać z materią wyrzucaną podczas wybuchu supernowej; trzeba by wówczas uwierzyć, że wyrzut nastąpił z prędkością wysoce nadświetlną. Oszacujmy to — droga, którą pokonałaby w ciągu roku (od lutego 1987 do lutego 1988) materia tworząca zewnętrzny pierścień wyniosłaby: $d \times 52'' \times \pi / (180 \times 60 \times 60'')$, gdzie d to odległość do supernowej, wynosząca około 160 000 lat świetlnych, $52''$ to promień zewnętrznego pierścienia w lutym 1988, zaś $180 \times 60 \times 60'' / \pi$ to liczba sekund łuku przypadająca na jeden radian. Otrzymujemy wartość 20 lat świetlnych. Oznaczałoby to, że materia musiałaby poruszać się w ciągu tego roku ze średnią prędkością 20 razy przekraczającą prędkość światła, co jest nie do przyjęcia.

Efekt ten wyjaśnia się natomiast bardzo prosto jako tzw. echo świetlne. Zaobserwowane pierścienie to światło supernowej, wysłane nie bezpośrednio w naszym kierunku, lecz pod pewnym (niewielkim) kątem w stosunku do Ziemi, rozproszone następnie przez pył znajdujący się w dwu obłokach materii międzygwiazdowej, położonych pomiędzy supernową

a nami. Światło to pokonało większą drogę, niż wysłane bezpośrednio w naszym kierunku, więc dociera do nas z opóźnieniem. O tym, że jest to światło supernowej rozproszone przez pył, świadczy widmo pierścieni (udało się je zarejestrować) – do złudzenia przypominające widmo supernowej w okresie maksimum blasku!

Dodatkowym argumentem świadczącym o tym, że pierścienie to echo świetlne, jest ewolucja ich rozmiarów w czasie. Rosną wolniej, niż liniowo, a ściślej w ten sposób, że kwadraty rozmiarów rosną liniowo w



Rys. 1. Zależność od czasu rozmiarów pierścieni echa świetlnego supernowej 1987 A.

czasie. Jest to zależność charakterystyczna dla echa świetlnego. Ilustruje ją wykres na rys. 1, na którym zaznaczono podane powyżej dane o promieniach pierścieni. Na osi poziomej rysunku odłożono czas (liczony w dniach, od momentu wybuchu supernowej) zaś na osi pionowej kwadrat promienia pierścienia (sekundy łuku w kwadracie). Ciekawe, że wsteczna ekstrapolacja rozmiarów pierścieni (linie przerywane) pokazuje, że powstały one w okresie maksimum blasku supernowej (ok. 80 dni po wybuchu).

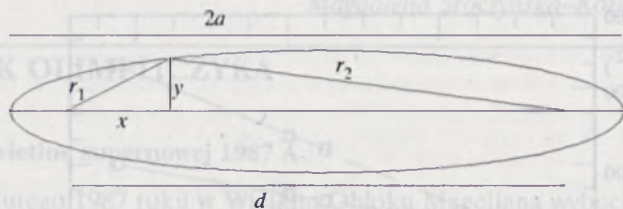
Geometria zjawiska echa świetlnego jest na tyle prosta, że zachęcamy czytelników *Uranii* do rozwiązania następującego zadania.

Zadanie. W oparciu o powyższe dane dotyczące pierścieni obliczyć, w jakich odległościach od supernowej znajdują się obłoki, które spowodowały efekt echa świetlnego. Odległość do supernowej przyjmujemy jako 160 000 lat świetlnych. Należy przyjąć następujące uproszczenia:

- bierzemy pod uwagę tylko światło wysłane w maksimum blasku supernowej, czyli ok. 10 maja 1987 r. (75 dni po wybuchu).
- traktujemy obłok tak jak cienką, matową szybę, ustawioną pomiędzy supernową a nami, prostopadle do kierunku widzenia.

Dodatkowo należy wykazać, że rozmiary pierścieni rosną z czasem w ten sposób, iż kwadraty ich promieni są proporcjonalne do czasu.

Rozwiązanie. Bieg promienia świetlnego jest przedstawiony na rys. 2. Wprowadzono na nim następujące oznaczenia, które wykorzystamy przy rozwiązywaniu zadania: d to odległość pomiędzy supernową a Ziemią, x to szukana odległość pomiędzy obłokiem a supernową, y to poprzeczny promień oświetlonej części obłoku (w naszym zadaniu: matowej szyby), widziany z Ziemi pod kątem α .



Rys. 2. Geometria efektu echa świetlnego (objaśnienie oznaczeń w tekście).

Całkowita droga światła to $r_1 + r_2$ (gdzie $r_1 = \sqrt{x^2 + y^2}$, zaś $r_2 = \sqrt{(d-x)^2 + y^2}$). Droga ta wynosi: $r_1 + r_2 = d + ct$, gdzie t to czas, który upłynął od momentu maksimum blasku supernowej do chwili, w której zmierzono promień pierścienia, zaś c to prędkość światła.

Jeśli zauważymy, że z bardzo dobrym przybliżeniem $y = d\alpha$, to z powyższego równania można wyznaczyć x , w oparciu o znane α , t , d , c . Przy rozwiązywaniu równania w bezpośredni sposób czeka nas dwukrotne podnoszenie go stronami do kwadratu i potem porcja mało sympatycznych rachunków. Zamiast wikać się w nie, postarajmy się zauważyć, że jest to równanie elipsy(!) — suma odległości punktu o współrzędnych (x, y) od pewnych dwu punktów płaszczyzny jest stała (w naszym przypadku zależna od czasu, ale niezależna od x i y); jest to właściwość elipsy i tylko elipsy. Te szczególne punkty nazywamy ogniskami elipsy — w naszym przypadku stanowią je odpowiednio supernowa i Ziemia. Krzywa zaznaczona na rysunku to szkielet tej właśnie elipsy.

Nasze równanie zastąpmy więc równaniem elipsy wyrażonym w układzie biegunowym, o początku umieszczonym w ognisku odpowiadającym położeniu Ziemi:

$$r_2 = \frac{a(1-e^2)}{1-e \cos \alpha}$$

Parametr a to wielka półoś elipsy, wnosząca w danej chwili czasu t :

$$a = \frac{d+ct}{2}$$

zaś e to jej mimośród, wynoszący w danym momencie t :

$$e = \frac{d}{2a} = \frac{d}{d+ct}$$

Z rysunku widać, że szukana odległość x pomiędzy obłokiem a supernową wynosi:

$$x = d - r_2 \cos \alpha,$$

czyli:

$$x = d - \frac{a(1-e^2) \cos \alpha}{1-e \cos \alpha}$$

Wyraźmy ją względem odległości pomiędzy Ziemią a supernową:

$$\frac{x}{d} = 1 - \frac{a(1-e^2) \cos \alpha}{d(1-e \cos \alpha)}$$

Jako jednostkę czasu przyjmijmy teraz czas, jaki potrzebuje światło, aby dotrzeć do nas od supernowej. Czas wyrażony w tych jednostkach oznaczmy przez τ . Zachodzi:

$$\tau = \frac{ct}{d}$$

Dla daty 12 listopada 1988 r. (627 dni po wybuchu, 552 dni po maksimum blasku supernowej) czas τ wynosi:

$$\tau = 552 \text{ dni} / 365 \text{ dni} / 160\,000 \text{ lat} = 9.5 \times 10^{-6} \approx 10^{-5}$$

Uwzględniając, że:

$$\frac{a}{d} = \frac{(1+\tau)}{2}, \quad e = \frac{1}{(1+\tau)}$$

otrzymujemy:

$$\frac{x}{d} = 1 - \frac{(\tau + \tau^2/2) \cos \alpha}{1 + \tau - \cos \alpha}$$

Po sprowadzeniu prawej strony do wspólnego mianownika otrzymujemy:

$$\frac{x}{d} = \frac{1 + \tau - (1 + \tau + \tau^2/2) \cos \alpha}{1 + \tau - \cos \alpha}$$

Jest to ostateczny wynik. Otrzymaliśmy go nie stosując żadnych przybliżeń matematycznych. Podstawiając tu np. dane z 12 listopada 1988 r. dla zewnętrznego pierścienia:

$$\tau = 9.5 \times 10^{-6}, \quad \alpha = 72^\circ \times \pi / (180 \times 60 \times 60^\circ) = 3.5 \times 10^{-4},$$

otrzymujemy:

$$\frac{x}{d} = 0.0064, \quad x = 160\,000 \times 0.0064 \approx 1000 \text{ lat świetlnych.}$$

Przy wykonywaniu obliczeń wystąpił pewien kłopot – trzeba było je prowadzić z dokładnością przynajmniej 8 cyfr dziesiętnych. Wystąpiło

odejmowanie wielkości bardzo bliskich sobie, np. $1 - \cos(3.5 \times 10^{-4})$. Jest to typowa sytuacja, w której można poczynić pewne przybliżenia, prowadzące do uproszczenia wzoru. Uproszczeń tych możemy zresztą oczekiwać zważywszy, że nasza elipsa jest silnie wydłużona — jej mimośród przy $\tau = 10^5$ wynosi $e \approx 1 - 10^{-5}$, a więc w zakresie interesujących nas parametrów jest to prawie parabola!

Pokuśmy się o przybliżenia, zauważając, że $\alpha \ll 1$ i $\tau \ll 1$.

Pierwsze przybliżenie:

$$\cos \alpha \approx 1 - \frac{\alpha^2}{2}$$

$$\frac{x}{d} = \frac{\alpha^2/2(1/\tau + 1 + \tau/2) - \tau/2}{1 + \alpha^2/(2\tau)}$$

Drugie przybliżenie wykonamy zauważając że $\alpha^2/(2\tau) \ll 1$, co pozwala nam przyjąć, że

$$\frac{1}{1 + \alpha^2/(2\tau)} \approx 1 - \frac{\alpha^2}{2\tau}$$

Zatem:

$$\begin{aligned} \frac{x}{d} &\approx \left\{ \frac{\alpha^2}{2} \left(\frac{1}{\tau} + 1 + \frac{\tau}{2} \right) - \frac{\tau}{2} \right\} \left(1 - \frac{\alpha^2}{2\tau} \right) = \\ &= \frac{\alpha^2}{2\tau} - \frac{\tau}{2} + \frac{3\alpha^2}{4} - \frac{\alpha^4}{4\tau^2} + \frac{\alpha^2\tau}{4} - \frac{\alpha^4}{8} \end{aligned}$$

Trzecie przybliżenie: prosty szacunek pokazuje, że w powyższym wzorze wszystkie czony, poczynając od drugiego, dają znacznie mniejszy wkład do wyniku (kilkaset razy lub jeszcze mniej), niż pierwszy, a więc można je pominąć. Otrzymujemy wówczas piękny w swojej prostocie wzór:

$$\frac{x}{d} \approx \frac{\alpha^2}{2\tau}$$

Podstawiając tak jak poprzednio: $\tau = 9.5 \times 10^6$, $\alpha = 3.5 \times 10^{-4}$, otrzymujemy ten sam wynik:

$$\frac{x}{d} = 0.0064, \quad x = 160\,000 \times 0.0064 = 1000 \text{ lat świetlnych.}$$

Przy obliczaniu odległości między supernową, a obłokiem odpowiedzialnym za wewnętrzny pierścień, również oprzyjmy się na pomiarze z 12 listopada 1988 r. Przy $\tau = 9.5 \times 10^6$, $\alpha = 43'' \times \pi / (180 \times 60 \times 60) = 2.1 \times 10^{-4}$, otrzymujemy:

$$\frac{x}{d} = 0.0023, \quad x \approx 370 \text{ lat świetlnych.}$$

Nasz przybliżony wzór ma pewną wyższość nad wzorem ścisłym. Po małym przekształceniu otrzymujemy bowiem z niego:

$$\alpha^2 = \frac{x}{d} \tau,$$

co stanowi odpowiedź na dodatkowe pytanie postawione w naszym zadaniu, czyli pokazuje, że kwadrat rozmiaru pierścienia rośnie wprost proporcjonalnie do upływu czasu.

Nasz przybliżony wzór okazał się bardzo prosty, jednak droga, którą do niego doszliśmy, była dość pracochłonna. Jest to konsekwencją przyjętej przez nas metody: zadanie dało się rozwiązać w sposób ścisły, a więc zrobiliśmy to, a dopiero potem poczyniliśmy uproszczenia. Czy nie dałoby się czegoś uprościć już na początku? Owszem, można przyjmując, że:

$$r_1 \approx x + ct, \quad y \approx d\alpha.$$

Wtedy, z twierdzenia Pitagorasa mamy:

$$(x + ct)^2 = x^2 + (d\alpha)^2,$$

skąd:

$$(d\alpha)^2 = x^2 + 2xct + (ct)^2 - x^2,$$

$$\alpha = \frac{(d\alpha)^2}{2ct} - \frac{ct}{2}.$$

Przy $ct/d = \tau$ otrzymujemy:

$$\frac{x}{d} = \frac{\alpha^2}{2\tau} - \frac{\tau}{2}.$$

Drugi człon po prawej stronie pomijamy jako mały wobec pierwszego (już raz to uczyniliśmy — patrz trzecie przybliżenie), by otrzymać to co należy:

$$\frac{x}{d} \approx \frac{\alpha^2}{2\tau}.$$

Maciej Kozłowski

OBSERWACJE

Komunikat nr 2/91 Sekcji Obserwacji Słońca PTMA

Wyniki obserwacji Słońca w lutym 1991 r. przysłało 3 obserwatorów: Marcin Betlej, Andrzej Piłski, Mieczysław Szulc. Łącznie wykonano 32 obserwacje w 18 dniach. Średnie dzienne względne liczby Wolfa w lutym 1991 r. wynoszą: 1. 200, 2. 173, 3. 159, 4. 131, 5. 131, 6. 107, 7. 98, 8. —, 9. —, 10. —, 11. —, 12. 126, 13. —, 14. —, 15. 176, 16. 125, 17. —, 18. 178, 19. 202, 20. 177, 21. 236, 22. 196, 23. 151, 24. 198, 25. —, 26. 187, 27. —, 28. —. Średnia miesięczna względna liczba Wolfa w lutym 1991 r. wynosi 155,1 (180,1).

Średnia względna liczba Wolfa z jednego obrotu Słońca wynosi 139,8 (152,4). W nawiasach podano średnie liczone bez współczynników obserwatorów.

Andrzej Piłski

Komunikat nr 3/91 Sekcji Obserwacji Słońca PTMA

Wyniki obserwacji Słońca w marcu 1991 r. przysłało 5 obserwatorów Marcin Betlej, Longin Garkul, Janusz Kosiński, Andrzej Piłski, Mieczysław Szulc. Łącznie wykonano 58 obserwacji w 26 dniach. Średnie dzienne względne liczby Wolfa w marcu 1991 r. wynoszą: 1. 84, 2. 91, 3. 51, 4. 39, 5. 72, 6. 73, 7. 108, 8. 124, 9. 117, 10. 113, 11. —, 12. 165, 13. —, 14. 150, 15. 178, 16. —, 17. 167, 18. —, 19. 153, 20. 204, 21. —, 22. 105, 23. 163, 24. 119, 25. 158, 26. 159, 27. 128, 28. 128, 29. 116, 30. 125, 31. 103. Średnia miesięczna względna liczba Wolfa w marcu 1991 r. wynosi 128,3 (157,8). Średnia względna liczba Wolfa z jednego obrotu Słońca wynosi 139,6 (169,3). W nawiasach podano średnie liczone bez współczynników obserwatorów.

Andrzej Piłski

NOWOŚCI WYDAWNICZE

Stephen W. Hawking, Krótka Historia Czasu, Wydawnictwa „Alfa”, Warszawa 1990 (tłumaczył Piotr Amsterdamski).

Są książki, które długo pozostają w pamięci, o których się dyskutuje, czasem potępia, a bywało, wręcz pali na stosie. Są to książki wybitne lub, co nie zawsze na jedno wychodzi, pisane przez ludzi wybitnych. Te pierwsze mają moc czynienia przelomu, niekiedy o wymiarze cywilizacyjnym, by za przykład przywołać *De Revolutionibus*. W najgorszym zaś przypadku powodują zgorzniecie publiczności. Po te drugie sięga się za względu na osobę autora, którego klasa w danej dziedzinie lub autorytet moralny w ogóle zdają się zapowiadać interesującą lekturę.

Krótka Historia Czasu, nosząca również podtytuł *Od Wielkiego Wýbuchu do Czarnych Dziur*, należy do tej drugiej grupy. Jej autor — Stephen W. Hawking, następca Newtona i Diraca na Katedrze w Cambridge, godny kontynuator myśli Einsteina zalicza się do najwybitniejszych fizyków—teoretyków XX wieku. Prace Hawkinga, poczynając od najwcześniejszych, udowadniających istnienie osobliwości w strukturze czasoprzestrzeni, jeśli studiować ją w ramach ogólnej teorii względności, poprzez badania kwantowej natury czarnych dziur, a na kosmologii wczesnego Wszechświata skończywszy, zyskały już trwale miejsce we współczesnej fizyce i zostały szeroko spopularyzowane, również na łamach *Uranii*, przynosząc ich twórcy rozgłos i uznanie nie tylko w kręgu specjalistów.

Znajdują one też szczegółowe omówienie na kartach *Krótkiej Historii Czasu*. Można więc na książkę Hawkinga patrzeć jak na rodzaj autobiografii naukowej. Łatwiej wtedy zrozumieć, dlaczego tak często używa on pierwszej osoby liczby pojedynczej, mimo iż w dziełach o takim charakterze spotyka się raczej zwrot „my” niż „ja”, nie mówiąc już o formie bezosobowej, wszechobecnej przecież w języku angielskim. Jest przez to *Krótka Historia Czasu* opowieścią bardzo osobistą, w której pewne wydarzenia z życia Hawkinga przeplatają się z faktami o znaczeniu fundamentalnym dla losów Wszechświata. Momentami można wręcz odnieść wrażenie, że te pierwsze ważone są na równi z tymi drugimi.

(Na przykład, opis perypetii, z jakimi przyszło Hawkingowi odbierać medal Instytutu Franklina w Filadelfii i chociaż pisze o tym na stronach poświęconych modelowi inflacyjnemu, niewiele pomaga to w jego zrozumieniu). Wypada pozostawić to bez komentarza, aczkolwiek żałować należy, że Hawking nie miał okazji napisać swych pamiętników w innym, bardziej stosownym miejscu. Nie wątpię, że byłyby one pasjonujące i niezwykle, tak jak niezwykle jest życie tego wybitnego człowieka, od młodości walczącego z ciężką chorobą, która nieubłaganie paraliżuje jego ciało, nie zezwalając na normalną komunikację z otoczeniem.

Byłoby to też z niewątpliwą korzyścią dla stylu książki, która natychmiast po ukazaniu się w 1988 roku stała się światowym bestsellerem. Są też wszakże i pewne plusy tego niezwykle osobistego stylu. Jest nim w pierwszym rzędzie prostota, wręcz lapidarność języka oraz klarowność wypowiedzi, które nadają książce niemalże gawędziarski charakter. Hawking z dużym talentem i całą mocą swej wyobraźni używa porównań, znakomicie ilustrujących nawet najtrudniejsze partie książki. Majstersztykiem jest odwołanie się do analogii z obracającym się kołem ruletki przy omawianiu zjawiska łamania symetrii, świetnie również tłumaczy naturę spinu. Łatwość z jaką się ją czyta, nieporównywalna do tej, z jaką studiuje się *Pierwsze Trzy Minuty* S. Weinberga, może odegrać również rolę negatywną: łatwiej jest się dać przekonać komuś, kto mówi „gładko”, nawet jeśli to co mówi nie jest prawdziwe do końca.

Wiele bowiem akapitów *Krótkiej Historii Czasu* świadczy, że jej autor ma dość bezkrytyczny stosunek do własnych osiągnięć, z których zwłaszcza te najnowsze, dotyczące kosmologii kwantowej, nie mają jeszcze na tyle ugruntowanej pozycji by stawiać je w jednym rzędzie z np. ogólną teorią względności. Szereg, wcale nie taki mały, wypowiedzi Hawkinga, które z pewnością wywołają co najmniej zdziwienie specjalistów, czytelnik nie zaznajomiony dokładniej z tą problematyką, a może to być nawet astronom lub fizyk nie parający się tą dziedziną, weźmie za dobrą monetę.

Mimo, że jest to celem niniejszej recenzji, to jednak źle się stało, iż *Krótką Historią Czasu*, którą polski czytelnik zawdzięcza Wydawnictwom „Alfa”, nie została poprzedzona przedmową pozwalającą oddzielić wartościowe teorie od zwyczajnych spekulacji, niekiedy dość kontrowersyjnych. Jeśli można było to zrobić w przypadku znakomitej książki Weinberga, która zresztą wcale takiej przedmowy nie wymagała, tym bardziej należało to uczynić w przypadku książki Hawkinga.

Żeby nie być gołosłownym przejdźmy do meritum. Z kronikarskiego obowiązku wypada zauważyć, że książka została podzielona na jedenaście rozdziałów, stanowiących zasadniczą lekturę. Ponadto, oprócz podziękowań i wprowadzenia pióra znanego astrofizyka amerykańskiego Carla Sagana, słownika i indeksu znajdujemy w niej także trzy krótkie eseje poświęcone Einsteinowi, Galileuszowi i Newtonowi. (Dziwnym trafem słownik i indeks, jeśli zawierzyć spisowi treści, zaczynają się na tej samej stronie).

Można się zastanawiać, dlaczego Hawking postanowił pod koniec książki przypomnieć sylwetki tych trzech tytanów myśli ludzkiej. Właśnie przypomnieć, a nie przybliżyć, gdyż każdy z esejów koncentruje się z reguły na jednym temacie, których dobór jest także dość arbitralny, żeby nie powiedzieć: kontrowersyjny — przedstawienie Newtona jako pospolitego pieniacza być może sprawia, że odkrywca prawa powszechnego ciężenia przestaje być postacią laurkową, ale czy jest to rzetelna z historycznego punktu widzenia prezentacja? Śmiem wątpić.

W sprawach historycznych Hawking zresztą ekspertem nie jest i chociaż książka nosi w tytule słowo „historia”, to tylko pierwszy z rozdziałów może aspirować do tej nazwy. Pozostałe, aczkolwiek osadzone w tle historycznym, nawiązują do współczesności, prawdziwym

bowiem zamierzeniem autora *Krótkiej Historii Czasu* było wyłożenie aktualnego, można wręcz powiedzieć: „jeszcze ciepłego” poglądu fizyki teoretycznej na naturę czasu i przestrzeni, mikro- i makroświata, poglądu konstytuującego fundamenty naszej wiedzy o świecie. A że pogląd ten jest wynikiem długiego procesu poszukiwań, ujęcie nie mogło być inne niż historyczne.

Przebija z książki Hawkinga głęboka wiara, że proces poznania doprowadzi do stworzenia jednolitej, tzn. obejmującej wszystkie aspekty fizyczne, ostatecznej teorii. Historia fizyki, będąca w istocie historią jej unifikacji, zdaje się ów sąd potwierdzać. Historia ta poucza wszakże, że już parę razy triumfalnie obwieszczano finał tego procesu. Za każdym razem przedwcześnie. Niepomny na te nauki Hawking widzi powstanie jednolitej fizyki w dającej się przewidzieć przyszłości. Jego przekonanie w dużej mierze opiera się na teorii superstrun, niezwykle obiecującej jeszcze parę lat temu teorii, unifikującej w konsystryntny sposób wszystkie oddziaływania, teraz jednak przeżywającej wyraźny impas. Tak więc i ta wizja końca fizyki należy już do przeszłości.

Niemal od początku *Krótkiej Historii Czasu* splatają się na jej kartach dwa główne wątki współczesnej nauki fizycznej: ogólna teoria względności, czyli udoskonalona przez Einsteina teoria grawitacji, z którą czytelnik zostaje zapoznany w rozdziale pt. *Czas i przestrzeń* oraz teoria kwantów, której przystępne i dość rzetelne przedstawienie zawiera rozdział pt. *Zasada nieoznaczoności*. Obie wielce zasłużone w tłumaczeniu zjawisk fizycznych paradoksalnie nie pasują do siebie w najbardziej czułym punkcie fizyki teoretycznej, tam gdzie nieuniknione jest zastosowanie ich obu dla wytłumaczenia natury kwantowej grawitacji. Świat grawitacji kwantowej to świat bardzo małych odległości i gigantycznych gęstości, które mogą mieć miejsce tylko w stanach bliskich osobliwości, gdzieś we wnętrzach gwiazd zapadających się w czarne dziury lub na początku istnienia Wszechświata. Droga do kwantowej grawitacji wiedzie więc przez czeluście czarnych dziur albo piekło gorącego pierwotnego Kosmosu. Niewielu, nie tylko w przenośni, wróciło stamtąd z tarczą. Hawking był jednym z pierwszych i jego nazwisko, skojarzone z efektem popularnie zwanym „parowaniem” czarnych dziur, w najbardziej intymny sposób związało się z tymi ciągle jeszcze tajemniczymi obiektami.

Nic więc dziwnego, że poświęca im aż dwa rozdziały. Są to zarazem najlepsze fragmenty całej książki, napisane rzeczowo, odpowiedzialnie, bez uciekania się do taniej sensacji, o jaką nietrudno przy omawianiu tego typu zagadnień. Znakomity jest zwłaszcza rozdział pt. *Czarne dziury nie są czarne*, w którym Hawking przedstawia kwantowo-mechaniczne podejście do procesów przebiegających na „ile” horyzontu czarnej dziury. Mowa jest w nim o termodynamice czarnych dziur i kreacji cząstek w pobliżu horyzontu (efekcie Hawkinga), o możliwościach i sposobach obserwacyjnego potwierdzenia zjawiska, które geniusz Hawkinga dostrzegł w skomplikowanym gąszczu równań fizyki teoretycznej.

Zachęcony tym błyskotliwym wynikiem, Hawking odważnie zaproponował opis całego Wszechświata w kategoriach kwantowo-mechanicznych, adaptując do tego celu w szczególności pojęcie funkcji falowej, zawierającej, zgodnie z założeniami mechaniki kwantowej, pełną informację o układzie, który opisuje. Pod warunkiem, że zadamy warunki brzegowe, czyli określimy stan układu-Wszechświata w chwili stworzenia. Hawking czyni to w lapidarnym sformułowaniu: „warunkiem brzegowym dla Wszechświata jest brak brzegów”.

Godna podziwu jest odwaga Hawkinga, bez zahamowań wkraczającego na obszar przez wielu poprzednio traktowany jako będący w gestii Stwórcy raczej niż należący do fizyki. Wypada jednak zwrócić uwagę na kilka spraw, nad którymi autor *Krótkiej Historii Czasu* przemyka się chyłkiem, jak gdyby obawiając się, że ich roztrząsanie mogłoby podważyć solidność proponowanej konstrukcji.

W istocie propozycja Hawkinga ma czysto matematyczny charakter i o ile w przypadku ciągle jeszcze tylko „na papierze” istniejącego zjawiska „parowania” czarnych dziur można dopatrzeć się jądra fizycznej racjonalności, o tyle kosmologia kwantowa à la Hawking z fizyką ma mniej więcej tyle wspólnego co twierdzenie Pitagorasa. Ogólnie rzecz biorąc, sugerowanie, że jest ona wynikiem połączenia mechaniki kwantowej i teorii grawitacji, co autor podkreśla aż w dwóch miejscach, jest nad wyraz grubą przesadą. U jej podłoża leży bowiem tylko pewien trick matematyczny, zwany rotacją Wicka, umożliwiający przejście do tzw. czasu urojonego, który z kolei, znów wbrew temu, co chciałby w nim widzieć Hawking, nie ma, jak na razie, sensu fizycznego. Nie wyklucza to, rzecz jasna, że wizja Hawkinga, który w czasie urojonym dopatruje się wielkości bardziej fundamentalnej niż czas „zwykły”, okaże się prorocza. Na razie jednak jest to czysta spekulacja, zaś rotacja Wicka przez większość poważnych badaczy traktowana jest li tylko jako zabieg pomocniczy przy wykonywaniu rachunków.

Znacznie bardziej oryginalnym pomysłem Hawkinga jest warunek brzegowy dla funkcji falowej Wszechświata. Sposób, w jaki Hawking go przedstawia, pozbawiony jest elementarnej obiektywności: nie pada ani jedno słowo, że istnieją również inne, konkurencyjne warunki brzegowe. Czytelnik może więc odnieść wrażenie, że koncepcja autora jest jedyną i ostateczną. W rzeczywistości jest być może najciekawszą, na pewno zaś jest najbardziej, chociażby dzięki tej książce, rozreklamowaną.

Hawking zdaje się jednak mieć świadomość, że jego modelowi brak uzasadnienia fizycznego. Usiłuje więc je znaleźć, podpierając się zasadą antropiczną. Zasada antropiczna stanowi dość przewrotne sformułowanie zadziwiającego faktu, że Wszechświat jest na swój sposób wyjątkowy. Otóż gdyby był tylko trochę inny, tzn. gdyby np. stałe przyrody, masy cząstek elementarnych, etc. były nieznacznie różne od rzeczywistych, to życie rozumne, przynajmniej w postaci, w jakiej je znamy, nie mogłoby powstać. Przewrotnie więc powiada się: „Wszechświat jest taki, jaki jest, ponieważ my w nim istniejemy”. Pomijając już fakt, że przypomina to odwracanie kota do góry ogonem, podkreślenia wymaga okoliczność, iż zasada antropiczna sama potrzebuje wytłumaczenia. Czynione w tym kierunku próby najczęściej odwołują się do bardzo radykalnych rozwiązań w rodzaju postulatów istnienia nieskończenie wielu wszechświatów o różnej liczbie wymiarów, z różnymi prawami fizycznymi. Hawking bez większego zażenowania epatuje czytelnika podobnymi pomysłami. Nic, że z oddali dolatuje zawołanie starego Ockhama: „Nie mnoż bytów ponad ich potrzebę”. Brzytwą, za którą chwyta Hawking nie jest brzytwą Ockhama, jest to raczej brzytwą, za którą chwyta tonący. Szczególnie dramatycznie przedstawia się to w rozdziale omawiającym strzałkę czasu, chyba najbardziej kontrowersyjnym i spekulatywnym. Tu bez zasady antropicznej ani rusz. Ani słowem nie wspomina też Hawking, że inaczej tłumaczy ten fenomen niegdyś bliski jego współpracownik, Roger Penrose.

Zaś czytelnik przyzwyczajony do tego cudownego „wytrychu”, jakim okazuje się być zasada antropiczna, łatwo może ulec wrażeniu, że jej znaczenie w kosmologii jest nie mniejsze niż np. ogólnej teorii względności. Zwłaszcza, iż autor nie robi nic, by go z tego błędu wyprowadzić.

Królika Historia Czasu może być czytana do poduszki. Nie tylko dlatego, że miejscami autor z lubością oddaje się rozważaniom z pogranicza science-fiction. Nad horyzontem tej książki nadmiernie jednak zaciążył pomysł Hawkinga warunku brzegowego dla Wszechświata. Niech te parę tylko, głównie z braku miejsca, uwag krytycznych będzie ostrzeżeniem przed popadaniem w nieuzasadnioną euforię: Wszechświat również jutro będzie miał swoje tajemnice.

Waldemar Puszkarz

KALENDARZYK ASTRONOMICZNY

Opracował G. Sitarski

Październik–listopad 1991 r.

Słońce

Dni są coraz krótsze, co widać po momentach wschodu i zachodu Słońca w Warszawie: 1 października Słońce wschodzi o 5^h35^m, zachodzi o 17^h15^m, 1 listopada wschodzi o 6^h30^m, zachodzi o 16^h8^m, a 30 listopada wschodzi o 7^h20^m, zachodzi o 15^h29^m. W październiku Słońce wstępuje w znak Skorpiona (Niedźwiadka), a w listopadzie w znak Strzelca.

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

Data 1991	P	B ₀	L ₀	Data 1991	P	B ₀	L ₀
X 1	+ 26 ^o .00	+ 6 ^o .72	181 ^o .11	XI 1	+ 24 ^o .52	+ 4 ^o .36	132 ^o .20
3	+ 26.12	+ 6.62	154.72	3	+ 24.17	+ 4.16	105.83
5	+ 26.20	+ 6.50	128.33	5	+ 23.79	+ 3.95	79.46
7	+ 26.26	+ 6.39	101.94	7	+ 23.38	+ 3.74	53.09
9	+ 26.30	+ 6.27	75.56	9	+ 22.94	+ 3.52	26.72
11	+ 26.30	+ 6.14	49.18	11	+ 22.46	+ 3.29	0.36
13	+ 26.28	+ 6.00	22.80	13	+ 21.96	+ 3.06	333.99
15	+ 26.22	+ 5.86	356.40	15	+ 21.42	+ 2.83	307.62
17	+ 26.14	+ 5.71	330.02	17	+ 20.86	+ 2.59	281.26
19	+ 26.02	+ 5.55	303.64	19	+ 20.26	+ 2.35	254.89
21	+ 25.88	+ 5.38	277.26	21	+ 19.64	+ 2.11	228.53
23	+ 25.70	+ 5.22	250.88	23	+ 18.99	+ 1.87	202.16
25	+ 25.50	+ 5.04	224.52	25	+ 18.31	+ 1.62	175.80
27	+ 25.26	+ 4.85	198.14	27	+ 17.61	+ 1.37	149.44
29	+ 24.99	+ 4.66	171.76	29	+ 16.88	+ 1.12	123.08
31	+ 24.68	+ 4.46	145.38	XII 1	+ 16.12	+ 0.86	96.72

P – kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;

B₀, L₀ – heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;

X 15^d6^h28^m i XI 11^d13^h39^m – momenty, w których heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0^o.

Księżyc

Kolejność faz Księżyca jest następująca: w październiku ostatnia kwadra 1^d2^h, nów 7^d23^h, pierwsza kwadra 15^d19^h, pełnia 23^d12^h i znów ostatnia kwadra 30^d8^h, a w listopadzie nów 6^d12^h, pierwsza kwadra 14^d15^h, pełnia 21^d24^h, ostatnia kwadra 28^d16^h. W perygeum Księżyc znajdzie się w październiku dwukrotnie, 2 i 27 oraz 24 listopada, a w apogeum 15 października i 12 listopada. Tarcza Księżyca aż sześciokrotnie zakryje planety: w październiku Wenus, Urana i Neptuna, a w listopadzie Merkurego, Urana i Neptuna; zjawiska te będą u nas niewidoczne.

Planety i planetoidy

Rankiem nad wschodnim horyzontem pięknie świeci Wenus i Jowisz, przy czym Wenus świeci blaskiem gwiazdy ok. -4 wielkości, natomiast Jowisz znacznie słabszy, bo ok. -1.5 wielkości, świeci za to z dnia na dzień coraz wyżej nad horyzontem. Wieczorem widoczny jest Saturn (ok. + 0.8 wielk.) zachodzący coraz wcześniej, a w listopadzie mamy okres dobrej widoczności Merkurego, którego możemy odnaleźć nad zachodnim horyzontem jako gwiazdę około zerowej wielkości. Uran (6 wielk.) i Neptun (8 wielk.) teoretycznie widoczne są jeszcze wieczorem, ale nisko nad horyzontem w gwiazdozbiornie Strzelca. Pluton jest niewidoczny.

Meteory

Od 16 do 26 października promieniają meteory z roju Orionidów. Radiant meteorów leży na granicy gwiazdozbiorów Oriona i Bliźniąt i ma współrzędne: rekt. $6^{\text{h}}24^{\text{m}}$, dekl. + 15° . W tym roku warunki obserwacji nie są dobre (Księżyc po pierwszej kwadrze zmierza do pełni).

W listopadzie promieniają dwa roje meteorów, Tauridy i Leonidy. Maksimum aktywności Taurydów przypada 8 listopada, a warunki obserwacji są w tym roku bardzo dobre. Tauridy mają podwójny radiant w gwiazdozbiornie Byka o współrzędnych: rekt. $3^{\text{h}}44^{\text{m}}$, dekl. + 14° i + 22° . Leonidy promieniają od 15 do 19 listopada, a maksimum aktywności przypada na 18^d, ale w obserwacjach będzie przeszkadzał Księżyc bliski pełni. Radiant Leonidów leży w gwiazdozbiornie Lwa i ma współrzędne: rekt. $10^{\text{h}}8^{\text{m}}$, dekl. + 22° .

* * *

Październik

3^d18^h Górne złączenie Merkurego ze Słońcem.

4^d16^h Bliskie złączenie Wenus z Księżycem. Zakrycie planety przez tarczę Księżyca widoczne będzie na Pacyfiku, na Hawajach, na zachodnich wybrzeżach Meksyku i w środkowej części Ameryki Południowej.

5^d O 4^h Saturn nieruchomy w rektascensji. O 6^h Księżyc w złączeniu z Jowiszem w odł. 5° .

6^d1^h Mars w złączeniu ze Spiką (Kłosem Panny), gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiornie Panny (w odł. 3°).

8^d5^h Złączenie Wenus z Regulusiem, gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiornie Lwa (w odł. 3°).

14^d19^h Bliskie złączenie Księżyca z Uranem. Zakrycie planety przez tarczę Księżyca widoczne będzie w Ameryce Środkowej, na południowym Atlantyku i w Afryce Środkowej.

15^d3^h Bliskie złączenie Księżyca z Neptunem. Zakrycie widoczne będzie na Pacyfiku, na wybrzeżach Antarktydy, w południowej części Ameryki Południowej i na Falklandach. W pobliżu Jowisza dostrzegamy brak jego 4 księżycy, który ukryty jest za tarczą planety (koniec zakrycia nastąpi o $5^{\text{h}}32^{\text{m}}$).

16^d13^h Złączenie Saturna z Księżycem w odł. 2° .

17^d4^h Nad wschodnim horyzontem obserwujemy złączenie dwóch jasnych planet, Wenus i Jowisza, w odł. 2° .

20^d O $5^{\text{h}}25^{\text{m}}$ nastąpi koniec przejścia 3 księżycy na tle tarczy Jowisza, a do $5^{\text{h}}40^{\text{m}}$ na tarczy planety widoczny jest cień księżycy 1.

23^d O 5^h9^m obserwujemy koniec przejścia 2 księżycy Jowisza na tle tarczy planety, natomiast widoczny jest na niej cień księżycy 4. O 23^h5^m Słońce wstępuje w znak Skorpiona, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 210°.

27^d Do 5^h35^m po tarczy Jowisza wędruje cień jego 3 księżycy, ale nieco wcześniej (o 5^h16^m) pojawi się na niej cień księżycy 1.

28^d Księżyc 1 ukryty jest za tarczą Jowisza i o 5^h43^m obserwujemy koniec zakrycia.

30^d Na tle tarczy Jowisza przechodzi cień księżycy 2. Sam księżyc rozpocznie przejście o 5^h5^m, a jego cień widoczny będzie do 5^h48^m.

Listopad

1^d Od 3^h2^m księżyc 2 ukryty jest za tarczą, a potem w cieniu Jowisza. O 21^h Jowisz znajdzie się w złączeniu z Księżycem w odł. 6°.

2^d O 10^h Wenus znajdzie się w największym zachodnim odchyleniu od Słońca (47°), a o 22^h w złączeniu z Księżycem w odł. 6°.

4^d O 4^h18^m obserwujemy początek zaćmienia 1 księżycy Jowisza. O 16^h planetoida Pallas w złączeniu ze Słońcem.

5^d Do 5^h0^m księżyc 1 Jowisza przechodzi na tle tarczy planety.

7^d O 4^h7^m obserwujemy koniec zakrycia 3 księżycy Jowisza.

8^d Do 5^h44^m księżyc 2 ukryty jest za tarczą Jowisza. O 6^h bliskie złączenie Księżycy z Merkurem; zakrycie planety przez tarczę Księżycy widoczne będzie na Oceanie Indyjskim, na Antarktydzie i na Nowej Zelandii. O 10^h złączenie Marsa ze Słońcem.

11^d Tego dnia tarcza Księżycy zakryje kolejno dwie planety. O 4^h zakrycie Urana widoczne będzie na Nowej Gwinei, na Pacyfiku i na Hawajach. Zakrycie Neptuna o 12^h widoczne będzie na Antarktydzie i w Australii. O 8^h Merkury znajdzie się w złączeniu z Antaresem (w odł. 2°), gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiore Skorpiona.

12^d Księżyc 1 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza; obserwujemy początek przejścia: cienia o 3^h32^m i księżycy 1 o 4^h31^m. O 23^h Saturn w złączeniu z Księżycem w odł. 2°.

13^d O 4^h6^m koniec zakrycia 1 księżycy przez tarczę Jowisza. O 5^h Pluton w złączeniu ze Słońcem.

14^d O 3^h34^m obserwujemy koniec zaćmienia, a o 4^h44^m początek zakrycia 3 księżycy Jowisza.

17^d O 4^h28^m początek zaćmienia 4 księżycy Jowisza.

19^d 3^h Merkury w największym wschodnim odchyleniu od Słońca (22°).

21^d O 3^h55^m obserwujemy początek zaćmienia 3 księżycy Jowisza.

22^d 20^h35^m Słońce wstępuje w znak Strzelca, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 240°.

24^d Do 5^h10^m księżyc 2 przechodzi na tle tarczy Jowisza.

27^d O 4^h25^m obserwujemy początek zaćmienia 1 księżycy Jowisza.

28^d Księżyc 1 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza; obserwujemy koniec przejścia: cienia o 4^h3^m, a księżycy 1 o 5^h16^m. O 19^h Merkury nieruchomy w rektascensji.

29^d 10^h Wenus w złączeniu z Kłosem Panny w odł. 4°.

Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie środkowo-europejskim.

URANIA — Miesięcznik Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. Redaguje kolegium w składzie: Krzysztof Ziolkowski — 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. św. Tomasza 30/8, 31-027 Kraków, tel. 22 38 92; nr konta PKO I O M Kraków 35510-16391-132.

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

CONTENTS

R. Schreiber — Long Wave Radiation of the Earth	194
S. R. Brzostkiewicz — What Is New in the World of Giant Planets? .	198
Chronicle: "Magellan" upon Venus. — A Next Surprise Near the Centre of Our Galaxy	209
Corner of an Astronomical Olympian ...	210
Observations	215
New Books	216
Astronomical Calendar	220

СОДЕРЖАНИЕ

Р. Шрейбер — Километровые радиоизлучение Земли	194
С. Р. Бжосткевич — Что нового в мире больших планет? ..	198
Хроника: "Магеллан" над Венерой — Очередная неожиданность вблизи центра Галактики	209
Уголок астрономического олимпийца	210
Наблюдения	215
Новые книги	216
Астрономический календарь	220

Adresy Oddziałów

- (1) Białostocki — Kolonia Księżyno, 15-601 Białystok,
- (2) Częstochowski,
- (3) Fromborski — Muzeum Kopernika, ul. Katedralna 8, (jest to również adres Sekcji Obserwatorów Słońca i Sekcji Obserwatorów Meteorów),
- (4) Gdański,
- (5) Gliwicki — ul. PKWN 23/1, 44-100 Gliwice,
- (6) Grudziądzki — Planetarium, ul. Krasickiego 5, 86-300 Grudziądz,
- (7) Jeleniogórski — Plac Piastowski 15, 58-560 Jelenia Góra,
- (8) Kielecki,
- (9) Krakowski — ZG PTMA, ul. Św. Tomasza 30/8, 31-027 Kraków, (tymczasowo należy traktować ten adres jako adres Sekcji Obserwacji Gwiazd Zmiennych),
- (10) Krośnieński — Czajkowskiego 92, 38-400 Krosno,
- (11) Lubelski — Instytut Fizyki, Plac M. Curie-Skłodowskiej p. 254 20-031 Lublin,
- (12) Łódzki — Planetarium, ul. Pomorska 16, 91-416 Łódź, tel. 33-13-63 (jest to również Adres Sekcji Obserwacji Pozycji i Zakryć),
- (13) Nowosądecki — ul. Śniadeckich 6/10, 33-300 Nowy Sącz,
- (14) Olsztyński — Obserwatorium, ul. Żołnierska 13, 10-558 Olsztyn,
- (15) Opolski,
- (16) Poznański — ul. Findera 37, 61-772 Poznań,
- (17) Puławski — ul. Filtrowa 32, 24-100 Puławy,
- (18) Radomski,
- (19) Rzeszowski — ul. Paderewskiego 42, 35-528 Rzeszów,
- (20) Szczeciński — D. K. „Hetman” ul. 9-go Maja 17, 70-136 Szczecin,
- (21) Śląski — Planetarium Śląskie, skr. poczt. 10, 41-500 Chorzów,
- (22) Toruński — ul. Kopernika 42, 87-100 Toruń, (jest to również adres Sekcji Obserwatorów Komet),
- (23) Warszawski — CAMK, ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa, (jest to również adres Sekcji Instrumentalnej),
- (24) Wrocławski,
- (25) Zielonogórski — Zakład Astrofizyki WSP, ul. Lubuska 2, 65-069 Zielona Góra.

OGŁOSZENIA

Sprzedam montaż paralaktyczny—refraktor, A. Mączewski, ul. Warszawska 33/2, 11-700 MRAGOWO.

Firma oferuje do sprzedaży *teleskopy zwierciadlane systemu Newtona niemieckiej firmy BRESSER*. Dane optyczne: 1. Średnica lustra 114 mm; 2. Ogniskowa pierwotna 900 mm; 3. Rozdzielczość kątowna 1"; 4. Zasięg teleskopu 12 mag.; 5. Powiększenia 22,5* – 300*. Teleskop posiada montaż paralaktyczny z ręcznym przesuwem wokół obydwu osi oraz statyw drewniany stabilny. Dodatkowe wyposażenie: 1. Soczewka Barlowa 2*; 2. Luneta szukacz 5*24; 3. Okulary o ogniskowych 20 mm, 12,5 mm, 6 mm; 4. Kompas; 5. Filtry do obserwacji Słońca i Księżycy. Cena 4.400.000, – zł.

Oferty proszę kierować na adres:

IMPORT – HANDEL HURTOWY, nr ewid. 1066/90, Andrzej Górecki
ul. Grochowska 55/2, 60-334 POZNAŃ

Zwierciadła do lunet astronomicznych pokrywam w próżni cienką lustrzaną warstwą aluminium. Również regeneracja lusterek.

Zakład Metalizacji Próżniowej – Zbigniew KOLMANN
ul. Sienkiewicza 100, 90-357 Łódź
tel. 36-41-07.

Wszyscy chętni do obserwacji zaćmień księżyców Jowisza proszeni są o kontakt ze mną. Zbigniew BRYŁOWSKI, ul. Łużycka 61, 75-838 Koszalin, tel. 251-91.

OGŁOSZENIA ZARZĄDU GŁÓWNEGO

Składka członkowska w 1991 roku wynosi 24.000, – zł dla emerytów i rencistów oraz studentów, młodzieży i dzieci zniżka 12.000, – zł. Składkę można dzielić tylko na okresy półroczne. Cena pojedynczego zeszytu *Uranii*: zeszyty 1-6 1991 5.000, – zeszyt; 7-12 1991 6.500, – zeszyt.

Wysyłamy następujące broszury ceny wraz z opłatą pocztową:

Amatorski teleskop zwierciadlany	(dla członków) 5.000, –	(dla nieczłonków) 6.000, –
Najdalsze Planety Układu Słonecznego	7.000, –	8.000, –
Kosmologia Współczesna	10.000, –	12.000, –
Obrotowa Mapa Nieba	8.000, –	9.000, –
Kalendarz Miłośnika Astronomii (100 stron)	18.000, –	20.000, –
Poniższe pozycje dołączamy do przesyłek z innymi publikacjami, a jeśli są zamówione tylko one należy doliczyć dodatkowo 1.200, – zł na koszty przesyłki:		
T. Banachiewicz Twórca Krakowianów	2.000, –	2.000, –
O Arelogii czyli geologii Marsa	2.000, –	2.000, –
Pasek ze zdjęciami „W naszej Galaktyce”	1.500, –	2.000, –

Odnznakę członkowską wysyłamy za 16.000, – zł.

Kalendarze na rok 1992 (plakaty) są do kupienia w oddziałach PTMA.

Zarząd wysyła te kalendarze tylko do członków z opłaconymi składkami, którzy mieszkają w miejscowościach gdzie nie ma oddziału PTMA lub gdzie nie jest podany adres oddziału. Cena wraz z przesyłką 10.000, – zł.

