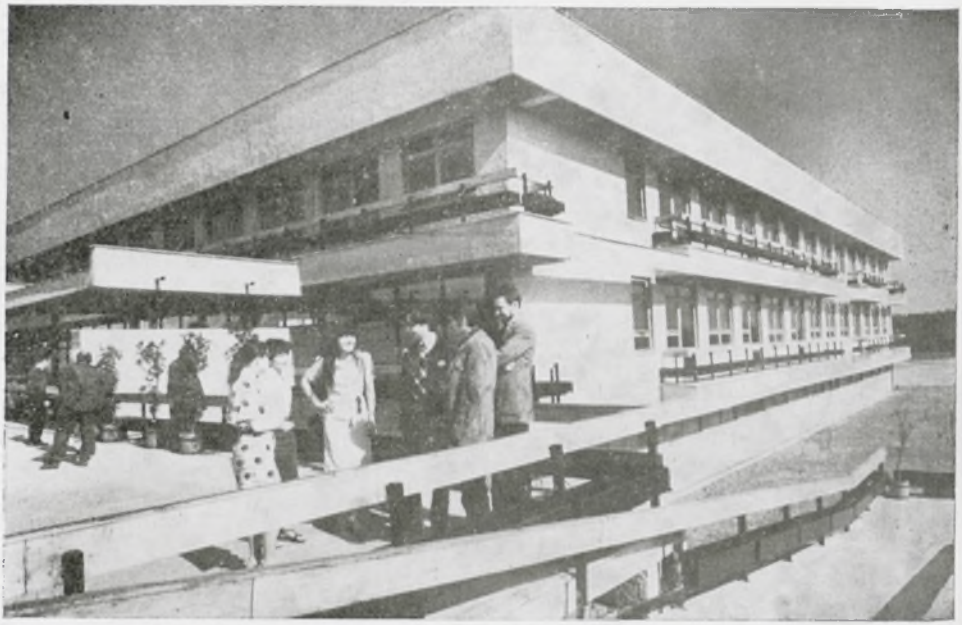
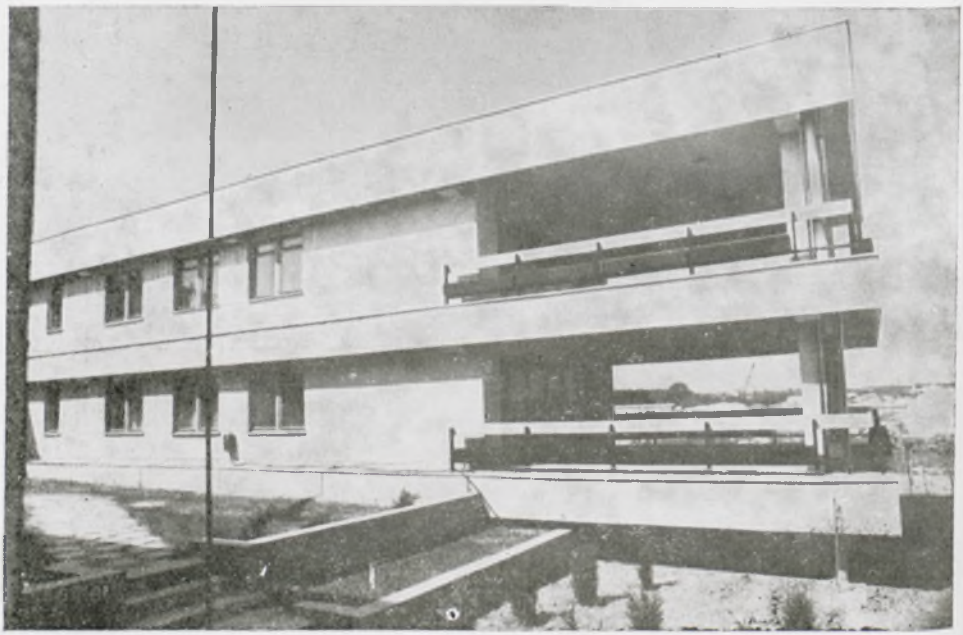
URANIA

MIESIĘCZNIK
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK LV LIPIEC — SIERPIEŃ 1984 Nr 7/8

ZAKŁAD NARODOWY IMIENIA OSSOLIŃSKICH
WYDAWNICTWO POLSKIEJ AKADEMII NAUK





URANIA

MIESIĘCZNIK POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK LV LIPIEC-SIERPIEŃ 1984 Nr 7/8

PL ISSN-0042-07-94

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

SPIS TREŚCI

Bożena Czerny, Marek Sikora — Kwazary, jakimi dziś je widzimy (194)

Bogdan Wszołek — O materii międzygalaktycznej (202)

Krzysztof Ziołkowski — Rój meteorów komety Halleya (206)

Andrzej Sołtan — Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika w Warszawie (215)

Kronika: Milisekundowe pulsary (221) — Obłoki Magellana: nie dwa lecz trzy! (222) — Niewidzialni towarzysze gwiazd (223) — Stara czy młoda gwiazda? (224) — Planeta X czy Obłok Oorta (225) — Komety — tubylcy czy przybysze z przestrzeni międzygwiazdowej (225).

Poradnik Obserwatora: Algorytmy — Część I: Czas efemerydalny i Dni Juliańskie (226).

Kącik Olimpijczyka (228) — Zadanie z I etpu XXXVI Olimpiady Astronomicznej (230).

Obserwacje: Obserwacje częściowego zaćmienia Słońca dnia 30 maja 1984 r. w Obserwatorium Astronomicznym Planetarium Śląskiego w Chorzowie (232).

Nowości Wydawnicze (233).

To i Owo: Wielkości gwiazdozbiorów (234).

Kalendarzyk Astronomiczny (236).

W wakacyjnym, podwójnym numerze **Uranii** *rozpoczynamy dwa nowe cykle. Opisem głównej placówki astronomicznej w Polsce — Centrum Astronomicznego im. M. Kopernika w Warszawie — zapoczątkowujemy serię publikacji o wszystkich instytucjach astronomicznych w naszym kraju. Będziemy się starali informować w nich o historii ośrodka, jego wyposażeniu, podstawowych kierunkach działalności, najważniejszych osiągnięciach. Mamy nadzieję, że ten przegląd stanu współczesnej polskiej astronomii zainteresuje naszych Czytelników.*

Natomiast w **Poradniku Obserwatora** *zamieszczamy pierwszą część algorytmów astronomicznych. Ich celem będzie ułatwianie miłośnikom astronomii samodzielnego wykonania niezbyt skomplikowanych obliczeń potrzebnych zarówno przy planowaniu obserwacji jak i opracowywaniu ich wyników.*

Po dłuższej przerwie wznawiamy ponadto **Kącik Olimpijczyka,** *a także kontynuujemy cykl artykułów związanych tematycznie ze zbliżającą się kometą Halleya.*

Pierwsza strona okładki: Zdjęcie częściowego zaćmienia Słońca z 30 maja 1984 roku wykonane w Chorzowie przez E. Zakrzewską (patrz **Obserwacje**).

Druga strona okładki: Centrum Astronomiczne im. M. Kopernika w Warszawie: u góry — widok głównej części budynku, u dołu — część budynku mieszcząca hotel.

Trzecia strona okładki: Sala wykładowa Centrum Astronomicznego im. M. Kopernika: u góry — widok z zewnątrz, u dołu — wnętrze.

Czwarta strona okładki: Komputer PDP 11/45 (u góry) i biblioteka (u dołu) Centrum Astronomicznego im. M. Kopernika. (foto CAF)

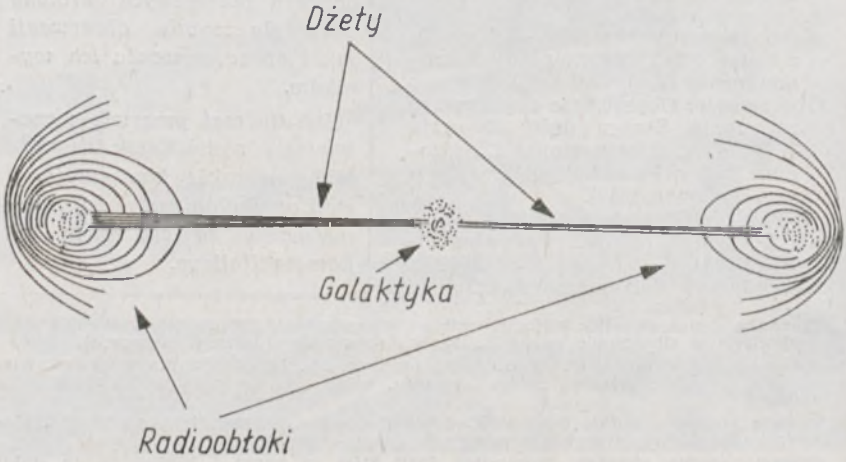
BOŻENA CZERNY, MAREK SIKORA — Warszawa

KWAZARY, JAKIMI DZIŚ JE WIDZIMY

1. Kwazary a aktywne galaktyki

Istnieje już wiele danych obserwacyjnych przekonujących nas, że kwazary zajmują centralne położenia w galaktykach. Wokół najbliższych kwazarów odkryto wyraźne poświaty o typowych dla galaktyk jasnościach i rozmiarach, a w jednym czy dwóch przypadkach udało się zidentyfikować charakterystyczne dla gwiazd linie absorpcyjne. Liczne podobieństwa pomiędzy kwazarami, a odkrytymi wcześniej aktywnymi galaktykami sugerują, że źródło ich aktywności jest tej samej natury. Maleńkie, ale niezwykle jasne jądro w centrum galaktyki, dwie strugi (=dżety), oraz dwa rozległe i bardzo oddalone od centrum radioobłoki tworzą razem ideowy obraz aktywnego obiektu pozagalaktycznego (rys. 1).

W rzeczywistości rzadko obserwujemy wszystkie trzy elementy w jednym obiekcie, nie mówiąc już o ogromnej różnorodności szczegółów. Ilustracją tego jest schemat klasyfikacyjny (Tabela 1). Opiera się on na bardzo ważnym spostrzeżeniu wiążącym typ galaktyki z możliwą formą jej aktywności. W zasadzie we wszystkich nie budzących wątpliwości przypadkach galaktyki Seyferta okazują się galaktykami spiralnymi o raczej ciasno nawiniętych ramionach, natomiast silna aktywność ra-



Rys. 1. Schemat aktywnego obiektu pozagalaktycznego.

diowa występuje u dużych galaktyk eliptycznych. W przypadku kwazarów nie umiemy określić typu macierzystej galaktyki. Można się jednak spodziewać na podstawie znacznego podobieństwa, że kwazary aktywne radiowo są związane z galaktykami eliptycznymi, natomiast kwazery radiowo ciche — z galaktykami spiralnymi.

Znaczne różnice w obserwowanych formach aktywności stają się jednak tym mniejsze, im głębiej do jąder galaktyk zaglądamy. Należy ponadto pamiętać, że Natura nie lubi sztywnych podziałów, przynajmniej w makroświecie, i wielu obiektom trudno będzie przypisać miejsce w przedstawionym schemacie. Klasyfikacji tej nie można też traktować statycznie. Aktywne galaktyki, w szczególności kwazary, ewoluują. Duże zmiany aktywności z pewnością następują w miarę starzenia się galaktyki, również silne mogą być zmiany okresowe, na przykład w skali tysięcy lat. To powoduje, że obiekty mogą przechodzić z jednej klatki schematu do drugiej.

2. Zagadka centralnego silnika

Po odkryciu kwazarów aktywne jądra galaktyk stały się przedmiotem wielu spekulacji. Nic dziwnego — Naturze udało się stworzyć fenomen, którego serce bije gdzieś głęboko w jądrze galaktyki (poza zasięgiem największych teleskopów), a skala energetyczna zjawiska bywa tak ogromna, że wyjaśnienie jego natury wymaga poruszania się po skrajnie relatywistycznych dziedzinach fizyki.

W przeciągu dwudziestu lat zaproponowano wiele rozwiązań. Dziś większość astronomów uważa, że za aktywność galaktyk odpowiedzialne są procesy zachodzące w bezpośrednim sąsiedztwie supermasywnych czarnych dziur. Wydają się na to wskazywać zarówno fakty obserwacyjne, jak i teoretyczne rozważania ewolucji masywnych jąder galaktycznych.

Układ fizyczny — supermesywna czarna dziura i akreująca na nią materia — stwarza możliwości, jakich nie daje żaden inny model aktywnych jąder galaktyk. Może on przejawiać swoją żywotność na wiele sposobów. Jest to uzależnione od takich czynników jak: masa czarnej dziury, jej moment pędu, tempo akrecji, natężenie i struktura pola magnetycznego wmrożonego w akreującą materię itd. O możliwościach energetycznych układu decyduje niewątpliwie masa czarnej dziury (wynika to bezpośrednio z definicji jasności krytycznej ustalającej górną granicę jasności dla określonej masy i odwrotnie, mini-

Klasyfikacja aktywnych obiektów pozagalaktycznych Tabela 1

Typ obiektu	Wąskie linie emisyjne	Szerokie linie emisyjne	Słabe promieniowanie radiowe	Silne promieniowanie radiowe	Dominuje rozległe radioźródło	Dominuje centralne radioźródło	Typ galaktyki	Uwagi
Galaktyki Seyferta 2	×		×				spiralne	Znanych jest kilka galaktyk eliptycznych posiadających seyfertowskie widma liniowe, a nie będących radiogalaktykami.
Galaktyki Seyferta 1		×	×				spiralne	
Radiogalaktyki z wąskimi liniami	×			×	×		eliptyczne	
Radiogalaktyki z szerokimi liniami		×		×	×		eliptyczne (?)	
Kwazary		×	×				spiralne (?)	Ostatnio odkryto kilka kwazarów bez szerokich linii emisyjnych.
Radiokwazary		×		×	40% ×	60% ×	eliptyczne (?)	Przypuszczalnie są to obiekty zwrócone do nas dżetami.
Aktywne galaktyki typu 3C120		×		×		×	spiralne (?) eliptyczne	
Lacertydy				×		×	eliptyczne	
Silnie zmienne kwazary		×		×		×	eliptyczne (?)	

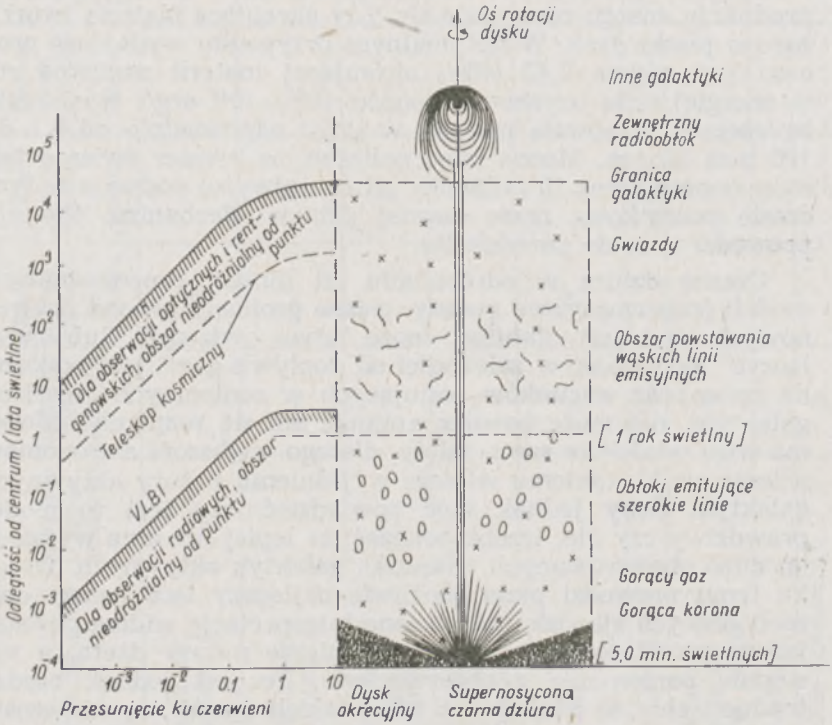
malną masę dla określonej jasności). Dla jasności rzędu 10^{45}—10^{48} erg/s (jasności kwazarów) otrzymujemy minimalne masy czarnych dziur 10^{7}—10^{10} mas Słońca. Mogą one być nieco mniejsze (co najwyżej o czynnik 10), gdy materia nie opada na dziurę sferycznie symetrycznie. Oczywiście, żeby uzyskać maksymalną jasność, trzeba aby zapewniony był szybki dopływ odpowiedniej ilości materii. Można się spodziewać, że przez długi czas po utworzeniu się czarnej dziury będzie w okolicy pod dostatkiem materii i to z dwóch powodów: nie cały obłok czy gromada gwiazd musiały wziąć udział w kolapsie, a poza tym jądra galaktyk są wtedy jeszcze bardzo młode i sporo materii może być uzyskiwanej z intensywnych procesów gwiezdnych, takich jak wiatr gwiazdowy czy wybuchy supernowych. Na jak długo wystarszy zapasów materii, zależy oczywiście od tempa akrecji, a to z kolei od masy czarnej dziury, jej momentu pędu i od tego, w jaki sposób akrecja przebiega. Najefektywniejszą produkcję energii otrzymuje się, gdy akreująca materia tworzy bardzo płaski dysk. W optymalnym przypadku wydajność procesu jest równa 0,43 (43% akreującej materii zamienia się w energię) i dla uzyskania jasności 10^{45}—10^{48} erg/s wystarczy, by rocznie akreowała materia w ilości odpowiednio od 0,1 do 100 mas Słońca. Można więc policzyć, że kwazar świecąc tak intensywnie przez 10 milionów lat co najwyżej podwaja w tym czasie początkową masę czarnej dziury. Mechanizm ten nie prowadzi więc do paradoksów.

Czarna dziura w odróżnieniu od innych proponowanych modeli (supermasywne gwiazy, ciasne gromady gwiazd neutronowych itp.) jest stabilna, może łatwo „włączyć" lub „wyłączyć" aktywność w zależności od dopływu gazu, jest odporna na zmienność warunków panujących w centralnych częściach galaktyki, nie może bowiem zniknąć ani się rozpłynąć. Model ma więc właściwie same zalety, dlatego większość astronomów skłania się ku takiemu właśnie wyjaśnieniu natury aktywnych galaktyk. Żeby jednak móc powiedzieć, czy jest to model prawdziwy czy nie, trzeba pokazać, że lepiej niż inne wyjaśnia on dużo obserwowanych własności galaktyk aktywnych. Droga ku temu prowadzi przez możliwie najlepszy teoretyczny opis zachodzących zjawisk, teoretyczną interpretację widma powstającego promieniowania oraz wyjaśnienie natury dżetu, a następnie porównanie z obserwacjami. To jest jednak bardzo trudne i chociaż istnieje już wiele takich opisów, są one często względem siebie konkurencyjne i żaden z nich nie zdobył sobie należytej przewagi, aby mógł być powszechnie zaakceptowany.

3. Przekrój przez aktywną galaktykę

Próbą syntezy naszej dotychczasowej wiedzy i domniemań o kwazarach jest rys. 2. Składa się on z dwóch zasadniczych części. Prawa stanowi schemat aktywnej galaktyki, natomiast lewa strona pozwala się szybko zorientować, jak głęboko do wnętrza galaktyki sięgają nasze obserwacje. Przedstawienie budowy całego wnętrza aktywnej galaktyki wymagało użycia logarytmicznej skali odległości w kierunku pionowym, natomiast skala odległości w kierunku poziomym została po prostu tak dopasowana, aby rysunek dobrze wyglądał.

Centrum aktywnej galaktyki stanowi supermasywna czarna dziura o promieniu grawitacyjnym rzędu od kilku minut do kilku godzin świetlnych. Kłębiąca się wokół materia w postaci



Rys. 2. Schemat możliwości poznawania budowy różnych części aktywnej galaktyki w zależności od stosowanej techniki.

przede wszystkim gazu powoli wpływa do czarnej dziury. Charakter ruchu tej materii może być różny w różnych galaktykach, zależnie od zgromadzonego zapasu gazu, średniego momentu pędu materii, masy centralnej czarnej dziury i innych czynników. Gaz otaczający czarną dziurę może więc bardziej przypominać sferyczny obłok gazu bądź mniej lub bardziej spłaszczony dysk akrecyjny. Na rysunku przedstawiony został wariant z dyskiem akrecyjnym. Chłodna, zewnętrzna część dysku prawdopodobnie może się rozciągać aż na odległość rzędu roku świetlnego. Sam dysk stanowi źródło promieniowania nadfioletowego, w zewnętrznych jego częściach oświetlanych promieniowaniem z pobliża czarnej dziury mogą się też formować szerokie linie emisyjne. Najbardziej wewnętrzna część dysku tworzy dwa lejki wokół osi rotacji dysku. Tam wydziela się większość generowanego promieniowania. Uciekające fotony rozpędzają cząstki wyrywane z powierzchni dysku i tworzy się wąski dżet. Dżet ten przedzierając się przez stosunkowo jeszcze gęstą materię w pobliżu czarnej dziury może powodować niestabilności cieplne i spontaniczne powstawanie w ośrodku gęstszych chmur zanurzonych w rzadszym, lecz bardzo gorącym gazie. Obłoki te oświetlane promieniowaniem z dysku też mogą tworzyć szerokie linie emisyjne. Gorący gaz łączy się w sposób ciągły z bardzo gorącą koroną dysku będącą bezpośrednim źródłem promieniowania rentgenowskiego. Ten aktywny obszar rozciąga się na odległość rzędu jednego roku świetlnego.

Dżet zapoczątkowany w centrum toruje sobie drogę poprzez materię międzygwiazdową. Rozpędzona plazma oddziałując z ośrodkiem traci jednak część energii. W wyniku tego w ośrodku powstają różne nieregularne zgęszczenia, formują się lokalnie fale uderzeniowe, a materia ulega jonizacji, choć procesy nie mają tak dramatycznego charakteru jak w pobliżu czarnej dziury. W tym obszarze, typowo o rozmiarach rzędu stu lat świetlnych, powstają wąskie linie emisyjne.

Zasięg dżetu w dużym stopniu zależy od niesionej energii oraz od gęstości napotkanej materii, odmiennej w galaktykach spiralnych w porównaniu z eliptycznymi. W tych pierwszych ilość gazu jest tak duża, że dżet traci swą energię i rozpływa się nie dochodząc do brzegów galaktyki. W galaktykach eliptycznych ubogich w gaz międzygwiazdowy materia w dżecie bez znacznych strat energetycznych opuszcza galaktykę i dopiero ulega wyhamowaniu w odległościach czasami przekracza-

jących kilkadziesiąt razy jej rozmiar. Dżet przekazuje w ten sposób swą energię gigantycznemu radioobłokowi, który świeci radiowo. Oczywiście w różnych galaktykach aktywnych szczegóły przedstawionych procesów mogą przebiegać odmiennie, nieco inne mogą być podane charakterystyczne skale odległości. Przedstawiony rysunek jest tylko schematyczną ilustracją tego, jak taką aktywną galaktykę wyobrażają sobie astronomowie. Przesłanki świadczące o prawdziwości takiego właśnie obrazu częściowo pochodzą bezpośrednio z obserwacji, częściowo są jednak wynikiem rozważań teoretycznych. Pomocą w zorientowaniu się, co może wynikać z danych obserwacyjnych jest lewa strona rysunku. Na osi pionowej zaznaczona jest zdolność rozdzielcza obserwacji optycznych, rentgenowskich i radiowych (techniką VLBI) podana w latach świetlnych. Ponieważ zdolność rozdzielcza aparatury jest w rzeczywistości zdolnością odróżniania kierunków (a więc kątów), to wynik przeliczenia jej na lata świetlne oczywiście zależy od odległości obserwowanego obiektu. Odległość ta podana została zatem na osi poziomej, w postaci przesunięcia ku czerwieni z. (Zagięcie krzywych powyżej $z = 1$ jest wynikiem rozszerzania się Wszechświata, które powoduje, że rozchodzące się promienie świetlne ulegają „ugięciu" ze względu na malenie skali odległości dla coraz większych wartości z. Z podobnym jakościowo zjawiskiem mamy do czynienia w przypadku dwóch bliskich południków narysowanych na sferze. Jeżeli na biegunie tworzyły one ze sobą pewien kąt, to odległość między nimi mierzona wzdłuż równoleżnika początkowo rośnie, następnie osiąga maksimum (na równiku) i zaczyna maleć, gdy zbliżamy się do przeciwnego bieguna. Analogia między dwuwymiarowym przekrojem czasoprzestrzeni wyznaczonym przez rozchodzące się promienie świetlne a powierzchnią sfery jest dobra niezależnie od tego, czy Wszechświat opisywany jest modelem kosmologicznym otwartym czy zamkniętym).

Porównanie lewej i prawej strony rysunku pozwala nam od razu bezpośrednio odczytywać, jak głęboko do wnętrza typowej galaktyki sięgamy w zależności od techniki obserwacyjnej oraz odległości tej galaktyki. W zakresie optycznym i rentgenowskim tylko dla najbliższych galaktyk sięgamy aż do obszaru, gdzie powstawać powinny wąskie linie emisyjne, dalekie kwazary jawią się nam jako źródła punktowe. Obserwacje radiowe są dużo bardziej precyzyjne, technika VLBI pozwala obserwować szczegóły o rozmiarach rzędu dnia świetlnego w blis-

kich galaktykach i zaglądać do nawet najbardziej odległych kwazarów na odległość mniejszą niż rok świetlny od centrum. Dzięki tej technice uzyskujemy informacje o strukturze dżetów w pobliżu ich narodzin. Niestety, obserwacje radiowe nie pozwalają określić, w jaki sposób materia opada na czarną dziurę, ponieważ świeci ona zbyt słabo w dziedzinie radiowej.

Toteż z punktu widzenia badania ruchu gazu w pobliżu czarnej dziury konieczne jest poprawienie dokładności obserwacji w zakresie optycznym i rentgenowskim. Spore nadzieje wiąże się z Teleskopem Kosmicznym (Hubble Space Telescope). Amerykański projekt przewiduje w 1986 roku umieszczenie na orbicie dwumetrowego teleskopu do obserwacji optycznych, w bliskiej podczerwieni i nadfiolecie *. Teleskop ten będzie co prawda mniejszy od dużych teleskopów działających na Ziemi, ale wyniesienie go ponad gęste warstwy atmosfery poprawi dwudziestokrotnie uzyskiwane do tej pory zdolności rozdzielcze, a także pozwoli obserwować obiekty pięćdziesięciokrotnie słabsze od dotychczas obserwowanych.

Uruchomienie Teleskopu Kosmicznego pozwoli, w przypadku najbliższych galaktyk aktywnych, sięgnąć już do obszaru, gdzie spodziewamy się obecności dysku akrecyjnego i otaczających go obłoków. A więc może uda się rozpoznać, czy akrecja gazu następuje rzeczywiście poprzez dysk, czy też raczej jest sferyczna. Nowe obserwacje pozwolą również poznać dokładniej struktury poświat otaczających kwazary, a więc rozstrzygnąć, czy określony charakter aktywności kwazarów koreluje z określonym typem morfologicznym ich macierzystych galaktyk.

Zwiększenie zasięgu i czułości obserwacji powinno także przyczynić się do zaobserwowania wielu nowych galaktyk aktywnych i powiększenia materiału statystycznego. Szczególnie istotne wydają się obserwacje najdalszych galaktyk aktywnych, ponieważ będziemy mieli możliwość sięgnięcia w czasie wstecz aż do epoki formowania się pierwszych galaktyk i szukania statystycznych związków między przebiegiem kształtowania się galaktyk, a ich późniejszą aktywnością.

Obserwacje napływające w ciągu kilku następnych lat po uruchomieniu Teleskopu Komicznego będą miały zatem decydujący wpływ na nasze wyobrażenie aktywnej galaktyki, być może całkowicie zmienią przedstawiony tu schemat, być może go potwierdzą wzbogacając zarazem w szczegóły.

---

* Porównaj np. artykuł M. Grzymkowskiej w nr 4/1984 *Uranii*.

BOGDAN WSZOŁEK — Kraków

O MATERII MIĘDZYGALAKTYCZNEJ

Pojęcie materii międzygalaktycznej pojawiło się w astronomii niemal równocześnie z odkryciem galaktyk. Pod pojęciem tym należy rozumieć wszystkie formy materii nie związane dynamicznie z galaktykami, a znajdujące się w przestrzeni międzygalaktycznej. Będą to położone z dala od galaktyk pojedyncze gwiazdy, gaz, pył, promieniowanie korpuskularne i in. Astronomia szuka od dawna odpowiedzi na pytanie, czy rozległe obszary przestrzeni międzygalaktycznej są puste, czy też wypełnia je jakaś materia. Dynamika układów gwiazdowych nie wyklucza możliwości ucieczki gromad gwiazdowych, poszczególnych gwiazd, a także obłoków ciemnej materii z galaktyki. Stwierdzono również, że przy wybuchach supernowych cząstki materii mogą osiągać energie ucieczki z galaktyki. Istnieje hipoteza, że galaktyki zderzają się między sobą. Przy zderzeniu gwiazdy nie wchodzą z sobą w kolizję, ale za to część międzygwiazdowego gazu i pyłu może uciec w przestrzeń międzygalaktyczną. Na gruncie modelu kosmologicznego „wielkiego wybuchu" też można wnioskować o istnieniu materii międzygalaktycznej. Tak zwane gwiazdy trzeciej populacji * podczas swojej ewolucji najprawdopodobniej wyrzucały w przestrzeń dużo materii. Nie wykluczone, że część tej materii nie uległa kondensacji w galaktyki i wypełnia przestrzenie międzygalaktyczne.

Oprócz przytoczonych argumentów teoretycznych, za istnieniem materii międzygalaktycznej przemawiają niektóre badania obserwacyjne. Wykazano, że w przestrzeni międzygalaktycznej należy się spodziewać promieniowania korpuskularnego. Stanowić je mają głównie wysokoenergetyczne jądra atomów, swobodne elektrony i neutrina kosmiczne. Nie jest znana gęstość strumienia tych cząstek. O możliwości istnienia gazu w przestrzeni międzygalaktycznej donoszą badania spektralne odległych galaktyk i kwazarów oraz obserwacje radiowe obłoków wodoru neutralnego. Na fotografiach wykonanych za pomocą dużych teleskopów łatwo można zauważyć, że niektóre galaktyki są jak gdyby połączone jasnym pomostem. Oprócz pomostów obserwuje się czasem rozciągłe obłoki o bardzo małej jasności powierzchniowej. Obłoki te zwykle koincydują

* Patrz *Urania* nr 1—4/1983, str. 22.

z centralnymi regionami gromad galaktyk. Analiza widmowa oraz fotografie wskazują także na istnienie pomiędzy galaktykami obłoków gazu, który zostaje pobudzany do fluorescencji przez promieniowanie pobliskich gwiazd. Nie udało się ustalić w oparciu o poczynione obserwacje ani dokładniejszego składu chemicznego, ani rozkładu gęstości gazu w przestrzeni międzygalaktycznej. Wiadomo w każdym razie, że gaz ten składa się głównie z neutralnego i zjonizowanego wodoru oraz występuje przeważnie w pobliżu dużych skupisk materii, takich jak galaktyki czy ich gromady.

O ile istnienie gazu w przestrzeni międzygalaktycznej jest stwierdzone, o tyle problem istnienia w tej przestrzeni ciemnej materii pyłowej pozostaje otwarty. Na fotografiach spotyka się czasem ciemne obszary na tle jasnego ciała galaktyki. Uważa się, że są to drobne, ciemne obłoki pyłowe, rzutujące się na jasne odległe galaktyki. Stwierdzono, że pewne obszary nieba charakteryzują się szczególnie niską gęstością powierzchniową galaktyk w porównaniu z obszarami sąsiednimi. Miejsca te charakteryzują się ponadto pocdczerwieniem obiektów pozagalaktycznych. Dokładna analiza zjawiska przemawia za istnieniem obłoków pyłowych w tych obszarach nieba. W bliskim sąsiedztwie naszej Galaktyki odkryto kilka takich obłoków. Największy z nich znajduje się pomiędzy gromadami w Pannie i Warkoczu Bereniki. Jego odległość od naszej Galaktyki nie przekracza 100 Mps, a ekstynkcję w barwie niebieskiej w obszarze zajmowanym przez oobłok ocenia się na $0^m,57$. Wykazano także, iż obłok gazowy w pobliżu NGC 300, wykryty radiowo, zachowuje się również jak obłok pyłowy. Można zatem wnioskować, że twory kojarzące gaz z pyłem są typowe nie tylko dla przestrzeni międzygwiezdnej w naszej Galaktyce lecz także dla przestrzeni międzygalaktycznej. Na podstawie dotychczasowych badań ocenia się, że rozmiary liniowe obłoków wynoszą średnio 200 kps. Ekstynkcję średnią w pojedynczym obłoku ocenia się zaś na 1^m dla barwy niebieskiej.

Obserwacje obłoków ciemnej materii międzygalaktycznej dotyczą obszarów bliskich naszej Galaktyce. Wychodząc z założenia, że nasze miejsce we Wszechświecie nie jest wyróżnione, można uważać, że w całej przestrzeni międzygalaktycznej występują podobne obłoki. Dla potwierdzenia takiego przypuszczenia przeprowadza się badania statystyczne. Początkowe rozważania statystyczne na temat ciemnej materii międzygalaktycznej polegały na szukaniu związków pomiędzy jasnością

powierzchniową galaktyk, a jakimś parametrem skorelowanym z odległością. Parametrami takimi były na ogół średnice galaktyk na fotografiach oraz ich obserwowane jasności. Przy braku ekstynkcji międzygalaktycznej obserwowana jasność powierzchniowa galaktyk tego samego typu morfologicznego nie powinna zależeć od odległości. Ciemna materia ekstyngująca powinna natomiast powodować spadek jasności powierzchniowej wraz ze wzrostem odległości galaktyk. Rozumowanie takie opiera się oczywiście na założeniu, że w obrębie jednego typu morfologicznego galaktyki mają taką samą rzeczywistą jasność powierzchniową, niezależnie od wieku galaktyki ani od jej rozmiarów rzeczywistych.

Inne badania podlegały na szukaniu zależności pomiędzy wskaźnikiem barwy galaktyk, a ich odległościami. Z racji tego, że pył rozprasza w większym stopniu promieniowanie krótkofalowe, światło przychodzące od odległych galaktyk powinno być czerwieńsze niż dla galaktyk bliskich. Innymi słowy, jeżeli w przestrzeni międzygalaktycznej istnieje pył, to powinniśmy mieć do czynienia ze zjawiskiem podczerwienienia odległych galaktyk. Efekt ten oczywiście nie ma nic wspólnego z przesunięciem ku czerwieni lini widmowych.

Powyższe badania przez długi czas nie wykazywały istnienia materii międzygalaktycznej. Uważa się jednak, że negatywne wyniki były spowodowane selekcją materiału obserwacyjnego oraz małą liczebnością wziętych pod uwagę próbek galaktyk. Efekty związane z ekstynkcją mogły być mniejsze niż błędy statystyczne. Selekcja materiału obserwacyjnego może być wywołana bądź to ograniczeniami instrumentalnymi, bądź też samymi własnościami ośrodka międzygalaktycznego. Do ograniczeń instrumentalnych można zaliczyć chociażby skończoną czułość kliszy. W stosunkowo małych odległościach zarówno galaktyki o dużych jak i małych jasnościach absolutnych są rejestrowane przez kliszę, podczas gdy spośród odległych galaktyk rejestrowane są tylko najjaśniejsze. Jeżeli przyjąć, że w przestrzeni międzygalaktycznej istnieje materia ekstyngująca i materia ta jest rozłożona niejednorodnie, to na kliszach są rejestrowane głównie te galaktyki, które nie są przesłaniane przez obłoki materii międzygalaktycznej. Spośród najdalszych galaktyk zobaczymy tylko te, które znajdują się w „dziurach" ekstynkcyjnych.

Stosunkowo wiarygodnych wyników dostarczyły prace polegające na zliczeniach odległych gromad galaktyk w polach zajmowanych przez bliskie, duże gromady. Bliska gromada

zajmuje stosunkowo duże pole na fotografii nieba. W obrębie tego pola wyróżnia się zgrupowania galaktyk i interpretuje się je jako odległe gromady. Okazuje się, że w polach zajmowanych przez bliskie gromady jest mniej dalekich gromad niż w obszarach sąsiednich. Wynika stąd, że przynajmniej w niektórych dużych gromadach znajduje się ciemna materia ekstyngująca.

Argumentów za istnieniem ekstynkcji międzygalaktycznej dostarczyły też badania zależności wskaźnika barwy galaktyk i kwazarów od odległości.

Wiele obserwacji przemawia za tym, że ciemna materia międzygalaktyczna rozłożona jest niejednorodnie. Przez analogię do przestrzeni międzygwiezdnej w naszej Galaktyce, gdzie gaz i pył tworzą struktury „kłaczkowate", przypuszcza się, że w przestrzeni międzygalaktycznej mamy do czynienia z podobną sytuacją. Nowsze badania zdają się potwierdzać to przypuszczenie. Badania rozkładu odległych galaktyk oraz kwazarów na sferze niebieskiej wskazują, że przyjęcie niejednorodnej ekstynkcji międzygalaktycznej może dobrze tłumaczyć obserwowane rozmieszczenie tych obiektów. Dla odległych galaktyk i kwazarów zaznacza się silna tendencja grupowania. Fakt ten można tłumaczyć tym, że w miarę jednorodny rozkład obiektów na sferze niebieskiej jest przesłaniany obłokami ciemnej materii pyłowej. W obszarach przesłanianych przez obłoki widzimy stosunkowo mało obiektów dalekich. W obszarach nie przesłanianych, czyli w tzw. „oknach" ekstynkcyjnych, widzimy ich natomiast stosunkowo dużo. Wydaje się, że obłoki ciemnej materii międzygalaktycznej są skojarzone z gromadami galaktyk. Nie jest wykluczone jednak, że występują one również z dala od gromad. Być może jest ich w tych obszarach nawet więcej i dlatego nie obserwuje się tam dużej ilości galaktyk, a tym bardziej ich gromad.

W rozważaniach na temat „kłaczkowatej" struktury materii międzygalaktycznej należy zwrócić uwagę na fakt, że badania niejednorodności ekstynkcji są bez porównania łatwiejsze niż badania ekstynkcji średniej. Otrzymywane wyniki dowodzą istnienia odchyleń od średniej ekstynkcji, podczas gdy ta średnia pozostaje niewiadoma.

Ciekawe, że problemem ekstyngującej materii międzygalaktycznej astronomowie zajmują się raczej niechętnie. Znajomość parametrów opisujących tę materię jest jednak bardzo ważna dla opisu świata rozciągającego się poza nasza Galaktyką. W sytuacji gdy niewiele wiemy o materii międzygalaktycznej, wia-

domości o pozagalaktycznych częściach Wszechświata mogą być silnie zafałszowane ciemnymi obłokami „przesłaniającymi" nam widok.

Ważnymi problemami do rozwiązania pozostają: znalezienie rozkładu gęstości jasnej i ciemnej składowej materii międzygalaktycznej oraz wyznaczenie ekstynkcji średniej. Bardzo istotne dla kosmologii jest określenie ilości materii międzygalaktycznej we Wszechświecie. Nawet znikoma gęstość tej materii oznaczałaby duży wzrost całkowitej masy Wszechświata. Zagadką pozostaje również skład chemiczny materii międzygalaktycznej, zwłaszcza jej pyłowej składowej oraz udział tej materii w ewolucji galaktyk.

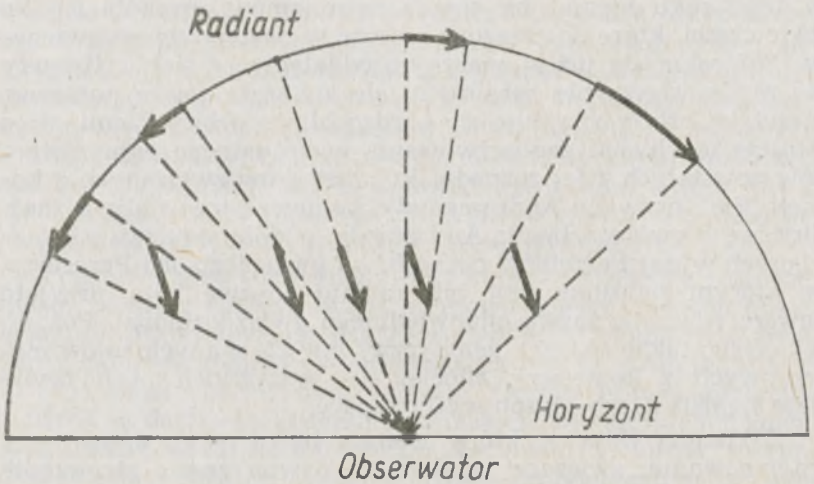
KRZYSZTOF ZIOŁKOWSKI — Warszawa

RÓJ METEORÓW KOMETY HALLEYA

Związek genetyczny między kometami i meteorami jest od dawna znany, a jego istnienie nie budzi w zasadzie żadnych zastrzeżeń. Jak wiemy, w wyniku przejścia w pobliżu Słońca, kometa traci część swej masy *. Sublimujące z powierzchni jądra gazy porywają ze sobą cząstki pyłu, które zostają na zawsze uwolnione z komety. Wskutek różnych prędkości początkowych względem jądra, a także działania perturbacji planetarnych, ciśnienia promieniowania słonecznego i innych czynników wpływających na ruch tych cząstek, zostają one jak gdyby rozsiane wzdłuż orbity komety. Poruszając się wokół Słońca po niemal równoległych trajektoriach tworzą tzw. rój meteoroidów. O jego istnieniu można dowiedzieć się wtedy, gdy orbita roju przecina się z orbitą Ziemi. Przechodząc przez rój Ziemia jest bombardowana przez poruszające się w nim cząstki. Wpadając w atmosferę tworzą one zjawisko tzw. strumienia (rzadziej deszczu) meteorów. Dla obserwatora ziemskiego meteory należące do jednego roju wylatują jak gdyby z jednego punktu na sferze niebieskiej zwanego radiantem. Objaśnienie promienistego rozchodzenia się dróg meteorów wpadających w atmosferę Ziemi po torach równoległych pokazane jest na rys. 1.

Zjawisko świetlne obserwowane przy przelocie meteoru tłumaczy się nie tylko świeceniem, rozgrzanej do bardzo dużej temperatury wskutek zderzenia z atmosferą, bryłki meteoroidu,

* Patrz np. artykuł A. Woszczyka w nr 6/1983 *Uranii*.



Rys. 1. Schematyczne wyjaśnienie pozornego rozchodzenia się dróg meteorów wpadających w atmosferę Ziemi po torach równoległych.

ale także świeceniem cząstek powietrza wzdłuż jego drogi. Z obserwacji jasności meteorów oraz czasu trwania pozostawionych przez nie smug świetlnych wynika, że przeciętna masa cząstki dającej widoczne gołym okiem zjawisko meteoru nie przekracza 1 g. Ogromna większość meteoroidów spala się całkowicie na wysokości około 80 km nad powierzchnią Ziemi. Ale niewielka część z nich dociera do powierzchni spadając na nią w postaci tzw. meteorytów. Jednak wszystkie dotychczas znalezione meteoryty pochodzą od tzw. sporadycznych meteorów, które nie należały do żadnego roju. Innymi słowy materii pochodzenia kometarnego na Ziemi na razie nie znaleziono.

Pierwszym potwierdzeniem związku roju meteorów z kometą było wykazanie przez astronoma włoskiego G. B. Schiaparelliego w latach sześćdziesiątych ubiegłego wieku, że meteory znanego roju Perseidów, które obserwuje się co roku około 12 sierpnia, poruszają się po orbitach niemal identycznych z orbitą jasnej komety 1862 III (Swift-Tuttle). Dalszym, spektakularnym dowodem kometarnego pochodzenia meteorów należących do roju był wyjątkowo obfity deszcz meteorów, który obserwowano 27 listopada 1872 roku. Zjawisko to zostało przez astronomów przepowiedziane jako prawdopodobna konsekwencja rozpadu komety Bieli. Kometa ta, odkryta w 1826 roku przez czeskiego miłośnika astronomii W. Bielę,

w 1846 roku niemal na oczach astronomów rozpadła się na dwie części, które dostrzeżono jeszcze w następnym pojawieniu w 1852 roku, ale już w znacznym oddaleniu od siebie. Komety tej nigdy więcej nie zobaczono, ale stwierdzono, że ponieważ węzeł jej orbity znajduje się bardzo blisko orbity Ziemi, więc istnieje możliwość zaobserwowania ewentualnego roju meteorów powstałych z jej rozpadu. Rój meteorów związanych z kometą Bieli nazwano Andromedydy, ponieważ jego radiant znajduje się w gwiazdozbiorze Andromedy; podobnie nazwa wspomnianych wyżej Perseidów pochodzi od gwiazdozbioru Perseusza, w którym położony jest ich radiant (nazwę roju przyjęto zawsze wiązać z nazwą odpowiedniego gwiazdozbioru). Później wykazano także związek genetyczny innych znanych rojów meteorowych z kometami, chociaż nie wszystkich pochodzenie daje się dziś w ten sposób wytłumaczyć.

Z kometą Halleya, która ostatnio budzi coraz większe zainteresowanie, związane są dwa od dawna znane strumienie meteorów. Strumień Eta Akwarydów obserwowany jest co roku na początku maja, przy czym maksimum jego aktywności przypada między 4 a 6 maja. Warunki jego obserwacji są lepsze z półkuli południowej niż z północnej. W naszych szerokościach geograficznych obserwuje się okiem nieuzbrojonym średnio 10 meteorów tego roju na godzinę, podczas gdy obserwatorzy z Południowej Afryki i Nowej Zelandii średnią tę oceniają na 20—30 meteorów na godzinę. Drugi strumień meteorów związanych z kometą Halleya — Orionidy — jest widoczny również co roku w drugiej połowie października z maksimum aktywności przypadającym około 20 października. Można wtedy zaobserwować średnio od 10 do 20 meteorów na godzinę.

Pochodzenie Eta Akwarydów i Orionidów z komety Halleya wcale nie jest oczywiste. Obecna orbita tej komety dość wyraźnie odbiega od orbit obu rojów o czym łatwo się przekonać na podstawie danych zebranych w Tabeli 1. Orbita komety Halleya przecina płaszczyznę ekliptyki w węźle wstępującym znajdującym się na zewnątrz orbity Ziemi w odległości 1,8 j.a. od Słońca oraz w węźle zstępującym, który jest położony wewnątrz orbity Ziemi w odległości 0,85 j.a. od Słońca (porównaj rysunek na str. 276 numeru 11/1983 *Uranii*). Ponieważ płaszczyzna orbity komety odchyla się od płaszczyzny ekliptyki o stosunkowo niewielki kąt, najmniejsze odległości Ziemi od orbity komety wynoszą 0,154 j.a. i 0,065 j.a. Momenty tych minimów wypadają w okresach aktywności strumieni odpo-

wiednio Orionidów i Eta Akwarydów. Wprawdzie przypuszczenie o związku genetycznym meteorów tych strumieni z kometą Halleya zostało sformułowane jeszcze w zeszłym stuleciu, ale wiarygodne jego uzasadnienie jest właściwie wynikiem intensywnych badań przeprowadzonych dopiero w minionym dziesięcioleciu. Największe zasługi w teoretycznym opracowaniu tego zagadnienia położył słowacki astronom Anton H a j d u k z Bratysławy i głównie przez niego uzyskane wyniki będą przedstawione w dalszej części tego artykułu.

Podstawą głębokich analiz dotyczących struktury roju meteorów komety Halleya był stosunkowo bogaty materiał obserwacyjny. Podejrzewanie Eta Akwarydów i Orionidów o związek z ciekawą kometą powodowało, że oba te strumienie były w przeszłości chętnie obserwowane. Oprócz informacji znalezionych w dawnych kronikach chińskich, koreańskich i japońskich, które udało się odnieść do badanych meteorów, zebrano obserwacje wizualne, fotograficzne i radiolokacyjne od 1900 roku. Szczególnie obfitych i wartościowych danych dostarczyły rejestracje ech radarowych odbitych od zjonizowanego powietrza na drodze przelotu meteoru uzyskane w Springhill Meteor Observatory w Kanadzie. W okresie od 1958 do 1967 roku zebrano tam 240 tys. tego typu obserwacji wykonanych w czasie ogółem 670 godzin. Wykorzystano także obserwacje radiolokacyjne wykonane w Obserwatorium Astronomicznym w Ondrzejowie (Czechosłowacja) oraz najnowsze obserwacje fotograficzne prowadzone jednocześnie w ramach wspólnego programu w Czechosłowacji, we Włoszech i w Związku Radzieckim. Mimo wielkiej różnorodności całego materiału obserwacyjnego (różni obserwatorzy, różne szerokości geograficzne miejsc obserwacji, różne techniki obserwacyjne) udało się znaleźć wiele stosunkowo długich ciągów obserwacyjnych. Głównym przedmiotem ich analizy były zjawiska zmiany gęstości roju wzdłuż jego orbity oraz systematycznego przemieszczania się w poprzek roju maksimum jego aktywności.

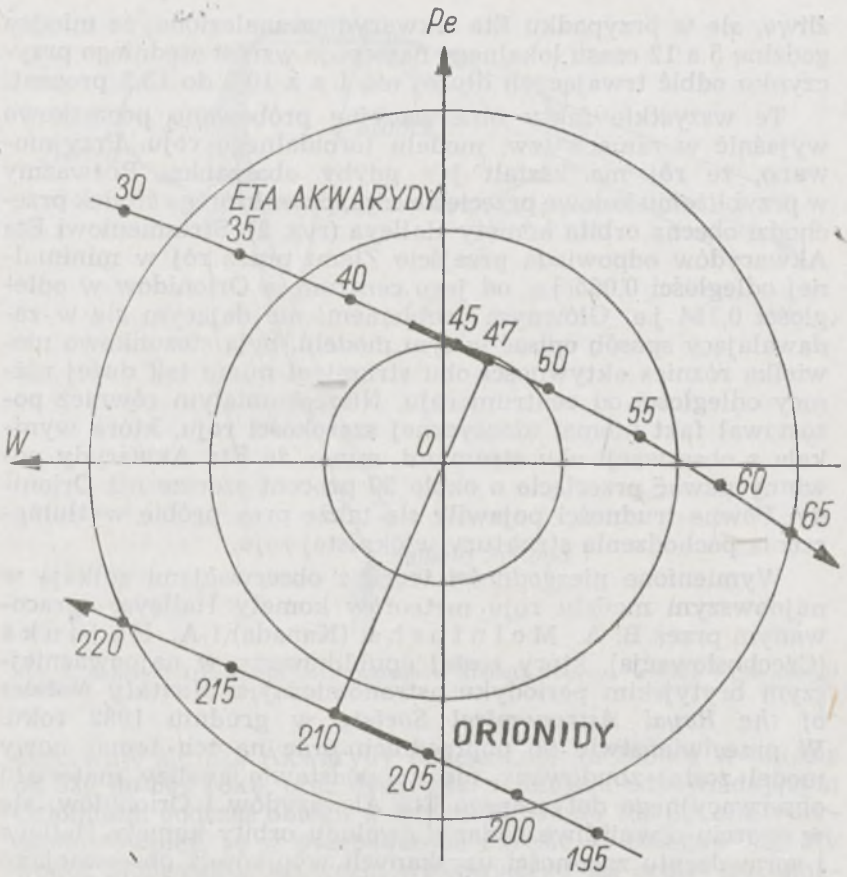
Okazało się, że aktywność obu strumieni meteorów związanych z kometą Halleya trwa mniej więcej 14 dni. Obserwuje się je wtedy, gdy długość Słońca, która charakteryzuje położenie Ziemi na orbicie, zmienia się od 37° do 51° co odpowiada Eta Akwarydom i od 202° do 216° w przypadku Orionidów. Innymi słowy przy tych długościach Ziemia przechodzi przez rój. Stwierdzono wyraźne występowanie wąskiego, stosunkowo stabilnego obszaru podwyższonej aktywności w zakresie długości Słońca od 42,5° do 47° dla Eta Akwarydów i od 206°

do 210° dla Orionidów, przy czym punktom centralnym tych obszarów odpowiadają długości 45° i 208°. Jednakże maksima aktywności strumieni zmieniają swe położenia przy kolejnych pojawieniach. Roczne przesunięcie pozycji maksimum przyjmuje wartości z przedziału 0,30°—0,75° w przypadku Eta Akwarydów i 0,42°—0,92° dla Orionidów. Te stopniowe przesunięcia maksimów aktywności strumieni wskazują na jak gdyby włóknistą strukturę roju. Wspomniany wyżej pas podwyższonej aktywności zawiera około 75 procent wszystkich obserwowanych maksimów. Udaje się ponadto wyodrębnić dla obu strumieni dwa wtórne maksima odpowiadające długościom Słońca równym 38° i 50° oraz 203° i 215°.

Zaobserwowano także roczne zmiany stopnia aktywności Eta Akwarydów i Orionidów świadczące o zmianach gęstości roju wzdłuż jego orbity. Z danych radiolokacyjnych wynika, że średnia ilość ech radarowych zarejestrowanych w ciągu godziny waha się w przypadku Eta Akwarydów od 300 do 500, a Orionidów od 240 do 560. Nie stwierdzono jednak jakiejś wyraźnej periodyczności w zmianach tej gęstości. Dostrzeżono jedynie pewną prawidłowość powtarzania się minimów aktywności Orionidów co 12 lat, próbując ją tłumaczyć wpływom Jowisza, którego okres obiegu wokół Słońca tyle prawie wynosi. Jednak bardzo trudno jest doszukać się analogicznego zjawiska w przypadku Eta Ekwarydów. Nie udało się również znaleźć jakiejś korelacji między stopniami aktywności w obu strumieniach meteorów zarówno w tych samych jak i w kolejnych latach.

Odkryto natomiast wyraźne różnice w stosunku dłużej trwających ech radarowych do wszystkich odbić zarejestrowanych w jednostce czasu. Świadczy to o istnieniu różnic w rozkładzie rozmiarów cząstek roju. W ogólności udział większych cząstek, odpowiadający dłużej trwającym echom, jest większy wtedy, gdy całkowita aktywność strumienia jest mniejsza i na odwrót. Wydaje się to wskazywać na stałość strumienia większych cząstek oraz na to, że za zmiany aktywności są odpowiedzialne przede wszystkim cząstki o mniejszych rozmiarach.

Stwierdzono także, że średni przyczynek ech radarowych, które trwają dłużej niż 1 s, wynosi 12 procent dla Eta Akwarydów i 8 procent w przypadku Orionidów. Nie jest to jednak wynikiem — jak pierwotnie sądzono — rzeczywistych różnic w rozkładzie wielkości meteoroidów dających te strumienie. Większy stosunek dłuższych ech radarowych Eta Akwarydów niż Orionidów może być wyjaśniony innymi warunkami jono-



Rys. 2. Przejścia Ziemi przez rój meteorów komety Halleya w ramach toroidalnego modelu roju. Płaszczyzna rysunku jest prostopadła do orbity komety, oś *Pe* jest prostopadła do płaszczyzny orbity, a oś *W* do kierunku prędkości komety. Liczby oznaczają długości Słońca charakteryzujące położenia Ziemi na orbicie.

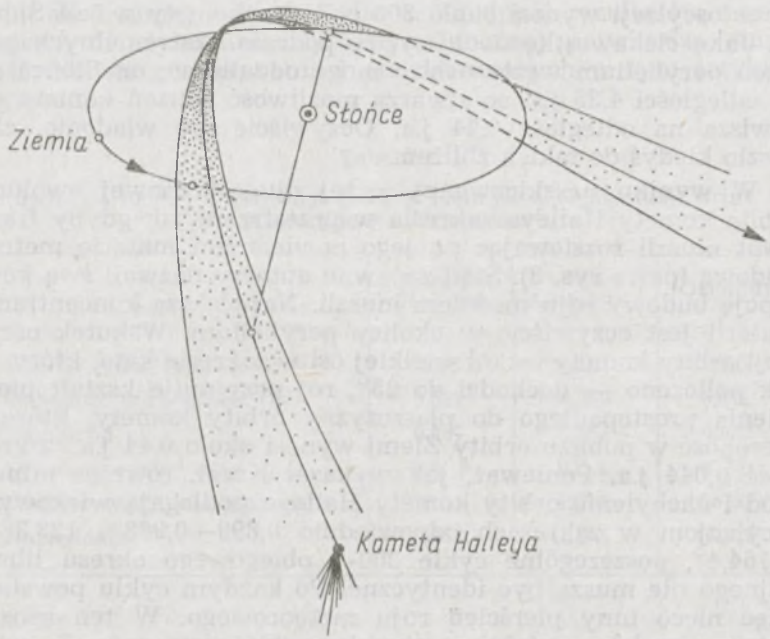
sferycznymi podczas obserwacji obu strumieni. Średni radiant Eta Akwarydów znajduje się w kulminacji o 7^h35^m czasu lokalnego, czyli około 3 godziny po wschodzie Słońca. Natomiast kulminacja średniego radiantu Orionidów wypada o 4^h20^m czasu lokalnego, czyli na ponad godzinę przed wschodem Słońca. A wpływ zjawiska wschodu Słońca na jonizację górnych warstw atmosfery jest stosunkowo dobrze znany. Wprawdzie ilościowe oszacowanie zależności czasu trwania ech radarowych od stopnia jonizacji atmosfery nie jest bezpośrednio mo-

żliwe, ale w przypadku Eta Akwarydów znaleziono, że między godziną 5 a 12 czasu lokalnego następuje wzrost średniego przyczynku odbić trwających dłużej niż 1 s z 10,5 do 13,2 procent.

Te wszystkie fakty obserwacyjne próbowano początkowo wyjaśnić w ramach tzw. modelu toroidalnego roju. Przyjmowano, że rój ma kształt jak gdyby obarzanka. Rozważmy w przybliżeniu kołowe przecięcie roju, przez którego środek przechodzi obecna orbita komety Halleya (rys. 2). Strumieniowi Eta Akwarydów odpowiada przejście Ziemi przez rój w minimalnej odległości 0,065 j.a. od jego centrum, a Orionidów w odległości 0,154 j.a. Głównym problemem, nie dającym się w zadawalający sposób opisać w tym modelu, była stosunkowo niewielka różnica aktywności obu strumieni mimo tak dużej różnicy odległości od centrum roju. Niezrozumiałym również pozostawał fakt niemal identycznej szerokości roju, która wynikała z obserwacji obu strumieni, mimo, że Eta Akwarydy powinny dawać przecięcie o około 30 procent szersze niż Orionidy. Pewne trudności pojawiły się także przy próbie wytłumaczenia pochodzenia struktury włóknistej roju.

Wymienione niezgodności teorii z obserwacjami znikają w najnowszym modelu roju meteorów komety Halleya, opracowanym przez B. A. McIntosha (Kanada) i A. Hajduka (Czechosłowacja), który został opublikowany w najpoważniejszym brytyjskim periodyku astronomicznym *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* w grudniu 1983 roku. W przeciwieństwie do poprzednich prac na ten temat nowy model został zbudowany nie na podstawie analizy materiału obserwacyjnego dotyczącego Eta Akwarydów i Orionidów, ale w oparciu o wnikliwe badania ewolucji orbity komety Halleya i sprawdzeniu zgodności uzyskanych wyników z obserwacjami strumieni. Autorzy oparli swe wywody na podstawowym założeniu, że meteoroidy pochodzące z komety Halleya poruszają się w tych obszarach przestrzeni międzyplanetarnej, przez które przechodziła kiedyś kometa. Dla znalezienia tych obszarów wykorzystali rezultaty najbardziej dziś wiarygodnych badań ruchu komety w przeszłości, wykonanych niedawno przez D. K. Yeomansa (USA) i T. Kianga (astronom irlandzki chińskiego pochodzenia), które prezentowaliśmy już w *Uranii* w numerze 8—9/1982.

Drogą numerycznego rozwiązywania równań opisujących ruch komety znaleziono elementy jej orbity dla 45 obiegów wokół Słońca od współczesności do 1404 roku p.n.e. Okazało się, że orbita komety przecięła orbitę Ziemi w miejscu, gdzie



Rys. 3. Schemat fragmentu roju meteorów komety Halleya według najnowszego modelu.

obserwuje się Eta Akwarydy podczas obiegu Słońca w okresie od 530 do 607 roku, oraz drugi raz w miejscu odpowiadającym Orionidom podczas obiegu w latach od 836 do 763 p.n.e. Stwierdzono również, że w przebadanym okresie 45 obiegów komety wokół Słońca długość węzła wstępującego jej orbity systematycznie wzrastała od 11° do 58°. Ponieważ w tym samym mniej więcej tempie malała długość peryhelium, więc sam punkt peryhelium pozostawał w tym czasie prawie nieruchomy zwiększając swą długość zaledwie o 3°,5. Odpowiada to jak gdyby systematycznemu obrotowi orbity wokół jej wielkiej osi, która z kolei zachowuje prawie niezmienione położenie w przestrzeni. Drugim faktem istotnym dla rozważań McIntosha i Hajduka było odkrycie wiekowych oscylacji peryhelium orbity komety Halleya. W 1979 roku Y. K o z a i (Japonia) stwierdził mianowicie, że długość peryhelium może się zmieniać jedynie w granicach od 47° do 133°. Przyjmując, że zmiany te zachodzą sinusoidalnie i uwzględniając ich tempo wynikające z obliczeń Yeomansa i Kianga, dochodzi się do wniosku, że

okres oscylacji wynosi około 300 obiegów komety wokół Słońca. Jako ciekawostkę dodajmy, że podczas ekstremalnych położeń peryhelium węzły orbity mogą oddalić się od Słońca aż do odległości 4,35 j.a. co stwarza możliwość zbliżeń komety do Jowisza na odległość 0,24 j.a. Oczywiście nie wiadomo, czy doszło kiedyś do takich zbliżeń.

W wyniku naszkicowanej wyżej długookresowej ewolucji orbita komety Halleya zakreśla w przestrzeni jak gdyby fragment muszli rozsiewając po jego powierzchni materię meteoroidową (patrz rys. 3). Stąd zapewne autorzy nazwali swą koncepcję budowy roju modelem muszli. Największa koncentracja materii jest oczywiście w okolicy peryhelium. Wskutek oscylacji orbity komety wokół wielkiej osi w zakresie kąta, który — jak policzono — dochodzi do 25°, rój przyjmuje kształt pierścienia prostopadłego do płaszczyzny orbity komety, którego szerokość w pobliżu orbity Ziemi wynosi około 0,44 j.a., a grubość 0,044 j.a. Ponieważ, jak wykazał Kozai, również mimośród i nachylenie orbity komety Halleya podlegają wiekowym oscylacjom w zakresach odpowiednio 0,899—0,968 i 123,3°—164,4°, poszczególne cykle 300-u obiegowego okresu libracyjnego nie muszą być identyczne. Po każdym cyklu powstaje więc nieco inny pierścień roju meteorowego. W ten sposób autorzy modelu wyjaśniają strukturę włóknistą roju. Co więcej, z obserwowanego rozkładu tych włókien w roju dochodzą do wniosku, że musiały one powstać w pięciu cyklach libracyjnych ewolucji orbity komety. Stąd można ocenić czas życia komety na około 1500 obiegów wokół Słońca, czyli ponad 100 tys. lat. Zgadza się to dość dobrze z wiekiem komety oszacowanym w zupełnie inny sposób.

Na podstawie znalezionych rozmiarów roju oraz wyznaczonej z obserwacji wartości strumienia cząstek ($2 \cdot 10^{-16}$ kg $m^{-2}s^{-1}$) obliczono całkowitą masę roju uzyskując wartość $5 \cdot 10^{14}$ kg, zgodną z wcześniejszymi oszacowaniami opartymi na modelu toroidalnym. Uwzględniając natomiast wiek komety można znaleźć, że w ciągu jednego obiegu wokół Słońca traci ona $3{,}3 \cdot 10^{11}$ kg swej masy. Ponieważ obecnie masę komety ocenia się na $6{,}5 \cdot 10^{13}$ kg, nietrudno stwierdzić, że znajduje się ona w ostatnim cyklu libracyjnym swego życia.

Na zakończenie warto zwrócić uwagę na to, jak powiązanie wnikliwych badań teoretycznych nad ewolucją orbity komety Halleya z precyzyjną analizą bogatego materiału obserwacyjnego dotyczącego strumieni meteorów z niej pochodzących, zaowocowało interesującymi wnioskami dotyczącymi nie tylko

roju, ale i samej komety Halleya. Zgodność rezultatów z analogicznymi wynikami uzyskanymi inaczej potwierdza słuszność takiego postępowania i przedstawionych w tym artykule wywodów.

Tabela 1

Porównanie elementów orbity komety Halleya z elementami orbit Eta Akwarydów i Orionidów

	Kometa Halleya	Eta Akwarydy	Orionidy
Wielka półoś (j.a.)	17,8	13,3	15,0
Odległość peryhelium (j.a.)	0,587	0,560	0,571
Mimośród	0,967	0,958	0,962
Długość peryhelium	111°,8	95°,2	82°,5
Długość węzła wstępującego	58°,1	42°,4	28°,0
Nachylenie	162°,2	163°,5	163°,9

ANDRZEJ SOŁTAN — Warszawa

CENTRUM ASTRONOMICZNE IM. MIKOŁAJA KOPERNIKA W WARSZAWIE

Historia naszego Centrum zaczęła się kilka lat wcześniej, niż na to wskazują formalne zapisy. W moim przekonaniu pierwszym zwiastunem, że będziemy mieli w Polsce znaczący intelektualnie nowy ośrodek astronomiczny była dyskusja prowadzona w gronie astronomów na przełomie lat 60-tych i 70-tych, której jednym z wyrazów był artykuł B. Paczyńskiego i J. Smaka w *Postępach Astronomii* w 1970 r. Postulowano w nim powstanie sprawnie administrowanego instytutu wyposażonego w dobrze zaopatrzoną bibliotekę, maszynę cyfrową i dobre warunki lokalowe, w szczególności hotel dla astronomów przyjezdnych. Autorzy wspomnianego artykułu wyszli z założenia, że właściwy rozwój polskiej astronomii może nastąpić jedynie przy intensywnej i racjonalnie planowanej współpracy z silnymi ośrodkami astronomicznymi na świecie. Jest zdumiewające, że cel ten został w latach 70-tych w pełni

zrealizowany i co więcej Centrum działa sprawnie również obecnie w warunkach, które trudno byłoby określić jako sprzyjające. W niniejszym artykule postaram się uzasadnić to optymistyczne stwierdzenie przedstawiając najpierw stronę organizacyjną, a następnie krótko najważniejsze prace naukowe prowadzone w naszym Centrum.

Jest rzeczą oczywistą, że najważniejszym „instrumentem" w pracy naukowej jest mózg naukowca i w tym sensie żadne ramy organizacyjne czy decyzje finansowe nie mają większego znaczenia. Nie mniej, pracę naukową można zorganizować lepiej lub gorzej. Aby było „lepiej", warunkiem koniecznym jest lokal. Możliwość istotnej poprawy w tej dziedzinie pojawiła się w związku z 500 rocznicą urodzin Mikołaja Kopernika. W 1972 roku prezes amerykańskiej agencji rządowej zajmującej się finansowaniem działalności naukowej (National Science Foundation) zgłosił gotowość współuczestniczenia strony amerykańskiej w kosztach budowy Centrum Astronomicznego w Warszawie — budynku zapewniającego przestrzeń dla: pracowni naukowych, sali wykładowej, biblioteki, komputera oraz zaplecza hotelowo-socjalnego dla astronomów z innych ośrodków krajowych i zagranicznych. Wyasygnowana na ten cel suma 1,4 miliona dolarów i fundusze Polskiej Akademii Nauk pozwoliły w maju 1978 r. na przekazanie polskim astronomom wybudowanego w tym celu budynku przy ul. Bartyckiej 18 w Warszawie. Od tego momentu Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika PAN rozpoczęło działalność, która stanowi urzeczywistnienie postulatów i zamierzeń polskiego środowiska astronomicznego.

W świadomości społecznej istnieje pogląd, że naukowcy dużo wyjeżdżają za granicę i że w związku z tym „dobrze się urządzili". I jest to prawda, przynajmniej jeśli chodzi o pierwszą część stwierdzenia. Być może osobom z zewnątrz trudno jest uwierzyć, że kontakty z innymi ośrodkami są absolutnie niezbędne do prowadzenia pracy naukowej. W naszej sytuacji jest to tym bardziej prawdziwe, że cierpimy chronicznie na brak pieniędzy na drogą aparaturę naukową. Nie ma sensu przekonywać kogokolwiek, że nie zbudujemy rakiety i nie wyślemy na orbitę wokółziemską własnego teleskopu. Ale nie tylko o braki finansowe tu chodzi. Ważna jest przede wszystkim wymiana myśli. Zgodnie z taką „filozofią" nowe Centrum stało się nie tylko miejscem, z którego się wyjeżdża aby pracować naukowo, ale do którego przyjeżdżają astronomowie z innych instytutów, aby się z polskimi astronomami spotkać. I tak,

w latach 1978—81 Centrum Astronomiczne gościło kilkudziesięciu astronomów zarówno z Europy, jak i Związku Radzieckiego i Stanów Zjednoczonych Ameryki. Wielu zachęconych „naukową atmosferą" CAMK przyjeżdżało kilkakrotnie. Obecność gości zagranicznych ożywiała w znacznym stopniu działalność naukową naszego Centrum. Często pobyt w Centrum owocował publikacją pisaną wspólnie przez „Camkowca" i gościa. Niestety od roku 1982 ilość gości zagranicznych ze wschodu i zachodu spadła drastycznie...

Równolegle do współpracy z ośrodkami zagranicznymi Centrum przyjmuje na staże młodych astronomów krajowych. Są to pracownicy lub magistranci uniwersytetów oraz pracownicy Polskiej Akademii Nauk spoza Warszawy (trzeba wyjaśnić, że Centrum Astronomiczne jako instytucja ma swój oddział w Toruniu i od września 1980 r. niewielki w Krakowie). Dobre warunki lokalowe Centrum ułatwiają te kontakty. Praktyka pokazała, że ze względu na trudności mieszkaniowe współpraca między ośrodkami krajowymi była wcześniej bardzo ograniczona i dopiero hotel Centrum umożliwił żywszą wymianę myśli astronomicznej w kraju.

Nieznacznie tylko upraszczając, astronomowi do pracy naukowej potrzebne są dwa narzędzia: teleskop i maszyna cyfrowa. Można wykonywać sensowne prace, gdy ma się do dyspozycji tylko teleskop albo tylko maszynę, ale badania naukowe są niemożliwe, gdy nie ma ani jednego ani drugiego. Ze względu na kiepski klimat w Polsce wielokrotnie kwestionowano potrzebę budowy na terenie kraju obserwatorium astronomicznego wyposażonego w teleskop o dużej średnicy, rzędu 2 m. W tej sytuacji postulatem nr 1 polskich astronomów było powstanie ośrodka obliczeniowego umożliwiającego prowadzenie prac teoretycznych. Podobnie jak w przypadku budynku CAMK, fundusze na maszynę cyfrową zostały zebrane w trakcie obchodów rocznicy kopernikańskiej w Stanach Zjednoczonych. Pozwoliło to w połowie lat 70-tych na zakupienie dla CAMK komputera średnich rozmiarów. Wybór padł na PDP 11/45. Nie miejsce tu na opis szczegółów technicznych urządzenia. Wystarczy powiedzieć, że w ciągu pierwszych pięciu lat eksploatacji rachunki wykonane na tym komputerze zostały wykorzystane w ponad 50 pracach naukowych, 1 habilitacji, 5 doktoratach i 19 pracach magisterskich. Choć system PDP 11/45 nie zaspokaja w pełni potrzeb obliczeniowych astronomów w Polsce, to jednak w dużej mierze złagodził kryzysową sytuację, jaka istniała w tej dziedzinie na początku lat 70-tych.

Komputer jest własnością Centrum, ale służy nieodpłatnie wszystkim polskim astronomom i oczywiście gościom zagranicznym przebywającym w naszym Centrum. Może szczególnie zaciekawi miłośników astronomii to, że przez pewien czas pracownicy Centrum (J. Smak i J. Staszelis) prowadzili zajęcia komputerowe dla młodzieży ze szkół średnich. Najbardziej jednak istotną zaletą Centrum z punktu widzenia miłośnika (z okolic Warszawy) jest duża, dobrze zaopatrzona biblioteka z ogólnie dostępną czytelnią. Prenumerujemy wszystkie znaczące na świecie fachowe czasopisma astronomiczne, jak również kilka najlepszych czasopism astronomów amatorów, m.in. *Sky and Telescope* i oczywiście *Uranię*. Miłośnik znajdzie tu również wiele interesujących książek o tematyce ściśle astronomicznej, a także z dziedzin pokrewnych (fizyka, matematyka). Mamy również dość duży zestaw katalogów obiektów astronomicznych, atlasów nieba i różnego rodzaju roczników astronomicznych. Niestety, z większości pozycji można korzystać jedynie na miejscu w czytelni, gdyż posiadane urządzenie kopiujące typu „XEROX" ze względu na wysokie koszty eksploatacji jest udostępnione tylko zawodowym astronomom. Biblioteka posiada bogaty zestaw przezroczy (slajdów) o tematyce astronomicznej, wykorzystywany często w popularyzacji astronomii. Gdy mowa o popularyzacji, to warto wspomnieć o współpracy między CAMKiem a Polskim Towarzystkem Miłośników Astronomii. Wydaje mi się, że układa się ona zupełnie dobrze (ale, czy takiego zdania są również miłośnicy?). Na terenie CAMK znalazł swoją siedzibę Oddział Warszawski PTMA. Na pierwszym piętrze znajduje się sekretariat, a w piwnicy pracownia, gdzie miłośnicy mogą budować własne teleskopy. W sensie lokalowym jest oczywiście wyraźna poprawa w stosunku do ciasnoty, jaka panowała w poprzedniej siedzibie Oddziału Warszawskiego przy Al. Ujazdowskich 4. Udostępnieniu większej powierzchni miłośnikom przeszkodziło to, że pewna część budynku Centrum została nieoczekiwanie przekazana innej instytucji, mianowicie Centrum Badań Kosmicznych, co w oczywisty sposób uszczupliło nasze możliwości lokalowe. W celu szerszej popularyzacji wiedzy astronomicznej w społeczeństwie nasze Centrum wspólnie z PTMA organizuje regularne cykle wykładów popularnonaukowych wygłaszanych w sali wykładowej CAMK. Prelegentami są pracownicy Centrum i Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Warszawskiego. Średnio uczestniczy w nich od 30 do 50 słuchaczy. Są to przeważnie uczniowie szkół średnich, ale niemałą grupę stano-

wią osoby starsze. Od kilku lat Centrum organizuje wraz z Polskim Towarzystwem Astronomicznym wykłady przeznaczone w zasadzie dla młodych pracowników naukowych i przedstawicieli dyscyplin pokrewnych astronomii. Poziom wykładów nie powinien jednak odstraszać bardziej zaawansowanych miłośników.

Opisałem pokrótce materialną bazę, na której powinna się opierać podstawowa działalność Centrum Astronomicznego — badania naukowe. Warto jeszcze raz powtórzyć zasadnicze uwarunkowanie określające rodzaj prac prowadzonych w Centrum: złe warunki klimatyczne dla obserwacji astronomicznych i związany z tym brak dużego teleskopu. W oczywisty sposób przekreśla to możliwości wykonywania liczących się obserwacji obiektów niebieskich. W tej sytuacji prace naukowe w Centrum biegną w ogólności dwoma torami: jeden, to prace czysto teoretyczne. Jak wiadomo, każdą teorię trzeba konfrontować z obserwacjami. Temu celowi służą omówione wcześniej kontakty z licznymi ośrodkami astronomicznymi na świecie, choć można w niektórych wypadkach robić to pośrednio w oparciu o wyniki obserwacji publikowane w prasie fachowej. Drugi, to prace obserwacyjne prowadzone w innych placówkach. Wówczas zdarza się, że wyniki obserwacji są tylko wstępnie opracowane przez naszych pracowników bezpośrednio w instytucji, gdzie obserwacja została wykonana, a dokładniejsza analiza, niezbędne na ogół rachunki i wyciąganie wniosków przeprowadza się w naszym Centrum.

CAMK nie jest instytucją na tyle dużą, aby badania tu prowadzone pokrywały wszystkie rozgałęzienia współczesnej astronomii. Mimo to Centrum z pewnością nie grozi zasklepienie w jednej wąskiej dziedzinie. Taka sytuacja niestety najczęściej prowadzi do obniżenia poziomu naukowego i w końcu do całkowitego uwiądu. Omawianie prac prowadzonych w Centrum ograniczę do podania dziedzin, których one dotyczą i ewentualnie krótkiego uzasadnienia, dlaczego danym tematem warto się zająć. Najogólniej zainteresowania „camkowskie" można podzielić na dwie grupy: astronomię wewnątrz Galaktyki i astronomię pozagalaktyczną. Do grupy pierwszej należy tradycyjnie warszawski temat — ciasne układy podwójne. W tej dziedzinie badania mają na celu z jednej strony wyjaśnienie statusu ewolucyjnego rozmaitych układów obserwowanych w przyrodzie, a więc ich wieku, dotychczasowej historii, obecnego kierunku zmian i przyszłych przeobrażeń. Drugim aspektem jest analiza zjawisk związanych z przepływem materii z jednego składnika

na drugi. Jak wiadomo, przepływ materii i niestabilności z nim związane są przyczyną obserwowanych wybuchów gwiazd. Chodzi tu o znane od dawna gwiazdy nowe i nowe karłowate, a także o wybuchy obserwowane w rentgenowskiej dziedzinie widma, tzw. berstery i nowe rentgenowskie. Zachodzące zjawiska, jak i typy obiektów, które biorą w nich udział są bardzo różne, nie mniej ich wspólnym mianownikiem jest to, że zachodzą w wyniku oddziaływania dwu gwiazd krążących wokół siebie w niedużej odległości. W wielu wypadkach przepływająca materia tworzy pierścień wokół gwiazdy, na którą ma spaść; powstaje tzw. dysk akrecyjny. Modele teoretyczne dysków stanowią ważny kierunek badań w CAMK.

O ile koleje ewolucyjne gwiazdy pojedynczej rozumiemy w ogólnych zarysach dosyć dobrze (pomijając późne stadia ewolucji gwiazd masywnych) to wiele szczegółów nadal jest przedmiotem badań. I nie chodzi bynajmniej o drobiazgi mało znaczące. Przez szczegóły rozumiem tu zjawiska subtelne, trudne do zaobserwowania, ale potencjalnie bardzo ważne, jak np. niezmiernie drobne oscylacje „zwykłych" gwiazd. Drgania o małej amplitudzie można zaobserwować oczywiście tylko na Słońcu, ale przecież Słońce jest typową gwiazdą. Związki, jakie zachodzą między różnymi rodzajami drgań zależą od struktury całej gwiazdy tzn. również warstw głębiej położonych, których bezpośrednio nie możemy obserwować. A zatem badając drgania powierzchni Słońca wysnuwamy wnioski o jego wnętrzu. Modele teoretyczne pulsacji gwiazd różnych typów pozwalają wyjaśnić różnorodność obserwowanych form gwiazd zmiennych. Pytań bez odpowiedzi i niejasności jest jeszcze wiele, np. dlaczego z dwu gwiazd, które „na oko" się nie różnią, tzn. leżą w tym samym obszarze diagramu H-R jedna pulsuje — zmienia okresowo swą jasność, a druga nie.

Okazuje się, że drgać, lub pulsować mogą nie tylko zwykłe gwiazdy, ale również bardzo skondensowane twory będące pozostałością po wybuchu supernowej, czyli gwiazdy neutronowe. Łącznie ze zjawiskami jakościowo innymi niż te, które zachodzą w normalnych gwiazdach, pulsacje gwiazd neutronowych dają możność wglądu w ich wewnętrzne obszary, tym razem odsłaniając własności materii skrajnie wysokich gęstości, sięgających 10^{15} g/cm^3.

Inną dziedziną astronomii galaktycznej uprawianą w CAMK jest dynamika układów gwiazdowych, m. in. ewolucja gromad kulistych. Zainteresowanie gromadami kulistymi wzrosło kilka lat temu po odkryciu w paru z nich bersterów rentgenowskich.

Warto pamiętać również, że gromady kuliste są tworami bardzo starymi i być może niektóre z nich składają się z pierwszego pokolenia gwiazd powstałych po Wielkim Wybuchu.

Przejdźmy do astronomii pozagalaktycznej. Badania grupują się w zasadzie w trzech dziedzinach: a) Aktywne jądra galaktyk (kwazary, galaktyki Seyferta) — prowadzone są prace teoretyczne, a więc rachunki modelowe, opierające się na założeniu, że centrum aktywności stanowią bardzo masywne czarne dziury ($\sim 10^9$ mas Słońca) otoczone dyskiem akrecyjnym i prace obserwacyjne wykorzystujące dane z satelitów rentgenowskich (głównie Einsteina i SASa-3); b) Kosmologia — badania mają na celu opisanie charakteru rozmieszczenia materii we Wszechświecie w dużej skali. Chodzi tu przede wszystkim o zbadanie ewolucji Wszechświata i wyjaśnienie jak powstały największe znane obecnie skupiska materii, czyli gromady galaktyk i supergromady; c) Fizyka cząstek elementarnych — dziedzina ta do niedawna była słabo związana z astronomią. Jednakże w miarę jak wzrastało przekonanie astronomów i fizyków do teorii Wielkiego Wybuchu, stało się jasne, że bardzo wczesne etapy ewolucji Wszechświata mogą być opisane wówczas, gdy poznamy własności materii na poziomie cząstek elementarnych. I odwrotnie, obserwacje astrofizyczne nakładają coraz silniejsze więzy na teorie fizyczne dotyczące struktury materii.

Ten krótki przegląd prac prowadzonych w CAMK w Warszawie uwidacznia szeroki zakres tematów. Co więcej, kierunki badań są zgodne z tendencjami rozwojowymi astronomii i „produkcja naukowa" CAMK nie odbiega od poziomu dobrego ośrodka astronomicznego średnich rozmiarów gdziekolwiek na świecie.

KRONIKA

Milisekundowe pulsary

Jeżeli pulsary mogłyby emitować fale dźwiękowe o częstości równej częstości ich rotacji, to pomijając kwestię ośrodka, w którym te fale rozchodziłyby się, do uszu naszych docierałby z kierunku pulsara PSR 1937+214 dźwięk odpowiadający mniej więcej E powyżej górnego C. Ten milisekundowy pulsar — najszybciej rotujące znane ciało we Wszechświecie — skupia na sobie niemałą uwagę astrofizyków (patrz *Urania* nr 10/1983). Obiekt ten wydawał się dość niezwykły, nie tylko z uwagi na okres: wstępne obserwacje sugerowały, iż jest on widoczny również w widzialnym zakresie widma. Szczegółowe badania podważyły tę inter-

pretację — przypuszcza się, że obiekt o jasności około 22^m uważany za pulsara jest gwiazdą typu K, której światło jest znacznie osłabione na skutek ekstynkcji międzygwiazdowej. Jak dotąd obserwujemy w świetle widzialnym jedynie dwa pulsary: Krab i Vela.

Inny dźwięk — tym razem E poniżej środkowego C — dochodziłby do nas z obszaru nieba w którym znajduje się równie osobliwy obiekt — milisekundowy pulsar podwójny. PSR 1953+29 wykryty został pierwotnie jako źródło promieni gamma przez satelitę COSB, w dziedzinie radiowej wykryli go V. Boriakoff z Cornell University oraz R. Buccheri i F. Fauci z Palermo podczas programu obserwacyjnego w Arecibo. Pulsar ten, wirujący 163 razy na sekundę wchodzi wraz z towarzyszem, najprawdopodobniej białym karłem, w skład układu podwójnego o okresie około 120 dni. Radiowe pulsy PSR 1953+29 są raczej nietypowe — trwają przez około 40% okresu pulsacji, podczas gdy u większości pulsarów wartość ta wynosi nie więcej niż 10%, a ponadto kształt pulsów zmienia się w zależności od długości fali w jakiej są one obserwowane. Badania tego obiektu mogą dostarczyć wielu cennych informacji o pochodzeniu milisekudowych pulsarów, przypuszcza się bowiem że wszystkie one stanowią tę samą klasę obiektów o wspólnej drodze ewolucji. Dodajmy jeszcze, że korzyści z tych odkryć czerpać może nie tylko astrofizyka. PSR 1937+214 uważany jest bowiem za najdokładniejszy zegar Wszechświata i jest całkiem możliwe wykorzystanie tego sposobu odmierzania czasu w innych dziedzinach astronomii — na przykład przy badaniu perturbacji ruchu Ziemi w Układzie Słonecznym. Jeżeli nawet nie teraz, to być może w przyszłości...

Wg *Sky and Telescope*, 1983, **66**, 311

ANDRZEJ SITARZ

Obłoki Magellana: nie dwa lecz trzy!

Zdaniem D. S. Mathewsona i V. L. Forda z Obserwatoriów Mount Stromlo i Siding Spring (Australia), istnieją trzy Obłoki Magellana: Wielki i dwa składające się na Mały. To co uważamy za Mały Obłok, jest w rzeczywistości nałożonym na siebie obrazem dwóch odrębnych galaktyk, położonych w jednej linii. Astronomowie australijscy badali rozkład wodoru neutralnego w Małym Obłoku, obserwując go w linii 21 cm za pomocą 64 metrowego radioteleskopu w Parkes. Od lat było wiadomo, że emisja wodorowa z całego obszaru Małego Obłoku wykazuje dwie wartości przesunięcia doplerowskiego, odpowiadające różnicy prędkości około 30 km/s. Proponowano różne wyjaśnienia tego fenomenu — Mathewson i Ford sądzą, że jego przyczyną jest po prostu istnienie dwóch skupisk gazu, należących do osobnych galaktyk. Chociaż obserwujemy je nałażane na siebie, w rzeczywistości oba systemy są odległe od siebie o około 20 tysięcy lat świetlnych i rozbiegają się z prędkością 30 km/s. Taka interpretacja wzmocniona jest przez inne obserwacje, wykazujące istnienie podobnych dychotomii, np. w rozkładzie prędkości radialnych gwiazd, obszarów zjonizowanego wodoru, mgławic planetarnych, itd. Z poprzednich prac teoretycznych wynika, że Wielki i Mały Obłok Magellana przeszły w niewielkiej odległości od siebie około 200 mln lat temu. Podczas tego zbliżenia Mały Obłok został najwidoczniej rozerwany na dwie części. Istnienie pary odrębnych galaktyk jest prostym wyjaśnieniem skądinąd zagadkowego kształtu Małego Obłoku, wyciągniętego wzdłuż linii widzenia. Najnowsze obserwacje wykazały, że

masa neutralnego wodoru atomowego w obu częściach Małego Obłoku wynosi 180 i 240 mln mas słonecznych, co stanowi około 20% całkowitej ilości materii w tych systemach.

Wg *Sky and Telescope*, 1984, 67, 317

ZBIGNIEW PAPROTNY

Niewidzialni towarzysze gwiazd

Praktycznie wszystkie dotychczasowe próby wykrycia niewidzialnych towarzyszy gwiazd (masywnych planet?, mało masywnych gwiazd?), wykorzystywały technikę astrometrii fotograficznej. Szczególnie znane są prace prowadzone na tym polu w obserwatoriach dysponujących długogniskowymi refraktorami (Van Vleck, Pułkowo, Allegheny, Sproul, Yerkes i inne). Odkształcenia ruchu własnego gwiazd od prostoliniowego interpretowane są tutaj jako efekt grawitacyjnego oddziaływania niewidzialnych towarzyszy. Kilka lat temu próbowano wykryć masywne planety typu Jowisza poszukując emitowanego przez nie promieniowania radiowego. Okazało się jednak, że przeszkodą uniemożliwiającą te badania są silne interferencje występujące na stosowanej częstotliwości. Inną metodę zastosowali niedawno astronomowie angielscy R. Jameson i M. Sherrington. Próbowali oni odebrać promieniowanie podczerwone, którego źródłem byłyby ewentualnie krążące wokół „normalnych" gwiazd ciemne obiekty, tzw. czarne karły. Są to ciała o masach większych od typowych mas planetarnych, a przy tym mniejszych od najmniej masywnych gwiazd. Minimalna masa gwiazdy we wnętrzu której temperatura jest dostatecznie wysoka, by zapoczątkowane zostały procesy syntezy termojądrowej, wynosi około 0,08 masy Słońca. Z kolei masa największej znanej planety — Jowisza — jest równa 0,001 masy słonecznej. Masy czarnych karłów zawarte są w tym właśnie przedziale. Chociaż w ich wnętrzach nie przebiegają reakcje termojądrowe, nie oznacza to, iż nie wydzielają one energii. Wiadomo przecież, że nawet Jowisz i Saturn, uważane tradycyjnie za planety, wydzielają więcej energii, niż otrzymują jej od Słońca. Wytwarzana jest ona w rezultacie wolno postępującej kontrakcji grawitacyjnej, a emitowana głównie w postaci promieniowania podczerwonego. Znacznie silniejszymi źródłami tego promieniowania powinny być czarne karły. Sądząc z obliczeń, promienie tych ciał są równe w przybliżeniu 0,1 promienia Słońca i praktycznie nie zależą od ich masy. Inaczej jest z jasnością podczerwoną, bezpośrednio skorelowaną z masą czarnych karłów. Obiekt tego rodzaju o masie 0,04 masy Słońca jest dla przykładu 100 razy jaśniejszy od karła o masie 0,02 słonecznej. Aparatura wykorzystana w obserwacjach Sherringtona i Jamesona pozwoliłaby zarejestrować podczerwone promieniowanie czarnego karła o masie większej od 0,05 słonecznej, położonego nie dalej niż .10 parseków od Słońca. Dodatkowym ograniczeniem jest minimalna odległość gwiazdy dostrzegalnej optycznie od jej ewentualnego ciemnego towarzysza, wynosząca przynajmniej 10 sekund łuku. Na odległości 10 ps odpowiada to odległości liniowej 10 j.a. Wśród 21 gwiazd obserwowanych w czasie trzech nocy nie wykryto ani jednego niewidzialnego towarzysza, który odpowiadałby podanym charaktrystykom. Obserwowano m. in. gwiazdę Barnarda, znany cel wspomnianych na wstępie badań astrometrycznych (które zresztą sugerują, że posiada ona być może rodzinę planetarną). Mimo negatywnego rezultatu pierwszych prób poszukiwania czarnych karłów będą kontynuowane. Ich odkrycie i bliższe poznanie miałoby ogromne znaczenie dla teorii pocho-

dzenia i wczesnych etapów ewolucji gwiazd, teorii planetogenezy, a także problemu tzw. masy ukrytej w Galaktyce. Wspomnijmy też o nieco spekulatywnych możliwościach istnienia życia na takich obiektach, co w swoim czasie całkiem na serio rozważał znany astronom amerykański Harlow Shapley.

Wg *Quart. J. Roy. Astron. Soc.*, 1983, **24**, 113

ZBIGNIEW PAPROTNY

Stara czy młoda gwiazda?

Im więcej wiadomo o pewnych obiektach, tym mniej jasna staje się ich natura. Kiedy w roku 1922 Donald Menzel odkrył słabą mgławicę oznaczaną obecnie jako Mz3, była ona jedynie słabym źródłem emisji w linii wodoru alfa, położonym w południowej części Drogi Mlecznej. Później sklasyfikowano ją jako mgławicę planetarną, mimo iż zdjęcia wykonane za pomocą dużych teleskopów wykazywały, że Mz3 to nie jedna, lecz dwie okrągłe plamki światła na kliszy, a gwiazda „centralna" położona jest pomiędzy nimi. Równie nietypowe jest widmo tego obiektu, wykazujące niezwykle niski jak na mgławicę poziom wzbudzenia, liczne linie emisyjne i inne dziwne szczegoły. Nowsze obserwacje sugerują, że Mz3 można traktować jako przykład mgławicy bipolarnej — obiektu, z którego wyrzucane są strumienie gazu w dwóch przeciwnych kierunkach. W roku 1978 doniesiono, że emisja podczerwona Mz3 jest zgodna z modelem, w którym dysk ciemnej, ogrzanej materii okrąża gwiazdę centralną w płaszczyźnie prostopadłej do linii łączącej obie jasne części mgławicy. Zakładając, że jest ona odległa o 6 tysięcy lat światła, całkowitą jasność Mz3 oceniono wtedy na 5700 razy większą od słonecznej (uwzględniając ekstynkcję szacowaną na prawie 4 wielkości gwiazdowe). Stwierdzono też, że gwiazda centralna ma typ B0. Najnowsze prace poświęcone Mz3 wykazują jednak, że ów centralny obiekt w ogóle nie jest gwiazdą! Widma z wysoką dyspersją otrzymane przez J. A. Lopeza i J. Meaburna sugerują, że światło tego obiektu nie jest emitowane przez gwiazdę lecz pochodzi raczej z nierozdzielonej optycznie jasnej mgławicy. Potwierdzili oni jednocześnie obecność ciemnego, cienkiego dysku w układzie Mz3. Jasne części mgławicy mają prędkości radialne różniące się o około 80 km/s, co potwierdzałoby podobieństwo Mz3 do mgławic bipolarnych. Podobne wypływy gazu zachodzą również w nierozdzielonym jądrze mgławicy, a świadczy o tym rozdwojenie linii emisyjnych — sygnał obecności dwóch składników o różnych prędkościach. Nie bardzo wiadomo w jaki sposób zinterpretować te dane. Lopez i Meaburn skłaniają się ku poglądowi, iż jasne części Mz3 zostały wyrzucone z przeciwnych stron niedostrzegalnej gwiazdy centralnej i ekspandują na zewnątrz. Mogą to jednak równie dobrze być „ścianki" dwóch obszarów „wymiecionych" w otaczającej obiekt materii przez silny wiatr gwiezdny. Jeszcze bardziej wątpliwy jest status ewolucyjny Mz3. Obserwujemy być może krótkotrwałą fazę wczesnego etapu powstawania mgławicy planetarnej, albo na przykład powstawania względnie masywnej gwiazdy, częściowo jeszcze zanurzonej w kokonie materii protogwiezdnej. Wspomniany wyżej dysk byłby w tym przypadku pozostałością po kolapsie rodzącego gwiazdę obłoku materii międzygwiezdnej. Nie można więc narazie rozstrzygnąć, czy Mz3 to obiekt stary czy młody.

Wg *Sky and Telescope*, 1984, **67**, 316.

ZBIGNIEW PAPROTNY

Planeta X czy Obłok Oorta?

Jak wynika z niedawno opublikowanych ocen, masa Plutona jest znikomo mała — w przybliżeniu wynosi ona tylko 0,002 masy Ziemi. W związku z tym ponownie aktualna staje się kwestia różnic między obserwowanymi, a teoretycznie przewidywanymi ruchami planet zewnętrznych, szczególnie Neptuna. Aby je wytłumaczyć, należałoby przyjąć, że w odległości około 50 j.a. od Słońca znajduje się ciało o masie równej masie Ziemi. Takiego obiektu, planety X, dotąd nie odkryto. Angielski astronom M. B. Bailey proponuje więc inne niż istnienie hipotetycznej planety rozwiązanie zagadki. Z jego poprzednich prac nad orbitami komet wynika, że właściwym sprawcą perturbacji grawitacyjnych wywieranych na Neptuna może być obłok Oorta — postulowane teoretycznie zgromadzenie komet, znajdujące się na peryferiach Układu Słonecznego. Zdaniem autora, wpływy grawitacyjne olbrzymich międzygwiezdnych obłoków molekularnych powinny były już dawno rozproszyć owo zgromadzenie. To, że utrzymało się ono przez cały czas istnienia Układu Słonecznego, autor tłumaczy znacznie większą gęstością obłoku Oorta niż początkowo zakładał to sam J. H. Oort. Owa centralna, gęsta część obłoku może dostatecznie silnie oddziaływać na zewnętrzne planety naszego Układu, powodując obserwowane, a dotychczas niewytłumaczalne odchylenia ich ruchów. Ostatecznej odpowiedzi udzielić by mogło sondowanie obłoku Oorta, pozwalające zmierzyć przestrzenną gęstość zebranych w nim komet. Jednocześnie badania te pozwoliłyby może wyjaśnić kwestię pochodzenia komet — czy powstały one równocześnie z planetami, czy też pochodzą z przestrzeni międzygwiezdnej.

Wg *Nature*, 1983, **302**, 399

ZBIGNIEW PAPROTNY

Komety — tubylcy czy przybysze z przestrzeni międzygwiazdowej

Na postawione w tytule pytanie nauka nie potrafi na razie dać jednoznacznej odpowiedzi. Dziś przecież jeszcze nie wiemy, czy komety powstały w tym samym czasie i z tej samej materii co Układ Słoneczny, czy też rodzą się w przestrzeni międzygwiazdowej i od czasu do czasu któraś z nich zostaje „porwana" przez Słońce. Jedno zdaje się nie ulegać wątpliwości — komety krótkookresowe nie mogą zbyt długo poruszać się po swych orbitach, gdyż wcześniej lub później zderzają się z planetami lub pod wpływem ich perturbacji zostają przerzucone na orbity hiperboliczne i po pewnym czasie na zawsze opuszczają Układ Słoneczny. Z teoretycznych rozważań wynika, że czas życia tych komet jest stosunkowo krótki, wynosi bowiem średnio około 300 milionów lat. A zatem musi istnieć jakiś „rezerwuar", który zawierałby ogromną ich liczbę i z którego nieustannie uzupełniane byłyby powstające braki. Za taki rezerwuar uważa się hipotetyczny Obłok Oorta zawierający w przybliżeniu 10^{11} jąder kometarnych.

Ale czy Obłok Oorta mógłby bez większych zmian przetrwać przez 4,5 miliarda lat? Dotychczas tak sądzono biorąc pod uwagę jego wielkość i wychodząc z założenia, że na znajdujące się w nim jądra kometarne oddziaływują tylko sąsiednie gwiazdy i ogólne pola grawitacyjne Galaktyki. Tymczasem najnowsze badania wykazują, iż znaczna część międzygwiazdowej przestrzeni wypełniona jest olbrzymimi obłokami gazu i pyłu (ich masy wynoszą średnio $5 \cdot 10^5$ mas Słońca), które swym polem grawitacyjnym wywierają pewien wpływ na ruch

gwiazd. A ponieważ obiektów takich znamy w Galaktyce około 4000, przeciętnie raz na 200—400 milionów lat Układ Słoneczny przechodzi w pobliżu obłoku lub nawet przez jego środek i wtedy wystawiony jest na silne oddziaływanie grawitacyjne. W następstwie tego najbardziej oddalone od Słońca komety tracą związek z Układem Słonecznym i umykają w przestrzeń międzygwiazdową. Według obliczeń angielskich astronomów S. V. Clube'a i W. M. Napiera pierwotny Obłok Oorta powinien się już całkowicie rozpaść, w najlepszym zaś przypadku do naszych czasów mogłaby się z niego zachować tylko część środkowa o promieniu 10^3 jednostek astronomicznych, której w żadnym przypadku nie możnaby uważać za „rezerwuar komet". Jednak obłoki międzygwiazdowe mogą nie tylko destrukcyjnie oddziaływać na Obłok Oorta, ale i uzupełniać go o nowe jądra kometarne. Po prostu fizyczne warunki ich wnętrz (temperatura 10—12° K i liczba cząstek 10^3—10^5 w cm^3) sprzyjają powstawaniu ciał typu kometarnego o masach od 10^{14} do 10^{15} kg. Za każdym więc razem, gdy Słońce przechodzi przez obłok międzygwiazdowy, może przechwytywać nowe komety i uzupełniać nimi Obłok Oorta. Niestety, hipotezę tę będzie można poważniej traktować dopiero wtedy, gdy uczonym uda się stwierdzić, iż skład chemiczny komet różni się od składu chemicznego Słońca i planet. Obecnie bowiem w obłokach międzygwiazdowych jest więcej ciężkich pierwiastków, niż ich było w okresie formowania się Układu Słonecznego.

Najwięcej obłoków międzygwiazdowych obserwuje się w spiralnych ramionach Galaktyki. Oznaczałoby to zaś, że Obłok Oorta wzbogaca się o nowe jądra kometarne w tym okresie, kiedy Słońce przechodzi przez takie ramię. Następuje to w przybliżeniu co 200 milionów lat i w takim też okresie może zwiększać się możliwość zderzenia komety z naszą planetą. Wymienieni wyżej uczeni angielscy sugerują, że takie wydarzenie może wywołać globalną katastrofę geologiczną (epokę lodową, zmiany biegunowości pola magnetycznego, wzrost intensywności zjawisk tektonicznych itd.) lub nawet oddziaływać na ewolucję biosfery. Wyniki badań geologicznych nie przeczą tej hipotezie.

Wg *Occasional Reports of Royal Observatory Edinburgh* 1982, 9, 6 i 15 *The Quartely Journal of the Royal Astronomical Society*, 1982, 23, 1.

STANISŁAW R. BRZOSTKIEWICZ

PORADNIK OBSERWATORA

Algorytmy — Część I: Czas efemerydalny i Dni Juliańskie

Przeciętny miłośnik astronomii z reguły nie ma dostępu do roczników astronomicznych, zaś *Urania* ukazuje się ostatnio bardzo nieterminowo (zresztą nie z winy Redakcji). Wskutek tego większość chyba członków PTMA jest pozbawiona aktualnych informacji o niebie i zjawiskach astronomicznych. Chcąc w pewnym stopniu poprawić tę sytuację, rozpoczynamy drukowanie kilku algorytmów, które umożliwią każdemu miłośnikowi samodzielne obliczenie tych wielkości, które znalazłby w roczniku czy w „Kalendarzyku" w *Uranii*, przy czym niepotrzebne będą żadne dodatkowe astronomiczne informacje ani dane z zewnątrz. Jedynym sprzętem ogromnie przydatnym w tych obliczeniach byłby oczywiście kalkulator, w szczególności obliczający wartości funkcji trygonometrycznych. W zasadzie nie jest on niezbędny, jednak korzystanie

z tablic funkcji i rachowanie „na piechotę" jest mocno uciążliwe i zniechęca do całego przedsięwzięcia.

Formuły, za pomocą których będziemy obliczać położenie ciał niebieskich, będą miały ogólną postać: współrzędna na dany moment = = współrzędna początkowa + wielomian zależny od T + wyrazy okresowe zależne od T, gdzie T oznacza upływ czasu od umownej chwili początkowej do interesującego nas momentu. Musimy zatem mieć sposób na obliczenie odstępu czasu pomiędzy dwoma momentami zadanymi w postaci daty i wskazania zegara.

Przede wszystkim zegar ten musi wskazywać czas płynący jednostajnie. Dlatego w obliczeniach będziemy stosować tzw. czas efemerydalny (ET), czyli taki, który rządzi mechaniką nieba. Różni się on nieco od czasu uniwersalnego (UT) wskutek niejednostajności obrotu Ziemi, którą czas uniwersalny jest obarczony. Czas efemerydalny obliczamy dodając do uniwersalnego pewną poprawkę ΔT:

$$ET = UT + \Delta T,$$

którą w obecnych latach dość dobrze opisuje przybliżony wzór (z dokładnością do około 1 s, co jest aż nadto do naszych celów):

$$\Delta T = 12.3 + 37.6T + 15.8T^2 + 15.1 \sin (140^\circ 0T + 240^\circ 7).$$

ΔT jest tu wyrażna w sekundach, zaś argument T w stuleciach juliańskich (tzn. liczących dokładnie po 36525 dni efemerydalnych), które upłynęły od 1900 Sty 0.5 ET (tzn. od południa czasu efemerydalnego zerowego stycznia 1900 r.). Ten właśnie moment będzie zazwyczaj naszym momentem początkowym, jak również w stuleciach juliańskich będziemy zwykle wyrażać argument wzorów. Obecnie (1984) ΔT jest rzędu minuty i w wielu zagadnieniach można ją pominąć. Wreszcie czas uniwersalny różni się od naszego cywilnego o pełną liczbę godzin:

zazwyczaj	UT = czas cywilny — 1^h,
w okresie czasu letniego	UT = czas cywilny — 2^h.

Pozostaje jeszcze podać sposób na obliczenie liczby dni między dwoma datami. Ułatwia to (czy może nawet wręcz umożliwia) rachuba tzw. dni juliańskich, czyli ciągła rachuba dni, które upłynęły od —4712 Sty 1.5 ET. Nie będziemy tu uzasadniać, dlaczego akurat ta data jest początkiem rachuby — wystarczy nam tylko sposób na obliczenie daty juliańskiej (JD) na podstawie daty cywilnej (DATA) oraz odwrotnie, daty cywilnej na podstawie juliańskiej. Algorytm będzie dotyczył jdynie aktualnie panującego kalendarza gregoriańskiego (obowiązującego od 1582 Paź 15.0), gdyż tylko on jest istotny w amatorskiej praktyce astronomicznej.

Określamy pomocniczą funkcję INT (X) (z angielskiego: integer = = liczba całkowita): będzie ona swojemu rzeczywistemu argumentowi X przypisywać część całkowitą liczby X. Np. INT (12/4) = 3, INT (7.9999) = = 7, INT (—3.14) = —3.

Niech interesujący nas moment będzie zapisany w postaci

DATA = YYYY MM DD.dd

gdzie YYYY oznacza rok, MM numer miesiąca, DD numer dnia w miesiącu, dd ułamek dnia liczony od północy czasu efemerydalnego. Oto algorytm na obliczanie daty juliańskiej.

JD (DATA)
DATA $\geqslant$ 1582 10 15.0
Jeżeli MM = 1 lub 2 to y = YYYY — 1 oraz m = MM + 12
Jeżeli MM $\geqslant$ 3 to y = YYYY oraz m = MM
A = INT (y/100)

B = 2 — A + INT (A/4)
JD = INT(365.25y) + INT(30.6001(m + 1)) + B + DD.dd + 1720994.5
KONIEC

A oto algorytm odwrotny na obliczenie daty gregoriańskiej.

DATA (JD)
JD ⩾ 2299 160.5
Z = INT (JD + 0.5)
A = INT (Z — 1867 216.25)/36524.25)
B = Z + 1 + A — INT (A/4) + 1524
C = INT ((B — 122.1)/365.25)
D = INT (365.25C)
E = INT ((B — D)/30.6001)
dd = JD + 0.5 — Z
DD = B — D — INT (30.6001E)
Jeżeli E < 13.5 to MM = E — 1 w przeciwnym razie MM = E — 13
Jeżeli MM < 2.5 to YYYY = C — 4715 w przeciwnym razie YYYY = C — 4716
KONIEC

Wynik dd jest tu oczywiście w czasie efemerydalnym i nie należy zapomnieć przeliczyć go ewentualnie na czas cywilny w Polsce.

Przykłady do sprawdzenia:
Reforma kalendarza: 1582 Paź 15.0 = JD 2299 160.5,
Pierwszy sputnik: 1957 Paź 4.81 = JD 2436 116.31,
Pierwszy człowiek na Księżycu: 1969 Lip 20.85 = JD 2440 423.35,
1900 Sty 0.5 = JD 2415 020.0, zatem liczba stuleci juliańskich, które upłynęły od 1900 Sty 0.5 ET, czyli np. argument T we wzorze na ΔT, wynosi $T = (JD — 2415\ 020.0)/36525$.

Wg J. Meeus, *Astronomical Formulae for Calculators*, Willmann-Bell, Inc. 1982.

TOMASZ KWAST

KĄCIK OLIMPICZYKA

Opracował Marek T. Szczepański

Po ponad rocznej przerwie „Kącik olimpijczyka" powraca na łamy *Uranii*. W tym czasie dobiegły końca dwie kolejne Olimpiady Astronomicznte — XXVI i XXVII, tradycyjnie organizowane przez Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne im. M. Kopernika w Chorzowie przy współpracy z Polskim Towarzystwem Astronomicznym.

Olimpiady te odbywały się w okresie, gdy do szkół ponadpodstawowych, głównie liceów ogólnokształcących, wkroczyła kolejna reorganizacja programów nauczania — tym razem dotkliwa dla astronomii. W klasach o profilu matematyczno-fizycznym, z których wywodzi się większość uczestników olimpiady, liczba godzin astronomii została zmniejszona o 50%, tzn. do jednej godziny tygodniowo. W innych profilach astronomię — jako oddzielny przedmiot nauczania — zlikwidowano, a hasła programowe włączono do fizyki. Spadek pozycji astronomii w szkole natychmiast odbił się na frekwencji., liczba uczestników olimpiady spadła do 100—150, tj. o ponad 50%. Wprawdzie poziom na tym nie ucierpiał, gdyż w olimpiadzie wzięli udział przede wszystkim uczniowie szczególnie zainteresowani tą dyscypliną wiedzy,

jednak ubyła spora część tych, którzy tradycyjnie byli zachęcani do startu w olimpiadzie przez nauczyciela astronomii.

W tych nowych, jeszcze bardziej specyficznych warunkach, olimpiada astronomiczna przeprowadzana jest według wypracowanego modelu, jednak z uwzględnieniem nowych uwarunkowań. W zawodach I stopnia eksponowane są zadania o charakterze matematyczno-fizycznym, głównie rachunkowe, których fabuła nawiązuje do zagadnień astronomicznych. Na poziomie II i III etapu zadania dobierane są tak, by sprawdzały umiejętność stosowania znanych uczniowi faktów, praw i zależności w rozwiązywaniu problemów wymagających powiązania wiadomości z wielu dziedzin wiedzy. Większość zadań nawiązuje do współczesnej problematyki astronomicznej i charakteryzuje się dość dużym stopniem trudności. Wielokrotnie w rozwiązywaniach wymagana jest umiejętność samodzielnego stawiania problemów i opracowywania metod ich rozwiązania.

Zadania z ostatnich olimpiad, ich rozwiązania i omówienia przedstawione zostaną w kolejnych odcinkach „Kącika".

WYNIKI XXVI OLIMPIADY ASTRONOMICZNEJ przeprowadzonej w roku szkolnym 1982/83.

Warunki regulaminowe I etapu spełniło 98 uczniów reprezentujących 69 szkół z 35 województw. Do zawodów okręgowych dopuszczono 63 uczniów z 35 szkół zlokalizowanych na terenie 29 województw. Zawody II stopnia odbyły się 19 lutego 1983 r. w czterech ośrodkach: Toruniu, Chorzowie, Krakowie i Piotrkowie Trybunalskim. Do zawodów centralnych — finału olimpiady — zakwalifikowano 17 uczniów z 12 województw. Zawody III stopnia przeprowadzono w Planetarium Śląskim w dniach 25—28 marca 1983 r. W wyniku postępowania klasyfikacyjnego czterem uczniom przyznano Dyplomy Laureata Olimpiady Astronomicznej, uprawniające do wstępu bez egzaminu na wyższe uczelnie.

Laureatami Olimpiady zostali:

I	Andrzej Sitarz	— uczeń III klasy I L. O. im. B. Nowodworskiego w Krakowie
II	Marian Soida	— uczeń IV klasy I L. O. im. J. Słowackiego w Chorzowie
III	Andrzej Bogusz	— uczeń IV klasy L. O. im. Komisji Edukacji Narodowej w Stalowej Woli
III	Gabriel Pajdosz	— uczeń IV klasy L. O. im. Manifestu Lipcowego w Radzyniu Podlaskim

Pozostałymi uczestnikami zawodów finałowych byli: Grzegorz Pawełczak — IV kl. I L. O. w Gdańsku, Ryszard Kocur — IV kl. L. O. w Piekarach Śląskich, Tomasz Górski — III kl. I L. O. w Łodzi, Wojciech Derkowski — II kl. L. O. w Kluczborku, Paweł Jochym — III kl. XII L. O. w Krakowie, Tomasz Barczyk — III kl. L. O. w Olkuszu, Artur Miśta — IV kl. L. O. w Bielsku Białej, Tomasz Kwiatkowski — III kl. I L. O. w Bydgoszczy, Tomasz Sendyka — III kl. V L. O. w Krakowie, Janusz Blachnicki — IV kl. VI L. O. w Radomiu, Sławomir Domański — IV kl. XXXV L. O. w Warszawie, Krzysztof Rochowicz — III kl. IV kl. L. O. w Olsztynie i Witold Lampe — IV kl. XLIV L. O. w Warszawie.

WYNIKI XXVII OLIMPIADY ASTRONOMICZNEJ przeprowadzonej w roku szkolnym 1983/84.

Warunki regulaminowe spełniło 127 uczniów reprezentujących 90 szkół z 32 województw. Do zawodów okręgowych zakwalifikowano 82 uczniów reprezentujących 58 szkół z 26 województw. Zawody II stopnia przeprowadzono dnia 18 lutego 1984 r. w czterech ośrodkach: Chorzowie, Krakowie, Piotrkowie Trybunalskim i Toruniu. Do zawodów centralnych dopuszczono 20 uczniów z 20 szkół i 12 województw. Finał przeprowadzono w Planetarium Śląskim w dniach 23—26 marca 1984 r. W wyniku postępowania klasyfikacyjnego sześciu uczestnikom przyznano Dyplomy Laureata.

Laureatami Olimpiady zostali:

I	Andrzej Sitarz	— uczeń IV klasy I L. O. im. B. Nowodworskiego w Krakowie
II	Wojciech Derkowski	— uczeń III klasy L. O. im. Wojska Polskiego w Kluczborku
III	Paweł Jochym	— uczeń IV klasy XII L. O. im. B. Bieruta w Krakowie
III	Tomasz Barczyk	— uczeń IV klasy L. O. im. Kazimierza Wielkiego w Olkuszu
III	Wojciech Węgrzycki	— uczeń III klasy L. O. im. J. Kochanowskiego w Radomiu
III	Tomasz Sendyka	— uczeń IV klasy V L. O. im. A. Witkowskiego w Krakowie

Pozostałymi uczestnikami zawodów finałowych byli: Norbert Grot — III kl. VI L. O. w Gdyni, Wojciech Lis — III kl. IX L. O. w Krakowie, Arkadiusz Drewniak — IV kl. L L. O. w Warszawie, Adam Ogaza — IV kl. III L. O. w Gliwicach, Tomasz Kwiatkowski — IV kl. I L. O. w Bydgoszczy, Marek Gierliński — IV kl. I L. O. w Tychach, Jacek Kempys — III kl. L. O. w Bielsku Białej, Piotr Koc — II kl. L. O. w Krośnie, Jacek Fröhlich — III kl. Technikum Mechaniczno-Elektrycznego w Chorzowie, Mirosław Kutrowski — III kl. Zespołu Szkół Ogólnokształcących i Zawodowych w Krośnie Odrzańskim, Maciej Mikrut — III kl. III L. O. we Wrocławiu, Grzegorz Bakalarski — III kl. L. O. w Skierniewicach, Radosław Rek — IV kl. XIV L. O. w Warszawie i Dariusz Śladowski — IV kl. IV L. O. we Wrocławiu.

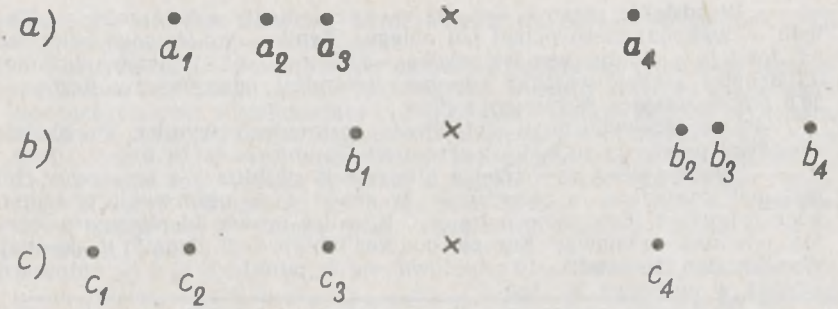
Laureaci, którzy w bieżącym roku kończą szkołę średnią, zamierzają podjąć studia z fizyki w Uniwersytecie Jagiellońskim w Krakowie.

Zadania z I etapu XXXVI Olimpiady Astronomicznej

Rysunki przedstawiają zaobserwowane pozycje galileuszowych księżyców Jowisza (w pewnej dowolnej skali) w trzech momentach tego samego roku: $t_a = 25$ XI 5^h45^m UT, $t_b = 3$ XII 17^h12^m UT, $t_c = 28$ XII 21^h15^m UT.

Krzyżykiem zaznaczono położenia środka tarczy Jowisza.

Przyjmując, że synodyczne okresy obiegu Io, Europy, Ganimedesa i Kalisto wynoszą odpowiednio: $T_1 = 1^d18^h,5$, $T_2 = 3^d13^h,3$, $T_3 = 7^d04^h,1$ i $T_4 = 16^d18^h,7$ dokonaj identyfikacji tych satelitów w każdej z podanych konfiguracji.



Rozwiązanie:

Jest to typowe zadanie o charakterze logicznym, wymagające przeprowadzenia bardzo precyzyjnego i systematycznego rozumowania, sprawiające uczestnikom olimpiady dużą satysfakcję.

W celu ułatwienia dalszych rozważań określmy, w oparciu o rysunki, odległości poszczególnych satelitów od Jowisza (wyrażając je np. w milimetrach):

$a_1J = -36{,}0$, $a_2J = -24{,}0$, $a_3J = -16{,}0$, $a_4J = 24{,}0$
$b_1J = -12{,}5$, $b_2J = 30{,}0$, $b_3J = 34{,}5$, $b_4J = 47{,}0$
$c_1J = -46{,}5$, $c_2J = -34{,}0$, $c_3J = -16{,}0$, $c_4J = 27{,}5$

Obliczmy również odstępy czasu między poszczególnymi obserwacjami: $t_b - t_a = 8^d{,}477$, $t_c - t_b = 25^d{,}169$, $t_c - t_a = 33^d{,}646$ oraz sporządźmy następujące zestawienie:

Odstęp czasu	Io	Europa	Ganimedes	Kalisto
$t_b - t_a$	4,787	2,385	1,182	0,505
$t_c - t_b$	14,21	7,081	3,51	1,50
$t_c - t_a$	19,00	9,467	4,692	2,005

Podane w tabelce wartości określają liczbę obiegów wykonanych wokół Jowisza przez dany księżyc w interwale czasu między poszczególnymi obserwacjami. I tak np. w ostatnim wierszu tabelki znajduje się liczba 4,692; oznacza ona, że obserwowany z Ziemi Ganimedes w odstępie czasu dzielącym pierwszą i trzecią obserwację wykonał 4 pełne obiegi wokół macierzystej planety i dodatkowo jeszcze około dwie-trzecie obiegu. Wartość tę uzyskamy dzieląc interwał czasu $t_c - t_a$ przez synodyczny okres obiegu Ganimedesa T_3. W analogiczny sposób można obliczyć pozostałe liczby występujące w tabelce.

Wnioskowanie prowadzące do przyporządkowania poszczególnym położeniom — nazw satelitów, może przebiegać w następujący sposób:

— Między drugą a trzecią obserwacją ($t_c - t_b$) dwa księżyce (Ganimedes i Kalisto) wykonały pewną ilość pełnych obiegów (odpowiednio trzy i jeden) oraz dodatkowo po pół obiegu — powinny więc zająć przeciwne położenia względem Jowisza. Istotnie, znajdujemy jedynie dwie takie pary, są nimi b_3 i c_2 oraz b_4 i c_1.

— W odstępie czasu $t_b - t_a$ najbardziej odległy z księżyców — Kalisto — wykonał nieco ponad pół obiegu. Wynika stąd, że jego odległość od Jowisza powinna wynosić około —34,5 lub —47,0. Liczby zbliżonej do drugiej z tych wartości nie ma, natomiast odnajdujemy liczbę — 36,0 odpowiadającą pierwszej z nich.

— Z przeprowadzonyh dotychczas rozumowań wynika, że Kalisto zajmował położenie a_1, b_3 i c_2; natomiast Ganimedes — b_4 i c_1.

— Między pierwszą i trzecią obserwacją najbliższy z księżyców (Io) wykonał dokładnie 19 obiegów — w czasie tych obserwacji powinien więc zajmować identyczne położenia. Również prawie identyczne położenia powinna zajmować Europa podczas obserwacji drugiej i trzeciej. Wynika stąd, że satelita Io znajdował się w punktach a_3 i c_3, natomiast Europa w punktach b_2 i c_4.

— W drugiej obserwacji dla Io pozostało już tylko położenie b_1.

Mamy jeszcze do rozstrzygnięcia ostatni problem: który z księżyców znadjuje się w punkcie a_2 — Europa czy Ganimedes? Zauważmy, że Europa w odstępie czasu $t_c - t_a$ wykonała prawie 9,5 obiegu — powinna więc znajdować się po przeciwnej stronie punktu c_4. Europa musi więc zajmować położenie a_2 i w związku z tym Ganimedesowi pozostaje ostatnie wolne miejsce tzn. a_4.

Reasumując, na poszczególnych rysunkach znajdują się kolejno (od strony lewej do prawej):
rysunek a): Kalisto, Europa, Io, Jowisz, Ganimedes;
rysunek b): Io, Jowisz, Europa, Kalisto, Ganimedes;
rysunek c): Ganimedes, Kalisto, Io, Jowisz, Europa.

Ułożenie tego zadania możliwe było dzięki przypadkowi zrealizowanemu przez przyrodę. Otóż okazuje się, że okresy obiegu galileuszowych księżyców Jowisza mają się do siebie prawie tak, jak 1 : 2 : 4 : 9,5; wszystkie obiegają macierzystą planetę w tym samym kierunku, po orbitach prawie dokładnie kołowych i współpłaszczyznowych. Jedynym poważniejszym zakłóceniem tej harmonii jest to, że synodyczne okresy poszczególnych księżyców nie są stałe i zależą od wzajemnej konfiguracji Słońca, Ziemi i Jowisza.

Prawie wszyscy uczestnicy olimpiady rozwiązywali to zadanie, a prawidłowych odpowiedzi było 78%.

OBSERWACJE

Obserwacje częściowego zaćmienia Słońca dnia 30 maja 1984 roku w Obserwatorium Astronomicznym Planetarium Śląskiego w Chorzowie

Po całodziennym całkowitym zachmurzeniu Słońce szczęśliwie wyjrzało w tym dniu spoza chmur około 19^h27^m CWE, a więc kilkanaście minut po rozpoczęciu się u nas częściowego zaćmienia Słońca. Jednak obserwacje tego zaćmienia były utrudnione wskutek częściowego zachmurzenia.

Obserwacje prowadzili pracownicy Planetarium Śląskiego oraz członkowie Międzyszkolnego Koła Astronomicznego przy Planetarium Śląskim. Zdjęcia fotograficzne wykonywano za pomocą refraktora Zeissa z udziałem członków koła astronomicznego (m. in. Krzysztof Błachaniec, Marek Gierliński, Adam Bieniek, Jacek Fröhlich). Prowadzono również obserwacje za pomocą refraktora 30/450 cm oraz

teleskopu Newtona rzutując obraz Słońca na ekran. Po 20^h25^m CWE Słońce schowało się za chmurami.

Zdjęcie na pierwszej stronie okładki przedstawia częściowe zaćmienie Słońca z 30 maja 1984 r. Na fotografii widzimy również grupę plam słonecznych oraz przesłaniające obraz Słońca chmury. Zdjęcie wykonano aparatem fotograficznym Exakta-Varex IIa z projektiwem K 2,5 : 1 na filmie ORWO NP 15. Aparat ten był zamontowany do refraktora Zeissa 10/100 cm. Moment wykonania zdjęcia: 20^h11^m CWE. Czas ekspozycji 1/50 sek. Fotografię wykonała Ewa Zakrzewska — pracownik Planetarium Śląskiego przy udziale młodzieży z kółka astronomicznego.

IRENEUSZ WŁODARCZYK

NOWOŚCI WYDAWNICZE

Maria Pańków, Andrzej Sycz, **W kosmos na piechotę**, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1983, stron 106 + wkładka-mapa nieba, nakład 25000, cena 95 zł.

Chociaż z racji zawodu dawno już powinnam w kosmos jeździć, a nie chodzić na piechotę — przeczytałam tę książeczkę od deski do deski z prawdziwą satysfakcją i entuzjazmem. „To jest to" — powinien zakrzyknąć każdy, kto choć trochę i choć czasem spogląda w niebo. W zasadzie książeczka przeznaczona jest dla początkujących miłośników astronomii i stanowi przewodnik po nocnym polskim niebie. Jednakże na pewno chętnie sięgnie do niej także przygodny czytelnik — choćby z racji atrakcyjnej szaty graficznej (rysunki Wiesławy Kudelskiej-Furmanik), czy miłośnik zainteresowany poglądowym wyjaśnieniem różnych zjawisk astronomicznych. Z uznaniem należy odnotować, że do książki dołączona jest obrotowa mapa nieba (do zmontowania) zbyt mało zresztą zareklamowana przez Autorów (choć reklamują inne mapy i atlasy). Na mapie tej zaznaczono w czytelny i atrakcyjny sposób bardzo wiele szczegółów (np. ekliptykę czy Drogę Mleczną albo okresy występowania rojów meteorów). Dając Czytelnikowi do ręki taką pomoc Autorzy prowadzą na wycieczki po niebie opisując co i gdzie można zobaczyć w różnych porach roku. Następnie podane są elementarne wiadomości o obserwacjach, które można wykonać samodzielnie (fazy Księżyca, ruchy planet, gwiazdy zmienne, meteory...). W końcu podany jest bardzo krótki „astrofizyczny" opis tego, co się obserwuje tzn. podano czym jest Słońce, planety, gwiazdy czy galaktyki. Uważam, że jest to książeczka bardzo pożyteczna i zapotrzebowanie na nią na pewno nie zostanie zaspokojone tylko pierwszym wydaniem. Tym bardziej więc chciałam się podzielić kilkoma szczegółowymi uwagami: na str. 63 Autorzy podają, że informacje o widoczności planet drukuje *Delta* i *Urania*. Niestety *Delta* nie zamieszcza ich, a *Urania* z takim opóźnieniem, że szkoda w ogóle o tym wspominać. Na str. 72 znalazło się niefortunne stwierdzenie, że „astronom nie może modelować przebiegu zdarzeń" w znaczeniu „wpływać na ich przebieg" bo przecież modelować może (zresztą na str. 85 piszą Autorzy o modelach gwiazd). Na str. 84 mamy „obraz fotosfery (Słońca) oglądany przez lunetę" — mam nadzieję, że żaden początkujący miłośnik nie zechce popatrzyć gołym okiem w tę lunetę. Parsek — w wyniku drukarskiego błędu — ma 3,36 zamiast 3,26 lat świetlnych (str. 88). Niezbyt szczęśliwy wydaje mi się podział rozdziału o gwiazdach na: fotosfery, odległości, ruchy,

masa, rozmiary i na końcu... pulsary. Nie wiem też, czy konieczne było dla początkującego — z założenia — czytelnika wprowadzanie pojawiających się tylko raz trudnych słów (typu: linie telluryczne na str. 87). I uwaga ostatnia — niestety wszystkie tabelki widoczności jasnych planet (Merkurego, Wenus, Marsa i Jowisza) są zdeaktualizowane kończą się bowiem na roku 1983 a książka ukazała się w kwietniu 1984! Co nie przeszkadza mi gorąco ją polecić czytelnikom *Uranii*.

MAGDALENA SROCZYŃSKA-KOŻUCHOWSKA

TO I OWO

Wielkości gwiazdozbiorów

Ogólna „powierzchnia" nieba wynosi 41 253 stopni kwadratowych. Podzielono ją — jak wiadomo — na 88 gwiazdozbiorów, z których największy obszar zajmuje Wąż Wodny (3,16%), potem idą Panna (3,14%) i Wielka Niedźwiedzica (3,10%), a na końcu znajdują się: Strzała (0,19%), Żrebię (0,17%) i Krzyż Południa (0,16%). A oto powierzchnie poszczególnych gwiazdozbiorów wyrażone w stopniach kwadratowych (pierwsza kolumna) i ich kolejność według wielkości zajmowanego obszaru nieba (druga kolumna):

Andromeda	722,278	19
Baran	441,395	39
Bliźnięta	513,761	30
Byk	797,249	17
Cefeusz	587,787	27
Centaur	1060,422	9
Cyrkiel	93,353	85
Delfin	188,549	69
Erydan	1137,919	6
Feniks	469,319	37
Gołąb	270,184	54
Góra Stołowa	153,484	75
Herkules	1225,148	5
Indianin	294,006	49
Jaszczurka	200,688	68
Jednorożec	481,569	35
Kameleon	131,592	79
Kasjopeja	598,407	25
Kil	494,184	34
Kompas	220,833	65
Korona Południowa	127,696	80
Korona Północna	178,710	73
Koziorożec	413,947	40
Kruk	183,801	70
Krzyż Południa	68,447	88
Lew	946,964	12
Lew Mały	231,958	64
Lisek	268,165	55
Luneta	251,212	57
Lutnia	286,476	52
Łabędź	803,983	16

Malarz	246,739	59
Mikroskop	209,513	66
Mucha	138,355	77
Niedźwiadek	496,783	33
Niedźwiedzica Mała	255,864	56
Niedźwiedzica Wielka	1279,660	3
Oktant	291,045	50
Ołtarz	237,057	63
Orion	594,120	26
Orzeł	652,473	22
Panna	1294,428	2
Paw	377,666	44
Pegaz	1120,794	7
Perseusz	614,997	24
Piec	397,502	41
Pies Mały	183,367	71
Pies Wielki	380,118	43
Pompa	238,901	62
Psy Gończe	465,194	38
Ptak Rajski	206,327	67
Puchar	282,398	53
Rak	505,872	31
Rufa	673,434	20
Ryba Latająca	141,354	76
Ryba Południowa	245,375	60
Ryby	889,417	14
Rylec	124,865	81
Ryś	545,386	28
Rzeźbiarz	474,764	36
Sekstans	313,515	47
Sieć	113,936	82
Smok	1082,952	8
Strzała	79,939	86
Strzelec	867,432	15
Tarcza	109,114	84
Trójkąt	131,847	78
Trójkąt Południowy	109,978	83
Tukan	294,557	48
Waga	538,052	29
Warkocz Bereniki	386,475	42
Wąż	636,928	23
Wąż Wodny	1302,844	1
Wąż Wodny Mały	243,035	61
Węgielnica	165,290	74
Wężownik	948,340	11
Wieloryb	1231,411	4
Wilk	333,683	46
Wodnik	979,854	10
Wolarz	906,831	13
Woźnica	657,438	21
Zając	290,291	51
Zegar	248,885	58
Złota Ryba	179,173	72
Źrebię	71,641	87

Żagiel	499,649	32
Żuraw	365,513	45
Żyrafa	756,828	18

Wg *Říše hvězd*, 1984, 65, 41.

STANISŁAW R. BRZOSTKIEWICZ

KALENDARZYK ASTRONOMICZNY

Opracował G. Sitarski

Sierpień — wrzesień 1984 r.

Słońce

Stale obniża się po ekliptyce wstępując w sierpniu w znak Panny, a 22 września przekracza równik niebieski w punkcie równonocy jesiennej wstępując w znak Wagi. Dni stają się coraz krótsze: w Warszawie 1 sierpnia Słońce wschodzi o 4^h56^m, zachodzi o 20^h27^m, 1 września wschodzi o 5^h47^m, zachodzi o 19^h24^m, a 30 września wschodzi o 6^h35^m, zachodzi o 18^h16^m.

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

Data 1984	P	B_0	L_0	Data 1984	P	B_0	L_0
VIII 1	+11°10	+5°84	163°02	IX 1	+21°26	+7°19	113°28
3	+11.89	+5.98	136.56	3	+21.75	+7.21	86.86
5	+12.66	+6.11	110.12	5	+22.22	+7.23	60.44
7	+13.41	+6.24	83.67	7	+22.66	+7.24	34.04
9	+14.14	+6.36	57.22	9	+23.08	+7.23	7.62
11	+14.86	+6.46	30.78	11	+23.48	+7.22	341.22
13	+15.56	+6.58	4.34	13	+23.85	+7.20	314.80
15	+16.25	+6.67	337.90	15	+24.20	+7.18	288.40
17	+16.92	+6.76	311.47	17	+24.52	+7.14	262.00
19	+17.56	+6.84	285.04	19	+24.82	+7.10	235.6
21	+18.18	+6.92	258.60	21	+25.08	+7.04	209.20
23	+18.80	+6.98	232.18	23	+25.33	+6.98	182.80
25	+19.38	+7.04	205.76	25	+25.55	+6.92	156.40
27	+19.94	+7.10	179.32	27	+25.74	+6.84	130.01
29	+20.49	+7.14	152.90	29	+25.90	+6.76	103.62
31	+21.01	+7.18	126.48	X 1	+26.04	+6.66	77.22

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy; B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy.
VIII. $13^d21^h52^m$ i IX. $10^d3^h51^m$ — momenty, w których heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

Księżyc

Kolejność faz Księżyca jest następująca: w sierpniu — 4^d5^h pierwsza kwadra, 11^d18^h pełnia, 19^d22^h ostatnia kwadra, 26^d21^h nów; we wrześniu — 2^d12^h pierwsza kwadra 10^d9^h pełnia, 18^d12^h ostatnia kwadra i 25^d5^h nów. W perygeum Księżyc znajdzie się 27 sierpnia i 25 września, a w apogeum 15 sierpnia i 11 września. W sierpniu tarcza Księżyca zakryje dwukrotnie Saturna i jeden raz Urana, a we wrześniu

dwukrotnie Urana, a jeden raz Saturna; żadne z tych zjawisk nie będzie u nas niestety widoczne (można je będzie obserwować na półkuli południowej).

Planety i planetoidy

W pierwszej dekadzie sierpnia możemy próbować odnaleźć Merkurego jako gwiazdę około +1 wielkości nisko nad zachodnim horyzontem wczesnym wieczorem. Natomiast coraz wyżej nad zachodnim horyzontem, zupełnie już dobrze widoczna we wrześniu, świeci Wenus jako Gwiazda Wieczorna —3,3 wielkości. Pozostałe planety widoczne są w pierwszej połowie nocy, ale zachodzą coraz wcześniej: Mars wędruje z gwiazdozbioru Wagi do Strzelca, a jego jasność spada od —0,2 wielkości na początku sierpnia do +0,4 wielkości pod koniec września; Jowisz i Neptun przebywają w gwiazdozbiorze Strzelca, o ile jednak Jowisza odnajdziemy bez trudu jako gwiazdę —2 wielkości, to Neptun ukrywa się wśród gwiazd 8 wielkości; Saturn świeci w gwiazdozbiorze Wagi jako gwiazda +0,8 wielkości, Uran w gwiazdozbiorze Wężownika jako gwiazda 6 wielkości na granicy widzialności gołym okiem, a Plutona w gwiazdozbiorze Panny można odnaleźć tylko przez duże teleskopy wśród gwiazd 14 wielkości. Z jaśniejszych planetoid widoczna jest tylko Ceres na granicy gwiazdozbiorów Wieloryba, Byka i Barana (8 wielk. gwaizd.) oraz Pallas na granicy gwiazdozbiorów Wodnika i Ryb (9 wielk. gwiazd.).

Meteory

W pierwszej połowie sierpnia promieniują metetory z roju Perseidów. Radiant meteorów leży w gwiazdozbiorze Perseusza i ma współrzędne: rekt. 3^h4^m, dekl. +58°. Spotkania Perseidów z Ziemią zdarzają się każdego roku bardzo regularnie. Maksimum aktywności przypada ok. 12/13 sierpnia, niestety w tym roku warunki obserwacji nie są zbyt dogodne (Księżyc bliski pełni).

Sierpień

1^d O 2^h Merkury w największym wschodnim odchyleniu od Słońca (27°), wieczorem widoczny nisko nad zachodnim horyzontem, trudny do odnalezienia jako gwiazda +1 wielkości. Do 21^h34^m na tarczy Jowisza widoczny jest cień jego 1 księżyca.

2^d Do 22^h27^m na tarczy Jowisza widoczny jest cień jego 2 księżyca. Księżyc 3 zbliża się do brzegu tarczy i o 23^h45^m obserwujemy początek jego zakrycia przez tarczę planety.

4^d O 2^h bliskie złączenie Saturna z Księżycem; zakrycie planety przez tarczę Księżyca widoczne będzie na Oceanie Spokojnym i w Ameryce Południowej. O 24^h Mars w złączeniu z Księżycem w odl. 3°.

6^d6^h Bliskie złączenie Księżyca z Uranem; zakrycie Urana przez tarczę Księżyca widoczne będzie na południowym Pacyfiku, w Ameryce Południowej i na Antarktydzie.

7^d O 7^h Wenus w złączeniu z Regulusem (w odl. 1°1), gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiorze Lwa. O 17^h Neptun znajdzie się w złączeniu z Księżycem w odl. 3°. Wieczorem księżyc 1 zbliża się do brzegu tarczy Jowisza i o 23^h4^m obserwujemy początek zakrycia tego księżyca przez tarczę planety.

8^d O 3^h Jowisz w złączeniu z Księżycem w odległości 2°. Wieczorem księżyc 1 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza. Początek

przejścia księżyca 1 o 20^h21^m, jego cienia o 21^h14^m, koniec przejścia księżyca o 22^h36^m, a jego cienia o 23^h29^m. W tym czasie księżyc 4 jest bardzo blisko brzegu tarczy planety, ale początek jego przejścia nastąpi dopiero o 24^h28^m.

9^d Od 20^h38^m księżyc 2 jest niewidoczny na tle tarczy Jowisza, a dopiero o 22^h24^m pojawia się cień tego księżyca na tarczy planety. Księżyc 2 kończy przejście o 23^h13^m, a jego cień w godzinę po północy.

13^d Księżyc 3 zakończył już swoje przejście na tle tarczy Jowisza i oddala się od jej brzegu, kiedy na tarczy planety rozpoczyna swą wędrówkę (o 21^h2^m) cień tego księżyca i widoczny jest do 24^h12^m.

14^d O 3^h Merkury nieruchomy w rektascensji. Wieczorem księżyc 1 zbliża się do brzegu tarczy planety, ale początek jego zakrycia nastąpi o 24^h52^m.

15^d Obserwujemy początek przejścia księżyca 1 (o 22^h10^m) i jego cienia (o 23^h10^m) na tle tarczy Jowisza.

16^d Merkury znajdzie się w odl. 6° od Wenus (złączenie o 18^h). Wieczorem księżyc 1 ukryty jest w cieniu Jowisza i o 22^h35^m obserwujemy koniec zaćmienia. Tymczasem księżyc 2 zbliża się do brzegu tarczy i o 23^h0^m rozpocznie przejście na tle tarczy planety.

17^d Obserwujemy rzadkie zjawisko zaćmienia 4 księżyca Jowisza. Wieczorem ukryty on jest już w cieniu planety i o 22^h6^m ukaże się nagle w odległości większej niż średnica tarczy (z prawej strony u góry, patrząc przez lunetę odwracającą).

18^d O 8^h Uran nieruchomy w rektascensji. O 22^h38^m obserwujemy koniec zaćmienia 2 księżyca Jowisza.

20^d Od 20^h44^m do 23^h49^m księżyc 3 przechodzi na tle tarczy Jowisza.

22^d O 23^h59^m początek przejścia 1 księżyca na tle tarczy Jowisza.

$23^d1^h0^m$ Słońce wstępuje w znak Panny, jego długość ekliptyczna wynosi 150°. O 21^h8^m obserwujemy początek zakrycia, a o 24^h30^m koniec zaćmienia 1 księżyca Jowisza.

24^d Do 21^h48^m na tarczy Jowisza widoczny jest cień księżyca 1.

25^d Od 20^h17^m księżyc 2 ukryty jest za tarczą, a potem w cieniu Jowisza.

27^d Wieczorem do brzegu tarczy Jowisza zbliża się księżyc 3 i o 24^h23^m rozpocznie przejście na jej tle.

28^d O 5^h Wenus w złączeniu z Księżycem w odl. 4°. O 17^h dolne złączenie Merkurego ze Słońcem.

30^d O 1^h Jowisz nieruchomy w rektascensji. O 22^h59^m obserwujemy początek zakrycia 1 księżyca przez tarczę planety.

31^d O 11^h Saturn w bliskim złączeniu z Księżycem; zakrycie planety przez tarczę Księżyca widoczne będzie we wschodniej Afryce, na Madagaskarze, w Australii i na Nowej Zelandii. Wieczorem obserwujemy serię ciekawych zjawisk w układzie księżyców Jowisza. Księżyc 3 ukryty jest w cieniu planety, a księżyc 1 przechodzi na tle jej tarczy. O 21^h29^m na tarczy planety pojawia się cień księżyca 1. O 22^h6^m obserwujemy koniec zaćmienia księżyca 3. O 22^h32^m nastąpi koniec przejścia księżyca 1, a o 23^h44^m koniec przejścia jego cienia.

Wrzesień

1^d O 22^h46^m obserwujemy początek zakrycia 2 księżyca Jowisza.

2^d O 9^h Mars w złączeniu z Księżycem w odl. 1°7. O 12^h Uran w bliskim złączeniu z Księżycem; zakrycie Urana przez tarczę Księżyca widoczne będzie na Antarktydzie.

3^d O 5^h Mars w złączeniu z Antaresem (w odl. 2°), gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiorze Skorpiona. O 22^h Neptun w złączeniu z Księżycem w odl. 4°. Na tarczy Jowisza do 22^h6^m widoczna jest plamka cienia jego 2 księżyca.

4^d O 5^h Merkury w złączeniu z Regulusem (w odl. 3°), gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiorze Lwa. O 7^h Jowisz w złączeniu z Księżycem w odl. 3°. O 13^h Mars w złączeniu z Uranem w odl. 2°.

6^d O 10^h Merkury nieruchomy w rektascensji. O 11^h planetoida Pallas w przeciwstawieniu ze Słońcem względem Ziemi.

7^d Księżyc 3 przechodzi za tarczą i przez strefę cienia Jowisza: o 21^h0^m obserwujemy początek zakrycia, a o 22^h52^m koniec zaćmienia tego księżyca. Natomiast księżyc 1 i jego cień przechodzą na tle tarczy planety: obserwujemy początek przejścia księżyca o 22^h10^m, a jego cienia o 23^h24^m.

8^d O 14^h Merkury po zmianie kierunku swego ruchu wśród gwiazd na sklepieniu niebieskim ponownie znajdzie się w złączeniu z Regulusem, tym razem w odl. 1°6. O 22^h49^m obserwujemy koniec zaćmienia 1 księżyca Jowisza.

10^d O 1^h Neptun nieruchomy w rektascensji. Wieczorem księżyc 2 przechodzi na tle tarczy Jowisza: obserwujemy koniec przejścia księżyca o 22^h3^m i początek przejścia jego cienia o 22^h10^m.

14^d O 3^h Merkury w największym zachodnim odchyleniu od Słońca (w odl. 18°). O 21^h42^m obserwujemy początek zakrycia 3 księżyca Jowisza przez tarczę planety.

15^d O 21^h11^m początek zakrycia 1 księżyca Jowisza.

16^d Do 22^h3^m na tarczy Jowisza widoczny cień księżyca 1.

17^d O 22^h6^m początek przejścia księżyca 2 na tle tarczy Jowisza.

19^d O 21^h53^m obserwujemy koniec zakrycia 4 księżyca Jowisza, a o 22^h27^m początek zakrycia księżyca 2.

22^d O 3^h planetoida Ceres nieruchoma w rektascensji. O 22^h33^m Słońce wstępuje w znak Wagi, jego długość ekliptyczna wynosi 180°, mamy początek jesieni astronomicznej.

23^d Obserwujemy początek przejścia księżyca 1 (o 20^h27^m) i jego cienia (o 21^h44^m) na tle tarczy Jowisza.

24^d O 21^h8^m obserwujemy koniec zaćmienia 1 księżyca Jowisza.

25^d Księżyc 3 przeszedł już na tle tarczy Jowisza, kiedy o 21^h2^m pojawi się na jej tle cień tego księżyca.

26^d Wieczorem księżyc 2 ukryty jest za tarczą, a potem w cieniu Jowisza (nie zobaczymy ani początku zakrycia, ani końca zaćmienia).

27^d O 2^h Wenus w złączeniu z Księżycem w odl. 2°. O 24^h bliskie złączenie Saturna z Księżycem: zakrycie planety przez tarczę Księżyca widoczne będzie na Nowej Zelandii, na południowym Pacyfiku i na Antarktydzie.

29^d O 21^h Uran w bliskim złączeniu z Księżycem (po raz drugi w tym miesiącu): zakrycie planety przez tarczę Księżyca widoczne będzie tylko na Antarktydzie.

30^d Księżyc 1 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza: początek przejścia księżyca o 22^h22^m, a jego cienia o 23^h40^m.

Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie wschodnio-europejskim (czasie letnim w Polsce). Jeśli nastąpi przejście na czas zimowy, od każdego momentu należy **odjąć** 1^h.

CONTENTS

B. Czerny, M. Sikora — Quasars what We See Their To-day.

B. Wszołek — On an Intergalactic Matter.

K. Ziołkowski — The Meteor Shower of Halley's Comet.

A. Sołtan — Nicolaus Copernicus Astronomical Center in Warsaw.

Chronicle: Miliseconds pulsars — Magellanic Clouds: not two but three! — Unseen Components of Stars — An Old or Young Star? — The Planet X or Oort's Cloud? — Comets — Aborigines or Newcomers from Intarstellar Space?

Vade-mecum for Observers: Algorithms — Part I: ET and JD.

Corner of an Astronomical Olympian.

Observations: Observations of the Partial Solar Eclipse 30th May 1984 in Astronomical Observatory of Silesian Planetarium at Chorzów.

New Books.

Here and There: Area of Constellations.

Astronomical Calendar.

СОДЕРЖАНИЕ

Б. Черны, М. Сикора — Квазары какими мы их видим сегодня.

Б. Вшолэк — О межгалактической материи.

К. Зиолковски — Метеорный поток кометы Галлея.

А. Солтан — Астрономический Центр им. Николая Коперника в Варшаве.

Хроника: Миллисекундные пульсары — Магеллановы Облака: не звезда Галактики — Невидимые спутники звёзд — Старая или новая звезда? — Планета X или облако Оорта? — Кометы — аборигены или пришельцы из межзвёздного пространства?

Справочник наблюдателя: Алгоритмы — Часть I: ET и JD.

Уголок участника астрономической олимпиады.

Наблюдения: Наблюдения частичного солнечного затмения 30 мая 1984 г. в Астрономической Обсерватории Силезского Планетария в Хожуве.

Новые книги.

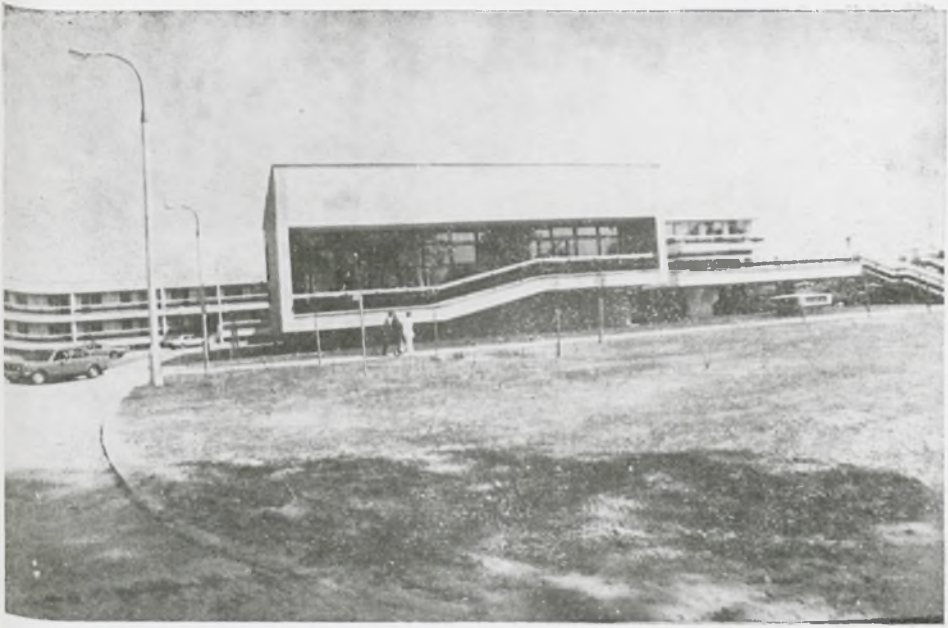
То и сё: Величины созвездий.

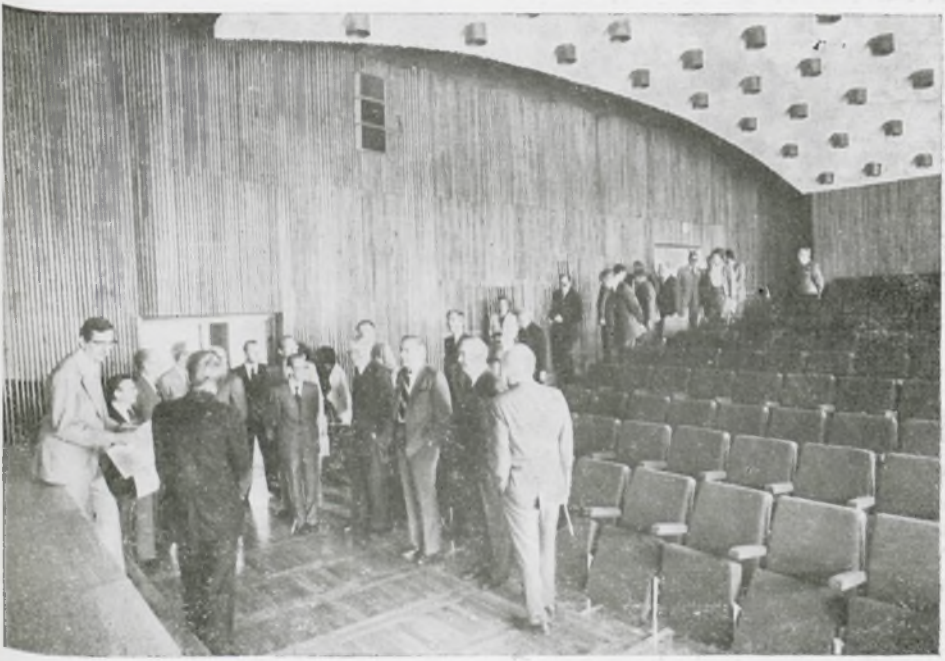
Астрономический календарь.

URANIA — Miesięcznik Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. Redaguje kolegium w składzie: Krzysztof Ziołkowski — redaktor naczelny, Magdalena Sroczyńska-Kożuchowska — sekretarz redakcji, T. Zbigniew Dworak — redaktor techniczny. ADRES REDAKCJI: ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa. ADRES ADMINISTRACJI: Zarząd Główny PTMA, ul. Solskiego 30/8, 31-027 Kraków, tel. 22 38 92; nr konta PKO I OM Kraków 35510-16391-132. WARUNKI PRENUMERATY: roczna dla członków PTMA — 294 zł, cena pojedynczego egzemplarza — 25 zł, zgłoszenia w administracji, adres j.w.

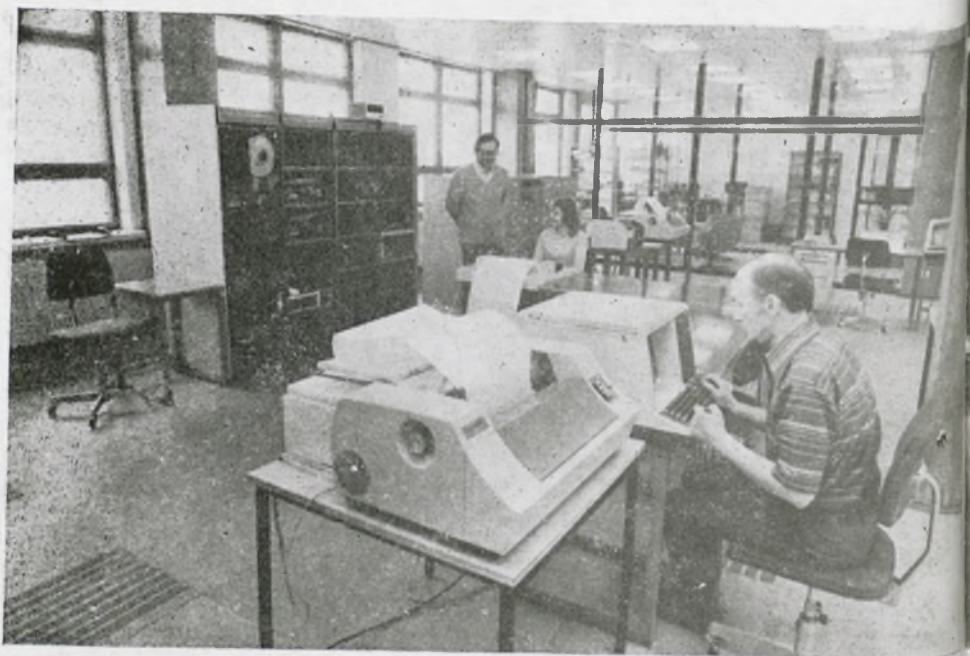
Wydawca: Zakład Narodowy im. Ossolińskich — Wydawnictwo PAN, Wrocław Oddział w Krakowie, 1984. Nakład 3020+130 egz. Obj. ark. wyd. 3,8, ark. druk. 3,0. Pap. druk. sat. kl. V, 65 g, 61 × 86.
Indeks 38001

Drukarnia Związkowa, Kraków, ul. Mikołajska 13 — 2385/84 — R-16 — 3130+32





Cena zł 50.–



Indeks 39001