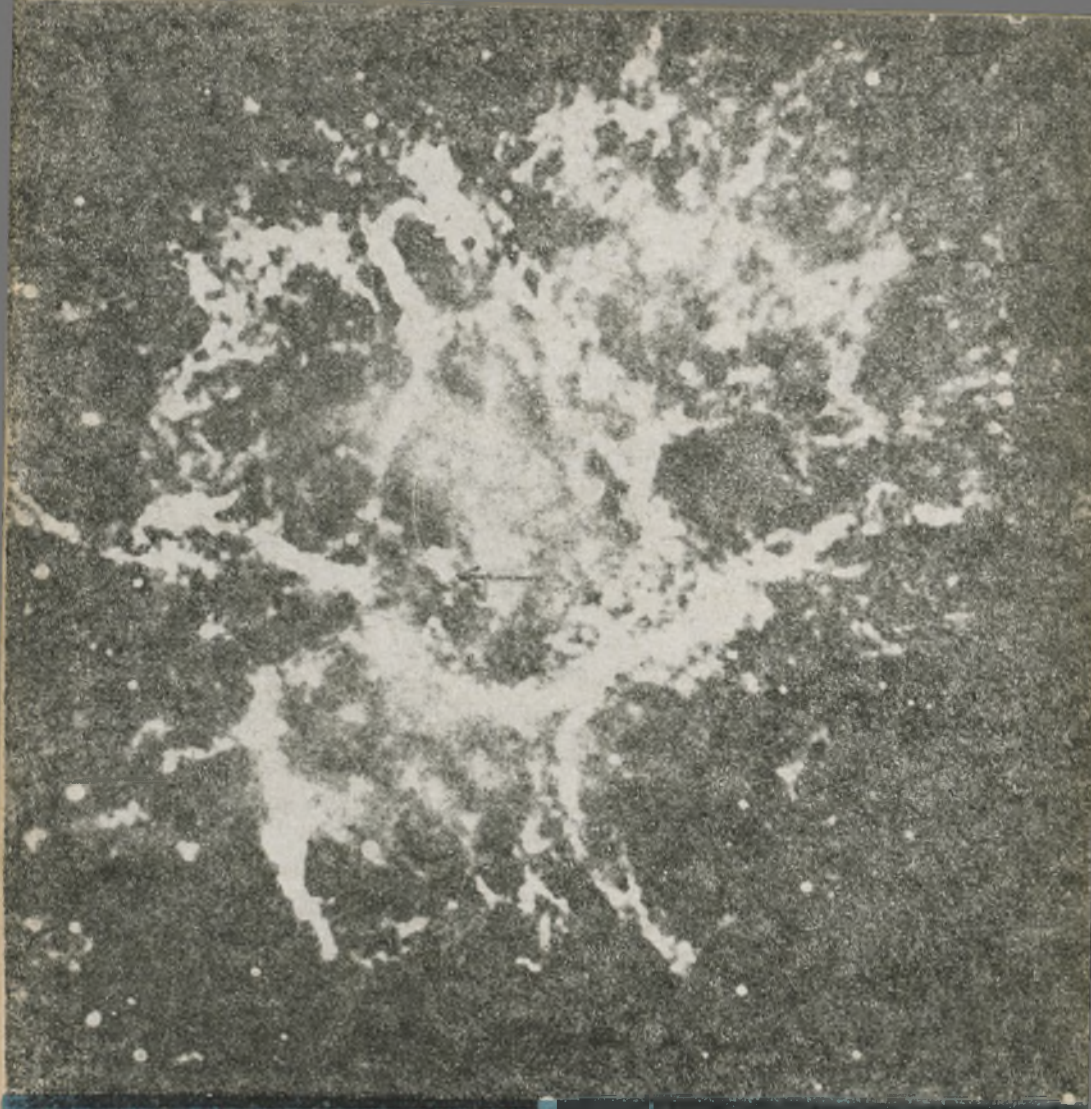


36

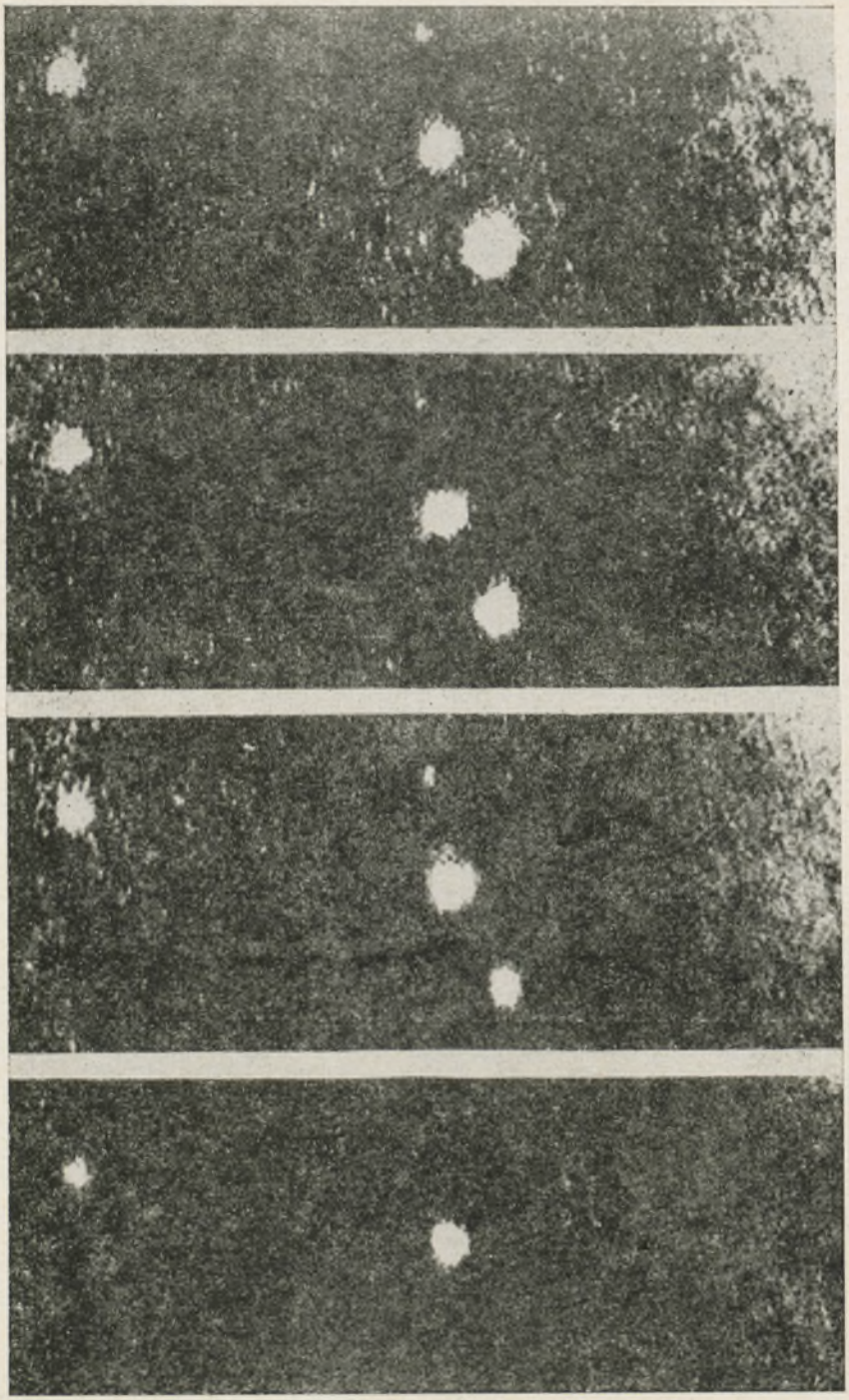
♋ Lancer

URANIA

MIESIĘCZNIK
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK LIV CZERWIEC 1983 NR 6

ZAKŁAD NARODOWY IMIENIA OSSOLIŃSKICH
WYDAWNICTWO POLSKIEJ AKADEMII NAUK



PL ISSN—0042—0794

URANIA

MIESIĘCZNIK POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK LIV CZERWIEC 1983 Nr 6

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. II. 66).

Odkryte piętnaście lat temu pulsary nadal należą do najciekawszych obiektów Wszechświata i są przedmiotem wnikliwych badań wielu astronomów. Otwierający niniejszy numer artykuł dr. Mieczysława PRÓSZYŃSKIEGO jest przeglądem aktualnego stanu wiedzy o nich, a zdobiące okładkę zdjęcia ukazują mgławicę Krab, w której znajduje się jeden z najlepiej dotąd poznanych pulsarów.

Zbliżanie się komety Halleya powoduje wzrost zainteresowań tymi ciągle jeszcze tajemniczymi obiektami ze strony zarówno badaczy jak i miłośników astronomii. Szeroko zakrojone plany i intensywne przygotowania do obserwacji naziemnych i badań za pomocą sond kosmicznych tej komety coraz bardziej nurtują środowisko astronomiczne. Wychodząc temu naprzeciw, do publikowanych ostatnio w **Uranii** *materiałów związanych z kometą Halleya (w numerach 5, 8—9, 11 i 12 z ubiegłego roku) dołączamy obecnie artykuł doc. dr hab. Andrzeja WOSZCZYKA o budowie fizycznej komet.*

SPIS TREŚCI

Mieczysław Prószyński — Pulsary (82).

Andrzej Woszczyk — O naturze komet (92).

Kronika: Z prac polskich astronomów w 1982 roku (98) — Pulsary radiowe a supernowe (101) — Rozmiary księżyców Urana (102).

Kącik Olimpijczyka: Zadanie z III etapu XXIV Olimpiady Astronomicznej (103).

Kronika PTMA: Walny Zjazd Delegatów PTMA w Toruniu (106).

Kalendarzyk Astronomiczny (109).

Pierwsza strona okładki: Zdjęcie Mgławicy Kraba wykonane w promieniowaniu czerwonym za pomocą 3 m teleskopu Obserwatorium Licka (USA). Strzałka w centrum wskazuje pulsara PSR 0531 + 21.

Druga strona okładki: Sekwencja obrazów pulsara w Mgławicy Kraba ukazująca zmiany jego jasności w okresie kilku tysięcznych sekundy uzyskana w wyniku komputerowego przetworzania zdjęć wykonanych w Obserwatorium Licka.

Trzecia strona okładki: Mapka okolic gwiazdy zmiennej μ Her (objaśnienia oznaczeń w numerze 8—9/1982).

Czwarta strona okładki: Zdjęcie Mgławicy Kraba wykonane za pomocą 5 m teleskopu na Mt. Palomar (USA).

MIECZYSŁAW PRÓSZYŃSKI — Warszawa

PULSARY

Odkrycie

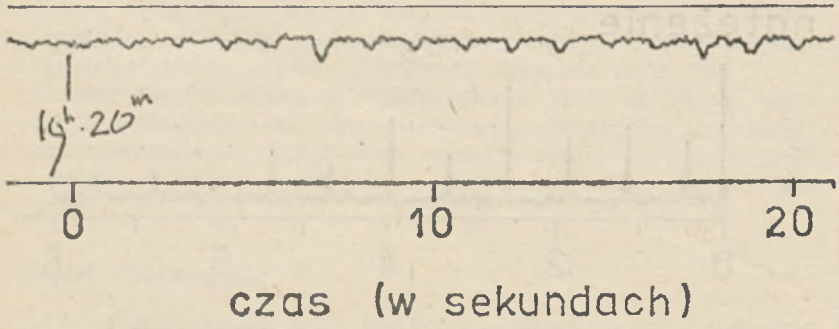
O tym, że we Wszechświecie istnieją źródła emitujące fale radiowe, wiadomo było już od czasu pierwszych obserwacji radiowych nieba, przeprowadzonych przez Jansky'ego w latach trzydziestych. Nikt jednak nie spodziewał się, że mogą istnieć obiekty, które w ułamku sekundy gwałtownie zmieniają natężenie wysyłanych fal radiowych, które regularnie włączają się i wyłączają. I chyba tylko dlatego pulsary zostały odkryte dopiero w 1967 roku.

Na początku lat sześćdziesiątych zauważono, że ośrodek międzygwiazdowy, przez który fale radiowe przechodzą, nim dotrą na Ziemię, zakłóca je, jeśli źródło jest punktowe. Sygnał radiowy „migocze" w odbiorniku podobnie, jak migocze światło zwykłych gwiazd. Ten ostatni efekt powinien być dobrze znany każdemu, kto choć czasem podnosi głowę do góry w gwieździste noce. Ponieważ kwazary są tak daleko, że wydają się być źródłami punktowymi, angielski astronom, profesor Antory Hewish, wpadł na pomysł, by wyszukiwać te dziwne obiekty patrząc, gdzie znajdują się takie właśnie migoczące radioźródła.

Specjalnie w tym celu zbudowano nowy radioteleskop w Cambridge, w Anglii. Dużą łąkę pokryto drewnianymi rusztowaniami, na których rozpięto 2048 dipoli z drutu, odbierających fale radiowe o częstości 81,5 MHz. Sterowanie tym teleskopem polegało na odpowiednim dobieraniu opóźnień przy dodawaniu do siebie prądów wzbudzanych w poszczególnych rzędach dipoli przez fale docierające z nieba. W ten sposób można było wybrać kierunek, z którego sygnał był wzmacniany. Oczywiście w miarę obrotu dziennego Ziemi teleskop omiatał dużą część nieba. Natężenie przychodzącego sygnału zapisywane było automatycznie na taśmie papierowej. Taśmy te analizowała później Jocelyn Bell, młoda adeptka astronomii, przygotowująca swoją pracę doktorską u Hewisha. Pewnego dnia zauważyła ona na jednej z taśm coś dziwnego — coś, co nie wyglądało ani na migotanie punktowego źródła, ani na zakłócenia rodem z Ziemi. Było to coś pośredniego. Sprawdziła poprzednie taśmy; kilka dni wcześniej o podobnej porze zarejestrowany został identyczny sygnał. Zainteresowana,

spróbowała zapisać go przy szybszym przesuwie taśmy papierowej. Długo się nie udawało; sygnału nie było. Wreszcie, 28 listopada 1967 roku, udało się. Sygnał przypominał serię pulsów o różnej wysokości, powtarzających się w równych odstępach co 1,33 s. Hewish, gdy dowiedział się o tym, był przekonany, że sygnał jest zakłóceniem pochodzącym z Ziemi. Sprawdził jednak poprzednie obserwacje; sygnał powtarzał się, pojawiał się o podobnej porze, tyle tylko, że o podobnej porze według czasu gwiazdowego, to znaczy wtedy, gdy radioteleskop był skierowany na ten sam obszar nieba. Czasu gwiazdowego nie używa nikt poza astronomami. Sygnał mógł więc pochodzić spoza Ziemi lub... od innego (ziemskiego?) astronoma. A może Małe Zielone Ludziki? Rozważano i tę możliwość.

W kilka dni później wykryto jednak podobne pulsujące źródło w innej części nieba. Od tego momentu nie było już wątpliwości co do tego, że sygnał musi powstawać w sposób naturalny. Przeprowadzono wkrótce dodatkowe pomiary; okazało się, że sygnały przychodzą z punktowych źródeł znajdujących się poza Układem Słonecznym, lecz jeszcze wewnątrz naszej Galaktyki. W ciągu następnych dwóch miesięcy stwierdzono, że odstęp między kolejnymi pulsami, czyli okres pulsara, zmienia się wyraźnie. Zmiany te spowodowane były efektem Dopplera, związanym z ruchem Ziemi wokół Słońca, a więc były to zmiany pozorne, wynikające z niejdnostajności ruchu odbiornika. Po wprowadzeniu odpowiednich poprawek (astronomowie nazywają je redukcją obserwacji do układu związanego ze środkiem masy Układu Słonecznego, czyli z barycentrum) okazało się, że względne odchylenie okresu od war-



Rys. 1. Fragment taśmy papierowej z oryginalnym zapisem z 28 listopada 1967 roku. Ciąg pulsów z pierwszego pulsara, PSR 1919+21. Natężenie sygnału wzrasta w dół.

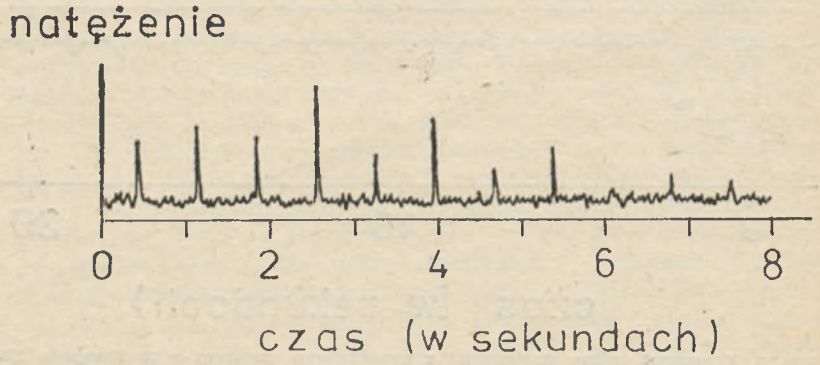
tości początkowej nie przekroczyło w ciągu tych dwóch miesięcy wartości $\Delta P/P = 10^{-7}$. Okres pulsara był wyjątkowo stabilny jak na obiekty astronomiczne. W tym czasie astronomowie z Cambridge odkryli następne dwa pulsujące źródła. Dopiero wtedy ogłosili o swoim odkryciu.

Tak to odkryto pulsary, a Antony Hewish za badania, które do tego doprowadziły, otrzymał w 1974 roku Nagrodę Nobla.

Dzisiaj ten pierwszy pulsar oznaczony jest symbolem PSR 1919+21; PSR jest skrótem od słowa „pulsar", a 1919+21 określa jego położeniie na sferze niebieskiej: 1919 to rektascensja w godzinach i minutach, a +21 to deklinacja w stopniach.

Pulsary — wirujące gwiazdy neutronowe

Na całym świecie astronomowie rzucili się do radioteleskopów i nowe odkrycia posypały się jak z rękawa. W ciągu kilku następnych miesięcy stało się jasne, że chociaż okresy poszczególnych pulsarów różnią się od siebie, jednak wszystkie te obiekty są wspaniałymi zegarami. Wkrótce, jeszcze w 1968 roku, wykryto pulsar wewnątrz wielkiej pozostałości po wybuchu supernowej znajdującej się w gwiazdozbiorze Żagla. Jest on dzisiaj oznaczany symbolem PSR 0833-45. Sygnały z tego pulsara przychodziły w odstępach równych 0,08920 s. W tym samym roku odkryto również pulsar w środku Mgławicy Kraba, pozostałości po wybuchu supernowej w gwiazdozbiorze Byka (patrz zdjęcia na pierwszej, drugiej i czwartej stronie okładki). Ten pulsar, o okresie 0,03313 s, bardzo długo był najszybszym znanym pulsarem. Dopiero we wrześniu 1982 roku od-



Rys. 2. Ciąg pulsów z jednego z pierwszych pulsarów, PSR 0329+54.

kryto inny, szybszy, o okresie 0,00156 s. Niemal natychmiast po odkryciu pulsów radiowych przychodzących z Mgławicy Kraba okazało się, że — w odróżnieniu od dotychczas znanych pulsarów — pulsar z Mgławicy Kraba wysyła także pulsy światła widzialnego, później zaś — że także pulsy w promieniach rentgena i gamma. Co więcej, stwierdzono, że pulsuje właśnie ta gwiazda, którą Walter Baade i Herman Minkowski w 1942 roku uznali za gwiazdę pozostałą po wybuchu supernowej obserwowanej w 1054 roku przez Chińczyków.

Już wcześniej, właściwie to od momentu ogłoszenia o odkryciu pierwszego pulsara, przypuszczano, że źródłem pulsującego sygnału może być silnie namagnesowana gwiazda neutronowa, a mechanizmem odpowiedzialnym za regularność przychodzących pulsów jest jej ruch wirowy. Odkrycie pulsara w Mgławicy Kraba wykluczyło praktycznie inne możliwości — konkurencyjne modele nie potrafiły wytłumaczyć tak dużej rozpiętości okresów.

Jeśli pulsary mają rzeczywiście silne pole magnetyczne o niezerowym momencie dipolowym (a dokładniej: o niezerowej jego składowej prostopadłej do osi obrotu), to powinny wysyłać monochromatyczną falę elektromagnetyczną o częstości równej częstości obrotu. Rozchodząca się fala elektromagnetyczna unosi energię, winna więc maleć energia kinetyczna ruchu obrotowego i w rezultacie pulsary powinny zwalniać — okres między pulsami powinien się wydłużać.

Wkrótce, bo już w 1969 roku, hipoteza, że pulsarem jest wirująca gwiazda neutronowa, została potwierdzona obserwacyjnie przez D. W. Richardsa i J. M. Comellę. Stwierdzili oni, że rzeczywiście z biegiem czasu sygnały z pulsara w Mgławicy Kraba przychodzą coraz rzadziej, odstęp między kolejnymi pulsami powoli i systematycznie się wydłuża.

Prawie natychmiastowe utożsamienie tych dziwnych pulsujących obiektów z szybko wirującymi gwiazdami neutronowymi spowodowało gwałtowny wzrost zainteresowania tymi gwiazdami, a także i procesami, które prowadzą do ich powstania.

Gwiazdy neutronowe

Pulsary odkryto piętnaście lat temu, jednak pojęcie gwiazdy neutronowej zostało wymyślone znacznie wcześniej. Wszystko zaczęło się od odkrycia nowej cząstki elementarnej — neutronu. Stało się to w Cambridge w 1932 roku, a odkrywcą był

angielski fizyk James Chadwick. Kiedy wiadomość o tym dotarła do Kopenhagi, Niels Bohr, Leon Rosenfeld i Lew Landau spędzili razem cały wieczór, zastanawiając się nad konsekwencjami istnienia neutronów. Tego wieczoru Landau wpadł na pomysł, że w zasadzie mogą istnieć gwiazdy zbudowane z ciasno upakowanych neutronów — takie monstrualne jądra atomowe, w których rolę siły zlepiającej poszczególne cząstki spełnia siła grawitacji. Gwiazdy neutronowe zostały wymyślone niemal równocześnie i zupełnie niezależnie przez Waltera Baadego i Fritza Zwicky'ego, którzy dodatkowo podali sposób, w jaki takie gwiazdy mogłyby powstawać. Powiązali oni eksplozje supernowych z procesem przemiany zwykłych, „żywych" gwiazd w gwiazdy neutronowe. Jedną z takich hipotetycznych gwiazd neutronowych miała być właśnie centralna gwiazda Mgławicy Kraba, zwana dawniej gwiazdą Baadego, a dzisiaj znana jako pulsar PSR 0531 + 21.

Gwiazd neutronowych szukano, zanim jeszcze odkryto pulsary. Próbowano wykryć termiczne promieniowanie rentgenowskie wysyłane przez stygnące powierzchnie młodych gwiazd. Nikt jednak nie przypuszczał, że gwiazdy neutronowe same dadzą znać o swoim istnieniu.

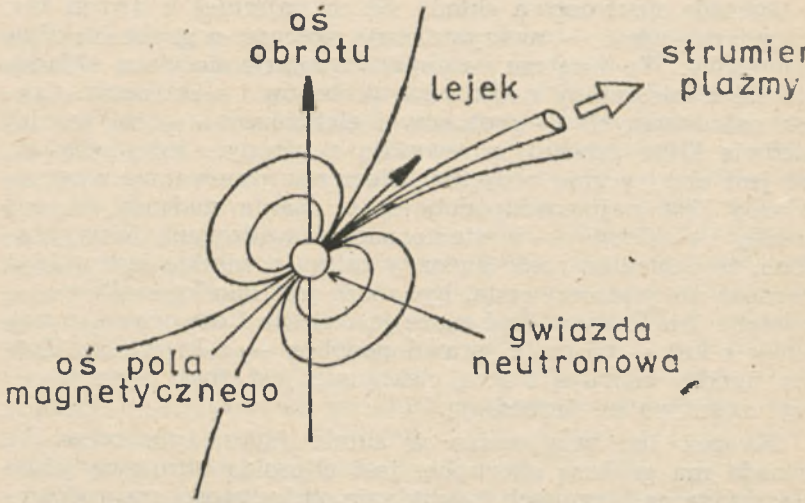
Gwiazda neutronowa jest obiektem o promieniu kilku, najwyżej kilkunastu kilometrów i o masie bliskiej masie Słońca, co oznacza, że średnia gęstość materii w jej wnętrzu przewyższa nieco gęstość materii w jądrach atomów. Jeśli spytamy fizyka-teoretyka o masy gwiazd neutronowych, odpowie, że w zasadzie mogą istnieć gwiazdy neutronowe o masach od około 0,1 $M_\odot$ do M_{max}, przy czym teoria nie precyzuje ściśle wartości M_{max}, stwierdza jedynie, że M_{max} najprawdopodobniej nie jest większe niż 3 $M_\odot$. Jeśli to samo pytanie zadamy astrofizykowi, odpowie, że nie wszystkie możliwe stany muszą być w przyrodzie realizowane. Powie, że niewątpliwie istnieją gwiazdy neutronowe o masach między 1 $M_\odot$ a 2 $M_\odot$, lecz nie ma żadnych dowodów na to, iż może powstać gwiazda o masie znacznie mniejszej niż 1 $M_\odot$. Symulacje numeryczne, przeprowadzone za pomocą komputerów, sugerują, że wszystkie gwiazdy neutronowe, powstające w wyniku katastroficznego zapadnięcia się centralnej części zwykłych, masywnych gwiazd — gdy te kończą swe aktywne życie, wybuchając jako supernowe — mają bardzo podobne masy, zawsze w przedziale 1,4—1,5 $M_\odot$. Taka gwiazda neutronowa może czasem zwiększyć swoją masę, na przykład jeśli znajduje się w ciasnym układzie podwójnym z normalną gwiazdą, którą powoli „pożera".

Gwiazda neutronowa składa się co najmniej z dwóch faz. Zewnętrzna część — to krystaliczna skorupa o grubości kilku kilometrów. We wnętrzu natomiast znajduje się ciecz, składająca się z mieszaniny neutronów, protonów i elektronów. Cząstek naładowanych — protonów i elektronów — jest w niej zaledwie kilka procent; przeważają neutrony. Oczywiście całość jest elektrycznie obojętna. Ciecz neutronowa we wnętrzu gwiazdy jest najprawdopodobniej w stanie nadciekłym, zaś protony i elektrony — w stanie nadprzewodzącym. Niewykluczone, że centralną część gwiazdy zajmuje wielkie jądro. Jego obecność nie jest oczywista, być może jest ono krystaliczne — podobnie jak skorupa, być może jest ciekłe i utworzone z mezonów π lub — co mniej prawdopodobne — z kwarków. Granica między skorupą i fazą ciekłą nie jest zbyt wyraźna — fazy częściowo się przenikają.

Obrazek ten przypomina w sumie jajko, tyle tylko, że gwiazda ma grubszą skorupkę, jest elipsoidą obrotową lekko spłaszczoną na biegunach (odchylenie od kulistości spowodowane jest ruchem obrotowym) i nie wiadomo, czy w środku jest żółtko, a jeśli jest, to z czego jest zbudowane.

Tajemnica pulsarów czyli... dlaczego pulsary pulsują?

Młoda gwiazda neutronowa ma bardzo silne pole magnetyczne. To pole w połączeniu z szybkim ruchem obrotowym jest przyczyną całej historii. Pulsar — wedle przyjętego dzisiaj modelu — ma pole magnetyczne o strukturze mniej więcej dipolowej, przy czym oś pola nachylona jest względem osi obrotu gwiazdy neutronowej (Rysunek 3). W okolicy biegunów magnetycznych, w małym obszarze tuż nad powierzchnią gwiazdy, powstaje bardzo silne pole elektryczne; między powierzchnią gwiazdy a obszarem tuż nad nią powstaje duża różnica potencjału. Między okładkami tego naturalnego kondensatora przeskakuje najprawdopodobniej iskra. Rozładowuje ona napięcie, ale że jednocześnie wirowanie gwiazdy ładuje w sposób pośredni ten wielki kondensator, wytwarza się stan stabilny. Iskra „pali się" cały czas, tak jak w lampie łukowej. Iskra to w rzeczywistości strumień cząstek, przede wszystkim elektronów i pozytonów, które są gwałtownie przyspieszane w obszarze silnego pola elektrycznego, tak że po opuszczeniu go mają prędkości niewiele mniejsze od prędkości światła. Owe strumienie cząstek poruszają się później w obszarze nad biegunem wzdłuż zakrzywionych linii pola magnetycznego. Cząstki nała-



Rys. 3. Gwiazda neutronowa z zaznaczonymi liniami sił pola magnetycznego. Strumienie plazmy mogą płynąć w całym obszarze wewnątrz lejka. Tylko jeden z takich strumieni został zaznaczony.

dowane poruszając się po łuku muszą promieniować; ruch po łuku jest ruchem przyspieszonym, a przyspieszany ładunek promieniuje. Promieniowanie ładunku poruszającego się po łuku, wzdłuż linii pola magnetycznego, nazywa się promieniowaniem krzywiznowym; w gruncie rzeczy jest to zwykłe promieniowanie hamowania, gdyż emisja zachodzi kosztem energii kinetycznej. Ponieważ te strumienie plazmy poruszają się z prędkościami bliskimi prędkości światła, ich promieniowanie skupione jest w kierunku ruchu — jest to efekt wynikający ze szczególnej teorii względności. W rezultacie nad obydwoma biegunami magnetycznymi gwiazdy neutronowej powstają skierowane na zewnątrz wiązki promieniowania radiowego. Proces emisji jest procesem koherentnym, całe grupy cząstek w strumieniu promieniują zgodnie, tak jak wzbudzone atomy w laserze lub maserze, co sprawia, że strumień promieniowania jest bardzo silny. Strumieniom promieniowania radiowego w przypadku kilku pulsarów towarzyszą także strumienie światła widzialnego, promieni rentgena i gamma.

Strumienie promieniowania są nachylone do osi obrotu podobnie jak całe pole magnetyczne, toteż w miarę obracania się gwiazdy zmieniają swój kierunek w przestrzeni — omiatają niebo. W chwili, gdy któryś z nich zahacza o Ziemię, odbie-

ramy sygnał z pulsara — puls promieniowania radiowego, widzialnego, rentgena lub gamma. Oczywiście są i takie pulsary, które omiatając niebo swoim promieniowaniem, nie natrafiają na Ziemię. Takich pulsarów nie możemy obserwować. Ocenia się, że zaledwie jeden pulsar na pięć, omiatając niebo swoim promieniowaniem, zahacza przy tym o Ziemię.

Model ten tłumaczy wielką stabilność odstępu między pulsami — zegarem pulsara jest wirująca gwiazda neutronowa, a okres pulsara to po prostu okres obrotu gwiazdy. W ten to sposób — jeśli tylko nasz model pulsara jest prawdziwy — z zachowania się okresu pulsara można wnioskować o własnościach gwiazd neutronowych, o ich budowie wewnętrznej, o polu magnetycznym. Prócz kierunkowego promieniowania, objawiającego się nam w postaci pulsów, pulsar wysyła we wszystkich kierunkach „zwykłą" monochromatyczną falę elektromagnetyczną o częstości równej częstości wirowania i o natężeniu największym w płaszczyźnie prostopadłej do osi obrotu. Tego „zwykłego" promieniowania nie możemy zaobserwować na Ziemi, gdyż jego natężenie jest znacznie słabsze. Jednakże w bilansie energii liczy się przede wszystkim właśnie to „zwykłe" promieniowanie. Energia wypromieniowywana przez pulsar w postaci wąskiego snopu promieniowania stanowi drobny ułamek traconej energii, większość unoszona jest przez to „zwykłe" promieniowanie wirującego dipola.

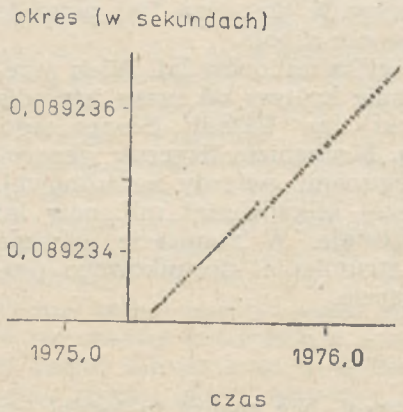
Przeciętny pulsar liczy sobie kilka milionów lat. Wiek przeciętnego pulsara jest więc znacznie krótszy od czasu istnienia Wszechświata, naszej Galaktyki czy Układu Słonecznego. Oznacza to, że pulsary umierają. Mechanizm fizyczny, generujący strumienie cząstek nad biegunami gwiazdy neutronowej, działa przez kilkanaście, najwyżej kilkadziesiąt milionów lat po jej narodzeniu. Później przestaje. W rezultacie gwiazda neutronowa przestaje wysyłać strumienie kierunkowego promieniowania, przestaje być pulsarem.

Zmiany okresu

Pulsary są bardzo dobrymi zegarami. Nie znaczy to jednak, że są zegarami idealnymi. Odstęp między kolejnymi pulsami, czyli okres pulsara, powoli się wydłuża. W ciągu roku okres przeciętnego pulsara wydłuża się o $5 \cdot 10^{-7}$ swojej wartości. Zegar zwalnia. Korzystając z obserwacji przeprowadzonych w ciągu roku czy dwóch można dość dobrze przewidzieć szybkość jego chodu w następnych latach.

Nie wszystkie pulsary zwalniają jednak w sposób do końca przewidywalny. Młode pulsary „cierpią" na ciągłe zaburzenia prędkości wirowania — okres z biegiem czasu powoli się wydłuża, fluktuując w pobliżu wartości przewidywanej na dany moment, raz jest nieco za mały, raz nieco za duży. Zaburzenia te są najprawdopodobniej spowodowane jakimś procesem przypadkowym.

Zdarza się też, że systematycznie wydłużający się okres nagle skokowo maleje, po czym pulsar dalej spokojnie zwalnia. Do tej pory zauważono takie gwałtowne zmiany okresu u trzech pulsarów: tego z Mgławicy Kraba, tego z Żagla i jeszcze jednego, oznaczanego symbolem PSR 1641-45. We wszystkich trzech przypadkach nieciągłość w wirowaniu polegała na tym, że okres pulsara nagle zmalał — wygląda na to, że nagle gwiazda neutronowa zaczęła wirować nieco szybciej. U pulsara w Żaglu, PSR 0833-45, w ciągu 14 lat obserwacji dostrzeżono 6 dużych skoków okresu, $\Delta P/P$ wahało się między $-1 \cdot 10^{-6}$ a $-3 \cdot 10^{-6}$. Systematyczne zmiany w czasie między skokami były jednak znacznie większe — skoki objawiały się jako małe zaburzenia w dominującym zwalnianiu. Nadal nie wiadomo do końca, jaka jest przyczyna tych nieciągłości.



Rys. 4. Nieciągłość okresu pulsara w Żaglu, PSR 0833-45, z 1975 roku. Data 1975,0 oznacza początek 1975 roku. Punktami zaznaczone zostały kolejne pomiary okresu (obserwacje). Moment skoku nie jest dokładnie znany, skok nastąpił pomiędzy 25 a 30 września.

Pulsary w 15 lat po odkryciu

Do dzisiaj odkryto 333 pulsary. Najprędzej wirujący ma okres 0,00156 s, najwolniej wirujący ma okres 4,308 s, a przeciętny pulsar — około jednej sekundy. Najmłodszy pulsar, tkwiący

w środku Mgławicy Kraba, ma 929 lat i okres 0,03313 s — tylko jeden pulsar wiruje szybciej od niego.

Ostatnio, jesienią 1982 roku, odkryto pierwszy pulsar poza naszą Galaktyką — znajduje się on w Wielkim Obłoku Magellana. Wszystkie pozostałe są znacznie bliżej, znajdują się w obrębie naszej Galaktyki. Najbliższy jest w odległości 80 parseków (PSR 1929+10). Typowy pulsar znajduje się w odległości 2 kiloparseków.

Do tej pory udało się zmierzyć pochodną okresu (czyli szybkość zmian okresu) dla 286 pulsarów. We wszystkich przypadkach okres powoli się wydłuża, prędkość ruchu obrotowego gwiazdy systematycznie maleje. Znając szybkość zwalniania ruchu obrotowego można ocenić natężenie pola magnetycznego na powierzchni gwiazdy neutronowej. I znów najsilniejsze pole to $2 \cdot 10^{13}$ gausów, najsłabsze $2 \cdot 10^{10}$ gausów, a typowe $2 \cdot 10^{12}$ gausów. Nie znamy dzisiaj innych obiektów o tak silnych polach magnetycznych.

W ciągu tych piętnastu lat odkryto zaledwie trzy pulsary związane w układach podwójnych. Jest to znamienne, zważywszy, że 50—60% gwiazd w Galaktyce znajduje się w układach wielokrotnych, złożonych z dwóch lub większej liczby gwiazd. Najwyraźniej pulsary wolą samotność. Prawdopodobnie gwiazdy neutronowe, związane w układach podwójnych z innymi, zwykłymi gwiazdami, nie mogą stać się pulsarami, gdyż warunki są ku temu niesprzyjające. Nawet niewielka ilość materii, uciekająca z atmosfery aktywnego towarzysza i osadzająca się na gwieździe neutronowej, wystarcza, by zanieczyścić jej okolice na tyle, żeby proces, w którym powstaje emisja radiowa, nie mógł zachodzić. (Takie gwiazdy neutronowe w ciasnych układach podwójnych dają znać o swoim istnieniu innymi sposobami — materia spadając na gwiazdę neutronową ogrzewa się i wysyła promienie rentgena; w przypadku bardzo starych gwiazd neutronowych, o polu magnetycznym bardzo słabym jak na gwiazdy neutronowe, może dojść do gwałtownego, wybuchowego spalania materii spływającej i osadzającej się na powierzchni gwiazdy. W pierwszym przypadku obserwujemy regularnie pulsujące źródło rentgenowskie, w drugim — nieregularnie powtarzające się wybuchy, objawiające się w postaci nieregularnych błysków promieni rentgena). Niewątpliwie jednak część gwiazd, z których później powstały pulsary, musiała być związana w układach wielokrotnych. Układy te zostały najprawdopodobniej rozerwane w czasie narodzin gwiazd neutronowych.

ANDRZEJ WOSZCZYK — Toruń

O NATURZE KOMET

Perspektywa powrotu najsłynniejszej chyba z komet, komety Halleya, wzmogła aktywość naukową w dziedzinie badań kometarnych, a wśród szerokiej publiczności pobudziła zainteresowanie tymi ciekawymi obiektami kosmicznymi.

Komety były widziane i opisywane od tysięcy lat. Jasna kometa zwolna przemieszczająca się po niebie, z dnia na dzień zmieniająca swój kształt, jest na pewno najbardziej widowiskowym zjawiskiem niebieskim i stosunkowo często dostępnym dla nieuzbrojonego oka. Tajemnicze ukazywanie się komety na niebie było zwykle przyjmowane przez naszych przodków z lękiem i grozą. W czasach średniowiecza w Europie wierzono, że komety są trującymi gazami ziemskiej atmosfery. Wśród niektórych ludów i plemion ta sprawa jeszcze do dzisiaj nie zmieniła się wiele. W 1910 roku Ziemia przechodziła przez warkocz komety Halleya, a zapowiedź tego faktu spowodowała znaczną panikę. Niektórzy robili olbrzymie fortuny na produkcji i sprzedaży „pigułek kometarnych", które miały uchronić kupujących od „trujących oparów komet". Nawet w 1973 roku, gdy kometa Kohoutka przechodziła w pobliżu Słońca, ukazało się wiele wydawnictw przepowiadających spustoszenia i nieszczęścia z tym faktem związane.

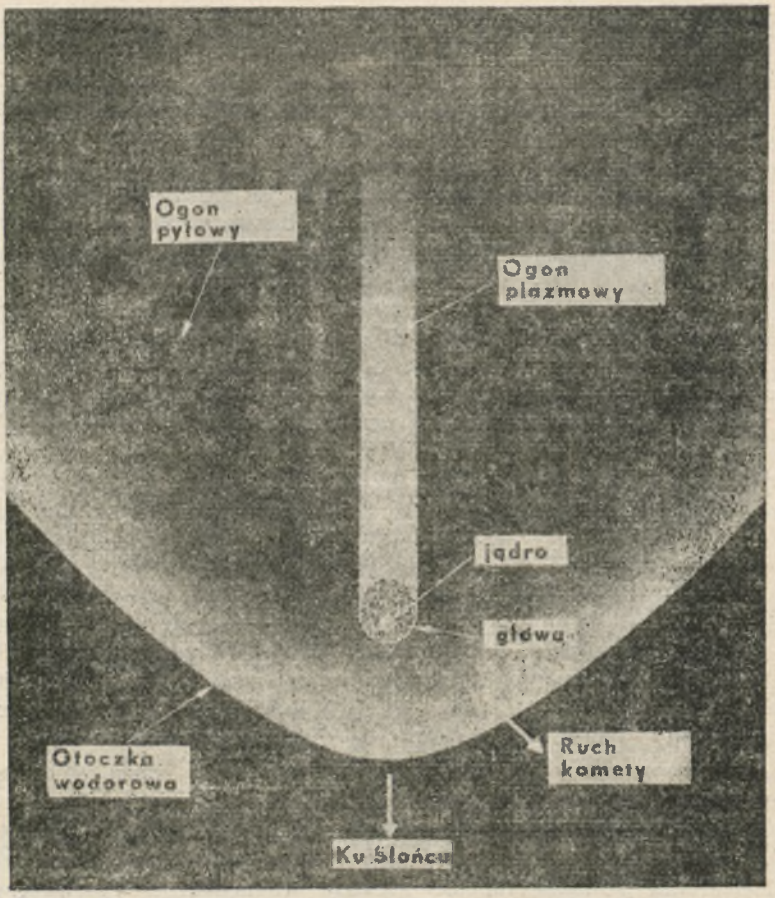
Pierwszą chyba, poważną naukową obserwację komety przeprowadzono w roku 1577. Do tej pory panowało arystotelesowskie przekonanie, że komety są zjawiskami atmosferycznymi związanymi z naszą Ziemią. Tycho Brahe rozumował, że jeżeli komety są rzeczywiście zjawiskami atmosferycznymi, to powinno się odkryć przesunięcie paralaktyczne pozycji komety z różnych miejsc na Ziemi — np. astronomowie w Niemczech i we Francji, obserwujący tę samą kometę, powinni ją widzieć na tle różnych gwiazd. Ponieważ nie stwierdzono przesunięcia paralaktycznego komety z roku 1577, Tycho Brahe wnioskował, że komety muszą być co najmniej 3 razy dalej od Ziemi niż odległość do Księżyca.

Kolejnym dużym postępem w badaniu komet było opublikowanie w 1705 roku przez Edmunda Halleya rachunków orbit około 2 tuzinów komet poprzednio obserwowanych. W tej publikacji Halley zauważył, że jasne komety widziane w 1531, 1607 i 1682 roku mają bardzo podobne orbity i że mogą być tą samą kometą powracającą co 76 lat. W kolejnym powrocie

oczekiwana kometa pojawiła się w dzień Bożego Narodzenia 1758 roku i została, najwłaściwiej chyba, nazwana kometą Halleya.

Średnio co roku odkrywa się około tuzina komet, często zupełnie przypadkowo. Nowo odkryty obiekt zostaje nazwany nazwiskiem odkrywcy oraz prowizorycznie oznaczony rokiem odkrycia i literą wskazującą na kolejność odkrycia w danym roku. Później otrzymuje oznaczenie definitywne wskazujące rok i kolejne przejście komety przez peryhelium w danym roku. Na przykład, gdy duński astronom Richard West w 1975 roku odkrył na swych kliszach, uzyskanych teleskopem Schmidta w Obserwatorium ESO w Chile, kometę, była to 14 kometa w tym roku i otrzymała oznaczenie 1975n oraz nazwę komety Westa. Ponieważ okazało się że była szóstą znaną kometą przechodzącą przez peryhelium w roku 1976, otrzymała definitywne oznaczenie 1976 VI. Wędrowała w całej swej krasie po wiosennym niebie 1976 roku i była jedną z najpiękniejszych komet ostatniego dziesięciolecia. Dotychczas obserwowano ponad 2 tysiące pojawień się komet. Ostatnio opublikowany (w 1982 r.) katalog orbit komet B. Marsdena zawiera informacje o 710 znanych kometach. 121 z nich porusza się po orbitach wyraźnie eliptycznych, obiegając Słońce w okresie mniejszym niż 200 lat. Pozostałe 589 obiektów to tzw. komety jednopojawieniowe, a wyznaczone dla nich orbity mają kształt bliski paraboli (316 jest dokładnie parabolicznych podczas gdy 169 eliptycznych i 104 hiperbolicznych).

Komety są zwykle odkrywane w drodze ku nam w odległości kilku jednostek astronomicznych od Słońca. W tak dużych odległościach kometa wygląda jak mała rozmyta plamka. Dopiero gdy obiekt ten zbliży się na odległość tzw. planet wewnętrznych, rozpoczyna się zwykle formowanie charakterystycznego kształtu komety. Promieniowanie Słońca powoduje „parowanie" (ściślej sublimację) lodów jądra komety. Gazy otaczające jądro stanowią głowę komety. Wiatr słoneczny i ciśnienie promieniowania słonecznego „zdmuchujące" te gazy w kierunku przeciwnym od Słońca powodują powstawanie powłóczystego ogona, w literaturze polskiej zwykle nazywanego warkoczem. W miarę zbliżania się do Słońca rośnie zarówno wielkość i jasność mgiełki stanowiącej głowę komety, jak i jasność i długość warkocza. Po przejściu wokół Słońca, w miarę oddalania się komety, sytuacja się odwraca. Jest rzeczą bardzo charakterystyczną, że w całym okresie swego istnie-



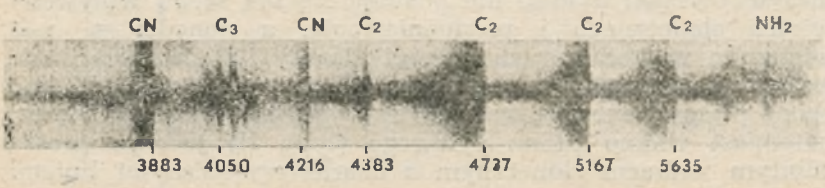
Rys. 1. Schemat struktury komety.

nia, niezależnie od kierunku ruchu komety, jej warkocz zawsze jest skierowany radialnie w kierunku od Słońca.

Kształty i rozmiary komet są bardzo różne. Niektóre komety mają jasną głowę i krótki, szczeciniasty warkocz. Inne mają małą głowę i bardzo długi, powłóczysty ogon. Niezależnie od tego typu różnic komety mają wiele cech wspólnych. Jedyną częścią komety stanowiącą ciało stałe jest jądro. Najlepiej można zrozumieć naturę komety zakładając, że to jądro jest aglomeratem materii meteorytowej i lodów metanu, amoniaku

i wody. Jest to słynny model jądra kometarnego w postaci tzw. „brudnej kuli śniegowej" zaproponowany przez Freda Whipple'a w 1950 roku. Średnicę takiego jądra ocenia się na 1 do 5 km, a jego masę na 10^{14} do 10^{20} g, czyli na mniej niż jedną stumilionową masy ziemi.

Gdy taka bryłka materii zbliży się do Słońca na odległość kilku jednostek astronomicznych, następuje sublimacja gazów z jej lodów, co daje właśnie początek zjawisku, które nazywamy kometą. Gazy mogą porywać z jądra za sobą drobne frakcje pyłowe. Otoczka gazowa wokół jądra może osiągać średnicę od 50 tys. do 250 tys. kilometrów. Mimo tak znacznych rozmiarów, gęstość tych gazów jest bardzo mała — 10 do 100 cząsteczek na cm^3. Pamiętajmy, że w atmosferze ziemskiej w której żyjemy, na powierzchni Ziemi, w 1 cm^3 jest 10^{23} cząsteczek powietrza. Gdy kometa przechodzi na tle gwiazdy, to gazy jej głowy nie są zdolne w sposób znaczący osłabić jasności tej



Rys. 2. Typowe widmo kometarne w odległości około 1 jednostki astronomicznej od Słońca. Obok opisanych pasm molekularnych będących rezultatem fluorescencji gazów głowy komety widoczne jest silne, centralne widmo ciągłe pochodzące od rozproszenia światła słonecznego na stałych i pyłowych częściach komety.

gwiazdy. Analiza widmowa wykazała, że głowa komety zawiera takie molekuły i rodniki jak C_2, C_3, CN, OH, NH, CH, i NH_2, a czasem molekułę izotopową $C^{12}C^{13}$ i molekuły zjonizowane OH^+, CH^+, i H_2O^+. Pasma tych cząstek pojawiają się w pewnym porządku, w miarę jak odległość heliocentryczna komety maleje. Najpierw, już w odległości około 3 jedn. astr. pojawiają się pasma CN i C_2. W bardzo małych odległościach od Słońca ($< 0,8$ jedn. astr.) pojawiają się też linie metali: najpierw sodu, a jeszcze bliżej Słońca ($< 0,1$ jedn. astr.) żelaza, niklu, a nawet chromu, kobaltu i zjonizowanego wapnia. Na falach radiowych wykryto w kometach obecność CH, OH, HCN, CH_3CN i H_2O.

Parowanie lodu wody, a następnie dysosjacja H_2O musi powodować uwalnianie dużej ilości atomów wodoru czego konsekwencją jest tworzenie się dużej otoczki wodorowej wokół głowy. Istnienie takiej otoczki było nieznane aż do roku 1970

ze względu na to, że wodór emituje swe promieniowanie głównie w ultrafiolecie (linia Lymann alfa), który nie jest przepuszczany przez atmosferę ziemską. Otoczka wodorowa komety została odkryta przez Orbitalne Obserwatorium Astronomiczne najpierw w komecie Bennetta 1970 II, a później w innych. Rozmiary tej otoczki sięgają od 10 do 40 milionów kilometrów.

Jak już powiedzieliśmy, ciśnienie promieniowania słonecznego oraz cząstki wiatru słonecznego zdmuchują część materii głowy powodując powstanie warkocza kometowego. Lekkie molekuły zjonizowane np. CO^+, N_2^+, CO_2^+, H_2O^+ są łatwo „zdmuchiwane" przez wiatr słoneczny (przy dodatkowych efektach powodowanych przez pole magnetychne) dokładnie w kierunku przeciwnym do Słońca i tworzą tzw. ogon jonowy albo plazmowy (zwany też warkoczem typu I). Warkocze te są cząsto siedliskiem wzmożonej aktywności pobudzanej oddziaływaniem z plazmą międzyplanetarną oraz aktywnością. Bardziej masywne cząski pyłowe nie poddają się tak łatwo wpływowi wiatru słonecznego i promieniowania, a ponadto są pod większym wpływem ruchu samej planety i tworzą warkocze wyraźnie odchylone od kierunku Słońca — kometa. Widmo ogona plazmowego jest widmem emisyjnym świecących jonów, natomiast widmo ogona pyłowego (typu II) jest po prostu odbitym widmem słonecznym z charakterystycznymi liniami absorpcyjnymi.

Długości warkoczy od 30 do 80 milionów kilometrów nie stanowią rzadkości. Wielka kometa 1843 roku miała warkocz długości 320 mln. kilometrów. Gęstość materii w warkoczu jest jeszcze mniejsza niż w głowie: od 1 do 10 cząsteczek na cm^3. Całą materię warkocza komety można by swobodnie zapakować do podróżnej torby i z nią spacerować.

Świecenie komet jest powodowane z jednej strony rezonansowym wzbudzaniem gazów kometarnych przez promieniowanie słoneczne i fluorescencyjną emisję ich charakterystycznych pasm, a z drugiej strony rozpraszaniem tegoż promieniowania słonecznego na cząstkach stałych pyłu kometarnego i na cząstkach gazowych, co daje widmo ciągłe z absorpcyjnymi liniami Fraunhofera. To odbite widmo słoneczne pochodzi głównie od jądra, otaczających go pyłów i warkocza typu II. Emisyjne widmo gazów kometarnych modulowane jest ilością energii słonecznej dostępnej w określonych „rezonansowych" długościach fali. Ponieważ różna może być prędkość komety względem Słońca, efekt Dopplera może powodować, że dla jednej komety rezonansowa długość fali dysponować będzie dużą

ilością energii słonecznej, a dla innej może w niej przypaść depresja powodowana silną linią absorpcyjną widma słonesznego. Stąd pochodzą obserwowane różnice w widmach komet. Zrozumiał to pierwszy astrofizyk belgijski Pol Swings i efekt ten nazywa się dzisiaj efektem Swingsa.

Obserwowana jasność komety bardzo silnie zależy od jej względnego położenia w stosunku do Słońca i do Ziemi. Piszemy zwykle:

$$B = B_0 r^{-n} \Delta^{-2},$$

gdzie B_0 jest parametrem charakteryzującym bezwzględną jasność komety, r — odległością heliocentryczną komety, a Δ odległością od obserwatora. Ze zmianą odległości od Ziemi następuje tylko geometryczna zmiana obserwowanego blasku. Natomiast charakter zmian blasku komety ze zmianą odległości heliocentrycznej jest zupełnie inny. Wykładnik n ma wartość w granicach od 4 do 10. Jest on różny dla różnych komet, a dla tej samej komety inny jest np. przed przejściem komety przez peryhelium i inny po przejściu. Przy jego pomocy komety mogą być charakteryzowane i klasyfikowane. Celem badań fotometrycznych komet jest właśnie wyznaczenie parametrów B i n.

Przechodząc do skali wielkości gwiazdowych otrzymujemy:

$$m = m_0 + 2{,}5\, n \log r + 5 \log \Delta$$

m_0 nazywa się jasnością absolutną komety i jest to jasność jaką miałaby kometa gdyby znajdowała się w jednakowej odległości zarówno od Słońca jak i od Ziemi, równej 1 jednostce astonomicznej.

Oczywiście dla komet nie ma sensu uprawianie fotometrii w postaci np. wielobarwnej fotometrii gwiazdowej UBV. Barwy tej fotometrii nie mają bowiem żadnego fizycznego sensu dla komet. Trzeba w tym przypadku wybrać takie filtry, które przepuszczają określone pasma molekuł kometarnych i mierzą blask komety np. w pasmach CN, C_2, czy też w określonym miejscu widma ciągłego.

Istnieje wiele teorii pochodzenia komet. Jedne zakładają ich pochodzenie międzygwiazdowe (Laplace, Lyttleton), a inne pochodzenie planetarne (Lagrange, Tisserand). Najbardziej powszechnie akceptowaną jest obecnie teoria Oorta, który opierając się na cechach orbitalnych komet doszedł do wniosku w 1950 roku, że powinien istnieć swoisty rój komet otaczający system planetarny w odległości 50 — 150 tys. jedn. astronomicznych (ok. 1 roku świetlnego). Ponieważ komety zbliżają się do Słońca ze wszystkich kierunków, tzw. chmura Oorta

musi być sferyczna i może zawierać około 100 milionów komet. Ich całkowita masa byłaby porównywalna z masą Ziemi. Chmura ta mogłaby się utworzyć w pierwotnej mgławicy słonecznej w pobliżu jakiejś wielkiej planety w tym samym czasie, gdy się tworzyły planety, lub w momencie wydarzeń, które doprowadziły do powstania pierścienia planetoid krążących między Marsem a Jowiszem. W obecne miejsce chmura komet mogła być wypchnięta pod wpływem perturbacji planetarnych. Perturbacje pochodzenia gwiezdnego mogłyby powodować wyrwanie komety z tej chmury: jedne uchodziły na zewnątrz, opuszczając na zawsze Układ Słoneczny, inne kierowały się do środka dążąc w pobliże Słońca i dając początek zjawisku nowej komety.

Gdy kometa przemierza przestrzeń Układu Słonecznego, jej orbita może być zasadniczo zmieniona działaniem pola grawitacyjnego planet, a szczególnie Jowisza. Istnieje grupa kilkudziesięciu komet krótkookresowych, zwana jowiszową rodziną komet, która zapewne w ten sposób powstała.

Czasem zdarza się, że kometa wędruje po orbicie znacznie zbliżającej się do Słońca. Mówimy nawet o rodzinie komet „muskających" Słońce. Ogromne siły przypływowe oraz grzanie powodują wtedy rozpad jądra kometarnego. Na przykład w 1846 roku jądro okresowej ($P = 7$ lat) komety Bieli rozpadło się na dwie części, co można było widzieć jeszcze w następnym jej powrocie w 1852 roku. W późniejszych terminach powrotu w latach 1872 i 1885 zamiast komety obserwowano już tylko obfity spadek meteorów. Podobnie istnienie znanego roju meteorów Drakonidów wiążemy z kometą Giacobiniego—Zinnera. Istnieje wiele przykładów tego typu. Współcześnie obserwowaliśmy rozpad wspomnianej już komety Westa w marcu 1976 roku, na 4 części.

Niekiedy komety przechodzą tak blisko Słońca, że po prostu „zderzają się" z nim i całkowicie giną wyparowując w jego atmosferze. Przypadki takie zostały obserwacyjnie odkryte dopiero w 1981 roku, a *Urania* (nr 4/1982) informowała już o tym.

KRONIKA

Z prac polskich astronomów w 1982 roku

Kontynuując coroczną informację o osiągnięciach polskich astronomów wymieńmy niektóre z ciekawszych wyników minionego roku. Do najwartościowszych należy zaliczyć opracowania pomiarów promieniowa-

nia rentgenowskiego różnych obiektów. Na podstawie analizy obserwacji retngenowskich wybuchających gwiazd neutronowych zwanych bersterami, dr Mirosław Sztajno (pracownia krakowska Centrum Astronomicznego PAN) opracował fenomenologiczny model wybuchu, który przewiduje, że wybuchem objęta jest tylko część powierzchni gwiazdy różna w zależności od tempa akręcji materii i zmieniająca się w poszczególnych wybuchach. Dr Andrzej Sołtan (Centrum Astronomiczne PAN) podczas pobytu w Centrum Astrofizycznym w Cambridge (USA) przeprowadził statystyczną analizę pomiarów promieniowania rentgenowskiego bogatych gromad galaktyk i stwierdził istotną różnicę w rozkładzie jasności gromad różnych klas liczebności. Okazuje się, że najbogatsze gromady są stosunkowo rzadko słabymi źródłami rentgenowskimi. Badając natomiast możliwość występowania bardzo słabych aktywnych jąder w normalnych galaktykach doszedł do wniosku, że prawdopodobnie większość galaktyk spiralnych zawiera w centrum źródło rentgenowskie o jasności 10^{40}—10^{42} erg/s. Tak znaczna koncentracja przestrzenna słabych źródeł jest zgodna z głębokimi rentgenowskimi przeglądami nieba i nakłada bardzo silne ograniczenia na tempo ewolucji tych obiektów. Wzrost jasności nie może przekraczać czynnika 7 dla przesunięcia ku czerwieni równego 1 (dla kwazarów obserwuje się wzrost o czynnik większy od 1000).

Nowe wyjaśnienie pochodzenia promieniowania rentgenowskiego z Syriusza B podali prof. Wojciech Dziembowski i mgr Krzysztof Gęsicki (Centrum Astronomiczne PAN). Podobnie jak we wcześniejszych interpretacjach przyjęli oni istnienie gorącej korony wokół gwiazdy, ale stwierdzili, że mechanizmem odpowiedzialnym za jej grzanie jest nie konwencja lecz oscylacje, których samowzbudzenie zostało wykazane teoretycznie.

Drugą dziedziną, która przyniosła ciekawe rezultaty, to teoria dysków akrecyjnych. Prof. Józef Smak (Centrum Astronomiczne PAN) skonstruował modele struktury wertykalnej dysków akrecyjnych w zastosowaniu do kataklizmicznych układów podwójnych gwiazd, uwzględniając efekty związane z małą grubością optyczną oraz odstępstwa od równowagi termicznej. Pozwoliły one na lepsze zrozumienie odkrytej uprzednio niestabilności dysków akrecyjnych w niskich temperaturach. Dr Marek Abramowicz (Centrum Astronomiczne PAN) podczas pobytu w Oxfordzie (Anglia) znalazł — razem ze współpracownikami — metodę pozwalającą na matematyczne modelowanie powolnej ewolucji dysku akrecyjnego wokół czarnej dziury. Pozwala ona na uwzględnienie procesów, które z powodu komplikacji matematycznych nie były dotychczas brane pod uwagę. Wstępne wyniki badań problemu samograwitacji w dyskach akrecyjnych pokazują, że wbrew panującej powszechnie wśród specjalistów opinii, samograwitacja ma w pewnych przypadkach decydujące znaczenie w kształtowaniu globalnej równowagi nawet bardzo mało masywnych i niezbyt gorących dysków. Dr Abramowicz opracował ponadto teorię optycznie grubych strug materii wytryskującej z dysków akrecyjnych okrążających czarne dziury. Ma ona znaczenie przede wszystkim dla modelowania obiektu SS 433. O jego zagadkowości pisaliśmy w *Uranii* w numerach 12/1980 i 1/1981.

W ramach prac mających na celu diagnostykę zewnętrznych warstw atmosfer gwiazd późnych typów widmowych grupa gdańskich astrofizyków kierowana przez prof. Roberta Głębockiego (Instytut Fizyki Uniwersytetu Gdańskiego) wykonała badania chromosfer oraz warstwy przejściowej chromosfera-korona w gwiazdach, przyjmując jako

punkt wyjścia Słońce oraz uwzględniając efekty związane z obecnością pól magnetycznych. W szczególności:

a) uzyskano teoretyczne modele chromosfer gwiazd ciągu głównego,

b) zinterpretowano podstawowe obserwacje emisji chromosferycznych przez konstrukcję średnich „empirycznych" modeli,

c) stwierdzono ścisłą korelację emisji chromosferycznych z rotacją gwiazdy w oparciu o analizę układów podwójnych,

d) przedyskutowano znaczenie pól magnetycznych w tworzeniu się chromosfer oraz warstw przejściowych chromosfera-korona.

Dr Jerzy Madej (Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu Warszawskiego) stwierdził możliwość występowania zmian profili balmerowskich w widmach atmosfer gwiazd magnetycznych w zależności od fazy obrotu gwiazdy i opracował program obserwacyjny dla wykrycia tch zmian.

Istotne znaczenie dla poznania ewolucji nadolbrzymów mają najnowsze prace doc. Jana Smolińskiego (pracownia toruńska Centrum Astronomicznego PAN). W wyniku opracowań uzyskanych w ciągu 13 lat około 100 widm o dużej dyspersji skrajnego nadolbrzyma HD 217476 (jest to jedna z gwiazd w naszej Galaktyce o największej jasności absolutnej) określił on strukturę rozległej atmosfery tego nadolbrzyma wydzielając w niej trzy części: obszar zjonizowanego wodoru HII, wielowarstwową ekspandującą otoczkę oraz pulsującą fotosferę. Odkrył także, iż nadolbrzym ten jest układem podwójnym o okresie 2,6 lat.

W wyniku porównania widm ultrafioletowych układu podwójnego Beta Lyrae, uzyskanych za pośrednictwem orbitalnego teleskopu ultrafioletowego IUE, z profilami lini obliczonymi dla różnych modeli ekspandującej otoczki układu, dr Henryk Cugier (Instytut Astronomiczny Uniwersytetu Wrocławskiego) znalazł tempo utraty masy przez ten układ uzyskując wartość $3 \cdot 10^{-8}$ masy Słońca na rok.

Kontynując numeryczne badania dynamicznej ewolucji gromad kulistych doc. Jerzy Słodółkiewicz (Centrum Astronomiczne PAN) przeanalizował mechanizm oddziaływania gwiazd pojedynczych z układami podwójnymi jako generujący energię w gromadach. Stwierdził, że niewielka liczba (rzędu kilkudziesięciu) układów podwójnych wystarcza do powstrzymania grawitermicznego kolapsu gromad i zmniejszenia stopnia segregacji gwiazd względem mas w gromadach. Wykazał ponadto, że procesy prowadzące do tworzenia się układów podwójnych zachodzą w bardzo niewielkim obszarze gromady (zawierającym mniej niż 0,5% jej masy), a oddziaływanie gwiazd podwójnych z pojedynczymi prowadzą do wydzielania się energii jedynie w wewnętrznym jądrze gromady.

Badania heliofizyczne koncentrowały się na analizie widm promieniowania rentgenowskego rozbłysków słonecznych uzyskanych w programie INTERKOSMOS, a także z satelity Solar Maximum Mission. Prof. Jerzy Jakimiec (Instytut Astronomiczny Uniwersytetu Wrocławskiego) opracował metodykę wykrywania tzw. turbulencji jonowodźwiękowej w wysoko temperaturowej plazmie rozbłysku słonecznego i stwierdził, że w analizowanych rozbłyskach nie ma przejawów takiej turbulencji. Wniosek ten jest ważny dla identyfikacji mechanizmu wydzielania energii w rozbłyskach. Natomiast dr Janusz Sylweser (pracownia wrocławska Centrum Badań Kosmicznych PAN) opracował metodę analizy obrazów uzyskanych z satelity Solar Maximum Mission,

za pomocą której po raz pierwszy precyzyjnie udało się określiść ruch obszarów świecących w rozbłyskach z 7 kwietnia i 31 sierpnia 1980 roku oraz znaleźć związek tych obszarów z temperaturą.

Spośród prac dotytączych Układu Słonecznego wspomnijmy o magnetohydrodynamicznej teorii ogona magnetosfery Jowisza rozwiniętej pod kierunkiem prof. Stanisława Grzędzielskiego (Centrum Badań Ksmicznych PAN). W oparciu o analizę wpływu anizotropii ciśnienia wiatru słonecznego na powierzchnię graniczną ogona odkryto jego asymetrię względem osi łączącej Słońce z Jowiszem. Okazuje się, że spłaszczenie ogona jest dość znaczne: na orbicie Saturna jego szerokość sięga jednej jednostki astronomicznej, a grubość wynosi 0,3 jednostki astronomicznej. Wynik ten został potwierdzony przez pomiary Voyagera 2.

Na zakończenie kilka słów należy się tym razem również służbom astronomicznym, stale prowadzonym przez kilka ośrodków w Polsce. W Astronomicznym Obserwatorium Szerokościowym Centrum Badań Kosmicznych PAN w Borowcu uruchomiono dwa nowe przyrządy, dzięki którym znacznie wzrosła ranga tej stacji obserwacyjnej w różnych międzynarodowych programach badawczych. Całkowicie zbudowany w kraju odbiornik doppplerowski sygnałów radiowych emitowanych przez satelity nawigacyjne, który umożliwia precyzyjne wyznaczanie pozycji, został włączony do systematycznych wyznaczeń ruchu bieguna. Natomiast dzięki wypożyczonej we Francji astrolabii Danjona uruchomiono regularną służbę obserwacyjną zmian szerokości geograficznej.

K. Z.

Pulsary radiowe a supernowe

W Szemachińskim Obserwatorium Astrofizycznym, należącym do Akademii Nauk Azerbejdżańskiej SSR, prowadzone są badania nad przestrzennym rozkładem pulsarów w Galaktyce, częstotliwością ich powstawania i związkami z „normalnymi" gwiazdami. Jak wiadomo pulsary są to szybko rotujące gwiazdy neutronowe, obdarzone silnym polem magnetycznym. Energia pulsarów jest względnie szybko tracona w procesach emisji fal elektromagnetycznych i cząstek relatywistycznych, czemu towarzyszy spadek prędkości wirowania pulsara i obniżenie mocy wysyłanych impulsów radiowych. W trakcie relacjonowanych badań ustalono, że średni wiek obecnie obserwowanych pulsarów wynosi 3,6 mln lat. Starych pulsarów (sądząc ze spowolnienia tempa ich „wygasania") nie jest tak dużo, jak można się było spodziewać w przypadku ich stopniowego starzenia się. Być może w czasie zachodzącego w sposób ciągły spadku prędkości rotacji, osiągają one fazę, w której skokowo maleje natężenie pola magnetycznego powodując, że wirująca gwiazda neutronowa przestaje być pulsarem radiowym. Ustalono też, że pulsary położone są niedaleko od płaszczyzny Galaktyki (średnio około 300 parseków od niej), tworząc rodzaj pierścienia o średnicy około 8 kps. Maksymalna gęstość przestrzenna pulsarów jest obserwowana w odległości około 5 kps od centrum galaktycznego. Podobny rozkład przestrzenny cechuje liczne młode obiekty w Galaktyce: obłoki zjonizowanego wodoru związane z obszarami intensywnego formowania gwiazd, młode gorące gwiazdy, resztki wybuchów supernowych itd. Sądząc z całości materiału obserwacyjnego, macierzystymi ciałami pulsarów są masywne gwiazdy o krótkim czasie życia. Jeśli tak jest, to nie powinny one były zbytnio oddalić się od miejsc swego powstawania w Galaktyce, a same

pulsary powinny być najczęściej obserwowane w rejonach, gdzie tworzą się gwiazdy. Częstotliwość powstawania pulsarów radiowych w Galaktyce oceniono na jeden co 28—55 lat, co w przybliżeniu jest równe częstotliwości rozbłysków supernowych. Porównanie częstotliwości powstawania pulsarów z tempem powstawania i końca gwiazd o różnej masie, pozwoliło związać genetycznie pulsary i gwiazdy o masach większych od 5 mas słonecznych. Właśnie takie masywne gwiazdy kończą swoją ewolucję jako supernowe.

Wg *Astronomiczeskij Żurnał*, 1982, 59, 51, 312.

ZBIGNIEW PAPROTNY

Rozmiary księżyców Urana

Wszelkie oceny rozmiarów księżyców Urana, widocznych przez największe teleskopy tylko w postaci świetlnych punktów, opierały się jak dotąd na bardzo niepewnych podstawach. Dopiero niedawno R. Hamilton Brown, Dale P. Cruishank i David Morrison używając trzymetrowego teleskopu na Mauna Kea (Hawaje) określili pierwsze wiarygodne wartości średnic tych księżyców porównując jasności tych obiektów zmierzone w podczerwieni z jasnościami wizualnymi. Pomiarami zostały objęte wszystkie księżyce Urana z wyjątkiem Mirandy. Otrzymano następujące wartości średnic i albedo:

Księżyc	Średnica	Albedo
Ariel	1330 km	0,30
Umbriel	1110 km	0,19
Titania	1600 km	0,23
Oberon	1630 km	0,18

Niepewności wynoszą przeciętnie około 9% dla średnic i około 18% dla albedo. Nowe pomiary dają niższe albeda i większe średnice, niż wcześniej uważano. Rozmiary księżyców Urana są porównywalne z rozmiarami dużych, lodowych księżyców Saturna (szczególnie Rhei), lecz prawdopodobnie ich powierzchnie są pokryte ciemniejszym materiałem. Podobne pomiary wykonane dla Trytona, księżyca Neptuna, dały wartość średnicy równą 3200±400 km, natomiast dla Plutona nie więcej niż 3000 km. Tak więc, największymi księżycami w Systemie Słonecznym pozostają Ganimedes (5276 km), następnie Tytan (5150 km) i Kallisto (4820 km).

Wg *Sky and Telescope*, 1982, 64, 227.

TOMASZ ŚCIĘŻOR

Errata

Informujemy Czytelników, że współautorem artykułu „Szczecin posiada Obserwatorium Astronomiczne", zamieszczonego w *Uranii* nr 12/1982, jest doc. dr Tadeusz Rewaj.

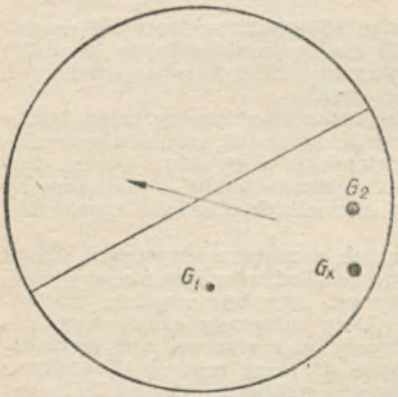
KĄCIK OLIMPIJCZYKA

Opracował M. T. Szczepański

Zadanie z III etapu XXIV Olimpiady Astronomicznej

Mając do dyspozycji stoper i odpowiednio przygotowane do obserwacji refraktory znajdź metodę oraz zaplanuj i przeprowadź obserwacje pozwalające wyznaczyć nieznane współrzędne α_x, δ_x obiektu G_x.

Rysunki przedstawiają pole widzenia refraktorów przygotowanych do obserwacji.



W sytuacji przedstawionej na rysunku pierwszym widoczna w polu widzenia nitka jest równoległa do kierunku wyznaczonego przez gwiazdy oporowe G_1 i G_2, natomiast w sytuacji przedstawionej na rysunku drugim nitka jest równoległa do kierunku wyznaczonego przez gwiazdę G_2 i obiekt G_x. Strzałki wskazują kierunek ruchu dziennego gwiazd w polu widzenia nieruchowego refraktora.

Współrzędne gwiazd oporowych wynoszą odpowiednio:

$\alpha_1 = 4^h35^m17^s7$ $\delta_1 = 15°56'05''$

$\alpha_2 = 4^h36^m17^s8$ $\delta_2 = 15°42'09''$

Rozwiązanie:

Podczas zawodów finałowych XXIV Olimpiady Astronomicznej warunki meteorologiczne były na tyle sprzyjające, że pozwoliły w całości przeprowadzić zadanie o charakterze eksperymentalnym. Wymagało ono od uczestników twórczego podejścia do problemu, tzn. samodzielnego znalezienia metody obserwacyjnej, teoretycznego jej opracowania i wreszcie praktycznego zastosowania przy wyznaczaniu nieznanych współrzędnych obiektu G_x. Na opracowanie części teoretycznej oraz przygotowanie do obserwacji przeznaczono około godziny (zegarowej) czasu. Następnie uczestnik przechodził do obserwatorium astronomicznego w celu przeprowadzenia obserwacji, po czym pozostawało jeszcze co najmniej pół godziny na wykonanie rachunków i opracowanie wyników.

Za pomocą pomiarów czasowych łatwo można określić różnicę rektascensji punktów na sferze niebieskiej na podstawie przejść przez nitkę ustawioną prostopadle do kierunku ruchu dziennego sfery niebie-

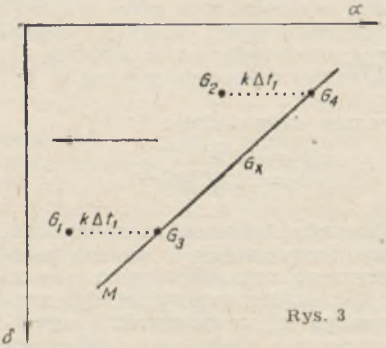
skiej. Wyznaczenie na podstawie pomiarów czasowych różnicy deklinacji stanowi już istotną trudność i właśnie problem ten postawiono przed finalistami. Wprawdzie treść zadania naprowadza na ideę metody rozwiązania problemu, jednak nie podaje przepisu pozwalającego osiągnąć zamierzony cel.

Z treści zadania wynika, że podczas obserwacji pierwszym refraktorem przez nitkę przejdą równocześnie gwiazdy G_1 i G_2, a po pewnym czasie obiekt G_x. Za pomocą stopera można więc zmierzyć odstęp czasu Δt_1 między tymi przejściami. Analogicznie podczas obserwacji prowadzonej drugim refraktorem można zmierzyć odstęp czasu Δt_2 między przejściem przez nitkę gwiazdy G_1 a równoczesnym przejściem gwiazdy G_2 i obiektu G_x.

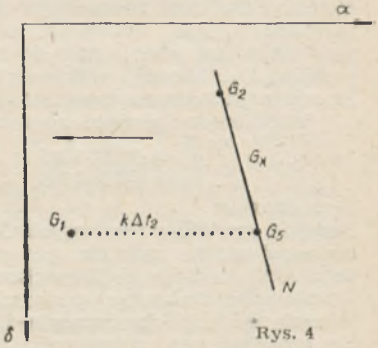
Tak zmierzone interwały czasu nie są różnicami rektascensji rozważanych ciał niebieskich, ponieważ nitki nie są prostopadłe do kierunku obrotu sfery niebieskiej, a więc nie pokrywają się z kołami godzinnymi. Jaka w związku z tym jest ich interpretacja?

Aby odpowiedzieć na to pytanie wprowadźmy lokalny, prostokątny układ współrzędnych. Możemy tak uczynić, ponieważ rozpatrujemy niewielkie odległości kątowe na sferze niebieskiej w pobliżu równika. Zupełnie analogicznie — bez popełnienia większego błędu — postępujemy przy sporządzaniu geograficznych map niewielkich obszarów powierzchniowych Ziemi.

Interwały czasu Δt_1 i Δt_2 są związane z ruchem obrotowym Ziemi i odpowiadają za przesunięcie punktów wzdłuż równoleżników niebieskich w kierunku malejących rektascensji. Aby być zupełnie dokładnym, w rozważaniach teoretycznych należy interwały czasu średniego słonecznego, bo taki czas wskazują stopery, zamienić na czas gwiazdowy. Można to uzyskać przez pomnożenie Δt przez czynnik $k = 366{,}25 : 365{,}25 = 1{,}0027$. Jednak w rozpatrywanym problemie nie ma to praktycznego znaczenia, ponieważ błędy pomiarów są znacznie większe.



Rys. 3



Rys. 4

Rysunki 3 i 4 odpowiadają obrazom widzianym przez refraktory, a więc obróconym w stosunku do rzeczywistych o kąt 180°. Strzałki wskazują kierunek ruchu sfery niebieskiej.

Z pierwszej obserwacji (rys. 3) wynika, że punkt G_x należy do prostej M przechodzącej przez punkty G_3 i G_4, przy czym współrzędne punktów wyoszą: $G_3(\alpha_1 + k\Delta t_1;\ \delta_1)$, $G_4(\alpha_2 + k\Delta t_1;\ \delta_2)$; natomiast z drugiej obserwacji (rys. 4) wynika, że punkt G_x należy do prostej N wyznaczonej przez punkty $G_2(\alpha_2,\ \delta_2)$ i $G_5(\alpha_1 + k\Delta t_2,\ \delta_1)$.

Punkt G_x (α_x; δ_x) musi więc spełniać równanie obu prostych M i N. Jego współrzędne można wyznaczyć np. metodą graficzną lub w oparciu o wiadomości z geometrii analitycznej rozwiązując układ równań liniowych: *

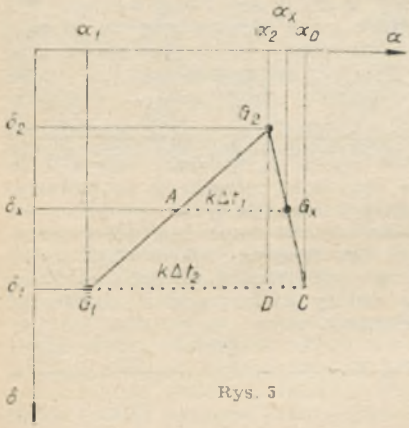
prosta M: $$\delta = \frac{\delta_1 - \delta_2}{\alpha_1 - \alpha_2}(\alpha - \alpha_2 - k\Delta t_1) + \delta_2,$$

prosta N: $$\delta = \frac{\delta_1 - \delta_2}{\alpha_1 + k\Delta t_2 - \alpha_2}(\alpha - \alpha_2) + \delta_2,$$

Stąd, po rozwiązaniu tego układu równań, otrzymujemy interesujące nas zależności:

$$\alpha_x = \alpha_2 + k\Delta t_1 - \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}(\alpha - \alpha_1), \tag{1}$$

$$\delta_x = \delta_2 + \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}(\delta_1 - \delta_2). \tag{2}$$



Rys. 5

Aby wyznaczyć współrzędne punktu G_x (α_x; δ_x) należy więc zmierzyć za pomocą nieruchomego refraktora dwa interwały czasu Δt_1 i Δt_2 wykorzystując ruch dzienny sfery niebieskiej oraz znać współrzędne gwiazd oporowych G_1 i G_2.

Istnieje wiele innych możliwości wyprowadzenia wzorów (1) i (2) w oparciu o rozważania geometryczne. Wprowadzając np. podobny układ współrzędnych jak w poprzednim rozwiązaniu i rozpatrując obie obserwacje jednocześnie otrzymamy sytuację przedstawioną na rys. 5.

Z trójkątów podobnych A G_xG_2 i G_1CG_2 otrzymamy zależność:

$$\frac{k\Delta t_1}{k\Delta t_2} = \frac{\delta_x - \delta_2}{\delta_1 - \delta_2}, \tag{3}$$

a z niej bezpośrednio wynika wzór (2). Natomiast z prostokątnych trójkątów podobnych G_2BG_x i G_2DC mamy:

$$\frac{\alpha_x - \alpha_2}{\alpha_0 - \alpha_2} = \frac{\delta_x - \delta_2}{\delta_1 - \delta_2}.$$

Stąd po uwzględnieniu zależności (3) i prostych przekształceniach:

* W oparciu o wiadomości z geometrii analitycznej równanie prostej przechodzącej przez dwa punkty P_1 (x_1, y_1) i P_2 (x_2, y_2) przedstawia się następująco:

$$y - y_1 = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1}(x - x_1).$$

$$\alpha_x = \alpha_2 + \alpha_0 \cdot \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2} - \alpha_2 \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}. \tag{4}$$

We wzorze tym jedyną niewiadomą jest α_0, ale:

$$\alpha_0 - \alpha_1 = k\Delta t_2. \tag{5}$$

Uwzględniając związek (5) w równaniu (4) otrzymamy po dalszych prostych przekształceniach:

$$\alpha_x = \alpha_2 + k\Delta t_1 - \frac{\Delta t_1}{\Delta t_2}(\alpha_2 - \alpha_1),$$

czyli wynik identyczny jak w poprzednim rozwiązaniu.

Wśród opracowań wykonanych przez finalistów poprawne rozwiązania stanowiły 33%. W części teoretycznej, będącej przygotowaniem do samodzielnej obserwacji, istotną trudność stanowiło matematyczne, w miarę proste postawienie problemu. Natomiast część obserwacyjna, jeśli tylko przygotowany był poprawny program obserwacji, nie przedstawiała trudności.

W najlepszych pracach dokładność uzyskanych rezultatów końcowych — rzędu $0^s.5$ w rektascensji i $10''$ w deklinacji — była więcej niż zadowalająca, zważywszy fakt, iż prace prowadzone były w stresie, a z przyczyn organizacyjnych czas przeznaczony na danym stanowisku wynosił zaledwie 5 minut. Jednak i w takiej sytuacji niektórym finalistom udało się przeprowadzić nawet i po trzy obserwacje, co świadczy o sporej praktyce obserwacyjnej.

Również z przyczyn czysto organizacyjnych do przeprowadzenia obserwacji użyto dwóch refraktorów choć wystarczyłby jeden, ale z możliwością obrotu okularu względem osi optycznej refraktora, co wpływałoby na zmianę położenia nitki względem kół godzinnych.

Przedstawiona w zadaniu oryginalna metoda może być wykorzystywana w praktyce obserwacyjnej, gdyż bez pomocy mikrometru można w oparciu o pomiary czasowe wyznaczać współrzędne różnych obiektów na sferze niebieskiej. W tym celu należy tylko okular wyposażyć w cienką nitkę przymocowaną do diafragmy.

KRONIKA PTMA

Walny Zjazd Delegatów PTMA w Toruniu

W dniach 18—20 lutego 1983 r. odbył się w Toruniu Walny Zjazd Delegatów Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. Zjazd rozpoczął się Uroczystą Wieczornicą w 510 rocznicę urodzin Mikołaja Kopernika w zabytkowej Sali Mieszczańskiej Ratusza Staromiejskiego. Miłym akcentem było nadanie Miastu Toruniowi Złotej Honorowej Odznaki PTMA, którą na ręce prezydenta miasta przekazał Prezes Maciej Mazur. Upamiętniono w ten sposób Zjazd Astronomów w Toruniu w 1923 roku, na którym ówczesne Towarzystwo Miłośników Astronomii wręczyło Prezydentowi Miasta Torunia pamiątkowy dyplom. Dziękując za otrzymane wyróżnienia. Złotą Honorową Odznakę PTMA, a także medal Polskiego Towarzystwa Astronautycznego, prezydent Torunia Romuald Bester powiedział m.in.:

„Toruń dumny jest z faktu, że Okrywca prawdziwego obrazu Wszechświata tu się urodził i wychował i dumie tej daje wyraz w pielęgnowaniu i rozwijaniu idei kopernikowskich... Warto przypomnieć, że

TORVNIOVI
zdawien sławnemu na Mazowszu mieście, kolebce
MIKOLAJA
KOPERNIKA
w 450 rocznicę urodzin wielkiego astronoma polskiego uroczyście w dniu dzisiejszym przez Toruń, rzeczpospolitą cały świat świecona składa ten
DYPLOM
ku czci na pamiątkę towarzystwo miłośników astronomji
1923

Zdjęcie dyplomu pamiątkowego, złożonego na ręce Prezydenta miasta Torunia, P. S. Michałka, przez delegata Towarzystwa Miłośników Astronomii podczas uroczystej akademii ku czci Kopernika dnia 12 lutego 1923 r. Adres powyższy został podpisany przez wszystkich członków Zarządu T.M.A. oraz komitet redakcyjny „Uranii". W Toruniu złożyli ponadto swe podpisy wszyscy uczestnicy I-go Zjazdu Astronomów polskich, będący członkami Towarzystwa.

Wieczornica, w której uczestniczymy, ma już przeszło sześćdziesięcioletnią tradycję. Zaczęła się w 1922 r. w Gimnazjum Toruńskim, z inicjatywy profesorów fizyki Józefa Zagórzańskiego i Jana Szyca (prof. Jan Szyc był po wojnie długoletnim prezesem toruńskiego Oddziału PTMA — przyp. C.I.). którzy zorganizowali ponadto kółka astronomiczne, odbywając regularnie zebrania naukowe. Z inicjatywy tego kółka szkoła otrzymała nazwę Gimnazjum im. Mikołaja Kopernika i do dziś w rocznicę urodzin swego patrona organizuje uroczyste akademie. Po przerwie wojennej tradycja ogólnomiejskich akademii Kopernikowskich została przejęta przez Polske Towarzystwo Miłośników Astronomii i od dwudziestu lat jest kontynuowana wspólnie przez Muzeum Mikołaja Kopernika i PTMA... Wielkie zasługi w szerzeniu kultu Kopernika ma powołana do życia w 1923 r. Książnica Miejska im. Mikołaja Kopernika... Kulminacyjnym momentem aspiracji kopernikowskich Torunia było powołanie w naszym mieście w 1945 r. Uniwersytetu Mikołaja Kopernika, w którym rozwijał się znaczący ośrodek astronomiczny — Obserwatorium Astronomiczne, dobrze znane społeczeństwu z licznych wycieczek szkół i zakładów pracy... Wielki jubileusz kopernikowski przed dziesięciu laty sprowadził do Torunia wielu najwybitniejszych specjalistów, astronomów i historyków, którzy na międzynarodowych sympozjach i kongresach przedstawiali najnowsze wyniki badań otaczającego nas świata i dyskutowali nad konsekwencjami dzieła Wielkiego Syna Toruna... Miejsce szczególnego kultu Kopernika w Toruniu jest powołane do życia przed 22 laty Muzeum Mikołaja Kopernika, które przez swoje wystawy zbliża społeczeństwu postać naszego Uczonego... Regularne odczyty organizowane w murach tego Ratusza Staromiejskiego przez PTMA popularyzują współczesny stan wiedzy o otaczającym nas świecie. Zdając sobie sprawę z możliwości popularyzacji, jakie stwa-

rza Planetarium, PTMA podjęło starania o taką placówkę jeszcze w 1960 r. Dopiero obecnie idea ta jest bliska realizacji, mamy już w Toruniu aparaturę planetaryjną i trwają prace dokumentacyjne pomieszczeń, gdzie będzie zainstalowana. Toruńskie Planetarium ma być częścią składową Muzeum Mikołaja Kopernika. Złotą Honorową Odznakę Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii i Medale Polskiego Towrzystwa Astronautycznego przyjmujemy jako wyraz uznania polskiej społeczności astronomicznej dla wszystkiego tego, co robi społeczeństwo Torunia dla zachowania pamięci i rozwinięcia dzieła Mikołaja Kopernika. Będzie ona nas zobowiązywała do jeszcze aktywniejszej pracy w tej dziedzinie".

Wobec nieobecności prezesa Polskiego Towarzystwa Astronomicznego doc. dr. Jerzego Stodółkiewicza w imieniu tego towarzystwa głos zabrała prof. dr Wilhelmina Iwanowska. Przypomniała, że właśnie przed 60 laty, 19 lutego 1923 r. zebrani na uroczystym posiedzeniu w Toruniu z okazji 450 rocznicy urodzin Mikołaja Kopernika astronomowie polscy zawiązali Polskie Towarzystwo Astronomiczne.

Następnie zebrani wysłuchali dwóch wykładów; „Potrzeba historii w XV i XVI wieku" prof. dr. Aleksandra Gieysztora, prezesa Polskiej Akademii Nauk, oraz „Wszechświat współczesnego astronoma" doc. dr. Andrzeja Woszczyka, dyrektora Instytutu Astronomii UMK w Toruniu. W części artystycznej Wieczornicy wystąpił Chór Chłopięcy z Roubaix we Francji.

Właściwe obrady Zjazdu Delegatów rozpoczęły się w sobotę 19 lutego 1983 r. w siedzibie Towarzystwa Naukowego w Toruniu. Po przemówieniu prezesa Macieja Mazura, życzeniach składanych przez prezydenta Torunia Romualda Bestera i skarbnika Polskiego Towarzystwa Astronomicznego dr. Andrzeja Kusa, przystąpiono do nadania honorowych odznaczeń PTMA. Honorowe członkostwo PTMA nadano Ludwikowi Zajdlerowi, redaktorowi **Uranii** od 1965 r. Złote Honorowe Odznaki PTMA otrzymali: Jacek Burda, Stanisław Czareński, Roman Fangor, Jan Hanasz, Leliks Lamparczyk, Andrzej Lisicki, Jan Mietelski, Marek Zawilski. Srebrne Honorowe Odznaki PTMA otrzymali: Karol Brzeziński, Juliusz Domański, Zbigniew Gałęcki, Longin Gładyszewski, Cecylia Iwaniszewska, Jerzy Kreiner, Jan Kwaśniewicz, Edyta Pilska, Maria Rafińska, Stanisław Steciak, zaś dyplomy honorowe otrzymali: Andrzej Cugowski, S. Kuna, Dariusz Lis, Jan Masłyk, Janina Mazurkiewicz, Helena Neugebauer, Zbigniew Paprotny, Z. Radziszowa, Antoni Stiller, Marek Szczepański, Tadeusz Rewaj. Medale wybite z okazji 15-lecia Oddziału PTMA i 10-lecia Planetarium w Grudziądzu wręczone zostały Zarządowi Głównemu PTMA i Zarządowi Oddziału w Toruniu. Delegaci wysłuchali następnie bogato ilustrowanego przezroczami wykładu doc. dr. Andrzeja Woszczyka „Współczesne badania Układu Słonecznego".

W samo południe, przy dźwiękach hejnału z wieży ratuszowej odbyło się uroczyste składanie kwiatów pod pomnikiem Mikołaja Kopernika na Rynku Staromiejskim, a następnie otwarcie wystawy „Kopernik w pamięci narodów" w Muzeum Mikołaja Kopernika. Tego samego dnia odbyło się również w Toruniu powołanie Federacji Miast Kopernikowskich. Uroczysty akt podpisywali prezydenci Fromborka, Grudziądza, Krakowa, Lidzbarka Warmińskiego, Olsztyna, Torunia i Włocławska, a także prezesi PTMA, Polskiego Towarzystwa Astronomicznego i Polskiego Towarzystwa Astronautycznego.

Po południu delegaci wysłuchali sprawozdań poszczególnych organów PTMA, udzielili absolutorium ustępującemu Zarządowi, a po dyskusji dokonali wyboru nowych władz Towarzystwa. Prezesem został Roman Janiczek (Częstochowa), wiceprezesami — Henryk Chrupała (Chorzów) oraz Krzysztof Ziołkowski (Warszawa, jednocześnie redaktor naczelny **Uranii**), sekretarzem — Stanisław Czareński (Kraków), skarbnikiem — Zbigniew Dworak (Kraków), członkami Zarządu — Lech Barski (Szczecin), Juliusz Domański (Toruń), Jerzy Kreiner (Kraków), Andrzej Lisicki (Gdańsk), Kazimierz Schilling (Olsztyn), zaś zastępcami członków Zarządu — Jerzy Cygan (Wrocław), Jan Hanasz (Toruń), Mirosław Kubiak (Grudziądz). Radę Naukową tworzą: Maciej Bielicki (Warszawa), Honorata Korpikiewicz (Poznań), Tomasz Kwast (Warszawa), Jan Mietelski (Kraków), Konrad Rudnicki (Kraków), natomiast Główną Komisję Rewizyjną tworzą: przewodniczący — Leszek Marszałek (Kraków), wiceprzewodniczący — Karol Brzeziński (Gdańsk), sekretarz — Andrzej Fichtner (Wrocław), członkowie — Andrzej Cugowski (Kielce), Tatiana Markiewicz (Białystok) oraz zastępcy członków — Tadeusz Grzesło (Kraków), Dariusz Kowalski (Kielce), Edmund Wesoły (Kraków).

W niedzielę 20 lutego delegaci brali udział w wycieczce do Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Piwnicach oraz zebrali się na sesji plenarnej dla przyjęcia proponowanych uchwał i wniosków. Zadymką i śniegiem żegnał Gród Kopernika rozjeżdżających się około 100 delegatów z 27 Oddziałów Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii.

CECYLIA IWANISZEWSKA

KALENDARZYK ASTRONOMICZNY

Opracował G. Sitarski **Lipiec 1983 r.**

Słońce

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

Data 1983	P	B_0	L_0	Data 1983	P	B_0	L_0
VII 1^d	—2°73	+2°90	3°96	VII 17^d	+ 4°48	+4°54	152°21
3	—1.82	+3.12	337.48	19	+ 5.36	+4.72	125.74
5	—0.92	+3.32	311.02	21	+ 6.22	+4.90	99.28
7	—0.00	+3.54	284.54	23	+ 7.08	+5.08	72.82
9	+0.90	+3.75	258.08	25	+ 7.93	+5.25	46.36
11	+1.80	+3.95	231.60	27	+ 8.76	+5.41	19.90
13	+2.70	+4.15	205.14	29	+ 9.58	+5.57	353.45
15	+3.59	+4.35	178.68	31	+10.40	+5.72	327.00

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy; B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy.
$1^d21^h12^m$ i $29^d2^h0^m$ — momenty, w których heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

W lipcu Słońce wstępuje w znak Lwa i wędruje po ekliptyce w kierunku równika niebieskiego. W związku z tym dni są już coraz krótsze, o czym świadczą momenty wschodów i zachodów Słońca w Warszawie podane dla kilku dat: 1^d wsch. 4^h18^m, zach. 21^h1^m; 11^d wsch. 4^h27^m, zach. 20^h55^m; 21^d wsch. 4^h39^m, zach. 20^h44^m; 31^d wsch. 4^h54^m, zach. 20^h30^m.

Księżyc

Bezksiężycowe noce będziemy mieli w pierwszej połowie miesiąca, bowiem kolejność faz Księżyca jest w lipcu następująca: ostatnia kwadra 3^d14^h, nów 10^d14^h, pierwsza kwadra 17^d5^h i pełnia 25^d1^h. W perygeum Księżyc znajdzie się 11, a w apogeum 26 lipca.

Planety i planetoidy

Wieczorem, coraz niżej nad zachodnim horyzontem błyszczy Wenus jako gwiazda —4.2 wielkości. Mars wschodzi nad ranem i pod koniec miesiąca możemy próbować odnaleźć go nisko nad wschodnim horyzontem jako gwiazdę +2 wielkości. W pierwszej połowie nocy możemy obserwować Jowisza i Saturna. Jowisz świeci dość nisko nad horyzontem jak gwiazda —2 wielkości na granicy gwiazdozbiorów Skorpiona i Wagi, a Saturn znacznie słabszy, bo +0.9 wielkości, ale wyżej nad horyzontem w gwiazdozbiorze Panny. Uran 6 wielkości gwiazdowej przebywa w tej samej okolicy nieba co Jowisz, Neptun 8 wielk. gwiazd. na granicy gwiazdozbiorów Strzelca i Wężownika, a Pluton w gwiazdozbiorze Panny, ale dostępny jest tylko przez duże instrumenty (14 wielkości gwiazd.) Merkury jest praktycznie niewidoczny (przebywa na niebie zbyt blisko Słońca). Z czterech największych planetoid widoczna jest Pallas w gwiazdozbiorze Herkulesa 9.5 wielk. gwiazd. Podajemy jej współrzędne równikowe dla kilku dat: czerwiec 30^d rekt. 18^h52^m5 dekl. +22°41′, lipiec 10^d rekt. 18^h44^m2, dekl. +22°10′, 20^d rekt. 18^h36^m4, dekl. +21°13′, 30^d rekt. 18^h29^m6, dekl. +19°51′.

Meteory

W drugiej połowie lipca promieniują delta Akwarydy (maksimum 28 lipca), meteory z roju o podwójnym radiancie w gwiazdozborze Wodnika: rekt. 22^h36^m, dekl. —17° i 0°. Warunki obserwacji nie są w tym roku zbyt dobre.

* *
*

2^d15^h Saturn nieruchomy w rektascensji, zmienia kierunek swego pozornego ruchu wśród gwiazd.

4^d Księżyc 1 zbliża się do brzegu tarczy Jowisza. O 23^h32^m obserwujemy początek zakrycia tego księżyca przez tarczę planety.

5^d Księżyc 3 Jowisza ukryty jest za tarczą planety, natomiast księżyc 1 przechodzi na tle tarczy; od 21^h42^m na tarczy planety widoczny jest cień tego księżyca. Około 23^h niemal w tym samym czasie po obydwu stronach tarczy Jowisza pojawiają się jego dwa niewidoczne do-

tychczas księżyce; o 23^h1^m księżyc 1 kończy przejście na tle tarczy, a o 23^h2^m nastąpi koniec zakrycia księżyca 3. Cień księżyca 1 widoczny jest na tarczy planety do 23^h53^m.

6^d12^h Ziemia znajdzie się najdalej od Słońca na swej okołosłonecznej orbicie (w odl. 152 mln km).

8^d8^h Planetoida Pallas w przeciwstawieniu ze Słońcem względem Ziemi. Wieczorem księżyc 2 wraz ze swym cieniem przechodzi na tle tarczy Jowisza. Obserwujemy koniec przejścia: księżyca 2 o 21^h50^m, a jego cienia o 23^h38^m.

9^d18^h Górne złączenie Merkurego ze Słońcem.

10^d1^h Wenus w złączeniu z Regulusem (w odl. 0°7), gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiorze Lwa.

12^d Księżyc 1 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza. Obserwujemy początek przejścia: księżyca o 22^h40^m, a jego cienia o 23^h37^m. Księżyc 3 zbliża się w tym czasie do brzegu tarczy planety, ale początek jego zakrycia nastąpi kwadrans po północy.

13^d O 10^h Wenus w złączeniu z Księżycem w odl 6°. Wieczorem księżyc 1 ukryty jest za tarczą i w cieniu planety. O 22^h56^m obserwujemy koniec zaćmienia tego księżyca (pojawi się on blisko prawego brzegu tarczy, patrząc przez lunetę odwracającą).

14^d10^h Pluton nieruchomy w rektascensji.

15^d Księżyc 2 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza. Obserwujemy początek przejścia: księżyca 2 o 21^h52^m, jego cienia o 23^h52^m.

17^d11^h Saturn w złączeniu z Księżycem w odl. 2°.

19^d17^h Wenus osiąga maksimum swego blasku w tym okresie widoczności. Wieczorem nisko nad zachodnim horyzontem świeci jak gwiazda —4.2 wielkości.

20^d O 1^h Jowisz w złączeniu z Księżycem w odl. 1°4. O 9^h Uran również w złączeniu z Księżycem w odl. 1°7. Od 21^h26^m do 24^h51^m księżyc 1 Jowisza ukryty jest za tarczą, a potem w cieniu planety.

21^d Do 22^h11^m na tarczy Jowisza widoczny jest cień jego 1 księżyca.

22^d4^h Neptun w złączeniu z Księżycem w odl. 1°5.

23^d12^h Słońce wstępuje w znak Lwa, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 120°. Wieczorem obserwujemy na tarczy Jowisza wędrówkę cienia księżyca 3, który sam ukończył swoje przejście już dwie godziny wcześniej. Cień księżyca 3 widoczny jest na tarczy Jowisza od 22^h14^m do 24^h38^m.

24^d Księżyc 2 ukryty jest za tarczą Jowisza, a potem w cieniu planety aż do 23^h59^m, kiedy to nastąpi koniec zaćmienia tego księżyca.

27^d Księżyc 1 zbliża się do brzegu tarczy Jowisza, ale początek jego zakrycia nastąpi dopiero o 23^h26^m.

28^d Obserwujemy koniec wędrówki księżyca 1 i jego cienia na tle tarczy Jowisza: księżyc kończy przejście o 22^h57^m, a jego cień o 24^h6^m.

29^d15^h Jowisz nieruchomy w rektascensji.

30^d Księżyc 3 przechodzi na tle tarczy Jowisza i jest niewidoczny do 23^h50^m.

31^d O 21^h48^m księżyc 2 skryje się za brzegiem tarczy Jowisza i nie będzie widoczny aż do 24^h12^m, kiedy to pojawi się tylko na chwilę, by zniknąć znów w cieniu planety (początek zaćmienia).

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

CONTENTS

M. Prószyński — Pulsars.
A. Woszczyk — On the Nature of Comets.
Chronicle: From Works of Polish Astronomers in 1982 — Radio Pulsars and Supernovae — Dimenssions of Moons of Uran.
Corner of an Astronomimical Olympian.
PTMA Chronicle.
Astronomical Calendar.

СОДЕРЖАНИЕ

М. Прушиньски — Пульсары.
А. Вощик — О природе комет.
Хроника: Из работ польских астрономов в 1982 г. — Радиопульсары и сверхновые — Размеры лун Урана.
Уголок участника астрономической олимпиады.
Хроника Общества (PTMA).
Астрономический календарь.

OGŁOSZENIA

Kupię książki: Maria Pańków — Materiały pomocnicze do ćwiczeń z Astronomii z Astrofizyką, cz. I, II; Jan Mergentaler — Wszechświat widziany z pokładu satelitów; Bronisław Kuchowicz — Kosmochemia.

Jarosław Chrostowski
ul. Wyszyńskiego 9/85, 85-028 Bydgoszcz

Odstąpię teleskop newtonowski; obiektyw aluminizowany 150/1600; okulary 20 i 30 mm; obudowa z grubej sklejki; statyw drewniany.

Mieczysław Pchałek
ul. Malczewskiego 15, 42-200 Częstochowa

Kupię lunetę achromatyczną o powiększeniu pow. 50×, oraz roczniki „Uranii" 1970—1978.

Roman Todek
ul. Kossaka 19/4, 60-760 Poznań

Odsprzedam fabrycznie nową optykę do teleskopu Newtona; Ø 200, F 1800. Okular 18×.

Jan Kwiatkowski
ul. Słowackiego 13, 37-500 Jarosław

URANIA — Miesięcznik Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. **Redaguje kolegium** w składzie: Krzysztof Ziołkowski — redaktor naczelny, Magdalena Sroczyńska-Kożuchowska — sekretarz redakcji, T. Zbigniew Dworak — redaktor techniczny. **Wydawca:** Zakład Narodowy im. Ossolińskich — Wydawnictwo PAN, Wrocław, Oddział w Krakowie. **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. Nakład 3150 egz.

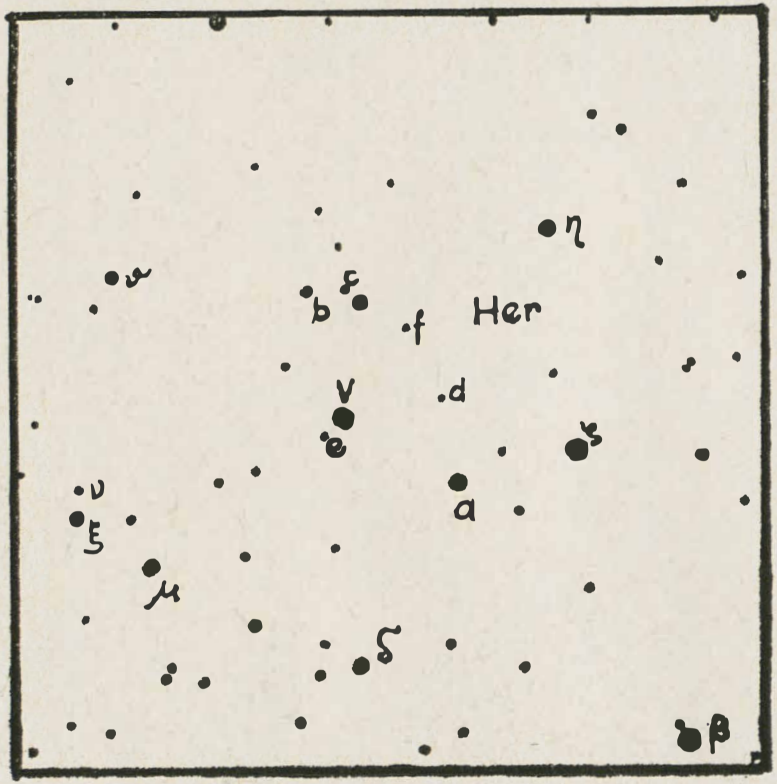
Wydawca: Zakład Narodowy im. Ossolińskich — Wydawnictwo PAN, Wrocław. Oddział w Krakowie, 1983. Nakład 3150 egz. Objętość ark. wyd. 2,70, ark. druk. 2,0. Pap. druk. sat. kl. V, 65 g, 61 × 86.
Indeks 38001

Drukarnia Związkowa, Kraków, ul. Mikołajska 13 — Zam. 2089/83 — T-16 — 3150

EPOKA 1980

EPOKA 1980

$\alpha = 17^h 16^m 6 \quad \delta = +33^\circ 07'$



μ Her

Min JD = 2440053^d,4658

Period = 2^d,0510254

M = 4^m,6	A_1 = 0^m,68
m = 5,28	A_2 = 0,26
D = β	d = –

JASNOŚCI GWIAZD PORÓWNANIA

a = 3^m,92	d = 5,27
b = 4,52	e = 5,36
c = 4,80	f = 5,38

Cena zł 30.—

Indeks 38001