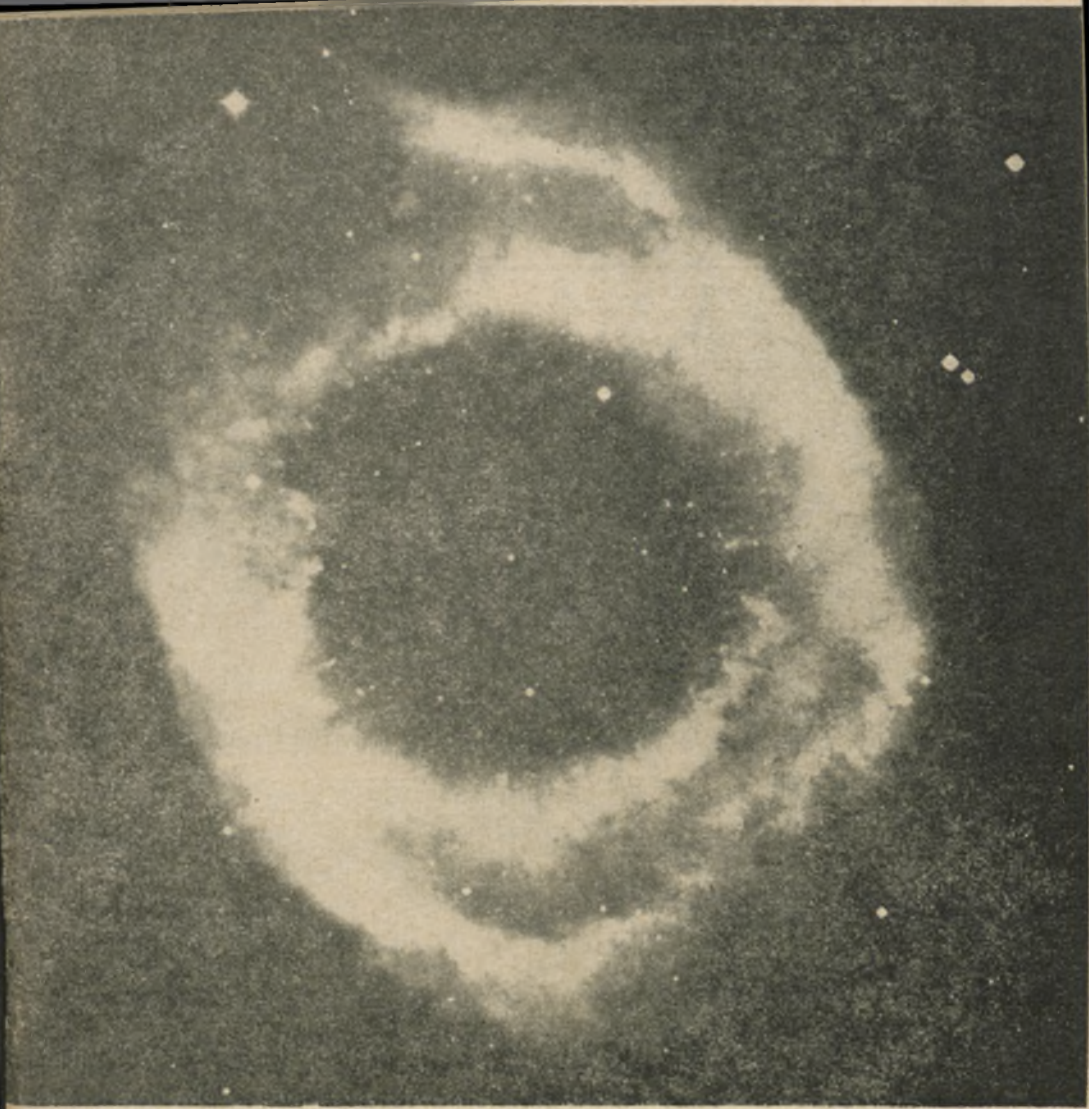


m Scorpius

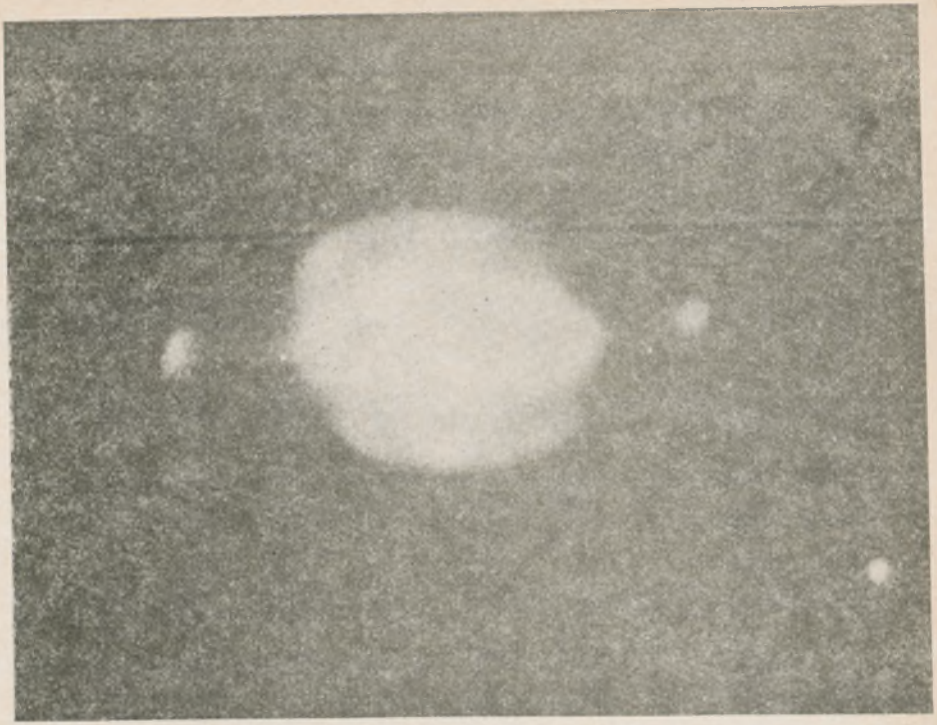
URANIA

MIESIĘCZNIK
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK LIV PAŹDZIERNIK 1983 NR 10

ZAKŁAD NARODOWY IMIENIA OSSOLIŃSKICH
WYDAWNICTWO POLSKIEJ AKADEMII NAUK

w Toruniu



URANIA

MIESIĘCZNIK POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK LIV PAŹDZIERNIK 1983 Nr 10

PL ISSN-0042-0794

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).

Trzy strony odkładki niniejszego numeru **Uranii** *to ilustracje do wstępnego artykułu o mgławicach planetarnych (bardzo malownicze stadium ewolucji mało masywnych gwiazd). Autorami są dr GRAŻYNA STASIŃSKA z Paryskiego Obserwatorium Astronomicznego w Meudon oraz dr ROMUALD TYLENDA z Centrum Astronomicznego im. M. Kopernika w Toruniu.*

W drugim artykule dr JERZY SIKORSKI z Zakładu Astrofizyki Uniwersytetu Gdańskiego opisuje chromosfery gwiazdowe. Tę lekturę polecamy szczególnie wszystkim, którzy przeczytali w **Uranii** *nr 7/1983 artykuł o plamach gwiazdowych — znów bowiem mamy okazję przekonać się jak dalece aktywność w rodzaju słonecznej jest typowa dla innych gwiazd.*

SPIS TREŚCI

Grażyna Stasińska, Romuald Tylenda — Mgławice planetearne (242).

Jerzy Sikorski — Chromosfery gwiazdowe (251).

Kronika: Mgławice planetarne w M31 (260) — Milisekundowy pulsar (261) — Najsłabsze gwiazdy (262) — Nazewnictwo obiektów Układu Słonecznego (262) — Wyładowania atmosferyczne na Saturnie (263) — Poszukiwania komet i planetoid (264) — Meteoryty z Antarktydy (265).

Poradnik Obserwatora: Zamiana daty na dni juliańskie (265).

Kronika PTMA: 30 lat Oddziału PTMA w Krośnie (266).

Nowości Wydawnicze (268).

To i Owo: Teleskopy dla amatorów (269).

Kalendarzyk Astronomiczny (270).

Nowości Wydawnicze (268).

To i Owo: Teleskopy dla amatorów (269).

Kalendarzyk Astronomiczny (269).

Pierwsza strona okładki: NGC 7293 — mgławica planetarna w gwiazdozbiorze Wodnika.

Druga strona okładki: U góry — NGC 6853 — mgławica bipolarna w gwiazdozbiorze Liska. U dołu — NGC 7009 — przykład mgławicy bipolarnej.

Trzecia strona okładki: Mapka okolic gwiazdy zmiennej U Cep (objaśnienia można znaleźć w nr 8—9/1982).

Czwarta strona okładki: NGC 6720 — mgławica pierścieniowa w gwiazdozbiorze Lutni.

GRAŻYNA STASIŃSKA — Meudon pod Paryżem
ROMUALD TYLENDA — Toruń

MGŁAWICE PLANETARNE

1. Wstęp

Mgławice planetarne należą do najbardziej widowiskowych obiektów, jakie można oglądać na niebie przez teleskop. Przypominają do pewnego stopnia rozmyte dyski odległych planet i stąd ich nazwa. Termin ten jednak nie odzwierciedla wcale istoty tych obiektów. Mgławice planetarne nie mają nic wspólnego z planetami; są to obłoki gazu pobudzane do świecenia przez promieniowanie bardzo gorących gwiazd znajdujących się w ich centrum. Warto dodać, że nie jest to jedyny przypadek nieadekwatności nazwy do przedmiotu w astronomii. Często się zdarza, że obiekty świeżo odkrywane otrzymują nazwy wynikające ze wstępnych, błędnych interpretacji. Dopiero późniejsze badania odsłaniają ich prawdziwą naturę. Oprócz mgławic planetarnych przykładem mogą tu być gwiazdy nowe, które nie są gwiazdami nowo powstałymi, lub pulsary, które wcale nie pulsują.

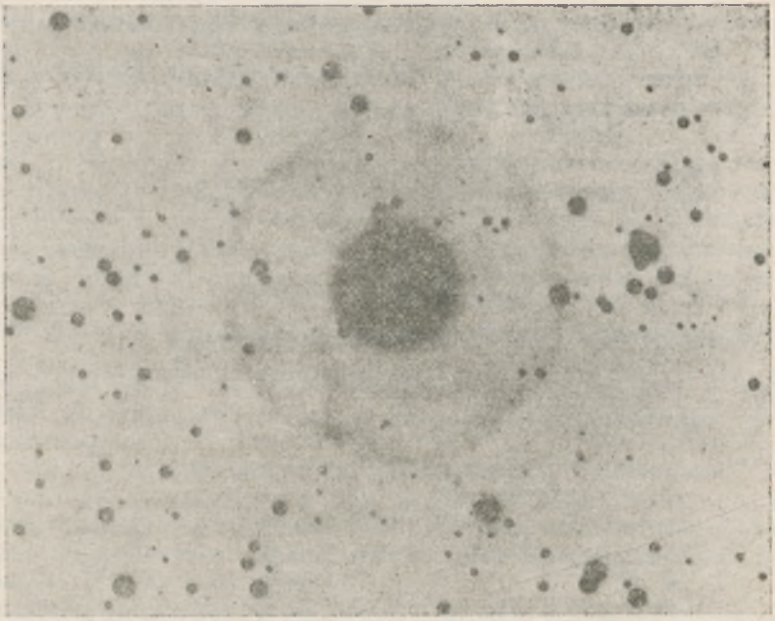
Pierwsze mgławice planetarne zostały odkryte w drugiej połowie XVIII wieku. Należą do nich mgławica pierścieniowa NGC 6720 w gwiazdozbiorze Lutni (patrz zdjęcie na czwartej stronie okładki) oraz NGC 6853 w gwiazdozbiorze Liska (patrz górne zdjęcie na drugiej stronie okładki). W około sto lat później odkryto, że widma mgławic planetarnych składają się prawie wyłącznie z kilku bardzo intensywnych linii emisyjnych. Zrozumiano wtedy, że są to obłoki świecącego gazu. Dalsze obserwacje spektroskopowe wraz z pracami teoretycznymi z zakresu fizyki atomowej pozwoliły w latach 30-tych XX wieku zrozumieć istotę podstawowych procesów fizycznych powodujących świecenie gazu w mgławicach. Obecnie wiemy, że mgławice planetarne są rezultatem odrzucania materii przez gwiazdy (jest to jeden z ostatnich etapów ewolucji gwiazd o masach od jednej do kilku mas Słońca). Po przejściu przez fazę mgławicy planetarnej centralna gwiazda stygnie i w końcu staje się białym karłem.

Badania mgławic planetarnych mają na celu nie tylko zrozumienie natury tych obiektów. Mgławice planetarne są swego rodzaju laboratorium dla fizyka atomowego. Obserwując je obserwuje się zachowanie bardzo rozrzedzonego gazu oddziaływującego z ultrafioletowym promieniowaniem. Warunków fi-

zycznych panujących w mgławicach nie można osiągnąć w żadnym ziemskim laboratorium. Mgławice planearne pozwalają na testowanie teorii końcowych etapów ewolucji gwiazd. To, że przez etap ten przechodzi znacząca część gwiazd, ma istotny wpływ na ewolucję Galaktyki. Materia odrzucana na etapie mgławicy planetarnej jest wzbogacana w pierwiastki będące rezultatem reakcji jądrowych zachodzących we wnętrzach gwiazd. Wraz z nowymi i supernowymi mgławice planetarne powodują zmianę składu chemicznego materii międzygwiazdowej, co ma wpływ na właściwości nowo powstających gwiazd.

2. Morfologia i dynamika mgławic planetarnych

Obrazy najjaśniejszych mgławic planetarnych są dobrze znane wielu czytelnikom bądź to z obserwacji nieba przez teleskopy, bądź też ze zdjęć publikowanych w książkach i czasopismach astronomicznych. Klasyczny obraz mgławicy planetarnej to jasny pierścień lub dysk wokół słabej gwiazdy (np. NGC 6720 — czwarta strona okładki). W wielu jednak przypadkach morfologia mgławic jest bardziej skomplikowana. Często zdarza się, że rozkład materii w mgławicy wykazuje symetrię wokół dwóch wzajemnie prostopadłych osi. Są to mgławice przypominające swoim kształtem motyla i w literaturze astronomicznej noszą nazwę mgławic bipolarnych (np. NGC 6853 lub NGC 7009 — patrz druga strona okładki). Czasami mgławice mają zupełnie nieregularne kształty bez jakiejkolwiek symetrii. Znaczna część mgławic planetarnych wykazuje strukturę dwuotoczkową. Jasny, centralny obszar mgławicy jest wtedy otoczony przez słabe halo, które czasami jest bardzo rozległe, jak to zachodzi w przypadku NGC 6826 (patrz fot. 1). Warto także dodać, że oprócz wielkoskalowej budowy niektóre mgławice planetarne wykazują silną strukturę drobnoskalową w formie filamentów bądź kondensacji (np. NGC 7293 lub NGC 6853, pierwsza i druga strona okładki). Należy pamiętać, że mgławice planetarne objawiają się nam jako struktury dwuwymiarowe. Odtworzenie rzeczywistego, trójwymiarowego rozkładu materii w mgławicach jest rzeczą niezwykle trudną i na razie jeszcze kontrowersyjną. Jest to jednak bardzo istotne i warte wysiłku zagadnienie, gdyż jego rozwiązanie pozwoliłoby klasyfikować mgławice planetarne nie według ich wyglądu na niebie jak dotychczas, ale według ich rzeczywistej struktury. Powinno to mieć decydujące znaczenie dla zrozumienia sposobów i mechanizmów wyrzutu materii z gwiazd centralnych.



Fot. 1. NGC 6826 — przykład mgławicy dwuotoczkowej.

Podobnie jak przy badaniach innych obiektów astronomicznych tak i w przypadku mgławic planetarnych kluczowym problemem jest określenie ich odległości. Wielkość ta jest niezbędna do wyznaczania rozmiarów mgławicy, jej masy, względnie jasności absolutnej gwiazdy centralnej. Jedynie dla niewielu mgławic planetarnych istnieją dobre wyznaczenia ich odległości. Na przykład, dla kilku najbliższych mgławic udało się zmierzyć kątową ekspansję ich średnicy na niebie. Porównując to z prędkością wyznaczoną z rozdzielenia linii widmowych (patrz poniżej) można było określić odległość. Dla zdecydowanej większości mgławic można zastosować jedynie metody statystyczne zakładające, że mgławice są podobne do siebie lub różnią się w jakiś prosty, łatwy do określenia sposób. Otrzymywane tą drogą wyniki mogą być obarczone znacznymi błędami. Należy o tym pamiętać przy określaniu wielkości parametrów fizycznych poszczególnych obiektów.

Jak już wspomniano we wstępie, widma mgławic planetarnych składają się przede wszystkim z silnych linii emisyjnych. Linie te są na ogół podwójne. Rodzielenie obu składników jest największe wtedy, gdy szczelina spektrografu prze-

chodzi przez obszary centralne mgławicy. Na skraju dysku mgławicy oba składniki zlewają się w jeden. Podwójność jest rezultatem ekspansji materii. W wyniku efektu Dopplera obszary mgławicy znajdujące się przed gwiazdą centralną, a więc ekspandujące w kierunku obserwatora, dają składnik przesunięty ku fioletowi. Natomiast obszary będące za gwiazdą emitują składnik przesunięty ku czerwieni. Mierząc rozdzielenie składników linii można wyznaczyć prędkość ekspansji mgławicy. Typowa prędkość otrzymywana tą drogą wynosi 20—30 km/sek.

Znając odległość i rozmiary kątowe na niebie danej mgławicy można określić jej rozmiary liniowe. Typowe promienie mgławic planetarnych wahają się w granicach od kilku setnych do kilku dziesiątych parseka (1 parsek = $3 \cdot 10^{13}$ km). Mając wyznaczoną prędkość ekspansji można stąd otrzymać czas życia mgławicy. Czas ten wynosi około 20 tys. lat. Jest to czas bardzo krótki w porównaniu z czasem życia gwiazdy centralnej, który jest rzędu miliardów lat.

3. Fizyka mgławic planetarnych

Analiza natężeń linii emisyjnych w widmach mgławic planetarnych pozwala na określenie stanu fizycznego świecącej materii. Po pierwsze jest to materia zjonizowana. Najsilniejsze linie obserwowane w mgławicach planetarnych w zakresie optycznym to zielone linie tlenu dwukrotnie zjonizowanego oraz czerwona linia wodoru i występujące w jej sąsiedztwie dwie linie azotu raz zjonizowanego. W ostatnich latach obserwacje ze sztucznych satelitów Ziemi pozwoliły otrzymać widma mgławic w zakresie ultrafioletowym. Najsilniejszymi liniami są tu linie węgla dwukrotnie i trzykrotnie zjonizowanego.

Mechanizmy powstawania linii emisyjnych w mgławicach są dość dobrze znane z teorii fizyki atomowej. Dlatego też z obserwowanych natężeń linii można wyznaczyć obfitości poszczególnych jonów, a stąd skład chemiczny materii mgławicowej. W pierwszym przybliżeniu jest on podobny do składu chemicznego Słońca i większości innych gwiazd. Tak więc najobfitszym pierwiastkiem jest wodór, 10 razy mniej obfity jest hel. Następnie w kolejności są węgiel, tlen i azot, których sumaryczna obfitość jest rzędu jednej tysięcznej obfitości wodoru. Dokładniejsza analiza składu chemicznego mgławic planetarnych prowadzi jednak do wniosku, że pewne mgławice wykazują wyraźną nadobfitość niektórych pierwiastków, przede wszystkim helu, azotu i węgla.

Stosunki natężeń niektórych linii zależą jedynie od gęstości gazu. Stąd otrzymana gęstość w mgławicach waha się od 10^2 do 10^5 atomów/cm^3. Dla porównania przypomnijmy, że gęstość atmosfery ziemskiej wynosi około 10^{20} atomów/cm^3. Znając rozmiary i gęstość mgławicy można ocenić jej masę. Otrzymujemy w ten sposób masy mgławic planetarnych od kilku setnych do kilku dziesiątych masy Słońca. Warto dodać, że chodzi tu o centralne, jasne obszary mgławic. Jak już wspomniano w poprzednim rozdziale, wiele mgławic posiada rozległe, słabe halo. Masy tych zewnętrznych otoczek mogą osiągnąć wartość kilku mas Słońca.

Podobnie jak gęstość — ze stosunków natężeń pewnych linii emisyjnych w widmach mgławic — można otrzymać temperaturę gazu. W przeciwieństwie do gęstości temperatury w mgławicach planetarnych różnią się bardzo niewiele i zawsze są bliskie 10 000 K. Jest to temperatura charakterystyczna dla rozrzedzonego gazu jonizowanego i grzanego przez promieniowanie ultrafioletowe. Oznacza to, że gwiazdy centralne mgławic planetarnych muszą być wystarczająco gorące, tak by znaczna część ich energii mogła być wypromieniowywana w dalekim ultrafiolecie.

Już w latach 30-tych opracowano metodę wyznaczania temperatur gwiazd centralnych. Ilość materii zjonizowanej, a więc świecącej w liniach emisyjnych, jest miarą ilości fotonów emitowanych przez gwiazdę centralną w dalekim ultrafiolecie. Z kolei stosunek strumienia promieniowania ultrafioletowego gwiazdy do jej jasności wizualnej zależy tylko od jej temperatury. Otrzymywane tą drogą temperatury gwiazd centralnych mgławic planetarnych mieszczą się w zakresie 30000—200000 K. Są to więc najgorętsze gwiazdy ze znanych nam w Galaktyce. Jądra mgławic planetarnych należą także do gwiazd o dużej dzielności promieniowania. Gwiazdy centralne młodych (tzn. jasnych, zwartych) mgławic mają moc promieniowania rzędu 10^3—10^4 mocy Słońca. Starsze mgławice (tzn. rozległe i słabe) mają słabsze gwiazdy centralne, ale i tak ich moc promieniowania jest zwykle większa niż 10 mocy Słońca. Badania gwiazd centralnych wykazują, że ich masy są bliskie 0,6 masy Słońca. Wynika to ze szczegółowych porównań obserwowanych jasności i temperatur gwiazd centralnych z wynikami teoretycznych modeli tych gwiazd.

Widma mgławic planetarnych w zakresie podczerwonym mają nieco inny charakter niż w zakresie optycznym czy ultrafioletowym. W wielu wypadkach dominującą cechą jest tutaj silne widmo ciągłe. Jest ono zbliżone do widma ciała

doskonale czarnego o temperaturze około 100 K. Źródłem tego promieniowania są drobne ziarenka pyłu wymieszane z gazem w mgławicy, które pod wpływem promieniowania gwiazdy centralnej osiągają wspomnianą temperaturę.

Mgławice planetarne są także obserwowane w zakresie radiowym. Promieniowanie to jest emitowane przez ten sam gorący, zjonizowany gaz, który jest odpowiedzialny za linie emisyjne w zakresie optycznym. Fale radiowe w przeciwieństwie do promieniowania optycznego nie są tłumione przez pył międzygwiazdowy. I dlatego też zasadniczą zaletą obserwacji radiowych jest możliwość otrzymywania obrazów mgławic, w przypadkach, gdy cała mgławica lub jej część jest w zakresie optycznym zasłaniana przez chmury pyłu międzygwiazdowego. Ma to szczególne znaczenie przy obserwacjach mgławic planetarnych w pobliżu centrum Galaktyki, gdzie olbrzymie ilości pyłu na linii widzenia uniemożliwiają obserwacje optyczne.

4. Mgławice planetarne jako etap ewolucji gwiazd

Jak już wspomniano w poprzednim rozdziale masy jąder mgławic planetarnych wynoszą około 0,6 masy Słońca. Dodając do tego masę samej mgławicy oraz ewentualnego rozległego halo dochodzimy do wniosku, że masy gwiazd, z których powstały mgławice planetarne, musiały być w granicach od jednej do kilku mas Słońca. Ewolucja takich gwiazd jest obecnie dość dobrze poznana. Po utworzeniu takiej gwiazdy z obłoku materii międzygwiazdowej źródłem jej świecenia są zachodzące w centrum reakcje jądrowe przemiany wodoru w hel. Na takim etapie ewolucyjnym jest nasze Słońce. W miarę wypalania się wodoru w centrum gwiazdy tworzy się helowe jądro. Promień gwiazdy i jej moc promieniowania rosną, zaś temperatura maleje. Powstaje w ten sposób tzw. czerwony olbrzym. Kolejny etap ewolucji to włączenie się reakcji jądrowych spalania helu. W rezultacie tych reakcji otrzymujemy gwiazdę, której jądro składa się prawie wyłącznie z węgla i tlenu — produktów przemiany helu. Jądro to otacza pierwotna materia bogata w wodór. Reakcje jądrowe zachodzą na granicy jądra i otoczki wodorowej. Gwiazda taka ma temepraturę na powierzchni około 3000 K, a jej promień jest porównywalny z promieniem orbity Ziemi. Jest to tzw. czerwony nadolbrzym. Moc promieniowania takiej gwiazdy jest rzędu 10^3—10^4 mocy Słońca. Z gwiazd tego typu obserwuje się intensywny, ciągły wypływ materii (co nosi nazwę wiatru gwiazdowego). Są one

także długookresowymi zmiennymi pulsacyjnymi (zmienne typu o Ceti). W końcu dochodzi do jeszcze silniejszego tempa utraty masy. Następuje to drogą zwiększenia intensywności wiatru gwiazdowego, bądź też poprzez zwiększenie amplitudy pulsacji. Ilość materii wodorowej otaczającej jądro węglowo-tlenowe szybko maleje. Promień gwiazdy zmniejsza się, natomiast jej moc promieniowania pozostaje stała. W rezultacie jej temperatura powierzchniowa wzrasta. Tempo wypływu materii gwałtownie maleje. Gdy gwiazda osiąga temperaturę 30 000 K, promieniowanie jej zaczyna jonizować i pobudzać do świecenia oddalającą się od niej materię. Na niebie pojawia się mgławica planetarna. Dalsza ewolucja gwiazdy rządzona jest przez wypalanie się resztek materii wodorowej otaczającej jądro. Temperatura powierzchniowa wzrasta i może na tym etapie osiągnąć 150 000—200 000 K. W miarę wzrostu temperatury gwiazdy wzrasta także strumień fotonów ultrafioletowych. Coraz więcej materii w mgławicy ulega jonizacji i wzbudzaniu. W końcu mamy szansę zaobserwować dwuotoczkową strukturę mgławicy. Materia wyrzucona z gwiazdy w końcowej, intensywnej fazie utraty masy tworzy teraz jasny, centralny dysk mgławicy. Natomiast materia pochodząca z wiatru gwiazdowego we wcześniejszych fazach czerwonego nadolbrzyma może być teraz obserwowana jako słabe, rozległe halo. Po wyczerpaniu się paliwa jądrowego gwiazda centralna zaczyna stygnąć. Jej temperatura i moc promieniowania spadają. Otaczająca gwiazdę mgławica rozprzestrzenia się coraz bardziej. Jej jasność powierzchniowa spada i w końcu mgławica przestaje być widoczna na niebie.

Wspominaliśmy we wstępie, że mgławice planetarne pozwalają nam testować teorię końcowych etapów ewolucji gwiazd. Oto kilka przykładów: jak już pokazano w poprzednim rozdziale istnienie otoczki rzadkiego gazu wokół gorącej gwiazdy daje możliwość pomiaru temperatury tej gwiazdy oraz jej dzielności promieniowania. Otrzymuje się w ten sposób dwa podstawowe parametry obserwacyjne do porównań z wynikami teoretycznych modeli gwiazd.

Skład chemiczny materii mgławicowej, a szczególnie nadobfitości pewnych pierwiastków, o których mówiliśmy w poprzednim rozdziale, wskazują na to, że materia przed wyrzuceniem jej z gwiazdy została wzbogacona w produkty przemian jądrowych. Nastąpiło to poprzez częściowe wymieszanie materii pomiędzy zewnętrzną otoczką wodorową gwiazdy z warstwami, gdzie zachodziły reakcje jądrowe. Analizując skład

chemiczny mgławic planetarnych można więc testować efektywność różnych procesów mieszania materii w gwiazdach.

W ostatnich latach stwierdzono wyraźną korelację między składem chemicznym mgławicy, jej morfologią i masą gwiazdy centralnej. Okazuje się, że mgławice wykazujące nadobfitości helu i azotu mają na ogół strukturę bipolarną i masywniejsze gwiazdy centralne. Fakt ten nie jest jeszcze w pełni wytłumaczony. Wskazuje on na to, że wzbogacanie materii w produkty reakcji jądrowych zachodzi łatwiej w bardziej masywnych gwiazdach i że wypływ materii z gwiazd masywnych następuje tylko w pewnych uprzywilejowanych kierunkach.

5. Mgławice planetarne a Galaktyka

Rozkład mgławic planetarnych na niebie charakteryzuje się tym, że koncentrują się one w pobliżu płaszczyzny i centrum Galaktyki. Grupowanie się mgławic planetarnych w płaszczyźnie Galaktyki nie jest jednak tak silne jak w przypadku innego typu mgławic zwanych obszarami HII, które są związane z bardzo młodymi, masywnymi gwiazdami (około 30 mas Słońca). Mgławice planetarne należą do tzw. starej populacji dysku galaktycznego. Populacja ta składa się z gwiazd o masach od jednej do kilku mas Słońca, które powstały od kilku razy 10^8 do kilku razy 10^9 lat temu. Ten fakt obserwacyjny jest ważnym potwierdzeniem idei, że mgławice planetarne pochodzą z zaawansowanych w swej ewolucji gwiazd o średnich masach.

Ilość mgławic planetarnych w naszej Galaktyce wynosi około 20 000. Ponieważ, jak wspomniano wyżej, czas życia mgławicy planetarnej jest rzędu 20 000 lat, oznacza to, że w ciągu roku pojawia się mniej więcej jedna mgławica planetarna w naszej Galaktyce. To tempo narodzin mgławic planetarnych jest bardzo zbliżone do tempa wymierania czerwonych olbrzymów i tempa formowania się białych karłów. Potwierdza więc to ideę, że większość, a może nawet wszystkie czerwone olbrzymy przechodzą przez stadium mgławicy planetarnej, by w końcu stać się białymi karłami.

Badania mgławic planetarnych umożliwiają uściślenie niektórych problemów z teorii ewolucji chemicznej Galaktyki. Teoria ta (znając z innych dziedzin astrofizyki tempa formowania poszczególnych pierwiastków w różnych gwiazdach oraz tempa ich wyrzucania w przestrzeń międzygwiazdową) opisuje ewolucję składu chemicznego materii międzygwiazdowej. Z materii tej tworzą się nowe gwiazdy i dzięki wzbogaceniu w nie-

które pierwiastki mogą tworzyć w swych wnętrzach inne pierwiastki tzw. drugiej generacji.

W mgławicach planetarnych, jak już wspominaliśmy, obfitości niektórych pierwiastków (tlen, neon, siarka) są te same co w większości innych gwiazd, a szczególnie gwiazd młodych. Są one też te same co i w materii międzygwiazdowej. Oznacza to więc, że zawartość tych pierwiastków w Galaktyce nie zmieniła się przez ostatnie kilka miliardów lat. Zostały one wyprodukowane wcześniej. Natomiast takie pierwiastki jak hel, węgiel i azot wykazują wyraźną nadobfitość w mgławicach planetarnych. Mieszając się z materią międzygwiazdową mgławice planetarne powodują wzrost obfitości wymienionych pierwiastków w ośrodku międzygwiazdowym. Okazuje się, że mgławice planetarne są jednym z głównych źródeł wzbogacania Galaktyki w hel, azot i węgiel.

6. Zakończenie

Mgławice planetarne zafascynowały astronomów swoim pięknym wyglądem na niebie. Na początku uważane one były raczej tylko za kuriozum wśród ciał niebieskich. W miarę jak badania mające na celu wyjaśnienie ich istoty i pochodzenia postępowały nprzód, zrozumiano, że ich wyniki mogą także dać odpowiedź na szereg pytań z zakresu ewolucji gwiazd i Galaktyki.

Aktualny stan wiedzy o mgławicach planetarnych i wynikające stąd konsekwencje o szerszym znaczeniu astrofizycznym staraliśmy się przedstawić w tym artykule. Jak widzieliśmy, znaleziono już mniej lub bardziej zadowalające odpowiedzi na szereg podstawowych pytań z tego zakresu. Wiele jednak problemów czeka ciągle na rozwiązanie, a w miarę rozwoju badań pojawiają się nowe pytania. Oto kilka przykładów: Na czym dokładnie polega mechanizm wyrzutu materii z gwiazdy? Czy jedna gwiazda może wyrzucić tylko jedną mgławicę planetarną, czy też kilka? Czy wszystkie gwiazdy w danym zakresie mas (w tym nasze Słońce) wyrzucają mgławicę planetarną w pewnym okresie swego życia? Jaka jest rola pola magnetycznego w powstawaniu i dynamice mgławicy planetarnej? Dokładne badania młodych lub powstających mgławic planetarnych mogą pomóc rozwiązać niektóre z tych zagadnień. Inny kierunek badań zapoczątkowany kilka lat temu to badania mgławic planetarnych w sąsiednich galaktykach. Ten kierunek rozwinie się zapewne bardziej, gdy uruchomione zostaną duże teleskopy na sztucznych satelitach Ziemi. Wyni-

ki tych badań będą bardzo cennym materiałem, gdyż otrzymane parametry fizyczne będą pozbawione błędów wynikających z niedokładności oceny odległości (odległości sąsiednich galaktyk są znane z dość dużą dokładnością).

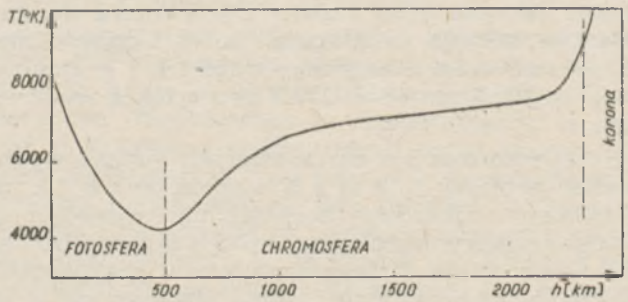
Na koniec dodajmy, że mgławice planetarne mogą także służyć do testowania metod wyznaczania parametrów fizycznych innych typów obiektów, które w swoich widmach posiadają również silne linie emisyjne, a których natura jest mniej znana. Można tu wymienić gwiazdy symbiotyczne, gwiazdy nowe, niektóre źródła promieniowania X w naszej Galaktyce i aktywne jądra galaktyk (kwazary, galaktyki Seyferta, radiogalaktyki), które stanowią jedne z najciekawszych zagadnień współczesnej astronomii.

JERZY SIKORSKI — Gdańsk

CHROMOSFERY GWIAZDOWE

Zapewne każdemu z czytelników znany jest podział atmosfery Słońca na fotosferę, chromosferę i koronę. Dwie ostatnie warstwy widać bezpośrednio w czasie całkowitego zaćmienia Słońca. W każdym niemal podręczniku astronomii znajdziemy efektowne zdjęcia korony słonecznej. Chromosfera jest wprawdzie mniej fotogeniczna, jednak w momencie zaćmienia widać ją wyraźnie jako wąską czerwoną obwódkę wokół zakrytej tarczy Słońca.

Na temat chromosfery słonecznej wiemy obecnie dość dużo. Analizując jej widmo udało się odtworzyć przebieg temperatury, gęstości, ciśnienia i koncentracji swobodnych elek-



Rys. 1. Przebieg temperatury z wysokością w fotosferze i chromosferze Słońca.

tronów z wysokością. Najbardziej chrakterystyczną cechą (w porównaniu z całym wnętrzem oraz z fotosferą) jest tu odwrócenie gradientu temperatury. Ilustruje to rys. 1. Temperatura w fotosferze spada na zewnątrz, osiąga na pewnej wysokości minimum a następnie zaczyna się jej wzrost; początkowo dość szybki (ok. 5 K/km) a następnie znacznie wolniejszy (około 0,5 K/m). Miejsce, gdzie temperatura osiąga minimum (tzw. wysokość minimum temperaturowego) uznawane jest za dolną granicę chromosfery. Natomiast górna granica jest trudna do określenia. Chromosfera bowiem nie jest warstwą jednorodną i statyczną. Przypomina raczej płonącą trawę z mnóstwem ognistych bryzgów różnej wysokości, od kilku do kilkunastu tysięcy kilometrów.

Po tym krótkim przypomnieniu podstawowych faktów i terminów dotyczących chromosfery Słońca przejdźmy do zasadniczej części naszych rozważań, to znaczy do chromosfer gwiazdowych. Ponieważ Słońce to również gwiazda, możemy spodziewać się, że i w innych gwiazdach istnieją warstwy atmosfery charakteryzujące się odwrotnym (w stosunku do fotosfery) gradientem temperatury, a więc chromosfery i korony.

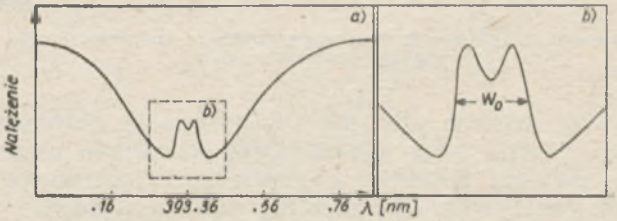
Podstawowy problem jednak polega na tym, jak wykryć chromosfery w gwiazdach. I tu z pomocą przychodzi nam analiza widmowa, to narzędzie astrofizyki, które dostarcza nam około 80% informacji o gwiazdach. Jednakże w przypadku gwiazd skazani jesteśmy na wykonywanie widma całej gwiazdy. Nie mamy możliwości, tak jak w przypadku Słońca, analizować poszczególnych fragmentów tarczy. Otrzymane za pomocą spektrografu widmo gwiazdy jest w zasadzie widmem fotosfery. Chromosfera jest, poza drobnymi wyjątkami, praktycznie przezroczysta dla promieniowania wysyłanego przez fotosferę. Te drobne wyjątki to niektóre bardzo silne linie widmowe takie, jak znany od czasów Fraunhofera dublet H i K zjonizowanego wapnia (o długości fali λ odpowiednio 396,85 nm i 393,36 nm) oraz analogiczny dublet h i k zjonizowanego magnezu ($\lambda = 280,3$ nm i $\lambda = 279,5$ nm) a także wodorowe linie H_α i Ly_α.

Najwięcej informacji o chromosferach gwiazdowych pochodzi z analizy profilów linii H i K wapnia oraz h i k magnezu. W nich bowiem najbardziej bezpośrednio przejawia się samo istnienie chromosfery. Spróbujmy krótko przeanalizować, w jaki sposób to się dzieje. Należy w tym celu przypomnieć sobie, w jakich warunkach gaz daje widmo absorpcyjne, a w jakich emisyjne.

Otóż jeśli przed źródłem światła białego (światło, które po rozszczepieniu daje widmo ciągłe) umieścimy gaz o temperaturze niższej niż temperatura źródła światła to po rozszczepieniu otrzymamy na tle widma ciągłego linie absorpcyjne charakterystyczne dla tego gazu. Z kolei sam gorący i rozrzedzony gaz daje w efekcie linie emisyjne.

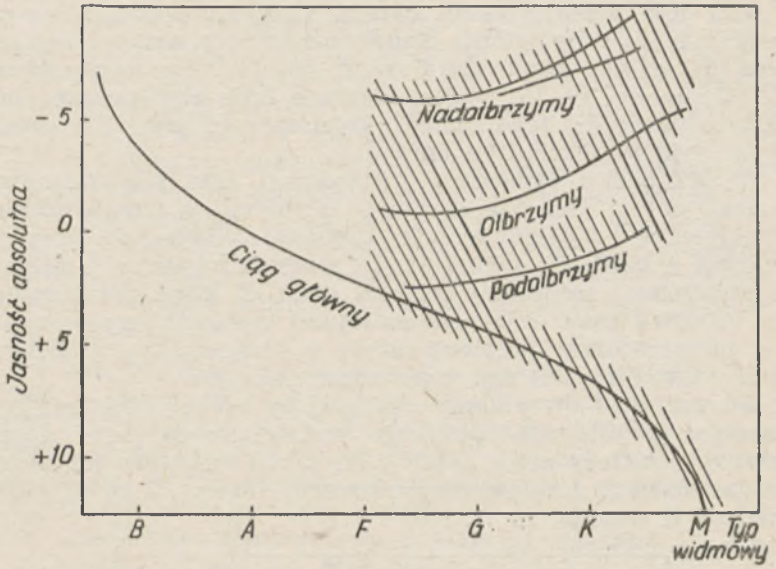
W przypadku atmosfery gwiazdowej rolę źródła widma ciągłego pełnią głębokie warstwy fotosfery (o dość wysokiej temperaturze i względnie dużej gęstości). Widmo absorpcyjne pochodzi z bardziej zewnętrznych warstw fotosfery o niższej temperaturze i mniejszej gęstości gazu. Z kolei chromosfera jest warstwą gazu o jeszcze mniejszej gęstości, lecz o wysokiej temperaturze, porównywalnej z temperaturą głębokich warstw fotosfery. Dlatego daje widmo emisyjne.

W rezultacie otrzymamy następujący efekt obserwacyjny: wewnątrz profilu absorpcyjnego wytworzonego przez górne warstwy fotosfery może pojawić się profil emisyjny tej samej linii pochodzący z chromosfery. Ilustruje to rys. 2 na przykładzie linii K wapnia.



Rys. 2. a) Absorpcyjny profil linii K wraz z chromosferycznym „pikiem" emisyjnym.
b) Pik emisyjny w powiększeniu. Zaznaczona szerokość połówkowa.

Otóż właśnie w liniach H i K wapnia oraz h i k magnezu najczęściej obserwuje się piki emisyjne świadczące o istnieniu chromosfery. Nie będziemy tu rozważać przyczyn, dla których akurat w tych, a nie w innych liniach obserwuje się emisje chromosferyczne. Wymagałoby to wprowadzenia w dość złożoną teorię przepływu promieniowania przez plazmę. Do dalszych rozważań wystarczy nam przyjęcie do wiadomości faktu obserwacyjnego mówiącego, że jeśli gwiazda ma chromosferę, to jej istnienie przejawi się w postaci pików emisyjnych wewnątrz linii absorpcyjnych H i K oraz h i k. Również linia Ly_α ujawni wówczas silną emisję. Natomiast linia H_α wykazuje emisję jedynie w wyjątkowych przypadkach bardzo silnej aktywności chromosferycznej.



Rys. 3. Schemat diagramu Hertzsprunga-Russela z zakreskowanym obszarem występowania chromosfer.

Tak więc wiemy już, jak wykrywa się chromosfery w gwiazdach. Można więc odpowiedzieć na proste pytanie: czy wszystkie gwiazdy posiadają chromosfery? Obserwacje dają tu odpowiedź negatywną. Chromosfery posiadają jedynie gwiazdy o temperaturach efektywnych niższych od około 7000 K (typy widmowe od F do M). Dotyczy to zarówno gwiazd ciągu głównego jak i olbrzymów i nadolbrzymów. Schematycznie przedstawia to rys. 3. Narzuca się oczywiście dalsze pytanie: dlaczego tak jest? Jest to pytanie ściśle związane z pytaniem o mechanizm powstawania chromosfer. Wrócimy do niego w końcowej części artykułu. Obecnie pozostańmy jeszcze przy faktach obserwacyjnych.

Zaprezentowany na rys. 2 pik emisyjny można poddać dokładniejszej analizie. Można w szczególności badać szerokość piku oraz jego natężenie (czyli — na wykresie — wysokość).

Już w latach dwudziestych zauważono, że emisje w linii K wapnia są zawsze szersze u olbrzymów niż u karłów. W miarę gromadzenia danych obserwacyjnych to jakościowe stwierdzenie ujęto w pewną zależność ilościową. Otóż pod koniec lat pięćdziesiątych Wilson i Bappu stwierdzili korelację pomiędzy

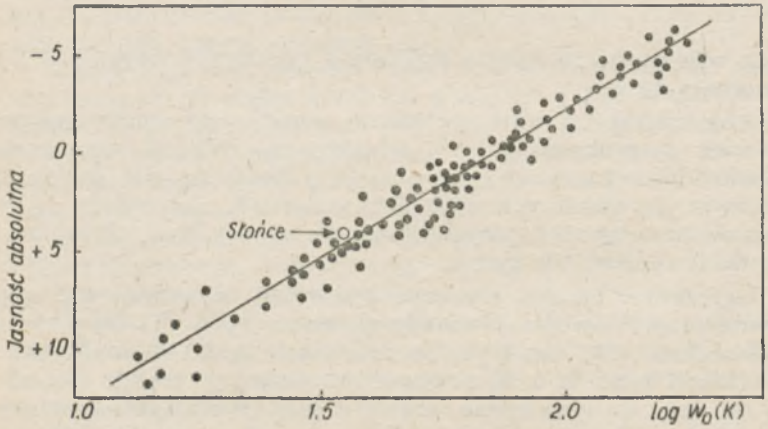
jasnością absolutną gwiazdy, M_V, a szerokością połówkową piku emisyjnego w linii K (chodzi tu o szerokość piku w połowie jego wysokości; na rys. 2 zaznaczono ją jako W_o). Korelacja ta, znana dziś pod nazwą relacji Wilsona—Bappu, ma postać:

$$M_V = -14{,}94 \log W_o[K] + 27{,}59 \qquad (1)$$

Szerokość W_o nie jest tu wyrażona w cm lub nm lecz w jednostkach prędkości — km/s pochodzących ze wzoru Dopplera

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{W_o}{c}, \qquad (2)$$

gdzie $\Delta\lambda$ — szerokość połówkowa piku w nm, λ — długość fali linii K wapnia w nm, c — prędkość światła w km/s. Wówczas W_o również ma wymiar km/s. Relację Wilsona—Bappu ilustruje rys. 4.

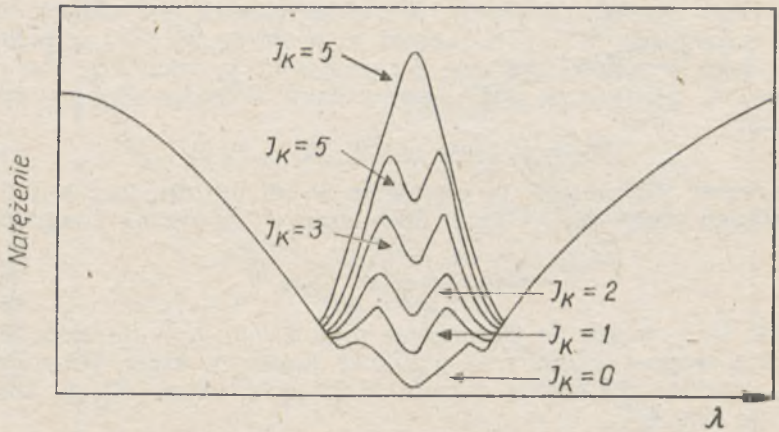


Rys. 4. Relacja Wilsona-Bappu. Punkty oznaczają dane obserwacyjne. Linia prosta jest wykresem wzoru (1).

W ostatnich kilku latach satelita Copernicus oraz IUE dostarczyły danych obserwacyjnych o emisjach chromosferycznych w liniach h i k zjonizowanego magnezu (są to linie leżące w zakresie ultrafioletu, obserwowane więc jedynie ze sztucznych satelitów). W oparciu o te dane znaleziono relację analogiczną do relacji Wilsona—Bappu, mianowicie:

$$M_V = -15{,}62 \log W_o[k] + 32{,}66 \qquad (3)$$

Wzory (1) oraz (3) wykorzystuje się obecnie do wyznaczania jasności absolutnych tych gwiazd, dla których ze względu na



Rys. 5. Ilustracja wilsonowskiej skali natężeń dla pików emisyjnych w linii K wapnia

dużą odległość nie można dokładnie pomierzyć paralaksy trygonometrycznej.

Aby bliżej określić natężenia emisji chromosferycznych (a więc „wysokość" pików emisyjnych) Wilson wprowadził sześciostopniową skalę przypisując indeks $I_K = 0$ gwiazdom o ledwie zauważalnych emisjach w linii K zaś indeks $I_K = 5$ gwiazdom o najsilniejszych emisjach w tej linii. Orientacyjnie skalę tę ilustruje rys. 5.

Natężenia emisji chromosferycznych również wykazują pewne prawidłowości. Gwiazdy gorętsze (typu F i G) mają na ogół słabsze piki emisyjne (o indeksach I_K od 0 do 3) zaś w gwiazdach typu K i M przeważają silniejsze emisje (I_K od 3 do 5). Jest to oczywiście prawidłowość statystyczna, a więc słuszna w większości przypadków, a nie absolutnie zawsze. Jednak nasze Słońce podporządkowuje się tej prawidłowości. Emisje w linii K są w Słońcu słabiutkie ($I_K = 0$, typu widmowy Słońca — G2) a więc Słońce przejawia słabą aktywność chromosferyczną. Są jednakże na Słońcu miejsca o wzmożonej aktywności (plamy, rozbłyski itp.). Widma otrzymane z tych miejsc ujawniają silne emisje chromosferyczne, a więc lokalnie nad obszarami aktywnymi, również chromosfera ujawnia się w sposób zdecydowany.

W przypadku innych gwiazd obserwujemy jednocześnie całą tarczę, dostajemy więc obraz uśredniony. I nie możemy bezpośrednio rozstrzygnąć, czy np. w gwiazdach o silnych emi-

sjach w linii K mamy całą chromosferę aktywną czy też w ich atmosferach jest dużo lokalnych miejsc aktywnych typu plamy lub rozbłyski, pomiędzy którymi są z kolei obszary o słabej aktywności.

Próbuje się również znaleźć obserwacyjne ślady pewnej cykliczności w aktywności innych gwiazd (przez analogię do 11 letnich cyklów aktywności Słońca). W latach maksymalnej aktywności wzrasta ilość lokalnych obszarów aktywnych dających silne emisje w liniach H i K oraz h i k. Obserwując więc widmo uśrednione po całej tarczy gwiazdy powinniśmy w pewnych latach zaobserwować wzrost natężenia emisji chromosferycznych, a w innych ich osłabienie. Wszystko zależy od tego, jaki procent powierzchni gwiazdy pokryty jest obszarami aktywnymi. Obserwacje takie prowadzić trzeba jednak systematycznie przez wiele lat. Niemniej jednak dla kilku gwiazd zdołano zaobserwować pewne oznaki cykliczności o okresach od kilku do kilkunastu lat. Prawdopodobnie okaże się, że okresowość aktywności słonecznej jest czymś typowym również dla innych gwiazd.

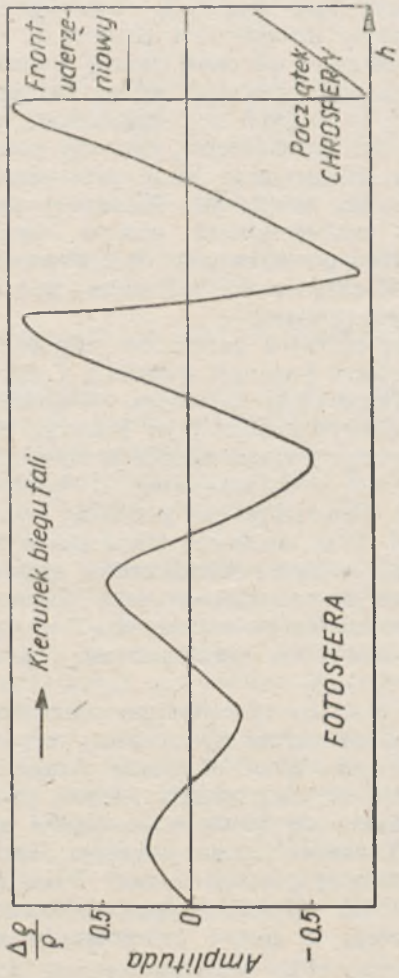
Obserwuje się również zależność natężeń emisji chromosferycznych od etapu ewolucji gwiazdy. I tak w miarę odsuwania się gwiazdy od ciągu głównego ku podolbrzymom intensywność pików emisyjnych maleje. Mówimy więc, że aktywność chromosferyczna gwiazd maleje w miarę ewoluowania od ciągu głównego do podolbrzymów. Z kolei w olbrzymach i nadolbrzymach obserwuje się ponowny wzrost aktywności chromosferycznej. Piki emisyjne stają się wyraźnie silniejsze (oczywiście są to również prawidłowości statystyczne).

Pozostało nam jeszcze ostatnie lecz kluczowe zagadnienie: powstawanie chromosfer gwiazdowych. Rozwiązanie tego problemu byłoby jednocześnie wyjaśnieniem przytoczonych wyżej faktów obserwacyjnych.

Chromosfera jest to ta warstwa atmosfery gwiazdowej, w której zaczyna się wzrost temperatury z wysokością. W całym wnętrzu gwiazdy i w fotosferze temperatura maleje w miarę przesuwania się na zewnątrz. I jest to intuicyjnie dość oczywiste. Oddalamy się bowiem od źródła energii jakim są procesy termojądrowe w jądrze gwiazdy. Skąd więc odwrócenie tej tak oczywistej prawidłowości? Przecież pozostałe parametry fizyczne jak ciśnienie i gęstość zachowują się „normalnie" tzn. maleją w miarę przesuwania się na zewnątrz gwiazdy.

Obecnie dość powszechnie akceptowany jest pogląd, iż „odpowiedzialną" za powstawanie chromosfer jest warstwa

konwekcyjna. Jak wiemy, chociażby z przykładu Słońca, jest to warstwa znajdująca się pod fotosferą. Zachodzi w niej tzw. konwekcja czyli ruch gazu gorącego ku górze a ochłodzonego ku dołowi (trochę przypomina to cyrkulację wrzącej wody w garnku na ogniu). Wyobraźmy sobie taki „bąbel" gorącego ga-



Rys. 6. Schemat przekształcania się sinusoidalnej fali akustycznej w falę uderzeniową.

zu unoszący się ku górze. Ponieważ przedziera się on przez ośrodek gazu nieco chłodniejszego niż on sam, będzie więc pchał przed sobą (a właściwie nad sobą) pewne zgęszczenie gazu. Stopniowo będzie następowało wyrównywanie temperatur pomiędzy unoszącym się „bąblem" a otoczeniem aż wreszcie przestanie on różnić się od otoczenia i unosić się. Jednak wytworzone podczas ruchu ku górze zgęszczenie będzie przesuwać się nadal jako fala akustyczna. Tak więc ruchy konwekcyjne mogą generować fale akustyczne, które następnie przechodzą do fotosfery. Są to fale o częstościach od 0,1 do 0,001 Hz. Ponieważ w fotosferze spada systematycznie temperatura i gęstość, a więc na każdej wysokości jest inna prędkość dźwięku. W tej sytuacji fale akustyczne zaczną stopniowo deformować się w fale uderzeniowe (rys. 6). Te ostatnie z kolei potrafią bardzo wydajnie ogrzewać ośrodek, w którym się rozchodzą. Energia takiej fali zostaje zużyta na wzrost energii kinetycznej atomów gazu, w którym fala rozchodzi się (tzw. dysypacja energii fali), a to oznacza wzrost jego temperatury. Według tego modelu dolna granica chromosfery to miejsce, gdzie fala akustyczna przekształciła się już w falę uderzeniową i zaczął się proces grzania ośrodka.

Wzrost temperatury gazu sprzyja jednocześnie procesom wypromieniowania kwantów. Jest to mechanizm powodujący chłodzenie gazu. Przy pewnej temperaturze ustali się jednak równowaga pomiędzy grzaniem przez falę uderzeniową a chłodzeniem przez wypromieniowanie. Im większa jest energia fal tym wyższa będzie to temperatura. Im wyższa zaś temperatura w chromosferze tym silniejsze piki emisyjne w liniach H i K oraz h i k. Tak więc aktywność chromosferyczna związana jest z ilością energii mechanicznej generowanej przez ruchy konwekcyjne. Można więc stwierdzić, że badanie chromosfer gwiazdowych pozwala pośrednio analizować niedostępne obserwacjom warstwy konwekcyjne. Z kolei z teorii budowy wnętrz gwiazdowych wiadomo, że podfotosferyczne warstwy konwekcyjne posiadają jedynie gwiazdy o temperaturach efektywnych niższych niż 10000 K. Jest to zgodne z tym faktem obserwacyjnym, że chromosfery obserwujemy tylko w gwiazdach późnych typów widmowych.

Brak natomiast zadowalającego wyjaśnienia dla zależności aktywności chromosferycznej od etapu ewolucji. Zagadnienie to jest obecnie intensywnie badane. Wiadomo jednakże, że aktywności chromosferycznej sprzyja obecność pól magnetycznych w atmosferze gwiazdy oraz rotacja, zwłaszcza rotacja różnicowa (tzn. inna prędkość rotacji na równiku gwiazdy

a inna wokół biegunów; efekt taki obserwuje się również dla Słońca).

Wiele jest jeszcze otwartych problemów w teorii budowy chromosfer gwiazdowych. Są to zagadnienia dość trudne, a w wielu przypadkach brak jest zadowalającej teorii fizycznej, którą można by tu zaadoptować. Dotyczy to zwłaszcza teorii generowania, rozchodzenia się i dysypacji fal magnetohydrodynamicznych w plazmie. Jednakże przez taki etap przechodzi każda teoria, zanim jako ustalona i sprawdzona wejdzie do podręczników, encyklopedii i literatury popularnonaukowej.

KRONIKA

Mgławice planetarne w M31

Badania nad mgławicami planetarnymi dostarczają między innymi informacji o składzie chemicznym, ewolucji i ruchach starych populacji gwiezdnych. Obserwacje sąsiedniej galaktyki stanowią okazję do badań nad dużą liczbą mgławic planetarnych, położonych w jednakowej w przybliżeniu odległości od Słońca. Jedną z serii prac poświęconych mgławicom planetarnym w galaktykach Układu Lokalnego jest niedawno opublikowany artykuł o badaniach mgławic w galaktyce Andromedy (M31). Wykorzystując 3-metrowy teleskop Shane'a (Obserwatorium Licka) David C. Lawrie i Holland C. Ford wykonali serię zdjęć jądra M31 przy użyciu filtra interferencyjnego i kamery wzmacniającej obraz. Wąskie pasmo przepuszczania filtra pracującego nominalnie na fali 5007 angstremów, mogło być zmieniane poprzez zmianę jego temperatury. Ponieważ większość gwiazd nie wykazuje emisji na tej długości fali (podwójnie zjonizowany tlen), technika ta stanowiła dużą pomoc przy identyfikacji mgławic w gęsto zasiedlonych gwiazdami wewnętrznych rejonach M31 (obserwacje zdołano prowadzić aż do odległości 25 lat świetlnych od jądra). W promieniu 800 lat świetlnych od centrum M31 wykryto 42 mgławice planetarne, w tym 19 dotąd nieznanych. Liczba tych obiektów w każdym przedziale o szerokości 1 wielkości gwiazdowej jest w przybliżeniu stała, przynajmniej w odniesieniu do mgławic, których jasność ustępuje najjaśniejszej mgławicy o najwyżej 3 mag. Czyniąc pewne założenia co do rozkładu materii międzygwiezdnej w galaktyce Andromedy, Lawrie i Ford ocenili ogólną liczbę mgławic planetarnych w M31 znajdujących się w zasięgu stosowanych technik detekcyjnych na 2800 (słabszych o nie więcej niż 3 mag. od najjaśniejszej). Aby ocenić całkowitą liczbę mgławic w tej galaktyce założono, że względna częstość ich występowania jako funkcja jasności jest identyczna z tą samą zależnością ustaloną w oparciu o obserwacje Obłoków Magellana. Otrzymany wynik — 21 tysięcy mgławic słabszych o nie więcej niż 8 mag. od najjaśniejszej — pozostaje w doskonałej zgodzie z poprzednio dokonywanymi ocenami.

Wg *Sky and Telescope*, 1982, 64, 6, 538

ZBIGNIEW PAPROTNY

Milisekundowy pulsar

Obiekt 4C21.53 był przez szereg lat celem licznych badań. Próbowano przede wszystkim wyjaśnić, czy jest to pulsar czy też obiekt zupełnie nowego typu. Pierwsza hipoteza potwierdzona została podczas wykonanych we wrześniu i listopadzie 1982 w obserwatorium Arecibo obserwacji, przeprowadzonych na częstotliwościach 430 i 1400 MHz. W ich trakcie odkryto pulsar o najkrótszym znanym okresie, równym 1,558 ms. Położenie pulsara odpowiada położeniu zachodniego, bardziej zwartego składnika źródła 4C21.53. Współrzędne pulsara określono za pomocą instalacji VLA: $\alpha = 19^h37^m28{,}72^s$, $\delta = 21°28'01{,}3''$ (1950.0), stąd nadane mu oznaczenie 1937+214. Odległość do niego oceniono na 2500 parseków. Średni profil składa się z impulsu głównego oraz opóźnionego o około 180° międzyimpulsu. Impuls ma szerokość nie przekraczającą około 8% okresu. Jego profil obserwowany na obu wymienionych częstotliwościach jest bardzo podobny. Ogromna częstotliwość rotacji pulsara, równa 642 Hz, jest zbliżona do maksymalnie możliwej dla gwiazdy neutronowej wielkości 2000 Hz. Ponieważ w pobliżu 1937+214 nie znaleziono promieniującej synchrotronowo otoczki, ani żadnych resztek wybuchu, który mógł doprowadzić do powstania pulsara, sugeruje się, że może on być względnie stary. Oczekuje się też odkrycia pulsacji w zakresie optycznym, analogicznie do pulsara w mgławicy Krab. Zdaniem autorów cytowanej niżej pracy, otaczający pulsar obszar HII jest z nim fizycznie związany, a źródłem jonizacji jest gwiazda tworząca z pulsarem układ podwójny. Prace nad identyfikacją optyczną 1937+214 przeprowadzono za pomocą 1-metrowego teleskopu obserwatorium Licka, sprzężonego z detektorem CCD. Doprowadziły one do odkrycia czerwonego obiektu o $m = 20 \pm 1$ mag., nie występującego w *Atlasie Palomarskim*, a znajdującego się w granicach ±1 sek łuku od położenia pulsara wyznaczonego metodami radioastronomicznymi. Podczas tych obserwacji ponownie nie udało się odkryć śladów otoczki, która mogłaby być resztką macierzystego obiektu pulsara. Jego niezwykły charakter był jednym z głównych tematów sympozjum poświęconego astrofizyce relatywistycznej, które odbyło się 25 grudnia 1982 w Teksasie. Mówiono na nim o ostatnich pracach nad wyznaczeniem zmiany okresu 1937+214. Okazała się ona wyjątkowo mała i wynosi tylko $1{,}26 \cdot 10^{-19}$ s/s. Cechą charakterystyczną tego pulsara jest więc nie tylko ogromna prędkość wirowania ale również niezwykle mała strata energii. Na sympozjum zaproponowano hipotezę, według której 1937+214 i trzy znane pulsary występujące w układach podwójnych tworzą nową, trzecią klasę pulsarów. Dwie dotąd wydzielone to pulsary radiowe i rentgenowskie. Obiekty nowego typu wykazują cechy właściwe pulsarom z obu dotąd znanych klas. Sugeruje się, że pulsar trzeciego typu ma początkowo charakter wyłącznie radiowy i powstaje w układzie podwójnym, bez wybuchu supernowej, w nieznany na razie sposób. W dalszym ciągu ewolucji tych obiektów zachodzi akrecja materii z układu, wiodąca do powstania dysku wokół gwiazdy neutronowej. Od tego momentu obiekt zaczyna wykazywać cechy pulsara rentgenowskiego. Niewielką stratę energii tłumaczy się słabym polem magnetycznym gwiazdy neutronowej.

Wg *Nature*, 1982, 300, 615 i 618

ZBIGNIEW PAPROTNY

Najsłabsze gwiazdy

Za najsłabszą znaną gwiazdę uważano do niedawna VB 10, karłowaty obiekt o absolutnej jasności wizualnej +18,6 mag. Obserwacje wykonane przez I. U. Reida i G. Gilmore'a, astronomów szkockich, doprowadziły do odkrycia nowej rekordzistki. Jest nią RG 0050—2722, mająca jasność absolutną niższą niż +19 mag. Ponieważ znajduje się ona w odległości około 25 parseków od Słońca, jej jasność obserwowana wynosi tylko +20 mag. Jest to pierwsza gwiazda tego rodzaju odkryta wyłącznie metodami fotometrycznymi, jako że jej paralaksa trygonometryczna i ruch własny nie są znane. W podczerwonym widmie RG 0050—2722 obserwowano rozległe pasma absorpcyjne tlenku tytanu, są też wskazówki, by sądzić, że gwiazda jest bogata w metale. Jej barwa sugeruje temperaturę powierzchniową około 2600 K. Jeśli gwiazda spełnia zależność masa — jasność dla obiektów ciągu głównego, to jej masa jest równa tylko 0,023 słonecznej czyli około 25 razy więcej niż masa Jowisza. Zdaniem autorów referowanej pracy, obiekty, które połączyłyby obszary mas planetarnych i gwiezdnych, nie istnieją z powodu różnic między czynnikami wpływającymi na formowanie się nowych gwiazd, a tymi, które działają w protoplanetarnych dyskach otaczających te gwiazdy. W każdym razie obiektów o masach pośrednich dotąd nie wykryto.

Wg *Sky and Telescope*, 1982, **63**, 21.

ZBIGNIEW PAPROTNY

Nazewnictwo obiektów Układu Słonecznego

Historycznym przykładem rozbieżności co do nazw ciał w Układzie Słonecznym jest różnica zdań między Galileuszem, który odkryte przez siebie księżyce Jowisza nazwał Gwiazdami Medycejskimi, a współczesnym mu Mariusem, który nadał im znane dziś imiona: Io, Europa, Ganimedes, Kallisto. W miarę postępu badań Układu Słonecznego podobne spory stawały się coraz częstsze. Od kilkudziesięciu lat prawo nadawania nazw rezerwuje sobie Międzynarodowa Unia Astronomiczna, która w roku 1973 powołała specjalną Grupę Roboczą d/s Nomenklatury Systemu Planetarnego (w skrócie z angielskiej nazwy — WGPSN). Jej propozycje przedstawiane są bezpośrednio Komitetowi Wykonawczemu IAU, a ten rekomenduje je do zatwierdzenia przez Zgromadzenie Ogólne, zbierające się co trzy lata. Sądzono, że procedura ta będzie dostatecznie efektywna, by uporać się z zalewem odkryć dokonywanych przez bezzałogowe próbniki planetarne. Zwyczajowo, przed nadaniem nazwy, wymagano, by znana była dokładna orbita nowo odkrytego ciała. Czego jednak IAU nie przewidziało to tego, że sondy w rodzaju Voyagera będą w stanie dostarczyć zdjęcia nowych obiektów, nawet szczegółów na ich powierzchniach, nie mogąc jednocześnie określić orbit tych ciał w czasie trwających niewiele godzin, szybkich przelotów w ich pobliżu. Co więcej, przeloty próbników dostarczały odkryć na tyle szybko, że istniejące w IAU mechanizmy nie nadążały z nadawaniem obiektom nawet czasowych oznaczeń. Ta sytuacja stała się przedmiotem ożywionej dyskusji podczas ostatniego Zgromadzenia Ogólnego IAU (sierpień 1982, Patras, Grecja). Grupa Robocza WGPSN, wtedy jeszcze pod przewodnictwem Petera Millmana, przybyła do Patras z gotową listą nazw, wymagającą jedynie zatwierdzenia przez Zgromadzenie Ogólne. Napotkano jednak na opór

ze strony Briana Marsdena, dyrektora Centralnego Biura Telegramów Astronomicznych oraz Elizabeth Roemer z Komisji IAU nr 20, zajmującej się pozycjami i ruchami ciał w Układzie Słonecznym. Marsden i Roemer utrzymywali, że istnieje zbyt mało danych orbitalnych, dotyczących trzech małych księżyców z listy przedstawionej przez WGPSN. Podniesiono też problem bardziej zasadniczy: czy WGPSN jest w ogóle uprawniona do nadawania nazw, skoro odpowiedzialna za to tradycyjnie była Komisja nr 20? Ponieważ istniały naciski, żeby negocjacje w tej sprawie zakończyć przed przedłożeniem stosownych rekomendacji Zgromadzeniu Ogólnemu, powołano *ad hoc* panel, który osiągnął zgodę w dwóch podstawowych kwestiach. Po pierwsze, ustalono nowy protokół nadawania nazw, zarówno ostatecznych jak i czasowych. Po drugie, odrzucono nazwy zaproponowane przez WGPSN dla trzech małych satelitów, zgadzając się jedynie na ich czasowe stosowanie. Chodzi o obiekty noszące oznaczenia 1980S28 (księżyc Saturna, prowizorycznie nazwany Atlas), oraz 1979J1 i 1979J3 (dwa księżyce Jowisza, dla których sugeruje się nazwy Adrastea i Metis). Niektóre księżyce otrzymały nazwy, chociaż te muszą jeszcze być zaaprobowane przez Zgromadzenie Ogólne. Księżyc Jowisza noszący oznaczenie 1979J2 od momentu odkrycia przez Stephena Synnotta na zdjęciach wykonanych przez Voyager 1, nazwano Thebe. Dwa małe ciała poruszające się wokół Saturna po tej samej orbicie co Tetyda, oznaczone dotąd 1980S13 i 1980S25, nazwano Telesto i Kalypso. Odkryto je w roku 1980 podczas obserwacji teleskopowych z Ziemi. Interesująca jest historia enigmatycznego Janusa, księżyca Saturna nazwanego tak przez A. Dollfusa po dokonanym w roku 1966 odkryciu. Obliczona przez Dollfusa orbita, lokująca Janusa w odległości 160 tysięcy kilometrów od Saturna, była kilkakrotnie krytykowana — ostatnio w 1977 przez J. Fountaina i S. Larsona, a następnie w 1978 przez K. Aksnesa i F. Franklina. W roku 1981, dzięki obrazom otrzymanym z próbników Voyager, okazało się, że na zdjęciach wykonanych przez Dollfusa w roku 1966 sfotografowano przynajmniej dwa księżyce — oba na orbicie odległej o 151400 km od Saturna: 1980S1 (odkryty teleskopowo przez D. Pascu) i nieco mniejszy 1980S3 (odkryty przez D. Cruikshanka). Zajmujące wspólną orbitę księżyce położone są na zewnątrz pierścienia A. Jak się wydaje, Dollfus odkrył któryś z nich (może oba), nie mógł jednak spełnić stawianego przez IAU warunku jednoznacznego określenia orbity. Koniec końców, imię Janus nadano 1980S1, zaś 1980S3 nazwano Epimeteusz. Oficjalne nazwy nadano również pięciu przerwom w systemie pierścieni Saturna. Cassini to nazwa przerwy pomiędzy pierścieniami A i B, Encke to najszersza przerwa w pierścieniu A, położona około 133500 km od środka Saturna, Maxwell — najszersza szczelina w pierścieniu C, 87500 km od centrum planety, Huygens — przerwa w odległości 117500 km, Keeler — wąska przerwa w pobliżu zewnętrznego skraja pierścienia A, odległa o 136500 km od środka Saturna.

Wg *Sky and Telescope*, 1983, 66, 1, 16

ZBIGNIEW PAPROTNY

Wyładowania atmosferyczne na Saturnie

Na około tydzień przed i po przelocie próbników Voyager w pobliżu Saturna, instrumenty pokładowe obu sond zarejestrowały niezwykłe sygnały radiowe, podobne nieco do słyszanych w odbiornikach samo-

chodowych w czasie burzy. Sygnały odbierano przez około 7 godzin, po czym następowała trzygodzinna przerwa i kolejny okres 7 godzin emisji. Owe, jak je później zidentyfikowano, wyładowania elektrostatyczne, składały się z pojedynczych impulsów trwających 0,015—0,4 sekundy i mających szerokość widmową od 20 kHz do 40 MHz. Początkowo sądzono, że sygnały pochodzą z pierścieni Saturna, ponieważ okres z jakim się powtarzały odpowiadał okresowi rotacji zewnętrznego skraja pierścienia B. Wyładowania pod wieloma względami przypominały jednak zjawiska znane z burz na Ziemi i dlatego część badaczy skłonna była wiązać obserwowane sygnały z wyładowaniami w atmosferze Saturna. Ponowna analiza danych otrzymanych z sond Voyager potwierdza to drugie przypuszczenie. Wynika z niej, że sygnały pochodzą ze stabilnego rejonu burzowego, położonego nieco na północ od równika planety i zajmującego obszar około sześćdziesięciu stopni długości planetograficznej (co w przybliżeniu odpowiada około 65 tysiącom kilometrów). Dowodząc słuszności tej interpretacji jej autorzy wskazują, iż górna granica widma wyładowań z nocnej półkuli planety (gdzie gęstość elektronów w jonosferze jest mniejsza) sięga znacznie niższych częstotliwości niż wyładowań odbieranych z półkuli dziennej. Dokładnie zrekonstruowano też położenie Saturna z perspektywy próbnika Voyager 1, wykazując, że trzygodzinne przerwy pomiędzy odbiorem sygnałów odpowiadają okresom, w których rejon burzowy znajdował się po niedostępnej obserwacjom z sondy stronie planety. Przedstawione wyjaśnienia rodzą jednak szereg następnych pytań. Dlaczego na przykład burza ograniczona jest tylko do sześćdziesięciu stopni długości planetograficznej? Dlaczego nie obserwowano innych rejonów burzowych, bardziej oddalonych od równika lub na południowej półkuli planety? W jaki sposób cień rzucany przez system pierścieni Saturna wpływa na jonosferę po jego stronie dziennej i jej przezroczystość dla promieniowania elektromagnetycznego generowanego przez wyładowania? Chcąc znaleźć odpowiedź na przynajmniej niektóre z tych kwestii próbuje się obecnie wykryć emisje z obserwatoriów radiowych na Ziemi.

Wg *Sky and Telescope*, 1983, 66, 1, 14

ZBIGNIEW PAPROTNY

Poszukiwania komet i planetoid

Jak wykazują ostatnie badania, przyczyną wyginięcia około 60% gatunków zwierząt pod koniec okresu kredowego i na początku trzeciorzędu była najprawdopodobniej gwałtowna zmiana warunków środowiskowych, wywołana zderzeniem Ziemi z planetoidą o średnicy około 10 km. Ewentualna przyszła kolizja tego rodzaju miałaby równie katastrofalne skutki dla życia na Ziemi. Proponuje się więc rozpoczęcie systematycznych poszukiwań planetoid i komet, których orbity przecinają orbitę Ziemi. Według autorów referowanej pracy najlepiej nadawałoby się do tego celu skanująca kamera RCA, składająca się w części rejestrującej obraz z 163840 elementów ze sprzężeniem ładunkowym (CCD) — 320 lini po 512 elemetów w każdej. Przy czasie integracji równym 3,3 sekundy, odczytywanie prowadzi się kolejno z wszystkich elementów za pomocą komputera. Otrzymywane co 5 minut obrazy porównuje się ze sobą i identyfikuje obiekty przemieszczające się o więcej niż 2 elementy (0,52 stopnnia na dobę). Graniczna wizualna wielkość gwiazdowa obiektów nadających się do obserwacji — 19,4 mag.

— pozwala na wykrywanie cial o średnicy powyżej 300 m w odległości do 3,0 j.a. od Ziemi. Opisywany system detekcyjny zainstalowany zostanie w obserwatorium Kitt Peak. Oczekuje się, że w latach 1985—1995 obserwacje pozwolą odkryć około 1000 blisko przelatujących planetoid i komet, a mniej więcej połowa z nich będzie dostatecznie jasna, żeby umożliwić badania ich właściwości fizycznych. Przedstawiony program pozwoli tym samym nie tylko na wczesne wykrycie zagrażających Ziemi obiektów, lecz również dostarczy bogatego materiału statystycznego dotytączego małych ciał w Układzie Słoneczym.

Wg *Sun and Planetary System*, D. Reidel, Dordrecht, 1982, 279

ZBIGNIEW PAPROTNY

Meteoryty z Antarktydy

Bardzo ciekawą pracę na temat meteorytów opublikowali w ubiegłym roku uczeni amerykańscy William A. Cassidy i Louis A. Rancitelli. Z pracy tej bowiem wynika, że w ciągu ostatnich dziesięciu lat na Antarktydzie znaleziono 4850 meteorytów, które — jak się ocenia — pochodzą z 50 — 500 różnych upadków. Tak więc meteoryty znalezione na „szóstym kontynencie" stanowią dziś już 25% ogólnej liczby meteorytów znajdujących się w muzeach. Do najciekawszych znalezisk zaliczyć należy 8 kg meteoryt, bo jak się sądzi — mógł on być wyrzucony z wulkanu na Marsie. Wiek znalezionych na Antarktydzie meteorytów nie przekracza 1,3 miliarda lat i głównie są to meteoryty kamienne. Na żelazne przypada tylko 6%, a na kamienno-żelazne zaledwie 1%. Należy przy tym dodać, że meteoryty te pochodzą z obszaru o powierzchni nie większej niż 500 km² (okolice gór Yamatao i Ziemi Wiktorii). Poszukiwania te będą kontynuowane, gdyż „szósty kontynent" uchronił się przed wpływami współczesnej cywilizacji i zapewne znajduje się tam wiele ciekawych okazów. A w dodatku meteoryty na Antarktydzie są dobrze zakonserwowane i mogą oddać duże usługi nauce.

Wg *American Scientist*, 1982, 70, 156

STANISŁAW R. BRZOSTKIEWICZ

PORADNIK OBSERWATORA

Zmiana daty na dni juliańskie

Miłośnikom astronomii — a zwłaszcza obserwatorom gwiazd zmiennych — potrzebne jest często określenie czasu w dniach juliańskich Zamiast szukać w tablicach, które przecież nie zawsze mamy, można taką datę juliańską samemu policzyć. Do rachunków wystarcza kartka papieru i coś do pisania, przydałby się i kalkulator. Przytoczone wzory zostały zamieszczone w *„Sky and Telescope"* Vol. 61, nr. 4, str. 312 a pochodzą z publikacji Jeana Meeusa *„Astronomical Formulae for Calculators"*. Pozwalają one przeliczyć dowolną datę na dni juliańskie przy czym dzień juliański podany jest na północ poprzedniego dnia czyli godzinię $0^h00^m00^s$ wybranego dnia, według czasu Greenwich. Korzystając z zamieszczonych poniżej wzorów wyliczyłem że:

1 stycznia 1900	to JD 2415020,5
1 października 1983	to JD 2445608,5
1 stycznia 1984	to JD 2445700,5
31 grudnia 1999	to JD 2451543,5

(JD — dni juliańskie)

co, jak Czytelnik może sprawdzić, zgadza się z wartościami tablicowymi.

A oto wzory i instrukcje:

y — rok, m — miesiąc, d — dzień
jeżeli $m > 2$ niech $Y = y$ i $M = m$
jeżeli $m \leqslant 2$ niech $Y = y - 1$ i $M = m + 12$
jeżeli data jest po 15 października 1582, niech $A = \mathrm{INT}\,(Y/100)$,

$$B = 2 - A + \mathrm{INT}\,(A/4);$$

jeżeli data jest przed 15 października 1582, niech $M = 0$.

A, B, Y i M są zmiennymi pomocniczymi. Nasz wynik, dzień juliański JD:

$$\mathrm{JD} = \mathrm{INT}\,(365{,}25 \cdot Y) + \mathrm{INT}\,(30{,}6001 \cdot (M + 1) + d + 1720994{,}5 + B,$$

gdzie INT oznacza część całkowitą liczby podanej w nawiasie. Dla $y < 0$ (lata przed naszą erą) zamiast INT $(365{,}25 \cdot Y)$ należy wziąć INT $(365{,}25 \cdot Y - 0{,}75)$.

ANDRZEJ SITARZ

KRONIKA PTMA

30 lat oddziału PTMA w Krośnie

W Krośnie Oddział Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii działa już od 1953 roku. Idea popularyzacji astronomii na Podkarpaciu i samo powstanie Oddziału są związane z osobą obecnego prezesa — Jana Winiarskiego. Z jego inicjatywy doszło do historycznego już dziś zebrania członków Założycieli Oddziału dnia 15 maja 1953 roku. Odbyło się ono w budynku Liceum Ogólnokształcącego im. Mikołaja Kopernika. Zarząd Główny PTMA reprezentował Zbysław Popławski, a z Oddziału Nowosądeckiego przybył Feliks Rapf. Pierwszym prezesem Oddziału został Jerzy Czyżowski a wiceprezesem Jan Winiarski. Na zebraniu wysunięto bardzo konkretne propozycje działalności. Do najważniejszych należy projekt wybudowania platformy obserwacyjnej na dachu Liceum, organizacja elementarnego kursu astronomii oraz ustanowienie dyżurów obserwacyjnych z lunetą na Rynku Starego Miasta. Dwa ostatnie projekty zrealizowano i przez kilka lat Jan Winiarski prowadził kursy i pokazy nieba. W ciągu dwóch lat od założenia Oddziału liczba członków przekroczyła 40.

Gdy 30 czerwca 1954 roku przez Suwalszczyznę przebiegał pas całkowitego zaćmienia Słońca, zorganizowano z Krosna mini-ekspedycję. Pojechali wówczas Stanisław Pudełko, Zbigniew Mazanek,

Tadeusz Zajdel i Jan Winiarski. Do aktywnych działaczy tamtego okresu zaliczyć też trzeba Augusta Mazurkiewicza i Władysława Goneta — oprócz pokazów nieba zajmowali się sprawami administracyjnymi Oddziału. W 1956 roku Władysław Gonet pojechał (w ramach współpracy PTMA z Československą Astronomicką Spolecnostią) na wycieczkę do obserwatoriów czechosłowackich. W tym samym roku założono biblioteczkę Oddziału — dziś liczy ona około 140 pozycji i 8 atlasów nieba.

Pierwszymi naukowymi obserwacjami przeprowadzonymi w naszym Oddziale były: 2 września 1957 — obserwacja zakrycia gwiazdy β Capricorni przez Księżyc oraz 29 września 1957 — obserwasja ostatniego segmentu rakiety nośnej satelity *Sputnik* (obie obserwacje wykonał Jan Winiarski). Poza tym w prawie każdy pogodny wieczór organizowano pokazy nieba.

Po śmierci Jerzego Czyżewskiego 25 stycznia 1957 roku wybrany zostaje nowy Zarząd Oddziału i nowy prezes — Augustyn Mazurkiewicz. Za jego kadencji zainstalowano gablotkę astronomiczną, w której co miesiąc zamieszcza się informacje z zakresu astronomii i lotów kosmicznych. Trwa to po dzień dzisiejszy. Działalność popularyzatorska nie ograniczała się tylko do pokazów nieba i do gablotki — do Krosna zaprosiliśmy wówczas dwóch astronomów: Włodzimierza Zonna i Kazimierza Kordylewskiego, a A. Mazurkiewicz i J. Winiarski objeżdżali okoliczne wsie i miasteczka wygłaszając prelekcje i odczyty popularnonaukowe. Dzięki temu lata sześćdziesiąte Oddział w Krośnie rozpoczął dobrymi wynikami, a ilość członków Towarzystwa stale rosła Wkrótce zorganizowano pogadanki astronomiczne nadawane przez *Radiowęzeł* obsługujący znaczną część ówczesnego powiatu krośnieńskiego (zainstalowanych było ponad 10 tys głośników!).

W 1968 roku umiera prezes A. Mazurkiewicz i na jego miejsce jedonomyślnie zostaje powołany J. Winiarski. Jest to ukoronowanie jego, jak sam mówi, długoletniego „małżeństwa z astronomią". Kontynuowane są wszystkie formy działalności. Kiedy w lipcu 1969 roku pierwsi ludzie lądują na Księżycu, teleskop na Rynku oblegany jest przez tłumy ciekawych i podekscytowanych mieszkańców; pokazy Księżyca i nieba trwają do późnych godzin nocnych. W 1973 roku Oddział współpracował z Liceum przy organizowaniu obchodów 500-lecia urodzin Mikołaja Kopernika. Przygotowano okolicznościową wystawę, odsłonięto przy LO pomnik. Niestety w połowie lat siedemdziesiątych nadchodzi niespodziewany kryzys — zaczyna brakować nowych młodych ludzi do pracy społecznej. W latach 1976 — 1978 liczba zrzeszonych w Oddziale spadła z 60 do niewiele ponad 30. Nie trwało to jednak długo i znów zasilone zostały szeregi miłośników astronomii. Do PTMA w Krośnie zaczęli napływać nowi sympatycy, a tradycją się stało, że w sobotnie wieczory w domu prezesa zbierała się grupka młodych ludzi. Wiele wieczorów spędzano nad atlasami nieba i przy książkach, prowadzono zagorzałe dyskusje o Wszechświecie, obserwowano przez teleskop Księżyc, planety i mgławice. Uczestnicy „wieczorów z Uranią" zostali całkowicie zafascynowani astronomią i rozpoczęli szeroką działalność popularyzatorską w swoich środowiskach. Obecnie Krośnieński Oddział PTMA liczy ponad 60 członków. W najbliższym czasie planuje się wycieczkę do Stacji Obserwacyjnej UJ w Roztokach Górnych. W Liceum działa dziesięcioosobowa grupa miłośników prowadząca obserwacje nieba i redagująca szkolną gazetkę o astronomii i astronautyce.

W latach 1953-1982 w pokazach nieba wzięło udział około... 18 000 osób, w jednym z pokazów plam słonecznych padł rekord — ponad 300 osób. Tak więc jedno nie ulega wątpliwości w Oddziale Krośnieńskim — nie grozi nam rozpad. Mamy nadzieję, że znajdą się miłośnicy, którym wystarczy energii i zapału na następne trzydzieści lat.

GRZEGORZ KIEŁTYKA, JAN MASŁYK

NOWOŚCI WYDAWNICZE

I. G. Kołoczinskij, M. Ja. Orłow, L. Z. Proch, A. F. Pugacz, **Czto można uwidiet na niebie** — Naukowa Dumka, Kijów 1982, 190 str., 17,50 zł. (do nabycia w księgarniach wydawnictw importowanych).

Co można zobaczyć na niebie — tytułowe pytanie kojarzy się ze znanym, wielokrotnie wznawianym przewodnikiem po niebie gwieździstym Cesewicza *Czto i kak nabludat' na niebie.* Po recenzowaną książkę sięgnąłem więc nie spodziewając się, żeby była czymś zasadniczo innym w treści i układzie. Lektura szybko jednak wyprowadza z błędu. Obiektom i zjawiskom astronomiczym poświęcona jest tylko jedna, co prawda obszerna, część książki (w przybliżeniu połowa objętości). Kolejne rozdziały prezentują *Zjawiska optyczne w atmosferze obserwowane przy jasnym niebie* (tutaj włączono meteory, co jest nieco mylące zważywszy na tytuł rozdziału), *Zjawiska optyczne obserwowane w chmurach i mgłach, Obiekty i zjawiska na niebie, wiążące się z techniczną działalnością człowieka.* Pierwsze podejrzenie wzmocniło się po przejrzeniu tytułów podrozdziałów: książka powinna nosić wytłoczony podtytuł: *Poradnik dla obserwatorów UFO!* Znajdujemy w niej bowiem szczegółowe opisy wszelkich znanych zjawisk astronomiczych i atmosferycznych, które zazwyczaj są brane za pojawienia owych mitycznych obiektów. Opisy uporządkowane są wewnątrz rozdziałów według alfabetycznego porządku haseł wywoławczych. W rozdziale pierwszym, „astronomicznym", mamy więc 42 hasła, poświęcone pojedynczym obiektom (np. „Algol", „Wenus", „Słońce"), grupom obiektów (np. „Nowe i Supernowe", „Gwiazdy zmienne", „Gromady gwiazd") lub zjawiskom (np. „Zaćmienie Słońca", „Światło zodiakalne", „Popielate światło Księżyca"). Ograniczona liczba haseł sprawia, że tej części daleko do charakteru małej encyklopedii astronomiczej — te jednak hasła, które w niej ujęto, opracowane zostały za starannością godną właśnie encyklopedii. Dotyczy to również pozostałych rozdziałów książki, spośród których szczególnie polecić należy drugi. Znajdujemy w nim wyczerpujące informacje o związanych z obserwacjami nieba zjawiskach atmosferyczynych: dyspersji i refrakcji, świeceniu nieba nocnego, wschodzie i zachodzie obiektów astronomiczych, migotaniu gwiazd itd. Są to tematy często pomijane przez miłośników astronomii, ze względu na „peryferyjność". W książce przedstawiono je z należną im uwagą. Dwa ostatnie rozdziały nie mają już bezpośredniego związku z astronomią (oprócz może opisu zjawisk wiążących się ze Słońcem — np. halo — oraz podrozdział o sztucznych satelitach Ziemi). Książkę uzupełnia obszerny spis literatury (wyłącznie w języku rosyjskim), słowniczek używanych terminów oraz dwa do-

datki, poświęcone sferze i współrzędnym niebieskim oraz radom dla obserwatorów niezwykłych zjawisk na niebie. Ponad 80 rysunków i 20 tablic znakomicie wzbogaca książkę, ułatwiając zrozumienie mechanizmu powstania opisanych zjawisk. Autorom należy pogratulować pomysłu i wykonania, czytelnikom „Uranii" zaś polecić zakup tej niewielkiej lecz niezwykle interesującej książki.

ZBIGNIEW PAPROTNY

TO I OWO

Teleskopy dla amatorów!

Rozpowszechnione wśród miłośników astronomii mniemanie jakoby instrumenty astronomiczne nie były dostępne w handlu, jest nieprawdziwe. Ci, którzy nie czują się na siłach, żeby samodzielnie wykonać np. teleskop systemu Newtona (lub po prostu brakuje im na to czasu), mogą zwrócić się do Biura Zbytu Sprzędu Pomiarowo-Kontrolnego „Merazet" (60-967 Poznań, ul. Czerwonej Armii 66/72, skr. poczt. 45) i zamówić w nim przynajmniej dwa rodzaje instrumentów. Biuro oferuje sprowadzenie z NRD (według indywidualnych zamówień) refraktora TELEMENTOR-2 w cenie około 70 tysięcy złotych (średnica obiektywu 63 mm, ogniskowa 840 mm) oraz teleskopu Schmidta-Cassegraina MENISKAS 150/2250, za jedyne... 400 tysięcy złotych. Byłoby rzeczą interesującą dowiedzieć się, w jaki sposób dokonano kalkulacji cenowej tych instrumentów. Musiałbyś bowiem miłośniku zarabiać ponad 33 tysiące złotych miesięcznie, żeby poświęciwszy (bez reszty!) całoroczny zarobek stać się właścicielem teleskopu MENISKASA! Co więcej, porównując jego cenę z ceną teleskopów typu Schmidta-Cassegraina klasy 8 cali (czyli około 200 mm, a nie 150 jak w przypadku MENISKASA), oferowanych w krajach zachodnich za około 700 dolarów, przekonać się można, że dolar wart jest przy tej akurat transakcji ponad 570 złotych — pomijając już różnicę prawie 140 cm² powierzchni zbierającej, oczywiście na niekorzyść produktu firmy VEB Carl Zeiss Jena. Sądzić przeto należy, że wszyscy, którzy po wstępnych zdaniach tej notatki spieszyli już z zamówieniami do „Merazetu", zdecydują się raczej na zainwestowanie w sprzęt wyższej rozmiarowo i jakościowo klasy, chociażby poprzez bank PKO SA.

ZBIGNIEW PAPROTNY

KALENDARZYK ASTRONOMICZNY

Opracował G. Sitarski **Listopad 1983 r.**

Słońce

W listopadzie wstępuje w znak Strzelca i jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 240°. Dni ciągle są coraz krótsze, o czym świadczą momenty wschodów i zachodów Słońca w Warszawie: 1 listopada Słońce

wschodzi o 6^h30^m, zachodzi o 16^h9^m, a 30 listopada wschodzi o 7^h20^m, zachodzi o 15^h29^m.

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

Data 1983	P	B_0	L_0	Data 1983	P	B_0	L_0
XI 1	+24°54	+4°36	179°06	XI 17	+20°88	+2°59	328°11
3	+24.20	+4.16	152.68	19	+20.29	+2.35	301.75
5	+23.82	+3.94	126.32	21	+19.67	+2.11	275.38
7	+23.40	+3.73	99.95	23	+19.02	+1.86	249.02
9	+22.96	+3.51	73.58	25	+18.34	+1.62	222.66
11	+22.49	+3.28	47.21	27	+17.63	+1.36	196.30
13	+21.98	+3.06	20.84	29	+16.90	+1.11	169.94
15	+21.45	+2.82	354.48	XII 1	+16.14	+0.86	143.58

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy; B_0, L_0 — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy.
15d2h55m — heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

Księżyc

Ciemne, bezksiężycowe noce będziemy mieli w pierwszej połowie miesiąca, bowiem kolejność faz Księżyca jest w listopadzie następująca: nów 4^d23^h, pierwsza kwadra 12^d17^h, pełnia 20^d13^h, ostatnia kwadra 27^d12^h. W perygeum Księżyc znajdzie się dwukrotnie, 1 i 26 listopada, natomiast w apogeum 13 listopada. W listopadzie tarcza Księżyca zakryje Urana i Jowisza, ale zjawiska te będą u nas niewidoczne.

Planety i planetoidy

Ozdobą porannego nieba jest Wenus błyszcząca nad wschodnim horyzontem jak gwiazda —3.9 wielkości. Nieco wyżej nad horyzontem świeci czerwony Mars, ale znacznie słabiej niż Wenus (+1.8 wielk. gwiazd.), a pod koniec miesiąca wschodzi także Saturn i jest widoczny nisko nad horyzontem jako gwiazda +0.8 wielk. gwiazd. Pozostałe planety są w tym miesiącu niewidoczne. Przez lunety natomiast możemy obserwować dwie planetoidy, Juno i Westę, obie widoczne prawie przez całą noc. Juno (ok. 8 wielk. gw.) przebywa w gwiazdozbiorze Wieloryba, a jaśniejsza Westa (7 wielk. gw.) na granicy gwiazdozbiorów Byka i Oriona. Podajemy równikowe współrzędne planetoid dla kilku dat.

Data 1983		Juno		Westa	
		rekt.	dekl.	rekt.	dekl.
XI	1	2^h08^m2	$-5°24'$	5^h52^m1	$+17°59'$
	11	2 02.0	−6 46	5 48.5	+18 02
	21	1 57.4	−7 30	5 42.0	+18 08
XII	1	1 55.4	−7 36	5 32.9	+18 17

Meteory

W listopadzie promieniują dwa roje meteorów, Taurydy i Leonidy. Maksimum aktywności Taurydów przypada 8 listopada i warunki obserwacji są w tym roku dobre. Taurydy mają podwójny radiant w gwiazdozbiorze Byka o współrzędnych: rekt. 3^h44^m, dekl. $+14°$ i $+22°$. Leonidy promieniują od 15 do 19 listopada, a maksimum przypada na 18^d. Warunki obserwacji są nieco gorsze, a rój jest mało obfity. Radiant Leonidów leży w gwiazdozbiorze Lwa i ma współrzędne: rekt. 10^h8^m, dekl. $+22°$.

* *
*

1^d Księżyc złączy się kolejno z dwoma planetami, o 5^h z Marsem w odl. 4°, a o 7^h z Wenus w odl. 5°. Rankiem nad wschodnim horyzontem obserwujemy więc piękną konfigurację planet i sierpa Księżyca.

4^d21^h Wenus w największym zachodnim odchyleniu od Słońca (47°).

6^d21^h Księżyc w bliskim złączeniu z Uranem. Zakrycie planety przez tarczę Księżyca widoczne będzie na Oceanie Atlantyckim i w Ameryce Południowej.

7^d8^h Księżyc znajdzie się w bliskim złączeniu z Jowiszem,, a zakrycie planety przez tarczę Księżyca widoczne będzie w Afryce i na Oceanie Indyjskim.

8^d10^h Złączenie Księżyca z Neptunem w odl. 2°.

20^d Nastąpią dwa złączenia Merkurego: o 5^h z Uranem w odl. 2°, a o 8^h z Antaresem (w odl. 3°), gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiorze Skorpiona (Niedźwiadka).

$22^d22^h5^m$ Słońce wstępuje w znak Strzelca, jego długość ekliptyczna wynosi wtedy 240°.

26^d7^h Złączenie Merkurego z Jowiszem w odl. 3°.

29^d O 16^h nastąpią jednocześnie dwa złączenia: Marsa z Księżycem w odl. 4° i Wenus ze Spiką (Kłosem Panny) w odl. 4°, gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiorze Panny.

30^d22^h Wenus w złączeniu z Księżycem w odl. 2°.

Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie środkowo-europejskim.

CONTENTS

G. Stasińska, R. Tylenda — Planetary Nebulae.

J. Sikorski — Chromospheres of Stars.

Chronicle: Planetary Nebulae in M31 — Milisecond's Pulsar — The Faintest Stars — Designation of Solar System Objects — Atmospheric Detonations on Saturn — Search of Comets and Asteroids — Meteorites from Antarctic.

Vade-mecum for Observers: Change of data to JD.

PTMA Chronicle.

New Books.

Here and There.

Astronomical Calendar.

СОДЕРЖАНИЕ

Г. Стасиньска, Р. Тыленда — Планетарные туманности.

Е. Сикорски — Звёздные хромосферы.

Хроника: Планетарные туманности в M31 — Милисекундный пульсар — Самые слабые звёзды — Номенклатура объетов Солнечной системы — Атмосферные разряды на Сатурне — Поиски комет и астероидов — Метеориты из Антарктиды.

Справочник наблюдателя: Перевод даты в юлианские дни.

Хроника Общества (PTMA).

Новые книги.

То и сё.

Астрономический календарь.

W Biurze ZG PTMA są do nabycia następujące materiały:

Układ soczewek okularowych (achromat) ⌀ 12 mm, F = 27 mm 100 zł

Układ soczewek okularowych (achromat) ⌀ 18 mm, F = 25,6 mm 100 zł

⌀ 50 mm 120 zł Zwierciadełko płaskie

Karborund, — numery: 120, 150, 240, 280, 400, 850 po 200 zł za kg

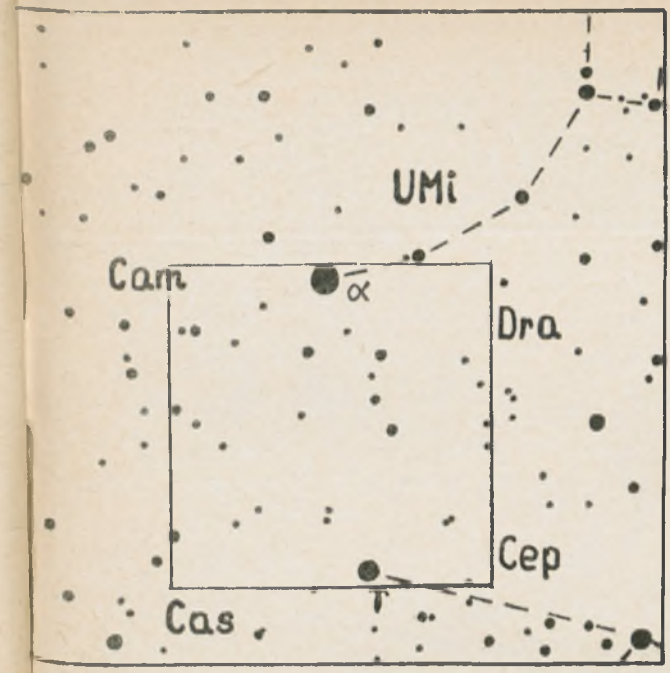
Proszek polerski (tlenek ceru) 400 zł za kg

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. Nakład 3150 egz.

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

Drukarnia Związkowa, Kraków, ul. Mikołajska 13 — Zam. 4182/83 — T-20 — 3500

U Cep



Epoka 1980

$\alpha = 01^h 00^m,2$

$\delta = +81° 46'$

Min. JD = 2440874,3009

Period = $2^d,49307$

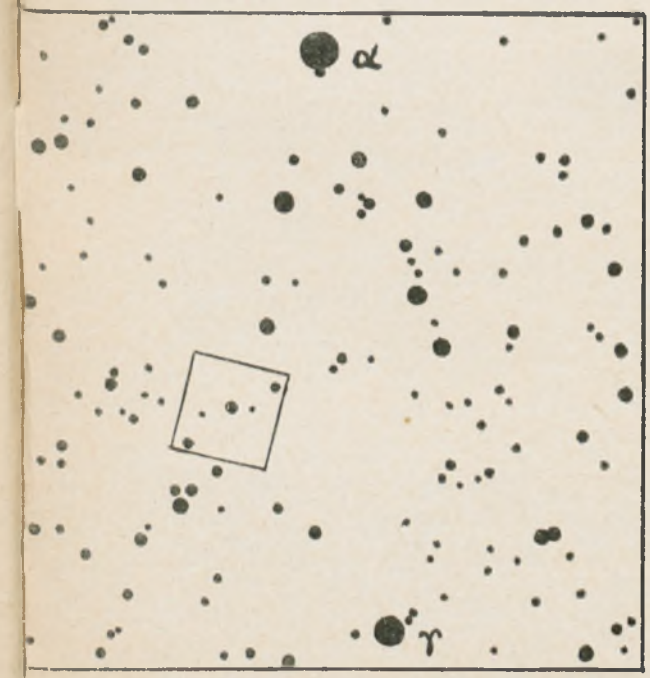
$M = 6^m,80$ $D = 9^h,6$

$A_1 = 2,30$ $d = 2,3$

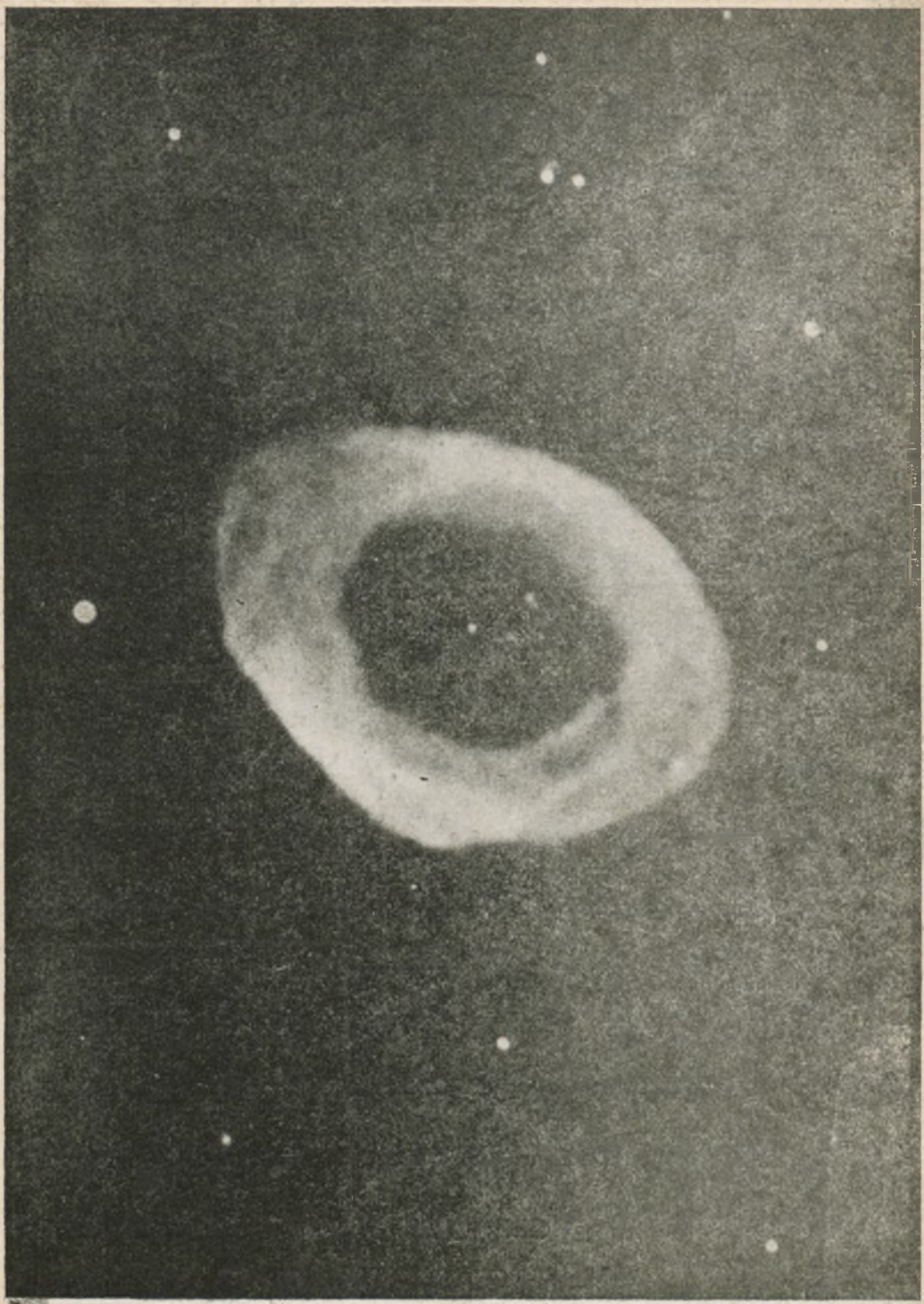
$A_2 = 0,09$

Jasnosci gwiazd porównania

a = $6^m,40$	g = 8,54
b = 6,73	h = 9,19
c = 7,20	k = 9,54
d = 8,80	l = 10,24
f = 8,48	m = 10,23



Cena zł 25.—



Indeks 38001