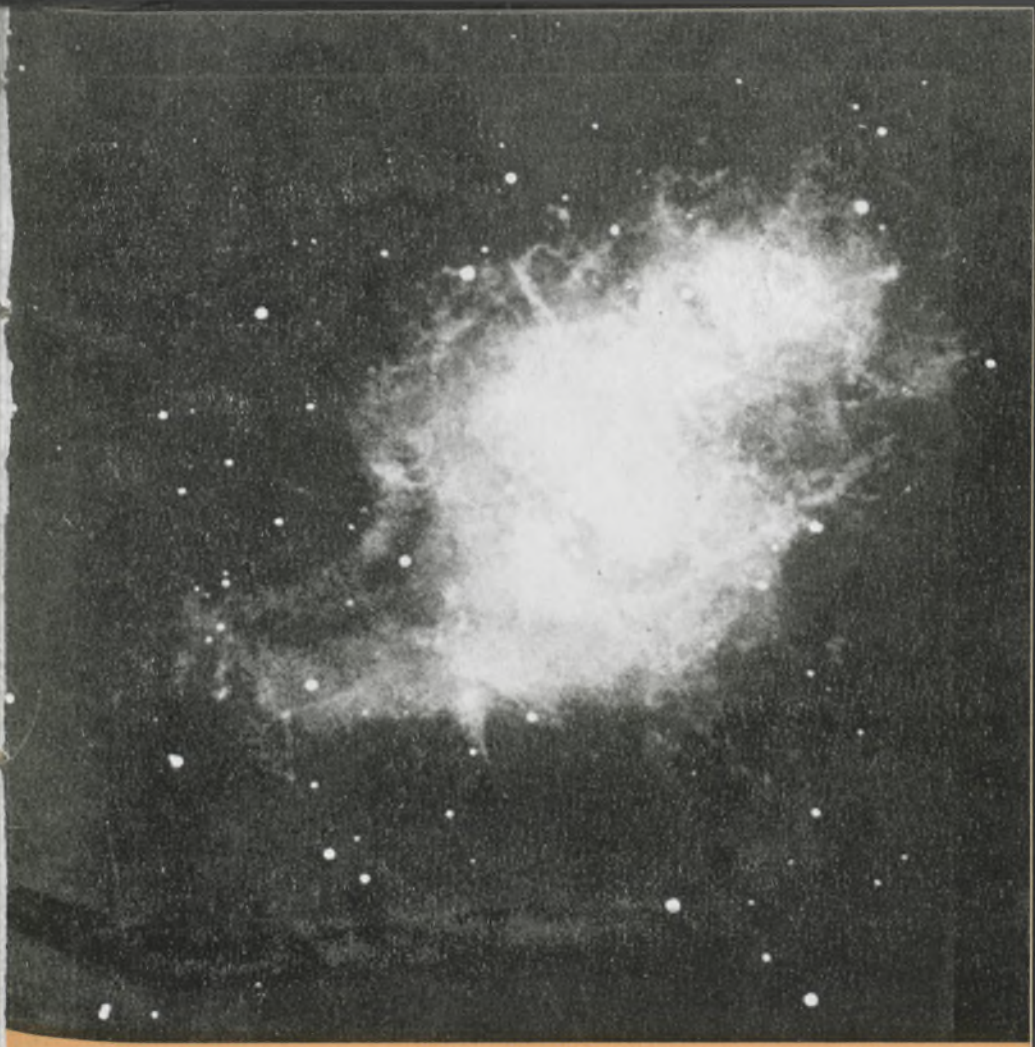
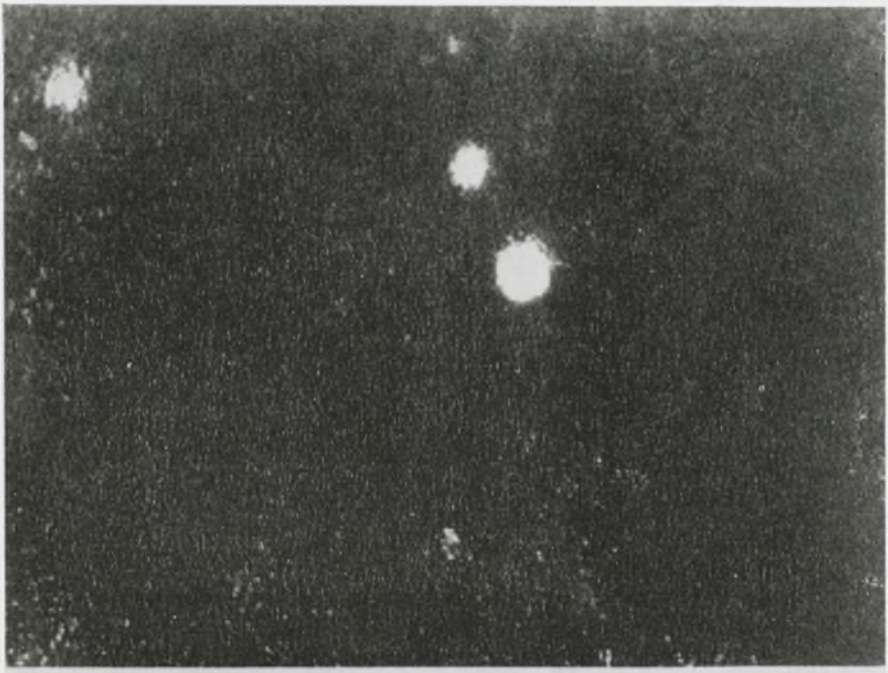
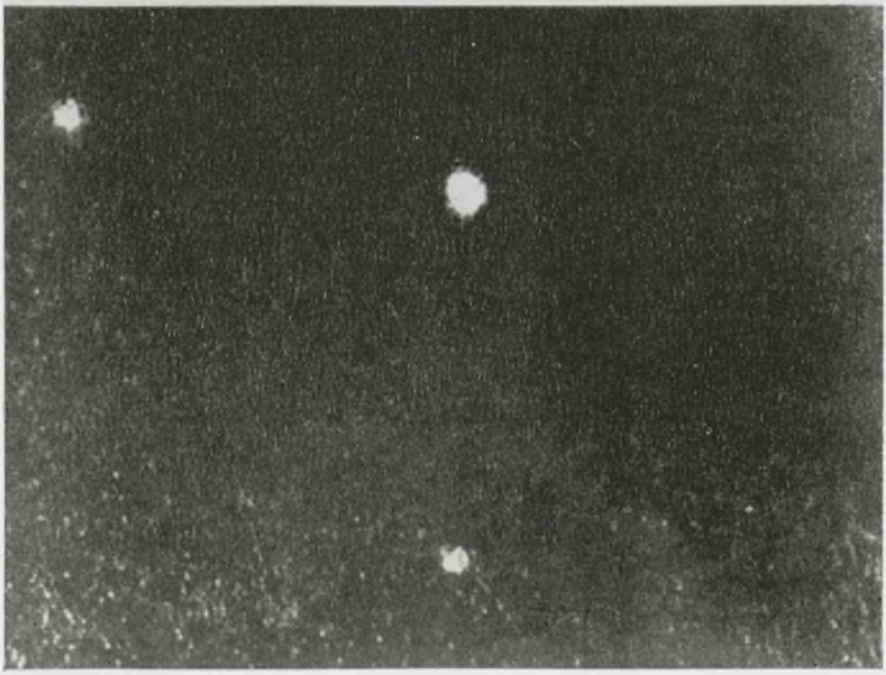


URANIA

MIESIĘCZNIK
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII
ROK XLI MARZEC 1970 Nr 3

BIBLIOTEKA UNIWERSYTECKA w TORUNIU





URANIA

MIESIĘCZNIK POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK XLI MARZEC 1970 Nr 3

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

SPIS TREŚCI

F. Zwicky — Fizyka i chemia na Księżycu (I).

A. Spodenkiewicz — Co nowego w Mgławicy Krab?

L. Zaleski — Pulsary.

Kronika: Rozbłysk gwiazdy wysyłającej promieniowanie rentgenowskie — Fotoelektryczne badania plenetoidy Hektor — Wulkany na dnie krateru Kopernik?

Konferencje i zjazdy: XIV Zjazd Polskiego Towarzystwa Astronomicznego — Konferencja w sprawie nauczania astronomii.

Kalendarzyk astronomiczny.

Fizyków i chemików oczekują na Księżycu trzy zadania:

1. Zbadanie własności fizycznych i chemicznych powierzchni Księżyca oraz cząstek i promieniowania, jakie na nią padają,
2. Przygotowanie środków dla umożliwienia człowiekowi życia w czasie pobytu na Księżycu,
3. Stworzenie na Księżycu laboratorium dla prowadzenia takich badań w dziedzinie fizyki i chemii, których nie udaje się dokonywać na Ziemi.

Zagadnieniom tym poświęcony jest artykuł *Fizyka i chemia na Księżycu*, którego autorem jest wybityn astronom z Obserwatoriów na Mount Wilson i Palomar — **Fritz Zwicky**, profesor Instytutu Carnegie w Waszyngtonie i Kalifornijskiego Instytutu Technologii w Pasadenie.

O mgławicy Krab pisaliśmy kilkakrotnie. Artykuł mgra **Adama Spodenkiewicza** jest jakby podsumowaniem wszystkiego, co na ten temat obecnie powiedzieć można.

W artykule *Pulsary* mgr **Leszek Zaleski** omawia dzisiejszy stan naszej wiedzy o niedawno odkrytych źródłach promieniowania radiowego i o możliwościach ich wykorzystaniach do badań w zakresie teorii względności.

Pierwsza strona okładki: Mgławica Krab (zdjęcie za pomocą 60 calowego reflektora Obserwatorium na Mt. Wilson). Południowy (na fotografii dolny) składnik pozornego układu podwójnego gwiazd w środku mgławicy jest pulsarem NP 0532.

Druga strona okładki: Centralny obszar mgławicy Krab. Na górnym zdjęciu najjaśniejszą gwiazdą jest pulsar NP 0532. Na dolnym zdjęciu jest on prawie niewidoczny. Zdjęcia odpowiadają różnym fazom pulsara. (Obserwatorium Licka, zastosowano technikę elektronową).

Czwarta strona okładki: Projekt Planetarium i Obserwatorium Astronomicznego w Parku Braterstwa Broni i Przyjaźni Polsko-Radzieckiej w Poznaniu. Widok od strony południowej (u góry) i zachodniej. Autor: Biuro Studiów i Projektów — Inż. Sp. Pracy (Poznań, ul. Kozia 20). Koncepcję wykonano w czynie społecznym.

*FRITZ ZWICKY — Pasadena, California (USA) *)*

FIZYKA I CHEMIA NA KSIĘŻYCU (I)

A. Wprowadzenie

Ćwiczenia umysłu można rozpocząć od spekulacji na temat możliwych doświadczeń i badań w dziedzinie fizyki i chemii na Księżycu, ze szczególnym uwzględnieniem tych eksperymentów, które w ogóle nie mogą być wykonane na Ziemi lub części tych, które mogą być przeprowadzone na Księżycu w sposób znacznie prostszy. Jednakże takie potraktowanie przedmiotu byłoby nierealistyczne przed uzyskaniem dokładnych danych o warunkach fizyko-chemicznych, z jakimi będziemy mieć do czynienia na Księżycu. Pochopne planowanie badań podstawowych na Księżycu, bez uwzględnienia aktualnych granic naszych możliwości, mogłoby doprowadzić jedynie do rozczarowań, dużych strat wysiłku i dostępnych środków. Chociaż jesteśmy entuzjastami przestrzeni kosmicznej, musimy uważać, aby nie przeholować, gdyż to doprowadziłoby do zdyskredytowania projektu badań w oczach opinii publicznej.

Kontrowersje, które powstają w kręgach naukowych, jak również w opinii publicznej wyraźnie wskazują, że naszym pierwszym obowiązkiem jest ocena wszystkich środków w naszej dyspozycji i wybranie tych, które pozwolą osiągnąć pożądane wyniki w sposób najbardziej wydajny, tani i bezpieczny. Jeśli chodzi o możliwe środki, o których wspomniałem, badania z powierzchni Ziemi ciągle zajmują pierwsze miejsce. Dla uzupełnienia możemy obecnie stosować balony wysokościowe, rakiety badawcze, sztuczne satelity i wreszcie urządzenia na Księżycu, Marsie lub innych odpowiednich ciałach układu słonecznego.

Jeżeli chodzi o perspektywy badań naukowych przestrzeni kosmicznej, a Księżyca w szczególności, autor przy wielu sposobnościach sugerował, aby grupa ekspertów spośród członków Międzynarodowej Akademii Astronautyki wspólnie stworzyła monografię na temat „Badania na Ziemi i w przestrzeni kosmicznej", która obejmowałaby następujące zagadnienia:

---

*) Referat na Międzynarodowym Sympozjum w Belgradzie 28 września 1969 r., opublikowany w Proceedings of the International Laboratory (LIL) Symposium, Oxford—New York, 1969. Tłumaczył J. Wicha.

1. Krótki rejestr doświadczeń w dziedzinie biologii, medycyny, astronomii, fizyki, chemii i innych nauk, które mogłyby być w sposób fundamentalny i z powodzeniem przeprowadzone tylko w warunkach pozaziemskich.

2. Doświadczenia w wymienionych dziedzinach, które mogą być wykonane w balonach wysokościowych, rakietach badawczych wypuszczonych z Ziemi i na nią powracających, i wreszcie w obserwatoriach znajdujących się na orbicie okołoziemskiej.

3. Doświadczenia i obserwacje, które są możliwe zarówno w przestrzeni jak i na Ziemi, powinny być prowadzone na tej ostatniej za wyjątkiem przypadków, w których konieczne jest dodatkowe sprawdzenie w przestrzeni.

4. Wreszcie ludzkie implikacje każdego z zamierzonych badań winny być dokładnie przeanalizowane i wszystkie ich aspekty winny być w przejrzystej postaci podane do wiadomości ogółu zainteresowanych oraz odpowiednio wykształconych ludzi.

W tym kontekście należy zwrócić uwagę na irytujący fakt, że po tysiącach lat badań w dziedzinie astronomii i niezliczonych osiągnięcia w praktycznym stosowaniu osiągniętych wyników, my astronomowie często spotykamy się z pytaniem, do czego właściwie przydaje się nasza nauka. Z tego względu oprócz ogólnych opracowań, które zostały zaproponowane wyżej, pożądanym byłoby napisanie monografii o wpływie badań astronomicznych na światopogląd i działalność ludzi. Astronomia szczególnie wydatnie przyczyniła się do rozwiania wielu zgubnych przesądów oraz błędów umysłu ludzkiego i jej zasługą jest wynalezienie zarówno naukowych, jak i praktycznych metod i urządzeń, bez których życie współczesne literalnie stanęłoby w miejscu.

Po osiągnięciu na drodze eksperymentów naukowych dostatecznej ilości informacji o Księżycu i otaczającej go przestrzeni musimy zaplanować konstrukcję urządzeń, które pozwolą nam opanować tę planetę. Urządzenia te muszą być zbudowane i wyczerpująco sprawdzone na Ziemi, a gdy będą już w naszym posiadaniu można będzie przetransportować je na Księżyc i użyć dla instalacji kwater mieszkalnych oraz stacji badawczych dla pierwszych astronautów. W dalszej przyszłości konieczna aparatura będzie wytwarzana bezpośrednio na Księżycu.

Odrazu na początku pojawia się poważna kwestia, czy dać pierwszeństwo budowie wielu osad na Księżycu dla przyjęcia

„imigrantów", czy ich ilość ograniczyć, a stworzyć priorytet dla pracowni naukowych, obserwatoriów, koniecznych urządzeń pomocniczych oraz mieszkań dla personelu. Problemem tym będzie musiał się szczegółowo zająć prawno-naukowy komitet Międzynarodowej Akademii Astronautyki i rozmaite kompetentne czynniki państwowe. Naturalnie, Akademia od chwili założenia wykazywała żywotne zainteresowanie wszystkimi zagadnieniami prawnymi przestrzeni kosmicznej.

B. Badanie warunków, z którymi spotkamy się na Księżycu

W związku z zamiarami opanowania ciał pozaziemskich celowe jest studiowanie metod planowania, stosowanych przez wybitnych badaczy Ziemi, wielkich odkrywców-żeglarzy, badaczy głębin oceanów (np. Piccard'ów, ojca i syna), pionierów eskpedycji polarnych (Nansena, Amundsena i innych), wypraw do atmosfery i stratosfery (znów August Piccard) i wreszcie, lecz nie jako ostatnich, wybitnych alpinistów. Skomponowanie monografii zatytuowanej „Morfologia Badania Przestrzeni Kosmicznej" winno stać się stymulującym zadaniem dla dobrego pisarza i niewątpliwie stworzyłoby fascynującą lekturę dla szerokiej publiczności.

Będąc członkiem pierwszej wyprawy na trudny szczyt *), żywo pamiętam wielorakie aspekty tego przedsięwzięcia. Dokładne rozważania tych aspektów natychmiast sugeruje zastosowanie koncepcyjnie analogicznych, chociaż w szczegółach zupełnie różnych, prób w naszym marszu na Księżyc. O ile niektóre warunki przy wspinaczce na niezdobyty szczyt, jak określenie czasu wyprawy, temperatury i siły wiatru, wysokość (tj. ciśnienia atmosferycznego), skał, śniegu i formacji lodowych, ruchomych głazów, lawin i nawisów śnieżnych itd. mogą być dość dokładnie przewidziane, inne pozostają zupełnie nieznane, choć można obserwować szczyt przez lunetę długi czas.

Pomimo wszystkich środków ostrożności, zdarzają się przy tym tragiczne wypadki, których przyczyny pozostają nie wyjaśnione nawet po wydarzeniu. Na przykład, pisząc niniejsze słowa zwróciłem uwagę na wiadomość o niedawnej tragedii na szczycie *Mc Kinley*. Kierownik wyprawy p. J. F. Wilcox omawia zajście w następujący sposób: „W chwili obecnej nikt nie wie jak to się stało — i bardzo możliwe, że nigdy tego się

*) F. Zwicky pochodzi z Szwajcarii (uwaga redakcji).

nie dowiemy. Czołówka była bardzo silna i wyposażona lepiej niż większość grupy. Mieli oni doświadczenia z wspinaczki na wszystkich kontynentach świata, a ich przewodnikiem był opanowany weteran dwóch wypraw na Antarktydę. Gdy stwierdziłem, że zginęli, wydawało mi się to nieprawdopodobnym. Godny uwagi jest fakt, że nieszczęśliwe wypadki na szczycie *Mc Kinley* dotknęły bardzo doświadczonych alpinistów. Uczestnicy górskich wspinaczek winni zdawać sobie sprawę, że zdarzają się sytuacje, w których prawdopodobnie nikt nie może sobie poradzić."

Znaczy to, że w niedających się przewidzieć warunkach przestrzeni kosmicznej można oczekiwać katastrofy z jeszcze większym prawdopodobieństwem. W każdym razie największą uwagę należy zachować, aby wybrać członka kompetentnego w wielu dziedzinach i bystrego oraz by przygotować wielostronne wyposażenie na wszystkie prawdopodobne i nieprawdopodobne ewentualności. Doświadczenie i nawyki alpinistów, badaczy Arktyki i innych zahartowanych w trudnościach pionierów winny być uwzględnione w tym aspekcie.

Podobnie jak przy wspinaczce górskiej, badaniach okolic biegunowych, głębin oceanu lub wnętrza Ziemi, koniecznym jest przede wszystkim przedyskutowanie wszystkich zagadnien z przychylnymi i kompetentnymi kolegami-entuzjastami. Mamy nadzieję, że będzie to miało miejsce w ramach Międzynarodowej Akademii Astronautyki i grup z nią współpracujących.

Wszyscy pamiętamy smutne chwile w ciągu ubiegłych pięciu lat, kiedy nasze zainteresowanie przestrzenią kosmiczną było uznawane za bezużyteczne przez naukowców z inych dziedzin. Ten stosunek spowodował mnóstwo trudności i opóźnień, odwlekając nasz pochód w przestrzeń o co najmniej dekadę. Choć obecnie zostały udostępnione olbrzymie fundusze dla przygotowania podróży w przestrzeń kosmiczną, podstawowe poglądy „grubych ryb" nauki i polityki pozostały chwiejne i tkwią w przeszłości, tak, że właściwie naprawdę uniwersalne i obdarzone fantazją umysły nie znajdują posłuchu. Z tego powodu nie zostały jeszcze wykonane niektóre najprostsze próby dotyczące wyjaśnienia żywotnie istotnych warunków na Księżycu *). Doświadczenia te wymienię niżej:

---

*) Artykuł napisany był w roku 1967, a więc przed wyprawą „Apollo-11" (uwaga redakcji).

1. Próba na obecność wodoru na powierzchni Księżyca.

Woda jest oczywistym pierwszym koniecznym warunkiem przy próbach opanowania Księżyca. Nasuwają się następujące możliwości:

(a) Woda lub lód jako takie istnieją na pewnej głębokości.

(b) H_2O jest włączona jako woda krystaliczna w minerałach skał Księżyca, jak ma miejsce na Ziemi np. w granitach w ilości do kilku procent. Ponieważ ta mocno związana woda mogłaby być wybita w warstwach powierzchniowych przez bombardowanie cząsteczek kosmicznych, próby winny być przeprowadzone na rozsądnej głębokości.

(c) Wodór może występować w postaci wodorków lub innych bardziej złożonych związków.

Jeśli wodór nie zostanie znaleziony na dostępnej głębokości pod powierzchnią Księżyca pozostanie tylko alternatywa przewożenia wody z Ziemi lub wytwarzanie jej na miejscu na drodze rozszczepienia jąder; żadna z tych możliwości nie stwarza pociągających perspektyw, w każdym bądź razie przy obecnym stanie naszych umiejętności.

2. Próby na dostępność tlenu na Księżycu.

Jeżeli H_2O znajduje się jako woda krystaliczna w skałach, wydaje się, że będzie zapewniona dostawa niezbędnego dla życia tlenu. Metody jego uzyskiwania za pomocą piecy słonecznych lub procesów elektrolitycznych zostaną opisane później. Nawet w przypadku, gdy woda nie będzie łatwo dostępna tlen na pewno musi występować w postaci tlenków, węglanów, krzemianów itd., ponieważ wiemy, iż Księżyc nie może się składać z czystych pierwiastków chemicznych, takich jak różne metale, węgiel, krzem, siarka itd. z wyłączeniem związanego tlenu, fluoru, chloru itd.

3. Próby na obecność innych pierwiastków na Księżycu.

Oprócz wodoru i tlenu dostępność azotu, helu, neonu lub argonu jest kwestią pierwszej wagi. Ustalono bowiem, że człowiek nie może ciągle oddychać czystym tlenem. Jeden z wspomnianych gazów obojętnych musi być dodany w odpowiedniej proporcji. Ponieważ te ostatnie można prawie całkowicie odzyskać, będzie możliwym przetransportowanie początkowych zapasów w postaci stężonej z Ziemi na Księżyc, tym niemniej, znacznie wygodniejsze jest czerpanie tych gazów z substancji księżycowych. Przeto wyczerpujące próby na ich obecność mają również pierwszorzędne znaczenie.

Dla materiałów konstrukcyjnych, różnych rodzajów odczynników, a szczególnie dla produkcji na Księżycu paliw i rakiet, ważne są dodatkowe pierwiastki, takie jak: lit, glin, żelazo, fluor i chlor (do aktywowania silników terrapulsowych i terrajetowych). Nawiasem mówiąc, już w 1964 r. zbudowałem i uruchomiłem hybrydyczny silnik używając cylindry z obrobionego litem glinu i wody jako paliwa. Taki silnik ze specyficznym impulsem 210 s będzie służył idealnie na Księżycu.

C. Warunki fizyczne na Księżycu

Wiemy oczywiście znacznie więcej o fizycznych, strukturalnych warunkach na Księżycu niż o chemicznym i mineralogicznym składzie jego powierzchni, a szczególnie więcej niż w kwestii, czy są tam wodór, azot, woda itd. i skąd je czerpać. Tylko z obserwacji astronomicznych w ciągu ostatnich kilkudziesiątków lat wiele można wywnioskować o budowie powierzchni Księżyca, jej własnościach, takich jak: przewodnictwo cieplne i elektryczne, albedo optyczne i radiowe, stabilność, ziarnistość itd. Długo trwająca kontrowersja dotycząca pylistego lub skalistego podłoża, jak również stabilności gruntu została w dużym stopniu rozwiązana przez fotografie i doświadczenia kontaktowe, przeprowadzone i przekazane na Ziemię przez różne sondy księżycowe.

Jednakowoż dwa najważniejsze aspekty zagadnienia wymagają dalszych badań. Po pierwsze, dotyczą one spodziewanej semiwulkanicznej czynności i częstotliwości łączących się w nią trzęsień i wstrząsów. Po drugie, wielkie znaczenie będzie miało poznanie możliwych pęknięć, bruzd, wąwozów, i jaskiń, które mogłyby być wyzyskane przy szybkiej budowie schronów. Nawet w tym przypadku nie będziemy zwolnieni od straty pracy na głębokie wykopki w wielu miejscach dla zbudowania bezpiecznych kwater mieszkalnych. W tym aspekcie można wyrazić ubolewanie, że nie zostały poważnie przyjęte i przekazane do realizacji wielokrotne propozycje autora dotyczące produkcji silników terrajetowych, a w szczególności urządzeń terrapulsowych, jak również mechanicznych urządzeń wiertniczych, uruchamianych odczynnikami chemicznymi z Ziemi, to znaczy terrapaliwem. Gdyby nawet okazało się niezbyt trudne zaplanowanie tych silników, należy docenić znaczenie problemu produkcji terrapaliwa tanio i w dostatecznie dużych ilościach. Urządzenia szybko „otwierające ziemię" mogą przydać się w wielu celach również na Ziemi. Na Księ-

życu mogą one okazać się niezastąpione, jeżeli będziemy chcieli urządzić się tam trwale i szybko.

Jesteśmy względnie dobrze poinformowani o ciążeniu, polu magnetycznym na Księżycu (możliwość plazmy wokół niego), jak również o rozmaitych typach promieniowania i cząsteczkach bombardujących jego powierzchnię. Pozwala nam to rozsądnie planować zarówno jak wyzyskać te warunki i zjawiska, jak również w jaki sposób bronić się przed ich szkodliwym działaniem na ludzi, zwierzęta i rośliny.

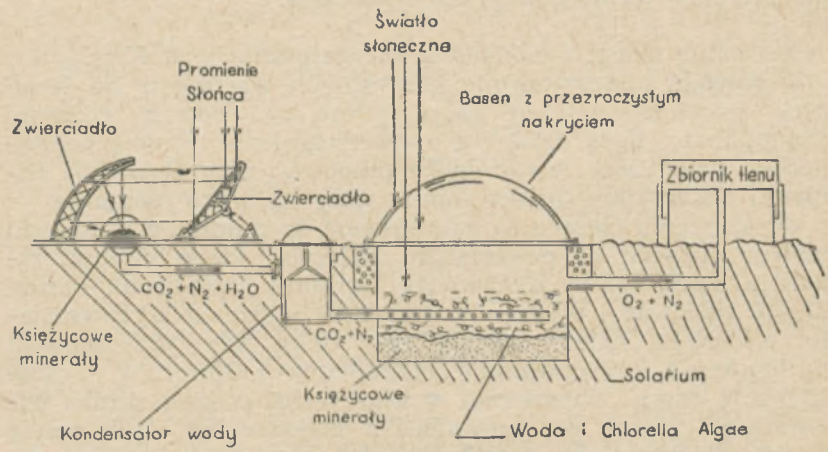
D. Piece słoneczne, prądnice magnetohydrodynamiczne i inne urządzenia

Autor zaproponował (i częściowo zbadał) dwa typy instalacji, które wydają się bardzo obiecujące przy opanowaniu Księżyca. Celem ich jest wydzielanie wodoru, wody, dwutlenku węgla, azotu, tlenu, gazów szlachetnych i innych potrzebnych chemikaliów ze stałych substancji powierzchni globu księżycowego. Podczas produkcji wspomnianych gazów dostępne substancje muszą być poddane odparowaniu, destylacji frakcyjnej i rozdziałowi elektrolitycznemu dla otrzymania w razie potrzeby takich pierwiastków, jak: lit, beryl, bor, węgiel, fluor, a zwłaszcza glin i żelazo w celach konstrukcji, a następnie dla doświadczeń naukowych. Rzadkie pierwiastki, jeżeli zostaną znalezione, będą oczywiście również produkowane dla potrzeb naukowych, technicznych i medycznych, a także celem zastosowania jako katalizatory różnych rodzajów reakcji chemicznych włączając syntezę substancji jadalnych.

1. Piece słoneczne i płuczki kondensacyjne

Temperatury osiągające ciepłotę Słońca (5800°K) mogą być osiągnięte na Księżycu za pomocą luster odbijających typu „słoneczny piec", jak to schematycznie pokazano na rysunku. W tych temperaturach wszystkie dostępne substancje stałe zostaną łatwo stopione lub częściowo odparowane, sublimowane, dysocjowane lub nawet zjonizowane. Można przeto łatwo wytworzyć wodór, wodę, dwutlenek węgla, tlen, azot i gazy szlachetne, jeśli są one zawarte w skałach, będzie się przy tym nawet wydzielać mała ilość gazowych rodników i jonów z atomów i cząsteczek. W kondensatorach z sukcesywnie obniżającą się temperaturą można będzie zatrzymać i oddzielić H_2O, CO_2, O_2, N_2, H_2 i różne gazy szlachetne. Ten proces został już opisany.

Bardzo prymitywne piece słoneczne mogą być użyte dla czynności spawalniczych, np. produkcji cegieł do budowy, wygładzania i wykańczania powierzchni zwykłych jaskiń na kwatery mieszkalne lub pęknięć dla umieszczenia słupów podtrzymujących aparaturę, anteny itd. Można wreszcie wytwo-



Rys. 1. Schematyczny rysunek pieca słonecznego, za pomocą którego można z księżycowych minerałów produkować wodę, tlen, dwutlenek węgla, azot i inne pierwiastki.

rzyć ciśnienie i temperaturę potrzebną do produkcji żywności. Należy przy tym zacząć od atomów i jonów, zbudować proste rodniki i cząsteczki (np. alkohol, metan lub benzen), a następnie syntezować bardziej złożone związki przez kolejne podstawianie.

Ponieważ jednak CO_2, wszystkie potrzebne minerały i światło słoneczne będą dostępne, kąpiel z *Chlorelle Algae* *) lub analogiczna roślina prawdopodobnie dostarczy najprostszych środków dla zapoczątkowania gwałtownej produkcji żywności.

2. Prądnice magnetohydrodynamiczne

Prąd elektryczny jest szczególnie łatwy do produkcji na Księżycu. Rzeczywiście, strugi dodatnich i ujemnych jonów łatwo jonizujących pierwiastków można generować za pomocą pieca słonecznego. Przy przejściu tych strug między biegunami stałego magnesu, dwa typy jonów można rozdzielić i złapać

---

*) Glony zielone (uwaga redakcji).

na płytki, które staną się przeciwnie naładowane. Prąd płynący między dwoma połączonymi płytkami można użyć dla wzmocnienia początkowego pola magnetycznego, a także dla elektrolizy stopu pozostałego na powierzchni pieca. Oczywiście, dla wytwarzania prądu można także stosować baterie słoneczne, prądnice termoelektryczne i podobne.

3. Ogólne uwagi o zakładach energetycznych na Księżycu

Z powodu nadzwyczajnie korzystnych warunków na Księżycu, termiczne zakłady energetyczne, aktywowane różnymi chemikaliami będą działać z nieprześcignienie wysoką wydajnością. Faktycznie, wylot może pracować przy zerowym ciśnieniu i olbrzymie różnice temperatury są łatwo osiągalne.

Ograniczenia ciężaru są zmniejszone do minimum z powodu małego ciążenia na powierzchni Księżyca, które stanowi zaledwie jedną szóstą ziemskiego. Ogromne urządzenia można przeto budować i właściwie, z punktu widzenia wytrzymałości materiału, należy uwzględniać tylko siły bezwładności *d'Alembert'a* (przyspieszenia, odśrodkowe i Coriolis'a). Transformacje energii chemicznej w kinetyczną energię silnika odrzutowego można przeprowadzić z maksymalną wydajnością przez zastosowanie dysz wylotowych, zaprojektowanych na zerowe ciśnienie zewnętrzne. d.c.n.

ADAM SPODENKIEWICZ — Wrocław

CO NOWEGO W MGŁAWICY KRAB?

1. Mgławica jako pozostałość po wybuchu supernowej

Dziwny kształt, włóknista struktura, silne promieniowanie radiowe, a ostatnio odkryte źródło promieni rentgenowskich, i promieni γ oraz dwa pulsary — to tylko część ciekawych własności mgławicy Krab, która fascynuje astronomów od kilkudziesięciu z górą lat. Ponieważ właśnie w ostatnich latach, dzięki zastosowaniu nowych technik obserwacyjnych, obiekt ten ujawnił wiele przedtem nie znanych tajemnic, warto tu omówić wyniki tych badań. Być może doprowadzą one do całkowitego rozwiązania zagadki, jaką mgławica wciąż jeszcze jest dla nauki.

To, co od dość dawna wiadomo o mgławicy Krab, to fakt, że jest ona skupiskiem gazu powstałym prawdopodobnie po

wybuchu gwiazdy supernowej. Mianowicie, przy porównaniu zdjęć obiektu, wykonanych w różnych latach, stwierdzono rozszerzanie się go z prędkością 0″.21 na rok. Także pomiary spektralne dowiodły, że tylne obszary gazu oddalają się od przednich części z szybkością 1000 km/s. Z porównania prędkości rozszerzania kątowego i liniowego można było oszacować odległość do mgławicy na około 1000 parseków, a znając kątowe wymiary obiektu (2′×3′) obliczono moment, w którym mgławica powinna mieć zerowe wymiary, tzn. moment ewentualnego wybuchu supernowej. Wypadł on na rok 1150. Z drugiej strony wiadomo na podstawie dawnych ksiąg, że w 1054 r. japońscy i chińscy uczeni obserwowali nie widzianą uprzednio bardzo jasną gwiazdę, której blask (-5^m) kilkakrotnie przewyższał jasność najjaśniejszych planet. Obserwowano ją w pobliżu gwiazdy ζ Byka tzn. tam, gdzie dziś mamy możność podziwiać mgławicę Krab. Przez miesiąc widziana była nawet w ciągu dnia, a po dwóch latach zupełnie przestała być widoczna okiem nieuzbrojonym. Ciekawe, że przeżywająca wówczas swój upadek cywilizacja europejska nie potrafiła zanotować tego interesującego zdarzenia *). Rozbieżność między wyliczonym momentem wybuchu (r. 1150) a obserwowanym (r. 1054) można w pełni wyjaśnić błędami w wyznaczeniu szybkości rozszerzania się mgławicy.

W samym środku mgławicy znajduje się gwiazda podwójna, której oba składniki są bardzo słabe, mają po $15^m,9$ wielkości gwiazdowej (jasność całej mgławicy wynosi $8^m,6$). Jeden z nich jest bardzo gorącą gwiazdą i prawdopodobnie to on wybuchł przed dziewięciuset laty pozostawiając po sobie masę otaczającego go, rozszerzającego się gazu. Gwiazda ta następnie zmniejszyła swój blask z -5^m do $15^m,9$, czyli około 20^m. Zgadza się to z przeciętną amplitudą zmiany jasności gwiazd supernowych i stanowi jeden z argumentów przemawiających za powyższą hipotezą.

2. Promieniowanie radiowe Kraba

Z chwilą rozpoczęcia obserwacji radiowych, bezpośrednio po drugiej wojnie światowej, okazało się, że na niebie znajduje się wiele źródeł promieniowania radiowego, których jednak nie można było utożsamić (z wyjątkiem Słońca) z odpowied-

---

*) O obserwacjach tej supernowej przez Indian Ameryki Północnej — patrz Urania nr 4 z 1965 r., str. 117 (przyp. redakcji).

nimi obiektami obserwowanymi optycznie. Pierwszym zidentyfikowanym źródłem radiowym (r. 1949) spoza Układu Słonecznego była mgławica Krab, oznaczana przez radioastronomów jako Taurus A (najintensywniejsze źródło radiowe w gwiazdozbiorze Byka). Z pomiarów interferometrem radiowym wynikało, że radioźródło to posiada rozmiary zbliżone do obiektu optycznego (około 4′). Obserwacje te miały swego czasu duże znaczenie, ponieważ a priori nie można było wykluczyć możliwości, że źródłem w dziedzinie radiowej nie jest mgławica, a jedynie centralna gwiazda — dawna supernowa. Taurus A jest jednym z najsilniejszych radioźródeł na niebie. Z prostych oszacowań wynika, że na fali 3 m objekt ten emituje około 400 razy więcej energii (liczonej na jednostkowy przedział częstości) niż w dziedzinie optycznej. Teoria wskazuje, że gdyby promieniowanie radiowe było typu termicznego, spowodowane wysoką temperaturą (jak np. w koronie słonecznej) to przy fizycznych warunkach panujących w mgławicy promieniowanie na fali 3 m byłoby co najwyżej trzy razy silniejsze od promieniowania widzialnego. Także „płaskość" widma radiowego (słaba zależność emitowanej energii od długości fali) świadczy przeciwko termicznemu mechanizmowi promieniowania. Obecnie emisję radiową Kraba tłumaczy się przez tzw. promieniowanie synchrotronowe relatywistycznych elektronów. Mianowicie elektron w polu magnetycznym porusza się wzdłuż linii sił pola po linii śrubowej z częstością

$$\nu = \frac{eH}{2\pi mc}$$

gdzie H — natężenie pola magnetycznego, e, m, c — stałe fizyczne, i wypromieniowuje światło o takiej częstości. Gdy jednak energia elektronu E jest znacznie większa od jego energii spoczynkowej mc^2, mamy do czynienia z bardzo szybką relatywistyczną cząstką, która wysyła w polu magnetycznym całe widmo częstości z maksymalnym natężeniem przy

$$\nu_{max} = \frac{eH}{2\pi mc}\left(\frac{E}{mc^2}\right)^2$$

Dla wytłumaczenia promieniowania radiowego tym mechanizmem wystarcza pole magnetyczne niewiele przewyższające pole ośrodka międzygwiazdowego.

Za optyczną dziedzinę widma mgławicy prawdopodobnie jest także odpowiedzialny mechanizm synchrotronowy. Wynika to

z faktu, że promieniowanie widzialne jest silnie spolaryzowane, a promieniowanie elektronów w polu magnetycznym ulega choć częściowej polaryzacji, jeśli tylko linie sił pola nie są zupełnie chaotycznie ułożone.

3. Źródło promieni rentgenowskich

Dzięki rozwojowi techniki rakietowej w ostatnich latach uzyskano możliwość przeprowadzania obserwacji spoza atmosfery ziemskiej. Szczególnie przydatne są tu badania w dziedzinie ultrafioletu i promieni rentgenowskich, ponieważ naziemne obserwacje w tych rejonach widma fal elektromagnetycznych są zupełnie niemożliwe ze względu na pochłanianie fal krótszych niż 2900 Å przez atmosferę ziemską. Synchrotronowa natura promieniowania mgławicy Krab, jak również związany z tym potęgowy rozkład widmowy (strumień $\sim$ (częstość)^n, n — stała) sugerowały, że i w dziedzinie krótkofalowej mgławica jest silnym źródłem. O ile już w 1948 roku dokonano pierwszych rentgenowskich obserwacji Słońca, to pierwsze źródła rentgenowskie spoza Układu Słonecznego zostały odkryte stosunkowo niedawno, bo w roku 1962. Dokonała tego grupa amerykańskich naukowców przy pomocy rakiety z umieszczonym w niej licznikiem Geigera, mierzącym promieniowanie X. Dzięki sprytnej metodzie uwolnienia się od tła spowodowanego wysokoenergetycznymi cząstkami (licznik powinien mierzyć tylko promieniowanie elektromagnetyczne) uzyskano czułość aparatury 2—3 rzędy większą od dotychczas stosowanej. Okienko licznika było pokryte cienką warstwą miki, co w połączeniu z pochłanianiem pewnych zakresów częstości przez gaz wypełniający licznik dawało możność pomiaru promieniowania o długości 2—8 Å. W wyniku tego lotu rakietowego i kilku późniejszych otrzymano sygnały rentgenowskie z paru źródeł, między innymi z okolicy mgławicy Krab. Dokładność lokalizacji tego źródła była bardzo niewielka, bo około $\pm 2^\circ$. Chociaż zidentyfikowanie obiektu rentgenowskiego w gwiazdozbiorze Byka jako Kraba wydawało się wysoce prawdopodobne, to jednak dowodu na to nie było. Zakładając, że promiene X pochodzą z mgławicy, istniał jeszcze jeden problem wymagający rozwiązania: co jest źródłem: cała mgławica, czy gwiazda, która w 1054 r. wybuchła jako supernowa? Możliwość silnego promieniowania rentgenowskiego od dawnej supernowej jest zupełnie realna, jako że według wielu astronomów supernowa po wybuchu

staje się gwiazdą neutronową, która poza znikomymi rozmiarami, wielką gęstością, charakteryzuje się bardzo wysoką temperaturą rzędu 10^7 °K. Taka temperatura wystarczałaby na to, aby wytłumaczyć obserwowany strumień rentgenowski cieplnym promieniowaniem ciała czarnego.

W rozwiązaniu powyższego problemu astronomom nieco pomogła natura. Mianowicie, z uwagi na położenie źródła dość blisko ekliptyki, często — przeciętnie co dziewięć lat — zdarzają się zakrycia obiektu przez Księżyc. Jeżeli w momencie zakrycia wystrzeli się rakietę wyposażoną w urządzenie do rejestrowania promieni X, to mierząc strumień promieniowania w ciągu jakiegoś czasu można wyznaczyć kątowe rozmiary źródła. Jeżeli na przykład źródło jest punktowe, to strumień w momencie zakrycia gwałtownie spadałby do zera, jeśli natomiast obiekt jest rozciągły, to strumień powinien zmniejszać się mniej lub bardziej łagodnie, zależnie od rozmiarów ciała. Najbliższe zakrycie przypadało 7 lipca 1964 r. Została wówczas na kilka minut przed zakryciem wystrzelona w USA rakieta „Aerobee". Księżyc zasłaniał mgławicę z prędkością 0′.5 na minutę, a ponieważ największe rozmiary obiektu wynoszą około 6′, pełne zakrycie powinno trwać 12 minut. Niestety rakieta mogła znajdować się nad gęstymi warstwami atmosfery (powyżej 100 km) tylko w ciągu 5 minut. Dlatego obserwacje były zaplanowane tak, aby obserwować jedynie zakrycie centralnej części mgławicy o wymiarach blisko 2′. W wyniku eksperymentu otrzymano zależność strumienia od czasu, która okazała się dość łagodna, a stąd wywnioskowano, że źródło posiada strukturę rozciągłą. W ten sposób upadła hipoteza, według której źródłem promieni X jest gwiazda neutronowa: dowiedziono zatem, że w rentgenowskiej dziedzinie widma świeci nie gwiazda, a mgławica.

Należałoby jeszcze wykazać, czy za promieniowanie krótkofalowe odpowiedzialny jest również mechanizm synchrotronowy. Po paru następnych obserwacjach rakietowych i balonowych oraz porównaniu ich z odpowiednimi pomiarami radiowymi udało się ustalić, że rzeczywiście mamy tu do czynienia z promieniowaniem synchrotronowym. Tak więc mgławica Krab jest nie tylko jednym z nielicznych obiektów na niebie obserwowanych w prawie wszystkich rejonach widma, ale jest także jedynym źródłem, które promieniuje we wszystkich częstościach głównie dzięki mechanizmowi synchrotronowemu. Jednak, skąd biorą się potrzebne do tego wysokoenergetyczne elektrony, tego dotychczas dokładnie nie wiadomo.

4. Pulsary

Ciekawym i zagadkowym odkryciem 1968 roku było zaobserwowanie obiektów radiowych, wysyłających regularnie krótkie impulsy z niezwykle małym okresem (rzędu 10^{-3} sekundy). Obserwacje takie wymagają użycia precyzyjnej aparatury elektronicznej o bardzo małej stałej czasowej i dlatego chyba obiekty te zostały odkryte dopiero teraz. Nazwano je pulsarami. Ostatnio, w listopadzie 1968, zaobserwowano dwa pulsary w mgławicy Krab. Szczególnie ciekawy jest pulsar znajdujący się w samym środku mgławicy — pulsuje on nie tylko w dziedzinie radiowej, ale i w zakresie widzialnym. Jest to tym bardziej interesujące, ponieważ próby poszukiwania impulsywnego promieniowania w optycznej części widma dla innych pulsarów nie dały rezultatu. Co więcej, dla pozostałych tego rodzaju obiektów nie znaleziono do dziś odpowiadających im źródeł promieni widzialnych. Impulsy radiowe, jak i optyczne powarzają się niewiarygodnie regularnie, o czym najlepiej świadczy dokładność wyznaczenia okresu zmian strumienia, który dla pulsara w Krabie wynosi 0,0330920 s dla pulsów radiowych i 0,033095 s dla pulsów optycznych. Ostatnie precyzyjne obserwacje optyczne pozwoliły stwierdzić, że pulsy pochodzą od gwiazdy Baadego, pozostałości po supernowej z 1054 r. W chwili maksimum blasku optyczna jasność tej gwiazdy zwiększa się z $16^m,5$ do $13^m,9$ tzn. około 10 razy. Nowe nieoczekiwane dane otrzymała grupa uczonych amerykańskich z Laboratorium Morskiego w Waszyngtonie, która przy pomocy rakiet odkryła na początku 1969 r. impulsywne promieniowanie rentgenowskie w zakresie 1—12 Å. Podobnie znaleziono pulsujące sygnały w dziedzinie jeszcze bardziej energetycznych promieni γ. Impulsy w tych krótkofalowych dziedzinach nie są jednak dotychczas dobrze zbadane i nie wiadomo dokładnie skąd pochodzą. Jeśli chodzi natomiast o promieniowanie widzialne, zauważono że okres jego impulsów wolno powiększa się ($3{,}6 \times 10^{-10}$ s dziennie). Powróćmy teraz jeszcze do hipotezy gwiazdy neutronowej. Jeżeli pulsarem jest szybko rotująca taka gwiazda, to w rezultacie spowolnienia ruchu powinna wyzwalać się kolosalna energia 10^{38} erg/s, co w zupełności wystarczy na to, by wytłumaczyć promieniowanie całej mgławicy. Nie jest wykluczone, że pulsar ten jest przyczyną większości dziwnych własności Kraba. W szczególności możliwe, że jest on odpowiedzialny za przyspieszanie elektronów do

wysokich energii, wymaganych do promieniowania synchrotronowego, dzięki któremu mgławica świeci.

Jak widać z powyższego skromnego przeglądu, mgławica Krab daje nam możność obserwacji wielu bardzo ciekawych zjawisk, których jednak nie jesteśmy dziś w stanie w pełni wyjaśnić. Właśnie tak jest w astronomii, że im więcej różnorodnych danych obserwacyjnych, tym trudniej o ich właściwą interpretację i tym trudniej wyjaśnić je jedną teorią. Ciekawe, ile jeszcze niespodzianek kryje w sobie mgławica w Byku i kiedy doczekamy się całkowitego wyjaśnienia jej tajemnic.

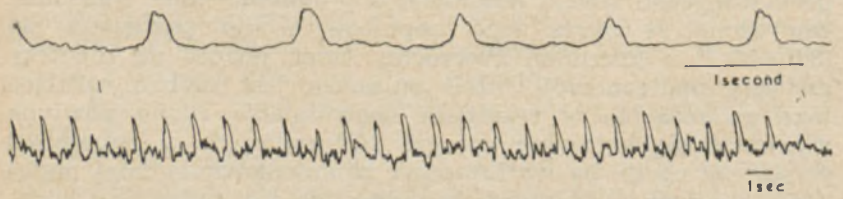
LESZEK ZALESKI — Toruń

PULSARY

Do serii poważnych odkryć w dziedzinie astronomii, których świadkami byliśmy na przestrzeni obecnego dziesięciolecia — takich, jak odkrycie kwazarów, źródeł emisji OH, źródeł promieni X, oraz ogólnego tła promieniowania odpowiadającego temperaturze 2,7 °K — doszło niedawno nowe, niemniej sensacyjne — odkrycie na przełomie 1967 i 1968 roku pulsarów.

Pulsary są nadzwyczaj osobliwymi, punktowymi radioźródłami. Promieniowanie od nich otrzymujemy w postaci krótkich, powtarzających się z nadzwyczajną regularnością impulsów (rys. 1).

Odstęp czasu między kolejnymi pulsami, czyli okres pulsara jest z reguły ułamkiem sekundy. Tylko nieliczne spośród około 40 znanych do tej pory tego rodzaju obiektów mają okres nieco większy. Najdłuższy wynosi 3,75 s. Najlepiej znanym jest pulsar o najkrótszym okresie, równym 0,003 s. Jest



Rys. 1. Promieniowanie pulsara CP 0808 (Cambridge pulsar, $\alpha = 08^h08^m$) na częstotliwości 81,5 MHz, zarejestrowane przez jego odkrywców. U góry bardziej rozciągnięta skala czasu.

to NP 0532 znajdujący się w środku znanej mgławicy Krab w gwiazdozbiorze Byka. Wydaje się pewne, że jest on fizycznie związany z tą rozszerzającą się mgałwicą i że, tak jak i ona jest pozostałością po supernowej, której wybuch w 1054 roku był obserwowany przez ówczesnych astronomów chińskich.

Udało się nawet zidentyfikować ten pulsar optycznie w kilku obserwatoriach *). J. S. Miller i E. J. Wampler przy pomocy trzymetrowego teleskopu obserwatorium Licka, stosując elektronowe przetwarzanie i wzmacnianie obrazu, oraz wirującą diafragmę, uzyskali na ekranie telewizyjnym obraz centralnej części mgławicy odpowiadający różnym fazom pulsara. Widoczne są wyraźne zmiany jasności pulsara, podczas gdy blask innych gwiazd jest niezmienny. W maksimum jego jasność jest 50 razy większa, niż między pulsami.

Na zwyczajnych zdjęciach fotograficznych (których czas naświetlania wynosi wiele minut) pulsar wygląda jak gwiazda ok. 16 wielkości gwiazdowej **). Wykryto również jego promieniowanie X, które stanowi 9% promieniowania całej mgławicy w tym zakresie. Okres pulsów rentgenowskich, optycznych i radiowych jest taki sam. Oprócz maksimum głównego, obserwuje się także maksimum wtórne.

Odległość mgławicy Krab wynosi 2 kiloparseki. Taka sama jest więc odległość NP 0532. Stąd, na podstawie mocy obserwowanej, można obliczyć rzeczywistą moc jego promieniowania. W zakresie optycznym została ona oszacowana przy założeniu, że pulsar promieniuje jednakowo we wszystkich kierunkach) na 3×10^{26}W ($^3/_4$ mocy optycznej Słońca), a w zakresie radiowym jest około 100 razy mniejsza. Natomiast moc promieniowania X jest kilkaset razy większa, niż promieniowania świetlnego.

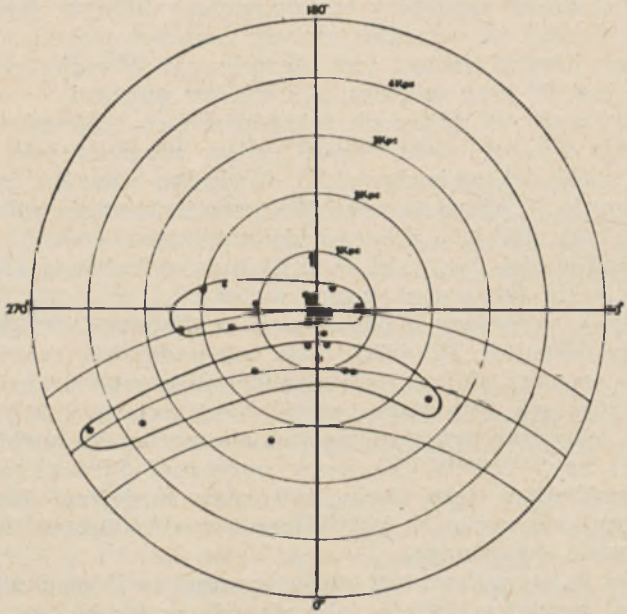
Jeszcze jeden pulsar jest obserwowany w środku mgławicy powstałej prawdopodobnie jako skutek wybuchu supernowej około 100000 lat temu. Jest to PSR 0833 — 45 w gwiazdozbiorze Żagle. Odległość innych można również oszacować dzięki temu, że prędkość rozchodzenia się fal elektromagnetycznych w ośrodku międzygwiazdowym, zawierającym swobodne elektrony, zależy w znany sposób od częstotliwości fali. Mierząc zatem opóźnienia momentów maksimum obserwowanych na mniejszych częstotliwościach i przyjmując z góry jakąś war-

*) Natomiast identyfikacja innego pulsara: CP 1919 jest obecnie kwestionowana.

**) Patrz zdjęcia na 1 i 2 stronie okładki.

tość na średnią gęstość elektronów w przestrzeni międzygwiazdowej, można obliczyć odległość. Średnią gęstość elektronów ocenia się na 0,01—0,1 elektronów/cm³. Czynnik niepewności jest więc znaczny. W każdym razie nie ulega wątpliwości, że znajdują się one w naszej Galaktyce i są obiektami stosunkowo bliskimi.

B. Y. Mills z Sydney obliczył odległości 40 pulsarów, przyjmując we wszystkich kierunkach jednakową gęstość elektronów $n_e = 0{,}06$ na cm³. Niemal wszystkie układają się w obrębie ramion spiralnych Galaktyki: lokalnego i Sagittarius (rys. 2).



Rys. 2. Rozkład pulsarów na płaszczyźnie Galaktyki. Odległości (w kiloparsekach) obliczone przy założeniu jednorodnej gęstości elektronów $n_e = 0{,}06$ na cm³. Słońce jest w środku. Obszary wewnątrz zamkniętych konturów są fragmentami ramion spiralnych Galaktyki.

Rozmiary pulsarów muszą być nadzwyczaj małe. Wynika to z szybkiej zmienności natężenia ich promieniowania. Każdy puls trwa kilka milisekund, ale składa się z serii jeszcze krótszych błysków o czasie trwania rzędu 0,0001 s. W ciągu 0,0001 s. fale elektromagnetyczne przebywają drogę 30 km. Gdyby promień pulsara był równy 30 km, lub większy, to

w momencie, gdy do nas dociera maksimum promieniowania z punktów najbliższych, punkty położone o 30 km dalej wydawałyby się jeszcze „ciemne", a gdy od nich błysk do nas dotrze, to już punkty najbliższe są ciemne. Obserwując wszystko jednocześnie (średnie promieniowanie całego obiektu) nie bylibyśmy w stanie wykryć tej zmienności. A więc pulsary mają małe rozmiary, wysyłając przy tym łącznie więcej promieniowania niż Słońce, tylko że nie w sposób ciągły, a impulsowo.

Wielka regularność tych impulsów może być zapewniona tylko przez obiekty o dużej masie. Można pogodzić jednak te sprzeczne na pozór parametry: małe promienie, duże masy i silne promieniowanie. Już od trzydziestu pięciu lat mówi się o możliwym istnieniu tzw. gwiazd neutronowych o bardzo dużej gęstości: miliard razy większej od gęstości białych karłów i 10^{14} razy większej od gęstości wody. *). Istnieją modele matematyczne takich gwiazd. Tworzyć się one mogą właśnie podczas wybuchów supernowych. Ogromne ciśnienie grawitacyjne może wtedy spowodować masowe łączenie się elektronów i protonów , i tworzenie neutronów:

$$e^- + p \rightarrow n + \nu$$

e^- oznacza elektron, p — proton, n — neutron, ν — neutrino.

Powstające przy tym neutrina, czyli cząstki niezwykle łatwo przenikające przez materię, uciekają w przestrzeń. Gwiazda neutronowa jest jak jedno wielkie jądro atomowe złożone z ok. 10^{56} cząstek, głównie neutronów. Niemożliwe są już w niej reakcje termojądrowe, dzięki którym świeci Słońce i inne gwiazdy. Może już tylko stygnąć. Jednakże gwiazdy neutronowe mogą mieć bardzo szybki ruch obrotowy. Otoczone przy tym potężną magnetosferą mogą, na skutek oddziaływania tego pola magnetycznego z wyrzucaną z powierzchni materią, wysyłać impulsy promieniowania z częstotliwością równą częstotliwości ruchu obrotowego. W ten sposób wypromieniowywana energia uszczupla zapas energii kinetycznej ruchu obrotowego i okres obrotu powinien się stale wydłużać. Właśnie okresy pulsarów wydłużają się — w większości wypadków o kilka stumilionowych sekundy na rok, a w przypadku pulsara NP 0532 — nawet o $3{,}7 \times 10^{-8}$ sekundy na dobę.

Ogólnie przyjęty jest pogląd, że pulsary są właśnie szybko

---

*) Por. *Urania* z listopada 1968 r., str. 311.

rotującymi gwiazdami neutronowymi z silnym polem magnetycznym. Potwierdzeniem tego jest także obserwowana polaryzacja ich promieniowania. Są one prawdopodobnie również jednym ze źródeł promieni kosmicznych.

Rozważane są różne mechanizmy ich promieniowania. Według hipotezy Golda jest to promieniowanie elektronów wyrzucanych z jakiegoś miejsca powierzchni pulsara i rozpędzanych w polu magnetycznym do prędkości bliskich prędkości światła. Promieniowanie takie jest wysyłane w kierunku ruchu cząstek. W miarę obracania się pulsara strumień emitowanych promieni, jak snop światła latarni morskiej, zmienia kierunek w przestrzeni, a obserwator widzi powtarzające się kolejne błyski w jego kierunku.

Dalszą interesującą obserwacją jest nagłe (w ciągu 10 dni) zmniejszenie się okresu wspomnianego już pulsara w gwiazdozbiorze Żagle o 196 nanosekund, po czym — tak jak poprzednio i tak jak wszystkie inne — okres ten zaczął się znowu wydłużać. Niemal natychmiast pojawiła się próba interpretacji tego zjawiska jako efektu wymieszania się materii warstw powierzchniowych, bardziej spowolnionych na skutek oddziaływania z polem magnetycznym, z szybciej wirującą materią z większych głębokości.

Dokładne pomiary obserwowanego okresu NP 0532 wykazały jego periodyczne zmiany o amplitudzie 600 μs, przy czym okres tych wahań wynosi trzy miesiące. Można to wytłumaczyć, przyjmując, że posiada on satelitę o masie równej masie Ziemi, okrążającego go w odległości 60 milionów kilometrów. Na skutek ruchu orbitalnego dookoła wspólnego środka masy pulsar to oddala się od nas, to przybliża i kolejne pulsy docierają do Ziemi ze zmieniającą się częstotliwością — jak w znanym efekcie Dopplera.*)

Doniesiono o wykryciu wtórnego okresu, (rzędu 0,01 s) niektórych pulsarów. Pełnego wyjaśnienia wymaga fluktuacja natężeń promieniowania w poszczególnych pulsach. Zmienia się ono w sposób nieregularny w czasie od sekund do miesięcy. Czy tylko scyntylacja międzygwiazdowa jest tego przyczyną?

Badanie pulsarów może być owocne i z innych względów. Stanowią one bardzo dobry, niezależny od innych, wzorzec czasu. Wyznaczono już okres jednego z nich z dokładnością do szesnastego miejsca dziesiętnego. Mając do dyspozycji kilka-

---

*) Podobny efekt, wynikający z rocznego i dobowego ruchu Ziemi musi być skrupulatnie uwzględniany przy wyznaczaniu okresów pulsarów.

dziesiąt takich „zegarów" o dobrze znanym okresie i znanym tempie wydłużania się okresu, można będzie prawdopodobnie wykryć przewidywany przez ogólną teorię względności wolniejszy chód zegarów ziemskich, czyli wolniejszy bieg czasu w peryhelium, gdy Ziemia jest w silniejszym polu grawitacyjnym Słońca. Można będzie także śledzić drobne nieregularności ruchu obrotowego Ziemi. Ponadto mierzenie skręcenia płaszczyzny polaryzacji ich promieniowania (efekt Faradaya) pozwala wyznaczać składową natężenia pola magnetycznego w Galaktyce, równoległą do promienia widzenia.

Na temat pulsarów. opublikowano już setki prac. Nowych doniesień i opracowań teoretycznych przybywa z tygodnia na tydzień. Jest to literatura ze wszech miar interesująca. Przyroda odsłania powoli jeszcze jedną ze swoich zadziwiających tajemnic.

KRONIKA

Rozbłysk gwiazdy wysyłającej promieniowanie rentgenowskie

W południowym gwiazdozbiorze Ołtarz (niewidocznym w Polsce) pojawiło się nowe źródło promieniowania rentgenowskiego. W eksperymencie, przeprowadzonym we wrześniu 1968 roku, detektory promieniowania rentgenowskiego wyniesione zostały na pokładzie rakiety typu „Aerobee" wysoko ponad granice atmosfery. W kwestii metodyki obserwacji w dziedzinie promieni X odsyłam do artykułu A. Faudrowicza na ten temat (Urania 39, str. 306 z 1968 r.). W obszarze, przeszukiwanym podczas wspomnianego wzlotu, zarejestrowano trzy źródła promieniowania X, podczas gdy poprzednio prowadzone badania wskazywały na istnienie tylko dwóch źródeł w tymże obszarze. Okazało się także, że nowo powstałe źródło promieniowania rentgenowskiego jest silniejsze od obu już poprzednio znanych. Natężenie promieniowania X z tego źródła jest porównywalne z natężeniem pochodzącym z najpotężniejszych znanych punktowych źródeł promieniowania X. Nie ma chyba wątpliwości, że odkryte zostało nowe źródło promieniowania X, powstaje jedynie pytanie, czy źródło to powstało nagle, w ciągu niewielkiego odstępu czasu pomiędzy kolejnymi przeszukiwaniami obszaru na niebie.

Jak dotąd, brak zadowalającej teorii źródeł promieniowania X; właściwie, to teorii najrozmaitszych jest aż zbyt wiele, wszak promieniowanie rentgenowskie może być emitowane w rezultacie działania różnych mechanizmów. Może to być np. promieniowanie pochodzenia termicznego, wysyłane przez gaz rozżarzony do temperatury rzędu dziesiątków milionów stopni. Może to być też promieniowanie synchrotronowe, emitowane przez elektron poruszający się po spirali wokół linii sił pola magnetycznego. Ale w takim razie elektrony obecne początkowo w takim polu dość szybko (w ciągu czasu rzędu lat) mogą utracić swą energię, to zaś zdawałoby się sugerować krótkożyciowy charakter źródeł promieniowania rentgenowskiego, skąd bowiem mia-

łyby się brać nowe elektrony wysokiej energii? Jak widać, co chwila nasuwa się nowe pytanie. Wiele jeszcze jest w tej dziedzinie do zrobienia, i od strony teoretycznej, i od strony obserwacyjnej. Istotnym zadaniem wydaje się stałe przeszukiwanie określonych obszarów dla zaobserwowania nowych źródeł promieniowania X; jeśli uda się zdobyć niezbite dowody na rzecz rozbłysku nowych, silnych źródeł już podczas trwania przeszukiwań (jak również, co byłoby chyba jeszcze bardziej pożądane, wykazać, że jakieś znane uprzednio źródło promieniowania X „zgasło"), pomoże to niewątpliwie w zbudowaniu takiej teorii ewolucji ciał niebieskich, w której na określonym etapie wystąpić musi emisja promieniowania X.

Przed kilku laty sądzono, że właśnie na etapie gwiazdy neutronowej emitowane jest promieniowanie rentgenowskie (patrz str. 311 we wzmiankowanym artykule Faudrowicza), później wysunięto pewne argumenty przeciw tej hipotezie. Obecnie umiemy od biedy wytłumaczyć powstawanie promieniowania rentgenowskiego w źródle rozciągłym w rodzaju mgławicy Krab, trudniej jedynie o przekonującą i ogólnie przyjętą teorię emisji tego promieniowania przez źródła punktowe.

(Wg *Astrophys. J. Letters*, 1969, **158**, 135 i *New Scientist*, 1969, **44**, 279). *B. KUCHOWICZ*

Fotoelektryczne badania planetoidy Hektor

Planetoida 624 — Hektor należy do grupy około 30 małych planet zwanych trojańczykami. Cechą charakterystyczną odróżniającą je od pozostałych jest ruch wokół Słońca po prawie kołowych orbitach, niemal takich samych jak orbita Jowisza. Osobliwość ta nasuwa przypuszczenie, że planetoidy grupy trojańskiej są po prostu satelitami Jowisza, które kiedyś „wyrwały" się spod jego wpływu. Dla obserwacyjnego zbadania tej hipotezy J. D. Dunlap i T. Gehrels zebrali wiele fotoelektrycznych pomiarów Hektora wykonanych w latach 1957—1968 w kilku różnych obserwatoriach. Ich opracowanie doprowadziło do następujących wyników:

Szybkie zmiany jasności planetoidy dochodzące do 1.2 wielkości gwiazdowej wskazują, że okres jej obrotu wokół własnej osi wynosi $6^h55^m21.^s115$. Ruch obrotowy jest prosty tzn. zgodny z kierunkiem obiegu wokół Słońca. Oś obrotu Hektora leży prawie w płaszczyźnie ekliptyki (podobnie jak Urana). Szczegółowa analiza zmian promieniowania w różnych barwach doprowadziła do stworzenia modelu planetoidy jako cylindrycznego ciała o długości około 110 km i średnicy około 40 km.

Na podstawie uzyskainych danych wspomniani wyżej astronomowie dochodzą do wniosku, że chociaż pochodzenie Hektora jako satelity Jowisza wymagałoby obecnie okresu jego obrotu wokół osi rzędu tygodni a nie godzin, jednakże nie można wykluczyć ewentualnego zderzenia tej planetoidy z innymi ciałami po oderwaniu się od Jowisza co mogło zwolnić rotację i zwiększyć nachylenie osi obrotu.

(Wg *Sky and Telescope*, 1969, **38**, 5). *K. Z.*

Wulkany na dnie krateru Kopernik?

Ostatnia wyprawa księżycowa programu „Apollo" wylądować ma na dnie krateru Kopernik. Powinna ona wyjaśnić wiele ważnych problemów selenologicznych, a między innymi tajemnicę zagadkowych „osuwisk", odkrytych na panoramicznym zdjęciu otrzymanym za po-

mocą sondy „Lunar Orbiter — 2". Być może są to potoki zastygłej lawy, spływającej kiedyś z wyższych partii wału górskiego na dno krateru.

Celem tej wyprawy będzie również zbadanie zagadkowych utworów na dnie krateru Kopernik, które odkryte zostały na zdjęciach pionowych otrzymanych za pomocą sondy „Lunar Orbiter — 5". Zdjęcie wykonane przez kamerę szerokokątną pokazuje, że północno-zachodnia część dna krateru jest wyraźnie „gładsza" od reszty. Natomiast w pobliżu północnych zboczy wału górskiego znajdują się koliste wzniesienia o średnicy około 2 km, mające niewielkie kratery na wierzchołkach. Przypuszcza się, że są to księżycowe wulkany.

Rys. 1. Pionowy przekrój przez domniemany wulkan księżycowy, odkryty na dnie krateru Kopernik.

Domniemane wulkany na dnie krateru Kopernik widoczne są w całej okazałości dopiero na zdjęciu wykonanym przez teleobiektyw sondy „Lunar Orbiter — 5". Na ich zboczach znajdują się liczne bloki skalne, mające po około 50—100 m średnicy. Intresujące jest, że bloki te są tak ułożone, jakby zostały wyrzucone z wnętrza kraterów położonych na wierzchołkach zagadkowych wzniesień.

(Wg *Scientific American*, 1969, **10**). *STANISŁAW R. BRZOSTKIEWICZ*

KONFERENCJE I ZJAZDY

XIV Zjazd Polskiego Towarzystwa Astronomicznego

W dniach od 24 do 27 września 1969 roku odbył się w Śląskim Planetarium i Obserwatorium Astronomicznym im. Mikołaja Kopernika w Chorzowie XIV Zjazd referatowy Polskiego Towarzystwa Astronomicznego. Zwoływane co dwa lata zjazdy referatowe PTA stanowią przegląd aktualnych osiągnięć polskiej astronomii i stwarzają możliwość spotkań i osobistych kontaktów niemal wszystkich czynnie pracujących astronomów w Polsce. Zjazd odbywający się w roku ćwierćwiecza Polski Ludowej stał się ponadto — siłą rzeczy — pewnym podsumowaniem 25-letniego dorobku astronomii w naszym kraju. Szczególną okazją do takiego „rocznicowego" spojrzenia wstecz i refleksji nad obecną sytuacją polskiej astronomii, która jest oczywiście pochodną okresu minionego, była — otwarta w Planetarium w pierwszym dniu Zjazdu — wystawa pt. „Osiągnięcia astronomii w Polsce Ludowej". Prezentując w czytelnej i interesującej plastycznie formie najciekawsze prace wielu astronomów i wszystkich ośrodków, nie pominięto także amatorskiego ruchu astronomicznego, poświęcając dużo

miejsca na wystawie relacji działalności Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. Warto tu również podkreślić, iż wybór na miejsce zjazdu PTA placówki, której naczelnym zadaniem jest popularyzacja wiedzy o wszechświecie, świadczy między innymi o uznaniu i docenieniu przez astronomów zawodowych wartości jakie kryje w sobie miłośniczy ruch astronomiczny. Nie bez znaczenia wydaje się również fakt zbliżenia astronomom zawodowym — chociażby przez samą ich kilkudniową obecność w Planetarium — problemów tego ruchu, jego blasków i cieni.

Obrady XIV Zjazdu PTA toczyły się w kilku sekcjach: astrometrii; mechaniki nieba i dynamiki układów gwiazdowych; astrofizyki teoretycznej; fotometrii, spektrofotometrii oraz gwiazd zmiennych; astronomii gwiazdowej i pozagalaktycznej oraz radioastronomii instrumentalnej i heliofizyki.

Inauguracyjny referat przeglądowy pt. „Problemy selenodezji" wygłosił prof. dr Karol Kozieł — dyrektor Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie. Aktualność zagadnień księżycowych podkreślić ponadto referat dr Barbary Kołaczek z Katedry Astronomii Geodezyjnej Politechniki Warszawskiej, poświęcony przedstawieniu metody obliczania kąta godzinnego i azymutu punktów wschodu i zachodu Słońca i planet na Księżycu. Nawiązanie zegarów Astronomicznej Stacji Szerokościowej Polskiej Akademii Nauk w Borowcu koło Poznania z zegarami Obserwatorium Astronomicznego w Poczdamie było przedmiotem referatu dr Ireneusza Domińskiego. Rozwój techniki zegarowej umożliwił utrzymywanie czasu z dokładnością rzędu 10^{-6} s. Przy użyciu tradycyjnych radiowych sygnałów czasu nie jest możliwe nawiązywanie lokalnych skal czasu z taką dokładnością. Obecnie stosuje się dwie metody nawiązywania odległych zegarów z dokładnością mikrosekundową: za pośrednictwem przewożonych zegarów atomowych oraz przez wykorzystanie sygnałów nadawanych na falach ultrakrótkich, emitowanych przez nadajniki telewizyjne. W referacie omówiono przygotowania odpowiedniej aparatury w Borowcu dla zastosowania tej drugiej metody.

Wśród referatów sekcji mechaniki nieba i dynamiki układów gwiazdowych szczególne zainteresowanie wzbudziła praca dr Jerzego Stodółkiewicza (Zakład Astronomii Polskiej Akademii Nauk), poświęcona numerycznemu badaniu ewolucji układu gwiazdowego o symetrii sferycznej. Okazuje się, że w początkowej fazie ewolucji zachodzą znaczne zmiany energii mechanicznej pojedynczych gwiazd układu prowadzące do zmian w rozkładzie ich energii. Istotne zmiany w uporządkowaniu gwiazd pod względem energii następują jedynie w czasie pierwszego i drugiego okresu pulsacji układu i są tym większe im większe są amplitudy tych pulsacji. Autor stwierdza dalej, że ostateczne uporządkowanie gwiazd według ich energii nie jest niezależne od uporządkowania początkowego.

Drugi referat przeglądowy wygłosił na XIV Zjeździe PTA dr Bronisław Kuchowicz z Uniwersytetu Warszawskiego przedstawiając w nim aktualne problemy astrofizyki jądrowej. O wielu zagadnieniach będących przedmiotem tej nowej gałęzi fizyki mówiono również na posiedzeniu sekcji astrofizyki teoretycznej, podczas którego dr Kuchowicz przedstawił pewne własne rozwiązania równań Einsteina, które mogą się nadawać do opisu konfiguracji w rodzaju gwiazd neutronowych, gwiazd kolapsujących, kwazarów itp. Próbie wyjaśnienia nadobfitości węgla w gwiazdach węglowych poprzez akrecję ziaren grafi-

towych pyłu międzygwiazdowego przez czerwone olbrzymy poświęcony był referat dr Napoleona Marona z Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu M. Kopernika w Toruniu. Autor pokazał, że ziarna o rozmiarach rzędu 10^{-3} cm mogą być akreowane i dostarczyć dostatecznej ilości węgla.

Z dużym zadowoleniem odnotować wypada fakt, że również i w Polsce prowadzi się już prace dotyczące automatyzacji i cyfronizacji pomiarów astronomicznych. W Pracowni Astrofizyki I Zakładu Astronomii Polskiej Akademii Nauk w Toruniu dr Zygmunt Turło i dr Jan Hanasz zajęli się automatyzacją procesu redukcji widm gwiazdowych zarejestrowanych na kliszach fotograficznych. Urządzenie złożone z mikrofotometru w połączeniu z woltomierzem cyfrowym i dziurkarką taśmy papierowej (produkcji Zakładu Mechaniki Precyzyjnej w Błoniu koło Warszawy) pozwala na dokonywanie pomiarów widm z szybkością do 40 odczytów na sekundę co kilkakrotnie przyspiesza procedurę fotometrowania z jednoczesnym zwiększeniem dokładności. Zapis wyników na taśmie perforowanej umożliwia ponadto natychmiastowe ich przetworzenie na maszynie cyfrowej.

Uczestnicy chorzowskiego zjazdu PTA mieli możność usłyszenia wielu informacji i obejrzenia zdjęć szczegółów nowego polskiego radioteleskopu o średnicy 15 m budowanego tzw. systemem gospodarczym w Obserwatorium Astronomicznym Uniwersytetu Jagiellońskiego na forcie Skała koło Krakowa. Dr Jerzy Machalski i dr Józef Masłowski omawiali następujące zagadnienia dotyczące tego radioteleskopu: zastosowanie systemu Cassegraina dla zapewnienia niskiej temperatury antenowej w celu uzyskania możliwie dużej czułości radioteleskopu w pracy na falach decymetrowych i centymetrowych; badanie anteny spiralnej z reflektorem stożkowym jako oświetlacza; założenia konstrukcyjne aparatury odbiorczej na pasmo 23 cm.

O prowadzonych w Instytucie Astronomicznym Uniwersytetu Wrocławskiego pracach nad montażem spektroheliografu ultrafioletowego, który ma być wystrzelony przez radziecką rakietę geofizyczną i po wykonaniu obserwacji lądować na spadochronie, mówił mgr Zbigniew Kordylewski. Monochromatyczne obrazy Słońca otrzymywać się będzie przez rozszczepienie promieniowania na płaskiej siatce dyfrakcyjnej o 600 liniach na milimetr. Uwzględniając zjawiska dyfrakcji na otworze wejściowym i na siatce dyfrakcyjnej, jak również własności siatki dyfrakcyjnej przy stycznym padaniu promieniowania, dobrano ogniskową, położenie siatki i jej nachylenie tak, aby przy kilkuminutowych ekspozycjach można było oczekiwać uzyskania dla linii średnich natężeń dostatecznie rozdzielonych obrazów.

Oprócz dwóch plenarnych posiedzeń, podczas których wygłoszono wspomniane wyżej referaty przeglądowe odbyła się ogólna dyskusja na temat „Centralne Obserwatorium Astronomiczne jako naczelne zagadnienie astronomii w Polsce Ludowej". Wprowadzeniem do dyskusji było — przedstawione przez prof. dr Stefana Piotrowskiego, kierownika Zakładu Astronomii Polskiej Akademii Nauk — sprawozdanie z prac związanych z organizacją Centralnego Obserwatorium Astronomicznego. Ponieważ sprawa ta była już omawiana w Uranii w odrębnym artykule *), tutaj ograniczymy się tylko do zasygnalizowania proponowanej tematyki badawczej przyszłego COA, które — jak

*) W. Krzemiński: „Projekt budowy Centralnego Obserwatorium Astronomicznego", *Urania*, 1969, nr 3, str. 74.

silnie podkreślano — winno stać się warsztatem pracy dla wszystkich polskich astronomów. Zwracając uwagę na kompleksowy charakter projektowanych kierunków badań, obejmujących zarówno aspekty obserwacyjne jak i teoretyczne, wymieniono następujące zagadnienia:

— teoria budowy i ewolucji gwiazd: ewolucja ciasnych układów podwójnych, późne stadia ewolucji;

— fotometryczne i spektroskopowe obserwacje ciasnych układów podwójnych, zwłaszcza gwiazd zaćmieniowych typu nowych i nowopodobnych;

— spektroskopowe badania gwiazd wybranych typów populacyjnych, głównie gwiazd pulsujących: wyznaczanie składu chemicznego, pomiary mikroturbulencji atmosferycznej, pomiary prędkości rotacji;

— fizyka materii międzygwiazdowej i ośrodka międzygwiazdowego: powstawanie gwiazd, ewolucja protogalaktyki, wiatr słoneczny.

Na zakończenie zjazdu, w sobotę 27 września, odbyło się walne zebranie sprawozdawczo-wyborcze członków Polskiego Towarzystwa Astronomicznego. Dzięki trosce gospodarzy zjazdu, uczestnicy zebrania zostali przewiezieni autokarami do Jaszowca — pięknej miejscowości w Beskidzie Śląskim u podnóża Czantorii, gdzie w Domu Nauczyciela dyskutowali nad sprawozdaniami kończącego kadencję zarządu i komisji rewizyjnej PTA oraz dokonali wyboru nowych władz Towarzystwa. Prezesem został ponownie wybrany prof. dr Włodzimierz Zonn, a wiceprezesem — dr Jan Mietelski. Ponadto w skład zarządu weszli: doc. dr Konrad Rudnicki, doc. dr Józef Smak i dr Antoni Stawikowski. Zastępcami członków zarządu zostali: dr Barbara Kołaczek i dr Jerzy Jakimiec. Do komisji rewizyjnej wybrano ponownie: doc. dr Macieja Bielickiego, prof. dr Wiesława Opalskiego i doc. dr Grzegorza Sitarskiego. Pobyt w Jaszowcu i w ogóle na XIV Zjeździe PTA zakończyło zwiedzanie osobliwości regionalnych i folklorystycznych Beskidu Śląskiego.

KRZYSZTOF ZIOŁKOWSKI

Konferencja w sprawie nauczania astronomii

XIV Zjazd referatowy Polskiego Towarzystwa Astronomicznego poprzedzony był konferencją w sprawie nauczania astronomii w różnych typach szkół. Jej organizatorem było Polskie Towarzystwo Astronomiczne, a inicjatorem i gospodarzem Śląskie Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne w Chorzowie. Konferencja, która się odbyła w dniach 22 i 23 września 1969 roku zgromadziła około 20 osób, wśród których znaleźli się oprócz członków PTA przedstawiciele Ministerstwa Oświaty i Szkolnictwa Wyższego, Centralnego Ośrodka Metodycznego oraz Instytutu Pedagogiki.

Podczas dwudniowych obrad, odbywających się pod przewodnictwem prof. dr Wilhelminy Iwanowskiej, która jest członkiem 46 Komisji Międzynarodowej Unii Astronomicznej (Komisja do spraw nauczania astronomii), przedyskutowano bardzo szczegółowo zarówno zagadnienia nauczania astronomii w różnych typach szkół, jak też sprawy podręczników i pomocy naukowych, niezbędnych do należytego nauczania tego przedmiotu. Wiele uwagi poświęcono także sylwetce nauczyciela astronomii, kładąc nacisk na fakt, że w braku odpowiedniej ilości zawodowych astronomów, konieczne jest aby przedmiotu tego uczyli właściwie przygotowani fizycy. Podczas konferencji opracowano wnioski, które, po zatwierdzeniu ich w całości przez Zjazd, rozesłano do wszystkich zainteresowanych instytucji.

MARIA PAŃKÓW

KALENDARZYK ASTRONOMICZNY

Opracował G. Sitarski **Kwiecień 1970 r.**

Wieczorem nad zachodnim horyzontem odnajdziemy aż cztery jasne planety. Mamy w tym miesiącu bardzo dobre warunki dla obserwacji Merkurego, którego jasność spada w ciągu miesiąca i zmienia się w szerokich granicach, od —1.5 na początku miesiąca do +2 wielkości gwiazdowych pod koniec kwietnia. Merkurego odnajdziemy w niedalekim sąsiedztwie Wenus, która błyszczy pięknym blaskiem jako Gwiazda Wieczorna —3.3 wielkości. Czerwony Mars świeci na granicy gwiazdozbiorów Barana i Byka jak gwiazda około +1.8 wielkości i zachodzi codziennie o tej samej godzinie. Wreszcie do połowy miesiąca można jeszcze odnaleźć Saturna, który świeci najniżej nad horyzontem i zachodzi najwcześniej. W połowie miesiąca Merkury, Wenus i Saturn znajdą się stosunkowo blisko siebie nad zachodnim horyzontem.

Pozostałe planety widoczne są przez całą noc. Jowisz świeci w gwiazdozbiorze Panny jak gwiazda —2 wielkości, a przez dobrą lornetkę lub niewielką nawet lunetę możemy obserwować ciekawe zjawiska w układzie czterech galileuszowych księżyców Jowisza; dokładne momenty tych zjawisk podajemy pod odpowiednimi datami. Uran także przebywa w gwiazdozbiorze Panny, ale z trudem odnajdziemy go gołym okiem, ponieważ wygląda jak gwiazdka około 6 wielkości. Neptun świeci w gwiazdozbiorze Wagi i odnajdziemy go przez lunetę wśród gwiazd 8 wielkości. Pluton widoczny jest w Warkoczu Bereniki, ale można go obserwować tylko za pomocą dużych instrumentów, ponieważ świeci jak gwiazdka około 14 wielkości.

Możemy też odnaleźć dwie spośród czterech najjaśniejszych i najwcześniej odkrytych planetoid. Planetoida Pallas widoczna jest rankiem w gwiazdozbiorze Pegaza, ale odnajdziemy ją tylko przez większe lunety, bo świeci jak gwiazda około 10.5 wielkości. Jaśniejsza od niej Westa (7.5 wielkości) widoczna jest wieczorem na granicy gwiazdozbiorów Lwa i Raka.

1^d Wieczorem obserwujemy początek zaćmienia, a po północy koniec zakrycia 2 księżyca Jowisza. O 21^h7^m księżyc ten zniknie nagle w cieniu planety tuż koło lewego brzegu jej tarczy (patrząc przez lunetę odwracającą). Po przejściu poza tarczą ukaże się spoza jej prawego brzegu o 24^h36^m.

$5/6^d$ Księżyc 1 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza. Obserwujemy początek przejścia: cienia o 1^h52^m, księżyca o 2^h15^m.

$6/7^d$ Księżyc 1 przechodzi za tarczą Jowisza. O 23^h2^m obserwujemy początek zaćmienia tego księżyca: zniknie on nagle w cieniu Jowisza tuż koło lewego brzegu jego tarczy. Koniec zakrycia księżyca obserwujemy o 1^h32^m.

7^d Księżyc znajdzie się w złączeniu kolejno z trzema planetami: o 10^h z Merkurym, o 17^h z Wenus i o 24^h z Saturnem. Wieczorem księżyc 1 Jowisza wędruje wraz ze swym cieniem po tarczy planety. Obserwujemy koniec zjawiska: cień opuszcza tarczę Jowisza o 22^h32^m, a księżyc 1 kończy przejście o 22^h50^m.

8^d24^h Mars w złączeniu z Księżycem w odległości 5°.

$8/9^d$ Księżyc 2 Jowisza znika koło lewego brzegu tarczy planety, by pojawić się potem spoza przeciwnego brzegu tarczy; początek zaćmienia obserwujemy o 23^h43^m, koniec zakrycia o 2^h52^m.

10^d Wieczorem w pobliżu Jowisza dostrzegamy brak jego 2 księżyca; przechodzi on właśnie na tle tarczy planety, a koniec przejścia nastąpi o 21^h0^m.

11^d14^h Wenus w złączeniu z Saturnem w odległości 2°.

12^d23^h Merkury w złączeniu z Saturnem w odległości 5°.

$13^d7^h0^m$ Heliograficzna długość środka tarczy Słońca wynosi 0°; jest to początek 1560 rotacji Słońca wg numeracji *Carringtona.*

$13/14^d$ O 0^h55^m księżyc 1 Jowisza znika nagle w cieniu planety tuż koło lewego brzegu jej tarczy (w lunecie odwracającej), a o 3^h16^m pojawia się spoza prawego brzegu tarczy.

14^d W pobliżu Jowisza widać tylko dwa jego księżyce, ponieważ księżyc 3 przechodzi za tarczą planety, a księżyc 1 (wraz ze swym cieniem) na tle tarczy. Księżyc 3 zniknie w cieniu planety tuż koło brzegu jej tarczy o 21^h4^m. Cień księżyca 1 pojawia się na tarczy Jowisza o 22^h15^m, a sam księżyc rozpoczyna przejście o 22^h25^m. Księżyc 3 ukazuje się spoza prawego brzegu tarczy o 23^h49^m. Cień 1 księżyca kończy przejście o 24^h26^m, a sam księżyc o 24^h34^m.

15^d Księżyc 1 Jowisza jest ukryty za tarczą planety; koniec zakrycia nastąpi o 21^h42^m.

16^d17^h *Bliskie złącze Księżyca z Regulusem,* gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiorze Lwa. Zakrycie gwiazdy przez tarczę Księżyca widoczne będzie w Europie i w Azji.

17^d Księżyc 2 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza. Obserwujemy koniec przejścia: cienia o 23^h6^m, księżyca o 23^h14^m.

18^d9^h Merkury w największym wschodnim odchyleniu od Słońca; kąt tego odchylenia wynosi 20°.

19^d20^h Uran w złączeniu z Księżycem w odległości 3°.

20^d13^h Słońce wstępuje w znak Byka; jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 30°.

$20/21^d$ Nad ranem obserwujemy początek zaćmienia (o 2^h49^m) i koniec zakrycia (o 4^h59^m) 1 księżyca Jowisza.

21^d O 16^h Jowisz w przeciwstawieniu ze Słońcem. O 21^h Jowisz znajdzie się w złączeniu z Księżycem w pełni w odległości 6°.

$21/22^d$ Ciekawa noc dla obserwacji zjawisk w układzie księżyców Jowisza. Nie tylko księżyc 1 wraz ze swym cieniem wędrują po tarczy planety, ale także księżyc 3 przechodzi przez strefę cienia rzucanego przez Jowisza, a układ tych ciał względem Słońca i Ziemi jest taki, że obserwujemy całkowity przebieg zaćmienia, czyli zarówno moment pogrążenia się księżyca w cieniu planety, jak też moment jego wyjścia z cienia (chociaż początek jak i koniec zaćmienia przypadają tuż koło brzegu tarczy Jowisza). Ponieważ Jowisz jest tuż po opozycji, zatem księżyc 1 i jego cień rozpoczynają przejście o tej samej godzinie: 0^h9^m. Początek zaćmienia księżyca 3 obserwujemy o 1^h3^m. Księżyc 1 kończy przejście o 2^h18^m, a zaraz za nim (o 2^h20^m) jego cień opuszcza tarczę planety. Koniec zaćmienia księżyca 3 nastąpi o 3^h22^m.

$22/23^d$ Obserwujemy początek zakrycia (o 21^h17^m) i koniec zaćmienia (o 23^h28^m, tuż koło brzegu tarczy planety) 1 księżyca Jowisza. Zwróćmy uwagę na zmianę kolejności zjawisk (najpierw początek zakrycia, potem koniec zaćmienia) po opozycji Jowisza. Nad ranem, o 4^h52^m, obserwujemy też początek zakrycia 2 księżyca Jowisza.

23^d24^h Neptun w złączeniu z Księżycem w odległości 7°.

24^d14^h Księżyc w bliskim złączeniu z Antaresem, gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiorze Skorpiona (Niedźwiadka). Zakrycie

Antaresa przez tarczę Księżyca widoczne będzie w Australii i w Południowej Ameryce.

24/25d Księżyc 2 wraz ze swym cieniem przechodzi na tle tarczy Jowisza. Początek przejścia księżyca nastąpi o 23h0m, a cienia o 23h8m. Koniec przejścia księżyca o 1h28m, cienia o 1h40m.

28d22h Merkury nieruchomy w rektascensji.

28/29d Po północy księżyc 1 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza. Początek przejścia księżyca o 1h53m, a cienia o 2h3m. Księżyc kończy przejście o 4h3m, a cień o 4h14m. O 4h28m obserwujemy jeszcze początek zakrycia 3 księżyca przez tarczę Jowisza.

29/30d O 23h0m księżyc 1 Jowisza kryje się za tarczą planety, by pojawić się nagle z cienia planety w pobliżu jej brzegu o 1h22m.

30d Wieczorem obserwujemy koniec przejścia 1 księżyca (o 22h29m) i jego cienia (o 22h43m) na tle tarczy Jowisza.

W dniach od 19 do 23 kwietnia promieniują meteory z roju Liryd ów), których radiant znajduje się w gwiazdozbiorze Lutni (maksimum przypada 22 kwietnia), ale warunki obserwacji są w tym roku niekorzystne.

Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie środkowo-europejskim.

Odległości bliskich planet

Data	Wenus				Mars			
	od Słońca		od Ziemi		od Słońca		od Ziemi	
1970	j. a.	mlnkm	j. a.	mlnkm	j. a.	mlnkm	j. a.	mlnkm
III 23	0.724	108.3	1.650	246.8	1.512	226.2	2.134	320.6
IV 2	0.722	108.1	1.624	242.9	1.525	228.1	2.207	330.2
12	0.721	107.9	1.592	238.2	1.538	230.0	2.268	339.4
22	0.720	107.7	1.556	232.7	1.550	231.9	2.326	348.0
V 2	0.719	107.6	1.514	226.4	1.563	233.8	2.381	356.2

Dane dla obserwatorów Słońca

(na 13 h czasu środk.-europ.)

Data 1970	P	B_o	L_o	Data 1970	P	B_o	L_o
	°	°	°		°	°	°
IV 1	−26.23	−6.52	155.04	IV 17	−25.96	−5.40	303.85
3	−26.30	−6.40	128.65	19	−25.78	−5.24	277.44
5	−26.33	−6.28	102.26	21	−25.60	−5.06	251.02
7	−26.34	−6.15	75.87	23	−25.37	−4.88	224.60
9	−26.32	−6.02	49.47	25	−25.12	−4.70	198.18
11	−26 28	−5.88	23.07	27	−24.83	−4.51	171.75
13	−26.20	−5.72	356.67	29	−24.52	−4.32	145.32
15	−26.09	−5.57	330.26	V 1	−24.18	−4.12	118.89

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

B_o, L_o — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy.

Data 1970	1h czasu środk.-europ. α	δ	Warszawa wsch.	zach.	1h czasu środk.-europ. α	δ	Warszawa wsch.	zach.
	MERKURY				WENUS			
	h m	°	h m	h m	h m	°	h m	h m
IV 1	1 12	+ 7.7	5 31	18 49	1 41	+ 9.8	5 48	19 30
11	2 21	+16.0	5 14	20 06	2 28	+14.3	5 31	20 03
21	3 06	+20.5	4 53	20 41	3 17	+18.3	5 17	20 37
V 1	3 17	+20.3	4 24	20 10	4 07	+21.5	5 06	21 08
	Widoczny wieczorem na zach. horyzontem, jako gwiazda około zerowej wielkości.				Widoczna nad zachodnim horyzontem jako Gwiazda Wieczorna —3.3 wielkości.			
	MARS				JOWISZ			
IV 1	3 00	+17.6	6 22	21 33	14 08	—11.3	20 05	6 07
11	3 28	+19.5	6 00	21 33	14 03	—10.9	19 18	5 25
21	3 57	+21.1	5 38	21 34	13 58	—10.5	18 32	4 44
V 1	4 26	+22.4	5 18	21 33	13 53	—10.1	17 45	4 01
	Widoczny wieczorem na granicy gwiazdozbiorów Barana i Byka (około +1.8 wielk. gwiazd.).				Widoczny przez całą noc w gwiazdozbiorze Panny (około —2.0 wielk. gwiazd.).			
	SATURN				URAN			
III 22	2 21	+11.8	6 57	21 01	12 27	—2.1	18 14	5 56
IV 11	2 31	+12.6	5 44	19 56	12 24	—1.8	16 51	4 35
V 1	2 40	+13.4	4 30	18 50	12 21	—1.5	15 23	3 15
	Niewidoczny.				Widoczny prawie całą noc w gwiazdozbiorze Panny (około 5.5 wielk. gwiazd.).			

	α	δ	w południku	α	δ	w południku
	NEPTUN			PLUTON		
	h m	°	h m	h m s	°	h m
III 23	15 56.0	—18 38′	3 31	12 10 31	+16 37′.5	23 43
IV 12	15 54.8	—18 34	2 11	12 08 35	+16 48.0	22 23
V 2	15 52.9	—18 28	0 51	12 06 56	+16 53.0	21 02
	Widoczny prawie całą noc w gwiazdobiorze Wagi (około 8 wielk. gwiazd.).			Widoczny przez całą noc w Warkoczu Bereniki. dostępny tylko przez wielkie teleskopy (około 14 wielk. gwiazd.).		
	PLANETOIDA 2 PALLAS			PLANETOIDA 4 WESTA		
IV 1	21 35.5	+ 5 49	8 26	9 02.2	+24 39	20 00
11	21 45.8	+ 6 43	8 07	9 04.8	+24 18	19 24
21	21 55.5	+ 7 37	8 37	9 10.3	+23 43	18 50
V 1	22 04.3	+ 8 31	7 06	9 18.1	+22 57	18 19
11	22 12.1	+ 9 22	6 35	9 27.9	+22 00	17 49
	Około 10.6 wielk. gwiazd. Widoczna rankiem w gwiazdozbiorze Pegaza.			Około 7.5 wielk. gwiazd. Widoczna wieczorem na granicy gwiazdozbiorów Lwa i Raka.		

Planetoidy rozpoznajemy po ich ruchu wśród gwiazd, porównując rysunki z kilku nocy okolicy nieba według podanych wyżej współrzędnych (epoka 1950.0).

Data	1^h czasu środk.-europ.			Szczecin		Poznań		Wrocław		Gdańsk		Kraków		Warszawa		Rzeszów		Białystok	
	r. czasu	α	δ	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.
	m	h m	°	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m	h m
IV 1	−4.2	0 40	+ 4.3	5 38	18 37	5 28	18 25	5 29	18 24	5 19	18 21	5 18	18 12	5 12	18 10	5 10	18 04	5 03	18 01
11	−1.6	1 16	+ 8.0	5 14	13 54	5 05	18 42	5 07	18 40	4 55	18 39	4 57	18 27	4 50	18 25	4 49	18 18	4 39	18 18
21	−1.2	1 53	+11.6	4 50	19 12	4 43	19 00	4 46	18 57	4 31	18 58	4 37	18 42	4 28	18 43	4 29	18 34	4 16	18 36
V 1	−2.8	2 31	+14.9	4 29	19 30	4 23	19 16	4 27	19 12	4 09	19 17	4 18	18 57	4 07	19 00	4 10	18 49	3 55	19 54
11	−3.7	3 09	+17.7	4 10	19 48	4 04	19 34	4 09	19 28	3 49	19 35	4 01	19 12	3 49	19 17	3 53	19 05	3 37	19 11

KSIĘŻYC

Data 1970	1^h czasu środk.-europ.		Warszawa		Data 1970	1^h czasu środk.-europ.		Warszawa		Data 1970	1^h czasu środk.-europ.		Warszawa	
	α	δ	wsch.	zach.		α	δ	wsch.	zach.		α	δ	wsch.	zach.
	h m	°	h m	h m		h m	°	h m	h m		h m	°	h m	h m
IV 1	20 17	−23.2	3 35	11 40	IV 11	5 19	+28.2	6 57	0 33	IV 21	13 17	−11.8	18 29	3 57
2	21 15	−18.4	3 56	13 13	12	6 15	+28.2	7 54	1 27	22	14 06	−17.2	20 23	4 11
3	22 10	−12.5	4 11	14 44	13	7 09	+26.8	9 02	2 06	23	14 59	−21.9	21 48	4 30
4	23 03	− 5.8	4 24	16 13	14	8 01	+24.2	10 16	2 33	24	15 56	−25.5	23 08	4 57
5	23 54	+ 1.1	4 36	17 41	15	8 50	+20.6	11 30	2 52	25	16 56	−27.7	—	5 39
6	0 45	+ 7.8	4 46	19 09	16	9 36	+16.2	12 44	3 06	26	17 59	−28.3	0 15	6 39
7	1 37	+14.1	5 01	20 36	17	10 21	+11.1	13 57	3 17	27	19 02	−27.0	1 05	7 57
8	2 30	+19.6	5 18	22 03	18	11 04	+ 5.6	15 09	3 27	28	20 03	−24.0	1 38	9 25
9	3 25	+23.8	5 41	23 23	19	11 47	− 0.2	16 23	3 36	29	21 00	−19.5	2 01	10 56
10	4 22	+26.8	6 13	—	20	12 31	− 6.1	17 39	3 46	30	21 55	−14.0	2 18	12 25

Fazy Księżyca

	d h
Ostatnia kwadra	III 30 12
Nów	IV 6 5
Pierwsza kwadra	IV 13 17
Pełnia	IV 21 17
Ostatnia kwadra	IV 28 18
Nów	V 5 16

	Odległość Księżyca od Ziemi	Srednica tarczy
	d h	
Najmn.	IV 3 12	32′7
Najw.	IV 15 7	29.6
Najmn.	IV 30 5	32.3

CONTENTS

F. Zwicky — Physics and chemistry on the Moon.

A. Spodenkiewicz — What is new in the Crab Nebula?

L. Zaleski — Pulsars.

Chronicle: Flare of the star sending off X radiation — Photoelektric study of Hektor — Volcans of the bottom of the crater Copernicus?

Conferences and meetings: XIV Meeting of the Polish Astronomical Association — Conference on the teaching of astronomy.

Astronomical calender.

СОДЕРЖАНИЕ

Ф. Цвикки — Физика и химия на Луне (I).

А. Споденскевич — Что нового в Краковской туманности?

Л. Залески — Пульсары.

Хроника: Вспышка звезды излучающей рентгеновые лучи — Фотоэлектрические исследования астероида Гектор — Вульканы на дне кратера Коперник.

Конференции и съезды: XVI Съезд Польского астрономического общества — Конференция по преподаванию астрономии.

Астрономический календарь.

ODDZIAŁY PTMA

Białystok, Marchlewskiego 2/1 — III Lic. Ogóln. (Mgr T. Markiewicz).

Chorzów, Planetarium i Obserwatorium, skr. poczt. 10, tel. 301-49.

Częstochowa, Glogiera 17/12 (S. Werner), tel. 457-48.

Dąbrowa Górnicza, Okrzei 15, sekr.: czw. 19—20 (Z. Piaskowska).

Frombork, pow. Braniewo, Stacja Astronomiczna „Wieża Wodna" — pokazy nieba (Mgr Wł. Michalunio).

Gdański w Gdyni, Kamienna Góra, Mickiewicza 5/4 (Inż. E. Maciejewski).

Gliwice, Wybrzeże Armii Czerwonej 4. (Inż. Wł. Gisman). Sekr.: czw. 17—19.

Jelenia Góra - Cieplice, 1 Maja 126. (Mgr A. Neumann).

Katowice, Szopena 8/3. (C. Janiszewski).

Kraków, Solskiego 30/8 — Klub „Kosmos" i sekr.: pon. i pt. 18—21.

Krosno n/Wisłokiem, Nowotki 1, I p. (J. Winiarski).

Lublin, Nowotki 8, pok. 18, Koło Nauk. Stud. Fiz. UMCS. (Mgr St. Hałas).

Łódź, Traugutta 18, p. 412 — Łódzki Dom Kultury. Sekr.: pon. 18—20.

Nowy Sącz, Jagiellońska 50a. (Trzópek Wojciech).

Olsztyn, Zamkowa 2, Muzeum Mazurskie.

Opole, Strzelców Bytomskich 1. Młodz. Dom Kultury. (Inż. E. Pospiszyl).

Ostrowiec Świętokrzyski, A. Mickiewicza 12, m. 38. (J. Ułanowicz).

Oświęcim, Jagiełły 12. (St. Jasieniak).

Poznań, Stary Rynek 9/10. Sekr. wt., czw. 17—19.

Radom, Żeromskiego 75, p. 224. (Inż. P. Janicki).

Szczecin, H. Pobożnego 2, Lic. Ogóln. nr 2 (H. Gurgul).

Szczecinek, skrytka poczt. nr 30, tel. 25-86. (A. Giedrys).

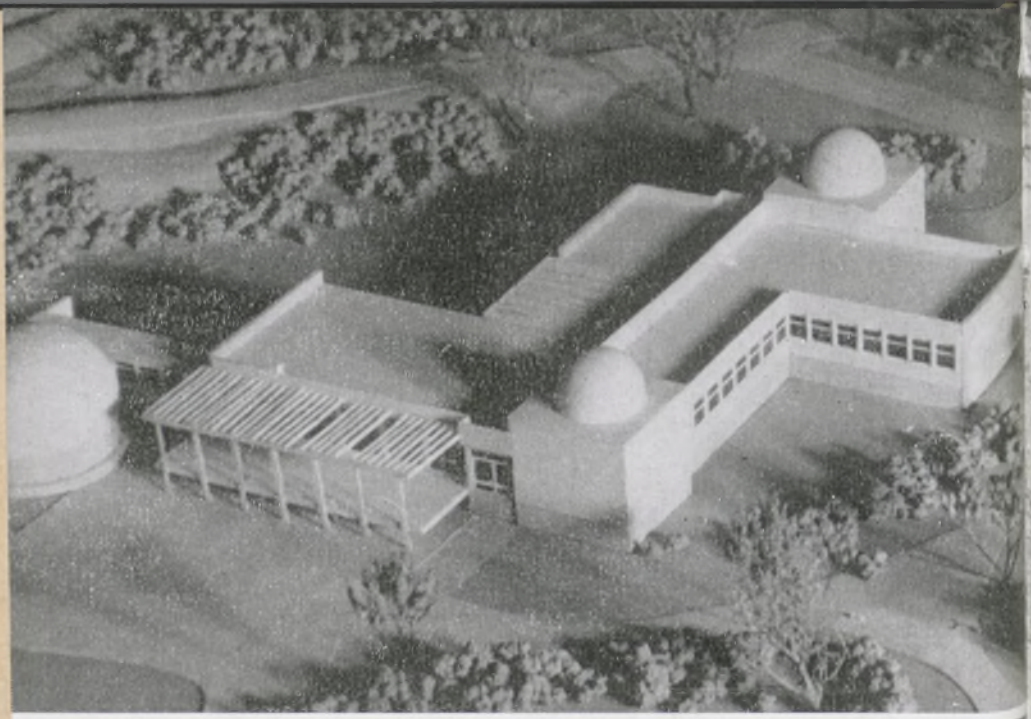
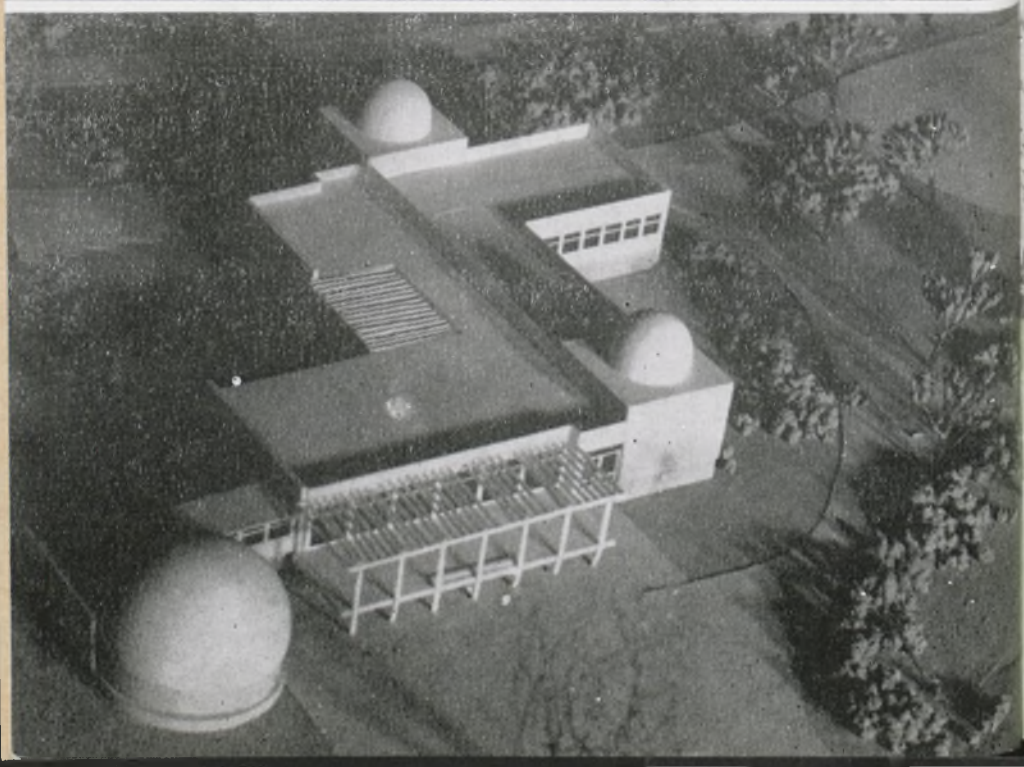
Toruń, Kopernika 42, tel. 28-46. Sekr.: pon,. śr. 18—20. „Wieczory astronomiczne" — pon. godz. 18.

Warszawa, Al. Ujazdowskie 4. Sekr.: pon., śr., 18—21, tel. 29-40-11.

Wrocław, Piotra Skargi 18a. Wzgórze Partyzantów, tel. 347-32. Sekr.: pon., śr., pt. 18—19.

Przewodn. Rady Redakcyjnej S. Piotrowski, red. nacz. L. Zajdler, sekr. K. Ziołkowski, red. techn. B. Korczyński. **Adres Redakcji:** Warszawa, Al. Ujazdowskie 4. **Wydawca:** Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii, Zarząd Główny, Kraków, Solskiego 30/8, telefon: 538-92; Nr konta PKO I OM 4-9-5227. **Warunki prenumeraty:** roczna — 72 zł, dla członków PTMA w ramach składki 60 zł, 1 egz. — 6 zł.
Indeks 38151

Druk: Prasowe Zakłady Graficzne RSW Prasa, Kraków, ul. Wielopole 1 — zam. 195/70. Nakład 3000 egz. D-4

Fragment dna krateru Kopernik według fotografii otrzymanej za pomocą sondy Lunar Orbiter-5. Strzałka wskazuje domniemany wulkan (do artykułu na str. 86).

Grupa uczestników XIV Zjazdu PTA (do artykułu na str. 87).