

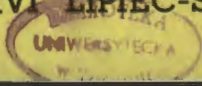


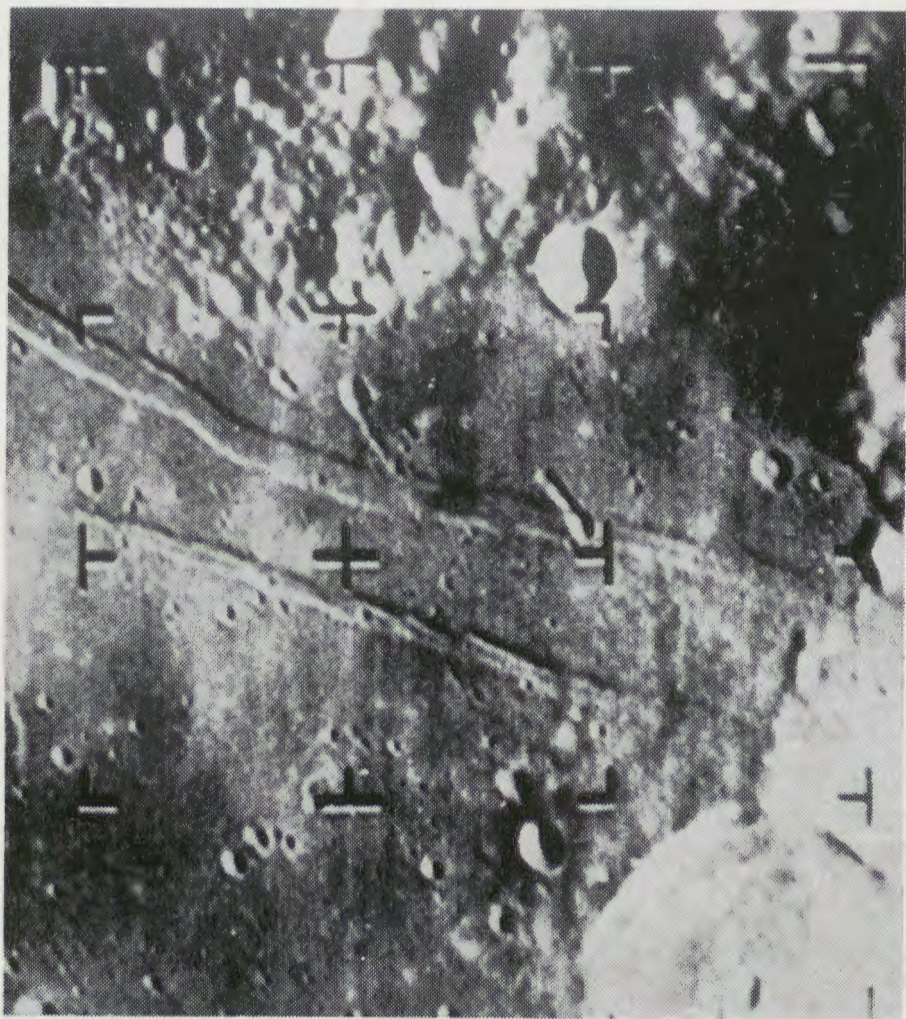
URANIA

MIESIĘCZNIK

POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK XXXVI LIPIEC-SIERPIEŃ 1965 Nr 7/8





Zdjęcie dokonane w dniu 17. 2. 1965 r. przez Rangera-8 z odległości 243 km od powierzchni Księżyca, na 2^m15^s przed spadkiem. Obejmuje obszar 93 na 70 km. Linie brzegową Mare Tranquillitatis wyznacza krater Sabine w półn.-wsch. kącie zdjęcia (prawy dolny). Dwie pręgi (por. zdjęcie na str. 1) przypominają ziemskie rowy. Kilka wydłużonych kraterów pochodzi zapewne od Theophila w odległości 400 km na połudn.-zachód.

Pierwsza strona okładki: Zdjęcie z odległości 435 km na 4^m przed spadkiem rakiety. Obejmuje obszar 124 na 108 km. Dwa duże kratery — to Sabine i Ritter w pd.-wsch. części Mare Tranquillitatis. W górnej części widać grzbiety wzgórz i dwie pręgi równoległe do linii grzbietów.

URANIA

MIESIĘCZNIK POLSKIEGO TOWARZYSTWA
MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK XXXVI LIPIEC-SIERPIEŃ 1965 Nr 7/8

SPIS TREŚCI

Tadeusz Rakowiecki — O Koperniku.

Włodzimierz Zonn — Nauka o przetrzeźni (V).

Bronisław Kuchowicz — Powstawanie pierwiastków chemicznych w gwiazdach (VII).

Jerzy Cwirko-Godycki — Geologia Księżyca.

Kronika: Konferencja międzynarodowa na temat wykorzystania optycznych obserwacji sztucznych satelitów Ziemi. — Kartograficzne opracowanie zdjęć Rangera-7. — Asymetria północ-południe w 19 cyklu aktywności Słońca. — Czy można zbudować teleskop neutrinowy?

Kronika PTMA: Dr Tadeusz Rakowiecki 1878—1965. — Narada Komisji Naukowej PTMA. — Nowe wydanie obrotowej mapy nieba.

Kronika historyczna.

To i owo: Kiedy polecimy na Marsa?

Kalendarzyk astronomiczny.

ZARZĄD GŁÓWNY PTMA — Kraków, ul. Solskiego 30/8 — tel. 538-92 — konto PKO Kraków 4-9-5227. Biuro czynne codziennie z wyjątkiem niedziel i świąt w godz. 8—15, w poniedziałki i piątki do godz. 19, w soboty od 8—12.

„OBROTOWA MAPA NIEBA” — nowe przerobione wydanie zatwierdzone przez Ministerstwo Oświaty jako pomoc szkolna, jest do nabycia w Zarządzie Głównym PTMA w cenie 20 zł.

Podobnie jak w latach ubiegłych, niniejszy numer wakacyjny jest numerem podwójnym, tym razem w zwiększonej objętości.

Na wstępie artykuł „O Koperniku”. Autorem jest zmarły w kwietniu b. r. nestor astronomii polskiej, Dr TADEUSZ RAKOWIECKI.

Ostatnie sukcesy szybko rozwijającej się astronautyki spowodowały, że temat „zastosowania pojazdów kosmicznych w astronomii i naukach pokrewnych” zapełnia szpalty czasopism naukowych i popularnych różnych dziedzin. Tematowi temu poświęcamy poważną część niniejszego zeszytu: piąty odcinek cyklu „Nauka o przetrzeźni” prof. dra W. ZONNA, artykuł mgra J. Cwirko-Godyckiego pt. „Geologia Księżyca”, dwie notatki naszej KRONIKI, TO i OWO, jak również wszystkie ilustracje na okładce.

Artykuł mgra B. Kuchowicza omawia sposób powstawania pierwiastków transuranowych, a w Kronice tenże autor przedstawia wizję przyszłości: widok nieba gwiazdowego przez teleskop neutrinowy. Ponieważ na konstrukcję tego nowego instrumentu wypadnie nam jeszcze poczekać, zachęcamy Czytelników do obserwacji środkami optycznymi (patrz: Narada Komisji Naukowej PTMA), w czym niewątpliwą pomocą jest obrotowa mapa nieba, o której piszemy w niniejszym numerze.

TADEUSZ RAKOWIECKI — Hajnówka

O KOPERNIKU

Idee odnoszące się do budowy i mechanizmu świata są fundamentalnymi ideami cywilizacji, i twórcy ich, wielcy astronomowie, są może najwybitniejszymi przedstawicielami tego dążenia. Takim wielkim astronomem, otwierającym nowe drogi poznania prawdy, był Kopernik. Imię jego jest znane w całym świecie, ale w Polsce winno być otoczone powszechną i szczególną pamięcią.

Kopernik żył w epoce Renesansu, w czasie wielkich przewrotów religijnych i filozoficznych, w czasach odkrycia Ameryki, podróży Magellana naokoło świata, reformacji Lutera i Kalwina, w czasach wyzwalania się myśli ludzkiej z więzi scholastycznego dogmatyzmu średniowiecza. Dzieło Kopernika-astronoma było jednym z najdonioślejszych przejawów ruchu umysłowego tej epoki. Żył on w Polsce złotego wieku Zygmuntońskiego, w czasach najświetniejszego okresu naszej historii, kiedy Polska była krajem największej wówczas tolerancji religijnej i wolności słowa, jednym z najoświeceńszych w Europie.

Urodził się w Toruniu 19 marca 1473 r. za Kazimierza Jagiellończyka, umarł w r. 1543 we Fromborku Warmińskim za Zygmunta Starego. Był uczniem Akademii Krakowskiej w czasach jej rozkwitu, gdy słynna była z badań matematycznych i astronomicznych swych uczonych. Zapisał się do niej w r. 1491, mając lat 18. Korzystał na pewno z nauki Wojciecha Brudzewskiego, znakomitego ówczesnego profesora Akademii, którego rozprawa *Commentaria utilissima in theoricis planetarum* jest przez historyków astronomii uważana za jedną z najcenniejszych rozpraw o astronomii w XV stuleciu. Wpływ Brudzewskiego odegrał prawdopodobnie wielką rolę w powstaniu astronomicznych zamięłowań Kopernika. Dzięki poparciu swego wuja Łukasza Watzenrode, ówczesnego biskupa Warmińskiego, otrzymał około roku 1496 stanowisko kanonika kapituły Warmińskiej, co dało mu środki materialne na kształcenie się za granicą. W tym celu w r. 1496, mając lat 23, wyjechał do Włoch, gdzie z krótką przerwą przebywał lat 10, studiując w Bolonii, Rzymie i Padwie. W Bolonii zapisał się na wydział prawny uniwersytetu, prowadząc jednocześnie obserwacje astronomiczne z tamtejszym profesorem astronomii Dominikiem Novara. Podczas rocznego pobytu w Rzymie w r. 1500 obcował z tamtejszymi

uczonymi, prowadząc dysputy i budząc podziw dla swej wiedzy. W roku 1503 uzyskał w Ferrarze formalny doktorat z prawa kanonicznego, w ciągu trzech lat następnych studiował medycynę w Padwie. Podczas tych studiów prawnych i lekarskich zajmuje się wciąż astronomią, wertując pisma autorów starożytnych, i w tym celu uczy się języka greckiego. We Włoszech zapewne powziął pomysł przyszłego dzieła.

W roku 1506 wraca na stałe do kraju. Mieszkał z początku w Lidzbarku, w rezydencji biskupów Warmińskich, a od roku 1510 aż do śmierci we Fromborku, siedzibie kapituły. Zaraz po powrocie z Włoch rozpoczął pracę nad dziełem, które unieśmiertelniło jego imię. Pisał lat trzydzieści. Wynikami swych dociekań dzielił się chętnie z uczonymi przyjaciółmi, ale wahał się długo z ich ogłoszeniem, i tylko ulegając usilnym namowom kardynała Kapuańskiego Schonberga i biskupa Chełmińskiego Tidemanna Giese, zgodził się na oddanie do druku rękopisu. Sprawę wydawnictwa powierzono Joachimowi Retykowi, profesorowi matematyki w Witenberdze, który odwiedził Kopernika we Fromborku i był gorącym jego wielbicielem. Książka wyszła w Norymberdze w maju 1543 r., w roku i miesiącu śmierci astronoma, pt. *Nicolai Copernici Toruniensis De Revolutionibus Orbium Coelestium Libri VI*. Umierający autor otrzymał na łożu śmierci odbity egzemplarz dzieła. Książka ta stanowi epokę w dziejach astronomii i nauki w ogóle, jest wielkim krokiem naprzód ku prawdzie. Daje nową teorię budowy świata. Jest rewolucyjna i konstruktywna jednocześnie: obala odwieczne lecz błędne poglądy, a na ich miejsce stawia nowe, otwierające dalekie perspektywy dalszego rozwoju nauki.

Od czasów starożytnych do Kopernika — w ciągu czternastu stuleci — powszechnie przyjętym poglądem na budowę świata był **system Ptolemeusza**, greckiego astronoma szkoły Aleksandryjskiej, żyjącego w II wieku n. e., zawartym w jego dziele *Megale Syntaxis*, zwanym po arabsku *Almagest*. Ptolemeusz daje w nim teorię budowy i mechanizmu kosmosu, syntezę astronomicznej wiedzy starożytnych. Według tej teorii świat był zbudowany w następujący sposób: w środku spoczywa nieruchoma Ziemia, dokoła niej krążą ciała niebieskie, najbliżej Księżyc, następnie gwiazdy błędne czyli planety Merkury i Wenus, na czwartym miejscu Słońce, dalej planety Mars, Jowisz i Saturn, najdalej — na krańcach świata kulistego — gwiazdy stałe. Bezpośrednia obserwacja zdawała się naocześnie świadczyć, że wszystkie te ciała krążą dokoła Ziemi — gwiazdy stałe ruchem jednostajnie kołowym ze wschodu na zachód, nie zmie-

niając swych wzajemnych położen, zaś Słońce, Księżyc i planety — ruchem niejednostajnym, przesuając się między gwiazdami stałymi. Księżyc i Słońce poruszają się stale w kierunku prostym z zachodu na wschód. Zaś spostrzegane ruchy planet między gwiazdami stałymi mają zmienny kierunek. Biegając naogół w kierunku prostym, w pewnej chwili raz na rok zatrzymują się i zaczynają poruszać się w kierunku odwrotnym (wstecznym) ze wschodu na zachód, aby znowu po chwilowym zatrzymaniu się, posuwać się w kierunku prostym, zataczając wśród gwiazd pętle na sklepieniu nieba.

Podstawą systemu Ptolemeusza były dwa zasadnicze założenia, ustalone w nauce greckiej jako prawdy rzekomo oczywiste już przez Arystotelesa w IV wieku p. n. e.: 1° — nieruchoma Ziemia jest środkiem świata, 2° — ciała niebieskie krążą dookoła Ziemi, wykonując jednostajny ruch kołowy. Zadaniem, jakie postawił sobie Ptolemeusz, było wyprowadzić spostrzegane nierówne ruchy ciał niebieskich z jednostajnych ruchów kołowych. Cel ten usiłował osiągnąć za pomocą teorii **ruchów epicyklicznych**, przyjmując, że planety biegną ruchem jednostajnym po tzw. **epicyklach**, tj. kołach, których środki biegną jednostajnie po innych kołach, tzw. **deferensach**, opasujących Ziemię. Za pomocą tego systemu kół Ptolemeusz obliczał **widoczne** nieregularne ruchy planet z rzekomo rzeczywistych jednostajnych ruchów kołowych. Dla niedługich okresów czasu udawało się to osiągnąć w granicach dokładności ówczesnych spostrzeżeń. Po upływie jednak dłuższego czasu niezgodność położen obliczonych ze spostrzeganymi stawała się coraz większa. Następcy Ptolemeusza starali się usunąć tę niezgodność przez wprowadzanie epicyklów na epicyklach, komplikując coraz bardziej system kół ruchomych, zawsze jednak niewystarczających i jawnie urojonych. W XV stuleciu liczbę ich doprowadzono do 76. Wszystko to składało się na obraz świata fizycznie niemożliwy, a matematycznie bardzo niedokładny. Tak silna była jednak sugestia autorytetu Ptolemeusza, poparta religijną aprobatą Kościoła, że w ciągu czternastu stuleci nikt nie ośmielił się podać w wątpliwość kardynalnej podstawy całego systemu — centralnego stanowiska nieruchomej rzekomo Ziemi.

Uczynił to dopiero w swym dziele Kopernik, stawiając w miejsce geocentrycznego swój **heliocentryczny** układ budowy świata. Odrzucił on pierwszą zasadę starożytnych o nieruchomości Ziemi, kładąc w środku świata Słońce, dokoła którego krążą planety i w ich liczbie Ziemia, i wykazując, że spostrzegane stanowiska i ruchy wsteczne planet są to **ruchy pozorne**,

paralaktyczne, będące odbiciem rzeczywistego ruchu Ziemi dookoła Słońca.

Budowa świata według Kopernika jest następująca: w środku mieści się nieruchome Słońce, dokoła niego krążą sześć planet po mało nachylonych względem siebie kołach, najbliższ Słońca Merkury, po nim Wenus, na trzecim miejscu Ziemia z okrążającym ją Księżycem, za Ziemią kolejno Mars, Jowisz i najdalej Saturn. Bardzo daleko za planetami znajdują się nieruchome gwiazdy stałe. Wszystkie planety krążą w tym samym kierunku z zachodu na wschód, jako kule unoszące się w przestrzeni, z tym mniejszą prędkością im większa jest odległość od Słońca. Jest to obraz prosty i całkowicie zgodny z rzeczywistością. Tak przedstawiałby się świat słoneczno-planetarny, gdybyśmy mogli oglądać go ze stanowiska położonego wysoko nad płaszczyzną drogi ziemskiej. Kopernik nie tylko ustalił rzeczywistą kolejność dróg planet, ale pierwszy wyznaczył ich względne odległości od Słońca w stosunku do promienia drogi ziemskiej, ze znaczną na owe czasy dokładnością.

Ziemi przyznał Kopernik ruch trojaki: 1° — wirowy obrót dokoła osi z zachodu na wschód, którego wynikiem jest pozorny w odwrotnym kierunku dzienny ruch wszystkich ciał niebieskich, łącznie ze Słońcem, a więc następstwo dnia i nocy; 2° — postępowy obieg dokoła Słońca, który — wobec tego że nachylona do płaszczyzny drogi osi ziemskiej zachowuje niezmienny w stosunku do gwiazd stały kierunek — sprawia pory roku; 3° — ruch zataczania się osi ziemskiej jak w wirującej frydze, którym tłumaczył przybliżenie stałe nachylenie osi i cofanie się punktów równonocy, tj. wykryte jeszcze przez greckiego astronoma Hipparcha w II wieku p. n. e. zjawisko **precesji**.

Heliocentryczny układ Kopernika otworzył drogę dla dalszego świetnego rozwoju astronomii. Dokonane przez Galileusza, zwolennika systemu Kopernika, w 70 lat po jego śmierci odkrycie za pomocą lunety księżyców Jowisza, obrotu wirowego Słońca i analogicznych do faz Księżyca faz planety Wenus, potwierdzało prawdziwość heliocentrycznego układu. Tylko przyjmując bieg planet dokoła Słońca, współczesny Galileuszowi Kepler, wielbiciel Kopernika, mógł wykryć prawa niejednostajnego ruchu planet po elipsach, przez co obalił drugi a podzielony jeszcze przez Kopernika dogmat starożytnych o jednostajnym kołowym ruchu ciał niebieskich, zadając ostateczny cios Ptolemeuszowemu systemowi epicyklów. W kilkadziesiąt lat później Newton, opierając się na prawach Keplera, odkrył prawo powszechnego ciążenia, determinujące ruch pla-

net dokoła Słońca. Dzieło tych genialnych uczonych jest konsekwentną kontynuacją dzieła Kopernika. Obserwując zaćmienia księżyców Jowisza z przeciwnych względem Słońca stanowisk Ziemi, duński astronom Römer wyznaczył w r. 1675 prędkość światła. Wykryta w roku 1727 przez Bradleya, dyrektora Obserwatorium w Greenwich, **aberracja gwiazd stałych**, tj. drobna zmiana kierunku w jakim spostrzega się przez lunetę gwiazdy, będąca wynikiem sumowania się prędkości światła i prędkości Ziemi, była bezpośrednim potwierdzeniem rocznego ruchu Ziemi.

Najważniejszym zarzutem, jaki stawiano teorii Kopernika, był brak **paralaksy gwiazd stałych**, tj. pozornego przesuwania się ich na sklepieniu nieba w następstwie zmiany położenia Ziemi. Kopernik brak tej paralaksy tłumaczył słusznie nadzwyczaj wielką odległością gwiazd w porównaniu z którą średnica drogi ziemskiej jest znikomo małą. Wyznaczenie za pomocą udoskonalonych przyrządów optycznych w roku 1838 przez Bessela i Struvego pierwszych paralaks gwiazd stałych potwierdziło pogląd Kopernika, dając ostateczny dowód prawidłowości obiegu Ziemi dokoła Słońca. Odległości gwiazd stałych są olbrzymie. Odległość najbliższej *Proxima Centauri* wynosi około 40 bilionów kilometrów, tzn. gwiazda ta położona jest 275 000 razy dalej niż Słońce. Jeżeliby gwiazdy rzeczywiście wykonywały obrót dzienny dokoła Ziemi, to prędkość obrotowa tej najbliższej gwiazdy wynosiłaby około 29 milionów kilometrów na sekundę, a więc byłaby przeszło 8000 razy większa od prędkości światła, uważanej przez przyjętą obecnie w nauce teorię względności Einsteina za maksymalną prędkość ruchu fizycznego. Uznanie więc ruchu dziennego gwiazd za ruch pozorny, będący odbiciem rzeczywistego obrotu Ziemi w kierunku przeciwnym, staje się koniecznością logiczną. Bezpośrednim dowodem ruchu wirowego Ziemi jest spłaszczenie kuli ziemskiej na biegunach, zmniejszenie siły ciężkości na równiku, zależne głównie od wywołanej przez obrót siły odśrodkowej, doświadczenie Foucault'a z wahadłem wykazujące skrócenie płaszczyzny wahań w stronę zachodnią. Słowem — można powiedzieć, że nowoczesna astronomia jest ciągłym szeregiem dowodów prawdziwości teorii Kopernika.

Na początku norymberskiej edycji dzieła *De revolutionibus* wydawca Ossianer umieścił przedmowę, nie uprzedzając, że nie pochodzi ona od autora, w której powiada, że teoria Kopernika jest hipotezą ułatwiającą obliczenia ruchu planet, ale że to nie znaczy, aby była ona prawdziwa albo nawet prawdopo-

dobna. Takie stanowisko przypisywano nieraz — całkowicie mylnie — samemu Kopernikowi. Tymczasem jest rzeczą pewną, że Kopernik uważał swój system za dowiedziony i obiektywnie prawdziwy. Świadczy o tym już ustęp z następnej, niewątpliwie kopernikowskiej przedmowy, listu dedykacyjnego do papieża Pawła III. „Jeżeli — są słowa Kopernika — znajdują się tacy, którzy nieobeznani z naukami matematycznymi, powołując się niewłaściwie na Pismo Święte, ośmielają się potępiać moje dzieło, to oświadczam, że o takich wcale nie dbam i sądem ich jako lekkomyślnym gardzę”. Potępiający dzieło Kopernika dekret kongregacji indeksu ksiąg zakazanych z r. 1616 również stwierdza, że „Kopernik nie poprzestaje na hipotetycznym głoszeniu teorii ruchu Ziemi, przeciwnej Pismu Świętemu i katolickiej jego interpretacji, lecz ośmiela się przedstawiać ją jako prawdziwą”. Także Luter, ten wielki rewolucjonista religijny, zwalczający teologię scholastyczną, wyśmiewa „sarmackiego astrologa” za jego naukę o ruchu Ziemi (*Der Narr will die ganze Kunst astronomiae umkehren*).

Niektórzy historycy astronomii chcieli obniżyć znaczenie Kopernika w nauce twierdząc, że dzieło jego nie jest oryginalne, że jest poglądem przejętym od Greków. „Son système n'était pas une création, ce n'était qu'une adoption” — pisał Bailly, historyk astronomii nowożytniej w XVIII wieku. Ocena taka jest niesłuszna. Wprawdzie myśl o ruchu Ziemi była znana w starożytności i wypowiadała ją wielu ówczesnych myślicieli, najwyraźniej żyjący w III wieku p. n. e. astronom Arystarch z Samos, ale były to raczej luźne przypuszczenia, nie rozwinięte i nie udokumentowane, i przez większość astronomów z Ptolemeuszem włącznie uważane za fałszywe, a nawet śmieszne, a przy tym zwalczane już wówczas jako przeciwne wierze religijnej, o czym świadczy następujący ustęp w traktacie Plutarcha, pisarza greckiego z II wieku n. e. *De facie in orbe lunae*: „Kleant z Samos oskarżył Arystarcha o bezbożność, gdyż zakłócił on spokój Hestii i bogom domowym twierdząc, że niebo jest nieruchome, a Ziemia obiega niebo wzdłuż zodiaku i obraca się koło swej osi”.

To przekonanie o niedorzeczności i bezbożności nauki o ruchu Ziemi było powszechne i za czasów Kopernika. I trzeba było niezwykłej odwagi, niezależności i siły umysłu, by przeciwstawić się tej powszechnej opinii, potędze nienaruszalnego autorytetu naukowego Arystotelesa i Ptolemeusza, uświęconego powagą wieków i Kościoła, i wystąpić z udokumentowanym dowodem ruchu Ziemi, z twierdzeniem będącym według słów

znanego współczesnego astronoma „najbardziej radykalną rewolucją w dziejach myśli ludzkiej”.

Rewolucja ta nie ograniczyła się do dziedziny czystej nauki, zmieniła ona ocenę stanowiska człowieka w świecie, jego światopogląd, jego filozofię. Rewolucji tej dokonał Kopernik. To też całkowicie słusznym jest sąd o nim wielkiego jego następcy, Keplera, gdy stwierdza, że „był to człowiek najwyższego geniuszu i duchem wolny” — *Vir fuit maximi ingenii et animo liber.*

Hajnówka, 1953

WŁODZIMIERZ ZONN — Warszawa

NAUKA O PRZESTRZENI (V)

Zagadnienia geodezji i fizyki Ziemi

Geodezja ma bardzo skromne — lecz z punktu widzenia potrzeb innych nauk ważne zadanie: poznanie Ziemi od strony jej właściwości geometrycznych. Mówiąc prościej — poznanie jej kształtów i rozmiarów. I nic więcej.

Wyniki badań geodetów obchodzą przede wszystkim astronomów, ponieważ obserwują ciała niebieskie z różnych punktów Ziemi. Gdy przedmiotem obserwacji jest jakieś bardzo odległe od nas ciało, rozmiary Ziemi nie wchodzą w rachubę, można ją traktować śmiało jako punkt, nie troszcząc się wcale z którego to miejsca Ziemi dokonano danej obserwacji. Inaczej, gdy chodzi o ciała dość bliskie: Księżyc lub sztuczne satelity. Aby móc porównać ze sobą obserwacje dokonane z odległych miejsc Ziemi trzeba znać dokładnie jej rozmiary i kształt, by na tej podstawie umiejscowić punkty obserwacyjne w przestrzeni.

Zwróćmy przy tym uwagę, że wielkość o kapitalnym dla astronomii znaczeniu, tzw. *jednostka astronomiczna* równa średniej odległości Ziemi od Słońca, wyznaczona jest właśnie z obserwacji Słońca z *dwóch różnych punktów na Ziemi*. Gdyby przy wyznaczaniu rozmiarów Ziemi geodeci popełnili błąd np. 10⁰/₀, błąd ten znalazłby się oczywiście w odległości Ziemia-Słońce i z kolei w odległości wszystkich ciał niebieskich, jako mierzonych jednostką astronomiczną. W ten sposób nasz 10-procentowy błąd „rozszedłby” się po całym kosmosie. Również rozmiary liniowe ciał niebieskich zawierałyby ten błąd!

W rzeczywistości błąd ten jest oczywiście znacznie mniejszy, dokładność wyznaczenia rozmiarów Ziemi wynosi dziesiąte pro-

mili. Ostatnio zaś uzyskaliśmy możność wyznaczania odległości ciał niebieskich na innej zupełnie drodze, nie wymagającej znajomości kształtów ani rozmiarów Ziemi. Mam tu na myśli tzw. metodę „echa” radiowego: pomiar czasu przejścia sygnału radiowego do danego ciała niebieskiego i z powrotem na Ziemię. Dzielać ów czas przez dwa i przez prędkość rozchodzenia się fali radiowej w próżni, otrzymujemy odległość badanego ciała od Ziemi. Dotychczas udało się otrzymać takie „echo” od Księżyca, Marsa, Wenus i Jowisza.

Metoda ta ustępuje jednak pod względem dokładności starym metodom wyznaczania odległości m. in. i dlatego, że prędkość rozchodzenia się sygnału radiowego ulega zmniejszeniu w górnych warstwach naszej atmosfery. Nie znamy dokładnie jej budowy, nie potrafimy zatem oszacować owego opóźnienia, wywołanego w szczególności przez górne warstwy zjonizowane.

Wyniki badań geodezyjnych mają podstawowe znaczenie w geografii, kartografii, nawigacji, komunikacji i w naukach wojskowych. Nie będziemy nad tym się zatrzymywali, żeby zbyttno nie odbiegać od tematu właściwego.

Jednym z najtrudniejszych i jednocześnie bardzo pilnych zadań geodezji jest sprawa „powiązania” kontynentów, m. in. powiązania Eurazji z Ameryką Północną i Południową. Zrozumienie tej sprawy wymaga znajomości zasad triangulacji, stosowanej szeroko w geodezji i astronomii.

Otóż pomiarów na Ziemi nie dokonujemy bezpośrednio, np. taśmą mierniczą lub łątą. Robi się to w zasadzie tylko jeden raz, wybierając w terenie stosunkowo równym i otwartym jakiś odcinek o długości kilkunastu kilometrów. Odcinek ten — zwany bazą — mierzy się bardzo starannie tak, by błąd pomiaru nie przekraczał ułamka centymetra. Na końcach bazy ustawia się wysokie wieże. Takież wieże ustawia się następnie coraz dalej i dalej, w takich od siebie odległościach, by z jednej można było dostrzec sąsiednią czy to w pogodny dzień, czy w nocy, zapalając na szczycie sygnał świetlny. Z każdej wieży mierzy się następnie kąty między kierunkami do wież sąsiednich. Gdybyśmy te kierunki i odcinki wykreślili na mapie, powstałaby siatka trójkątów i stąd właśnie pochodzi nazwa „triangulacja” od łacińskiego słowa triangulum czyli trójkąt.

W trójkącie zawierającym bazę możemy obliczyć długość obu pozostałych boków. Te dwa boki spełniają rolę bazy, każdy w sąsiednim trójkącie. Tak rozwiązując kolejno trójkąty możemy powyznaczać długości wszystkich boków tworzących naszą siatkę triangulacyjną.

Siatki nie możemy jednak dowolnie przedłużać z tej prostej przyczyny, że wcześniej czy później natrafimy na morze lub ocean. I tu kończą się nasze możliwości triangulacyjne. Nie można zatem z pomiarów dokonywanych w Europie wyznaczyć odległości np. Leningrad — Nowy Jork. Ani z pomiarów dokonywanych w Ameryce... Bo, jak to geodeci mówią, brakuje nam powiązania ze sobą dwóch siatek triangulacyjnych.

Możnaby w zasadzie pomyśleć o budowaniu wież w środku oceanu, ale trudności związane z budową i wykorzystywaniem tych wież byłyby zaiste olbrzymie. Z braku ich próbowano wykorzystać Księżyc jako super-wysoką wieżę triangulacyjną. Próby te dały niewątpliwie pozytywne wyniki; głównie dzięki Księżycowi znamy dziś dokładnie najkrótszą odległość np. między Gdynią a Nowym Jorkiem. Jednak Księżyc nie daje zbyt dokładnych wyników przede wszystkim dlatego, że jest bardzo odległy od nas i powstające trójkąty — mające swój wierzchołek na Księżycu — są zbyt wyciągnięte, aby ich rozwiązanie dawało dokładny wynik. Pamiętajmy bowiem, że rozmiary boków trójkąta muszą być porównywalne z rozmiarami bazy. Jeśli baza jest bardzo mała w porównaniu z bokami, drobne błędy pomiaru kątów trójkąta przekształcają się w olbrzymie błędy boków.

Drugim powodem nieprzydatności Księżyca dla celów geodezyjnych jest to, że nie jest on punktem na niebie lecz dużą tarczą, nie można więc dokładnie „wycelować” naszych instrumentów.

Sztuczny satelita natomiast może się znakomicie nadawać do spełnienia roli wieży triangulacyjnej, jeśli jego odległość od Ziemi będzie nie za duża i nie za mała. Nie za duża, aby powstające trójkąty miały kształt niezbyt wydłużony, i nie za mała, aby go można było widzieć jednocześnie z dwóch kontynentów, np. z Europy i Ameryki.

Ważną jest tu owa *jednoczesność*, ponieważ satelita dość szybko biegnie po orbicie, tymczasem trzeba, by co najmniej dwóch obserwatorów „wycelowało” swoje instrumenty *w jeden punkt przestrzeni*, nie w dwa różne. W tym celu wprowadza się do sztucznych satelitów urządzenie, które co pewien czas zapala na nim sygnał świetlny. Obserwatorzy, nie notując nawet wskazań chronometrów wiedzą, że obserwują jednocześnie, ponieważ poza tą chwilą satelita jest w ogóle niewidoczny. Dzięki tym sygnałom satelita może być obserwowany również i wtedy, gdy znajduje się w cieniu Ziemi, co ogromnie przedłuża czas użyteczności satelity dla celów geodezyjnych.

Wśród różnych zagadnień geodezji wykorzystujących sztuczne satelity, poruszyliśmy sprawę powiązania kontynentów nie dlatego, aby z punktu widzenia samej geodezji było to zadaniem naczelnym, tylko dlatego, że to zagadnienie wiąże się z innymi dotyczącymi fizyki Ziemi i geologii.

Przed kilkudziesięciu laty geolodzy odkryli, że skład chemiczny skał, z których się składają górne warstwy skorupy ziemskiej i wszystkie kontynenty, różni się od składu chemicznego warstw niższych, będących podłożem kontynentów. Górne warstwy składają się głównie ze związków krzemu z glinem. Z łacińskich nazw tych pierwiastków — silicium i aluminium — utworzono termin *sial* oznaczający warstwy wyższe skorupy ziemskiej. Głębsze warstwy nazwano natomiast *simą* od nazw krzemu i magnezu, który występuje obficie w warstwach stanowiących podłoże wszystkich kontynentów. Ważne jest i to, że gęstość sialu wynosi około $2,7 \text{ g/cm}^3$, podczas gdy simy — nieco powyżej $3,0 \text{ g/cm}^3$. Gdyby oba rodzaje skał były cieczami, sial pływałby nad simą. Tak też jest w rzeczywistości, aczkolwiek to „pływanie” jest nieco inne, niż je rozumiemy w języku potocznym, dlatego nazwaliśmy je izostazją.

Ciało cięższe od wody, wrzucone do niej stopniowo idzie na dno. Wrzucając ciało o gęstości mniejszej od wody, zaobserwujemy stopniowe pogrążanie się do chwili, gdy nastąpi równowaga pomiędzy siłami działającymi ku górze i ku dołowi. Od tej chwili zaczyna się właściwe pływanie. To samo dzieje się w zasadzie przy wrzucaniu ciała stałego do ciała stałego, z tą tylko różnicą, że czas pogrążania się jest znacznie dłuższy, w przypadku sialu i simy liczy się na dziesiątki i setki lat. W skali jednak dziejów Ziemi nie znaczą one więcej niż sekunda w naszym życiu! Kontynenty — zdaniem geologów — pływają na podłożu simy, będąc oczywiście częściowo w niej zanurzone. Przy występowaniu pewnych, nawet nieznacznych sił dodatkowych (oprócz siły ciężenia i siły Archimedesesa) kontynenty mogą się przesuwać ku górze lub na dół, jak również mogą się przesuwać w kierunkach poziomych, jeśli tak działają na nie owe siły dodatkowe. Znamy przypadki wynurzania się kontynentów w wyniku stopniowego zmniejszania się grubości pokrywy lodowej; tak jest ze Skandynawią, która się podnosi kilka centymetrów na dziesięciolecie. Mamy też poważne przypuszczenia o odsuwaniu się od nas Grenlandii i nawet kontynentu amerykańskiego.

Znajomość tych ruchów ma niebywale znaczenie tak dla geologii jak i fizyki skorupy ziemskiej. Geolodzy znając kieru-

nek i prędkość tych ruchów mogliby odtworzyć pierwotne rozmieszczenie kontynentów i z tego wywnioskować o dziejach tak Ziemi, jak też o rozwoju różnych na niej form życia. Fizycy zaś Ziemi mogliby na tej podstawie odkryć, jakie to siły działają na kontynenty, zwłaszcza siły działające w kierunkach poziomych, które są w dużym stopniu zagadką współczesnej geofizyki.

Na zakończenie spróbuję poruszyć pewną, może nawet ważniejszą z punktu widzenia geodezji sprawę, trudniejszą jednak do zrozumienia przez nie-geodetów.

Mówiąc o kształcie i rozmiarach Ziemi mimowoli powstaje pytanie, co wtedy mamy na myśli zważywszy, że powierzchnia naszej planety jest przecież poorana górami i dolinami. Aby się pozbyć tych kłopotów i używać wspólnego wszystkim języka, geodeci umówili się nazywać kształtem Ziemi pewien myślowy twór tak zdefiniowany, by oznaczał zupełnie jednoznacznie coś, co jest bliskie rzeczywistości a wolne od nieregularności występujących na Ziemi. Twór ten nazwano *geoidą* i o niej za chwilę będzie mowa.

Wyobraźmy sobie, że na wszystkich łądach kopujemy kanały łączące się ze sobą i połączone wszystkie z otwartym morzem czy oceanem. Otóż przedłużając w myśli powierzchnię wód w tych kanałach tak, by te przedłużenia łączyły się ze sobą, otrzymamy właśnie powierzchnię geoidy.

Zwracamy przy tej okazji uwagę na to, że pojęcie geoidy nie nawiązuje do żadnej idei matematycznej. Słowa tego nie znajdziemy w żadnym słowniku ani encyklopedii matematycznej. Jest to pojęcie fizyczne, związane — jak nietrudno się domyśleć — z kierunkiem działania siły ciężkości w różnych miejscach Ziemi. Bo woda w oceanach i morzach, i w tych fikcyjnych kanałach, ustawia się zawsze tak, że powierzchnia jest prostopadła do kierunku siły ciężkości. Jeśli siła ciężkości w pewnym obszarze wykazuje jakąś nieregularność lub kaprysy, geoida wiernie te kaprysy odtwarza! Ponieważ z kolei wszystkie instrumenty geodezyjne są regulowane według kierunku pionu, (czy poziomu), niemalże automatycznie nasze pomiary i obliczenia dostarczają nam danych właśnie o geoidzie. Trudną natomiast sprawą pozostają wszelkiego rodzaju odchylenia od geoidy, no i powiązania geoidy otrzymywanej np. w Eurazji, z geoidą amerykańską, to znaczy otrzymaną z pomiarów w Ameryce. I to znów z powodu braku powiązania kontynentów, o czym była mowa już poprzednio.

Użycie sztucznych satelitów od razu usuwa te wszelkie trudności. Nie wchodząc w szczegóły rozumowania możemy tylko poinformować czytelników, że użycie sztucznego satelity daje nam możliwość wyznaczenia położenia każdego punktu na Ziemi nie w stosunku do owej wymyślonej geoidy, lecz wprost w stosunku do środka ciężkości Ziemi. A że obserwacje sztucznego satelity mogą być dokonywane z olbrzymiego obszaru Ziemi (bo satelita jest wysoko), mamy doskonałą sposobność do wykonania właściwie zupełnie na nowo pomiarów położenia wszystkich punktów na jej powierzchni, niezależnie zupełnie od wyników triangulacji „ziemskiej”. Ważne jest tylko, aby pomiary były jednoczesne i żeby przy tym udział w nich wzięło wielu obserwatorów rozrzuconych na dużym obszarze Ziemi.

Duży obszar Ziemi, to wiele krajów i ustrojów. Geodeci muszą więc jednoczyć się, jeśli nie w imię dobra ludzkości i pokoju, to przynajmniej dla poznania formy naszej planety. Geodezja jednoczy zatem ludzi czasami nawet wbrew ich chęciom. Cóż, za to jedno tylko warto przed nią uchylić kapelusza...

BRONISŁAW KUCHOWICZ — Warszawa

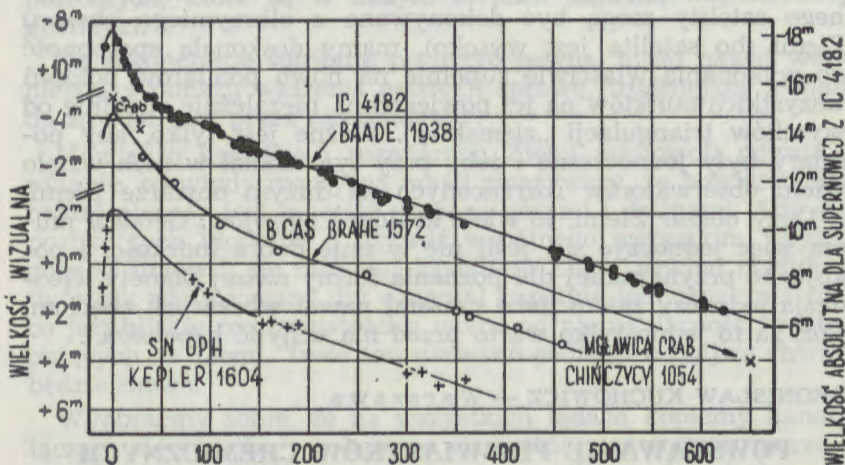
POWSTAWANIE PIERWIASTKÓW CHEMICZNYCH W GWIAZDACH (VII)

Wytwarzanie pierwiastków transuranowych i wybuchy supernowych

Wybuchy gwiazd supernowych są rzadkim i nadzwyczaj interesującym zjawiskiem we Wszechświecie. Zdarzają się one w danej galaktyce nie częściej niż raz na 100 czy nawet więcej lat. Olbrzymia ilość energii wydzielanej podczas wybuchu sprawia, że na niebie pojawia się gwiazda o jasności przewyższającej jasność Słońca 10^8 razy lub nawet więcej, niekiedy zaś przewyższająca jasność galaktyki, w której się znajduje. W czasie wybuchu jasność gwiazdy wzrasta nawet 10^{10} razy, jednocześnie duża część masy gwiazdy zostaje wyrzucona w otaczającą przestrzeń, niekiedy z prędkością rzędu tysięcy kilometrów na sekundę.

Jeden z najdawniejszych zaobserwowanych wybuchów supernowej miał miejsce w 1054 roku i został zaobserwowany przez chińskiego astronoma Ma Tuan-lina (patrz notatka w n-rze 4 *Uranii*). Pozostałość po tej supernowej stanowi znana Mgławica Krab. Do najjaśniejszych supernowych należy supernowa, która pojawiła się w 1937 roku w galaktyce IC 4182. Osiągnęła ona maksymalną jasność równą $6 \cdot 10^8$ jasności Słońca.

Ostatnio dokonano zdjęcia krzywych blasku poszczególnych gwiazd supernowych, a na podstawie dawniejszych obserwacji udało się z pewnym przybliżeniem odtworzyć przebieg czasowy takich krzywych. Porównanie (patrz rys. 1) pozwoliło na stwierdzenie, że chociaż każda supernowa charakteryzuje się pewną indywidualną krzywą blasku, można podzielić krzywe te na dwie dość odrębne grupy.



Rys. 1. Krzywe blasku gwiazd supernowych, otrzymane przez Baadego na podstawie obserwacji własnych oraz adaptacji wyników Tycho de Brahe, Keplera i Ma Tuan-lina. Odcięta podaje liczbę nocy po osiągnięciu maksimum. Rzędna z lewej strony podaje wielkość pozorną (Uwaga: Odrębne skale dla każdej krzywej, punkty dla supernowej z r. 1054 podane są w skali środkowej, odnoszącej się do B Cassiopeiae). Skala po prawej stronie podaje wielkości absolutne dla supernowej z IC 4182.

Dwa typy gwiazd supernowych. Rozróżniamy supernowe typu I (które należą prawdopodobnie do populacji II) i supernowe typu II (zaliczane do populacji I). Powyższe zaliczenie poszczególnych typów gwiazd supernowych do odpowiednich populacji zdaje się wynikać stąd, że supernowe typu I występują w centralnych obszarach galaktyk spiralnych i eliptycznych, podczas gdy supernowe typu II występują w ramionach spiralnych galaktyk i stanowią prawdopodobnie gwiazdy o podwyższonej zawartości pierwiastków ciężkich, podobnie jak nasze Słońce. Podczas wybuchu jasność ich przewyższa nawet 10 milionów razy jasność Słońca. Jasność gwiazd supernowych typu I może być jeszcze o rząd wielkości potężniejsza. Staje się ona porównywalna z jasnością galaktyk.

O rozróżnieniu pomiędzy dwoma typami supernowych decyduje jednak nie tylko ich maksymalna jasność. Charakterystyczny jest przebieg czasowy krzywych blasku dla obu typów tych gwiazd. Osobliwy jest przebieg krzywych blasku dla supernowych typu I: Po upływie mniej więcej dwu tygodni od pierwszego zaobserwowanego podwyższenia jasności osiąga ona maksimum, by następnie dość szybko opadać. Już po upływie 50 do 100 dni (zależnie od indywidualnej supernowej) krzywa blasku zaczyna przebiegać bardziej płasko. Odtąd opadanie staje się równomierne — o ok. 0,0137 wielkości abs. na dobę. Tego rodzaju spadek jasności odpowiada spadkowi wykładniczemu, dla którego półokres zaniku (tj. odstęp czasu, w ciągu którego jasność spada do połowy) wynosi mniej więcej 55 dni. Na rys. 1 przedstawiony jest przebieg kilku krzywych blasku dla supernowych tego typu. Pomiar dla supernowej z IC 4182 przeprowadził sam Baade, wyniki pomiarów Tychona de Brahe i Keplera dla B Cassiopeiae (1572) i supernowej z Ophiuchi (1604) przedstawił Baade w stosowanej obecnie skali wielkości. Ponadto przedstawiono trzy punkty dla supernowej z r. 1054 na podstawie starych kronik chińskich. Z rysunku widać od razu, że w ciągu 50 dni blask dla dowolnej supernowej (po upływie 100 dni od maksimum) opada o ok. 3/4 wielkości, co odpowiada zmniejszeniu jasności do połowy.

Widma gwiazd supernowych typu I zbliżone są do widm innych ciał niebieskich. Składają się one z szerokich pasm emisyjnych (których poszerzenie wywołane jest przesunięciem dopplerowskim linii emitowanych przez wyrzucane gazy).

Początkowy przebieg krzywych blasku dla supernowych typu II zbliżony jest do opisanego już przebiegu dla typu I. Zgodność ta jednak znika, gdy bierzemy pod uwagę obszar dalszy — nie ma tu ani śladu owego zaniku wykładniczego, tak charakterystycznego dla supernowych typu I. Ponadto widma supernowych typu II są odmiennie. Przypominają one widma gwiazd nowych — dostrzegalne są wyraźne linie absorpcyjne.

Całkowita energia wydzielana podczas wybuchu gwiazd supernowych typu I wynosi około 10^{49} — 10^{50} ergów. Większość tej energii wydzielana jest w ciągu pierwszych pięciu dni. W ciągu następnych 600 dni wydziela się ok. 10^{47} ergów. Zdaniem większości badaczy energia wydzielona w wybuchach gwiazd supernowych typu II jest niższa.

Rozpad jąder promieniotwórczych źródłem energii gwiazd supernowych. Wykładniczy zanik jasności gwiazd supernowych wskazuje na to, że źródłem ich energii może być tylko rozpad jąder promieniotwórczych, który właśnie przebiega w przyrodzie zgodnie z prawem wykładniczym. Obecnie fizycy jądrowi nagromadzili już dane odnośnie półokresów zaniku różnych jąder promieniotwórczych. Dane te wskazują, że z półokresem zaniku, zbliżonym do 55 dni, rozpadają się jądra ${}^7\text{Be}$, ${}^{89}\text{Sr}$ i ${}^{254}\text{Cf}$. Czy rozpad promieniotwórczy tych jąder może dostarczyć energii ok. 10^{47} ergów, wydzielanej w trakcie 600 dni, podczas których blask spada wykładniczo? Na pytanie to próbowali odpowiedzieć astrofizycy, analizując wartości energii wydzielanej podczas pojedynczego

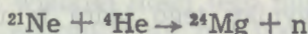
rozpadu (wartości te są znane z laboratoriów jądrowych) i szacując, ile rozpadów promieniotwórczych musiało zajść, by energia ok. 10^{47} ergów została wydzielona. Już wstępna analiza pozwoliła na odrzucenie rozpadu berylu ${}^7\text{Be}$ i strontu ${}^{88}\text{Sr}$, gdyż powstałyby wtedy tak olbrzymie ilości produktów końcowych: ${}^7\text{Li}$ i ${}^{88}\text{Y}$, że wpływ tego dałby się zauważyć w rozpowszechnieniu tych nuklidów we wszechświecie. Nawet, gdyby przyjąć, że wybuchy supernowych odbywają się średnio raz na 500 lat w naszej Galaktyce (jak to na podstawie niewielkiej statystyki obserwacji można sądzić), wytworzyłoby się tyle litu i itru, że rozpowszechnienie ich winno być mniej więcej stukrotnie większe od zaobserwowanego. Jako najbardziej prawdopodobna pozostała tylko hipoteza kalifornowa.*)

Zanim hipotezę tę szczegółowo przedstawię, spróbuję najpierw naszkicować możliwy przebieg ewolucji gwiazdy, w wyniku którego dochodzi do wybuchu supernowej typu I.

Mechanizm wybuchu. Jest to tylko jeden z proponowanych mechanizmów, objaśniających wybuchy gwiazd supernowych typu I. Jeśli w trakcie stopniowej ewolucji gwiazdy dojdzie do powstawania pierwiastków grupy żelaza, pamiętać trzeba, że reakcje prowadzące do ich wytwarzania są reakcjami endotermicznymi. Potrzebnej energii dostarcza kurczenie rdzenia gwiazdy pod wpływem sił grawitacyjnych. Jak już wskazałem w n-rze 2 *Uranii* z b. roku, być może proces e trwa zaledwie kilka sekund, po czym może nastąpić wybuch. W ciągu tych kilku sekund, podczas których rdzeń gwiazdy będzie się kurczyć, kurczeniu podlegnie również warstwa powierzchniowa gwiazdy, silnie się przy tym nagrzewając. W omówionym stadium rozwojowym gwiazdy powierzchnia jej zawierać będzie głównie pierwiastki lekkie. Przebiegające więc w tej warstwie (o objętości równej połowie objętości całej gwiazdy) reakcje termonuklearne, w których wydzielana jest energia, przebiegać będą jeszcze szybciej. Są to reakcje w rodzaju reakcji z cyklu węglowo-azotowego i neonowo-sodowego, o których pisałem szczegółowo w lutym br. (*Urania* nr 2/1965). Gwałtowne wydzielanie energii w tych reakcjach może spowodować wybuch. Produkcja energii dochodzi do 10^{17} ergów na gram materii gwiazdnej, materia ta nagrzewa się do ponad 10^9 stopni, dochodzi do gwałtownej ekspansji powłoki, złożonej z pierwiastków lekkich. Jeśli w powłoce gwiazdy zawartość wodoru nie

*) Zdaniem Andersa przebieg krzywych blasku gwiazd supernowych typu I odpowiada raczej rozpadowi żelaza ${}^{56}\text{Fe}$ (o półokresie trwania 45 dni) niż kalifornu ${}^{254}\text{Cf}$ (o półokresie trwania ok. 56,2 dni według jednych i 61 dni według innych pomiarów). Możliwość tę jednak zazwyczaj się odrzuca, gdyż dla objaśnienia zaobserwowanej krzywej blasku trzeba by przyjąć wprost nieprawdopodobnie dużą ilość wytworzonego żelaza ${}^{56}\text{Fe}$.

jest znaczna, a dużo jest helu, węgla i innych lekkich produktów spalania wodoru i helu, wtedy może wystąpić reakcja



dostarczająca dużo neutronów. Potrzebny do tej reakcji neon-21 jest nuklidem powstającym w cyklu neonowo-sodowo-magnezowym. Tworzy się on przy przemianie beta plus sodu-21 (o półokresie trwania 23 sek). Od tempa tworzenia neonu-21 zależy liczba powstałych neutronów.

W tym miejscu odwołam się do pewnego faktu z fizyki jądrowej. Przekrój czynny na wychwytywanie neutronu przez jądro żelaza jest mniej więcej o dwa rzędy wielkości większy od analogicznego przekroju dla pierwiastków lekkich (z wyjątkiem ${}^{14}\text{N}$). Wydaje się więc wielce prawdopodobne, że w głównej mierze jądra pierwiastków z grupy żelaza będą pochłaniać wytwarzane neutrony. Tak oto dochodzi do procesu r , omawianego w poprzednim numerze *Uranii*. W procesie tym powstają bogate w neutrony izotopy różnych pierwiastków, aż do nuklidów o liczbie masowej w pobliżu $A = 260$, kiedy nuklidy stają się wyraźnie nietrwałe względem samorzutnego rozszczepienia. W szczególności w procesie tym powstają wszystkie pierwiastki cięższe od bizmutu, wśród których nie ma nuklidów trwałych. Powstają naturalne pierwiastki promieniotwórcze — również i te, które ze względu na niewielkie wartości czasu połowicznego zaniku nie dotrwały do dzisiaj.

Krótko można powiedzieć, że w okresie poprzedzającym wybuch gwiazdy supernowej — być może, w ciągu 10—100 sekund, jądro jakiegoś pierwiastka z grupy żelaza przyłącza do 200 neutronów i poprzez szereg przemian β^- przechodzi w jądro trwałe. Jądra zbyt ciężkie nie są oczywiście trwałe i po przejściu pewnej liczby szybkich przemian β^- , w wyniku których ładunek ich wzrasta, tak że stają się izotopami transuranowców, podlegać będą innym przemianom. I tak zawierający nadmiar neutronów izotop sztucznie wytworzonego pierwiastka kalifornu — ${}^{254}\text{Cf}$ podlega w 100% samorzutnemu rozszczepieniu. Jądro tego izotopu ulega rozszczepieniu np. na dwa nietrwałe, β^- -promieniotwórcze fragmenty o liczbach masowych w pobliżu 110 i 142 oraz kilkanaście neutronów. Wytworzone w wyniku tego rozszczepienia fragmenty promieniotwórcze po przejściu pewnej liczby przemian beta staną się w końcu trwałymi nuklidami. Według terminologii podanej w marcowym numerze *Uranii* będą to izobary osłaniające (w procesie r).

Wspomnę jeszcze o innym, alternatywnym mechanizmie wytwarzania neutronów podczas wybuchu supernowej. Mechanizm ten zresztą nie wyklucza wcale poprzedniego, a może stanowić pewne jego uzupełnienie. Otóż w trakcie zapadania grawitacyjnego rdzenia, zawierającego spory odsetek wytworzonych w pro-

cesie e pierwiastków z grupy żelaza, jądrom tych pierwiastków dostarczona zostaje znaczna część uwalniającej się energii grawitacyjnej. W wyniku tego jądra te ulegają rozbięciu na cząstki alfa i neutrony, co można zapisać np. dla jądra ^{56}Fe :



W tym miejscu warto wreszcie wspomnieć o ważnej grupie procesów jądrowych odbywających się w gwieździe znajdującej w końcowych fazach ewolucji. Mam tu na myśli procesy neutrinowe, w wyniku których powstają neutrina i antyneutrina, cząstki o zerowym ładunku elektrycznym i zerowej masie spoczynkowej, prawie że nie oddziałujące z materią. Wytwarzanie ich w gwieździe odgrywa poważną rolę przy dużych temperaturach i gęstościach, a duża ich przenikliwość sprawia, że niemal natychmiast po wytworzeniu opuszczają one gwiazdę, unosząc dużą ilość energii. Procesy tego typu mogą w sposób dość krytyczny określać ewolucyjną skalę czasu dla gwiazd, odgrywają rolę przy rozważaniu zapadania grawitacyjnego itp., choć nie zmieniają ani rodzajów procesów syntezy pierwiastków w gwieździe, ani też ich następstwa w czasie. Ograniczam się więc do podkreślenia niezwykle doniosłej roli procesów emisji neutrin w gwiazdach, ale w tym cyklu artykułów nie będę zagadnienia tego poruszał, by nie komplikować i tak złożonego obrazu powstawania pierwiastków chemicznych w gwiazdach. Dodam tylko, że jest to drugie z kolei, po kwestii powstawania pierwiastków chemicznych, ważne zagadnienie astrofizyki jądrowej, którym warto niewątpliwie zająć się kiedyś w oddzielnym cyklu artykułów. Wiąże się ono z wybuchami gwiazd supernowych i z materią gwiazdą wysokiej gęstości (patrz *Urania*, nr 11 z 1963 r.).

Hipoteza kalifornowa. W świetle dotychczasowych wiadomości nie budzi zdziwienia sugerowana przez wielu autorów możliwość powstawania cięższych, pozauranowych pierwiastków, w tej liczbie i kalifornu, podczas wybuchów supernowych. Skądinąd wiadomo, że w procesie szybkiego przyłączania neutronów z największą wydajnością tworzą się jądra zawierające 50, 82, 126 i 152 neutrony (pierwsze trzy — liczby magiczne, 152 — liczba tzw. półmagiczna). Zgadza się to ze względnym rozpowszechnieniem tych jąder we Wszechświecie. Ze stosunkowo dużą wydajnością powstawać winny nuklidy leżące w przedziale liczb masowych A od 230 do 257. Wśród tych nuklidów znajdują się także nietrwałe izotopy kalifornu, ulegające przemianom beta, alfa i samorzutnemu rozszczepieniu. Burbidge'owie, Hoyle, Christy i Fowler stwierdzili w 1956 roku, że izotop kalifornu o liczbie masowej 254 — ^{254}Cf , odznacza się dość ciekawymi właściwościami. Znana podówczas wartość półokresu zaniku tego nuklidu — dość blisko leżąca przy półokresie spadku dla krzywej spadku blasku supernowych — nasunęła im myśl, że to właśnie rozpad promieniotwórczy kali-

fornu — ^{254}Cf stanowi źródło owej energii 10^{47} ergów, wydzielanej podczas gaśnięcia supernowej. Ponadto można było sądzić, że nie trzeba zbyt wielkiej ilości tego nuklidu, by uzyskać tak duże wydzielenie energii. Gdy np. podczas rozpadu promieniotwórczego omówionego już jądra ^7Be wydzielona zostaje energia około 57 kiloelektronowoltów na jądro, w rozpadzie jednego jądra ^{254}Cf wydzielona zostaje energia aż rzędu dwustu Megaelektronowoltów! Inne są tutaj rozpady promieniotwórcze. ^7Be podlega wychwytywi elektronu orbitalnego przez jądro, podczas gdy jądra kalifornu-254 podlegają samorzutnemu rozszczepieniu, jak wiemy zaś choćby z badań nad reakcją rozszczepienia uranu w reaktorach jądrowych, ten typ przemiany jest bardzo wydajny energetycznie. Przeciw przyjęciu wkładu od przemiany promieniotwórczej berylu-7 przemawiają dane odnoszące się do rozpowszechnienia produktu jego przemiany — ^7Li . W ciągu około 5 miliardów lat istnienia Galaktyki winna powstać ilość tego nuklidu równa ok. 70 tysiącom mas słonecznych. W tym samym czasie powstała ilość ^{254}Cf równa się zaledwie 600 masom słonecznym, co jest już liczbą bardziej prawdopodobną.

Warto zauważyć, że nawet gdyby ^{254}Cf stanowił tylko 10^0 całkowitej ilości nuklidów ciężkich wytworzonych w procesie r w supernowej, energia wydzielona podczas jego rozpadu byłaby tak duża, że produkty rozszczepienia uniosłyby ilość energii tego samego rzędu, co wartość energii wydzielonej w trakcie prostoliniowego spadku krzywej blasku. Nierozwiązanym pozostaje jedynie problem, w jaki sposób energia pochodząca z rozpadu ^{254}Cf wpływa tak wyraźnie na jasność gwiazdy, czyli jak energia kinetyczna produktów rozszczepienia ulega zamianie w energię świetlną, wypromieniowywaną przez gwiazdę. Ze względu na to, że warunki fizyczne, panujące podczas wybuchów supernowych są jeszcze zbyt mało zbadane, trudno wyjść w tej dziedzinie poza wysuwanie hipotez, niekiedy bardzo ciekawych, ale dalekich od możliwości sprawdzenia. W zestawieniu literatury, które podane będzie w następnym numerze *Uranii*, podam kilka pozycji odnoszących się do tego tematu.

Bomby wodorowe i gwiazdy supernowe. Na rzecz hipotezy kalifornowej przemawiają wyniki próbnego wybuchu bomby wodorowej, przeprowadzonego w pobliżu atolu Eniwetok w listopadzie 1952 roku. Analiza chemiczna produktów tego wybuchu dowiodła niezbicie, że powstały w nim izotopy kalifornu i dalszych pierwiastków pozauranowych. Zbadano ich własności: półokres zaniku i energię rozpadu. Pierwiastki te nie powstały oczywiście w wyniku reakcji spalania wodoru, lecz w wy-

niku tego, że jądra uranu, zawartego w bombie atomowej, odgrywającej rolę „zapalnika” dla bomby wodorowej, poddane zostały niezwykle silnemu strumieniowi neutronów. Schematycznie wyglądało to tak, że jądro ^{238}U przyłączyło początkowo do 17 neutronów w czasie rzędu mikrosekund. Przemiany beta nie zdążyły się wtedy odbyć. Powstały ciężkie izotopy uranu, o liczbach masowych od 239 do mniej więcej 255, które następnie ulegały stopniowo przemianie β^- oraz innym przemianom, jak np. samorzutnemu rozszczepieniu (izotopy kalifornu, kiuru, fermu). Efekt końcowy wybuchu bomby wodorowej — powstanie pierwiastków pozauranowych — okazał się bardzo podobny do rezultatu wybuchu gwiazdy supernowej.

Rola różnych izotopów kalifornu. W tym miejscu warto zwrócić uwagę na to, że wkład do krzywej blasku supernowej wnieść może nie tylko ^{254}Cf . Na podstawie próbnich wybuchów bomb wodorowych oraz przewidywań specjalistów można sądzić, że w procesie szybkiego wychwytu neutronów powstaną następujące nuklidy o parzystej liczbie masowej: ^{252}Cf , ^{254}Cf , ^{256}Cf , ^{258}Fm , ^{260}Fm i dalsze.*)

Jeśli chcemy rozważyć teraz samorzutne rozszczepienie różnych tych nuklidów, to w praktyce nie ma żadnego wpływu na przebieg krzywej blasku ze strony izotopów pierwiastków o $Z < 98$, gdyż ich półokresy zaniku ze względu na rozszczepienie są zbyt długie. Z drugiej znowu strony nuklidy o liczbie masowej $A > 270$ mają półokresy zaniku rzędu doby. Wydaje się, że z tymi właśnie nuklidami wiąże się początkowa, gwałtownie opadająca część krzywej blasku, wskazująca na półokres zaniku rzędu paru dni.

Na ogół przyjmuje się, że wykładniczo zanikającą część krzywej blasku przypisać można energii wydzielanej w samorzutnym rozszczepieniu izotopów kalifornu o liczbach masowych A równych 252, 254 i 256. ^{252}Cf ma półokres zaniku ok. 2 lat. Gdyby zawarty był w znaczniejszych ilościach, mógłby spowodować spłaszczenie krzywej blasku i powolniejszy zanik jasności gwiazdy supernowej. Jeśli można się czemuś dziwić, to właśnie temu, że takiego powolnego opadania nie obserwujemy. Gdyby ^{252}Cf i ^{254}Cf powstały w jednakowych ilościach w procesie r podczas wybuchu supernowej, wtedy po upływie 600 dni ilość ^{254}Cf zmniejszyłaby się mniej więcej 2000 razy, zawartość zaś ^{252}Cf — tylko 2 razy. Ze względu na to, że tylko 2% jąder ^{252}Cf podlega samorzutnemu rozszczepieniu, już po upływie 600 dni energia wydzielana przez ^{252}Cf przewyższać będzie mniej więcej dwudziestokrotnie energię pochodzącą z rozszczepienia ^{254}Cf i krzywa blasku winna przebiegać o wiele bardziej płasko, niż na to wskazują obserwacje. Tak więc można wnosić, że natychmiast po wybuchu supernowej zawartość wytworzonego ^{252}Cf musi być znacznie mniejsza niż 5% zawartości jąder ^{254}Cf .

Pozostaje jeszcze ^{258}Cf . Teoretyczne oszacowania dają półokres trwania około 40 dni dla tego nuklidu. Tymczasem ostatnie pomiary półokresu zaniku dla ^{254}Cf dały wartość 61 dni. Gdyby wynik ten był dobry, wtedy można by przypuszczać, że krzywa blasku dla supernowej o pozornym półokresie zaniku 55 dni pochodzi z nałożenia dwu składowych: jednej

* Nuklidy o nieparzystym A w znacznie wyższym stopniu, podlegają przemianie alfa niż samorzutnemu rozszczepieniu, które w praktyce odgrywa dla nich znikomą rolę. Ze względu na znacznie mniejszą energię, wydzielaną w przemianie alfa, nuklidy te nie mają znaczenia dla naszych rozważań.

dla ^{254}Cf o $T_{1/2} = 61$ dni i drugiej dla ^{256}Cf o $T_{1/2} = 40$ dni. Trzeba by przy tym przyjąć, że początkowa zawartość ^{256}Cf równa jest ok. 30%o zawartości ^{254}Cf , co wydaje się do przyjęcia.

Tak więc hipoteza kalifornowa wydaje się dość dobrze objaśniać krzywe blasku gwiazd supernowych. Istnieje rozrzut kształtów tych krzywych, wskazujący na wahania półokresu zaniku od 40 do 60 dni. Można sądzić, że krzywe o dłuższym półokresie zaniku odpowiadają zwiększonej zawartości początkowej ^{252}Cf , podczas gdy krzywymi bardziej stromym odpowiada większa zawartość względna ^{256}Cf . Dokładniejsza analiza krzywych blasku doprowadzi niewątpliwie do lepszego poznania warunków fizycznych podczas wybuchu supernowej.

Supernowe typu II i proces przyłączania protonów. Zreferowana wyżej teoria odnosi się do supernowych typu I, które powstają z gwiazd o pewnym niedoborze wodoru. Inaczej przebiegać będzie wybuch w gwiazdach normalnych, o większej zawartości wodoru. Możliwe tu będą reakcje typu (p, gamma) w rodzaju reakcji z cyklu neonowo-sodowego (numer lutowy *Uranii* z br.). W reakcjach tego typu powstawać mogą tzw. nuklidy pominięte, o których mowa była w marcowym numerze *Uranii*. Nuklidy te charakteryzują się niedoborem neutronów i nie mogą powstać w żadnym procesie wychwyty neutronów. Proces, w którym powstają, nosi nazwę procesu p (przyłączania protonów). Nuklidy te mogą także powstać w reakcjach z kwantami gamma typu (γ , n), kiedy to neutrony ulegają wybiciu z jąder. Rezultat końcowy tego tak zwanego niekiedy procesu gamma jest podobny do rezultatu procesu p i z tego względu zazwyczaj rozważa się oba te procesy łącznie. Powstające w procesie p (i gamma) izotopy są z reguły o wiele mniej (10 do 100 razy) rozpowszechnione w porównaniu z cięższymi izotopami tych samych pierwiastków. Jest to zrozumiałe, gdyż dodatkowym utrudnieniem w powstawaniu tych izotopów jest bariera kulombowska jąder atomowych, odpychająca dodatkowo naładowane protony i utrudniająca ich przyłączenie do tych jąder. Bariery takiej nie ma w przypadku, gdy jądra są poddane działaniu neutronów, nie niosących przecież ładunku elektrycznego.

W supernowych typu II reakcje powstawania neutronów są mniej prawdopodobne niż w supernowych typu I, nie ma bowiem wystarczającej ilości ^4He , ^{13}C i ^{21}Ne , a przecież w wyniku reakcji, w których te właśnie jądra biorą udział, powstają neutrony (patrz numer marcowy *Uranii* z br., str. 74). W supernowych typu II powstają przeważnie tylko bardzo krótko żyjące nuklidy promieniotwórcze i z tego powodu chyba krzywe blasku dla tych supernowych opadają dość stromo.

JERZY CWIRKO-GODYCKI — Warszawa

GEOLOGIA KSIĘŻYCA

...nazwa, jakkolwiek niezwykła, przyjęta została do czasu, kiedy człowiek osobiście zawita i rozpocznie badanie Księżyca, może wtedy — ta młoda nauka będzie się nazywała już *selenologią*? Sądząc według obecnych projektów, lot z lądowaniem ludzi na Księżycu i 24 godzinnym pobytom (projekt Apollo) ma nastąpić w najbliższej dekadzie lat. Ten niedługo trwający, wstępny przed dalszymi lotami rekonesans musi mieć niezwykle starannie opracowany program badań, program przygotowany znacznie wcześniej przed lotem.

Lot właściwy z załogą ludzką poprzedzony będzie całą serią Rangerów i Surveiorów, które umożliwią wstępną analizę powierzchni Księżyca. Przesłane przez Rangery (VII, VIII, IX) zdjęcia stanowią unikalny materiał badawczy, który może potwierdzić istniejące teorie budowy powierzchni Księżyca lub je obalić.

Nie będzie pewno dla nikogo zaskoczeniem, jeżeli powiem, że mapy geologiczne Księżyca istnieją już od wielu lat i że wnikliwa analiza zdjęć teleskopowych poparta astrofizycznymi metodami pozwoliła w znacznym stopniu rozszyfrować powierzchnię Księżyca.*)

Geologia jest na wskroś historyczną dziedziną nauki. Z badań stratygraficznych — kolejności nakładania się warstw — można odtworzyć następujące po sobie wydarzenia na powierzchni twardej skorupy Ziemi. Aby określić tę kolejność geolog stosuje zasadę superpozycji — warstwa znajdująca się wyżej jest zwykle młodsza od znajdującej się pod nią. Tę właśnie, dobrze znaną na Ziemi metodę, zastosowano do Księżyca w oparciu o analizę zdjęć teleskopowych. Dopiero niedawno, wysokiej jakości zdjęcia Rangerów stały się poparciem dotychczasowych hipotez.

Ideę badań stanowiło ustalenie geologicznej skali czasowej głównych wydarzeń na Księżycu, znalezienie korelacji między księżycowym i ziemskim czasem geologicznym, jak też interpretacja geologicznych form księżycowych. Zbadanie geologii Księżyca może być pomocne przy rozwiązaniu pewnych problemów dotyczących ewolucji Ziemi w jej wczesnym okresie.

Księżyc i Ziemia tworzą układ podwójny i wysoce prawdopodobne jest ich jednoczesne powstanie. Z tego względu Księżyc byłby szczególnie interesujący, gdyż jego powierzchnia, nie poddana nigdy działaniu erozji wodnej i wiatru, które kształtowały wygląd Ziemi, musiałaby zachować geologiczne ślady bardzo dawnych wypadków.

Spróbujmy zatem zastosować wymienione wyżej metody odnośnie fragmentu powierzchni Księżyca. Zaczniemy naszą analizę od położonego daleko na północ Księżyca, krateru Arystoteles, który da nam klucz do rozszyfrowania stratygrafii srebrnego globu, a następnie cofając się w księżycowym czasie geologicznym, zastosujemy ten klucz na wybranym wycinku Mare Imbrium i jego okolicach.

Krater Arystoteles o średnicy 88 km, leży na dalekiej północy, nad brzegiem Mare Frigoris (morze Zimna). Jest on typowym przedstawicielem form tej wielkości na Księżycu. Ściany jego pierścieniowych gór tarasami opadają do wnętrza, a dno, które jest wyraźnie bardziej gładkie od otaczającego terenu, pokrywają niskie wzgórki. Patrząc z wnętrza —

*) patrz pozycja 4 literatury

teren wyraźnie z pagórkowatego zmienia się w górzysty, a od grzbietu brzegu krateru ciągną się mniej lub bardziej odgałęzione wzgórza. Poruszając się dalej na zewnątrz — pogórki i obniżenia terenu stopniowo przybierają kształt liniowy, brzegów i dolin ułożonych prawie promieniście od krateru. Opisane wyżej ukształtowanie terenu przestaje być widoczne z odległości w przybliżeniu równej średnicy krateru. Dalej zaobserwować możemy miriady małych blisko siebie położonych kraterów.

Nazywać je będziemy odtąd wtórnymi, jako że tworzą ukształtowania wykazujące ich związek z dużym, pojedynczym kraterem, który nazywać będziemy pierwotnym. Właśnie te drobne kraterki są bardzo ważnym elementem przy ustalaniu superpozycji; mają niskie i nieregularne brzegi, niekiedy trudno w ogóle dostrzegalne, i są płytsze (w stosunku do szerokości) niż większość innych małych kraterów rozrzuconych na powierzchni Księżyca. Niekiedy kraterki wtórne połączone są razem, tworząc rodzaj rowów lub płytkich szczelin. Kraterki wtórne Arystotelesa możemy śledzić aż do płaskiej przestrzeni, Mare Frigoris. Z zasady superpozycji wynika, że formacje kraterów wtórnych są wynikiem serii wydarzeń, które miały miejsce po powstaniu morza, a zatem — Arystoteles i jego kraterki wtórne są młodsze niż morze. Śledząc kraterki wtórne od miejsca gdzie pojawiają się na wyniosłościach terenu do miejsca, gdzie są przykryte lub zanikają pod innymi wyniosłościami terenu — można zastosować zasadę superpozycji w celu ustalenia wieku krateru pierwotnego w odniesieniu do innych szczegółów powierzchni Księżyca.

Wybermy się zatem na Mare Imbrium (Morze Deszczów). W południowej jego części znajdują się dwa kraterki pierwotne — Kopernik i Eratostenes. Kopernik, który ma mniej więcej te same rozmiary co Arystoteles (90 km i 88 km) znany jest ze swoich promieni ciągnących się w różnych kierunkach setki kilometrów. Są to jasne smugi, silnie odbijające światło, wyglądające jak olbrzymie bryzgi ciągnące się od brzegów krateru. Kopernik zbudowany jest podobnie jak Arystoteles: tarasowate zbocza wewnętrzne, prawie okrągłe dno o niskiej rzeźbie terenu i paru rozrzuconych szczytach. Poza kraterem rzeźba krateru układa się początkowo chaotycznie ale im dalej tym wyraźniej występuje promienisty charakter wzgórz i dolin.

I znowu (podobnie jak u Arystotelesa) w odległości równej średnicy krateru — miriady kraterów wtórnych. Ciągłe, jasne halo otacza krater w pobliżu jego brzegów.

System promieni, który rozciąga się na około 500 km od krateru Kopernika składa się z form łukowatych utworzonych z materiału silnie odbijającego światło, na ogólnie biorąc, ciemnej powierzchni. Cecha odbijania światła łączy promienie z jasnymi krawędziami krateru. Wewnątrz promieni, a głównie na ich końcach w pobliżu Kopernika, znajdują się wydłużone kraterki wtórne. Zdjęcia przesłane z Rangera (dla promieni krateru Tycho) pokazują, że wiele kraterów wtórnych, zbyt małych do zaobserwowania z Ziemi przez teleskopy występuje łącznie z każdym promienistym elementem. Promienie te przykrywają wszystkie szczegóły na swojej drodze. W czasie pełni (gdym promienie widzimy najlepiej) okazuje się, że Eratostenes pokryty jest promieniami Kopernika, które biegają od brzegu przez dno, na drugi brzeg i dalej.

Z tej superpozycji wynika, że Eratostenes jest starszy od Kopernika.

Pierwotne kraterki promieniste różnią się pomiędzy sobą co do wieku, ale są młodsze od innych form na Księżycu. Okres formowania się tego typu kraterów — nazwano kopernikańskim.

Sąsiedni krater Kopernika — Eratostenes (60 km) podobny jest pod względem ukształtowania do omówionych wyżej kraterów; jednakże nie posiada widocznych promieni. Jego kraterzy wtórne położone są na północy, na gładkiej powierzchni Mare Imbrium, a od południa na Sinus Aestum.

Eratostenes jest wyraźnie młodszy niż morze, które nosi ślady materiałów pochodzących z krateru. Jest to cecha ogólna: morza przykryte są materiałem z ciemnych bezpromienistych kraterów.

Z kolei, jak już mówiliśmy, przez dno krateru Eratostenesa ciągną się promieniste smugi Kopernika. Nie ulega więc wątpliwości, że Eratostenes jest starszy od Kopernika, ale młodszy od morza. Okres, w którym formowały się obiekty typu Eratostenesa, nazwano — eratosteniańskim.

Cofając się w geologicznym czasie — wybierzmy się nad Mare Imbrium do krateru Archimedesesa (68 km). Gładka powierzchnia morza podchodzi tu pod same wały krateru od wschodu, zachodu i północy, zajmując również większą część wnętrza krateru. Kraterzy wtórne Archimedesesa możemy śledzić na południowej, „górzystej” części „łądu” i w Apeninach. Jednak żaden z kraterów wtórnych nie występuje na morzu. Rzeźba terenu urywa się nagle na brzegu Mare Imbrium.

Z podanego opisu wynika niezbicie, że krater uformował się po ukształtowaniu się płaskowyżu ale zanim pojawiło się morze. Zupełnie podobnie formowały się dwa sąsiednie kraterzy: Aristillus i Autolycus.

Zachowując w pamięci to, co zostało powiedziane o formowaniu się dużych kraterów, zajmiemy się teraz regionem Mare Imbrium, jako całości. Jest ono otoczone pierścieniem górskim, włączając w to od północnego wschodu Apeniny, dalej na południe Kaukaz i Alpy. To obrzeżenie nie łańcuchami górskimi daje duże podobieństwo całego morza do przegromnego krateru. Jego część centralna o średnicy około 800 km nazwana wewnętrznym Basenem Imbryjskim — wypełniona jest tym samym materiałem co morze. Górzysty teren ciągnie się od brzegów basenu na odległość równą w przybliżeniu średnicy morza i pokryty jest wyraźnie wieloma dużymi, gorzej zarysowanymi kraterami. Na większych odległościach, teren zaczyna falować i wygładzać się, niemniej pokryty jest coraz to mniejszymi, w miarę odległości, kraterami. Obraz ten ciągnie się aż do krateru Ptolemeusza, którego dno pokryte jest łagodnie wgłębionymi kraterkami. Basen Imbrium otoczony jest regionalnym osadem, który jest pagórkowaty na grzbiecie górskim i gładki — dalej od brzegów basenu. R. E. Eggleton ocenił wahanie grubości tego osadu na południe od Basenu Imbrium, przez ustalenie średnic najmniejszych „pogrzebanych” kraterów z wyraźnym zarysem na powierzchni osadowej warstwy. Metoda ta daje pewne pojęcie o grubości osadu, ponieważ istnieje zależność pomiędzy średnicą i głębokością dla małych kraterów pierwotnych, które nie zostały „zagrzebane”. Stąd im mniejszy krater widoczny jest pod warstwą, tym warstwa ta musi być cieńsza. Eggleton odkrył, że grubość tej warstwy maleje wraz z odległością od Mare Imbrium.

Apeniny przykryte są tym materiałem, a górna część tej warstwy stanowi podłoże, na którym nieopodal uformowały się kraterzy wtórne Archimedesesa. Osad brzegowy wszystkich kraterów młodszych niż apenińskie, ale częściowo lub całkowicie pokrytych materiałem morskim — tworzy wraz z tym materiałem serię archimedejską. Seria apenińska i archimedejska tworzą razem system Imbrium — a okres czasu, w któ-

rym powstawały nazywamy — imbryjskim. Okres imbryjski dzieli się na dwie epoki, odpowiadające dwóm seriom wypadków, które utworzyły ten okres.

Skąły i ukształtowanie księżycowej powierzchni, na których osadziła się warstwa imbryjska, nazywane są formacjami preimbryjskimi.

Spróbujmy teraz zrekapitulować nasze odkrycia i pokusić się o rozszyfrowanie tego, co spowodowało taki bieg wypadków na księżycowej powierzchni. Warto tu wyraźnie oddzielić wyniki badań stratygraficznych od hipotez, o których teraz opowiemy.

W pewnej odległości od Basenu Imbrium można dostrzec tereny preimbryjskie, mające prawdopodobnie inne pochodzenie i złożoną historię. Z ostatnich badań wynika, że formy te mogą być również podzielone na szereg jednostek stratygraficznych (osady regionalne — apenińskie), starszych od okresu imbryjskiego.

Formacja Basenu Imbryjskiego i osadzanie się warstwy apenińskiej są pierwszymi wydarzeniami, które mogą być w szczególności udokumentowane w otaczających regionach. Ponieważ basen, ze swoimi rozległymi krawędziami brzegowymi i otaczającym osadem, okazuje się być powiększoną wersją takich kraterów jak Arystoteles i Kopernik, możemy rozważać zagadnienie jego powstania poprzez analogię do mniejszych i młodszych kraterów.

Charakterystyczny, górzysty brzeg kraterów pierwotnych, daje się wytłumaczyć jako materiał wyrzucony z krateru przez siły wynikłe w czasie uderzenia. Wyrazisty wzór promieni i wtórnych kraterów dookoła kraterów pierwotnych sugeruje, że powstały one przez uderzenie materii wyrzuconej z kraterów pierwotnych.

Promienie byłyby więc utworzone z materii rozlanej z kraterów wtórnych.

Basen Imbrium — również musiał powstać przez uderzenie, jednak ciało, które go uformowało musiało być większe niż te, które dały Arystotelesa i Kopernika. Później, w epoce archimedejskiej powstało wiele małych kraterów na terenie Basenu Imbryjskiego i otaczającego go pasma Apenin.

Pomiędzy największymi kraterami archimedejskimi znajduje się zatoka Iridum, z brzegiem — gór Jura i kraterami wtórnymi rozrzuconymi daleko na północ, po obu stronach Mare Frigoris. Zatoka Iridum (Zatoka Tęczy) powstała we wczesnej epoce archimedejskiej; możemy znaleźć co najmniej jeden krater „pogrzebany” pod warstwą gór Jura. Kilka młodszych kraterów archimedejskich jest za to położonych na górach Jura. Należałoby sądzić (E. M. Shoemaker), że brzeg wewnętrzny Basenu Imbrium przedstawia sobą brzeg właściwej krawędzi krateru Imbrium i że półkolisty fragment dawnej krawędzi opadł, tworząc obecny wygląd Basenu Imbrium. To obniżenie fragmentu brzegu Imbrium mogło być spowodowane upadkiem ciała, które uformowało Zatokę Iridum. W późnoarchimedejskiej epoce, niżej położone obszary wypełnione zostały materią morską. Materię morską nazwano grupą procellarną, ponieważ w największej ilości występuje ona w oceanie Procellarum (ocean Burz).

Aby wytłumaczyć zjawisko „zalania” wnętrza krateru Archimedelesa i jemu podobnych — należy przyjąć, że materia morską znajdowała się kiedyś w stanie płynnym i że wzięła się z wnętrza Księżyca. Przypuszczalnie była to materia typu wulkanicznego, która wydostała się przez ogromne otwory kraterów pierwotnych. Powszechność występowania tej

formy, zalanie wszystkich zagłębień powierzchni wskazuje, że istniał w historii Księżyca okres ogólnego topienia się skał, występujący na długo przed uformowaniem się obniżen terenu. Przemawiać za tym może fakt równomiernego rozmieszczenia kraterów pierwotnych typu kopernikańskiego i erastosteniańskiego, na materiale morskim.

Znamiennym wydaje się także i to, że góry księżycowe (np. formacji apenińskiej), liczące 6 km wysokości, nie zapadły się w czasie wewnętrznego topienia. Ta odporność sugeruje, że Księżyc, podobnie do Ziemi jest ciałem zróżnicowanym, mającym lekką skorupę nad gęstym jądrem. Księżycowe góry pływały zatem jako lżejsze nad gęstszym materiałem wewnętrznym.

Obserwacje form promienistych, które odsłania nam ich wysoka zdolność odbijania światła, dają wyraźną superpozycję utworów młodszych nad starszymi i sugerują, że promienie te „przygasają” z wiekiem. Można sądzić, że promienie Eratostenesa „wygasły” zupełnie, mimo że kraterы wtórne są nadal dobrze widoczne.

Przyczyna przygasania promieni kraterowych może tkwić w długotrwałej i silnej radiacji promieniowania kosmicznego na pozbawionym atmosfery Księżycu, lub co wydaje się najbardziej prawdopodobne — mechanizm ich zaniku spowodowany był bombardowaniem meteorytowym i mieszaniami się materii promieni z materią wyrzuconą z innych kraterów późniejszych.

Fotografie wykonane przez Rangery dostarczają dowodów na to przypuszczenie, pokazując, że większość kraterków ma zaokrąglone brzegi (jest przysypana) i że powierzchnią Księżyca usiana jest małymi kraterkami o średnicach rzędu 40 cm, pochodzącymi od materii wtórnej, wyrzuconej przez kraterы pierwotne. Zdjęcia Rangerów pokazują wyraźnie, że małe kraterki wtórne mają na brzegach jeszcze mniejsze, które utworzone zostały przez bryłki upadające pod niewielkimi kątami, dając w efekcie łagodne, zaokrąglone zbocza.

Fotografie Rangerów potwierdzają balistyczny charakter opisanego powyżej modelu. Według teorii E. M. Shoemaker różnice prędkości lotu tłumaczą różnicę typów kraterów. Pierwotne spowodowane są zderzeniami z szybkością około 25 km/sek, a wtórne powstały przy szybkości około 1 km/sek. Największe kraterы wtórne leżą w pobliżu końców promieni, przy kraterach pierwotnych. Zupełnie ten sam obraz otrzymuje się na Ziemi dookoła sztucznie ukształtowanych przez człowieka kraterów nuklearnych.

Istnieją również formy zupełnie odmienne od omówionych powyżej a mianowicie kraterы o ostrych, wyraźnych brzegach, które są znacznie młodsze od form kopernikańskich. Przyczynę ich powstania przypisać można działalności wulkanicznej, zwłaszcza, że występują one nie wszędzie, a jedynie w określonych rejonach i niezależnie od formacji geologicznej.

Interesujące wydaje się również powiązanie czasu geologicznego Księżyca i Ziemi. Oba te ciała poddane były w początkowym okresie swego powstawania temu samemu działaniu potoku obiektów bombardujących ich powierzchnie. A zatem interpretacja starych ziemskich kraterów powinna dać nam klucz do chronologii wydarzeń księżycowych. Należy oczywiście uwzględnić w tej ekstrapolacji różnice między Ziemią i Księżycem odnośnie ich potencjału grawitacyjnego i atmosfery. Różnymi sposobami próbowano oszacować zasięg „kraterowania” Ziemi od uderzeń obiektów międzyplanetarnych. Badano np. formacje „uderzeniowe” w re-

jonie Missisipi, który to obszar nie zmienił się zbyt od okresu kambryjskiego (500 milionów lat temu); jak też badano rozkład upadku meteoroidów w ciągu ostatnich 50 lat itp.

Oszacowano, że obiekt typu meteoru tunguskiego (500 ton) upada na lądzie ziemskie co 20 lat, że obiekty wybijające krater tak jak w Arizonie (1300 m średnicy) trafiają się co 10 000 lat i wreszcie, że takie, które wybiły gigantyczny Basen Ries w Niemczech (80 km średnicy) zdarzają się raz na 6 mln lat.

Ekstrapolując wstecz do czasu 4,5 mln lat, które liczy sobie Ziemia, można ustalić, czy wyliczone wartości odpowiadają kraterom obserwowanym na Księżycu. Wynik takich ekstrapolacji wskazuje na bardzo odległy okres czasu, w którym formowały się krater księżycowe. Powstanie kraterów kopernikańskich szacuje się na około 2 mld lat wstecz a eratosteniańskie na parę mld lat.

Na tej podstawie, o ile założymy, że Księżyc i Ziemia są w tym samym wieku, dwa ostatnie okresy jego geologii zajmują większą część historii Księżycza. Jeżeli datowanie to jest prawidłowe, nie pozostawia ono zbyt wiele czasu na powstanie form poprzedzających wymienione okresy.

Badania statystyczne wykazują, że istnieje 10 razy więcej dużych kraterów na jednostkę powierzchni otwartej przestrzeni preimbryjskiej, niż kraterów kopernikańskich i eratosteniańskich. Rozbieżność ta sugeruje, że tempo powstawania kraterów było początkowo znacznie większe niż obecnie.

Interesująca wydaje się hipoteza E. M. Shoemaker, interpretująca obserwowaną anomalie: we wczesnych okresach Księżyc i Ziemia napotykały w przestrzeni na resztki pozostałe po uformowaniu się układu planetarnego zwane „planetizmalami”. „Uprzątnięcie” planetizmal z ich orbit, zajęłoby układowi Ziemia—Księżyc około 100 mln lat. Imbryjskie i preimbryjskie obszary mogą nosić na sobie ślady tego okresu, które na Ziemi zatarły: erozja, sedymentacja i ruchy górotwórcze. Obiekty, które formowały na Księżycu krater typu Mare Imbrium mogły być właśnie planetizmalami. W okresach późniejszych obiekty formujące większe krater mogły być asteroidami lub jądrami komet.

Zaobserwowane w ciągu ostatnich 35 lat zblżenia asteroid do układu Ziemia—Księżyc zdają się świadczyć o słuszności hipotezy powstania kraterów kopernikańskich i eratosteniańskich.

Ten szkicowy zarys geologii Księżycza jest oczywiście tylko początkiem fascynującej historii, która rozwinię się przed nami w miarę postępu radzieckich i amerykańskich programów badań kosmicznych. Program amerykański przewiduje poza serią Ranger loty pojazdów bezzałogowych typu Surveyorów (z miękkim lądowaniem na Księżycu), sztuczne satelity Księżycza (Lunar Observer) i wreszcie realizację projektu Apollo z lądowaniem ludzi na powierzchni Księżycza. Ci ostatni, wśród których nie zabraknie pewnie geologa, będą mogli sprawdzić niektóre z podanych tu hipotez.

Literatura

1. Scientific American, december 1964, E. M. Shoemaker: „The geology of the moon”.
2. Luna, Moskwa 1960, zespół autorów pod redakcją A. W. Markowa.
3. Moon shot, U. S. Information servis, 1964, W. Mines.
4. *Urania*, nr IV 1964, J. Cwirko-Godycki: „Radioastronomia III”.

KRONIKA

Konferencja międzynarodowa na temat wykorzystania optycznych obserwacji sztucznych satelitów Ziemi

Dorocznym zwyczajem odbyła się w pierwszej dekadzie lutego 1965 r., tym razem w Rydze, konferencja naukowa poświęcona problemom naukowym związanym z wykorzystaniem obserwacji optycznych sztucznych satelitów Ziemi. W konferencji tej uczestniczyły delegacje Bułgarii, Czechosłowacji, NRD, Polski, Rumunii, Węgier i Związku Radzieckiego, a także przedstawiciele (po jednym) z Finlandii, Szwecji i Włoch.

Zadaniem konferencji był przegląd i podsumowanie dorobku poszczególnych państw w zakresie badań naukowych wykorzystujących obserwacje optyczne (pozycyjne) sztucznych satelitów, oraz sprecyzowanie i koordynacja zadań na najbliższy okres czasu, tj. do następnej konferencji. Problemy badawcze wykorzystujące obserwacje optyczne SSZ wymagają bowiem aby obserwacje takie wykonywane były na jak największym obszarze, przy wykorzystaniu określonych, jednolitych metod i programów obserwacyjnych.

Wśród problemów poruszonych na konferencji ryskiej na czoło wysuwa się tzw. triangulacja satelitarna (lub inaczej kosmiczna). Zagadnienie triangulacji satelitarnej polega na wyznaczaniu współrzędnych (prostokątnych — przestrzennych lub geograficznych) punktów oddalonych od siebie o setki, a nawet tysiące kilometrów i często rozdzielonych morzami i oceanami. Punkty te są oczywiście wzajemnie niewidoczne i zastosowanie klasycznej triangulacji polegającej na pomiarze kątów w trójkątach, których wierzchołkami są poszczególne punkty, jest niemożliwe. Sztuczne satelity pozwalają więc łączyć sieciami geodezyjnymi odległe kontynenty, a tym samym coraz to dokładniej wyznaczać kształt Ziemi. Triangulacja satelitarna wymaga, aby obserwacje optyczne na poszczególnych stacjach wykonywane były w tych samych momentach czasu (synchronicznie). Dotychczas przeprowadzone zostały dwa seanse takich obserwacji: w 1963 r. (satelita Echo-1) i w 1964 r. (Echo-1 i Echo-2) na stacjach obserwacyjnych w Rydze, Nikołajewie, Użgorodzie, Poznaniu i Zwenigorodzie. Referaty przedstawione na konferencji omawiały rozmaite metody opracowywania i obliczania sieci triangulacji satelitarnej. Przytoczone wyniki obliczeń wykonanych w oparciu o obserwacje z seansu 1963 r. wykazały, że współrzędne punktów sieci triangulacji satelitarnej mogą być obecnie wyznaczone z dokładnością ok. 50 m. Z uwagi na duże odległości między punktami sieci jest to błąd bardzo mały, zaś stały rozwój metod i instrumentów obserwacyjnych pozwala stwierdzić, że w najbliższej przyszłości wyniki będą jeszcze lepsze pod względem dokładnościowym. Warto zauważyć, że polskie ośrodki astro-nomiczno-geodezyjne mają poważny dorobek w dziedzinie triangulacji satelitarnej — na konferencji ryskiej przedstawiono trzy polskie referaty „triangulacyjne”.

Innym ważnym problemem, będącym w centrum uwagi uczestników konferencji, było badanie atmosfery na podstawie ruchu sztucznych satelitów. Wiadomo, że satelita latający na wysokości do 600 km podlega istotnemu hamującemu działaniu atmosfery, jakkolwiek bardzo rozrzedzonej. Opór atmosfery powoduje skracanie się okresu obiegu satelity.

Na podstawie wyznaczonych za pomocą obserwacji optycznych zmian okresu można wnioskować o siłach powodujących te zmiany, a więc o gęstości górnych warstw atmosfery. Temu celowi służą obserwacje wykonywane w ramach specjalnego programu obserwacyjnego nazwanego INTEROBS. Niestety, program ten nie może poszczycić się tak optymistycznymi wynikami, jak triangulacja satelitarna. Przypuszczalnie wynika to ze złożoności zagadnienia — siła oporu atmosferycznego zależy nie tylko od gęstości atmosfery, lecz także od powierzchni przekroju efektywnego i masy satelity; jako efektywny rozumie się przekrój poprzeczny do ruchu orbitalnego. Satelita oprócz ruchu obrotowego wokół Ziemi obraca się wokół własnej osi — orientacja tej osi w przestrzeni oraz okres obrotu wokół własnej osi nie są znane. O ile więc satelita nie jest kulą, to powierzchnia przekroju efektywnego jest w każdym momencie inna. Ponadto gęstość atmosfery ulega ciągłym zmianom i zależy od pory dnia i roku, aktywności Słońca, ruchu własnego atmosfery i in.

Problemem raczej „usługowym” w stosunku do poprzednich jest służba efemerydalna. Zaobserwowanie satelity, z uwagi na jego małą jasność i dużą szybkość, wymaga znajomości przybliżonych pozycji w kilku punktach trasy przelotu nad stacją obserwacyjną. Zestaw trzech wielkości: moment czasu i dwie współrzędne katowe (azymut i wysokość horyzontalna lub rektascensja i deklinacja) wyznaczające przybliżoną pozycję SSZ na niebie nazywa się efemerydą i uzyskuje się w oparciu o elementy orbity i współrzędne stacji. Orbita SSZ ulega ciągłym zmianom, głównie w wyniku działania wspomnianego już oporu atmosfery oraz spłaszczenia (elipsoidalności) Ziemi. Dlatego też musi być w sposób ciągły poprawiana w oparciu o wykonane obserwacje. Obliczanie efemeryd jest więc w pewnym sensie „prognozą” zmian orbity i dlatego daje tylko przybliżone pozycje satelity. Wyznaczone drogą obserwacyjną zmiany elementów orbity satelity pozwalają wnioskować o przyczynach powodujących te zmiany, tj. o kształcie Ziemi i oporze atmosfery. Jest to więc badawczy aspekt służby efemerydalnej.

Współpraca międzynarodowa w zakresie problemów badawczych wykorzystujących optyczne obserwacje SSZ jest bardzo aktywna. Przejawia się to nie tylko w nowych, coraz to lepszych rozwiązaniach już istniejących problemów, lecz także w powstawaniu coraz to nowych tematów badań. Do takich nowych zagadnień należy m. in. wykorzystanie fotometrycznych obserwacji SSZ. Obserwacje fotometryczne polegają na pomiarach zmian jasności satelitów w momentach wchodzenia w cień Ziemi. Opracowanie i analizy takich obserwacji pozwalają wyznaczyć zawartość ozonu w górnych warstwach atmosfery.

Drugim nowym zagadnieniem są obserwacje radiowe SSZ. Wykorzystuje się tu efekt Dopplera do pomiaru odległości topocentrycznej i prędkości SSZ w momencie jego największego zbliżenia do stacji obserwacyjnej. Efekt Dopplera polega na zmianie częstotliwości emitowanego sygnału w zależności od odległości nadajnika (satelita) od odbiornika (stacja) i ich względnej prędkości. Tego typu pomiary mogą być wykorzystane dla wyznaczania orbit, dla celów triangulacji satelitarnej i in. Warto zauważyć, że koordynację tego tematu powierzono w Rydze stronie polskiej.

W zakończeniu pragnę podkreślić gościnność i sympatię gospodarzy, z czego dowodami spotkała się delegacja polska.

Kartograficzne opracowanie zdjęć Rangera-7

Zdjęcia z Rangera-7 posłużyły do opracowania bardzo szczegółowych map powierzchni Księżyca, które obejmują okolice Mare Cognitum (Morze Poznania). Taką bowiem nazwę od 1964 r. nosi kraina położona między Mare Nubium a Oceanus Procellarum, gdzie 31 sierpnia 1964 r. spadł amerykański pojazd kosmiczny Ranger-7. W ten sposób na ostatnim Kongresie Międzynarodowej Unii Astronomicznej uczczono to doniesie dla selenografii wydarzenie.

Mapy te wydane są pod nazwą *Ranger Lunar Chart* (skrót RLC), a opracowane zostały przez dra G. P. Kuipera i jego współpracowników z Uniwersytetu Arizońskiego (rys. 1). Podkładem do ich wykonania była mapa powierzchni Księżyca pod nazwą *Lunar Aeronautic Chart* (skrót LAC), którą wydaje instytut *Aeronautical Chart and Information Center* w podziale 1 : 1 000 000 (jest ona opracowywana na podstawie najlepszych zdjęć Księżyca uzyskanych z powierzchni Ziemi). Równikowe partie powierzchni Księżyca na mapie *Lunar Aeronautic Chart* przedstawione są w rzucie Mercatora i ten sam sposób odwzorowania zastosowano na mapach *Ranger Lunar Chart*.

Mapy *Ranger Lunar Chart* wydane zostały w sześciu podziałkach, a bliższe dane o nich podaje załączona poniżej tabela.

Mapa	Podziałka 1 :	1 cm na mapie odpowiada	Mapa obejmuje obszar o rozmiarach	Procent całkowitej powierzchni Księżyca	Średnica najmniejszego krateru	Rozmiary obszaru w selenograficznej:	
						długości	szerokości
RLC 1	1 000 000	10 km	600×482 km	0,76%	1 km	16°	20°
RLC 2	500 000	5 km	325×241 km	0,21%	500 m	8°	11°
RLC 3	100 000	1 km	59,5×48 km	0,008%	100 m	1°35'	2°
RLC 4	10 000	100 m	4,4×3 km	0,00004%	10 m	6'	9'
RLC 5	1 000	10 m	414×336 m		2 m	40"	50"
P1 (979)	350	3,5 m	48×33 m		40 cm	3,5"	5"
P3 (979)	350	3,5 m	39,5×51 m		40 cm	6"	4,5"

Widzimy, że najdrobniejsze szczegóły widoczne są na ostatnich zdjęciach przekazanych na Ziemię przez kamery P1 i P3, dla których opracowano specjalne mapy w podziałce 1 : 350. Mapy te obejmują niewielki obszar powierzchni Księżyca, ale zaznaczone są na nich utwory nawet o średnicy 40 cm.

Mapy *Ranger Lunar Chart* odbite zostały na obu stronach papieru; na jednej jest czterobarwna mapa z siatką współrzędnych, nazwami kraterów i innymi danymi, a na drugiej zaś plastyczny rysunek powierzchni Księżyca w siniozielonej barwie. Wszystkie mapy *Ranger Lunar Chart* mają orientację „astronautyczną”, tzn. północ na górze, a zachód na lewo. Wiadomo bowiem, że „astronomiczne” mapy Księżyca posiadają północ na dole, a zachód na lewo (tak Księżyc widoczny jest w lunecie odwró-

cającej). Małe kratery zgodnie z przyjętym zwyczajem otrzymały nazwę głównego krateru, do której dodano dużą literę alfabetu łacińskiego (np. Bonpland A, Bonpland B itd.). Jednak małych kraterów jest na mapach tak dużo, że prosto zabrakło liter alfabetu i dlatego mniejsze



Okolice krateru Guericke według mapy RLC. W oryginale skala 1 : 500 000 (1 cm odpowiada 5 km). Liczby w nawiasach oznaczają głębokość kraterów w metrach, a liczby z literą R — względne wysokości gór.

kratery oznaczone są dwoma a nawet trzema literami. Na przykład małe kratery w okolicy krateru Bonpland P posiadają następujące oznaczenia: Bonpland PA, Bonpland PB itd., a jeszcze mniejsze: Bonpland PQC, Bonpland PQF itd. Obok nazw zamieszczone są również względne głębokości niektórych kraterów oraz względne wysokości gór, które podano w metrach.

Należy przypuszczać, że podobnie opracowane będą zdjęcia z Rangera-8 i Rangera-9. Na tej bowiem podstawie będzie można wybrać odpowiednie miejsce do lądowania pojazdów programu Apollo, który Amerykanie zamierzają realizować w najbliższej przyszłości.

(Według *Ríše hvězd*, 1965, nr 4)

St. R. Brzostkiewicz

Asymetria północ-południe w 19 cyklu aktywności Słońca

Na podstawie 1600 obserwacji Słońca wykonanych w latach 1951—1961 astronom czechosłowacki L. Schmied stwierdził, że w 19 cyklu aktywności północnej półkuli Słońca była wyższa niż aktywność półkuli południowej. Ta przewaga aktywności na północnej półkuli najwyraźniej zaznaczyła się po maksimum 19 cyklu, które nastąpiło w 1957 r. Maksimum na północnej półkuli było wyższe i spadek względnych liczb plam odbywał się tam powoli. Natomiast na południowej półkuli maksimum było niższe, a spadek względnych liczb plam nastąpił nagle. Należy jednak zaznaczyć, że tak maksimum jak i minimum wystąpiło jednocześnie na obu półkulach.

Przewagę aktywności na północnej półkuli Słońca nad aktywnością na południowej półkuli obliczono według wzoru:

$$A = \frac{N}{S}$$

gdzie N wyraża średnie dane dla półkuli północnej, a S — dla południowej. Poniższa tabela zawiera wyniki rozważań Schmiedena, które są bardzo ciekawe i zapewne zainteresują naszych „słoneczników”.

Asymetria względnych liczb plam	1,35
Asymetria szerokości pasa występowania plam	1,35
Asymetria ilości grup typu F, G i E	2,00
Średnie szerokości heliograficzne występowania plam	1,00

Widzimy, że o wyższej aktywności na północnej półkuli Słońca świadczą nie tylko względne liczby plam, ale także szerokość pasa występowania plam oraz ilość dużych grup (typu F, G i E). Na północnej półkuli szerokość tego pasa była większa niż na południowej i obserwowano tam również więcej dużych grup. Jeżeli jednak chodzi o średnią szerokość heliograficzną wszystkich obserwowanych grup, to na obu półkulach przebiegała ona jednakowo i wraz z fazą cyklu plamy pojawiały się coraz to bliżej równika słonecznego (zgodnie z prawem Spörrera).

(Według *Ríše hvězd*, 1965, nr 3)

St. R. Brzostkiewicz

Czy można zbudować teleskop neutrinowy?

Neutrino są to dość zagadkowe cząstki elementarne, nie mające ani masy spoczynkowej ani ładunku elektrycznego. Teoretycznie mogą one przebiegać przez wszechświat, nie zderzając się przy tym z żadną inną cząstką.

Ziemia stanowi obiekt bombardowany stale neutronami, wysyłanymi przez gwiazdy. Przez organizm człowieka w ciągu życia przechodzi około 10^{23} neutron, przy czym prawdopodobnie ani jedno z nich nie zostaje zatrzymane. Z uwagi na swą nadzwyczajną przenikliwość neutrona stają się nader cennymi źródłami informacji o procesach, zachodzących we wnętrzach gwiazd. Dotychczas znaleźliśmy jedynie wysyłane przez gwiazdy światło i fale radiowe. Promieniowanie elektromagnetyczne wysyłane jest jednakże przez powierzchnię gwiazd, tymczasem o przebiegających w ich wnętrzach zjawiskach brak było wiadomości, gdyż wysoka gęstość materii (rzędu 1000 kg/cm^3) uniemożliwia większości cząstek wydostanie się. Sądzenie zaś o reakcjach jądrowych we wnętrzu gwiazd na podstawie promieniowania wysyłanego przez ich powierzchnię — może stać się źródłem poważnych błędów.

Do uniknięcia tych błędów może przyczynić się neutrino. Neutrino są wytwarzane we wnętrzach gwiazd, w obszarach o jak najwyższej temperaturze. Mogą praktycznie bez jakichkolwiek zmian przechodzić przez ciała niebieskie. Gdyby udało się je rejestrować, dostarczyłyby one nam cennych informacji. Sęk tylko w tym, by je zarejestrować. Wiadomo, jak słabo oddziałują one na wszelką materię. Jeśli mamy je wykryć, musimy spowodować ich oddziaływanie z materią teleskopu.

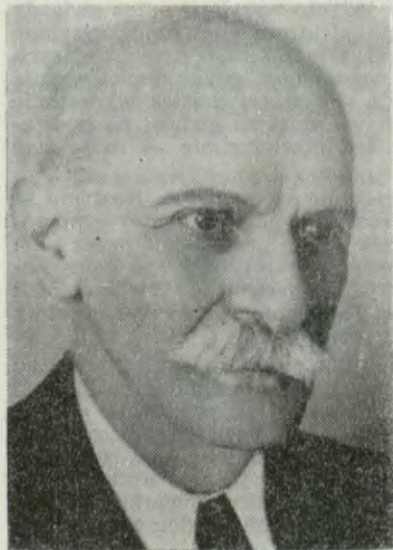
Jest jeden aspekt, który nie występuje w astronomii zwykłej: neutrino zarejestrowane mogą pochodzić nie tylko z gwiazd znajdujących się nad głową obserwatora, lecz także z gwiazd położonych po przeciwnej stronie Ziemi, która nie stanowi przeszkody dla neutrino. Jeśli otrzymamy więc obraz, nie będzie to obraz prosty, a jak gdyby nałożenie dwu typów obrazów: z „tej” i „tamtej” strony Ziemi. Są to jednak trudności do pokonania. Dr Cowan wygłosił w Amerykańskim Towarzystwie Fizycznym referat o wynikach wstępnych obserwacji źródeł neutron kosmicznych.

Jakie będzie niebo w teleskopie rejestrującym neutrino? Będzie ono różnić się od tego, do którego przywykliśmy. W miarę zużycia paliwa jądrowego w gwieździe trwa jej kurczenie się pod wpływem siły ciśnienia, przy czym rośnie ciśnienie i temperatura zawartego w niej gazu. Wysyłane są przy tym neutrino i fotony. Im wyższa temperatura, tym większy ułamek energii unoszą neutrino w porównaniu z fotonami. W gwiazdach o temperaturach najwyższych neutrino mogą unosić miliony razy więcej energii niż fotony. Wtedy Słońce okaże się 100 razy mniejsze, ale za to 14 razy jaśniejsze. Gwiazdy małe i oddalone okażą się jaśniejsze, inne zaś — bardzo jasne w zakresie optycznym — mogą w ogóle nie dać obrazu w teleskopie neutronowym.

Wydaje się, jak gdyby astronomia dostała w postaci neutron klucza do rozwiązywania zagadki ewolucji gwiazd. Otóż, jeśli wzmiankowany przed chwilą proces kurczenia się trwać będzie dłużej, temperatura gwiazd tak mocno się zwiększy, neutrino będą zaś unosić wciąż więcej energii, że gwiazda na koniec rozleci się. Obserwacje neutronowe pozwolą nam sprawdzić tę hipotezę, odpowiedzieć na takie pytania, jak: skąd biorą neutrino swą olbrzymią energię, czy z późnych wybuchów, jeśli zaś ulegają bardzo słabemu pochłanianiu, to jak ją tracą? Czy nie zachodzi tu powiązanie z teoriami kosmologicznymi, czy nie ma oddziaływania grawitacyjnego gromadzących się neutron? Jedno jest pewne: Przed uczonymi otworzyła się jeszcze jedna możliwość wnikania w tajniki Przyrody.

KRONIKA PTMA

Dr **TADEUSZ RAKOWIECKI, 1878—1965**



Dnia 6 kwietnia b. r. zmarł w Hajnówce najstarszy polski astronom i jeden z najdawniejszych członków PTMA, dr Tadeusz Rakowiecki. Znany społeczeństwu powiatu Hajnowskiego jako pełen poświęcenia lekarz i organizator służby zdrowia, a astronomom — jako autor wielu prac z zakresu astronomii klasycznej.

W pogrzebie, który się odbył w dniu 9 kwietnia, wzięły udział tysiączne rzesze społeczeństwa hajnowskiego. W kondukcje pogrzebowym, który wyruszył z domu Zmarłego, kroczyła m. in. orkiestra służby leśnej, delegacja młodzieży, delegacja kolejarzy i kolumna pielęgniarek. Trumnę spoczywającą na otwartym samochodzie otaczał szpaler kolegów Zmarłego, reprezentujących obie Jego specjalności: astronomię i medycynę. Po krótkim nabożeństwie w kościele trumna została wzięta na ramiona lekarzy i członków PTMA, i kondukt ruszył dalej na cmentarz

ulicami miasta, na które wyległy tłumy mieszkańców. Wzruszający był moment, gdy na tor kolejowy biegnący równoległe do ulicy wjechał specjalny parowóz i, posuwając się wraz z konduktem żałobnym, gwizdem syreny towarzyszył pogrzebowym pieśniom. Tak kolejarze żegnali byłego swojego lekarza.

Nad grobem przemówienie wygłosił najstarszy lekarz Hajnówki, dr Jarosław Puchnarowicz, omawiając zasługi Zmarłego w organizacji miejscowej służby zdrowia, Jego skromność i bezinteresowność. Następnie były rektor Białostockiej Akademii Medycznej, prof. dr Stanisław Legeżyński, przypomniał związki Zmarłego z tą uczelnią, w szczególności wspominał niedawną uroczystość wręczenia na tej uczelni dr Rakowieckiemu symbolicznego, odnowionego dyplomu lekarskiego. Następnie w imieniu Zarządu i członków Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, Zarządu Głównego i Oddziału Warszawskiego Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii przemówił doc. dr Konrad Rudnicki, wspominając prace astronomiczne Zmarłego, a zwłaszcza Jego zasługi przy odbudowie polskiej astronomii po pierwszej wojnie światowej (tekst przemówienia poniżej). Na ostatku w imieniu miejscowego, Białostockiego Oddziału PTMA hołd Zmarłemu oddał mgr Tadeusz Czobot.

Przemówienie doc. dr Konrada Rudnickiego

Żegnamy seniora polskiej astronomii, najstarszego polskiego astronoma, jednego ze współbudowniczych współczesnej polskiej astronomii.

Kiedy po roku 1918 trzeba było odbudować polską astronomię, w kraju było zaledwie kilku ludzi zajmujących się tą dziedziną wiedzy. Jednym z nich był dr Tadeusz Rakowiecki. Dla wychowania nowego pokolenia astronomów trzeba było polskich podręczników astronomicznych. Autorem jednego z pierwszych takich podręczników, podręcznika wyznaczania orbit planet i komet, był Rakowiecki. Jego książka służyła całemu pokoleniu astronomów polskich, a mimo, że od czasu jej ukazania się upłynęło ponad 40 lat, że nauka poszła naprzód, że wiele rzeczy się zmieniło i przybyło nowych, lepszy, nowocześniejszy polski podręcznik tego przedmiotu dotychczas nie został napisany. Polscy astronomowie okresu międzywojennego mieli za zadanie udowodnić, że polską, powstającą do życia astronomię stać nie tylko na korzystanie z wyników nauki światowej, ale że sami potrafią stawiać problemy, rozwiązywać je, wnosząc własne przyczynki do wiedzy ogólnej. Jednym z autorów oryginalnych przyczynków naukowych był wówczas Tadeusz Rakowiecki. Jego prace były cytowane i przychylnie omawiane również za granicą.

Ten, kto po raz pierwszy spotykał się w literaturze z nazwiskiem Rakowieckiego, zastanawiał się z jakim uniwersytetem związany jest ten człowiek, w jakim obserwatorium pracuje i ze zdziwieniem dowiadywał się, że autor tych prac nie pracuje w żadnym obserwatorium, na żadnym uniwersytecie, ale jest lekarzem w Hajnówce. Zawodowi astronomowie pracują pewną liczbę godzin w ciągu doby, a resztę czasu przeznaczają na rozrywki i wypoczynek. Dr Rakowiecki pracował codziennie jako lekarz i organizator lecznictwa, a czas po pracy poświęcał na badania naukowe. Mógłby zostać profesorem astronomii przy jednym z polskich uniwersytetów, mógłby uzyskać zupełnie inną pozycję społeczną, inne warunki materialne, inne możliwości pracy. Ale gdy mu proponowano porzucenie leczenia i pracę przy uniwersytecie, uważał, że w ten sposób byłby za mało użyteczny. Pozostał jednocześnie astronomem i lekarzem.

Można wykonywać prace naukowe dla zysku materialnego, można dla sławy, uznania. Większość naukowców nie dąży do fortuny, ale pragnie być ceniona, uznawana. Dr Rakowiecki nigdy nie dbał nawet o uznanie, usuwał się zawsze w cień. Nie szukał nagrody za swoją działalność, nie szło mu o uzyskanie takich czy innych zewnętrznych efektów. Robił to, co uważał za użyteczne i słuszne.

Zazwyczaj człowiek dba o to, żeby każdy jego postępek wywoływał taki, czy inny określony skutek, żeby dawał mu materialną lub moralną korzyść. Gdy kończy się życie takiego człowieka, wraz z nim znikają jakby i jego dobre postęпки, bo wziął za nie już zapłatę w ciągu życia. Życie człowieka, który działał tylko z poczucia słuszności, z chęci pożytku dla innych, z umiłowania idei, nie przemija całe. Niektórzy z nas mogą wierzyć w dalsze istnienie po śmierci, inni mogą sądzić, że ze śmiercią niknie indywidualność, świadomość człowieka, ale jedno jest pewne, że człowiek żyjący ideą, człowiek kierujący się w działaniu poczuciem słuszności, w swoim przemijającym działaniu żyje tym, co nieprzemijające, co trwałe, co wychodzi poza granice życia ludzkiego, narodzin i śmierci. Życie takiego człowieka nie przemija całe ze śmiercią.

Doktor Rakowiecki do ostatka prawie pracował naukowo. Na kilka miesięcy przed śmiercią wysunął pewien problem dotyczący jednej z komet, który obecnie jest badany z pomocą elektronowych maszyn rachunkowych w zakładzie Astronomii Polskiej Akademii Nauk. Można było mieć nadzieje, przywiezienia niedługo do Hajnówki wyników tych badań.

Stało się inaczej. Nazwisko Tadeusza Rakowieckiego ukaże się ponownie w literaturze astronomicznej, tym razem już pośmiertnie.

Nie składam czci **pamięci** zmarłego. Po człowieku, który żył tak, jak Doktor Rakowiecki zostaje więcej niż pamięć, niż owoce życia, zostaje — choćby to brzmiało paradoksalnie — jego życie. Nie jego pamięci więc, ale **Jemu** składam hołd w imieniu Zarządu i członków Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, w imieniu Zarządu Głównego Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii oraz w imieniu Oddziału Warszawskiego PTMA, w imieniu jego kolegów i uczniów — to jest tych, którzy czerpali wiedzę astronomiczną z jego dzieł, w imieniu astronomii polskiej.

Narada Komisji Naukowej PTMA

W dniu 8 kwietnia br. odbyła się we Wrocławiu narada Komisji Naukowej PTMA, pod przewodnictwem prof. dr Jana Mergentalera. Tematem narady, na którą zostali zaproszeni przedstawiciele aktywnych dotychczas oddziałowych ośrodków obserwacyjnych, były sprawy obserwacji w PTMA.

W pierwszej części narady poddano szczegółowej analizie stan ruchu obserwacyjnego w Towarzystwie, stwierdzając ogólny spadek aktywności dotychczasowych czynnych obserwatorów. Systematyczną działalność utrzymała jedynie centralna sekcja obserwacji Słońca z siedzibą we Wrocławiu. Z oddziałowych sekcji większą aktywność wykazują sekcje w Dąbrowie Górniczej i Krakowie. Takiego stanu rzeczy nie da się usprawiedliwić brakiem instrumentów, choć istnieje szereg przyczyn utrudniających wykorzystanie wielu narzędzi będących własnością Towarzystwa lub osób prywatnych.

Dyskusja na temat możliwości obserwacyjnych i wartości dokonywanych przez amatorów obserwacji wykazała, że odpowiednio prowadzone obserwacje amatorskie mogą dać wiele pożytecznego materiału naukowego. Wymagają jednak przygotowania i doświadczenia, które można uzyskać jedynie poprzez systematyczne obserwowanie wszystkiego co się dzieje na niebie.

W warunkach PTMA — jako organizacji amatorskiej — należy szczególnie upowszechniać obserwacje, jako podstawową formę udziału członków w działalności Towarzystwa, dającą, bez względu na efekty naukowe, duże osobiste zadowolenie.

Szczególą rolę w upowszechnianiu amatorskich obserwacji powinna odegrać *Urania*, częściej zamieszczając artykuły i notatki z tej dziedziny. Uczestnicy narady zobowiązali się dostarczać Redakcji odpowiednie materiały. Niezależnie od tego Zarządy Oddziałów, przez stworzenie odpowiedniej atmosfery i ożywienie działalności sekcji, mogą zachęcić swoich członków do prowadzenia obserwacji.

Na koniec Komisja Naukowa zaaprobowała projekt planu wydawniczego PTMA na rok 1966, przewidujący wydanie *Uranii*, kolejnego numeru *Dodatku Naukowego* oraz wznowienie *Obrotowej Mapy Nieba*. Ponadto Komisja proponuje Zarządowi Głównemu przeniesienie centralnej sekcji obserwacji sztucznych satelitów Ziemi z Gdańska do Warszawy, pod kierownictwo dra Macieja Bielickiego.

Andrzej Słowik

Nowe wydanie Obrotowej Mapy Nieba

PTMA od szeregu lat jest jedynym w Polsce wydawcą i dystrybutorem tej — tak cennej dla każdego amatora astronomii, ucznia szkoły średniej czy nawet podstawowej, a także studenta wyższej uczelni — pozycji wydawniczej. Każde kolejne wydanie zawiera pewne zmiany i ulepszenia w stosunku do wydań poprzednich. Obecne wydanie wg projektu A. Słowika z objaśnieniami M. Mazura osiąga wysoki poziom tego rodzaju wydawnictw. Główne zalety nowego wydania *Obrotowej Mapy Nieba* to:

- tło mapy w kolorze niebieskim, na którym wyraźnie zaznaczają się białe punkty gwiazd (od 1 do 5 wielkości gwiazdowej),
- wyraźny czarny druk nazw gwiazdozbiorów i niektórych jaśniejszych gwiazd oraz oznaczeń literowych (w greckim alfabecie) większości gwiazd w poszczególnych gwiazdozbiorach,
- zamieszczenie szeregu gromad gwiazdnych i galaktyk z podaniem ich oznaczeń.

Odwrotna strona okładki obejmuje szczegółowy opis posługiwania się mapą oraz szereg przykładów zastosowania mapy zarówno do obserwacji jak i do ćwiczeń z astronomii. M. in. podane są poprawki czasu dla 18 miejscowości w Polsce. Przy pomocy mapy można np. obliczyć momenty wschodu i zachodu Słońca w dowolnej miejscowości, początek doby gwiazdowej w danym dniu, czas gwiazdowy w danej miejscowości w wybranym momencie. Wreszcie dysponując danymi z Kalendarza Astronomicznego *Uranii* można ustalić położenia na niebie Księżyca i planet. Są to oczywiście tylko niektóre możliwości, podane przykładowo.

Okładka mapy jest złożona i spleta metalowymi oczkami. Mapa wmontowana do wewnątrz okładki pozwala się z łatwością obracać. Całość umieszczona w kopercie plastikowej. Mapę można używać bez wyjmowania z koperty nawet w niekorzystnych warunkach (rosa, wilgoć) bez obawy zabrudzenia czy uszkodzenia.

Wydanie to godne jest znalezienia się w rękach wszystkich zainteresowanych astronomią. Może także stać się środkiem znakomicie propagującym wiedzę o niebie, głównie przez łatwość posługiwania się.

Aleksander Kuśnierz — Kraków

„Obrotowa Mapa Nieba” została pozytywnie oceniona przez Ministerstwo Oświaty, które zatwierdziło ją jako pomoc szkolną, znak PS-3245-A-39-OMN. (red.)

Posiedzenie Zarządu Głównego PTMA

W dniu 13 czerwca 1965 r. odbyło się w Krakowie plenarne zebranie Zarządu Głównego PTMA, któremu przewodniczył prezes dr J. Sałabun. W zebraniu plenum uczestniczyli również: przewodnicząca Gł. Komisji Rewizyjnej mgr Maślakiewicz Zofia i przedstawiciele wrocławskiego Oddziału PTMA mgr inż. A. Szafkowski i dr Przemysław Rybka. Zebranie plenarne podjęło m. in. uchwałę o powołaniu komisji d/s budowy Ludowych Obserwatoriów i Planetariów na 500-lecie urodzin Mikołaja Kopernika, przypadające w 1973 roku oraz uchwałę o powołaniu komisji statutowej dla opracowania ostatecznej redakcji projektu nowego statutu Towarzystwa. Omówiono również działalność programową, organizacyjną i finansową Oddziału PTMA we Wrocławiu.

Tadeusz Grzesło — Kraków

KRONIKA HISTORYCZNA

16 lipca 1746 r. urodził się Giuseppe Piazzi

Giuseppe Piazzi rodem z Ponte w Valteline, był opatem zakonu Teatynów, w szeregi których wstąpił w r. 1764. Studia filozoficzne i teologiczne odbył w Turynie i Rzymie. W r. 1780 został profesorem matematyki w Palermo, gdzie w r. 1789 założył obserwatorium astronomiczne. Kilkanaście lat później powierzono mu nadzór nad budową obserwatorium w Neapolu, które ukończono w r. 1817. Pierwszym dyrektorem tej placówki został Piazzi i tam też 22 lipca 1826 r. zakończył swe długie i pracowite życie.

Odkrycie 1 stycznia 1801 r. pierwszej planetoidy (Cerery) nie jest dla Piazziego jedynym tytułem do sławy. Astronom ten bowiem opracował katalog 6784 gwiazd (pozycje gwiazd odnoszą się do r. 1800), opublikowany pt. *Praecip. stellarum inerrantium positiones mediae etc. ex observ. 1792—1813*. Za zasługi na polu astronomii mianowany został w r. 1803 członkiem korespondentem, a w r. 1817 — zagranicznym towarzyszem Akademii Nauk w Paryżu.

St. R. Brzostkiewicz

19 sierpnia 1822 r. zmarł Jan Delambre

Jan Baptysta Delambre urodził się 19 września 1749 r. w Amiens. Początkowo oddał się literaturze, a astronomią zaczął zajmować się dopiero w wieku 36 lat. Studiował u sławnego J. de La Lande'a (1732—1806), którego był najlepszym uczniem, a później został następcą. Pierwszą jego pracą było obliczenie tablic księżyców Jowisza, które w r. 1792 zostały nagrodzone przez Akademię Nauk w Paryżu. W tym też roku Rząd francuski powierzył Delambre'owi i P. Méchain'owi (1744—1804) pomiar długości łuku południka zawartego między Dunkierką a Barceloną. Przebieg tych pomiarów oraz metody ich wykonania opublikowane są w trzutomowym dziele pt. *Base du Système métrique décimal* (Paryż, 1806, 1807 i 1810).

Delambre napisał też trzutomowe dzieło pt. *Astronomie théorique et pratique* (Paryż, 1814). Był on również autorem bardzo cennej historii astronomii pt. *Histoire de l'Astronomie*, której cztery tomy ogłoszone zostały w latach 1817—1821 w Paryżu. Tom zaś piąty, obejmujący historię astronomii w wieku XVIII pt. *Histoire de l'Astronomie au XVIII siècle*, wydany został dopiero w r. 1827, a więc już po jego śmierci.

St. R. Brzostkiewicz

Odkrycie księżyców Marsa

Przez szereg lat bezskutecznie poszukiwano księżyców Marsa (W. Herschel w r. 1873, J. H. Mädler w r. 1830 i d'Arrest w r. 1862). Wreszcie w bardzo korzystnej opozycji Marsa odkrył je Asaph Hall, dyrektor obserwatorium w Waszyngtonie, gdzie miał do dyspozycji refraktor „Clarka” o średnicy 66 cm. Pierwszy satelita Marsa odkryty został 11 sierpnia 1877 r., a drugi — 17 tegoż miesiąca. Nowe ciała niebieskie otrzymały nazwy: Phobos (strach) i Deimos (przerażenie) — imiona towarzyszy Aresa w *Iliadzie*. W rezultacie tego odkrycia można było wyznaczyć masę Marsa drogą bezpośrednią. Za czyn ten Hall otrzymał od Akademii Nauk w Paryżu nagrodę „Lalande'a”.

St. R. Brzostkiewicz

W sprawie Christiana Mayera

W związku z notatką p. Jerzego Ulanowicza w kwietniowym numerze *Uranii* (str. 120) pt. „16. IV. 1783 r. zmarł Christian Mayer”, p. Karel Morav z Ludowego Obserwatorium w Olomoucu (Lidová Hvězdárna v Olomouci, Czechosłowacja) w liście do redakcji *Uranii* pisze, że Mayer zmarł w wieku nie 73, lecz 64 lat.

Miejsce i data urodzenia Mayera były do niedawna nieznane. Dopiero przed kilku laty natrafiono na zapis w księgach kolegium jezuickiego w Heidelbergu, z którego wynika, że Mayer urodził się w dniu 20 sierpnia 1719 w miejscowości Modřice na Morawach.

Panu Karelowi Moravowi dziękujemy za wyjaśnienie. Cieszymy się, że nasze pismo jest tak uważnie czytane przez naszych Przyjaciół za granicą.

TO I OWO

Kiedy polecimy na Marsa?

(według koncepcji dr Wernera von Brauna)

Obecnie, kiedy sonda kosmiczna Mariner-4 jest w drodze do Marsa, Mariner-2 dostarczył już informacji o planecie Wenus a radziecki kosmonauta Leonow opuścił kabinę pojazdu orbitalnego — stajemy przed pytaniem: *Kiedy możemy oczekiwać lotu ludzi ku planetom?*

Aby dać realną odpowiedź, musimy ocenić rozmiary oczekujących nas zadań i porównać je z obecnymi możliwościami.

Spróbujmy wyobrazić sobie pierwszą ekspedycję ludzi na Marsa.

Miejsce startu. Jest prawie pewne, że marsjańska ekspedycja nie wystartuje z powierzchni Ziemi, lecz z niskiej okołoziemskiej orbity satelitarnej. Statek zostanie zmontowany poza Ziemią z elementów dostarczonych raketami.

Załoga. Ekspedycja może wymagać załogi 6 do 10 osób lub nawet większej (księżycowy plan Apollo przewiduje tylko 3 osoby). Długotrwała wyprawa zwiększa szanse zachorowania kogoś z członków załogi, który będzie wymagał opieki lekarskiej, a nawet zastępstwa. Bardziej złożony ekwipunek niż przy locie na Księżyc wymagać będzie konserwacji i napraw. Dodanie paru członków załogi zwiększy przydatność naukową wyprawy.

Napęd. Ze względu na manewry na orbicie okołoziemskiej i w pobliżu Marsa należy przypuszczać, że zostanie zastosowany jeden z dwu rodzajów silników:

1. wysoko energetyczne silniki na paliwo chemiczne,
2. silniki jądrowe (np. typu Rover) z zastosowaniem płynnego wodoru jako materiału pędnego.

Ładunek użyteczny. Oprócz wagi samego statku, paliwa i załogi, planuje się poważną część ładunku złożonego z:

1. tlenu, pożywienia i wody — w ilości wystarczającej dla wszystkich członków załogi na czas trwania ekspedycji;

2. prosty schron antyradiacyjny, zapobiegający nadpromieniowaniu (głównie wchodzi tu w rachubę wzmożone dawki promieniowania towarzyszące wybuchom na Słońcu, nie do ustalenia w czasie podróży międzyplanetarnych, w przeciwieństwie do „wycieczki” na Księżyc, dla której mogą być rozsądnie przewidziane);
3. obrotowa kabina dla załogi w celu wytwarzania sztucznej grawitacji lub przynajmniej „wirówka” do doraźnego wykorzystania;
4. wyposażenie radiowe, nadające się do utrzymania łączności na dalekich trasach międzyplanetarnych;
5. instrumenty badawcze.

Aby oszacować wymienioną wyżej część ładunku, musimy teraz dokładniej rozważyć takie czynniki jak odległość i czas lotu oraz podać bardziej szczegółowy plan wyprawy.

Odległość. Porównanie z lotem na Księżyc i Wenus pomoże nam ogarnąć ten problem. Przeciętna odległość między Ziemią a Księżycem wynosi 384 000 km, a typowa trasa lotu kabiny Apollo jest niewiele dłuższa. W czasie największego zbliżenia do Ziemi Mars i Wenus znajdują się od niej odpowiednio: Mars — 78 000 000 km, Wenus — 40 000 000 km. Planety Ziemia, Mars i Wenus mają jednak różne prędkości obiegu wokół Słońca: Ziemia — 30 km/sek, Wenus — 35 km/sek, Mars — 24 km/sek i dlatego, aby nastąpiło spotkanie pojazdu z planetą, trasa jego lotu musi być krzywą bardziej wydłużoną niż odległość największego zbliżenia. Mariner-2 podróżował do Wenus wzdłuż zakrzywionego toru o długości 180 000 000 km, a skierowany obecnie do Marsa Mariner-4 musi przebyć 325 000 000 km.

Czas lotu i prędkość. Typowa jednostronna droga do Księżyca wymaga 2,5 dnia lotu, Mariner-2 leciał do Wenus prawie 4 miesiące, a Mariner-4 będzie w drodze przez 8 miesięcy. Tak wyglądają czasy lotów w jedną stronę — jednakże nikt nie wybierze się w przestrzeń kosmiczną aby z niej nie wrócić!

Typowa, pełna wycieczka na Księżyc zajmie około 10 dni — włączając w to 24-godzinny pobyt na jego powierzchni. Szacunkowy czas podróży na Marsa i z powrotem zajmie ekspedycji z ludźmi 400 do 450 dni; w tym — 20 dni pobytu na planecie.

Mogłoby się pozornie wydawać, że ocena czasu ekspedycji podana przez W. von Brauna jest sprzeczna z przytoczonym czasem lotu sondy Mariner-4, wynoszącym w jedną stronę około 8 miesięcy.

Nadając rakietę prędkość startową na Ziemi około 11,35 km/sek, tzn. około 32,71 km/sek dla orbity heliocentrycznej, otrzymamy przy zachowaniu odpowiednich kierunków lotu orbitę, której perigeum znajdować się będzie przy Ziemi, natomiast apogeum — w odległości kątowej 180° przy Marsie. Jeżeli jednak zwiększymy prędkość startową stosunkowo nieznacznie (np. do 33 km/sek dla orbity heliocentrycznej), spotkanie nastąpi wcześniej, po około 6,3 miesiącach lotu, w odległości kątowej od Ziemi około 130°.

Istotną trudnością w zrealizowaniu lotu jest wzajemne nachylenie orbit Ziemi i Marsa, wynoszące 1°51'; uwzględnienie tej różnicy będzie wymagało dodatkowej korekty lotu a co zatem idzie — pewnych nakładów paliwa. Konfiguracja planet, sprzyjająca lotom Ziemia—Mars, wypada wprawdzie co 2,14 roku, ale wydaje się korzystniejsze nadłożenie paliwa w miejsce dodatkowego ekwipunku i przedłużania czasu ekspedycji.

Biorąc pod uwagę opisane wyżej czynniki, przyjęto okres wyprawy marsjańskiej na 400—450 dni, przy szybkości startowej niewiele większej niż druga prędkość kosmiczna. Tego samego rzędu prędkości występować będą w drodze powrotnej, ale zużycie paliwa, wobec zmniejszonej masy statku, będzie w tym przypadku mniejsze niż przy starcie z Ziemi.

Łądowanie na planecie. Aby człowiek mógł postawić stopę na planecie, musi najpierw przyhamować pojazd do takiej prędkości, aby stał się on sztucznym satelitą Marsa. Dopiero z orbity satelitarnej podróżnicy opuszczą się na powierzchnię w małej kabine, która posiadać będzie oczywiście zapas paliwa na powrót do statku-bazy. Przypomina to lądowanie i wejście na orbitę kabiny Apollo w projekcie księżycowym. Jednakże w przypadku Marsa hamowanie aerodynamiczne może przynieść znaczną oszczędność paliwa.

Również powrót na Ziemię planowany jest przez aerodynamiczne wytracenie prędkości lotu w naszej atmosferze. Przy obecnym zaawansowaniu technicznym, wydaje się wysoce prawdopodobne skonstruowanie kabiny wytrzymałej na wielkie temperatury powstające przy aerodynamicznym hamowaniu pojazdu. Taka kabina wybawiłaby nas od konieczności zawożenia na Marsa i z powrotem paliwa, które użyte byłoby jedynie w końcowej, ziemskiej fazie lotu.

Podsumowanie. Na podstawie przytoczonych danych można już dziś oszacować masę statku dla marsjańskiej wyprawy.

Weźmy ekspedycję złożoną z 8 osób, korzystną porę startu — rok 1986, 20-dniowy pobyt na Marsie i aerodynamiczne wejście w atmosferę ziemską z pełną szybkością.

Waga statku — napędzanego chemicznie — wyniesie 2000 ton (w przypadku napędu nuklearnego — 800 ton). Cały ten ładunek musiałyby zostać przy pomocy rakiet transportowych przewieziony na orbitę satelitarną i tam zmontowany.

Przypuśćmy, że transportowe rakiety będą potomkami Saturna Vs, najpotężniejszej rakety amerykańskiej, która zaczyna być stosowana. Zdolność „udźwigu” tej rakiety wynosi 125 ton, a w wersji udoskonalonej nawet 160 ton. Zatem, trzy udoskonalone Saturny Vs zawiozłyby na orbitę masę około 500 ton. Wynika stąd, że 12 ulepszonych Saturnów Vs zdołałoby dowieźć „rakiety” na paliwo chemiczne na orbitę okołozemską; natomiast rakiety nuklearną — tylko 5 Saturnów Vs.

Ilość lotów transportowych może być jednak dwukrotnie większa, ze względu na długi czas prac montażowych pojazdu marsjańskiego, co prowadzi do utraty paliwa podczas manewrowania. Liczby te, jakkolwiek duże, nie stanowią bariery nie do przebycia.

Jesteśmy narazie — jak mówi Werner von Braun — na etapie „rączkowania” i wiele jeszcze badań i prób poprzedzi loty międzyplanetarne. Ile zatem czasu dzieli nas od rzeczywistej wyprawy?

Statki do lądowania na Księżycu przybierają coraz to bardziej realne kształty, silniki rakietowe i nuklearne przechodzą kolejne próby. Przed upływem dwóch lat rakietą Saturn B-1 wyniesie na orbitę okołozemską pojazd Apollo z załogą. Przed końcem tej dekady Saturn V umieści trzech astronautów na orbicie księżycowej (z lądowaniem).

Rok 1986 nie wydaje się zatem zbyt wczesną datą wyprawy na Marsa. A więc — za 20 lat.

Jerzy Cwirko-Godycki — Warszawa

KALENDARZYK ASTRONOMICZNY

Opracował G. Sitarski

Lipiec 1965 r.

O zmroku nad zachodnim horyzontem świeci pięknym blaskiem Wenus jako Gwiazda Wieczorna —3.3 wielkości. W pierwszych dniach miesiąca można też wieczorem odnaleźć Merkurego, jako gwiazdę świecąca również nad zachodnim horyzontem, ale znacznie słabszą od Wenus (około +0.5 wielkości). Merkurego warto poszukiwać szczególnie wieczorem 3 i 4 lipca, bo w tym czasie będzie przebywał na niebie blisko Wenus i powinniśmy odnaleźć go bez trudu na południe od jasnej Wenus. Z wieczora też widoczny jest jeszcze Mars, jako czerwona gwiazda +1 wielkości w gwiazdozbiorze Panny.

Prawie całą noc widoczny jest Saturn na granicy gwiazdozbiorów Wodnika i Panny, a Jowisz bliszczy w gwiazdozbiorze Byka już dobre kilka godzin przed wschodem Słońca. Uran i Pluton przebywają w Lwie i ze względu na bliskie sąsiedztwo Słońca na niebie są niewidoczne.

Przez lunety niemal przez całą noc możemy obserwować Neptuna w gwiazdozbiorze Wagi oraz dwie planetoidy: Pallas w gwiazdozbiorze Delfina i Iris na granicy gwiazdozbiorów Wodnika i Koziorożca.

2^d12^h3^m Heliograficzna długość środka tarczy Słońca wynosi 0°; jest to początek 1496 rotacji Słońca wg numeracji Carringtona.

3^d10^h Niewidoczne złączenie Księżycy z Uranem.

4^d1^h Wenus w bardzo bliskim złączeniu z Merkurym. O 22^h złączenie Marsa z Księżycem. Wieczorem odnajdziemy Marsa o 5° na południe od Księżycy w kwadrze.

8^d11^h Neptun w bliskim lecz niewidocznym złączeniu z Księżycem.

18^d8^h Saturn w złączeniu z Księżycem. O 24^h Merkury osiąga największe wschodnie odchylenie od Słońca (kął odchylenia wynosi 27°).

19^d7^h Merkury w niewidocznym złączeniu o 3° na południe od Wenus.

22^d Nad ranem na tarczy Jowisza możemy dostrzec plamkę cienia jego 2 księżycy, która pojawiła się tam o 1^h58^m. Sam 2 księżyc rozpoczyna przejście przed tarczą planety o 3^h38^m.

23^d3^h Słońce wstępuje w znak Lwa, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 120°.

24^d19^h Wenus w złączeniu z Regulusem, gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiorze Lwa. Po zachodzie Słońca odnajdziemy Regulusa w odległości 1° na południe od Wenus.

25^d15^h Księżyc w niewidocznym złączeniu z Jowiszem.

26^d2^h57^m na tarczy Jowisza pojawia się cień jego 1 księżycy. Sam księżyc 1 rozpoczyna swoje przejście na tle tarczy o 3^h50^m.

29^d17^h5^m Po raz drugi w tym miesiącu heliograficzna długość środka tarczy Słońca wynosi 0° (początek 1497 rotacji wg Carringtona). Znaczy to, że w lipcu Słońce dokonało jednego pełnego obrotu wokół osi; jest to możliwe, ponieważ okres obrotu Słońca wokół osi wynosi około 27 dni.

30^d8^h Neptun nieruchomy w rektascensji, o 11^h Wenus w niewidocznym złączeniu z Księżycem, a o 22^h złączenie Księżycy z Uranem.

Sierpień 1965 r.

Wieczorem nad zachodnim horyzontem pięknym blaskiem bliszczy Wenus. Odnajdziemy ją bez trudu zaraz po zachodzie Słońca. Natomiast nie tak łatwo będzie odnaleźć Marsa, który stale oddala się od Ziemi,

a w związku z tym jego blask słabnie. Mars widoczny jest o zmierzchu jako czerwona gwiazda w gwiazdozbiornie Panny dość nisko nad południowo-zachodnim horyzontem. Wieczorem też za pomocą lunety możemy poszukiwać Neptuna w gwiazdozbiornie Wagi.

Saturn widoczny jest przez całą noc jako gwiazda około +1 wielkości na granicy gwiazdozbiorów Wodnika i Ryb. Jowisza możemy obserwować w drugiej połowie nocy jako jasną gwiazdę w gwiazdozbiornie Byka. Merkury powinien być widoczny w drugiej połowie miesiąca rankiem nisko nad wschodnim horyzontem.

Przez większe lunety możemy też poszukiwać dwie planetoidy około 9 wielkości gwiazdowej, Pallas na granicy gwiazdozbiorów Delfina i Orła oraz Iris na granicy gwiazdozbiorów Wodnika i Koziorożca, obie widoczne prawie przez całą noc. Nawiązując do obserwacji z poprzedniego miesiąca możemy na mapie nieba wykreślić dalsze fragmenty pozornych dróg tych planetoid wśród gwiazd.

1^d23^h Merkury nieruchomy w rektascensji.

2^d10^h Mars w niewidocznym złączeniu z Księżycem.

3^d1^h58^m Obserwujemy początek zaćmienia 1 księżyca Jowisza. Księżyc ten zniknie nagle w cieniu planety blisko lewego brzegu jej tarczy (patrzac przez lunetę odwracającą).

4^d17^h Niewidoczne złączenie Księżyca z Neptunem.

5^d9^h Niewidoczne złączenie Wenus z Uranem.

9/10^d Po północy obserwujemy przejście 3 księżyca Jowisza przed tarczą planety; początek przejścia o 0^h13^m, koniec o 2^h53^m.

10^d4^h Neptun w kwadraturze ze Słońcem.

10/11^d Obserwujemy przebieg przejścia 1 księżyca i jego cienia na tle tarczy Jowisza. Plamka cienia pojawia się na tarczy planety o 1^h13^m, a sam księżyc rozpoczyna swoje przejście o 2^h18^m. Cień księżyca opuszcza tarczę planety o 3^h24^m, a sam księżyc kończy przejście przed tarczą już po wschodzie Słońca w Polsce.

14^d11^h Niewidoczne złączenie Księżyca z Saturnem.

15^d20^h Dolne złączenie Merkurego ze Słońcem.

15/16^d Księżyc 2 Jowisza i jego cień wędrują na tle tarczy planety. Po wschodzie Jowisza dostrzegamy na jego tarczy plamkę cienia 2 księżyca. Sam księżyc zbliża się do brzegu tarczy i zetknie się z nią rozpoczynając swoje przejście o 1^h19^m. Tymczasem cień tego księżyca osiągnął już niemal przeciwny brzeg tarczy i schodzi z niej o 1^h38^m. Sam księżyc kończy przejście i ukazuje się o 3^h58^m.

16/17 Obserwujemy wędrowkę cienia 3 księżyca Jowisza po tarczy planety. Cień księżyca widoczny jest na tarczy Jowisza od jego wschodu aż do 2^h27^m. W tym czasie księżyc 3 zbliża się do brzegu tarczy i rozpoczyna swoje przejście już o wschodzie Słońca w Polsce.

18^d Nad ranem (o 3^h7^m) obserwujemy początek przejścia cienia 1 księżyca Jowisza na tle tarczy planety.

22^d8^h Niewidoczne złączenie Jowisza z Księżycem.

22/23^d O 1^h39^m obserwujemy początek wędrowki cienia 2 księżyca Jowisza na tle tarczy planety. Sam księżyc zbliża się do brzegu tarczy i rozpocznie swoje przejście o 4^h3^m.

23^d10^h Słońce wstępuje w znak Panny. Jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 150°.

24/25^d Po wschodzie Jowisza dostrzegamy brak jego 2 księżyca. Księżyc ten przechodził najpierw przez strefę cienia planety, a potem poza jej tarczą i ukaże się znowu spoza prawego brzegu tarczy (w lunecie odwracającej) o 1^h50^m.

25^d O 16^h niewidoczne złączenie Księżyca z Merkurym, a o 20^h Merkury nieruchomy w rektascensji. O 22^h36^m heliograficzna długość środka tarczy Słońca wynosi 0°; jest to początek 1498 rotacji wg Carringtona.

26^d Nad ranem obserwujemy początek zaćmienia 1 księżycy Jowisza. Księżyc ten zniknie nagle w cieniu planety blisko jej lewego brzegu tarczy (patrząc przez lunetę odwracającą) o 2^h7^m6^s.

27^d11ⁿ Niewidoczne złączenie Urana z Księżycem.

27/28^d Księżyc 3 Jowisza ukryty jest poza tarczą planety. Koniec zakrycia obserwujemy o 1^h36^m, kiedy to księżyc 3 ukaże się spoza prawego brzegu tarczy Jowisza (w lunecie odwracającej).

29^d7^h Niewidoczne złączenie Wenus z Księżycem.

31^d4^h Niewidoczne złączenie Marsa z Księżycem.

Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie środkowo-europejskim.

Odległości bliskich planet

Data 1965	Wenus				Mars			
	od Słońca		od Ziemi		od Słońca		od Ziemi	
	j. a.	mlnkm	j. a.	mlnkm	j. a.	mlnkm	j. a.	mlnkm
VII 9	0.719	107.5	1.530	228.7	1.562	233.5	1.404	209.9
19	0.720	107.7	1.481	221.3	1.549	231.6	1.473	220.2
29	0.721	107.8	1.427	213.4	1.536	229.7	1.538	229.9
VIII 8	0.722	108.0	1.370	204.8	1.524	227.8	1.600	239.2
18	0.724	108.3	1.309	195.8	1.510	226.0	1.658	248.1
28	0.725	108.5	1.245	186.3	1.497	224.0	1.714	256.4

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

Data 1965	P	B _o	L _o	Data 1965	P	B _o	L _o
VII 1	- 2.56	+ 2.96	12.76	VIII 1	+ 10.96	+ 5.84	322.59
3	- 1.65	+ 3.18	346.29	3	+ 11.76	+ 5.98	296.14
5	- 0.74	+ 3.40	319.82	5	+ 12.52	+ 6.12	269.69
7	+ 0.17	+ 3.60	293.35	7	+ 13.28	+ 6.24	243.24
9	+ 1.08	+ 3.81	266.88	9	+ 14.02	+ 6.36	216.80
11	+ 1.98	+ 4.01	240.41	11	+ 14.75	+ 6.48	190.36
13	+ 2.88	+ 4.21	213.94	13	+ 15.46	+ 6.58	163.92
15	+ 3.76	+ 4.40	187.48	15	+ 16.14	+ 6.68	137.48
17	+ 4.65	+ 4.60	161.01	17	+ 16.82	+ 6.77	111.03
19	+ 5.52	+ 4.78	134.55	19	+ 17.46	+ 6.85	84.61
21	+ 6.40	+ 4.96	108.09	21	+ 18.10	+ 6.93	58.18
23	+ 7.25	+ 5.13	81.63	23	+ 18.70	+ 6.99	31.75
25	+ 8.10	+ 5.30	55.17	25	+ 19.30	+ 7.06	5.32
27	+ 8.94	+ 5.46	28.72	27	+ 19.87	+ 7.11	338.90
29	+ 9.76	+ 5.62	2.26	29	+ 20.42	+ 7.15	312.48
31	+ 10.56	+ 5.76	335.81	31	+ 20.94	+ 7.19	286.06

P — kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy (+ na wschód, — na zachód);

B_o, L_o — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy.

Lipiec—Sierpień 1965 r. PLANETY I PLANETOIDY

Data 1965	1 ^h czasu środk.-europ.		Warszawa		1 ^h czasu środk.-europ.		Warszawa	
	α	δ	wsch.	zach.	α	δ	wsch.	zach.
M E R K U R Y								
	h m	o	h m	h m	h m	o	h m	h m
VII 10	9 01	+17.8	5 47	21 01	8 56	+19.0	5 35	21 03
20	9 43	+12.6	6 21	20 33	9 44	+15.3	6 06	20 50
30	10 03	+ 8.6	6 23	19 51	10 31	+10.9	6 39	20 31
VIII 9	9 54	+ 7.7	5 40	18 58	11 15	+ 6.1	7 09	20 11
19	9 25	+10.9	4 14	18 06	11 59	+ 1.0	7 40	19 48
29	9 22	+14.1	3 13	17 43	12 42	- 4.1	8 11	19 25
Od połowy sierpnia można próbować poszukiwać go rankiem nad wschodnim horyzontem (ok. +1 wielk. gwiazd.)								
M A R S								
VII 10	12 21	- 2.1	10 56	22 32	5 08	+22.4	1 24	17 39
20	12 41	- 4.4	10 48	22 00	5 17	+22.6	0 53	17 10
30	13 02	- 6.8	10 41	21 29	5 26	+22.7	0 21	16 40
VIII 9	13 24	- 9.2	10 37	21 00	5 34	+22.8	23 45	16 10
19	13 47	-11.6	10 34	20 29	5 41	+22.9	23 12	15 37
29	14 12	-13.9	10 32	20 03	5 48	+22.9	22 40	15 06
Widoczny wieczorem w gwiazdozbiorze Panny jako czerwona gwiazda +1.2 wielk.								
S A T U R N								
VII 20	23 15	- 7.1	21 33	8 24	10 56	+ 7.6	8 01	21 18
VIII 9	23 11	- 7.5	20 14	6 58	11 00	+ 7.2	6 49	20 01
29	23 06	- 8.1	18 53	5 31	11 04	+ 6.7	5 36	18 41
Widoczny przez całą noc na granicy gwiazdozbiorów Wodnika i Ryb (ok. +1 wielk. gwiazd.).								
U R A N								
	α	δ	w połud.		α	δ	w połud.	
N E P T U N								
	h m	o	h m	h m	h m s	o	h m	h m
VII 19	15 01.3	-15 17'	18 48	18 48	11 24 34	+19 08.2	15 13	15 13
VIII 8	15 01.2	-15 18	17 29	17 29	11 26 37	+18 50.7	13 56	13 56
28	15 02.0	-15 23	16 11	16 11	11 29 05	+18 33.2	12 40	12 40
Widoczny wieczorem w gwiazdozbiorze Wagi (ok. 8 wielk. gwiazd.).								
PLANETOIDA 2 PALLAS								
VII 9	20 49.2	+17 22	1 18	1 18	21 07.3	- 9 52	1 36	1 36
19	20 42.2	+16 55	0 32	0 32	20 59.9	- 9 47	0 50	0 50
29	20 34.5	+16 02	23 40	23 40	20 50.7	- 9 55	0 01	0 01
VIII 8	20 26.7	+14 46	22 54	22 54	20 40.4	-10 13	23 07	23 07
18	20 19.4	+13 09	22 06	22 06	20 30.5	-10 38	22 17	22 17
28	20 13.2	+11 17	21 21	21 21	20 22.2	-11 06	21 30	21 30
Około 9.8 wielk. gwiazd. Widoczna prawie całą noc w gwiazdozbiorach Delfina i Orta. Opozycja 29 lipca.								
PLANETOIDA 7 IRIS								
Około 9 wielk. gwiazd. Widoczna przez całą noc na granicy gwiazdozbiorów Wodnika i Koziorożca. Opozycja 1 sierpnia.								

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

Lipiec 1965 r.

SŁOŃCE

Data	1 ^h czasu środk.-europ.			Szczecin		Poznań		Wrocław		Gdańsk		Kraków		Warszawa		Rzeszów		Białystok	
	l. czasu	α	δ	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.
	m	h m	o	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
VI 30	- 3.4	6 35	+23.2	3 37	20 34	3 33	20 18	3 40	20 10	3 13	20 24	3 33	19 54	3 18	20 01	3 25	19 46	3 04	19 57
VII 10	- 5.1	7 16	+22.3	3 46	20 28	3 42	20 12	3 49	20 05	3 22	20 07	3 42	19 48	3 27	19 55	3 34	19 40	3 13	19 51
20	- 6.2	7 56	+20.8	3 59	20 17	3 54	20 02	4 00	19 56	3 36	20 05	3 53	19 39	3 39	19 45	3 45	19 31	3 26	19 40
30	- 6.4	8 36	+18.6	4 14	20 02	4 08	19 48	4 14	19 42	3 53	19 50	4 07	19 26	3 53	19 31	3 58	19 18	3 40	19 26
VIII 9	- 5.5	9 14	+16.0	4 30	19 43	4 24	19 29	4 29	19 25	4 09	19 30	4 20	19 10	4 09	19 13	4 12	19 02	3 57	19 07

KSIĘŻYC

Data	1 ^h czasu środk.-europ.			Warszawa		Data	1 ^h czasu środk.-europ.			Warszawa		Data	1 ^h czasu środk.-europ.			Warszawa	
	α	δ	wsch.	zach.	α		δ	wsch.	zach.	α	δ		wsch.	zach.			
	h m	o	h m	h m		h m	o	h m	h m		h m	o	h m	h m		h m	
VII 1	8 31	+23.1	5 36	22 16	VII 11	17 11	-23.4	18 34	1 17	VII 21	1 17	+ 3.7	22 54	11 48			
2	9 34	+19.5	7 05	22 41	12	18 03	-25.0	19 30	1 54	22	2 04	+ 9.0	23 12	13 05			
3	10 32	+14.8	8 33	23 01	13	18 56	-25.4	20 15	2 41	23	2 54	+14.1	23 34	14 25			
4	11 26	+ 9.3	9 57	23 18	14	19 48	-24.6	20 50	3 38	24	3 48	+18.7	-	15 48			
5	12 17	+ 3.6	11 17	23 34	15	20 39	-22.7	21 18	4 43	25	4 47	+22.4	0 05	17 11			
6	13 06	- 2.2	12 35	23 49	16	21 29	-19.8	21 39	5 51	26	5 49	+24.7	0 47	18 25			
7	13 53	- 7.7	13 51	-	17	22 16	-16.1	21 57	7 02	27	6 55	+25.4	1 47	19 26			
8	14 41	-12.8	15 05	0 06	18	23 02	-11.8	22 11	8 13	28	8 02	+24.2	3 05	20 09			
9	15 30	-17.2	16 19	0 24	19	23 47	- 6.9	22 26	9 23	29	9 07	+21.2	4 33	20 41			
10	16 20	-20.8	17 29	0 47	20	0 32	- 1.7	22 40	10 34	30	10 08	+16.7	6 04	21 04			
										31	11 06	+11.3	7 33	21 23			

Fazy Księżyca

		d	h
Nów	VI	29	6
Pierwsz. kw.	VII	5	21
Pełnia	VII	13	18
Ostat. kw.	VII	21	19
Nów	VII	28	13
Pierw. kw.	VIII	4	7

Odległość Księżyca od Ziemi	Średnica tarczy
-----------------------------------	--------------------

	d	h
Najw. VII	14	18
Najm. VII	28	10

29,4
33.2

Sierpień 1965 r.

SŁOŃCE

Data	1 ^h czasu środk.-europ.			Szczecin		Poznań		Wrocław		Gdańsk		Kraków		Warszawa		Rzeszów		Białystok		
	f. czasu	α	δ	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	wsch.	zach.	
VII 30	m	h m	o	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
	- 6.4	8 36	+ 18.6	4 14	20 02	4 08	19 48	4 14	19 42	3 53	19 50	4 06	19 26	3 53	19 31	3 58	19 18	3 40	19 26	
VIII 9	- 5.5	9 14	+ 16.0	4 30	19 43	4 24	19 29	4 29	19 25	4 09	19 30	4 20	19 10	4 09	19 13	4 12	19 02	3 57	19 07	
19	- 3.7	9 52	+ 12.9	4 48	19 22	4 41	19 09	4 44	19 06	4 28	19 08	4 35	18 51	4 25	18 53	4 27	18 43	4 14	18 46	
29	- 1.1	10 29	+ 9.5	5 05	19 00	4 57	18 48	5 00	18 45	4 26	18 45	4 50	18 31	4 42	18 31	4 42	18 23	4 31	18 23	
IX 8	+ 2.1	11 05	+ 5.9	5 23	18 35	5 14	18 24	5 15	18 23	5 04	18 20	5 05	18 10	4 58	18 08	4 57	18 02	4 48	18 00	

KSIĘŻYC

Data	1 ^h czasu środk.-europ.			Warszawa		Data	1 ^h czasu środk.-europ.			Warszawa		Data	1 ^h czasu środk.-europ.			Warszawa	
	α	δ	wsch.	zach.	α		δ	wsch.	zach.	α	δ		wsch.	zach.			
VIII 1	h m	o	h m	h m	VIII 11	h m	o	h m	h m	VIII 21	h m	o	h m	h m			
1	11 59	+ 5.4	8 57	21 39	11	20 27	-23.3	19 22	2 34	21	4 26	+21.5	22 36	14 49			
2	12 50	- 0.6	10 18	21 54	12	21 17	-20.6	19 45	3 41	22	5 26	+24.2	23 27	16 06			
3	13 40	- 6.4	11 37	22 11	13	22 05	-17.0	20 03	4 52	23	6 29	+25.5	—	17 11			
4	14 28	-11.7	12 54	22 29	14	22 51	-12.8	20 19	6 03	24	7 34	+25.0	0 36	18 00			
5	15 17	-16.3	14 09	22 51	15	23 36	- 8.0	20 32	7 13	25	8 39	+22.7	1 58	18 38			
6	16 07	-20.2	15 20	23 18	16	0 21	- 2.8	20 46	8 24	26	9 42	+18.9	3 28	19 04			
7	16 58	-23.0	16 28	23 52	17	1 05	+ 2.5	21 00	9 37	27	10 41	+13.8	5 00	19 25			
8	17 50	-24.8	17 27	—	18	1 51	+ 7.9	21 16	10 51	28	11 37	+ 7.9	6 28	19 42			
9	18 43	-25.4	18 15	0 36	19	2 40	+13.0	21 35	12 09	29	12 30	+ 1.7	7 53	19 58			
10	19 35	-24.9	18 52	1 30	20	3 31	+17.6	22 02	13 29	30	13 21	- 4.4	9 16	20 14			
										31	14 11	-10.1	10 36	20 31			

Fazy Księżyca

	d	h
Nów	VII	28 13
Pierwsz. kw.	VIII	4 7
Pełnia	VIII	12 9
Ostatnia kw.	VIII	20 5
Nów	VIII	26 20
Pierwsz. kw.	IX	2 20

Odległość Księżyca od Ziemi	Średnica tarczy
	d h
Najw. VIII 10 20	29.4
Najm. VIII 25 19	33.3

CONTENTS

Tadeusz Rakowiecki — About Copernicus
Włodzimierz Zonn — Space Science (V)
Bronisław Kuchowicz — Origin of chemical elements in stars (VII)
Jerzy Cwirko-Godycki — Geology of the Moon

Chronicle — International conference on taking advantage of optical observations of the earth-satellites. — Cartographical paper of Ranger-7's pictures. — Asymmetry North-South in the 19th cycle of Sun's activity. — Is it possible to build up a neutrino-telescope?

Chronicle of the Polish Amateur Astronomical Association: Dr Tadeusz Rakowiecki 1878—1965. — Conference of the scientific committee of the Pol. Am. Astr. Ass. — The new edition of the rotary astronomical map.

Historical chronicle

Here and there: When are we going to land on Mars?

Astronomical Calendar

СОДЕРЖАНИЕ

Тадеуш Раковецки — М. Коперник.

Б. Кухович — Возникновение химических элементов в звездах (VII).
Ежи Цwirko-Годыцки — Геология Луны.

Хроника: Международная конференция на тему использования оптических наблюдений искусственных спутников Земли. — Картографическая обработка снимков Ранджера-7. — Асимметрия „север-юг” в 19 цикле активности Солнца. — Можно ли построить нейтринный телескоп?

Хроника Р.Т.М.А.: Доктор Тадеуш Раковецки 1878—1965. — Совещание научной комиссии Р.Т.М.А. — Новое издание вращательной карты Неба. Историческая хроника.

То и сё: Когда мы полетим на Марса?

Астрономический календарь.

ADRESY ODDZIAŁÓW PTMA

Biała Podlaska — Powiatowy Dom Kultury.

Białystok — ul. Kilińskiego 1, Zakład Fizyki Akademii Medycznej, tel. 55-91, wn. 61.

Chorzów — Śląskie Planetarium i Obserwatorium Astronomiczne. Chorzów I, skr. poczt. 10, tel. 301-49.

Czestochowa — Al. Pokoju 4, m. 62.
Dąbrowa Górnicza — ul. Okrzei 15 (Zofia Piaskowska), Sekretariat: Cz. godz. 19—20.

Frombork — Wieża Wodna. Pokazy 1 sekr.: godz. 16—18.

Gdańsk-Oliwa, ul. Sambora 9.
Gdynia — Kamienna Góra, ul. Mickiewicza 5 m. 4.

Gliwice — ul. Marcina Strzody 2 gmach Biura Projektów Przemysłu Węglowego), Sekretariat: Cz. godz. 17—19. Pokazy nieba: Jan Kasza, Ruda Śląska 1, ul. Obrońców Wolgogradu 32, tel. Zabrze 33-01, wn. 155.

Jelenia Góra — ul. Obrońców Pokoju 10 (Szkoła Rzemiosł Budowlanych), Sekretariat: godz. 9—15. Pokazy nieba: Sob. godz. 20—22, ul. Mickiewicza 30/10.

Katowice — ul. Szopena 8, m. 3 (Czary Janiszewski).

Kraków — ul. Solskiego 30, III p. Sekretariat: Pon. godz. 15—20.

Krosno n/W. — ul. Nowotki 1 I p. (Jan Winiarski).

Łódź — ul. Traugutta 18, pok. 412 tel. 250-02. Sekretariat: Cz. w. godz. 17—19.

Nowy Sącz — ul. Jagiellońska 50a, tel. 80-52. Sekretariat: Pon. Sr. Pi. 16—20.

Olsztyń — Muzeum Mazurskie I p., tel. 24-74 (W. Radziwinowicz).

Opole — ul. Strzelców Bytomskich 3, (Woj. Dom Kultury) pok. 45. Sekretariat: godz. 16—18.

Ostrowiec Świętokrzyski — Al. 1-go Maja II p. (Zakładowy Dom Kultury).

Oświęcim — ul. Wł. Jagiełły 12. Pokazy nieba: T. Szufa, ul. Młyńska 7.

Poznań — ul. Stary Rynek 9/10. Sekretariat: Wt. Cz. w. godz. 17—19

Szczecin — Al. Piastów 19, pok. 206 (Katedra Fizyki Politechniki Szczecińskiej) tel. 470-91, wn. 276.

Szczecinek — ul. T. Kościuszki 10, m. 3, tel. 25—36.

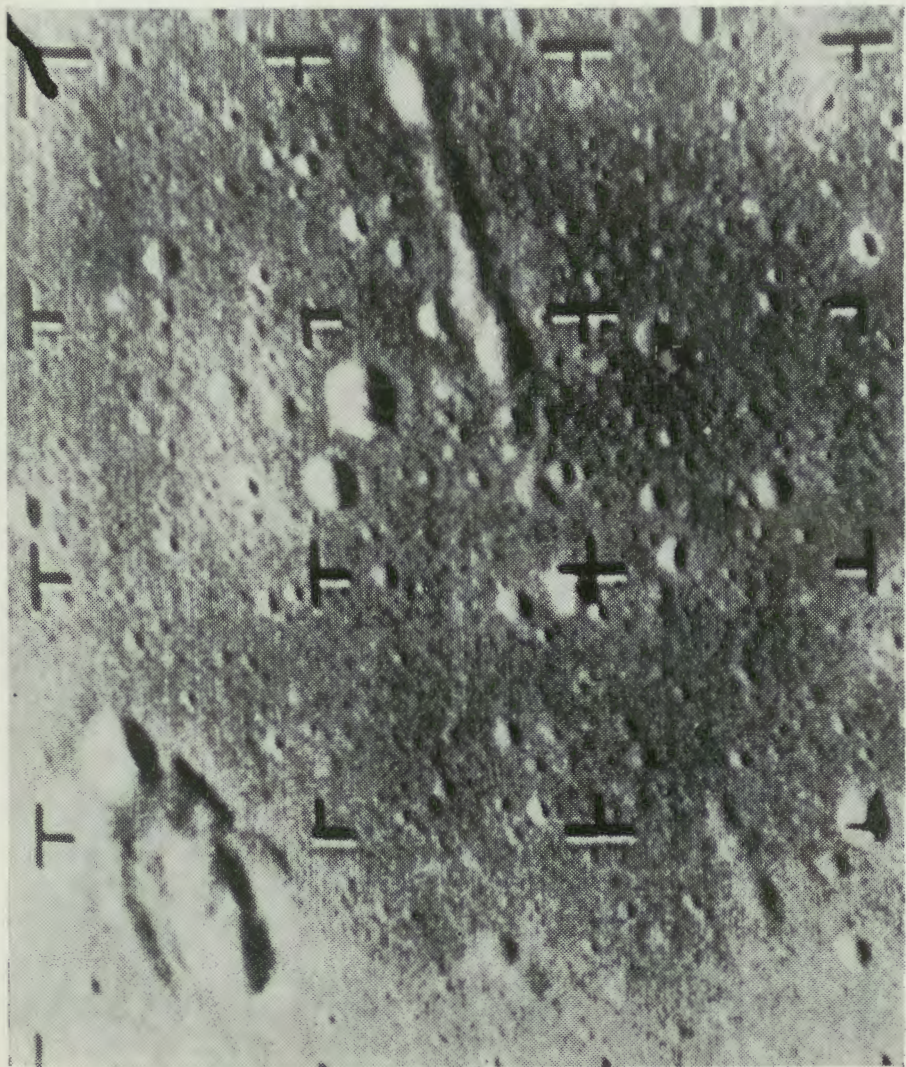
Toruń — ul. Nowickiego 39/45 (Maria Kędzierska), Sekretariat: Cz. w. Sob. godz. 18—20. Odczyty: Pon. godz. 18 w Col. Max. UMK.

Warszawa — Al. Ujazdowskie 4. Sekretariat: Wt. Cz. w. Sob. godz. 18—21.

Wrocław — ul. Piotra Skargi 18a (Wzgórze Partyzantów), tel. 347-32. Sekretariat: godz. 9—11 oraz 18—19.

Bada Redakcyjna: S. Piotrowski (przewodn.), L. Cichowicz, R. Janiczek, J. Mergentaler, K. Rudnicki, E. Rybka, W. Zonn. Komitet Redakcyjny: L. Zajdler (Red. nacz.), K. Ziolkowski (sekr. Red.), A. Cichowicz (red. techn.), M. Bielicki, T. Jarzębowski, J. Kubikowski, J. Mastowski, J. Mielicki, M. Pańków, A. Piaskowski, S. Ruciński, K. Rudnicki, A. Słowik, J. Smak, A. Woszczyk. Adres Redakcji: Warszawa, Al. Ujazdowskie 4. Wydawca: Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii, Zarząd Główny, Kraków, ul. Solskiego 30/8. Warunki prenumeraty: roczna — 72 zł, półroczna — 36 zł, cena 1 egz. — 6 zł, dla członków PTMA — w ramach składki — 60 zł rocznie.

Druk: Krakowska Drukarnia Prasowa, Kraków, ul. Wielepole 1. — Zam. 1215/65
Nakład 3.000 egz. W-34



Zdjęcie powierzchni Księżyca dokonane przez Rangera-8 z odległości 80 km na $45,6^{\circ}$ przed spadkiem, obejmuje obszar 20 na 14 km. Widoczne wydłużone i nieregularne depresje.

Czwarta strona okładki: Zdjęcie z odległości 44 km na $23,13^{\circ}$ przed spadkiem, obejmuje obszar 10 na 7,4 km. Nieregularna wąska depresja widoczna również w dolnym lewym rogu zdjęcia na str. 3 okładki.

