URANIA

MIESIĘCZNIK
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK XLIII WRZESIEŃ 1972 Nr 9

BIBLIOTEKA UNIWERSYTECKA w Toruniu

NICOLAI COPERNICI TORINENSIS

DE REVOLVTIONIBVS ORBIUM CELESTIUM, Libri VI.

De Meridiano Cracoviæ Friedberg Dirachio Macedoniæ cap vido fol 110.

Inter Cracoviam et Romam fol 116.b.

Habes in hoc opere iam recens nato, & ædito, studiose lector, Motus stellarum, tam fixarum, quàm erraticarum, cum ex ueteribus, tum etiam ex recentibus obseruationibus restitutos: & nouis insuper ac admirabilibus hypothesibus ornatos. Habes etiam Tabulas expeditissimas, ex quibus eosdem ad quoduis tempus quàm facillime calculare poteris. Igitur eme, lege, fruere.

ἀγαθοῦ τύχης ἕνεκα ἔστω.

BIBL. VNIVERS. LIPS.

Norimbergæ apud Ioh. Petreium,
Anno M. D. XLIII.

D. Hieronymo Schlor petreius 44
1543

URANIA

MIESIĘCZNIK POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK XLIII WRZESIEŃ 1972 Nr 9

CZASOPISMO WYDAWANE Z ZASIŁKU POLSKIEJ AKADEMII NAUK. ZATWIERDZONE PRZEZ MINISTERSTWO OŚWIATY DO UŻYTKU SZKÓŁ OGÓLNOKSZTAŁCĄCYCH, ZAKŁADÓW KSZTAŁCENIA NAUCZYCIELI I TECHNIKÓW (DZ. URZ. MIN. OŚW. NR 14 Z 1966 ROKU, W-WA 5.11.66).

SPIS TREŚCI

Jan Mergentaler — Astronomia rentgenowska.

Stanisław R. Brzostkiewicz — Mikołaj Kopernik (7).

Stanisław R. Brzostkiewicz — Najazd Ziemian na Marsa.

Kronika: Osobliwe cechy pulsara rentgenowskiego Cyg X-1 — Kolejny kwazar w poblizu galaktyki — Anomalie zawartości helu na powierzchni gwiazdy osobliwej CU Vir — Ciśnienie atmosferyczne na Marsie — Czy odwrócenie biegu rzek syberyjskich wpłynie na obrót Ziemi? — Nowa planetoida.

Z prac Głównej Komisji Ludowych Obserwatoriów Astronomicznych i Planetariów: Pawilony astronomiczne.

To i owo: Zaćmieniowe ciekawostki — Księżycowy kalendarz przed 35 tysiącami lat?

Z korespondencji.

Kalendarzyk Astronomiczny.

Planetarium w Warszawie

Począwszy od dnia 17 lipca w Muzeum Techniki NOT w Warszawie (Pałac Kultury i Nauki) czynne jest Planetarium z aparaturą firmy Zeiss.

Uroczystego otwarcia dokonał prezes Naczelnej Organizacji Technicznej prof. dr Jerzy Bukowski w obecności Ministra Jerzego Kuberskiego oraz licznie zgromadzonych gości. Wśród członków naszego Towarzystwa obecny był nestor astronomii polskiej, prof. dr Michał Kamieński.

Szczegóły dotyczące działalności nowego Planetarium, jak również zakresu współpracy Muzeum Techniki oraz Ośrodka Postępu Technicznego NOT z Polskim Towarzystwem Miłośników Astronomii, omówimy w jednym z najbliższych numerów.

Współpraca z zagranicą

W dniu 25 czerwca z inicjatywy czechosłowackiego miesięcznika Říše Hvězd nastąpiło w Krakowie pierwsze spotkanie redaktorów miłośniczych czasopism astronomicznych z Czechosłowacji (Jiří Bouška), Niemieckiej Republiki Demokratycznej (Helmut Bernhard), Węgier (Aurél Ponori) i „Uranii".

Omówiono projekt współpracy w dziedzinie popularyzacji astronomii, informowania o działalności towarzystw miłośniczych, wymianę artykułów, w szczególności związanych z rocznicą Kopernika. Goście wzięli udział w odbytym w tym dniu zebraniu Zarządu Głównego PTMA.

Pierwsza strona okładki: Marsjańska dolina w rejonie Tithonius Lacus sfotografowana przez Marinera 9 z wysokości 1977 km.
Druga strona okładki: Karta tytułowa pierwszego wydania dzieła M. Kopernika „De revolutionibus orbium coelestium" (egzemplarz ten był własnością J. Keplera).
Trzecia strona okładki: Miłośnicze pawilony astronomiczne.
Czwarta strona okładki: Marsjańskie szczeliny na Mare Sirenum sfotografowane przez Marinera 9 z wysokości 1730 km.

JAN MERGENTALER — Wrocław

ASTRONOMIA RENTGENOWSKA

W laboratoriach i przychodniach medycznych stosuje się promienie rentgenowskie w tym celu, żeby uzyskać informację o wnętrzu organizmu ludzkiego. W laboratoriach fizycznych bada się samo promieniowanie rentgenowskie, jego cechy i sposoby powstawania. W astronomii z początku rejestrowano tylko to promieniowanie, celem dowiedzenia się skąd ono jest wysyłane, ale bardzo szybko zaczęto badać czy nie udałoby się z pomocą obserwacji tego promieniowania uzyskać informacji o stanie materii w dalekich obszarach wszechświata. Czy można to nazwać diagnostyką astronomiczną podobną do lekarskiej? Chyba nie, ale obok pomiarów radiowych i w dziedzinie optycznej, promienie X dostarczają wielu zupełnie nowych informacji o stanie materii trudnych do uzyskania w laboratoriach. Przede wszystkim zdano sobie sprawę z tego, że tam skąd pochodzi rentgenowskie promieniowanie albo musi panować temperatura milionów stopni, albo muszą występować relatywistyczne elektrony, albo kolosalne — miliony gaussów liczące — pola magnetyczne, albo nisko energetyczne kwanty zamieniane w kwanty krótkofalowe przez zderzenia z elektronami, albo — zapewne jeszcze parę innych zjawisk bez których w pewnych przypadkach nie mogłoby to promieniowanie powstać.

Astronomia rentgenowska narodziła się w r. 1962, a więc 10 lat temu i w ciągu tego krótkiego okresu czasu rozwinęła się nadspodziewanie dzięki wykorzystaniu balonów (dla twardego promieniowania X) oraz rakiet i satelitów dla miękkiej składowej.

A oto parę ciekawszych osiągnięć minionego dziesięciolecia:

Zacznę od końca. W r. 1971 odkryto źródło promieniowania X na granicy gwiazdozbiorów Ołtarz i Niedźwiadek. Nazwano je GX 340+0. Liczby te oznaczają długość galaktyczną 340° i szerokość 0°, a więc źródło leży w płaszczyźnie galaktyki i należy do naszej Galaktyki. Próby interpretacji pozwoliły stwierdzić, że jest to gwiazda neutronowa, która promieniuje jak ciało czarne o temperaturze około 15 milionów stopni. Średnica tej gwiazdy wynosi około 8 kilometrów; powinna ona szybko zagasnąć, gdyby nie to, że jej silne pole grawitacyjne powoduje spadek na jej powierzchnię materii międzygwiazdowej, a więc proces akrecji materii podtrzymuje wysoką temperaturę i emisję promieniowania X.

Zacząłem od tej gwiazdy dlatego, że w innych źródłach promieniowania X bardzo często właśnie gwiazdy neutronowe odgrywają decydującą rolę, zresztą zupełnie inną niż GX 340+0. Tak więc np. w mgławicy Krab prawie cała mgławica promieniuje rentgenowsko — ale przyczyną i sprawcą umożliwiającym to promieniowanie jest zapewne malutki pulsar — wirująca gwiazda neutronowa. Mgławica promieniuje mianowicie nie tak jak ciało czarne, ale mechanizmem produkującym kwanty rentgenowskie (zresztą i widzialne także) jest proces synchrotronowy — emisja promieniowania przez swobodne elektrony w polu magnetycznym. Długość fali emitowanego promieniowania jest proporcjonalna do kwadratu energii elektronów i do pola magnetycznego. To ostatnie jest w mgławicy bardzo słabe i wynosi zaledwie około 0,0005 gaussa. Na to więc by w tak słabym polu magnetycznym powstawały kwanty o znacznych energiach muszą być bardzo znaczne energie elektronów — rzędu 10^{14} eV — a więc muszą to być elektrony relatywistyczne. Powstaje pytanie skąd mogły się one wziąć w rozrzedzonej mgławicy gazowej. Ich źródłem jest zapewne ów mały pulsar w środku mgławicy, wirujący z okresem około 30 ms. Okres ten powoli wydłuża się, co oznacza, że gwiazda traci energię, jak pokazują obliczenia w ilości około 10^{38} erg/sek. Tyle akurat emituje światła w różnych długościach fali cała mgławica.

Ta uciekająca energia jest w jakiś sposób przekazywana mgławicy. Dzieje się to zapewne tak, że z gwiazdy wieje stale silny wiatr gwiazdowy, innymi słowy uciekają z niej cząstki materii. Cząstki te muszą posiadać bardzo znaczne prędkości (a więc i energie), żeby mogły przezwyciężyć opór silnego pola grawitacyjnego i jeszcze chyba silniejszego pola magnetycznego, które zresztą jest właśnie odpowiedzialne za rozpędzanie elektronów do tych ogromnych prędkości. Rozpędzanie to odbywa się w obszarze o średnicy kilkuset kilometrów, a więc dość znacznym w porównaniu ze średnicą pulsara (10 km), ale minimalnym w stosunku do całej mgławicy liczącej miliony kilometrów. Skoro energia rozpędzonych elektronów jest znacznie większa od energii pola magnetycznego, mogą one uciekać z tego pola i wnikać daleko w obszary mgławicy, dopóki nie stracą energii poprzez wypromieniowanie jej w postaci kwantów rentgenowskich, świetlnych czy radiowych, w słabszym polu magnetycznym.

Ale nie zawsze tak bywa. Zdarza się, że gęstość energii magnetycznej jest tak duża, że przewyższa gęstość energii plazmy wiatru gwiazdowego, uniemożliwiając ucieczkę materii z gwiaz-

dy. Wtedy wiatr gwiazdowy nie wieje, ale otacza gwiazdę powłoką, podobną trochę do pierścieni Van Allena otaczających Ziemię, której średnica jest kilkadziesiąt lub nawet paręset razy większa od kilkukilometrowej średnicy gwiazdy neutronowej. Promieniowanie rentgenowskie może wtedy pochodzić z wnętrza takiej powłoki. Nie obserwujemy wtedy strumieni gazu, tworzących mgławicę, jak w przypadku mgławicy Krab, ale gwiazdowe źródło rentgenowskie, jakim zapewne jest Sco-1 w gwiazdozbiorze Skorpiona. W tym przypadku pole magnetyczne na powierzchni gwiazdy jest zapewne rzędu 50 miliardów ($5 \cdot 10^9$) gaussów, średnica powłoki jest rzędu 10^7 cm, a pole magnetyczne na jej peryferiach rzędu 50 milionów gaussów.

Mogą być zresztą i inne jeszcze źródła rentgenowskie, nie związane ani z pulsarami, ani z wirującymi gwiazdami neutronowymi. Takim źródłem jest prawdopodobnie Cyg X-1 w Łabędziu. Jest to gwiazda spektroskopowo podwójna z okresem $5^d,6075$. Jaśniejszy składnik jest gorącym białym nadolbrzymem o typie widmowym BOI, o masie co najmniej 10-krotnie większej od masy Słońca. Ciemniejszy towarzysz ma zapewne masę rzędu 6 mas Słońca. Gorąca większa gwiazda jest rozdęta do takich wymiarów, że jej równowaga jest zachwiana i traci ona stale masę na korzyść mniejszej gwiazdy. Występuje więc stały przepływ materii od gwiazdy gorącej do chłodniejszej, od bardziej masywnej do lżejszej i mniejszej. Przepływ ten nie jest jednostajny, ale być może połączony z zakłóceniami pola magnetycznego prowadzącymi do takich zjawisk jakie obserwujemy na Słońcu — do znacznie silniejszych niż na Słońcu rozbłysków. Jak wiadomo nawet słabe rozbłyski na Słońcu są źródłem promieniowania rentgenowskiego; tym bardziej obfitymi źródłami tego promieniowania są potężne wybuchy rozbłyskowe na tej spektroskopowo podwójnej gwieździe.

Znamy jednak jeszcze i inne źródła promieni X. Świecą w tym przedziale widma jakieś obiekty w Dużym Obłoku Magellana i sam Obłok, zarówno Duży jak i Mały, jako całość. Silnym źródłem jest także daleka galaktyka M87, gdzie obserwujemy ogromny wytrysk materii w jednym kierunku i właśnie w tym strumieniu, zapewne gazowym, liczącym setki parseków średnicy, znajduje się źródło promieniowania rentgenowskiego. Niewiele — poza nieraz śmiałymi hipotezami — wiemy jeszcze o tym, jak promieniowanie to powstaje w tych wyróżniających się galaktykach.

Ale i przestrzeń międzygwiazdowa pełna jest kwantów rentgenowskich. Jest to promieniowanie tła, mniej więcej jedna-

kowo silne we wszystkich kierunkach, izotropowo rozsiane w przestrzeni. Być może przed milionami lat powstały wysokoenergetyczne elektrony, może w czasach gdy Wszechświat rozpoczynał rozszerzać się. Elektrony te — zderzając się z niskoenergetycznymi fotonami jakie pozostały z czasów prawybuchu praatomu wszechświata (big bang) — przekazują tym kwantom swoją energię, zamieniając je po milionach lat i wielokrotnych zderzeniach w kwanty rentgenowskie.

Jak widać z tego pobieżnego przeglądu zjawisk zaobserwowanych w promieniowaniu rentgenowskim, spotykamy się z zagadnieniami bardzo różnorodnymi. Od gwiazd neutronowych poprzez świecenie plazmy w mgławicy i w rozbłyskach aż do mających znaczenie kosmologiczne kwantów promieniowania tła. Pominąłem tutaj te problemy jakie nastręcza Słońce, gdzie można nieraz wnikać w subtelniejsze szczegóły. Ale dość i tych problemów jakie nastręcza pozasłoneczna astronomia rentgenowska. Zważywszy, że to dopiero od 10 lat trwają badania w tej dziedzinie, dotychczasowe wyniki są nieraz rewelacyjne i z pewnością zaważą w przyszłości na rozwoju całej astrofizyki.

STANISŁAW R. BRZOSTKIEWICZ — Dąbrowa Górnicza

MIKOŁAJ KOPERNIK (7)

Narodziny współczesnej astronomii

Wielkie odkrycie Kopernika nie narodziło się nagle ani też przypadkowo, lecz dokonało się w wyniku długoletnich rozmyślań, dociekań, obserwacji. Wielki astronom długo nosił w swojej wyobraźni obraz zarysu prawdziwej budowy świata, była to jednak zaledwie mglista wizja, poparta jedynie intuicją i ogólnymi rozważaniami. Trzeba więc było ją dopiero podbudować matematycznie i poddać surowej próbie obserwacyjnej.

Dotychczas nie udało się ściśle ustalić, gdzie i kiedy w umyśle Kopernika zrodziła się idea nowego systemu budowy świata, zwanego powszechnie heliocentrycznym (z greckiego *Helios* — Słońce). Jest jednak więcej jak prawdopodobne, że nastąpiło to już w okresie jego studiów w Akademii Krakowskiej. Tu przecież otrzymał gruntowne wykształcenie astronomiczne, tu wreszcie po raz pierwszy zetknął się z krytyką geocentrycznego systemu Ptolemeusza.

Sama idea mogła się zrodzić pod wpływem pisma Marka Tuliusza Cycerona (106 — 43 p.n.e.) pt. *Somnium Scipionis* (Sen Scypiona *), w którym przedstawiony jest system geocentryczny Heraklidesa z Pontu. Z pisemka tego dowiadujemy się o tym, jak Scypion zmożony winem i trudami podróży do Afryki został uniesiony przez duchy przodków w świat nadksiężycowy i usłyszał taki oto wykład o budowie świata: *...prawie w środku znajduje się Słońce... Za nim, jako towarzysze, idą obiegi Wenus i Merkurego...*

Ale myśl kopernikowska mogła się również zrodzić pod wpływem dzieła Marsilio Ficino (1433—1499) pt. *De sole et lumine* (O Słońcu i świetle **)). W dziele tym jest mowa o Słońcu jako symbolu Boga, które było najpierw stworzone i znajduje się w środku nieba. Ma to zapewne jakiś związek ze słowami, jakie wielki astronom pozostawił w swym wiekopomnym dziele *De revolutionibus orbium coelestium* (O obrotach sfer niebieskich), gdzie czytamy co następuje: *Wszakże nie bez słuszności nazywają go (Słońce) niektórzy latarnią świata, inni rozumem jego, jeszcze inni władcą.*

Duże są luki w chronologii myśli kopernikowskiej, zwłaszcza mało wiemy o jej początkach. Pewne jednak jest, że wkrótce po powrocie Kopernika z Italii szkic teorii heliocentrycznej był już gotowy i gdzieś w latach 1505—1507, najpóźniej zaś w roku 1512, opracował on traktat pt. *De hypothesibus motuum coelestium a se constitutis commentariolus* (Komentarzyk o hipotezach ruchów niebieskich), zwany w skrócie po prostu *Commentariolus* (Komentarzyk).

Rozprawa ta nie była przez Kopernika ogłoszona drukiem i znamy ją jedynie z trzech starych odpisów. Pierwszą kopię odkrył w roku 1877 prof. Maksymilian Curtze w bibliotece nadwornej w Wiedniu, drugą kilka lat później odnalazł prof. Arvid Lindhagen w Sztokholmie. Niedawno zaś szkocki historyk nauki Wiliam P. D. Wightman odkrył trzeci egzemplarz w bibliotece uniwersyteckiej w Aberdeen ***), który niegdyś należał do znanego lekarza i przyrodnika Duncana Liddela (1561—1613).

Nie wiemy nawet dokładnie jaki tytuł pierwotnie nosił traktat Kopernika. Przypuszcza się tylko, że obecny tytuł pochodzi

---

*) Z poglądem takim wystąpił w roku 1920 prof. Ludwik Antoni Birkenmajer.

**) Do takiego wniosku doszedł prof. dr Eugeniusz Rybka.

***) Odkrycia powyższego dokonano przy współudziale doc. dra Jerzego Dobrzyckiego z Pracowni Badań Kopernikańskich Zakładu Historii Nauki i Techniki PAN w Warszawie.

od astronoma czeskiego Tadeusza Hajka (1525—1600) lub od wielkiego astronoma duńskiego Tychona Brahego (1546—1601), który był wielbicielem naszego astronoma, chociaż jego teorii budowy świata nie uznawał. W najwcześniejszym, dziś już nie istniejącym odpisie *), należącym do księgozbioru Macieja z Miechowa (1457—1523), traktat Kopernika miał krótki tytuł *Theorica* (Teoria).

W chwili opracowania tego traktatu Kopernik był jeszcze młodym uczonym, niedawno uzyskał tytuł doktora praw w Ferrarze i dopiero co wrócił do kraju. Pozostawał wtedy pod silnym wrażeniem Pitagorasa i jego szkoły, która zobowiązywała swych uczni do zachowania swej filozofii w ścisłej tajemnicy przed ludźmi niepowołanymi. Zwyczajem więc pitagorejczyków pisemko swoje Kopernik dawał w odpisach tylko najbliższym przyjaciołom.

W traktacie tym Kopernik po raz pierwszy ogłosił zwięzły zarys nowego mechanizmu świata, zestawiając swą naukę w siedmiu podstawowych założeniach (aksjomatach):

Pierwsze założenie: Nie istnieje wspólny środek dla wszystkich kręgów, czyli sfer niebieskich.

Drugie założenie: Środek Ziemi nie jest środkiem świata, ale jedynie środkiem ciężkości oraz środkiem drogi Księżyca.

Trzecie założenie: Wszystkie drogi planet otaczają dokoła Słońce, w pobliżu którego znajduje się środek świata.

Czwarte założenie: Stosunek odległości Słońca od Ziemi do odległości firmamentu jest mniejszy, aniżeli promienia Ziemi do odległości Słońca, toteż w otchłaniach nieba staje się znikomy.

Piąte założenie: Cokolwiek ruchomego dostrzegamy na całym firmamencie, nie pochodzi z jego własnego ruchu, ale wywołane jest ruchem samej Ziemi. Ona to więc wraz z najbliższymi jej żywiołami odbywa w ciągu doby ruch obrotowy dokoła swoich niezmiennych biegunów, wobec nieba trwale nieruchomych.

Szóste założenie: Jakikolwiek ruch wydawałoby się mieć Słońce, zjawisko takie nie pochodzi z własnego jego ruchu, lecz jest złudzeniem powstałym skutkiem ruchu Ziemi oraz jej kręgu, po którym toczymy się dokoła Słońca, albo też dokoła jakiej innej jeszcze gwiazdy. Znaczy to, że Ziemia odbywa równocześnie kilka ruchów.

---

*) Zachował się jedynie katalog księgozbioru Macieja z Miechowa, o czym wspomina L. A. Birkenmajer (Stromata Copernicana, Kraków 1924, str. 199—208).

Siódme założenie: Dostrzegane u planet cofanie się wstecz i posuwanie naprzód nie jest ich własnym ruchem, ale także złudzeniem, pochodzącym z ruchomości samej Ziemi.

Tezy te zachwiały gmachem starej astronomii, bowiem w trzecim i siódmym założeniu Kopernik ogłosił najważniejsze podstawy swej nauki, wystarczające w zupełności do wytłumaczenia zagadkowych ruchów planet na niebie. Z czwartego zaś założenia jasno wynika, że odległość Ziemi od Słońca jest znikomo mała w porównaniu z odległościami dzielącymi nas od gwiazd stałych. Skala ta nie mieściła się jednak w wyobraźni Tychona Brahego, który nie mogąc zaobserwować względnych przesunięć gwiazd na niebie, odrzucił system Kopernika jako nieprawdziwy.

Wielki astronom polski pełen uniesienia traktat swój kończy następującymi słowami: *Orbita Merkurego potrzebuje kombinacji siedmiu kół, Wenus — pięciu, Ziemi — trzech, Księżyca — czterech, a Marsa, Jawisza i Saturna — po pięć dla każdej. Tak więc 34 koła wystarczają zupełnie do wyjaśnienia całej budowy świata i wszelkich ruchów planet.**)

Kopernik w okresie pracy nad tym traktatem nie był jeszcze całkowicie przekonany o słuszności własnego systemu ani też nie mógł się spodziewać uznania od innych uczonych, zanim nie ulepszył go do tego stopnia, żeby jego teoria zgadzała się z obserwacjami. Tutaj właśnie stanął przed najtrudniejszym zadaniem, któremu poświęcił wiele lat wytężonej pracy. Niestety, większa jej część była daremna, chociaż prawda leżała tak blisko. Wystarczyło przecież dokonać jednej małej poprawki, mianowicie orbity kołowe zastąpić orbitami eliptycznymi, bardzo zresztą podobnymi do kolistych.

Jednakże umysł wielkiego astronoma był jeszcze przepojony arystotelesowskim poglądem o naturalności i konieczności ruchu jednostajnego, odbywającego się po torach kolistych. Obowiązywały przecież wtedy jeszcze poglądy starożytnych i nikt nie ośmieliłby się myśleć nawet przez chwilę, że ruch w doskonale urządzonej przyrodzie mógł być inny. Aby więc teoria zgodna była z obserwacjami, a jednocześnie z tymi mylnymi założeniami, Kopernik musiał zastosować w swym systemie odpowiednią liczbę niewielkich epicykli.

Wraz z upływem czasu Kopernik jest coraz bliższy poznania rzeczywistej prawdy, ale jednocześnie ogarniają go coraz więk-

---

*) Dla wyjaśnienia skomplikowanych ruchów planet w układzie geocentrycznym potrzebowano około 80 kół.

sze niepewności. Dlatego też pilnie studiuje dzieła starożytnych mędrców, o czym świadczą jego własnoręczne notatki na marginesach tych ksiąg lub słowa, jakie pozostawił w swym wiekopomnym dziele. Z jednych dzieł czerpie otuchę i zachętę do dalszej pracy, nad innymi zapewne uśmiechnie się z pobłażaniem, nie wierząc ich naiwnej mądrości.

Niezwykle ważną księgą dla wielkiego astronoma było niebo gwiaździste, rozpostarte nad wieżami fromborskiej katedry. W tej wielkiej księdze przyrody poszukuje odpowiedzi na dręczące go pytania i w tym celu obserwuje rozgrywające się na firmamencie zjawiska. Śledzi zawiłe ruchy planet i Księżyca oraz pozorną drogę Słońca, które każdego dnia wschodzi nad brzegiem Bałtyku i co dnia kryje się pod zachodnim horyzontem ziemi warmińskiej.

Należy jednak pamiętać, że Kopernik był przede wszystkim teoretykiem i dla jego odkrycia decydujące znaczenie miały obliczenia matematyczne. Pracowite zaś i żmudne obserwacje nieba, prowadzone przy pomocy niezwykle prymitywnych przyrządów (kwadrant, triquetrum i sfera armillarna), odegrały drugorzędną rolę. Tym niemniej były konieczne, pozwalały bowiem sprawdzić prawdziwość podstawowych założeń nowego systemu budowy świata. Na ich podstawie odkrył także szereg doniosłych faktów, nieznanych starożytnym astronomom (np. ruchomość apsyd planet).

Wreszcie około 1530 roku rękopis dzieła *De revolutionibus orbium coelestium* *) był ukończony, lecz Kopernik nie spieszył się z jego wydaniem. Uczynił to dopiero za namową biskupa Tidemana Giesego i swego ucznia Jerzego Joachima Retyka, który pod koniec 1541 roku oddał je do druku znanej oficynie norymberskiej Jana Petreiusa. Jednakże druk dzieła, dość obszernego i zawierającego liczne ryciny, przeciągał się do wiosny 1543 roku. Ukazało się więc ono dopiero wtedy, kiedy wielki astronom był już na łożu śmierci.

Wiekopomne dzieło Kopernika, na opracowanie którego poświęcił — jak sam wyznaje — „nie dziewięć, ale prawie cztery dziewięć lecia", składa się z sześciu ksiąg. Przedstawił w nich

*) Kopernik prawdopodobnie swoje dzieło nazywał po prostu „De revolutionibus" (O obrotach) lub wprost „Revolutionum libri" (Księga obrotów), a dodatek „orbium coelestium" (sfer niebieskich) pochodzi od pastora luterańskiego Andrzeja Osiandra, czuwającego nad drukiem dzieła z polecenia Jerzego Joachima Retyka. Jest on również autorem anonimowej przedmowy, która została zamieszczona na czele dzieła bez wiedzy i zgody wielkiego astronoma.

bardzo szczegółowo swoją teorię, a także mozolną drogę, która doprowadziła go do odkrycia prawdziwej budowy świata. Na jej podstawie ludzkość mogła realnie budować naukę nowoczesnej astronomii i kształtować materialistyczny światopogląd.

Na czele dzieła zamieszczony jest list dedykacyjny Kopernika do papieża Pawła III, w którym między innymi czytamy: *Być może, że znajdą się tacy, co lubiąc bredzić i mimo zupełnej nieznajomości nauk matematycznych roszcząc sobie przecież prawo do wypowiadania o nich sądu, na podstawie jakiegoś miejsca w Piśmie św., tłumaczonego źle i wykrętnie odpowiednio do ich zamierzeń, ośmielą się potępiać i prześladować moją teorię. O tych jednak zupełnie nie dbam, do tego stopnia, że sąd ich mam nawet w pogardzie jako lekkomyślny.*

Całą istotę swego odkrycia daje Kopernik w pierwszych jedenastu rozdziałach księgi pierwszej. Najważniejszy jest jednak rozdział dziesiąty, w którym wielki astronom zamieścił rysunek nowego układu planetarnego jako schematyczną syntezę całej teorii. Następne rozdziały tej księgi stanowi kurs trygonometrii, poprzedzający matematyczno-geometryczne wywody. Ta część dzieła była wydana oddzielnie w roku 1542 w Wittenberdze pt. *De lateribus et angulis triangulorum* (O bokach i kątach trójkątów).

Wielki astronom rozpoczyna swe rozważania od stwierdzenia, że każda obserwowana zmiana w położeniu jakiegoś ciała następuje wskutek jego ruchu lub też ruchu samego obserwatora, albo przynajmniej od zmiany położeń obydwóch. Jeżeli więc przyznamy Ziemi jakiś ruch, to wszystkie planety, Słońce i Księżyc powinny się także poruszać, ale w kierunku przeciwnym. Pozorny zatem obrót dzienny „sfery gwiazd stałych" jest po prostu odbiciem obrotu naszej planety wokół osi, który odbywa się z zachodu na wschód raz na dobę.

Wyjaśnia dalej, że pozorne ruchy planet po wielkich epicyklach to po prostu odzwierciedlenie rzeczywistego obiegu Ziemi dokoła Słońca. Uważa bowiem naszą planetę za jedną z wielu „wędrowniczek", których ruchami rządzi „na tronie królewskim zasiadające Słońce." Wszystkie zatem ruchy w układzie planetarnym sprowadzają się jedynie do ruchu Ziemi i planet, krążących po orbitach kolistych dokoła nieruchomego Słońca. Ruchy te są przyczyną tych samych zjawisk na niebie, co skomplikowane ruchy epicykliczne w systemie Ptolemeusza.

Ptolemeusz wsteczny ruch planet na niebie tłumaczył tym, że poruszają się one po obwodach dużych epicykli, których środki z kolei obracają się dokoła Ziemi po kołowych deferensach,

a wypadkowa tych dwóch ruchów wywołuje powstawanie pętli na niebie. System heliocentryczny Kopernika nie wymagał już wielkich epicykli, ponieważ wsteczny ruch planet jest tylko ruchem pozornym, wywołanym przez ruch orbitalny Ziemi.

Nauka polskiego astronoma rzuca światło na jeszcze inny ważny aspekt zachowania się planet, mianowicie na kolejność ich orbit. W systemie geocentrycznym Ptolemeusza planety były uporządkowane na orbitach okołoziemskich w taki sposób, że średnia odległość między planetą a Ziemią wzrastała wraz z czasem obiegu po ekliptyce. Jednakże koncepcja taka dawała dobre wyniki dla planet górnych, zawodziła zaś zupełnie w stosunku do planet dolnych. Czas ich obiegów po ekliptyce jest jednakowy (jeden rok), a zatem musiałyby się znajdować w jednakowej odległości od środka układu. W rzeczywistości tak nie jest i dlatego kolejność orbit planet dolnych była przedmiotem ożywionych dyskusji.

W systemie heliocentrycznym kwestia ta nie podlega żadnej dyskusji, gdyż nie ma dwóch planet, które miałyby jednakowe okresy obiegu orbitalnego. Planety górne zachowują swój poprzedni porządek w stosunku do środka układu, bo czasy ich obiegów po orbitach okołosłonecznych równe są czasom obiegów po ekliptyce. Czas orbitalny planet dolnych jest natomiast krótszy od ich obiegów po ekliptyce, ponieważ orbity tych planet leżą wewnątrz orbity Ziemi, toteż w krótszym od niej czasie dokonują pełnego obiegu dokoła Słońca. A ich ruch po ekliptyce jest tylko odbiciem ruchu orbitalnego naszej planety.

Wielkim osiągnięciem Kopernika było wyznaczenie względnych odległości planet od Słońca, wyrażonych w promieniach orbity ziemskiej. Nie potrafił jeszcze dać poprawnej odpowiedzi na pytanie, jakie są absolutne rozmiary dróg planetarnych, ponieważ w tamtych czasach nie znano poprawnej odległości Ziemi od Słońca. Wyznaczono ją dopiero w drugiej połowie XVII wieku i wtedy okazało się, że jest ona 20 razy większa od wartości przyjmowanej od czasów Arystarcha z Samos. Jednakże względne odległości w systemie planetarnym, po raz pierwszy podane przez Kopernika, niewiele różnią się od rzeczywistych odległości, wyznaczonych współczesnymi metodami.

Wreszcie po raz pierwszy w historii astronomii Kopernik wprowadził pojęcie księżyców — towarzyszy planet. W starej astronomii nasz Księżyc uchodził za ciało niebieskie, które — jak wszystkie planety oraz Słońce — krążyło dokoła Ziemi jako wspólnego i jedynego dla wszystkich tych ciał środka. Wielki astronom dowiódł jednak, że nie istnieje taki wspólny środek

i dlatego obok Słońca przyjął drugi — Ziemię, która jest środkiem dla kołowej orbity Księżyca.

Wielki astronom należycie wytłumaczył również zjawisko precesji, czyli powolne przesuwanie się na tle gwiazd punktu równonocy wiosennej. Starożytni tłumaczyli to zjawisko drugim ruchem sfery gwiazd stałych, która — prócz ruchu dobowego wokół osi prostopadłej do płaszczyzny równika niebieskiego — miała mieć jeszcze ruch powolny wokół osi prostopadłej do płaszczyzny ekliptyki. Kopernik wykazał jednak, że i ruch precesyjny nie jest związany ze sferą gwiazd stałych, ale z ruchem stożkowym osi rotacyjnej Ziemi, zataczającej w ciągu 26 tysięcy lat dokoła biegunów ekliptyki koła o promieniu 23,5°.

Tak więc już pierwsza księga wiekopomnego dzieła Kopernika daje podstawy współczesnej astronomii. W pozostałych księgach wielki astronom przedstawił szczegóły swej teorii, opisy instrumentów, katalog 1022 gwiazd nieba północnego. Objaśnia także szereg zagadnień związanych z rachubą czasu, wskazując po raz pierwszy na różnice między rokiem gwiazdowym a rokiem zwrotnikowym. Kładzie w ten sposób podwaliny pod nowoczesną rachubę czasu *) i tworzy chronologię nowej epoki.

Zamieszcza także tablice pomocnicze do obliczania pozycji ciał niebieskich na niebie, gdyż stosowanie ruchu jednostajnego i orbit kolistych zmusiło go do wykorzystania w swym systemie antycznych epicykli i mimośrodów, przez co ciągle jeszcze występowały pewne różnice między obliczeniami a obserwacjami. Bardzo to martwiło wielkiego astronoma, ale jakoś nie potrafił się wyzwolić od fałszywych poglądów starożytnych, że planety muszą poruszać się dokoła Słońca ruchem jednostajnym po orbitach kolistych.

Trzeba zaznaczyć, że system heliocentryczny ogłoszony w dziele *De revolutionibus orbium coelestium* różni się i to dość znacznie od systemu przedstawionego w traktacie *Commentariolus*. Pierwotnie wszystkie planety (za wyjątkiem Ziemi) obiegały Słońce po kołach współśrodkowych (homocentrycznych), unosząc na swych obwodach po dwa epicykle, a Słońce umieszczone było dokładnie w środku kołowego deferensa. Później jednak wielki astronom wprowadził mimośrody dróg planetarnych, umieszczając Słońce poza środkiem deferensa, przez co jeden epicykl okazał się zbędny. Tym nie mniej potrzebował teraz więcej

---

*) Reforma kalendarza w roku 1582 przeprowadzona była na podstawie *Tablic pruskich*, które ułożył Erazm Reinhold w oparciu o dzieło Kopernika.

Okresy obiegów planet po epicyklach i deferensach w systemie geocentrycznym Ptolemeusza i heliocentrycznym Kopernika

Nazwa planety*)	Okres obiegu planety w systemie geocentrycznym		Okres obiegu planety w systemie heliocentrycznym	
	po epicyklu	po deferensie	po epicyklu**)	po deferensie
Słońce	0	1 rok	0	0
Merkury	80 dni	1 rok	0	80 dni
Wenus	9 miesięcy	1 rok	0	9 miesięcy
Ziemia	0	0	0	1 rok
Mars	1 rok	2 lata	0	2 lata
Jowisz	1 rok	12 lat	0	12 lat
Saturn	1 rok	30 lat	0	30 lat

*) Planety uszeregowano zgodnie z systemem heliocentrycznym Kopernika, którego środek zajmuje Słońce (w systemie geocentrycznym Ptolemeusza w środku układu jest nasza planeta, a Słońce znajduje się między deferensami Wenus i Marsa).

**) W systemie heliocentrycznym Kopernika wielkie epicykle okazały się zbędne (występowanie rocznych okresów w ruchach planet jest następstwem tego, że obserwujemy je z Ziemi poruszającej się w ciągu roku dokoła Słońca).

kół do wyjaśnienia ruchów planet, bo rozbudował teorię ruchu osi ziemskiej oraz stwierdził zmiany położenia peryheliów planet.

Pomimo jednak tych braków astronomowie od początków XVII stulecia nie mogli się już obejść bez dzieła Kopernika ani też bez tablic opartych na tym dziele *). Teoria heliocentryczna powoli wprawdzie, lecz nieustannie zdobywała teren. Kolejne pokolenia astronomów dostarczały coraz to nowych argumentów na rzecz koncepcji ruchu obrotowego i obiegowego naszej planety.

Genialne dzieło Kopernika stało się podstawą współczesnej astronomii i wywarło wielki wpływ na rozwój innych nauk przy-

*) Dotychczas ukazało się 16 wydań monumentalnego dzieła Kopernika: 1543 — Norymberga, 1566 — Bazylea, 1617 — Amsterdam, 1854 — Warszawa, 1873 — Toruń, 1879 — Toruń, 1934 — Paryż (pierwsza księga), 1943 — Amsterdam i Turyn, 1944 — Monachium (faksymile autografu), 1947 — Londyn (pierwsza księga), 1949 — Monachium, 1953 — Warszawa (pierwsza księga), 1964 — Moskwa, 1969 — Lipsk (faksymile pierwszego wydania), 1971 — Praga (faksymile drugiego wydania) i 1972 — Warszawa (faksymile autografu).

rodniczych, a nawet i społecznych. Zapoczątkowało bowiem wielkie przemiany w sposobie myślenia ludzkości, ograniczonego dotąd przez wierzenia religijne. Od czasu publikacji tego dzieła rola nauki ciągle wzrastała, przestała ona nareszcie być „pokorną służebnicą Kościoła" — jak napisał Włodzimierz Lenin.

STANISŁAW R. BRZOSTKIEWICZ — Dąbrowa Górnicza

NAJAZD ZIEMIAN NA MARSA

Jeszcze nie tak dawno pasjonowaliśmy się powieścią fantastyczno-naukową pt. *Walka światów*, w której znany pisarz amerykański Herbert G. Wells opisuje najazd Marsjan na Ziemię. I oto staliśmy się świadkami, jak częściowo ziściły się wizje artysty. Różnica między jego wyobraźnią a rzeczywistością polega przede wszystkim na tym, że to Ziemianie najechali Marsa, na razie tylko za pomocą automatycznych sond kosmicznych. Ponadto najazd ten ma charakter wyłącznie pokojowy, Ziemianie bowiem chcą jedynie lepiej poznać swego sąsiada kosmicznego.

Okazją do „najazdu" była ostatnia wielka opozycja Marsa, podczas której zbliżył się on do naszej planety zaledwie na odległość 56,2 mil. km (opozycja wypadła 10 sierpnia 1971 r.). Okoliczność powyższą skrzętnie wykorzystali uczeni radzieccy i amerykańscy, umieszczając na orbicie okołomarsjańskiej trzy sztuczne satelity: Mariner-9, Marsa-2 i Marsa-3 *). Zainstalowana na nich aparatura naukowa przekazała na Ziemię wiele interesujących, nieznanych dotąd danych o strukturze powierzchni Marsa, o temperaturze i składzie chemicznym jego atmosfery, o zjawiskach tam zachodzących.

Pierwszym sztucznym satelitą Marsa stał się amerykański Mariner-9, który z Ziemi wystartował 30 maja 1971 r., aby po 168 dniach lotu znaleźć się u celu podróży. W ruch okołomarsjański został wprawiony 14 listopada i odtąd obiega planetę w ciągu 12 godzin, poruszając się po eliptycznej orbicie (rys.) z perymarsium w odległości 1350 km i apomarsium w odległości 17 920 km. Przekazał on na Ziemię tysiące obrazów powierzchni Marsa i jego dwóch naturalnych satelitów (Phobosa i Deimosa), a także wyniki pomiarów wykonanych za pomocą spektrome-

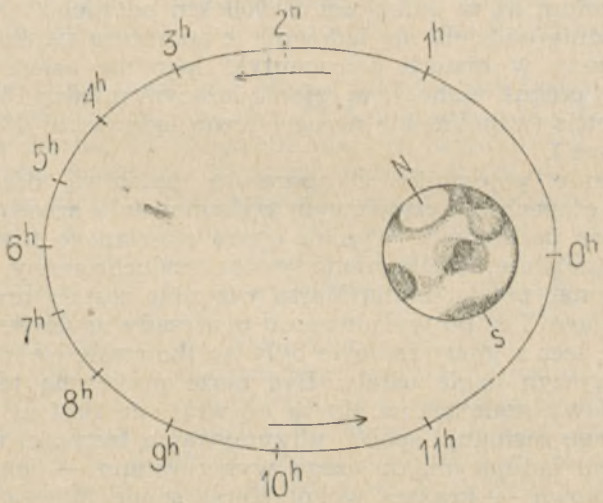
---

*) Mariner — 9 miał mieć swego „bliźniaka", ale start Marinera — 8 nie powiódł się na skutek awarii systemu elektronicznego rakiety nośnej.

trów promieniowania nadfioletowego i podczerwonego oraz rezultaty badań radiometrycznych.

Głównym zadaniem Marinera-9 było dostarczyć na Ziemię około 6500 zdjęć Marsa, mających posłużyć do opracowania bardzo dokładnej mapy jego powierzchni. Ma ona obejmować obszary leżące między 60° szer. południ. a 40° szer. półn., czyli około 70% ogólnej powierzchni planety. Zdjęcia uzyskano za pomocą dwóch kamer telewizyjnych, z których jedna miała obiektyw o ogniskowej 5 cm, druga zaś o ogniskowej 508 cm. W pierwszym więc przypadku zdjęcia obejmują większe obszary Marsa, ale zawierają obiekty dopiero o średnicy powyżej 1 km. Natomiast w drugim przypadku zdjęcia przedstawiają tylko niewielkie fragmenty planety, widać jednak na nich szczegóły nawet o średnicy 100 m.

Swoją misję doskonale spełniły również sondy radzieckie (Mars-2 i Mars-3), które także stały się sztucznymi satelitami



Rys. 1. Okołomarsjańska orbita Marinera 9

Marsa. Pierwsza z nich wystartowała z Ziemi 19 maja 1971 r., a w ruch okołomarsjański została wprowadzona 27 listopada. Obiega ona planetę w ciągu 18 godzin po bardziej eliptycznej orbicie niż Mariner-9, zbliżając się w perymarsium do jej powierzchni na odległość 1380 km, a oddalając się od niej w apomarsium na odległość 25 000 km. Od sondy krążącej wokół

Marsa oddzieliła się plakietka z godłem Związku Radzieckiego i opadła na powierzchnię planety.

Warto w tym miejscu zwrócić uwagę na to, że obie sondy radzieckie wystartowały przed Marinerem-9, a mimo to u celu znalazły się nieco później od niego (Mars-2 po 192 dniach lotu, a Mars-3 po 188 dniach). Po prostu uczeni radzieccy wybrali dłuższą, lecz za to bardziej ekonomiczną trajektotrię. Masa sond radzieckich wynosiła bowiem 4770 i 4650 kg, była więc prawie pięciokrotnie większa od masy Marinera-9 (1014 kg). Aby więc nadać im takie same prędkości, z jaką poruszała się sonda amerykańska, należałoby zastosować dużo silniejsze rakiety. To zaś zwięszyłoby jedynie koszty eksperymentu.

Druga sonda radziecka (Mars-3) wystartowała z Ziemi 28 maja 1971 r. i w ruch okołomarsjański była wprowadzona 2 grudnia. Obiega ona planetę w ciągu 11 dni po bardzo eliptycznej orbicie, której perymarsium znajduje się w odległości 1500 km od Marsa, a apomarsium aż w odległości 50 000 km od niego. Od sondy tej 2 grudnia oddzielił się lądownik z aparaturą naukową i po raz pierwszy w historii astronautyki łagodnie osiadł na południowej półkuli planety, w rejonie leżącym między Phaethontis a Electris (współrzędne areograficzne lądowiska: 158° dług. i —45° szer.).

Lądowanie pojemnika z aparaturą naukową odbyło się w dwóch etapach: po częściowym wyhamowaniu areodynamicznym, które nastąpiło w wyniku oporu stawianego przez marsjańską atmosferę, uruchomiono system spadochronowy, a gdzieś 20—30 m nad powierzchnią Marsa włączone zostały urządzenia amortyzujące. Tuż po wylądowaniu przyrządy naukowe zaczęły pracować, lecz sygnały radiowe były krótkotrwałe i z niewiadomych przyczyn nagle ustały. Być może przyczyną tego była burza pyłowa, szalejąca na Marsie od września 1971 r.

Na uwagę zasługuje sposób utrzymywania łączności radiowej z aparatem lądującym, do czego wykorzystano — jako stację przekaźnikową — krążącą wokół Marsa sondę Mars-3. Aparatura umieszczona na jej pokładzie odbierała sygnały nadawane z aparatu znajdującego się na powierzchni planety i przekazywała je do naziemnego ośrodka kontroli lotu. W ten sposób uniknięto konieczności wyposażenia samego aparatu lądującego w silną i tym samym dużo cięższą stację nadawczą, niezbędną do utrzymywania bezpośredniej łączności z Ziemią.

Żałować należy, że aparatura lądownika przestała działać, bo może byłaby już rozwiązana zagadka, która nurtuje ludzi od stu prawie lat: czy na Marsie istnieje życie? Eksperyment ten bę-

dzie miał jednak duże znaczenie dla dalszego podboju planety, gdyż uzyskane doświadczenie zostanie przecież wykorzystane przy budowie następnych aparatów. Toteż można mieć nadzieję, iż odpowiedź na powyższe pytanie otrzymamy jeszcze w tym dziesięcioleciu. W każdym razie winniśmy ją mieć przed lądowaniem ludzi na Marsie, co — jak się dziś przypuszcza — nastąpi w latach osiemdziesiątych naszego stulecia.

Na razie musimy się zadowolić danymi, jakie przekazały na Ziemię pierwsze sztuczne satelity Marsa. A uzyskany przy ich pomocy materiał jest niezwykle interesujący i rzuca nowe światło na przyrodę planety. Już bowiem pobieżna analiza tych danych wykazała, że pod względem topograficznym Mars jest mniej podobny do Księżyca aniżeli sądzono na podstawie materiałów uzyskanych przez poprzednie Marinery. Występują tam wprawdzie typowo księżycowe formacje (kratery, szczeliny), ale są również utwory podobne do ziemskich (wulkany, masywy górskie). Odkryto także formacje specyficzne dla Marsa i ich odpowiedników nie znajdujemy na Księżycu ani na Ziemi.

O tym, że powierzchnia Marsa pokryta jest licznymi kraterami, dowiedzieliśmy się już w 1965 r., kiedy to Mariner-4 przekazał na Ziemię 21 fotografii planety, wykonanych zaledwie z odległości 9846 km. Pierwsze jednak szczeliny, uderzająco podobne do szczelin księżycowych, odkryto dopiero na zdjęciach Marinera-9. Mają one (około) 1800 km długości i 1,5 km szerokości, a położone są w rejonie Mare Sirenum (współrzędne areograficzne: 155° dług. i —30° szer.). Z wyglądu przypominają szczeliny Cauchy'ego na Księżycu, znajdujące się w północno-wschodniej części Mare Tranquillitatis.*)

Drugim obiektem „księżycowym" na Marsie jest dolina w rejonie Nodus Gordii (współrzędne areograficzne: 130° dług. i —5° szer.), mająca około 700 km długości. Jest ona podobna do krętych dolin na Księżycu albo raczej do znanej doliny Schrötera, położonej na północ od kraterów Arystarcha i Hipparcha. Mechanizm ich powstania jest zapewne taki sam, chociaż nie wiemy jeszcze nic pewnego na ten temat. Być może powstały one na skutek zapadnięcia się stropów tuneli lawowych lub są korytami w twardszym podłożu, utworzonymi przez strumienie lawy. Trudno bowiem przypuszczać, aby to były koryta wyschniętych rzek. Wiadomo przecież, że woda na Księżycu w ogóle nie występuje, a w atmosferze Marsa jest jej bardzo mało.

---

*) Zdjęcie na okładce.

Typowym obiektem „ziemskim" na Marsie okazała się natomiast formacja Nix Olympica (współrzędne areograficzne: 130° dług. i +20° szer.), która z Ziemi widoczna jest w postaci jasnej plamy. Dotychczas sądzono, że są to szczyty masywu górskiego, położonego na wschodnim skraju pustyni Amazonis. W rzeczywistości zaś jest to wulkan tarczowy o średnicy około 500 km i wysokości co najmniej 6 km, podobny do wulkanu Mauna Loa na Wyspach Hawajskich. Na zdjęciach tego utworu, otrzymanego za pomocą Marinera-9, można rozróżnić długie strumienie lawy i zapadnięte tunele lawowe, jakie występują także u ziemskich wulkanów tego typu. Jest to obecnie największy znany nam wulkan tarczowy, wspomniany bowiem Mauna Loa ma średnicę o połowę mniejszą.

Ciekawą formację, niepodobną do żadnych utworów ziemskich ani księżycowych, odkryto w okolicy Phoenicis Lacus (współrzędne areograficzne: 110° dług. i —12° szer.). Jest to kraina pokryta osadami pochodzenia wulkanicznego, chaotycznie popękana, przez co z wyglądu przypomina skórę słonia. Specyficznym także utworem, nie spotykanym na Ziemi ani na Księżycu, jest dolina w rejonie Tithonius Lacus (współrzędne areograficzne: 85° dług. i —5° szer.). Z jednego jej brzegu wybiegają liczne kaniony, przy drugim zaś usadowiło się szereg kraterów, leżących wzdłuż doliny.*) Wydaje się, że w formowaniu się tej doliny dużą rolę odegrało działanie atmosferyczne.

O dość silnej erozji atmosferycznej na Marsie świadczą też profile kraterów, które są o wiele bardziej „płaskie" niż na Księżycu. Dowodzi to, że zjawisko erozji przebiega tam bardziej intensywnie aniżeli dawniej przypuszczano. Wprawdzie marsjańska atmosfera jest bardzo rzadka (ciśnienie przy powierzchni wynosi zaledwie 4—8 milibarów), to jednak wieją tam silne wiatry, przenoszące ogromne ilości pyłu na wielkie odległości. Świadczy o tym chociażby przebieg ostatniej burzy pyłowej na Marsie, kiedy to szybkość wiatru dochodziła do 360 m/s. Wypadła ona w okresie, gdy na południowej półkuli planety było lato.

W tym miejscu należy dodać, że najsilniejsze wiatry wieją na Marsie wówczas, gdy na jego południowej półkuli panuje lato. Jest ono dużo cieplejsze niż lato na półkuli północnej, ponieważ wypada w okresie przejścia planety przez peryhelium orbity **).

---

*) Zdjęcie na okładce.

**) Mars posiada orbitę o stosunkowo dużym mimośrodzie (0,093379), toteż w peryhelium jest o około 42,6 mil. km bliżej Słońca niż w aphelium.

Wiatry wieją wtedy z północy na południe, przenosząc masy powietrza do obszarów niskiego ciśnienia. Wtedy występują na Marsie silne burze pyłowe, które z Ziemi obserwujemy w postaci żółtych obłoków lub całkowitego zamglenia powierzchni planety. Ostatnia burza spowodowała właśnie, że początkowo sztuczne satelity przekazywały zdjęcia nieostre, jakby nieco rozmazane.

Burze pyłowe oraz duże wahania temperatury odgrywają ważną rolę w kszałtowaniu reliefu Marsa. Pył najprawdopodobniej jest zwiewany z obszarów górzystych i osadzany na równinach oraz na dnach rozległych kotlin. Przykładem może być kotlina Hellas (współrzędne areograficzne: 290° dług. i —40° szer.), mająca około 1600 km średnicy i głębokość dochodzącą do 3 km (w stosunku do zerowego poziomu planety). Na jej dnie zupełnie nie widać kraterów, bo zapewne zakrywa je gruba warstwa osadów pyłowych. Trudno przecież przypuszczać, żeby w tej okolicy Marsa nigdy nie spadały meteoryty i nie wytworzyły kraterów.

Wiatr i pył są być może odpowiedzialne również za wygląd tych obszarów Marsa, które niekiedy widoczne są w postaci ciemnych plam, innym znów razem jako jasne obiekty. Trudno dziś przyjmować, aby zmiany te były wywoływane wegetacją roślin, jak dawniej sądzono. Zmiany te mogą powstawać na skutek zachodzących w gruncie procesów fizyczno-chemicznych lub — co jest bardziej prawdopodobne — w wyniku cyklicznego transportu pyłu. W pewnych okresach może on być zwiewany z tych okolic, a po ustaniu burzy znów osiada na tych samych miejscach.

Ciekawe jest pochodzenie samego pyłu na Marsie, który występuje tam w dużych ilościach. Zapewne część jego powstała na skutek kruszenia się skał w wyniku działania wiatru i wahań temperatury, ale znaczna część winna być pochodzenia meteorytowego. Mars bowiem posiada na tyle gęstą atmosferę, żeby upadające meteoryty zostały wyhamowane w takim stopniu, iż podczas przelotu przez atmosferę ani też po upadku na powierzchnię planety nie wyparowują, jak to się dzieje na Ziemi lub na Księżycu. Atmosfera ziemska jest tak gęsta, że większość meteorytów wyparowuje już w atmosferze, a na powierzchnię Ziemi upadają jedynie większe bryły. Księżyc natomiast pozbawiony jest całkowicie atmosfery, toteż meteoryty upadają na jego powierzchnię z prędkością dziesiątek km/s. Przy takiej zaś szybkości dochodzi nie tylko do wyparowania upadającego meteorytu, ale i skorupy księżycowej w miejscu

upadku, która ucieka w przestrzeń kosmiczną bezpowrotnie. Jedynie w wyjątkowych przypadkach materia meteorytowa pozostaje na Księżycu, jak tego dowodzą przywiezione na Ziemię próbki jego gruntu, w których materii meteorytowej jest bardzo mało.

Głównym składnikiem atmosfery Marsa — jak to wynika z pomiarów wykonanych za pomocą sond kosmicznych — jest dwutlenek węgla. Niektórzy sądzą nawet, że czapy polarne planety nie są utworzone z lodu wodnego, lecz z zamarzłego dwutlenku węgla. Gaz ten ulatnia się z wnętrza planety, gdzie powstaje jako produkt działalności wulkanicznej. Z tego zaś wynika, że Mars otoczony jest wtórną atmosferą. Głównymi bowiem składnikami pierwotnych atmosfer planetarnych był wodór i hel. Są to jednak lekkie gazy, toteż łatwo uciekły w przestrzeń kosmiczną od tak małej planety. Mógł tam jedynie pozostać neon, wchodzący także w skład pierwotnej atmosfery, którego jednak dotychczas nie wykryto w atmosferze marsjańskiej.

O działalności wulkanicznej na Marsie w przeszłości świadczy nie tylko duża zawartość dwutlenku węgla w jego atmosferze, ale również pewne formacje na powierzchni planety. Dziś zresztą już chyba nikt nie wątpi, że kiedyś występował tam silny wulkanizm. Ciągle jednak nie wiemy, czy i w jakim stopniu Mars jest pod tym względem aktywny dziś. Ma ku temu dużo większe możliwości niż glob księżycowy, a wyprawa Apollo-15 stwierdziła, że wulkanizm na Księżycu był czynny jeszcze przed 2,5 miliardami lat. Nie jest zresztą wykluczone, czy i dziś nie występuje tam słaba działalność wulkaniczna. A przecież na dużo większym globie, jakim jest Mars, istnienie czynnej działalności wulkanicznej jest jeszcze bardziej możliwe.

Być może przejawy działalności wulkanicznej na Marsie wykazują obecnie pewne obszary w okolicy formacji Nix Olympica i Cerberus, które podczas tamtejszej nocy mają temperaturę o 12—14°C wyższą niż najbliższe otoczenie (pomiary wykonano za pomocą Marinera-9 i Marsa-3). Mogą to wprawdzie być tylko regiony pokryte gruntem o większej zdolności akumulacji ciepła, podobne do tych, jakie znajdują się na Księżycu w okolicy krateru Mösting C. Ale przyczyny powstawania tego zjawiska można także dopatrywać się w źródłach ciepła, wydzielanego z wnętrza globu marsjańskiego, czyli w objawach jego działalności wulkanicznej.

Należy mieć nadzieję, że analiza materiałów otrzymanych za pomocą sztucznych satelitów Marsa wyjaśni nie tylko tę zagadkę, ale również wiele innych problemów. Musimy jednak być

cierpliwi, ponieważ tym razem uczeni, zarówno amerykańscy jak i radzieccy, są wyjątkowo powściągliwi w udostępnianiu wyników badań. Idzie zapewne o to, aby do publicznej wiadomości nie przedostawały się jakieś niepewne informacje i nie wywoływały sensacyjnych komentarzy. Tak właśnie było w 1969 r., kiedy to niewłaściwie interpretowano dane z Marinerów i ogłoszono ponętną — z uwagi na możliwość istnienia życia na Marsie — wiadomość, że w jego atmosferze znajduje się metan i amoniak.

Oczywiście, pierwsze sztuczne satelity Marsa nie wyjaśnią wszystkich problemów. Jednakże należy się spodziewać następnych eksperymentów już w latach 1973 i 1975, kiedy to wypadną kolejne opozycje planety (w pierwszym przypadku Mars zbliży się do Ziemi na odległość 65,2 mil. km, w drugim zaś na odległość 84,6 mil. km). Na orbicie okołomarsjańskiej pojawią się niewątpliwie kolejne sztuczne satelity, a na powierzchni planety wylądują doskonalsze pojemniki z aparaturą naukową. A zatem już w najbliższych latach otrzymamy dalsze informacje, które odsłonią być może niejedną zagadkę Marsa.

KRONIKA

Osobliwe cechy pulsara rentgenowskiego Cyg X-1

W styczniu br. łączna liczba skatalogowanych źródeł kosmicznych promieniowania rentgenowskiego doszła już do 116. Z tego 75 źródeł okazało się leżeć w pobliżu równika galaktycznego, dziesięć zaś utożsamiono z przeróżnymi obiektami pozagalaktycznymi, m. in. z galaktyką w Andromedzie. Wśród źródeł promieniowania rentgenowskiego istnieją tak rozciągłe, jak gromada galaktyk w Warkoczu Bereniki (Coma). Wydaje się, że istnienie tła rentgenowskiego można wyjaśnić w oparciu o hipotezę superpozycji promieniowania X pochodzącego z różnych galaktyk.

Jeśli chodzi o źródła rentgenowskie w naszej własnej Galaktyce, to warto zwrócić uwagę na specjalną ich klasę, tzw. pulsary rentgenowskie. Cechami swymi wydają się one przynależeć do klasy pulsarów, choć w pełni jednoznaczna identyfikacja pulsującego źródła promieniowania X z pulsarem znanym z innych zakresów widma dokonana została, jak dotąd, jedynie dla pulsara z Mgławicy Krab o numerze katalogowym NP 0532. Dwa następne, również dość regularne pulsary rentgenowskie, znajdują się w gwiazdozbiorze Centaura (Cen X-3) i Herkulesa (o okresie 1,247 s, odkryty w tym roku). Pulsacje promieniowania rentgenowskiego z pulsara Cen X-3 interpretuje się przypuszczając, że mamy tu do czynienia z nałożeniem się dwóch okresów, równych odpowiednio 2,09 doby i 4,83 sekund.

O wiele trudniej przedstawia się kwestia interpretacji wyników dla następnego pulsara rentgenowskiego, znajdującego się w gwiazdozbiorze Łabędzia. Mniej więcej rok temu pojawiły się na łamach czasopism

naukowych pierwsze, sprzeczne z sobą nieraz wyniki oszacowań okresu pulsacji: od 73 milisekund do 1,1 sekundy. Trudno było wszystkie te dane z sobą powiązać. Grupa Gursky'ego zdecydowała się na zebranie dalszego materiału obserwacyjnego przy użyciu sztucznego satelity Uhuru. Analiza fourierowska uzyskanych danych wykazała występowanie większej liczby składowych okresowych, z okresami od 0,1 do 10 sekund. Zadziwiające jest to, że żaden z tych okresów nie występował przez cały czas, za który zebrano dane. Indywidualne ciągi impulsów zamierały niekiedy już po upływie pół minuty. Można więc sądzić, że wszystkie poprzednie sprzeczności wiążą się z tym, iż za każdym razem obserwowano pulsar zbyt krótko, zebrano więc informacje tylko o jednym z wielu okresów. Trudno stworzyć oczywiście jakiś rozsądny i prosty model pulsara o tak wielu okresach.

W związku z tym na znaczeniu nabierają sugestie pani Webster i Murdina z Obserwatorium Greenwich, jakoby pulsar Cyg X-1 mógł być ogromną czarną jamą, krążącą wokół gwiazdy-olbrzyma. Czarne jamy mają to być, zgodnie z sugestiami teoretycznymi, końcowe fazy ewolucji gwiazd, które uległy zapaści grawitacyjnej i są dziś niewidoczne bezpośrednio, w wyniku niebywałego wprost zagęszczenia materii we wnętrzu pole grawitacyjne wokół takiego obiektu jest tak silne, iż nie ma mowy o tym, by mogło wymknąć się z wnętrza czy nawet powierzchni czarnej jamy jakiekolwiek promieniowanie. Tym jedynym, co może pozostać po zapadniętej w ten sposób gwieździe, będzie jej zewnętrzne pole grawitacyjne. Czarna jama może wobec tego stanowić składową układu podwójnego. Nie można jej bezpośrednio dostrzec, obecność jej w układzie prowadzić będzie jednak do pewnych efektów, które można przewidzieć i porównać z wynikami obserwacji.

Faktem, który naprowadził dwoje astronomów brytyjskich na powyższą sugestię, było utożsamienie przez nich źródła rentgenowskiego Cyg X-1 z nadolbrzymem, dla którego uzyskali następnie widma optyczne. Analiza tych widm wskazała z kolei na sinusoidalny charakter pozornej prędkości gwiazdy; okres wynosił 5,6 doby. Istotnym stwierdzeniem było także to, że zmiany prędkości pozornej wiązały się wyraźnie w czasie z odpowiednimi fluktuacjami natężenia promieniowania rentgenowskiego.

Zmiany szybkości pozornej można było interpretować dwojako: Albo gwiazda pulsuje radialnie, albo też porusza się dookoła innej gwiazdy, bezpośrednio niewidocznej. Możliwość pulsacji radialnych powinna prowadzić do takich zmian w natężeniu różnych linii widmowych, które powinny być obserwowane; tymczasem tak nie jest. Wydaje się natomiast, że analiza zachowania się układu podwójnego, którego jedną składową stanowi omawiany już nadolbrzym (o masie przewyższającej co najmniej dziesięciokrotnie masę Słońca), prowadzi do pewnych, sprawdzonych już konsekwencji. Otóż z rozważań dynamicznych wynika, że niewidoczna składowa układu podwójnego musi mieć masę równą co najmniej 2,5 masom słonecznym i powodować będzie występowanie ogromnych przypływów w atmosferze widzialnego nadolbrzyma. Należy się spodziewać stopniowej utraty atmosfery przez nadolbrzyma; wypływająca z niego materia spadać będzie w kierunku drugiej składowej. Ze zjawiskiem tym łączy się z pewnością w jakiś sposób emisja promieniowania rentgenowskiego; możliwe mechanizmy są dość złożone, nie będziemy więc ich tu opisywać. Szybkość zmian natężenia promieniowania rentgenowskiego wskazuje, jak się zdaje, na małe rozmiary niewidocznej składowej układu podwójnego. W zasadzie mogłaby to być albo gwiazda neutronowa, albo biały karzeł; zgodnie jednak z przyjmowanymi obecnie modelami dla

tych obiektów masa owej niewidocznej składowej musiałaby być przynajmniej o połowę mniejsza od masy otrzymanej z rozważań dynamicznych. Jedyne, co pozostaje, to przyjęcie, iż owa niewidoczna składowa jest czarną jamą. Analiza powyższa wskazuje na osobliwy charakter źródła rentgenowskiego Cyg X-1. Czy należy ono do istotnie nowej klasy obiektów, okaże przyszłość. Na razie można ograniczyć się do wzięcia w cudzysłów słowa pulsar, gdy mowa o tym źródle.

(Wg Nature 1972, **235**, 37).

B. KUCHOWICZ

Kolejny kwazar w pobliżu galaktyki

Od dłuższego już czasu istnieją tendencje do ustalenia więzi genetycznej pomiędzy kwazarami, a znajdującymi się w ich pobliżu galaktykami. I tak np. Arp sugeruje, że podczas wybuchów w jądrach galaktyk wyrzucone zostają zgęstki materii, widoczne później jako kwazary i różniące się dość istotnie swym poczerwienieniem od macierzystych galaktyk. Problematykę tę przedstawiałem już w ub. roku w dwu notkach na łamach *Uranii* (nr 11—12/1971, str. 301/302). Obecnie warto przedstawić nowy fakt obserwacyjny, który wydaje się świadczyć przeciwko kosmologicznej interpretacji poczerwienień kwazarów. Grupa astronomów (Arp, pani Burbidge i in.) doniosła o zidentyfikowaniu radioźródła 3C 455 jako kwazara. Radioźródło to leży w odległości 23″ od galaktyki NGC 7413, którą uważano do niedawna za jego optyczny odpowiednik. Dokładne pomiary położenia wskazały jednak, że tak nie jest, analiza zaś zdjęć (wykonanych przy użyciu 200-calowego teleskopu z Obserwatoriów im. Hale'a) i widm przyniosła utożsamienie radioźródła z niewielkim obiektem błękitnym (wielkości gwiazdowej pomiędzy 19,5 a 20), charakteryzującym się wartością poczerwienienia z = 0,543. Tymczasem analogiczne przesunięcie długości dla światła z galaktyki NGC 7413 równe jest zaledwie z = 0,0332. Do niedawna taka różnica „redshiftów" wystarczałaby, by uznać jakiekolwiek powiązanie między obu tymi obiektami za wykluczone. Ostatnio jednak sprawa nie wygląda tak prosto, zwłaszcza w świetle niedawno przeprowadzanych analiz, wskazujących na to, że istnienie jakiegoś jednego, powszechnego związku pomiędzy poczerwienieniem a odległością jest co najmniej bardzo wątpliwe. Czyżby więc odkryty w pobliżu galaktyki NGC 7413 kwazar był produktem eksplozji w jej wnętrzu?

(Wg *Astrophys. J. Lett.*, 1972, **171**, L 41).

B. KUCHOWICZ

Anomalie zawartości helu na powierzchni gwiazdy osobliwej CU Vir

W atmosferach gwiazd osobliwych klasy A wielokrotnie obserwowano obniżoną zawartość (obfitość) helu. Jak wiadomo, linie helu dają się obserwować dla temperatur efektywnych powyżej 10—12 tys. stopni; anomalie w obfitości helu wyznacza się więc jedynie dla gorętszych gwiazd Ap (z grupy manganowej i krzemowej), w rodzaju gwiazdy krzemowej CU Vir (czyli HD 124 224). Wyniki badań nad szerokością równoważną różnych linii helu w fazie minimum i maksimum dla tej gwiazdy przedstawiła W. Chochłowa. Wniosek, jaki otrzymała, można sformułować następująco: Na powierzchni gwiazdy CU Vir, a być może i innych gwiazd krzemowych, istnieją obszary o normalnej obfitości helu, obok obszarów o obniżonej zawartości helu, w których za to zawartość krzemu jest wyższa od normalnej. W ramach istniejących dotychczas hipotez, do-

tyczących gwiazd osobliwych, trudno wskazać przyczynę tego rodzaju rozmieszczenia helu na powierzchni gwiazdy. Wysunięta ostatnio przez Michauda hipoteza grawitacyjnego rozdzielenia pierwiastków na powierzchni gwiazdy z silnym polem magnetycznym, przeciwdziałającym konwektywnemu wymieszaniu składu materii, mogłaby tłumaczyć opadnięcie helu na większe głębokości. Istnieją jednak pewne zastrzeżenia wobec tej hipotezy.

(Wg *Astron. Żurnał* 1971, 48, 939).

T. SZYMCZAK

Ciśnienie atmosferyczne na Marsie

Dwóch astronomów z Instytutu im. Szternberga zastosowało metodę spektroskopową do wyznaczenia całkowitego ciśnienia w atmosferze marsjańskiej i zawartości w niej dwutlenku węgla. Metoda ta opiera się na wyznaczeniu w widmie planety szerokości równoważnych dla dwóch pasm linii CO_2. Wykorzystując pasma 1,2; 1,6 i 2,05 μm uzyskano całkowite ciśnienie w pobliżu powierzchni równe ok. 5 mb. Dwutlenek węgla okazuje się najbardziej rozpowszechnionym gazem w atmosferze Marsa.

(Wg *Astron. Żurnał* 1971, 48, 1038).

T. SZYMCZAK

Czy odwrócenie biegu rzek syberyjskich wpłynie na obrót Ziemi?

W ostatnich latach przywiązuje się coraz więcej wagi do możliwości szkodliwego wpływu człowieka na przyrodę. Kampania o ochronę środowiska naturalnego człowieka zatacza coraz szersze kręgi. W związku z tym analizuje się nieraz ewentualne konsekwencje, jakie mogą wyniknąć z zaplanowanych przedsięwzięć. I tak np. przed paru laty pojawiły się wątpliwości w kwestii znanego projektu radzieckiego dotyczącego odwrócenia biegu rzek syberyjskich (Ob i Jenisej), które miałyby nawodnić obszary Kazachstanu i Azji Centralnej. Pewne związane z tym efekty miałyby doprowadzić do spowolnienia obrotu Ziemi wokół osi. Wyrażono obawy, czy to spowolnienie obrotu i związane z tym wydłużenie doby nie będą zbyt wielkie i czy realizacja projektu nie będzie stanowić niepożądanej ingerencji człowieka w zjawiska naturalne. Ponieważ obawy te nie były poparte żadnymi ilościowymi oszacowaniami, należało te ostatnie przeprowadzić, choćby dlatego by się przekonać o słuszności bądź niesłuszności tych obaw. Wszystkim tym zajął się w ogłoszonej niedawno pracy J. W. Batrakow z Instytutu Astronomii Teoretycznej AN ZSRR. Ocenił trzy najważniejsze efekty, spowodowane odwróceniem biegu rzek syberyjskich.

Pierwszy z tych efektów — to zmiana szybkości kątowej Ziemi w rezultacie nagromadzenia się większych ilości wód gruntowych na ograniczonym obszarze powierzchni Ziemi (w tym przypadku chodzi o obszary radzieckiej Azji Centralnej). Okazuje się, że nagromadzenie się wód gruntowych o objętości ok. 1000 km^3 na szerokości geograficznej 45° doprowadzi do podwyższenia szybkości obrotu Ziemi o mniej więcej jedną dziesięciomiliardową jej część. Jeśli zaś chodzi o sezonowe zmiany szybkości obrotu Ziemi, wywołane okresowym przemieszczaniem się mas powietrza, to są one przynajmniej sto razy większe. Widać więc, że zmiana szybkości obrotu Ziemi spowodowana nagromadzeniem się wód gruntowych w obszarach dotychczas suchych nie odgrywa roli w porównaniu z naturalnymi fluktuacjami tej szybkości.

Drugi efekt wiąże się ze zmianami siły Coriolisa. Projekt przewiduje pobór wody z górnego i średniego biegu rzek (Ob i Jenisej) w łącznej objętości ok. 200 km^3 rocznie i skierowanie tej wody kanałem najpierw na zachód, a następnie na południe. W wyniku zmniejszenia ilości wody, płynącej na północ, zmniejszy się siła Coriolisa, spowodowana przepływem wód Obu i Jeniseju. Doprowadzi to do pewnego spowolnienia obrotu Ziemi. Jednocześnie przepływ wody kanałem na południe wprowadza dodatkową siłę Coriolisa, również spowalniającą obrót Ziemi. W wyniku łącznego działania obu tych czynników przez okres tysiąca lat dojdzie do zmniejszenia szybkości obrotu Ziemi o mniej więcej trzy stumilionowe części jej dotychczasowej wartości. Byłoby to w przybliżeniu pięciokrotnie mniej, niż by się można spodziewać z naturalnego mechanizmu spowalniania obrotu Ziemi. (Jak wiadomo bowiem, stwierdzone wydłużenie wiekowe doby wynosi ok. 0,0014 s na 100 lat). Wprawdzie efekt spowolnienia obrotu Ziemi, wywołany odwróceniem biegu rzek syberyjskich, jest o przynajmniej dwa rzędy większy od efektu przyspieszenia obrotu, wynikającego z dalszych konsekwencji tego odwrócenia, oba te efekty łącznie nie mają znaczniejszego wpływu na obrót Ziemi. Wykazano także, iż wahania osi obrotu Ziemi, spowodowane nagromadzeniem się wód gruntowych w obszarach Azji Centralnej, nie odgrywają roli w porównaniu z naturalnymi wahaniami tej osi. Projekt odwrócenia biegu rzek nie grozi więc zakłóceniem czy też długofalowymi zmianami w obrocie Ziemi.

(Wg *Astron. Żurnał* 1971, 48, 1079).

T. SZYMCZAK

Nowa planetoida

27 marca 1971 r. amerykański astronom Jerels badający na Palomar planetoidy z rodziny trojańczyków odkrył 48 calową kamerą Schmidta nową planetoidę o jasności 16—17^m. Oznaczono ją 1971FA. Odkrycie nie byłoby niczym specjalnie interesującym gdyby nie ciekawa orbita planetoidy. Mianowicie jej peryhelium znajduje się w odległości 84 mln. km od Słońca, a aphelium aż 560 mln. km. (Jedno okrążenie planetoidy wokół Słońca trwa 1,76 lat, a nachylenie płaszczyzny orbity ma wartość 22°). Rzecz jasna, że planetoida ta może się bardzo zbliżać do Ziemi i np. w momencie odkrycia była od nas odległa tylko o kilka milionów km. Dalsze badania wykazały, że planetoida zmienia jasność w granicach $0^m,8$ w okresie 8^h34^m czyli taki jest czas trwania jednego jej obrotu.

Wg *Sky and Telescope* 1971, 41, 6.

A. MARKS

Z PRAC GŁÓWNEJ KOMISJI LUDOWYCH OBSERWATORIÓW ASTRONOMICZNYCH I PLANETARIÓW

Pawilony astronomiczne

Pawilony dla astronomicznych instrumentów obserwacyjnych stanowią niewątpliwie kategorię budowli posiadających swoją bardzo wyraźną specyfikę. Wynika to oczywiście z wymogów narzucanych przez cele wyko-

nywanych w nich obserwacji astronomicznych. A ponieważ bywają one różne, więc i pawilony różnią się między sobą, choć mają przecież wiele cech wspólnych.

Pierwsze pawilony mieszczące instrumenty astronomiczne pojawiły się na przełomie XVI i XVII w. Od tego czasu przeszły one długą drogę ewolucyjną dochodząc dziś do form nie tylko udoskonalonych, ale też i dość znacznie zróżnicowanych. O ile doskonalenie pawilonów było spowodowane wzrostem wymagań obserwacyjnych, to ich różnicowanie się było następstwem powstawania coraz to nowych typów instrumentów. Pod tym względem szczególnie owocne było ostatnie stulecie.

Dawne pawilony obserwacyjne były pierwotnie sytuowane zazwyczaj wprost na budynkach obserwatoriów, lub stanowiły wraz z nimi jedną zwartą całość. Jednak już w pierwszej połowie XIX w. pojawiła się tendencja do oddzielenia pawilonów obserwacyjnych od budynków i stawiania ich wprost na ziemi. Jednocześnie pojawiła się dążność do lokalizowania obserwatoriów astronomicznych poza obrębem miasta. Wraz z coraz szybszym rozwojem miast i związanego z nim przemysłu obie te tendencje przybierały na sile, bowiem warunki obserwacyjne w miastach pogarszały się coraz szybciej. Przez długi jednak czas budowanie obserwatoriów poza obrębem miast było hamowane trudnościami komunikacyjnymi. Ograniczano się więc najczęściej do lokalizowania obserwatoriów na peryferiach miast. Dziś, gdy trudności komunikacyjne, praktycznie rzecz biorąc, znikły, nie jest problemem postawić obserwatorium w odległości kilkudziesięciu kilometrów od miasta. Niestety w obrębie miast muszą nadal pozostawać obserwatoria uniwersyteckie, są bowiem wykorzystywane również dla celów dydaktycznych. Zresztą trafia się i dziś, że gdy wymogi obserwacyjne nie są zbyt wygórowane, stawia się pawilon obserwacyjny po staremu na budynku obserwatorium, choć trzeba przyznać, że jest to przypadek coraz rzadszy.

Pawilon obserwacyjny stojący oddzielnie, a nie na budynku, jest stabilniejszy jak również nie podlega jego bardzo niekorzystnym wpływom termicznym. Odsunięcie zaś obserwatorium przynajmniej na peryferie miasta chroni je przed termicznymi wpływami gęsto zabudowanych terenów, wstrząsami wywołanymi przez przejeżdżające pojazdy, przed zadymieniem i zapyleniem jak również przed nadmiernym oświetleniem.

Współczesny pawilony obserwacyjny spełnia podwójną rolę, jest mianowicie zarówno miejscem, gdzie jest ustawiony instrument jak i jego osłoną przed wpływami zewnętrznymi. W związku ze swym pierwszym zadaniem powinien on posiadać odpowiednio stabilny fundament, na którym stoi instrument, przy czym właściwy pawilon stanowiący osłonę w zasadzie nie powinien się stykać z fundamentem. Chodzi tu o to, aby wszelkie drgania czy ruchy pawilonu wywołane czynnikami zewnętrznymi nie przenosiły się na fundament a tym samym na instrument. Warunek ten jest przestrzegany szczególnie rygorystycznie w przypadku pawilonów dla precyzyjnych instrumentów astronomicznych. Znacznie liberalniej traktuje się tę zasadę w przypadku instrumentów astrofizycznych, gdzie przecież chodzi o ilościowe i jakościowe badanie światła przychodzącego od ciał niebieskich. Zawsze jednak stawia się duże wymagania samemu pawilonowi jako osłonie przed czynnikami zewnętrznymi. Po pierwsze pawilon powinien stanowić możliwie dobrą izolację od zmian temperatury zewnętrznej chroniąc instrument w pierwszym rzędzie przed zbytnim nagrzaniem się w ciągu dnia. Po drugie pawilon powinien posiadać możliwie małą pojemność cieplną, tak aby mógł

możliwie szybko ostygnąć przed obserwacją, jest bowiem rzeczą niedopuszczalną, aby w trakcie obserwacji wnętrze pawilonu posiadało temperaturę wyższą, niż otoczenie. Tam, gdzie szczególnie zależy nam na małej pojemności cieplnej, ograniczamy do minimum wszelkie wystające ponad ziemię partie ceglane czy betonowe zastępując je drewnem, blachą i izolacją termiczną.

Osobnym zagadnieniem jest kształt pawilonu wynikający nie tyle z funkcji, jaką spełnia instrument obserwacyjny, ile raczej ze stopnia jego swobody. Tak więc pawilonom teleskopów zenitalnych wystarcza w zasadzie rozsuwany dach, choć pożyteczne jest także częściowe otwieranie ściany południowej i północnej. W przypadku zaś instrumentów południkowych (instrument przejściowy, koło południkowe i wertykalne) pawilony mają kształt półcylindryczny. Półcylinder ten rozsuwa się na boki tworząc w płaszczyźnie południka szeroki otwór dla celów obserwacyjnych. Jednakże większość instrumentów posiada pełną swobodę ruchów pozwalającą na skierowanie lunety w dowolnym kierunku. One to wymagają obrotowych i otwieranych kopuł umożliwiających obserwacje w dowolnym kierunku. W zasadzie kopuła ma rozsuwane po szynach pokrywy dachowe, choć czasem trafiają się inne rozwiązania.

Wielkie kopuły teleskopów-gigantów mają wysokości i średnice rzędu kilkudziesięciu metrów. W dolnych kondygnacjach zawierają one liczne pomieszczenia pomocnicze, z których część jest przeznaczona na aparaturę sterującą ruchem zarówno teleskopu jak i kopuły.

W przypadku obserwacji Słońca trzeba czasem użyć lunety o bardzo długiej ogniskowej dochodzącej nawet do kilkudziesięciu metrów. Ponieważ jednak budowanie ruchomej lunety tej długości byłoby niecelowe, instaluje się lunetę nieruchomą, poziomą lub pionową. W pierwszym przypadku powstaje teleskop horyzontalny, w drugim — wieżowy. Oczywiście w obu tych przypadkach światło od Słońca musi być rzucane do obiektywu lunety przez ruchomy system zwierciadeł zwany celostatem.

Pawilon teleskopu horyzontalnego jest podłużnym budynkiem skierowanym w kierunku północ-południe. Jego południowe zakończenie jest odsuwane, tam bowiem znajduje się celostat. Natomiast teleskop wieżowy jest albo pełną pionową budowlą, albo ażurową wieżą, przy czym celostat znajduje się na szczycie w obrotowej kopule. Trzeba jednak zauważyć, że budowla nadziemna jest jedynie częścią tego rodzaju pawilonu. Znaczna jego część wchodzi głęboko pod ziemię i tam znajdują się odizolowane od zmiennych wpływów zewnętrznych pomieszczenia dla aparatury naukowej.

Na osobne omówienie zasługują obserwatoria ludowe a więc popularne, jak również miłośnicze pawilony astronomiczne. Tu oczywiście wymogi obserwacyjne są mniej surowe, natomiast na plan pierwszy wysuwają się inne aspekty.

Obserwatoria ludowe są nastawione nie tylko na miłośnicze obserwacje, ale również na szeroką akcję popularyzacyjną. Trzeba więc przy ich urządzaniu pamiętać, że przewija się przez nie sporo osób. Zatem pawilon lub pomieszczenie zawierające lunetę powinien być na tyle obszerny, aby mógł pomieścić sporą grupę uczestników pokazów nieba. Można nawet zrezygnować z klasycznej kopuły instalując odsuwany na szynach dach. Można pójść jeszcze dalej ustawiając lunetę na tarasie lub nawet na położonej na ziemi płycie betonowej osłaniając samą lunetę lekkim pawilonikiem całkowicie odsuwanym po szynach. Jedna ze ścian takiego pawilonu jest dwuskrzydłowymi drzwiami, po otwarciu których cały pawilonik daje się łatwo odsunąć na bok. W tych warunkach uczestnicy

pokazu mają zupełnie swobodny dostęp do lunety a jednocześnie niczym nie zasłaniany widok na niebo.

Pokazy nieba stanowią jedynie część działalności popularyzacyjnej. Uzupełniają ją odczyty, propagowanie czytelnictwa i zachęcanie do pracy miłośniczej. Z tego powodu obserwatorium ludowe powinno posiadać salę odczytową, bibliotekę, pomieszczenia na pomoce naukowe i dla miłośników astronomii. Cennym uzupełnieniem jest małe planetarium.

Zupełnie uproszczoną budowę mogą mieć miłośnicze pawilony astronomiczne. Kopuła obrotowa może się tu okazać zbyt skomplikowana i kosztowna w budowie. Zresztą można się zupełnie dobrze obejść bez niej. Miłośnikowi wystarczy w zasadzie mały pawilonik z odsuwanym, lekko skośnym, lub prawie płaskim dachem. Wysokość takiego pawiloniku powinna być przy tym tak dobrana, aby przy poziomym ustawieniu lunety zamknięty dach był bezpośrednio nad nią. Tego rodzaju rozwiązanie zapewnia duże pole widzenia przy obserwacjach. Ważną rzeczą jest, aby podłoga pawilonu była nieco wzniesiona nad poziom gruntu. Ma to na celu zabezpieczenie wnętrza pawilonu przed wodą pochodzącą z deszczu lub topniejącego śniegu. We wnętrzu pawilonu dobrze jest zainstalować parę półeczek na różne drobiazgi używane przy obserwacjach oraz mały stoliczek do robienia notatek. Pożądane jest doprowadzenie do pawilonu prądu celem oświetlenia, trzeba jednak pamiętać, że w czasie obserwacji można mieć najwyżej słabe oświetlenie, przy czym korzystne bywa światło czerwone lub zielone.

Z powodzeniem stosować też można wspomniane powyżej przesuwane na bok lekkie pawiloniki. Pawilonik taki powinien jednak posiadać jakieś umocowanie do ziemi, jest bowiem lekki i grozi mu wywrócenie przez wiatr.

Opisane tu pawiloniki obserwacyjne mogą służyć jako schematy, na których oprze się miłośnik astronomii przy budowie własnego pawilonu. Jego szczegółowe rozwiązanie i wykończenie będzie już zależało od możliwości i inwencji samego konstruktora.

PRZEMYSŁAW RYBKA

TO I OWO

Zaćmieniowe ciekawostki

W nowym kanonie zaćmień Słońca opracowanym przy pomocy maszyn cyfrowych obejmującym okres od 1898 do 2510 roku i sto razy dokładniejszym od kanonu Oppolzera można znaleźć wiele interesujących ciekawostek:

W wymienionym okresie przypada: 29 zaćmień pierścieniowo-całkowitych, w tym w latach od 2386 do 2500 nie będzie ani jednego takiego zaćmienia, podczas gdy w XX w. jest ich 6, a w XXI będzie 7. Najbliższe z tych zaćmień przypada 3 października 1986 roku.

Zaćmienie o najmniejszej fazie 0,001 miało miejsce 5 stycznia 1935 roku.

Po pięć zaćmień w roku przypada tylko w latach 1935 i 2206 (a później dopiero w roku 2709).

Najbardziej długotrwałe całkowite zaćmienie w bieżącym stuleciu (7 minut 8 sekund) miało miejsce 20 czerwca 1955 roku na Filipinach. Następne co do długotrwałości (7 minut 4 sekundy) mieć będzie miejsce 30 czerwca 1973 roku na Saharze. W całym przebadanym okresie naj-

dłużej (7 minut 29 sekund, czyli tylko o 2 sekundy mniej niż teoretyczne maksimum) trwać będzie zaćmienie 16 lipca 2186 roku.

Najbardziej długotrwałe zaćmienie pierścieniowe (12 minut 9 sekund) było w bieżącym stuleciu 14 grudnia 1955 roku (teoretyczne maksimum wynosi 12 minut 30 sekund).

W przebadanym okresie będzie tylko jeden przypadek dwóch zaćmień w ciągu miesiąca, z których jedno będzie całkowitym (7 lipca 2195 roku i całkowite — 5 sierpnia 2195 roku).

A. MARKS

Księżycowy kalendarz przed 35 tysiącami lat?

Odnajdywane na terenie Europy kości ptaków i zwierząt, z wykonanymi na nich przez pierwotnych ludzi nacięciami, traktowano dotychczas jako przejaw poczynań artystycznych tych ludzi. Niedawno jednak astronom amerykański A. Marshak dokonał starannej mikroskopowej analizy tych nacięć i na podstawie statystycznego opracowania dużego materiału doszedł do wniosku, że nacięcia te stanowią ... prymitywny kalendarz księżycowy.

(Wg *Science Vie*, 1971, 644).

A. MARKS

Z KORESPONDENCJI

W lipcu ub. roku mieszkaniec Leszna (woj. Poznańskie) p. Wojciech Mogilański powiadomił listownie Obserwatorium Astronomiczne UAM w Poznaniu o zaobserwowaniu spadku meteorytu w pobliżu Leszna.

Na miejsce domniemanego spadku udał się w lipcu dr J. Moczko (Stacja Szerokościowa PAN w Borowcu), a jesienią — mgr Henryk Kuźmiński (Obserw. Astron. UMK), który wywiad z p. Mogilańskim relacjonuje w liście do redakcji w następujący sposób:

W dniu 2 lipca 1971 r. między 17^h a 18^h p. Wojciech Mogilański, będąc na porębie leśnej ok. 4 km na wschód od Leszna, zauważył nadlatujący ze świstem świecący obiekt z kierunku północnowschodniego (azymut ok. 30°, wysokość ok. 60°), poczym nastąpił jego spadek w odległości ok. 10 m od obserwatora, powodując dymienie i rozprysk ziemi na odległość kilku metrów oraz wgłębienie o średnicy ok. 40 cm i głębokości ok. 20 cm.

Dr J. Moczko przywiózł zlepioną bryłę żwiru z miejsca spadku. W czasie pobytu mgr H. Kuźmińskiego kopanie w tym miejscu nie dało wyników.

KALENDARZYK ASTRONOMICZNY

Opracował G. Sitarski **Wrzesień 1972 r.**

Słońce

Przesuwając się po ekliptyce przecina w tym miesiącu równik niebieski; 22 września około północy Słońce wstąpi w znak Wagi i znajdzie się w punkcie równonocy jesiennej. Dzień stale jest coraz krótszy i w cią-

gu miesiąca ubywa go prawie o dwie godziny: w Warszawie 1 września Słońce wschodzi o 7^h47^m, zachodzi o 18^h24^m; 30 września wschodzi o 5^h35^m, zachodzi o 17^h16^m.

Księżyc

Do połowy września noce będą praktycznie bezksiężycowe, bowiem kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: nów 7^d18^h, pierwsza kwadra 15^d20^h, pełnia 23^d5^h, ostatnia kwadra 29^d20^h. Najdalej od Ziemi Księżyc znajdzie się 13 września, a najbliżej 25. Wędrując wśród gwiazd Księżyc znajdzie się 14 września w bliskim złączeniu z Antaresem, gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiorze Skorpiona; zakrycie gwiazdy przez tarczę Księżyca teoretycznie będzie widoczne i u nas, ale praktycznie dokonanie obserwacji będzie niemożliwe, ponieważ zjawisko przebiega w dzień; użycie nawet większych lunet prawdopodobnie niewiele tu pomoże.

Planety i planetoidy

W pierwszej połowie września mamy dobre warunki widoczności Merkurego. Odnajdziemy go rankiem nisko nad wschodnim horyzontem jako gwiazdę około —1 wielkości. Natomiast wysoko nad horyzontem błyszczy Wenus jako Gwiazda Poranna —3.8 wielkości. Wenus oddala się teraz od Ziemi i jej odległości wzrasta w ciągu miesiąca od 111.4 mln km do 144 mln km.

Mars jest w tym miesiącu niewidoczny. Jowisza możemy obserwować wieczorem jako jasną gwiazdę około —2 wielkości dość nisko nad południowym horyzontem w gwiazdozbiorze Strzelca. Saturn widoczny jest prawie całą noc jako gwiazda około +0.3 wielkości w gwiazdozbiorze Byka. Uran, Neptun i Pluton są niewidoczne.

Przez lunety możemy też obserwować dwie planetoidy około 8 wielkości gwiazdowej, Westę i Eunomię, obie widoczne prawie całą noc: Westa w gwiazdozbiorze Byka, a Eunomia na granicy gwiazdozbiorów Ryb, Pegaza i Andromedy. Westa jest nieco jaśniejsza niż Eunomia i lepiej widoczna w drugiej połowie nocy. Eunomia znajdzie się 22 września w opozycji. Poniżej podajemy współrzędne obu planetoid dla zlokalizowania ich na niebie wśród gwiazd (rozpoznamy je po zmianie położenia obserwując wskazaną okolicę nieba kolejno przez kilka nocy).

	Westa		Eunomia	
	rekt.	dekl.	rekt.	dekl.
10^d	$4^h49.^m2$	15°54′	$0^h07.^m8$	21°39′
20	4 56. 4	15 55	23 59. 2	21 47
30	5 01. 3	15 52	23 49. 9	21 25

1^d O 10^h Saturn w złączeniu z Księżycem w odległości 5°. O 19^h29^m heliograficzna długość środka tarczy Słońca wynosi 0°; jest to początek 1592 rotacji Słońca wg numeracji Carringtona.

2^d14^h Wenus w złączeniu z Polluksem (w odległości 9°), jedną z dwóch jasnych gwiazd w gwiazdozbiorze Bliźniąt.

3^d24^h Wenus w złączeniu z Księżycem w odległości 2°.

$3/4^d$ Rankiem nad wschodnim horyzontem obserwujemy piękną konfigurację jasno świecącej Wenus i sierpa Księżyca.

4^d O 21^h1^m obserwujemy początek zakrycia 3 księżyca Jowisza przez tarczę planety. O 24^h Merkury znajdzie się w złączeniu z Regulusem (w odległości 1°), gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiorze Lwa.

7^d12^h Złączenie Marsa ze Słońcem. O 19^h39^m obserwujemy zakrycie 1 księżyca Jowisza przez tarczę planety.

8^d Wieczorem na tarczy Jowisza widać plamki cieni dwóch jego księżyców, a księżyc 1 jest niewidoczny na tle tarczy planety. O 19^h13^m księżyc 1 kończy przejście i ukazuje się przy brzegu tarczy. O 19^h23^m schodzi z tarczy Jowisza cień księżyca 3, a cień księżyca 1 widoczny jest do 20^h29^m.

9^d O 19^h26^m obserwujemy początek zakrycia 2 księżyca Jowisza przez tarczę planety.

10^d12^h Złączenie Urana z Księżycem w odległości 6°.

11^d Do 19^h2^m na tarczy Jowisza widoczny jest cień jego 2 księżyca.

13^d O 20^h31^m obserwujemy początek zakrycia 4 księżyca Jowisza przez tarczę planety.

14^d5^h Złączenie Neptuna z Księżycem w odległości 6°. Po południu tarcza Księżyca zakryje Antaresa; zakrycie widoczne będzie w Europie i w północno-zachodniej części Azji. W Polsce zjawisko przebiega za dnia, jest więc praktycznie niewidoczne; początek zakrycia około 15^h40^m, koniec około 16^h0^m.

15^d Księżyc 1 Jowisza przechodzi na tle tarczy planety i do 21^h7^m jest niewidoczny. Natomiast na tarczy Jowisza pojawiają się cienie dwóch księżyców: o 20^h10^m cień księżyca 1, o 20^h14^m cień księżyca 3.

16^d Księżyc 1 Jowisza ukryty jest w cieniu planety. O 19^h34^m obserwujemy koniec zaćmienia tego księżyca: pojawi się on nagle z prawej strony (w lunecie odwracającej), w odległości nieco większej niż promień tarczy od jej brzegu. O 9^h Jowisz był w złączeniu z Księżycem w odległości 2°.

18^d O 19^h2^m obserwujemy koniec przejścia 2 księżyca Jowisza na tle tarczy planety.

19^d21^h Górne złączenie Merkurego ze Słońcem.

22^d Wieczorem obserwujemy początek przejścia dwóch księżyców Jowisza na tle tarczy planety: o 19^h0^m rozpoczyna przejście księżyc 3, a o 20^h48^m księżyc 1. O 23^h33^m Słońce wstępuje w znak Wagi (jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 180°); mamy początek jesieni astronomicznej na półkuli północnej.

24^d22^h Pluton w złączeniu ze Słońcem.

28^d17^h Złączenie Saturna z Księżycem w odległości 4°.

$29^d1^h58^m$ Heliograficzna długość środka tarczy Słońca wynosi 0° (już po raz drugi w tym miesiącu); jest to początek 1593 rotacji Słońca wg numeracji Carringtona.

30^d O 19^h52^m obserwujemy początek zakrycia 1 księżyca Jowisza przez tarczę planety.

Minima Algola (beta Perseusza): wrzesień $3^d17^h35^m$, $15^d4^h55^m$, $18^d1^h40^m$, $20^d22^h25^m$, $23^d19^h20^m$, $26^d16^h5^m$.

Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie środkowo-europejskim.

CONTENTS

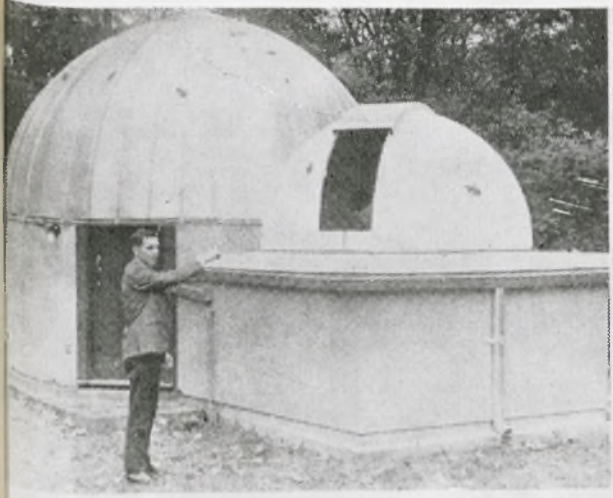
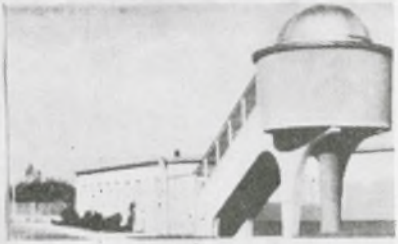
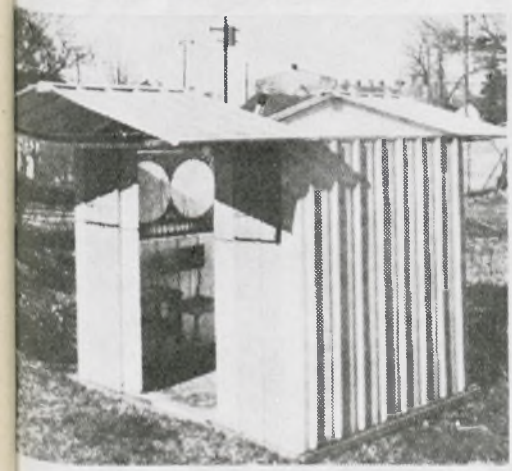
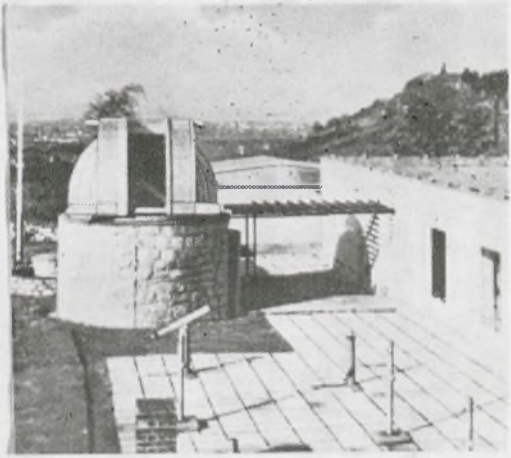
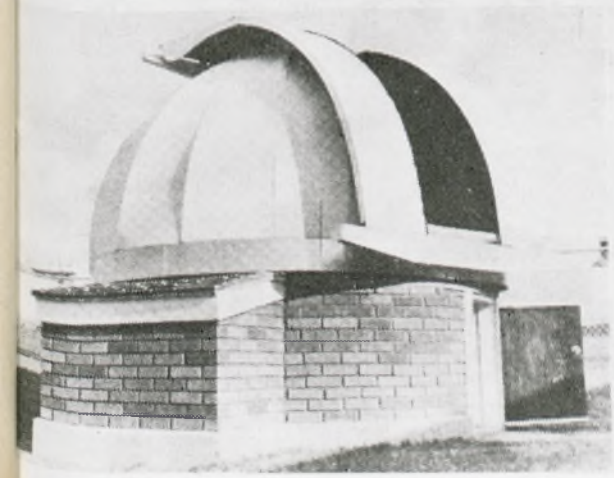
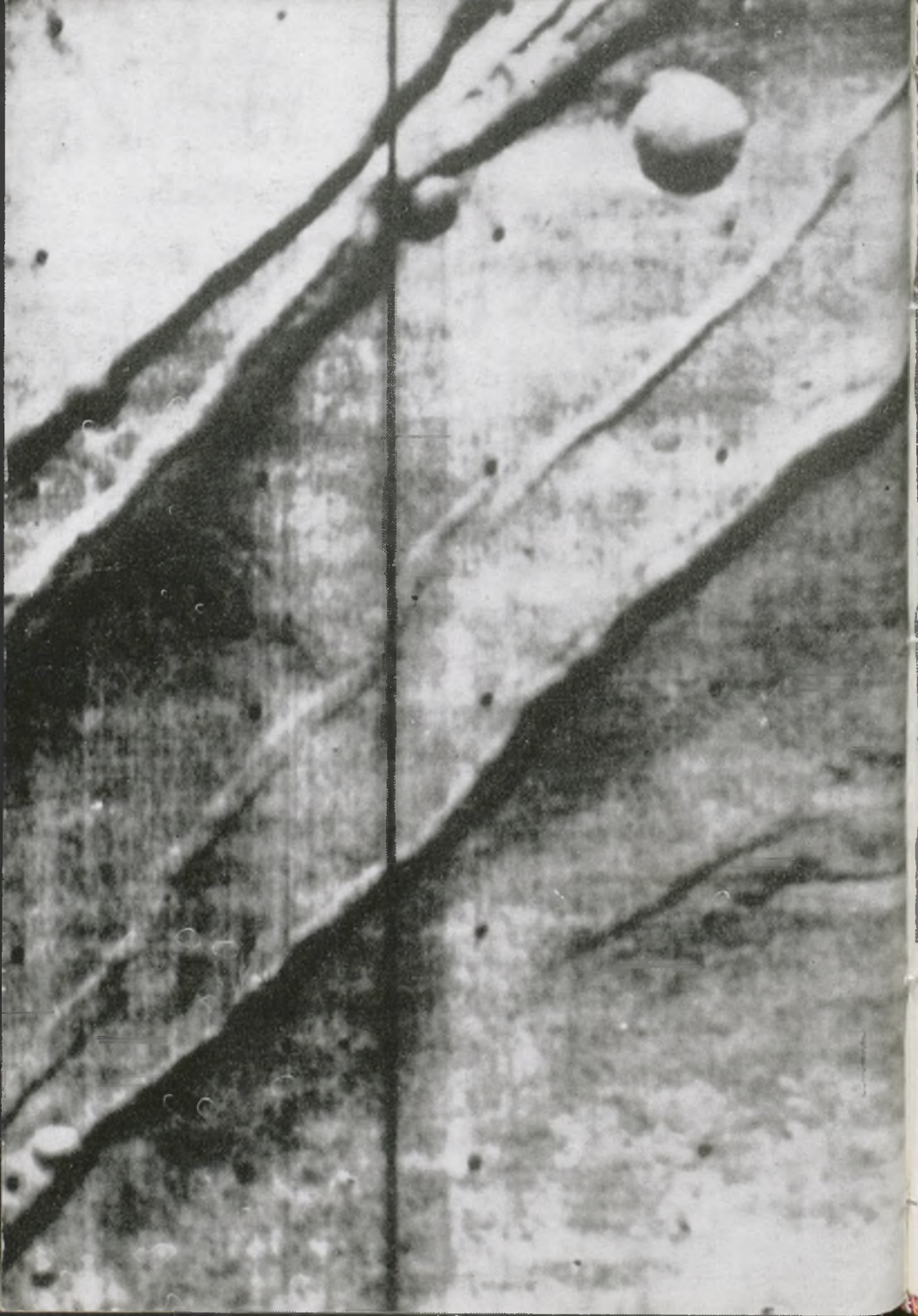
J. Mergentaler — X ray astronomy.
S. R. Brzostkiewicz — Nicolaus Copernicus (7).
S. R. Brzostkiewicz — Mars invaded by humans.
Chronicle: Peculiar properties of the X ray pulsar Cyg X-1 — Another quasar in vicinity of a galaxy — Helium abundance anomalies on the surface of the peculiar star CU Vir — Atmospheric pressure on Mars — Will the change of direction of flow of the Siberian rivers influence the rotation of Earth?
From the proceedings of the Commission of the Popular Astronomical Observatories and Planetariums.
Here and there.
From the correspondence.
Astronomical Calendar.

СОДЕРЖАНИЕ

Я. Мергенталер — Рентгеновская астрономия.
С. Р. Вжосткевич — Николай Коперник (7).
С. Р. Бжосткевич — Наезд жителей Земли на Марса.
Хроника: Особенные черты рентгеновского пульсара Cyg X-1 — Очередной квазар поблизости галактики — Аномалие содержания гелия на поверхности особенной звезды CU Vir — Атмосферное давление на Марсе — Имеет-ли влияние на вращение Земли изменение направления стока сибирских рек?
Из деятельности Главной комиссии народных астрономических обсерваторий и планетарий.
То и се.
Из корреспонденции.
Астрономический календарь.

ODDZIAŁY PTMA:

Białystok — Marchlewskiego 2/1 — III Lic. Og. (mgr T. Markiewicz).
Chorzów — Planetarium i Obserwatorium skr. poczt. 10, tel. 301-49.
Częstochowa — Głogiera 17/12 (S. Werner) tel. 457-48 ew. 478-67.
Dąbrowa Górnicza — 3 Maja 4/15 (Wacław Szymański).
Frombork — Katedralna 21 ew. Stacja Astronom. PTMA „Wieża Wodna" — pokazy nieba (mgr Wł. Michalunio).
Gdańsk-Gdynia — Gdynia, Mickiewicza 5/4 — Kamienna Góra.
Gliwice — Wybrzeże Armii Czerwonej 4. Sekr.: czw. 17—19.
Jelenia Góra — Cieplice Zdrój, 1 Maja 126 (mgr A. Neumann).
Katowice — Szopena 8/3 (C. Janiszewski) tel. 381-33 po południu.
Kielce — Al. Tysiąclecia PP. WSI p. 501 (dr W. Wasilewski).
Kraków — Solskiego 30/8, tel. 538-92. Sekr.: poniedz., piątki 17—20.
Krosno n/Wisłokiem — Nowotki 1, I p. (J. Winiarski).
Lublin — Nowotki 8 p. 18 Zakł. Fizyki UMCS (mgr St. Hałas).
Łódź — Traugutta 18 p. 412 Łódzki DK. Sekr. poniedz. 18—20, tel. 250-02.
Nowy Sącz — Jagiellońska 50a, Sekr.: środ. 17—19 (A. Kler).
Olsztyn — Zamkowa 2, Muzeum Mazurskie (mgr C. Wronkowski).
Opole — Pawłowa 5 (A. Galgon),
Stacja PTMA, Strzelców Bytomskich 1, MDK.
Ostrowiec Św. — Mickiewicza 12/38 (Jerzy Ułanowicz).
Oświęcim — Jagiełły 12 (St. Jasieniak).
Poznań — Stary Rynek 9/10, Sekr.: wt., czw. 17—19,
Sekcja PTMA Kalisz, 3 Maja 19/39 (J. Kazimierowski).
Puławy — Krańcowa 17/23 (B. Szewczyk) ew. MDK, Gdańska 8.
Radom — Żeromskiego 75 p. 304 (inż. P. Janicki).
Szczecin — Wielkopolska 15 WSN Zakł. Fiz. tel. 254-44 (mgr Gurgul).
Szczecinek — Kościuszki 10, Stacja PTMA ew. skr. poczt. 30, tel. 2586.
Toruń — Kopernika 42, tel. 228-46, Sekr.: pon., śr., piąt. 17—19.
Seckja PTMA Grudziądz skr. poczt. 187 (J. Szwarc).
Warszawa — Al. Ujazdowskie 4. Sekr.: pon., śr. 18—20, tel. 204-011.
Wrocław — Piotra Skargi 18a. Sekr.: pon., śr., piąt. 18—19, tel. 347-32.
Zielona Góra — Ogrodowa 42/7 (inż. K. Mroczkowski).

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

Prasowe Zakł. Graficzne RSW „Prasa" w Krakowie. Zam. 1454/72. 3000. O-13