



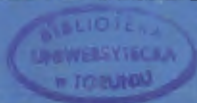
URANIA

MIESIĘCZNIK

POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK XXXVII PAŹDZIERNIK 1966

Nr 10





Zdjęcie krateru księżycowego Hewellus, wykonane w Obserwatorium wysokogórskim na Pic du Midi w Pirenejach (do notatki St. R. Brzostkiewicza na str. 297).

Pierwsza strona okładki: Kometa Kopffa (1963I) sfotografowana 10 IV 1964 przez E. Roemer za pomocą reflektora o średnicy 1 m, w Obserwatorium Morskim, Flagstaff, Arizona (Official US Navy Photograph).

URANIA

MIESIĘCZNIK POLSKIEGO TOWARZYSTWA
MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK XXXVII PAŹDZIERNIK 1966 Nr 10

SPIS TREŚCI

Krzysztof Ziolkowski: Co to jest mechanika nieba?

Grzegorz Sitarski: Planety — grawitacyjne pułapki komet.

Kronika: Automatyzacja obliczeń orbitalnych w Polsce — Odnalezienie zagubionej planetki — Satelitarne prace obliczeniowe w Centrum Obliczeniowym — Zbliżenia komety Kopffa do Jowisza — „Prawdziwa” orbita komety Sperra — Badanie przypuszczenia o wspólnym pochodzeniu komet Wolf-1 i Barnard-3.

Konferencje i zjazdy: Współczesne problemy i metody mechaniki nieba.

Obserwacje: Rektyfikowane zdjęcie krateru Heweliusz.

Kalendarzyk historyczny: 27 października 1941 r. zmarł Lucjan Grabowski.

To i owo: Kopernik na rysunku Jana Matejki.

Kalendarzyk astronomiczny.

ZARZĄD GŁÓWNY PTMA, Kraków,
Sołskiego 30/8, tel. 538-92, konto PKO
I OM w Krakowie Nr 4-9-5227. Biuro
czynne od 8.30 do 15.30, w soboty do 13.

Prowadzimy sprzedaż i wysyłkę za pobraniem: **M. Mazur — ATLAS NIEBA, PZWS 1963, 80 zł;** **J. Pa-gaczewski — NIEBO PRZEZ LORNET-KE, PTMA 1947, 6 zł;** **A. Słowik, M. Ma-zur — OBROTOWA MAPA NIEBA, PTMA 1965, 25 zł,** z wysyłką i opakowa-niem 30 zł (dla członków 5 zł zniżki).

Bieżący numer niemal w całości poświęcamy najstarszej dziedzinie astronomii — mechanice nieba. Mimo, iż najstarsza, wydaje się jednak przeżywać obecnie jak gdyby drugą młodość. Pojawienie się bowiem sztucznych ciał niebieskich oraz możliwości jakże niesie współczesna technika obliczeniowa, stwarzają cały szereg zupełnie nowych problemów i metod, które leżą u podstaw obecnego renesansu mechaniki nieba.

Wprowadzeniem do tej problematyki jest szkic mgr KRZYSZTOFA ZIOLKOWSKIEGO będący próbą odpowiedzi na pytanie co to jest mechanika nieba. Jednemu z ważnych zagadnień tego działu astronomii, dotyczącemu możliwości przechwytu komet przez planety, poświęca artykuł dr GRZEGORZ SITARSKI omawiając swe ostatnie, interesujące prace nad badaniem zbliżeń wszybskich znanych komet parabolicznych do wielkich planet.

W Kronice informujemy o niektórych ostatnich polskich pracach w zakresie mechaniki nieba. I wreszcie publikujemy obszernie sprawozdanie z pierwszego ogólnopolskiego Kolokwium na temat współczesnych problemów i metod mechaniki nieba, które odbyło się w Warszawie w czerwcu br., i które było przeglądem najnowszych osiągnięć w tej dyscyplinie. Znajomienie się z problematyką wygłoszonych w czasie tej konferencji referatów stanowić może cenne uzupełnienie wstępnego artykułu.

KRZYSZTOF ZIOLKOWSKI — Warszawa

CO TO JEST MECHANIKA NIEBA?

Naukę o ruchach ciał niebieskich stałych, ciekłych lub gazowych — znajdujących się pod działaniem różnych sił przyrody — P. S. Laplace (1749—1827) nazwał mechaniką nieba. Ta obowiązująca do dziś definicja została ostatnio przez G. N. Duboszina nieco uściślona. Określa on bowiem mechaniką nieba tę część astronomii, która zajmuje się badaniem postępowych, obrotowych i deformujących ruchów dowolnych obiektów niebieskich, zarówno naturalnych jak też i sztucznych, znajdujących się pod działaniem sił przyciągania, odpychania, sił oporu spowodowanych istnieniem pyłowych, gazowych lub ciekłych ośrodków, sił elektromagnetycznych, sił ciśnienia promieniowania i t. p. Tak ogólnie pojętą mechanikę nieba odróżnia od innych działów astronomii, których przedmiotem są te same zagadnienia, przede wszystkim metoda badań.

Obok terminu mechanika nieba, często (szczególnie w XIX wieku) dla nazwania tej gałęzi astronomii używano pojęcia *astronomia teoretyczna*, rezerwując nazwę *mechanika nieba* dla tej jej części, której przedmiotem było badanie ruchów ciał niebieskich jedynie w granicach układu słonecznego. Konsekwencją tego jest dziś jeszcze dość częste mylne zawężanie problematyki mechaniki nieba wyłącznie do tych zagadnień.

Mimo, iż formalna nazwa działu astronomii, o którym mówimy, pojawia się po raz pierwszy jako tytuł fundamentalnego traktatu Laplace'a, którego pierwszy tom ukazał się w roku 1798, niemniej jednak podstaw, na których oparta jest mechanika nieba należy szukać znacznie wcześniej. Związane są one z trzema nazwiskami: Kopernika, Keplera i Newtona.

Dzieła Mikołaja Kopernika (1473—1543) nie trzeba chyba przypominać miłośnikom astronomii w Polsce. Warto może jedynie zwrócić uwagę na fakt, iż przeprowadzony w *De revolutionibus orbium coelestium dowód heliocentrycznego ruchu planet* nie zawierał jeszcze sformułowania ani praw rządzących tym ruchem ani tym bardziej jego przyczyn.

Prawa, którym podlega każda planeta w swym ruchu wokół Słońca wyprowadził (w oparciu o obserwacje Tycho Brahe) Johann Kepler (1571—1630). Przytoczymy je poniżej w takiej kolejności w jakiej podał je sam Kepler¹⁾:

¹⁾ obecnie podawane są one zwykle w kolejności 2, 1, 3.

1. Heliocentryczny ruch każdej planety odbywa się w nieruchomej płaszczyźnie, przechodzącej przez środek Słońca, w ten sposób, że pole powierzchni zakreślone promieniem wodzącym planety zmienia się proporcjonalnie z czasem.

2. Orbitą każdej planety jest elipsa, w jednym z ognisk której znajduje się Słońce.

3. Stosunek kwadratów okresów obiegu planet wokół Słońca równy jest stosunkowi sześciątów wielkich półosi ich orbit.

Z nazwiskiem Keplera związane jest jeszcze słynne równanie — tzw. równanie Keplera — dające położenie planety na jej orbicie w dowolnym momencie czasu. Kepleroi zawdzięczamy również wprowadzenie sześciu tzw. elementów orbity jednoznacznie ją w przestrzeni określających.

I wreszcie trzeci luminarz fundamentów mechaniki nieba Isaac Newton (1643—1727) pierwszy podał matematyczną teorię ruchu ciał niebieskich w oparciu o odkryte przez siebie prawo powszechnego ciężenia. W swym podstawowym dziele *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*²⁾ formułuje je następująco: ciężenie istnieje między wszystkimi w ogóle ciałami i jest proporcjonalne do masy każdego z nich. Zaś odwrotną proporcjonalność do kwadratu odległości między przyciągającymi się cząstkami Newton wyprowadza jako rezultat sformułowanego wyżej prawa powszechnego ciężenia oraz słynnych trzech „aksjomatów czyli praw ruchu”:

1. Każde ciało trwa w stanie spoczynku lub jednostajnego i prostoliniowego ruchu jeśli siły przyłożone nie zmuszają ciała do zmiany tego stanu.

2. Zmiana ilości ruchu jest proporcjonalna do przyłożonej siły poruszającej i zachodzi w kierunku tej prostej, wzdłuż której owa siła działa.

3. Działaniu towarzyszy zawsze przeciwne i równe przeciwdziałanie; inaczej: wzajemne działania dwóch ciał jednego na drugie są względem siebie równe i skierowane w przeciwne strony.

Obecnie prawo powszechnego ciężenia formułuje się następująco: każde dwa ciała przyciągają się wzajemnie z siłą wprost proporcjonalną do iloczynu ich mas i odwrotnie proporcjonalną do kwadratu odległości między nimi.

Prawa i zasady, które tu przytoczyliśmy, stanowią podstawę, na której opiera się dziś cała nauka o ruchach ciał niebieskich. Zaś dla ogólnego zorientowania się w podstawowych zadaniach

²⁾ Matematyczne zasady filozofii przyrody.

mechaniki nieba oraz metodach ich rozwiązywania podamy teraz kilka zasadniczych aspektów tych zagadnień.

Na czoło wysuwa się tu chyba fundamentalny problem zwany *zadaniem n ciał*. Przyjmując, zgodnie z obserwacją, że odległości między ciałami niebieskimi są znacznie większe od ich wymiarów, przy badaniu dynamiki układu tych ciał, można je traktować jako punkty materialne obdarzone masą i przyciągające się wzajemnie zgodnie z prawem Newtona. Zagadnienie n ciał sprowadza się do znalezienia matematycznych formuł umożliwiających podanie dla każdego z n punktów materialnych w dowolnym momencie czasu sześciu liczb określających w jakimś układzie współrzędnych jego położenie i prędkość. Ścisłego analitycznego rozwiązania tego ogólnego zadania nie znamy. W mechanice nieba rozważa się wobec tego szereg zagadnień szczególnych, z których dla przypadku naszego układu planetarnego wymienimy kilka najważniejszych.

Zadanie dwóch ciał. Ponieważ masa Słońca znacznie przewyższa masy wszystkich planet, wobec tego w pierwszym przybliżeniu ruch każdej planety można badać jedynie w polu grawitacyjnym Słońca. Podobnie rozważać można ruchy większości satelitów planet, wyłączając jednak ruchy sztucznych satelitów Ziemi, w wypadku których nie można centralnej planety traktować jako punktu materialnego. Zadanie dwóch ciał zostało w pełni rozwiązane przez Keplera, stąd też często ruch jednego ciała wokół drugiego, niezakłócony działaniem grawitacyjnym innych ciał, nazywamy ruchem keplerowskim.

Zadanie trzech ciał. Śmiało można powiedzieć, że jest to najśłynniejszy problem już nawet nie tylko mechaniki nieba lecz w ogóle wszystkich zagadnień dynamicznych. Formalnie zadanie to zostało rozwiązane w roku 1912 przez fińskiego astronoma K. Sundmanna (1873—1949). Szeregi, w postaci których podał on to rozwiązanie, mimo iż zbieżne dla dowolnego momentu czasu, praktycznie są jednak zupełnie nieprzydatne. Okazuje się bowiem, że już nawet w uproszczonym przypadku, gdy masy wszystkich trzech ciał są równe, dla obliczenia współrzędnych jednego z ciał w niewielkim odstępie czasu od momentu początkowego i z niewysoką dokładnością potrzeba aż 10^{80000} wyrazów szeregu! Jednakże przy pewnych ograniczających warunkach zadanie trzech ciał posiada proste rozwiązania. Najbardziej znane jest tzw. ograniczone zadanie trzech ciał i jego rozwiązania podane przez J. L. Lagrange'a (1736—1813). Polega ono na tym, że dwa ciała o skoń-

czonych masach poruszają się względem wspólnego środka masy po orbitach eliptycznych, a ciało trzecie ma masę nieskończenie małą. Jednym z najciekawszych jego rozwiązań jest tzw. trójkątne rozwiązanie Lagrange'a: jeśli podczas ruchu w jakimś momencie zaistnieje sytuacja, że wszystkie trzy ciała znajdują się w przestrzeni w wierzchołkach trójkąta równobocznego, to w tej konfiguracji pozostaną już na zawsze, mimo iż zarówno położenie względem jakiegoś układu odniesienia, jak również wielkość utworzonego tak trójkąta równobocznego, będą ulegały okresowym zmianom. W ograniczonym zadaniu trzech ciał udało się ponadto znaleźć szereg rozwiązań periodycznych. Szkicując ten kluczowy problem mechaniki nieba nie sposób pominąć przynajmniej nazwiska H. Poincaré (1854—1912), gdyż na omówienie jego wielkiego wkładu w te zagadnienia brak miejsca w krótkim informacyjnym artykule.

Teoria perturbacji. Korzystając z faktu, że orbitami wszystkich ciał niebieskich są krzywe będące przecięciami stożka (elipsa — ruch keplerowski, parabola i hiperbola), zakłócone przeważnie niewielkimi wpływami innych ciał niebieskich (tzw. perturbacje), można dla szeregu konkretnych zagadnień rozwiązywać odpowiednie równania problemu różnymi metodami przybliżonymi. Najczęstsze z nich to rozwijanie funkcji w szeregi względem potęg małych parametrów (metody analityczne) oraz numeryczne rozwiązywanie konkretnych równań (tzw. całkowanie numeryczne).

Metodami analitycznymi opracowano teorie ruchów np. wszystkich dziewięciu wielkich planet (U. Le Verrier 1811—1877 S. Newcomb 1835—1909 a ostatnio teorię ruchu Plutona podała S. Sharaf z Instytutu Astronomii Teoretycznej w Leningradzie). Małym parametrem, względem potęg którego tworzono w tym wypadku szeregi był mimośród, bowiem jak wiemy wielkie planety poruszają się wokół Słońca po orbitach niemal kołowych, a więc mimośrodowość ich są bardzo małe. Podobnie opracowane są teorie ruchu niektórych małych planet, pewnych satelitów wielkich planet i t. p. Metodami analitycznymi rozwiązano też, wieloma różnymi drogami, jedno z najtrudniejszych zadań mechaniki nieba jakim okazuje się być ruch najbliższego Ziemi ciała niebieskiego, naszego naturalnego satelity Księżyca.

Numeryczne rozwiązywanie równań ruchu znalazło szczególne zastosowanie do tworzenia teorii ruchów komet (duże

zasługi w tym kierunku położyli w szczególności astronomowie polscy M. Kamiński i F. Kępiński). Ostatnio zaś, dzięki zastosowaniu do żmudnych rachunków koniecznych w tym wypadku szybko liczących elektronicznych maszyn matematycznych, pojawiło się szereg wielkich prac rachunkowych, z których dla przykładu wymienimy obliczenie, drogą numerycznego całkowania równań ruchu, współrzędnych wielkich planet w okresie od 1653 do 2060 roku co 40 dni.

Zarysowaliśmy, bardzo szkicowo, pewne trzy aspekty zagadnienia n ciał. Należy jednak podkreślić, że dokonany podział ma charakter czysto formalny i jest przeto, być może, mało adekwatny; naturalnie nie pretenduje również do kompletności ujęcia problemu. Chodziło tu raczej o ukazanie pewnych tendencji formułowania zadań mechaniki nieba i jednocześnie metod ich rozwiązywania.

Jak wynika z przytoczonych na początku definicji mechaniki nieba, przedmiotem jej zainteresowania jest nie tylko teoria ruchu punktów materialnych lecz również obdarzonych ruchem obrotowym ciał sferoidalnych, znajdujących się od siebie w odległościach porównywalnych z ich wymiarami, podlegających deformacji, o niejednorodnej strukturze i zmiennej masie. Bliskość tych zagadnień do niektórych aspektów astrofizyki tworzy płaszczyznę współpracy będącej przykładem ząbienia się oraz wzajemnego uzupełniania i wzbogacenia aparatu badawczego pomiędzy najstarszym i chyba najmłodszym działem astronomii. Przykładem efektywności tej współpracy niech będą niedawne prace polskich astronomów S. Piotrowskiego i A. Kruszewskiego, dotyczące przepływu masy w ciasnych układach gwiazd podwójnych.

Ostatnio często słyzy się zdanie, że mechanika nieba w chwili obecnej wkracza w swą drugą młodość. Dwie są tego — zdaniem autora — przyczyny. Pierwsza to rozwój techniki raketowej, czego konsekwencją jest pojawienie się sztucznych ciał niebieskich. Są one źródłem wielu zupełnie nowych problemów dynamicznych, rozwiązywanych w oparciu o klasyczne metody mechaniki nieba, ale z uwzględnieniem szeregu dotychczas nie branych pod uwagę czynników jak np. siły perturbacyjne oporu atmosfery lub pochodzące z niejednorodności pola grawitacyjnego Ziemi. I tu również wyraźnie zarysowuje się powiązanie mechaniki nieba z takimi naukami jak geofizyka, geodezja czy grawimetria.

Drugą zaś przyczyną obecnego renesansu mechaniki nieba

jest pojawienie się elektronowych maszyn matematycznych. To nowe potężne narzędzie pracy również i astronoma³⁾ stworzyło całkiem nowe możliwości traktowania dawnych, klasycznych zagadnień mechaniki nieba i co więcej, umożliwiło podjęcie prób rozwiązania takich problemów, o których przedtem nie mogło być nawet mowy. Pierwszą i chyba najbardziej oczywistą dziedziną zastosowań maszyn cyfrowych w tym dziale astronomii była automatyzacja kompleksowych obliczeń orbitalnych, a w szczególności numerycznego rozwiązywania równań ruchu. Niewspółmierne niemal z rachunkami ręcznymi zwiększenie szybkości przeprowadzania obliczeń, zapewnienie dużej precyzji ich wykonania, pewność otrzymania poprawnych rezultatów, a przede wszystkim możliwość powtarzania tych samych rachunków dla różnych parametrów początkowych to tylko niektóre z cech uzasadniających niemal całkowite powierzenie maszynie matematycznej wykonywania takich żmudnych czynności jak wspomniane już numeryczne rozwiązywanie równań opisujących ruchy ciał niebieskich, zarówno naturalnych jak też i sztucznych, poprawianie ich orbit z obserwacji, redukcja obserwacji i t. p. Dalsze zastosowania maszyn cyfrowych w mechanice nieba to np. konstruowanie oraz praktyczne stosowanie analitycznych teorii ruchu w znacznie szerszym zakresie niż było to wykonalne dotychczas, możliwości numerycznego traktowania wielu aspektów zagadnień czysto teoretycznych np. badania stabilności ruchu i t. p. I wreszcie warto podkreślić dominującą rolę współczesnej techniki elektronicznego przetwarzania informacji w zagadnieniach lotów sztucznych ciał niebieskich w najogólniejszym znaczeniu, co jak powiedzieliśmy wyżej, też stanowi bodziec obecnego renesansu mechaniki nieba.

Na tym tle jeszcze bardziej uwidacznia się zagadnienie kompleksowości i zespołowości już nie tylko jednego — omawianego w tym artykule działu astronomii z wieloma innymi naukami, lecz także chyba w ogóle współczesnej nauki. Wydaje się, iż ta kooperacja jest głównym źródłem postępu nauki, w tym również i najstarszej gałęzi astronomii — mechaniki nieba.

Ten krótki szkic będący próbą odpowiedzi na pytanie postawione w tytule — co to jest mechanika nieba — nie miał

³⁾ porównaj cykl artykułów K. Ziolkowskiego pt. „Elektroniczne maszyny matematyczne — współczesne narzędzia astronomii” w numerach 2, 3 i 4 *Uranii* z roku 1964.

na celu encyklopedycznego omówienia tej dyscypliny; stąd wiele uproszczeń, pominięć czy niedomówień. Zasadniczym celem, który przyświecał autorowi w tym, do pewnego stopnia subiektywnym, spojrzeniu na tę problematykę, było zarysowanie jej głównych aspektów zarówno pod względem historycznym jak również i od strony przedmiotowej oraz uwytklenie jej na tle naszej obecnej wiedzy o Wszechświecie.

GRZEGORZ SITARSKI — Warszawa

PLANETY — GRAWITACYJNE PUŁAPKI KOMET

Wszystkie ciała w naszym układzie planetarnym poruszają się pod przemożnym wpływem grawitacyjnym Słońca. Ono to trzyma na uwięzi dziewięć planet, które od wieków krążą po ustalonych orbitach kształtem niewiele odbiegających od okręgów kół i ono też ma pod swoją kontrolą pierścień tysięcy planetoid położony pomiędzy Marsem a Jowiszem. Nawet księżyce krążące wokół planet przecież w istocie wraz ze swymi macierzystymi planetami obiegają Słońce. Wszystkie te ciała krążą wokół Słońca po orbitach niemal stałych, a w każdym razie od tysięcy lat nie podlegających żadnym radykalnym i gwałtownym zmianom. Jedynie w ciżbie planetoid mogą się trafiać nawet zderzenia całkowicie deformujące pierwotne tory takich pojedynczych planetoid, ale w sumie nie zmienia to charakteru całego pierścienia tych drobnych ciałek.

Istnieją jednak w układzie słonecznym ciała niesforne, biegnące po orbitach, którym daleko do kształtu regularnego okręgu koła, chadzające — jeśli można tak powiedzieć — własnymi drogami i burzące harmonię regularnego ruchu w układzie planetarnym. To komety. Co roku pojawia się ich kilka, przebiegają koło Słońca najczęściej po łuku zbliżonym do paraboli, czasem widoczne gołym okiem urozmaicają swym fantastycznym wyglądem widok nocnego nieba, a do niedawna jeszcze budziły grozę i przerażenie, bo zjawiały się zupełnie nieoczekiwanie i natury ich nie umiał nikt wyjaśnić. Do dziś nie ma jeszcze przekonującej hipotezy pochodzenia komet, chociaż wiemy, że około stu krąży wokół Słońca po elipsach powracając w pobliże Ziemi w okresie od kilku do kilkuset lat, z czego w około 50 przypadkach potrafimy taki powrót przewidzieć.

Wspomnieliśmy przed chwilą, że istnieje grupa komet okresowych, których orbity znamy i wobec tego możemy określić daty ich powrotów i widoczności z Ziemi. Sprawa nie jest jednak taka prosta. Rzecz w tym, że orbity komet okresowych są z reguły elipsami często bardzo wydłużonymi i zanim taka kometa obiegnie Słońce pod wpływem jego przyciągania, ruch jej zostaje ciągle zakłócany przez planety i trzeba wykonać wiele żmudnych rachunków, aby te zakłócenia obliczyć i możliwie wiarygodnie przewidzieć powrót komety¹⁾. Ale jeśli zdarzy się, że w którymś obiegu wokół Słońca kometa zbliży się znacznie np. do Jowisza, to orbita jej podlega wówczas takim zmianom, że albo kometa wraca w pobliże Ziemi biegnąc po torze zupełnie niepodobnym do pierwotnego, albo też nie wraca już wcale. Jak wielki wpływ na ruch komety ma jej bliskie przejście koło planety mogą świadczyć zmiany orbit komet Lexella, Brooksa czy Otermy wywołane zbliżeniami tych komet do Jowisza²⁾.

Historia badań zbliżeń komet okresowych do Jowisza, zapoczątkowana pracami Lexella w 1777 r., zna już około 100 takich przypadków. Jednakże ogromna ilość rachunków, jakie należy przy takich badaniach wykonać, powodowała, że zaledwie kilka przypadków zostało gruntownie opracowanych. Tak było do niedawna. Radykalną zmianę w tej dziedzinie wprowadziło zastosowanie maszyn elektronowych do wykonywania rachunków astronomicznych. Otworzyły się wówczas możliwości, o jakich dawniej astronomowie nie mogli nawet marzyć. I tak np. H. I. Kazimierczak-Połońska w Instytucie Astronomii Teoretycznej w Leningradzie podjęła i wykonała już prawie do końca pracę zbadania wszystkich zbliżeń wszystkich komet okresowych do wielkich planet. Praca przekraczająca dotychczas praktycznie ludzkie możliwości mogła być obecnie wykonana przez niewielki zespół, czy nawet jednego człowieka mającego możność korzystania z szybkołczącej maszyny cyfrowej.

Czemu jednak zbliżenia komet do planet są tak interesujące? Nie chodzi przecież o sam fakt radykalnej zmiany orbity i związanych z tym dalszych czy przeszłych losów komety, mających charakter raczej ciekawostkowy. Otóż mówiliśmy już, że pochodzenie komet nie jest jeszcze wyjaśnione,

¹⁾ Patrz: „Jak astronomowie badają ruchy komet”, *Urania* 1961, nr 2, 3, 4.

²⁾ Patrz: „O wielkich zbliżeniach komet do Jowisza”, *Urania* 1962, nr 9, 10, 11.

a w szczególności pochodzenie komet krótkookresowych nadal jest zagadkowe. Badania zbliżeń komet do planet mogą tu rzucić jakieś światło. Komety okresowe stanowią mały procent wszystkich obserwowanych komet, z których większość obiega Słońce po orbitach prawie parabolicznych. Wiadomo, że zbliżenie komety do Jowisza może w radykalny sposób zmienić jej okołosłoneczną orbitę. Czy możliwe jest więc, aby kometa biegnąca po orbicie parabolicznej i przybywająca spoza naszego układu planetarnego została schwytana przez planetę na skutek wielkiego zbliżenia i zamieniona na komętę okresową? Czy planety mogą tu odgrywać rolę takich grawitacyjnych pułapek?

Teoretyczna odpowiedź na te pytania brzmi: tak. Możliwy jest przypadek zamiany orbity parabolicznej czy nawet hiperbolicznej na eliptyczną na skutek bliskiego przejścia komety w pobliżu planety. Ale praktycznie takiego przypadku dotychczas nie stwierdzono. Badania zbliżeń komet okresowych na wiele obiegów wstecz przed ich odkryciem pozwolą może znaleźć taki przypadek bezpośredniego schwytania komety spoza naszego układu słonecznego i zamiany jej w znaną komętę okresową. Może jakieś wnioski na ten temat można będzie wysnuć z pracy Kazimierczak-Połońskiej (ukaze się drukiem jeszcze w tym roku). Na razie problem jest jeszcze otwarty, ale ze względu na zastosowanie maszyn elektronowych próby poszukiwań rozwiązania na drodze numerycznej nie są beznadziejne.

Dotychczas mówiliśmy o zbliżeniach komet okresowych do planet. Możliwość takiego zbliżenia istnieje zwykle wówczas, kiedy kometa znajduje się w pobliżu afelium swej orbity. Znając zatem elementy orbity komety nie trudno stwierdzić, np. graficznie, czy zbliżenie jest możliwe, a także kiedy ono nastąpi. A jeśli zbliżenie w ogóle jest możliwe, to po iluś tam obiegach komety musi się wreszcie ono zdarzyć. A jak wygląda ta sprawa w przypadku komet parabolicznych? Czy kometa przebiegająca przez układ planetarny po orbicie bliskiej paraboli raz na wiele milionów czy tysięcy lat, czy nawet w ogóle tylko raz, może zbliżyć się do którejś z planet? Czy takie zbliżenia zdarzały się, a jeśli tak, to jakim zmianom podlega wówczas orbita komety?

Badania zbliżeń komet parabolicznych do wielkich planet, dotychczas nigdzie nie podejmowane, zostały przeprowadzone w Zakładzie Astronomii Polskiej Akademii Nauk przy użyciu elektronowej maszyny cyfrowej GIER, pracującej w Zakładzie

Obliczeń Numerycznych Uniwersytetu Warszawskiego. Dzięki zastosowaniu maszyny elektronowej można było zbadać wszystkie obserwowane dotychczas komety o orbitach parabolicznych lub bliskich paraboli, których elementy podane są w „Katalogu Orbit Komet” J. G. Portera z 1960 r.

Problem był rozpatrywany z dwóch punktów widzenia: 1) czy istnieje możliwość zbliżenia komety parabolicznej do planety i 2) czy takie zbliżenie rzeczywiście się zdarzyło, a jeśli tak, to jaki to miało wpływ na ruch komety. Odpowiedź na pierwsze pytanie polegała na znalezieniu takich dwóch punktów na orbitach komety i planety, których odległość byłaby najmniejszą odległością, na jaką w sprzyjających warunkach mogłaby się kometa zbliżyć do planety. W praktyce sprowadzało się to do rozwiązania dwóch równań trygonometrycznych, w których niewiadomymi były anomalie prawdziwe punktów na orbicie planety i komety. Rozwiązanie tych równań dawało położenia na orbitach punktów tej najmniejszej odległości, której wartość można było już łatwo obliczyć na podstawie znajomości elementów orbit planety i komety. Niestety, te dwa równania okazały się na tyle skomplikowane, że nie dawały się rozwiązać na drodze analitycznej i trzeba je było rozwiązywać numerycznie. Obrazowo i najogólniej wyglądało to tak, że maszyna „przeglądała” co kilka stopni, czyli w kilkudziesięciu punktach, całą orbitę planety, z każdego takiego punktu obliczała najmniejszą odległość do orbity komety i z tych odległości wybierała z kolei najmniejszą, określając jednocześnie położenie szukanych punktów na obydwu orbitach. Wykonanie podobnych rachunków za pomocą arytmometru elektrycznego wymagało by kilku godzin pracy w przypadku jednej tylko planety. Maszyna GIER dla jednej komety i czterech wielkich planet poświęciła... pół minuty! Można więc powiedzieć humorystycznie, że maszyna liczyła z prędkością 120 komet na godzinę. W ten sposób wykonanie obliczeń dla kilkuset komet nie było tak wielkim wyczynem, natomiast ręcznie chyba nikt nie odważyłby się takiej pracy podjąć. Oczywiście znając momenty przejść komet przez perihelia oraz położenia planet na orbitach maszyna mogła jednocześnie stwierdzić nie tylko, czy zbliżenie było możliwe, ale i czy zdarzyło się naprawdę.

W opisany wyżej sposób zostały zbadane 483 komety. Okazało się, że 241 komet, czyli 50%, miało możliwość zbliżyć się do którejś z wielkich planet, a czasem nawet do kilku, na odległość mniejszą niż jedna jednostka astronomiczna. W wielu

wypadkach istniała możliwość głębokiego wejścia w sfery oddziaływania planet. Możliwości zbliżeń do poszczególnych planet przedstawiają się następująco: do Jowisza mogły się zbliżyć 174 komety, do Saturna 99, do Urana 51 i do Neptuna 33 komety.

Takie były możliwości zbliżeń, a w rzeczywistości? Otóż spośród obserwowanych komet parabolicznych na odległość poniżej jednostki astronomicznej naprawdę zbliżyło się 12 komet do Jowisza i dwie do Urana. Listę komet, które zbliżyły się do Jowisza, zawiera tabela, natomiast do Urana zbliżyła się kometa Donatiego-Diena-Klinkerfuesa z 1855 r. na odległość 0.767 j. a. w 1862 r., czyli już po przejściu przez perihelium, oraz kometa Winneckego-Borrelli'ego-Tempela z 1874 r. na odległość 0.875 j. a. w 1867 r., a więc jeszcze przed jej odkryciem.

Zbliżenia komet parabolicznych do Jowisza

	Kometa	Moment przejścia przez perihelium	Data zbliżenia	ρ min (j.a.)
1	Heweliusza	1664 XII 5	1663 X 5	0.200
2	Paryska	1759 XII 17	1758 XI 8	0.0545
3	Klinkenberga	1762 V 29	1761 VI 5	0.734
4	Karoliny Herschel	1786 VII 8	1785 IX 7	0.692
5	Ponsa	1806 XII 29	1808 III 3	0.597
6	Ponsa	1822 VII 16	1823 VIII 26	0.708
7	De Breautégo-Ponsa	1823 XII 10	1824 XI 13	0.448
8	Gallego	1840 IV 3	1839 I 29	0.308
9	Perrina	1897 XII 9	1899 II 17	0.670
10	Giacobiniego	1906 I 23	1906 XII 5	0.622
11	Schaumassego	1917 V 19	1916 VI 21	0.489
10	Ryvesa	1931 VIII 29	1930 IX 23	0.283

Przedstawione powyżej wyniki obliczeń stanowią fakt przyrodniczy, z którego nie będziemy na razie wysnuwać żadnych wniosków. Po prostu stwierdzamy, że 50% obserwowanych komet parabolicznych ma możliwość znacznego zbliżenia się do wielkich planet, a w rzeczywistości zbliżył się znikomy procent, bo zaledwie 14 na prawie pięćset komet, w tym 12 zbliżeń miało miejsce do największej z planet — Jowisza.

Najciekawsze jest jednak teraz, jaki wpływ wywarł Jowisz na ruch tych komet, które się do niego zbliżyły. Odpowiemy od razu, że zbliżenie takie, nawet bardzo głębokie, nie ma prawie żadnego wpływu na dalszy ruch komety parabolicznej tego typu, jakie zwykle obserwujemy, a w każdym razie nie

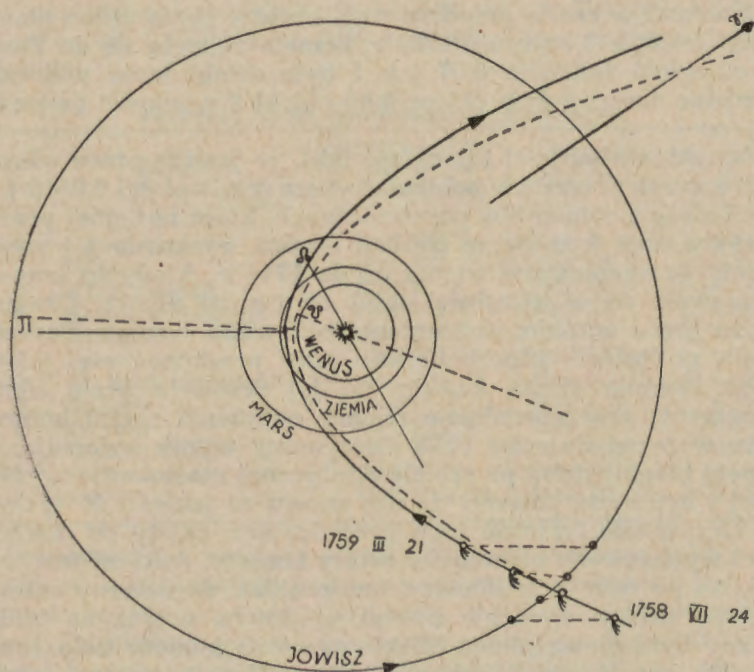
wywołuje żadnych istotnych zmian w jej orbicie. Pokażemy to na przykładzie Komety Paryskiej z 1759 r., która przeszła bardzo głęboko przez sferę oddziaływania Jowisza (promień tej sfery wynosi 0.33 j. a.). W pozostałych przypadkach podanych w tabeli 1 zmiany orbity wywołane zbliżeniem byłyby nawet trudne do uchwycenia na rysunku.

Kometa Paryska odkryta była w styczniu 1760 r., a więc tuż po przejściu przez perihelium. Obiegła Słońce ruchem wstecznym przechodząc przez perihelium w grudniu 1759 r. w odległości 0.97 j. a. od Słońca. Ponieważ płaszczyzna orbity komety leży niemal w płaszczyźnie ekliptyki tworząc z nią kąt 175° , istniały dogodne warunki do bliskiego spotkania się z planetami w czasie przechodzenia komety przez układ planetarny. Istotnie 8 stycznia 1760 r. kometa zbliżyła się do Ziemi na odległość zaledwie 0.07 j. a. i była dzięki temu widoczna na niebie nawet gołym okiem jako obiekt 2 wielkości gwiazdowej.

Nas jednak bardziej interesuje fakt, że jeszcze przed odkryciem kometa przeszła w pobliżu Jowisza w odległości 0.0545 j. a. Wychodząc z elementów parabolicznych, które najlepiej przedstawiały ruch komety w pobliżu Słońca, równania jej ruchu zostały przecalkowane wstecz aż do 1744 r., kiedy to kometa znajdowała się w odległości około 35 j. a. od Słońca. Okazuje się, że przed wielkim zbliżeniem do Jowisza Kometa Paryska biegła po orbicie hiperbolicznej. Aby przekonać się, jakich zmian doznała orbita komety po jej przejściu przez układ planetarny, przeprowadzone zostały obliczenia ruchu komety także w przód do roku 1775. Otrzymany wynik wskazuje, że kometa biegnie dalej po orbicie eliptycznej niezmiernie wydłużonej i być może powróci do nas znnowu za jakieś... 30 tysięcy lat. Oczywiście trafność tych przewidywań zależy od dokładności wyjściowych elementów orbity komety. Faktem jest jednak, że po przejściu komety przez układ planetarny mimośród jej orbity wyraźnie zmalał, a główną przyczyną takiej zmiany było niewątpliwie bliskie przejście komety koło Jowisza. Na rys. 1 przedstawiona jest graficznie zmiana orbity Komety Paryskiej na skutek jej zbliżenia do Jowisza.

Kometa Paryska przeszła bardzo blisko Jowisza. Tego typu zbliżenie w przypadku komety okresowej zmieniłoby jej orbitę do niepoznania, natomiast orbita paraboliczna uległa zmianie ledwo uchwytnej na rysunku. Przyczyna tego leży w fakcie, że paraboliczna orbita komety jest niemal prostopadła do orbity planety i w związku z tym spotkanie komety z planetą

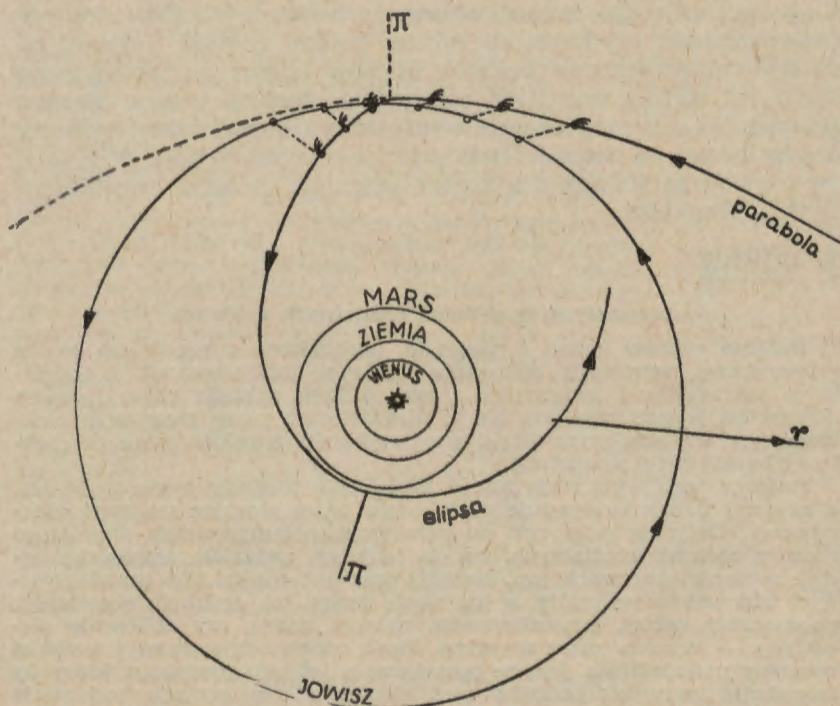
jest stosunkowo krótkotrwałe. Nie zapominajmy przy tym, że Kometa Paryska biegła ruchem wstecznym, przez co jej zbliżenie do Jowisza trwało jeszcze krócej niż w przypadku komety parabolicznej, ale biegnącej ruchem prostym³⁾. Nic więc dziwnego, że Kometa Paryska przebywała wewnątrz sfery oddziaływania Jowisza niecałe półtora miesiąca, kiedy np. kometa okresowa Otermy tkwiła tam podczas swego zbliżenia ponad dwa lata! Czy wobec tego kometa biegnąca po orbicie parabolicznej nie ma żadnych szans na dłuższe przebywanie w pobliżu Jowisza, który miałby czas dokonać jakichś poważniejszych zmian w jej orbicie?



Rys. 1. Zbliżenie Komety Paryskiej do Jowisza i zamiana jej pierwotnej orbity hiperbolicznej (krzywa przerywana) na eliptyczną, długo-okresową.

³⁾ w przypadku ruchu wstecznego prędkości ruchu obu ciał się sumują (przyp. red.).

Obserwowane komety paraboliczne przechodzą przez perihelium w odległości około jednej jednostki astronomicznej lub nawet bliżej i dzięki temu mogą być dostrzeżone z Ziemi. Ale możemy sobie wyobrazić komętę, która będzie biegła ruchem prostym po orbicie parabolicznej leżącej w płaszczyźnie ekliptyki i w dodatku przejdzie przez perihelium w odległości równej odległości orbity Jowisza od Słońca. Nie trudno zauważyć, że taka kometa miałaby idealne warunki długotrwałego przebywania w sferze oddziaływania Jowisza. Takich komet z Ziemi nie obserwujemy, ale mamy wiele danych na to, że również i takie komety przechodzą przez nasz układ planetarny. Jak zatem wyglądałaby zmiana orbity takiej komety po zbliżeniu do Jowisza?



Rys. 2. „Schwytnie” komety (fikcyjnej) przez Jowisza i zamiana jej pierwotnej orbity parabolicznej na eliptyczną krótkookresową.

Aby uzyskać odpowiedź na to pytanie zbadany został ruch komety fikcyjnej odpowiadającej dopiero co omówionym wyżej

warunkom. Elementy orbity parabolicznej zostały tak dobrane, że kometa spotkała się z Jowiszem w swoim perihelium. Jaki był wynik takiego spotkania, najlepiej widać na rys. 2. Okazało się, że taka kometa paraboliczna może być schwytana przez Jowisza na skutek zbliżenia i zamieniona na kometa krótkookresową podobną do wielu takich komet obserwowanych w naszym układzie planetarnym.

Przedstawiony rysunek obrazujący schwytanie komety parabolicznej przez Jowisza jest wynikiem autentycznych obliczeń przeprowadzonych za pomocą maszyny elektronowej, które potwierdzają teoretyczną możliwość takiego przechwyty. Nie jest to jeszcze dowodem, że tak właśnie powstają komety okresowe, ale jest nieodpartym argumentem, że taka możliwość pochodzenia komet okresowych istnieje. Przyrodnicze potwierdzenie tej hipotezy można będzie znaleźć jedynie na drodze numerycznego badania ruchów komet okresowych na wiele lat wstecz przed ich odkryciem. Jest to jeszcze sprawa przyszłości, ale przytoczone wyżej rozważania i fakty możemy chyba uznać za uzasadnienie podejrzenia zawartego w tytule, że planety są jednak dla komet pewnego rodzaju grawitacyjnymi pułapkami.

KRONIKA

Automatyzacja obliczeń orbitalnych w Polsce

Badania ruchów komet i planetoid, prowadzone z reguły na drodze numerycznej, wymagają dokonania wielu skomplikowanych i uciążliwych rachunków i związaneego z tym dużego nakładu czasu i pracy. Już od lat jednak powierza się tę niewdzięczną pracę maszynom elektronowym, stwarzającym dzięki swej szybkości zupełnie nowe perspektywy badań w tej dziedzinie.

Badania tego typu mają swoje wieloletnie tradycje także w Polsce, a zatem i u nas kontynuuje się obecnie prace stosując maszyny elektronowe. Dąży się przy tym do pełnego zautomatyzowania wszelkiego rodzaju obliczeń orbitalnych, tak że jedynym zadaniem astronoma będzie zebranie obserwacji (np. komety) oraz podanie jakichś prowizorycznych elementów jej orbity, a już resztę pracy, jak redukcja obserwacji, poprawienie orbity, przeliczanie równań ruchu, czy obliczenie efermerdy — wykona sama maszyna. Brak odpowiednio dużej i szybkiej maszyny uniemożliwia jeszcze opracowanie jednego programu, który by zaspokajał wszystkie potrzeby rachunkowe w tego rodzaju badaniach. Można już jednak w naszych warunkach operować kilkoma programami, pozwalającymi wykonywać niezbędne obliczenia z minimalnym nakładem pracy rachunkowej człowieka.

Ostatnio w Zakładzie Astronomii przy współpracy z Centrum Obliczeniowym Polskiej Akademii Nauk dobiegają końca prace nad uruchomieniem kompletu programów do prowadzenia obliczeń koniecznych przy badaniach ruchów komet i małych planet. Korzysta się przy tym

z maszyny URAL-2 w Centrum Obliczeniowym PAN oraz z maszyny GIER w Zakładzie Obliczeń Numerycznych Uniwersytetu Warszawskiego. Większość pracujących programów napisana jest w języku GIER-ALGOL i przeznaczona dla maszyny GIER.

Uruchomiono już następujące programy obliczeniowe: program do wstępnego całkowania równań ruchu ze stałym interwałem i z uwzględnieniem perturbacji tylko od Jowisza i Saturna, przy czym współrzędne tych planet zawarte są na taśmie perforowanej i wprowadzane zostają do pamięci maszyny; program całkowania równań ruchu ze zmiennym interwałem i z uwzględnieniem perturbacji od wszystkich planet, przy czym elementy planet wewnętrznych (Merkury, Wenus, i Mars) wprowadzone są na stałe do programu i służą do obliczania współrzędnych tych planet na każdy moment całkowania, natomiast współrzędne pozostałych planet uzyskuje się przez całkowanie ich równań ruchu wraz z ruchem komety; program redukcji obserwacji, przetwarzający obserwacje potrzebne do poprawienia orbity przez uwzględnienie w nich aberracji, paralaksy i poprawki czasu efemerydalnego oraz sprowadzenie ich na epokę 1950.0; program poprawiania orbity na podstawie obserwacji, przeznaczony głównie do poprawiania orbity wykorzystujący obserwacje z jednego tylko pojawienia, przy czym wielkościami poprawianymi są tu współrzędne i składowe prędkości; program na obliczanie zakłóconej efemerydy na podstawie zadanych elementów orbity, przy czym efemerydę otrzymuje się w postaci tabeli gotowej do druku; program obliczania geocentrycznych współrzędnych prostokątnych Słońca potrzebnych do obliczania np. efemerydy, przy czym współrzędne Słońca otrzymuje się na podstawie analitycznej teorii ruchu Słońca podanej przez Newcoma. Uruchamiany jest też program dla dokładnego obliczania perturbacji metodą Enckego, który posłuży za podstawę do programu na powiązania kilku pojawień komet okresowych i wykrywania anomalii w ich ruchach. Wspomniany program zostanie prawdopodobnie uruchomiony jeszcze w tym roku. Ponadto działa też program wykrywający zbliżenia komet do wielkich planet.

Omówione programy posłużyły już do wykonania kilku prac, jak przecałkowanie wstecz kilkunastu obiegów komet Kopffa, Wolfa I, Grigga-Skjellerupa i Barnarda-3, przecałkowanie zbliżenia komety Grigga-Skjellerupa do Jowisza w 1964 r. i podanie jej zakłóconej efemerydy na 1966/67 r., obliczenie efemerydy komety Wolfa I na jej najbliższe pojawienie w 1967/68 r., obliczenie efemerydy kilku zagubionych planetoid (jedna z nich została już na podstawie tych obliczeń odnaleziona — patrz następna notatka) a ponadto zbadanie zbliżeń wszystkich komet parabolicznych do wielkich planet (patrz poprzedni artykuł). Omówione programy pozwolą w niedalekiej przyszłości podjąć na szerszą skalę badania ruchów komet i planetoid w Polsce.

GRZEGORZ SITARSKI

Odnalezienie zagubionej planetki

Pierwszym „przyrodniczym” sprawdzianem programów rachunków orbitalnych opisanych w poprzedniej notatce było odnalezienie zagubionej małej planety 1265 — Schweikarda na podstawie poszukiwawczej efemerydy obliczonej przy użyciu tych programów. Planetka ta nie była obserwowana od dziesięciu lat i dopiero 21 marca 1966 roku za pomocą 24-calowego teleskopu Schmidta w Nassau Astronomical Station wykonano cztery zdjęcia tego słabego, około 15 wielkości gwiazdowej, obiekt-

tu. Obserwatorami byli R. E. Laubscher, R. F. Huston i V. J. Siabinski z Case Institute of Technology.

KRZYSZTOF ZIOLKOWSKI

Satelitarne prace obliczeniowe w Centrum Obliczeniowym Polskiej Akademii Nauk

Zakres satelitarnych prac obliczeniowych prowadzonych w Centrum Obliczeniowym Polskiej Akademii Nauk (COPAN) można podzielić na dwie grupy:

- 1° — służba orbitalno-efemerydalna,
- 2° — interpretacja danych obserwacyjnych.

Podział ten jest oczywiście sztuczny, bowiem zarówno służba orbitalno-efemerydalna wymaga w pewnym sensie interpretacji danych obserwacyjnych, jak też i odwrotnie — dla wykonania obserwacji satelity niezbędnym jest istnienie służby efemerydalnej, zaś interpretacja danych obserwacyjnych wymaga przeważnie uwzględnienia zagadnień orbitalnych. Narzuca on jednak pewien logiczny schemat przetwarzania danych satelitarnych.

W zakresie służby orbitalno-efemerydalnej rozwiązaniami w formie roboczych programów dla powyższych maszyn są następujące problemy:

1) Obliczanie efemeryd satelity na podstawie tzw. „zmodyfikowanych elementów orbitalnych” (nazwa pewnej znormalizowanej formy danych orbitalnych). Wyniki obliczeń, zawierające współrzędne horyzontalne satelity względem poszczególnych stacji obserwacyjnych, otrzymuje się w postaci zakodowanych w międzynarodowym kodzie SATAT depesz telegraficznych.

2) Wyznaczenie wstępnej orbity satelity na podstawie trzech obserwacji optycznych. Wykorzystana jest tu metoda Gaussa-Baženowa, opublikowana w Biuletynie Instytutu Teoretycznej Astronomii (Leningrad) nr 10 (93), 1960.

3) Wyznaczenie dokładnej orbity na podstawie obserwacji optycznych przez wyrównanie metodą najmniejszych kwadratów (program wykorzystany m. in. dla wyznaczenia orbity satelity „Kosmos 3”).

4) Obliczanie efemeryd satelity w postaci współrzędnych punktów podsatelitarnych (w opracowaniu).

Jeśli chodzi o zagadnienia interpretacji danych obserwacyjnych, to poza wyznaczaniem orbit dane takie wykorzystuje się w COPAN głównie w problemach tzw. geodezji satelitarnej. Termin ten oznacza zbiór takich metod i rozwiązań, które wykorzystując dane obserwacyjne i orbitalne satelitów służą potrzebom naczelnego zadania geodezji wyższej — badania kształtu i rozmiarów Ziemi. Ograniczamy się tu jedynie do problemów o charakterze geometrycznym, tj. traktujących satelitę jako punkt pośredni obserwowany jednocześnie z przynajmniej dwu punktów naziemnych. Skromny bądź co bądź potencjał obliczeniowy COPAN nie pozwala natomiast na rozwiązywanie problemów dynamicznych, w których na podstawie obserwacji satelitów bada się strukturę pola grawitacyjnego Ziemi. W zakresie metod geometrycznych opracowane zostały metody i programy dla następujących zagadnień:

1) Wyrównanie kierunku cięciwy łączącej punkty naziemne, z których wykonano synchroniczne obserwacje satelity — tzw. metoda pięszczyzn synchroniczności.

2) Wyznaczenie długości cięciwy łączącej punkty naziemne na podstawie wykonanych dwóch par obserwacji synchronicznych oraz znajomości długości cięciwy orbity satelity — tzw. metoda czworościanów.

3) Wyrównanie sieci triangulacji satelitarnej, tj. trójwymiarowej sieci punktów, w której metodami satelitarnymi wyznaczono kierunki i długości linii sieci, zaś zadanie polega na wyznaczeniu przy znanych współrzędnych prostokątnych jednego lub kilku punktów — współrzędnych punktów pozostałych.

Powyzsze programy i metody, na których się te programy opierają, były badane i testowane na eksperymentalnej sieci triangulacji satelitarnej założonej przez współpracujące ze sobą w tej dziedzinie państwa socjalistyczne. Przeprowadzone badania i testy wykazały, że osiągalna dokładność obserwacji oraz zastosowane metody obliczeniowe pozwalają wyznaczyć wzajemne usytuowanie bardzo odległych punktów (rzędu 1500 km) z dokładnością kilkudziesięciu metrów.

Spośród innych prac należy wspomnieć o przeprowadzonych ostatnio analizach danych orbitalnych satelity „Kosmos 3” z okresu maj 1962 r. dla celów badania zmian gęstości górnych warstw atmosfery. Analizy te wykazały, że odchylenia średnich 4-dobowych wartości gęstości atmosfery od średniej miesięcznej mają charakter periodyczny. Wartości tych odchylen dochodziły w maju 1962 r. i na wysokości 270 km do $\pm 50\%$.

Centrum Obliczeniowe PAN zamierza w dalszym ciągu, wykorzystując dotychczasowy dorobek oraz opracowując nowe metody, aktywnie uczestniczyć w pracach satelitarnych prowadzonych w Polsce.

WOJCIECH PACHELSKI

Zbliżenia komety Kopfa do Jowisza

Ostatnią pracą naukową prof. dr Felicjana Kępińskiego, rozpoczętą niespełna trzy miesiące przed śmiercią, było badanie wielkich zbliżeń komety Kopffa (1906 IV) do Jowisza. Jak wiadomo, zbliżenia komet do wielkich planet a w szczególności do Jowisza, są interesujące ze względu na spowodowane tym nieraz znaczne zmiany elementów orbit komet, a więc zmiany ich ruchu w przestrzeni¹⁾. Opracowując teorię ruchu komety Kopffa F. Kępiński stwierdził dwa duże jej zbliżenia do Jowisza. Jedno na wiosnę 1943 roku, kiedy kometa przeszła w pobliżu sfery oddziaływania Jowisza, przy czym najmniejsza odległość między tymi ciałami niebieskimi wyniosła 0.57 jednostki astronomicznej i drugie 30 marca 1954 roku, gdy kometa przeszła głęboko przez sferę oddziaływania Jowisza. Najmniejsza jej odległość od planety była wtedy 0.17 jednostki astronomicznej. (Promień sfery oddziaływania Jowisza wynosi 0.33 jedn. astr.). Ostatnio zaś w wyniku obliczeń perturbacji od Jowisza i Saturna w ruchu komety Kopffa wstecz od roku 1919, prowadzonych w oparciu o stosunkowo najlepsze elementy wyjściowe podane przez F. Kępińskiego (rachunki wykonane na elektronicznej maszynie cyfrowej Ural-2), stwierdzono, że 1 czerwca 1883 roku kometa przeszła obok Jowisza w odległości 0.24 jednostki astronomicznej, a 17 września 1847 roku nastąpiło wielkie zbliżenie na 0.045 jednostki astronomicznej.

Interesujące są duże zmiany elementów orbity komety wynikłe z dwóch największych zbliżeń do Jowisza. Po zbliżeniu w 1954 roku długość węzła wstępującego orbity zmieniła się o ponad 131° , a po niemal czterokrotnie bliższym przejściu komety obok Jowisza w roku 1847 zmiana ta wyniosła prawie 180° . W obu wypadkach nachylenie płaszczyzny orbity do płaszczyzny ekliptyki zmieniło się o ponad 3° . Zbliże-

¹⁾ porównaj artykuł G. Sitarskiego w bieżącym zeszycie *Uranii*.

nie w 1847 roku zmieniło okres obiegu komety wokół Słońca o ponad rok, a jej średni ruch dzienny o około 100".

I wreszcie zauważyć warto (na co zwrócił uwagę F. Kępiński złożony już śmiertelną chorobą), że w wypadku komety Kopff'a bardzo wyraźnie uwidacznia się pewna ogólna zasada, iż odstęp czasu między kolejnymi zbliżeniami do planety winien być w przybliżeniu wielokrotnością okresu obiegu planety wokół Słońca.

KRZYSZTOF ZIOLKOWSKI

„Prawdziwa” orbita komety Sperra

Kometa Sperra, odkryta 31 sierpnia 1896 r., przeszła przez perihelium jeszcze w lipcu w odległości 1.14 j.a. Obserwowana była przez cały wrzesień, a ostatni raz widziano ją 4 i 6 października 1896 r. Na podstawie 26 obserwacji H. A. Peck wyznaczył jej paraboliczną orbitę, której jedyną osobliwością było to, że płaszczyzna orbity jest niemal prostopadła do płaszczyzny ekliptyki, bo tworzy z nią kąt aż 88°. Poza tym nie warto by się nią więcej zajmować, gdyby nie fakt, że dalsza historia komety Sperra jest w pewien sposób związana z astronomią polską.

Otóż w 1930 r. wydana została książka „Drogi planet i komet”, której autorem był zmarły w ubiegłym roku dr Tadeusz Rakowiecki, lekarz z zawodu, a astronom z zamiłowania. W swej książce Tadeusz Rakowiecki omawia między innymi szczegółowo metodę wyznaczania orbity komety z trzech obserwacji i jako przykład liczbowy podaje wyznaczenie orbity komety Sperra z 1896 r. Przy wyznaczaniu orbity metodą opisaną przez Rakowieckiego natrafia się w pewnym momencie na niejednoznaczność, z której wynika, że wyznaczana orbita może być albo hiperbolą, albo elipsą. Okazało się dalej, że gdyby orbita komety Sperra była elipsą, to kometa musiałaby być kometa okresową i powracać w pobliże Słońca co 70 lat. Zatem następny powrót komety Sperra przypadłby w roku 1966.

Od chwili wydania książki minęło 35 lat i zbliżał się rok 1966. Tadeusz Rakowiecki przypomniał sobie o wyniku swoich przykładowych obliczeń i ewentualnym powrocie komety Sperra. Potwierdzenie tych przewidywań można było znaleźć jedynie na drodze poprawienia orbity komety na podstawie wszystkich obserwacji i dokładnego określenia jej ruchu wokół Słońca. Zarówno wiek jak i warunki nie pozwalały już drowi Rakowieckiemu na podjęcie tej pracy. Zwrócił się więc za pośrednictwem doc. Konrada Rudnickiego do Zakładu Astronomii PAN z prośbą o zajęcie się sprawą komety Sperra. A właśnie uruchamiany był tu program poprawiania orbit, zwłaszcza parabolicznych i przypadek komety Sperra mógł być świetnym przykładem zastosowania tego programu. Kometa Sperra została więc wzięta na warsztat.

Należało najpierw zebrać i starannie przygotować wszystkie obserwacje komety. Pracę tę wykonała bardzo sumiennie mgr Barbara Szczodrowska z Uniwersytetu Wrocławskiego. Obserwacji nie było wiele, zaledwie 26, ale wyszukanie ich w starych źródłach, często niedostępnych w jednej bibliotece, zajęło trochę czasu. Kiedy jednak cały materiał obserwacyjny był zebrany, uruchomiony już został całkowicie program poprawiania orbit i redukcji obserwacji.

Same obliczenia zajęły maszynie elektronicznej dosłownie kilka minut. Na podstawie wszystkich i — powiedzmy sobie szczerze — bardzo złych obserwacji została wyznaczona „prawdziwa” orbita komety Sperra. Tadeusz Rakowiecki nie doczekał tej chwili, ale też i nie dowiedział się,

że jego przewidywania nie potwierdziły się. Orbita wyznaczona ze wszystkich obserwacji okazała się hiperbolą i kometa Sperra nigdy już do nas nie powróci.

GRZEGORZ SITARSKI

Badanie przypuszczenia o wspólnym pochodzeniu komet Wolf-1 i Barnard-3

Zagadnienie możliwości wspólnego pochodzenia dwóch lub więcej komet z jednej prakomety, która rozpadła się np. w wyniku silnego zbliżenia do którejś z wielkich planet, jak też i zagadnienie tożsamości komet, badane dotychczas mało dokładnym kryterium Tisseranda, znalazły obecnie, dzięki zastosowaniu maszyn matematycznych nowe drogi rozwiązania. Jedną z nich jest ustalenie dokładnego położenia w przestrzeni rozważanych ciał poprzez numeryczne rozwiązywanie ich równań ruchu w odpowiednio dużych interwałach czasu. Tą drogą zbadane zostało przypuszczenie L. Schulhofa i J. Coniela o wspólnym powstaniu komety Wolf-1 (1884 III) i komety Barnard-3¹⁾ (1892 V) w rezultacie rozpadu jednego ciała, które zbliżyło się do Jowisza na niewielką odległość. Jako moment ewentualnego rozpadu prakomety autorzy przypuszczenia podawali rok 1815. Ta ostatnia hipoteza okazała się jednak niesłuszna, bowiem jak wykazał M. Kamiński, najmniejsza odległość komety Wolfa od Jowisza około roku 1815 wynosiła 1.9 jednostki astronomicznej. Obliczenia na maszynie elektronicznej ruchu komety Barnarda wykazały, iż ona również nie zbliżyła się w tym roku do Jowisza.

Ponieważ jednak podobieństwo orbit obu komet wydaje się nie być przypadkowe, należało w pierwszym rzędzie zbadać, czy kometa Barnarda zbliżyła się do Jowisza w tych samych momentach co kometa Wolfa. Rachunki wykazały, iż obie komety miały podobne zbliżenie w roku 1839. Jednakże mała dokładność wyjściowych elementów komety Barnarda (obserwowanej tylko w jednym pojawieniu) znacznie podważa wiarygodność tego rezultatu. Wydaje się, iż około roku 1839 należałoby przeprowadzić dokładne badania odległości między obydwoma kometami i spróbować znaleźć także początkowe elementy orbity komety Barnarda, przy których ta odległość maksymalnie zbliżałaby się do zera. Gdyby się okazało, że te elementy dobrze „pasują” do wszystkich niezależnych obserwacji komety Barnarda, można by wtedy przypuszczać, że hipoteza Schulhofa i Coniela jest prawdziwa.

Ostatnio zagadnienie to badane jest w Instytucie Astronomii Teoretycznej w Leningradzie przez H. Kazimierczak-Połońską.

KRZYSZTOF ZIÓLKOWSKI

KONFERENCJE I ZJAZDY

WSPÓLCZESNE PROBLEMY I METODY MECHANIKI NIEBA

Staraniem Katedry Mechaniki Nieba Uniwersytetu Wrocławskiego oraz Centrum Obliczeniowego Polskiej Akademii Nauk zostało zorganizowane w dniach od 2 do 4 czerwca br. w Warszawie Ogólnopolskie Kolokwium na temat „Współczesne problemy i metody mechaniki nieba”. Zasadniczym celem pierwszej o tej tematyce konferencji było przedstawienie szeregu aktualnych dziś zagadnień tej najstarszej dziedziny astronomii. Zagadnień, dotyczących nowego ujęcia dawnych, klasycznych pro-

¹⁾ jest to pierwsza kometa odkryta fotograficznie.

blemów i metod mechaniki nieba, jak też i najnowszych, zrodzonych w wyniku pojawienia się z jednej strony sztucznych ciał niebieskich i z drugiej — możliwości jakie stwarza współczesna technika obliczeniowa.

Potrzeba zorganizowania tego Kolokwium — co podkreślił otwierając obrady prof. dr Stefan Wierzbński, kierownik Katedry Mechaniki Nieba Uniwersytetu Wrocławskiego — wyloniła się na comiesięcznych ogólnopolskich seminariach, organizowanych od roku przez jedyną w Polsce Katedrę Mechaniki Nieba na Uniwersytecie we Wrocławiu. A seminaria te, których ukoronowaniem w roku akademickim 1965/66 było omawiane Kolokwium, są wyjściem na przeciw zapotrzebowaniu ściślejszych kontaktów, częstszych rozmów, wymiany doświadczeń i poglądów wśród nielicznej garstki polskich astronomów pracujących w zakresie mechaniki nieba. Ta potrzeba wspólnej konfrontacji szeregu współczesnych problemów i metod z jednej strony, a z drugiej dążność do zaznajomienia uczestników z pewnymi ich rozwiązaniami, przesądziły o przeglądowym charakterze konferencji.

Ze względu na rolę jaką odgrywa współczesna technika elektronicznego przetwarzania informacji w rozwoju mechaniki nieba, nie jest przypadkiem udział COPAN w zorganizowaniu Kolokwium oraz jego rola jako gospodarza konferencji.

Uroczyste otwarcie Kolokwium, którego, jak już wspomniano, dokonał prof. dr Stefan Wierzbński, zaszczytliwi swą obecnością przez Polskiego Towarzystwa Astronomicznego prof. dr Włodzimierz Zonn oraz senior polskich astronomów i jednocześnie mechaników nieba — prof. dr Michał Kamiński. Ich przemówienia powitalne publikujemy poniżej. W imieniu gospodarzy w kilku ciepłych słowach powitał uczestników Kolokwium zastępca dyrektora Centrum Obliczeniowego PAN mgr Jan Wróblewski podkreślając „entuzjazm, który był fundamentem powstania koncepcji i organizacji Kolokwium”.

Udział w konferencji wzięło około 35 osób z różnych ośrodków astronomicznych w Polsce. Wśród uczestników zabrakło niestety jednego z jej inicjatorów, żywo interesującego się, mimo ciężkiej choroby, pracami przygotowawczymi — prof. dr Felicjana Kępińskiego, którego pamięć zebrani uczcili chwilą milczenia.

Na zakończenie obrad wygłosił przemówienie dyrektor Centrum Obliczeniowego PAN prof. dr Mieczysław Warmus. Zwrócił on uwagę na „znaczenie kooperacji różnych specjalistów w zakresie współczesnych problemów mechaniki nieba” oraz na rolę Centrum Obliczeniowego PAN, które „jest w sensie zespołowej pracy kompleksowej placówką bardzo nowoczesną, bo właśnie placówką stojącą wyraźnie na pograniczu matematyki, a zwłaszcza matematyki obliczeniowej i maszyn cyfrowych oraz innych nauk”. W Centrum Obliczeniowym PAN pracują razem astronomowie, geodeci, matematycy i inżynierowie.

Uczestnicy Kolokwium mieli możliwość obejrzenia dwóch elektronicznych maszyn cyfrowych: URAL-2 i GIER. Demonstrowane były działania programów konkretnych obliczeń astronomicznych.¹⁾

Podczas trzydniowych obrad Kolokwium wygłoszono ogółem 12 referatów w większości przeglądowych, a w kilku wypadkach uwzględniających również prace własne. Omówimy krótko tematykę referatów.

Zagadnieniom stabilności ruchu w mechanice nieba poświęcone były

¹⁾ porównaj notatkę p.t. „Automatyzacja obliczeń orbitalnych w Polsce”.

dwa referaty. Pierwszy doc. dr Władysława Turskiego (Centrum Obliczeniowe PAN) stanowił przegląd najważniejszych definicji, pojęć i twierdzeń z zakresu nauki o stabilności ruchu oraz zawierał krótkie omówienie ostatnich prac V. I. Arnol'da, dotyczących tych problemów na tle tradycyjnych, głównie intuicyjnych poglądów klasyków mechaniki nieba. Drugi referat mgr Jacka Olszewskiego (Centrum Obliczeniowe PAN) był przeglądem najnowszych prac traktujących o stabilności rozwiązań trójkątnych Lagrange'a w płasko-eliptycznym zadaniu ograniczonym trzech ciał.

O pewnych problemach nowoczesnych metod numerycznego rozwiązywania równań ruchu mówił dr Grzegorz Sitarski (Zakład Astronomii PAN), poruszając kolejno następujące zagadnienia: a) wyznaczenie pierwszej prowizorycznej orbity z większej niż trzy liczby obserwacji, b) wyznaczenie orbity dokładniejszej przez poprawienie początkowych współrzędnych i składowych prędkości na podstawie obserwacji, c) rozwiązanie zagadnienia dwóch ciał we współrzędnych prostokątnych, d) obliczanie perturbacji metodą wariacji stałych dowolnych, gdzie za stałe dowolne przyjęte są wartości początkowe współrzędnych i składowych prędkości.

Niektóre numeryczne aspekty analitycznych teorii ruchu ciał niebieskich przedstawił mgr Krzysztof Ziolkowski (Centrum Obliczeniowe PAN) zatrzymując się w szczególności nad pewnymi algorytmami dla maszyn cyfrowych, prowadzącymi do konstruowania oraz praktycznego wykorzystywania analitycznych teorii ruchu.

Trzy następne referaty dotyczyły zagadnień z pogranicza mechaniki nieba i różnych problemów astrofizycznych. Prof. dr Stefan Piotrowski (Uniwersytet Warszawski) omówił w formie przeglądowej zagadnienia przepływu masy w ciasnych układach gwiazd podwójnych w takim zakresie, w jakim daje się je traktować w ramach mechaniki punktów materialnych. O problemie powstawania gwiazd podwójnych na skutek podziału szybko rotującej gwiazdy pojedynczej mówił doc. dr Andrzej Kruszewski (Zakład Astronomii PAN). Istnienie niejednorodnej rotacji gwiazdy uwarunkowane jest charakterem jej ewolucji, w trakcie której wewnętrzne obszary zapadają się do środka, podczas gdy zewnętrzne ekspandują. Przy braku wymieszania doprowadza to do powstania bardzo szybkiej rotacji w środku gwiazdy, co może spowodować podział jądra a następnie całej gwiazdy na dwie części. Taki mechanizm podziału może zdać sprawę z istnienia kontaktowych układów podwójnych takich jak gwiazdy zaćmieniowe typu W UMa. I wreszcie referat mgr Wojciecha Dziembowskiego (Zakład Astronomii PAN) zawierał przedstawienie najnowszych wyników badań w zakresie stabilności figur równowagi (m. in. Chandrasekhara i Lebovitz).

Dalsze dwa wystąpienia poświęcone były zagadnieniom satelitarnym. Referat mgr inż. Wojciecha Pachelskiego (Centrum Obliczeniowe PAN) pt. „Przetwarzanie danych obserwacyjnych sztucznych satelitów Ziemi” poświęcony był przeglądowi kilku metod dotyczących: wyrównywania elementów orbitalnych sztucznych satelitów Ziemi, triangulacji satelitarnej (wykorzystania synchronicznych fotograficznych obserwacji sztucznych satelitów Ziemi), wyznaczeniu okresu satelity dla celów badania gęstości i zmian gęstości górnych warstw atmosfery. Problemom związanym z badaniem pola grawitacyjnego Ziemi za pomocą sztucz-

nych satelitów poświęcił referat dr inż. Janusz Zieliński (Politechnika Warszawska).

Jedynym referatem poświęconym wyłącznie własnym opracowaniom był referat dr Macieja Bielickiego (Uniwersytet Warszawski), problematyką swą wykraczający daleko poza ramy jedynie mechaniki nieba. Dotyczył on zagadnień wyznaczenia i udziału dokładności wszelkich obserwacji dla konfrontacji teorii z doświadczeniem.

Dr Stanisław Gąska (Uniwersytet M. Kopernika w Toruniu) poświęcił swe wystąpienie rozwiązaniom periodycznym w mechanice nieba, ujmując problem w dwóch punktach: znalezienie kryteriów istnienia rozwiązań periodycznego danego układu równań oraz znalezienie formuł przedstawiających to rozwiązanie.

I wreszcie na zakończenie Kolokwium prof. dr Stefan Wierzbński (Uniwersytet Wrocławski) referatem pt. „Współczesne problemy mechaniki nieba” dokonał jak gdyby podsumowania obrad, omawiając krótko szereg najbardziej dziś aktualnych zadań mechaniki nieba. Na tym tile wymienił ponadto te problemy mechaniki nieba, którymi zajmują się obecnie astronomowie polscy.

Kończąc sprawozdanie z trzydniowych rozmów trzydziestu kilku osób o mechanice nieba niech mi wolno będzie wyrazić nadzieję, iż zapoczątkowane tą pierwszą konferencją kontakty będą inspirowały dalszą wspólną wymianę poglądów.

KRZYSZTOF ZIOLKOWSKI

PRZEMÓWIENIE PROF. DR W. ZONNA

Wydaje się, iż konferencja, w której mam zaszczyt uczestniczyć, jest pierwszą, jeśli nie w dziejach astronomii polskiej, to przynajmniej w dziejach Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, które liczy sobie przeszło czterdzieści lat. W programach zjazdów i sympozjów tej organizacji, często zdarzały się tematy z mechaniki nieba, nigdy jednak nie mieliśmy zebrania, czy konferencji poświęconej wyłącznie tej dyscyplinie naukowej. Nie dziwilibyśmy się wcale gdyby szło o jakąś zupełnie nową gałąź astronomii: radioastronomię czy astronomię „rakietową”. Mechanika nieba jest natomiast w pewnym sensie „pniem” astronomii. Jest najstarszą dyscypliną astronomiczną i stąd to zaskoczenie i optymistyczne zdziwienie.

Dzisiejsze zdarzenie jest poniekąd potwierdzeniem pewnej myśli G. K. Chestertona: „...Istnieje pewne prawo zapisane w najbardziej ukrytej księdze życia. Możesz oglądać jakąś rzecz dziewięćset dziewięćdziesiąt dziewięć razy i nic nie zamąci twego spokoju; kiedy jednak spojrzysz na nią po raz tysięczny, grozi ci straszliwe niebezpieczeństwo, że zobaczysz ją po raz pierwszy.”

Co sprawiło, że mechanika nieba przeżywa u nas swoisty renesans? Może szybki rozwój techniki rakietowej w połączeniu z rozwojem masywnych liczących? Być może też warunki, jakie młodym uczonym dało to coś, co nazywamy (niektórzy z odcieniem pogardy) Polską Ludową? Czy wreszcie pojawienie się entuzjazmu wśród tych wszystkich, którzy w tej chwili moich słów słuchają?

Entuzjazm jednostki, jest „podstawowym kwantem działania” zarówno w nauce jak i w życiu społecznym. Można owymi kwantami tak, czy inaczej pokierować; można je skupiać, można je rozpraszać. Bez nich jednak nic nigdy się nie uda, w żadnym kraju i w żadnym ustroju. Dlatego tak wysoko podnoszę entuzjazm w uczestnikach dzisiejszej

konferencji i życzę im, aby ów entuzjazm nigdy się nie rozproszył. Aby służył ku pożytkowi tej najstarszej i jednocześnie najmłodszej nauki jaką jest mechanika nieba.

PRZEMÓWIENIE PROF. DR M. KAMIENSKIEGO

Witam i pozdrawiam was Koleżanki i Koledzy i cieszę się bardzo, że mogę brać udział w tym Kolokwium w dziedzinie mechaniki niebios. Tym bardziej się cieszę, że jak to można widzieć z tych prac w tej dziedzinie, które już wydrukowaliśmy, które są w druku, które będziecie tutaj referowali — można z tego wszystkiego widzieć — że to wasze prace przekreśliły ponure przepowiednie Maurycego Rudzkiego. Maurycy Rudzki był profesorem astronomii Uniwersytetu Jagiellońskiego na początku obecnego stulecia oraz dyrektorem Obserwatorium Krakowskiego. Napisał szereg podręczników. W swoim dwutomowym podręczniku *Astronomia Teoretyczna* wylicza we wstępie różne działy astronomii, pokrótce je omawia, a o mechanice niebios tak się wyraził: „Ta gałąź astronomii skazana jest na uschnięcie”. Otóż w owych czasach, przeszło 60 lat temu, mogło rzeczywiście tak się wydawać, jeżeli patrzeć na tę gałąź powierzchownie. Ale wewnątrz ona tętniła życiem i kiedy przyszedł czas, to na tej gałęzi ukazały się wspaniałe kwiaty. Te kwiaty to są te piękne prace, które panie... koleżanki i koledzy już wydrukowaliście, lub o których dzisiaj będzie tutaj mowa. Otóż mam nadzieję, że z tych kwiatów powstaną wspaniałe owoce — co ja mówię powstaną, kiedy one już powstały. Bo oto między innymi na tej gałęzi widzę pewne odgałęzienie i tam są trzy komety: kometa Wolf I, kometa Kopff i kometa Grigg-Skjellerup. Dlatego wspominam o tych kometach, że gdyby nie wasze dokładne prace to one byłyby zagubione, tak jak cały szereg innych komet okresowych. Bo przeszło 40% ich zostało zagubionych dzięki niedbałemu badaniu tych komet. Wyrażam więc życzenie, że kiedy po siedmiu latach w roku 1973 będziemy obchodzić w Polsce 500 lat od roku urodzin Kopernika i kiedy w Polsce będzie obradowała Międzynarodowa Unia Astronomiczna to wówczas koledzy nasi zagraniczni, którzy tutaj przyjadą i ujrzą te wspaniałe owoce, wyniki z tych kwiatów, powiedzą „les astronomes polonais ont beaucoup à déclarer”, czego wam — i tych wspaniałych owoców, i takiego podziwu zagranicznych astronomów — bardzo serdecznie życzę.

OBSERWACJE

REKTYFIKOWANE ZDJĘCIE KRATERU HEWELIUSZ

Krater noszący nazwisko Jana Heweliusza ma 118 km średnicy i jest największym „polskim” kraterem na Księżycu (Banachiewicz ma 92 km, Kopernik 90 km, Witelo 56 km, Dembowski 40 km, a Lubieniecki „tylko” 37 km). Mimo jednak dużych rozmiarów nie przedstawia się on z Ziemi tak wspaniale jak krater Kopernik, gdyż w długości selenograficznej jest zniekształcony skrótem perspektywicznym. Leży wprawdzie tuż przy równiku, ale jednocześnie bardzo blisko zachodniego brzegu tarczy Księżyca (współrzędne selenograficzne: $67^{\circ} 44'$ długości zachodniej i $2^{\circ} 20'$ szerokości północnej) i dlatego

z Ziemi widzimy go w postaci silnie spłaszczonej elipsy.

Rzeczywisty kształt krateru Heweliusza można zobaczyć dopiero na rektyfikowanym, czyli „lotniczym” zdjęciu tej okolicy Księżyca. Zdjęcie takie otrzymałem za pomocą powiększalnika fotograficznego *Krokus* i obiektywu *Industar 4* (ogniskowa 21 cm). Do rektyfikowania wykorzystałem piękne zdjęcie, które wykonano w obserwatorium na Pic du Midi w Pirenejach. Negatywowy obraz tego zdjęcia rzutowałem powiększalnikiem na odpowiednio położony papier światłoczuły. W czasie naświetlania papier światłoczuły był w szerokości selenograficznej położony prostopadle do osi optycznej powiększalnika, ale w długości selenograficznej został nachylny pod kątem 67° (odpowiada to długości selenograficznej krateru).

W ten sposób otrzymałem rektyfikowane zdjęcie krateru Heweliusz, na którym w przybliżeniu ma on już kształt kołisty. W jego wnętrzu widzimy izolowany masyw górski i wybiegającą z pod niego w kierunku południowo-wschodnim dużą szczelinę. Ponadto na dnie krateru oraz na otaczającym go wale górskim znajduje się szereg małych kraterów. Na południu krater Heweliusz graniczy się z kraterem Lohrmann o średnicy 38 km, a na północy z kraterem Cavalerius 63 km (w pobliżu tego krateru wylądowała *Luna-9*).

Oczywiste jest, że opisaną powyżej metodą można rektyfikować tylko zdjęcia pojedynczych kraterów. Chociaż i w tym przypadku zdjęcie takie nie oddaje wiernie rzeczywistości, gdyż część obrazu położona podczas naświetlania bliżej obiektywu powiększalnika ma nieco inną skalę niż część obrazu leżąca dalej od niego. Zdjęcia większych obszarów byłyby jeszcze bardziej zniekształcone — bo Księżyc jest kulą i papierowi światłoczułemu należałoby nadać kształt sferyczny. Z tego też powodu rektyfikuje się je zupełnie innym sposobem (*Urania*, 1964, nr 11, str. 309).

STANISŁAW R. BRZOSTKIEWICZ

TO I OWO

Kopernik na rysunku Jana Matejki

Nie wszystkim zapewne wiadomo, że Jan Matejko jest autorem nie tylko znanego obrazu pt. *Kopernik w swojej pracowni*, ale również rysunku przedstawiającego popiersie wielkiego astronoma. Rysunek wykonany został w r. 1873 na podstawie drzeworytu T. Stimmera, o czym świadczy bardzo duże podobieństwo obu wizerunków Kopernika (włosy, oczy, nos, usta, ubiór i nawet układ postaci astronoma). Z rysunku Matejki wykonana była przez A. Regulskiego kopia drzeworytnicza o rozmiarach 430×345 mm, którą wydano w r. 1873 jako premię dla czytelników *Tygodnika Ilustrowanego*.

STANISŁAW R. BRZOSTKIEWICZ

KALENDARZYK HISTORYCZNY

27 października 1941 r. zmarł Lucjan Grabowski

Prof. Lucjan Grabowski urodził się 19 maja 1871 r. w Tarnowie. Studia astronomiczne odbył w Krakowie, Bonn i w Monachium, gdzie uzyskał doktorat astronomii. W latach 1901—1902 pracował w Obserwatorium Pułkowskim, a w latach 1907—1908 w Instytucie Geodezyjnym w Poczdamie. W r. 1909 został mianowany profesorem astronomii na Politechnice Lwowskiej oraz kierownikiem Obserwatorium Astronomiczno-Meteorologicznego i Stacji Sejsmograficznej. W latach 1939—1941 pracę naukową kontynuował w Ukraińskim Instytucie Politechnicznym we Lwowie, który powstał w miejsce dawniejszej politechniki. W r. 1941 Lwów został zajęty przez najeźdźców hitlerowskich i na zarządzenie prof. Kurta Waltera z Poczdamu, okupacyjnego kuratora astronomii w Polsce, obserwatorium Politechniki Lwowskiej uległo likwidacji. Wówczas prof. Grabowski został odsunięty od pracy naukowej i pozbawiony środków utrzymania. Zmarł we Lwowie w wieku 70 lat.

Możliwości badań naukowych w obserwatorium Politechniki Lwowskiej były bardzo małe, gdyż obserwatorium miało bardzo skromne wyposażenie (refraktor o średnicy 12 cm). Mimo to prof. Grabowski zdołał uruchomić systematyczne obserwacje, przede wszystkim wizualne pomiary jaśniejszych planetoid i komet, obserwacje zakryć gwiazd przez Księżyc oraz zaćmień Słońca i Księżyca. Jego dorobek naukowy obejmuje kilkadziesiąt prac z zakresu astronomii sferycznej, geodezji wyższej i kartografii, które publikowane były w czasopismach krajowych i zagranicznych. Był on również wybitnym pedagogiem i w okresie swej długoletniej działalności wykształcił wielu polskich geodetów. Prof. Grabowski był członkiem szeregu towarzystw naukowych, a w r. 1939 mianowano go „doktorem honoris causa” Politechniki Warszawskiej.

STANISŁAW R. BRZOSTKIEWICZ

KALENDARZYK ASTRONOMICZNY

Opracował G. Sitarski

Październik 1966 r.

Rankiem nad wschodnim horyzontem widoczna jest jeszcze Wenus, blyszcząca jako gwiazda około —3,4 wielkości. Nad ranem też widoczny jest Mars jako czerwona gwiazdka około +2 wielkości w gwiazdozbiornie Lwa oraz także w Lwie trudny do odnalezienia gołym okiem Uran.

Prawie całą noc widoczny jest Saturn jako gwiazda pierwszej wielkości na granicy gwiazdozbiorów Ryb i Wodnika oraz Jowisz jako jasna gwiazda w gwiazdozbiornie Raka. Jowisza warto obserwować przez lunetę lub dobrą lornetkę, a to ze względu na ciekawe zjawiska w układzie jego czterech galileuszowych księżyców (dokładne momenty tych zjawisk podajemy w tekście Kalendarzyka). Pozostałe planety są niewidoczne ze względu na bliskie sąsiedztwo Słońca na niebie.

Za pomocą lunet możemy też poszukiwać dwóch planetoid około 8 wielkości: Ceres w gwiazdozbiornie Bliźniąt i Pallas w gwiazdozbiornie Wieloryba. Obie planetki są pierwszymi planetoidami odkrytymi w naszym układzie słonecznym i należą do czterech najjaśniejszych i największych obiektów tego typu, których dziś znamy już tysiące.

1d3h Merkury w niewidocznym złączeniu ze Spiką, gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiornie Panny, zwaną inaczej Kłosem Panny. Wieczorem o 20^h23^m obserwujemy początek zaćmienia 1 księżycą Jowisza; księżyc ten zniknie nagle w cieniu planety w odległości równej prawie promieniowi tarczy od jej lewego brzegu (patrzac przez lunetę odwracającą).

2d Wieczorem obserwujemy koniec wędrówki 1 księżycą i jego cienia na tle tarczy Jowisza. Cień schodzi z tarczy planety o 20^h0^m, a sam księżyc kończy swoje przejście o 21^h12^m.

3d O 1^h25^m obserwujemy początek zaćmienia 3 księżycą Jowisza; jest to jeden z trzech księżyców widocznych w tym czasie z lewej strony tarczy planety.

3/4d Po północy nastąpi początek zaćmienia 2 księżycą Jowisza (o 0^h49^m).

5d7h Planetoida Pallas znajdzie się w przeciwstawieniu ze Słońcem. Wieczorem obserwujemy przejście 2 księżycą i jego cienia na tle tarczy Jowisza; cień pojawia się na tarczy planety o 18^h58^m, a księżyc 2 znikna na jej tle o 21^h24^m; cień kończy swą wędrówkę o 21^h48^m, a księżyc o 24^h16^m.

6d Tego wieczora zaraz po wschodzie Jowisza dostrzeżemy na jego tarczy plamkę cienia jego 4 księżycą (widoczna do 21^h42^m). Warto zauważyć, że od wielu miesięcy nie mogliśmy obserwować z Ziemi żadnych szczególnych zjawisk związanych z 4 księżycem, takie było bowiem wzajemne położenie w przestrzeni Jowisza, Ziemi i Słońca. Tego też wieczora na tle tarczy Jowisza przechodzi księżyc 3 i kończy swe przejście o 23^h51^m.

8d19h Jowisz w złączeniu z Księżycem. O 22^h16^m początek zaćmienia 1 księżycą Jowisza.

9d 1^h29^m Heliograficzna długość środka tarczy Słońca wynosi 0°; jest to początek 1513 rotacji Słońca wg Carringtona. Wieczorem po tarczy Jowisza wędruje księżyc 1 i jego cień; obserwujemy koniec przejścia: o 21^h54^m cienia księżycą, o 23^h8^m samego księżycą.

10d 16^h Złączenie Marsa z Księżycem.

11d 5^h Obserwujemy Marsa w złączeniu z Regulesem, gwiazdą pierwszej wielkości w gwiazdozbiornie Lwa.

12d 5^h Uran w złączeniu z Księżycem.

12/13d Księżyc 2 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza. O 21^h33^m pojawia się cień księżycą 2, o 0^h4^m sam księżyc rozpoczyna przejście, o 0^h23^m cień opuszcza tarczę planety, a o 2^h55^m księżyc kończy swoje przejście.

13/14d Obserwujemy koniec przejścia cienia (o 22^h48^m) i początek przejścia (o 0^h29^m) 3 księżycą Jowisza na tarczy planety.

14d 22^h6^m Koniec zakrycia 2 księżycą Jowisza przez tarczę planety.

15d 17^h Merkury w niewidocznym złączeniu z Księżycem.

15/16d O 0^h10^m obserwujemy początek zaćmienia 1 księżycą Jowisza.

16d 8^h Neptun w niewidocznym złączeniu z Księżycem.

16/17d Księżyc 1 i jego cień przechodzą po tarczy Jowisza. Początek przejścia cienia o 21^h32^m, księżycą o 22^h47^m; koniec wędrówki cienia o 23^h47^m, księżycą o 1^h3^m.

20/21d Od 23^h22^m do 2^h47^m cień księżycą 3 wędruje po tarczy Jowisza.

21/22d O 0^h42^m obserwujemy koniec zakrycia 2 księżycą Jowisza.

22d 13^h Merkury w niewidocznym złączeniu z Neptunem.

23^d 22^h Słońce wstępuje w znak Niedzwiedka; jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 210°.

23/24^d Księżyc 4 oraz księżyc 1 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza. O 23^h25^m na tarczy planety pojawia się cień księżycy 1. W czasie wędrówki plamki cienia do brzegu tarczy zbliżają się dwa księżycy: księżyc 4, który znika na jej tle o 23^h52^m i księżyc 1, znikający o 24^h41^m. Cień księżycy 1 wędruje do 1^h41^m, księżycy 1 i 4 kolejno do 2^h57^m i do 4^h3^m.

25^d 22^h Saturn w złączeniu z Księżycem.

26^d 17^h Merkury w największym wschodnim odchyleniu od Słońca (24°); pomimo to jego położenie na niebie jest takie, że zachodzi niemal równocześnie ze Słońcem i jest wobec tego niewidoczny.

29^d Półcieniowe zaćmienie Księżyca niewidoczne w Polsce. Zaćmienie widoczne będzie na Oceanie Spokojnym, w Ameryce, w Australii oraz we Wschodniej Azji i na Antarktydzie.

31^d Warto obserwować wieczorem Jowisza, zobaczymy bowiem kolejno: o 22^h25^m początek zaćmienia 1 księżycy, o 22^h27^m zakrycie 3 księżycy i o 23^h42^m koniec zaćmienia 4 księżycy; ten ostatni księżyc pojawił się nagle z cienia planety w znacznej odległości od lewego brzegu jej tarczy (około 2 średnice tarczy).

Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie środkowo-europejskim.

Odległości bliskich planet

Data	Wenus				Mars			
	od Słońca		od Ziemi		od Słońca		od Ziemi	
	j. a.	mlnkm	j. a.	mlnkm	j. a.	mlnkm	j. a.	mlnkm
1966								
IX 28	0.719	107.6	1.677	260.9	1.628	243.5	2.202	329.4
X 8	0.720	107.7	1.694	253.4	1.636	244.7	2.142	320.4
18	0.721	107.8	1.705	255.1	1.643	245.7	2.075	310.4
28	0.722	108.0	1.712	256.1	1.649	246.7	2.003	299.6
XI 8	0.724	108.2	1.714	256.4	1.654	247.5	1.925	288.0

Dane dla obserwatorów Słońca (na 13^h czasu środkowo-europejskiego)

Data 1966	P	B ₀	L ₀	Data 1966	P	B ₀	L ₀
	°	°	°		°	°	°
X 1	+26.04	+6.70	99.25	X 17	+26.18	+5.68	248.17
3	+26.16	+6.60	72.86	19	+26.06	+5.52	221.79
5	+26.25	+6.48	46.47	21	+25.91	+5.35	195.41
7	+26.31	+6.37	20.08	23	+25.74	+5.18	169.04
9	+26.34	+6.24	353.70	25	+25.52	+5.00	142.66
11	+26.30	+6.11	327.32	27	+25.28	+4.82	116.28
13	+26.32	+5.97	300.93	29	+25.01	+4.62	89.91
15	+26.27	+5.83	274.55	31	+24.71	+4.42	63.53

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

B₀, L₀ — heliograficzna szerokość i długość środka tarczy.

Październik 1966 r.

PLANETY I PLANETOIDY

Data 1966	1 ^h czasu środk.-europ.		Warszawa		1 ^h czasu środk.-europ.		Warszawa		
	α	δ	wsch.	zach.	α	δ	wsch.	zach.	
MERKURY					WENUS				
	h m	o	h m	h m	h m	o	h m	h m	
IX 28	13 06	-7.0	6 52	17 38	11 39	+3.9	4 30	17 08	
X 8	14 02	-13.7	7 45	17 17	12 24	-1.1	4 59	16 47	
18	14 54	-19.0	8 30	16 58	13 10	-6.1	5 32	16 28	
28	15 40	-22.6	9 00	16 39	13 57	-10.8	6 05	16 09	
Niewidoczny.					Widoczna jeszcze rankiem nad wschodnim horyzontem jako jasna gwiazda -3.4 wielkości.				
MARS					JOWISZ				
IX 28	9 35	+15.7	1 21	16 08	8 09	+20.3	23 22	15 12	
X 8	9 59	+13.7	1 17	15 40	8 15	+20.1	22 49	14 37	
18	10 22	+11.7	1 12	15 13	8 20	+19.8	22 17	14 01	
28	10 45	+9.6	1 06	14 46	8 24	+19.6	21 43	13 23	
Widoczny w ostatnich godzinach nocy w gwiazdozbiore Lwa (oko- ło +1.8 wielkości).					Widoczny prawie całą noc jako jasna gwiazda około -1.7 wielko- ści w gwiazdozbiore Raka.				
SATURN					URAN				
IX 18	23 51	-3.7	17 57	5 21	11 26	+4.5	4 52	17 36	
X 8	23 45	-4.3	16 35	3 53	11 30	+4.0	3 39	16 19	
28	23 41	-4.8	15 15	2 28	11 34	+3.6	2 27	15 03	
Widoczny prawie całą noc na gra- nicy gwiazdozbiorów Ryb i Wod- nika (około +1 wielk. gwiazd.).					Widoczny nad ranem w gwiazdo- zbiore Lwa (5.8 wielk. gwiazd.).				
	α	δ	w połud.		α	δ	w połud.		
NEPTUN					PLUTON				
	h m	o	h m		h m s	o	h m		
IX 20	15 12.3	-16 07'	14 52		11 40 22	+17 43'5	11 22		
X 10	15 14.6	-16 17	13 36		11 43 02	+17 30.5	10 06		
30	15 17.4	-16 28	12 20		11 45 27	+17 22.0	8 49		
Niewidoczny.					Niewidoczny.				
PLANETOIDA 1 CERES					PLANETOIDA 2 PALLAS				
IX 22	6 04.6	+21 16	5 48		1 20.9	-9 29	0 55		
X 2	6 13.7	+21 34	5 08		1 14.2	-12 15	0 09		
12	6 21.0	+21 53	4 35		1 06.6	-14 51	23 18		
22	6 26.1	+22 16	4 01		0 58.8	-17 06	22 31		
XI 1	6 28.7	+22 43	3 24		0 51.8	-18 52	21 44		
Około 8 wielk. gwiazd. Widoczna na drugiej połowie nocy w gwiaz- dozbiore Bliźniąt.					Około 8.7 wielk. gwiazd. Widocz- na przez całą noc w gwiazdozbio- rze Wieloryba. Opozycja 11 paź- dziernika.				

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

Październik 1966 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
IX 28	+ 9.1	12 16	- 1.8	5 58	17 47	5 47	17 37	5 47	17 37	5 41	17 30	5 35	17 26	5 31	17 21	5 27	17 18	5 23	17 12
X 8	+12.2	12 53	- 5.6	6 12	17 23	6 04	17 14	6 03	17 15	5 59	17 05	5 50	17 04	5 48	16 58	5 42	16 56	5 40	16 48
18	+14.6	13 29	- 9.4	6 34	17 00	6 22	16 51	6 20	16 54	6 19	16 41	6 06	16 44	6 05	16 36	5 58	16 36	5 58	16 25
28	+16.1	14 07	-12.9	6 52	16 38	6 40	16 31	6 37	16 34	6 38	16 19	6 23	16 25	6 23	16 16	6 15	16 17	6 17	16 04
XI 7	+16.3	14 46	-16.1	7 12	16 19	6 58	16 13	6 54	16 17	6 58	15 59	6 39	16 08	6 42	15 57	6 31	16 00	6 36	15 45

KSIĘZYC

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	
X 1	1 23	+ 6.4	17 58	7 12		X 11	10 26	+15.1	1 27	16 18		X 21	19 49	-26.0	14 24	21 51	
2	2 07	+11.6	18 11	8 23		12	11 22	+ 8.9	2 59	16 33		22	20 42	-23.6	14 49	23 04	
3	2 53	+16.5	18 28	9 38		13	12 16	+ 2.2	4 31	16 48		23	21 32	-20.2	15 08	—	
4	3 42	+20.8	18 50	10 55		14	13 10	- 4.7	6 02	17 02		24	22 19	-15.9	15 22	0 17	
5	4 35	+24.1	19 23	12 10		15	14 04	-11.3	7 33	17 19		25	23 03	-11.2	15 34	1 29	
6	5 30	+26.4	20 08	13 20		16	15 00	-17.2	9 05	17 41		26	23 47	- 6.0	15 44	2 39	
7	6 29	+27.3	21 11	14 20		17	15 57	-21.9	10 33	18 08		27	0 29	- 0.6	15 55	3 49	
8	7 29	+26.6	22 29	15 04		18	16 56	-25.2	11 53	18 46		28	1 12	+ 4.9	16 06	4 59	
9	8 30	+24.2	23 56	15 37		19	17 55	-27.0	12 59	19 37		29	1 55	+10.3	16 19	6 12	
10	9 29	+20.3	—	16 00		20	18 53	-27.2	13 50	20 39		30	2 41	+15.3	16 34	7 27	
												31	3 30	+19.8	16 55	8 44	

Fazy Księżyca

	d	h
Pełnia	IX	29 18
Ostatnia kw.	X	7 14
Nów	X	14 5
Pierwsza kw.	X	21 7
Pełnia	X	29 11
Ostatnia kw.	XI	5 23

Odległość Księżyca od Ziemi	Średnica tarczy	
	d	h
Najm. X 13 4	33	3
Najw. X 25 11	29	5

CONTENTS

K. Ziolkowski: What is mechanics of the sky?

G. Sitarski: Planets — gravitation traps for comets.

Current events: Automation of orbit accounts in Poland — Re-found little planet — Satellite accounts of the PAN Account Centre — The Kopff comet approaches the Jove — The „true” orbit of the Sperr comet — Origins of the comets Wolf-1 and Barnard-3.

Meetings and conferences.

Observations.

Historical calendar.

Astronomical calendar.

СОДЕРЖАНИЕ

К. Зиolkовский: Что это такое, механика неба?

Г. Ситарский: Планеты — гравитационные ловушки планет.

Хроника: Автоматизация орбитальных вычислений в Польше. — Открыта планетка. — Сателлитарные расчёты Вычислительного Центра ПАН. — Приближения кометы Конфа к Юпитеру. — „Настоящая” орбита кометы Спerra. — Происхождение Комет Вольф-1 и Барнард-3.

Конференции и съезды.

Наблюдения.

Исторический календарчик.

Астрономичный календарь.

ADRESY ODDZIAŁÓW PTMA

Biała Podlaska — Powiatowy Dom Kultury.

Białystok — ul. Kilińskiego 1, Zakład Fizyki Akademii Medycznej, tel. 55-81, wn. 81.

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

Częstochowa — Al. Pokoju 4, m. 62.

Dąbrowa Górnicza — ul. Okrzei 15 (Zofia Piaskowska). Sekretariat: Cz. godz. 18-20

Frombork — Wieża Wodna. Pokazy i sekr.: godz. 18-18

Gdańsk-Oliwa, ul. Sambora 9.

Gdynia — Kamienna Góra, ul. Mickiewicz 5 m. 4.

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

Jelenia Góra — ul. Obrońców Pokoju 10 (Szkoła Rzemiosł Budowlanych). Sekretariat: godz. 8-15. Pokazy nieba w poniedziałki: Jelenia Góra, ul. Obrońców Pokoju (mgr Marian Tumidalski) i Cieplice, ul. 1 Maja 126 (mgr Alfred Neumann).

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

Kraków — Solskiego 30/8, telefon 538-92. Sekr., bibl. i klub „Kosmos” — pn. i pt. 18-21. Stacja Astr. w Niepolomicach przy Szk. Podst. Nr 1 dla członków — codziennie z możliwością noclegu.

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

Łódź — ul. Traugutta 18, pok. 412 tel. 250-02. Sekretariat: Śr. godz. 18-20.

Nowy Sącz — ul. Jagiellońska 50a, tel. 80-52. Sekretariat: Pon. Śr. Pl. 18-20.

Olsztyn — Muzeum Mazurskie I p., tel. 24-74 (W. Radziwiłowicz).

Opole — Strzelców Bytomskich 3, WDK, p. 45, sekretariat g. 16-18. Stacja Astronomiczna, MDK, taras, pokazy nieba wt. i pt. od zmierzchu do g. 21.

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. godz. 17-19.

Radom — Zeromskiego 76 p. 224.

Szczecin — Al. Piastów 19, pok. 206 (Katedra Fizyki Politechniki Szczecińskiej) tel. 470-81, wn. 276.

Szczecinek — ul. T. Kościuszki 10, m. 3, tel. 25-86.

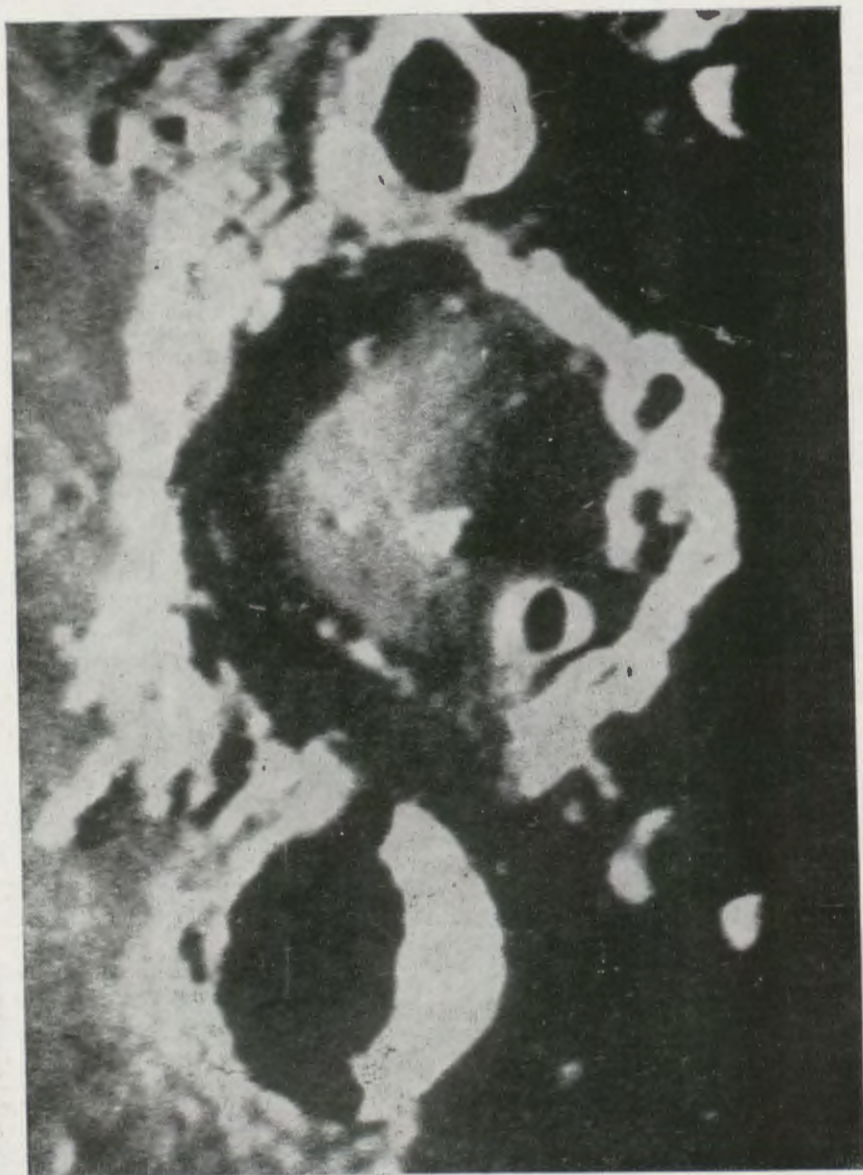
Toruń — Kopernika 42, tel. 26-48; Sekr. i bibl. — pn. czw. i pt. 18-20; „Wieczory astronomiczne” — pn. 18.

Warszawa — Al. Ujazdowskie 4. Sekretariat: Pon. Śr. Pl. godz. 18-21. Biblioteka: Śr. „Wieczory astronomiczne”: Pl. 19.30.

Wrocław — ul. Piotra Skargi 16a (Wzgórze Partyzantów), tel. 347-32. Sekretariat: godz. 9-01 oraz 18-19.

Redakcyjna: S. Piotrowski (przewodn.), L. Cichowicz, R. Janiczek, J. Mergentaler, K. Rudnicki, E. Rybka W. Zonn. Komitet Redakcyjny: L. Zajdler (red. naczej.), K. Ziolkowski (sekr. red.), J. Piasecka (red. techn.), M. Bieliccki, T. Jarzembowski, J. Kubikowski, J. Masłowski, J. Mietski, 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, Solskiego 30/8 PKO I OM 4-9-5227. Warunki prenumeraty: roczna — 72 zł, dla członków PTMA w ramach składki 60 zł, półroczna — 36 zł, cena 1 egz. — 6 zł. Sprzedaje się pojedyncze zeszyty i roczniki z lat ubiegłych w cenie: 2 zł — 1 egz. z r. 1922-30, 1946-61; 3 zł — 1 egz. z r. 1962-63; 6 zł — od r. 1964, plus koszt wyśylki.

Druk: Krakowska Drukarnia Prasowa, Kraków, ul. Włocławek 1. — Zam. 1688/66 Nakład 3.000 egz. T-7



„Rektyfikowane” zdjęcie krateru Heweliusz, wykonane przez St. R. Brzostkiewicza na podstawie zdjęcia, zamieszczonego na drugiej stronie okładki. Taki wygląd miał by krater, gdyby położony był w środkowych partiach tarczy Księżyca,

Czwarta strona okładki: Reprodukcja drzeworytnicza (A. Regulski) portretu Kopernika, wykonanego przez Jana Matejkę (patrz str. 298),



MIKOŁAJ KOPERNIK