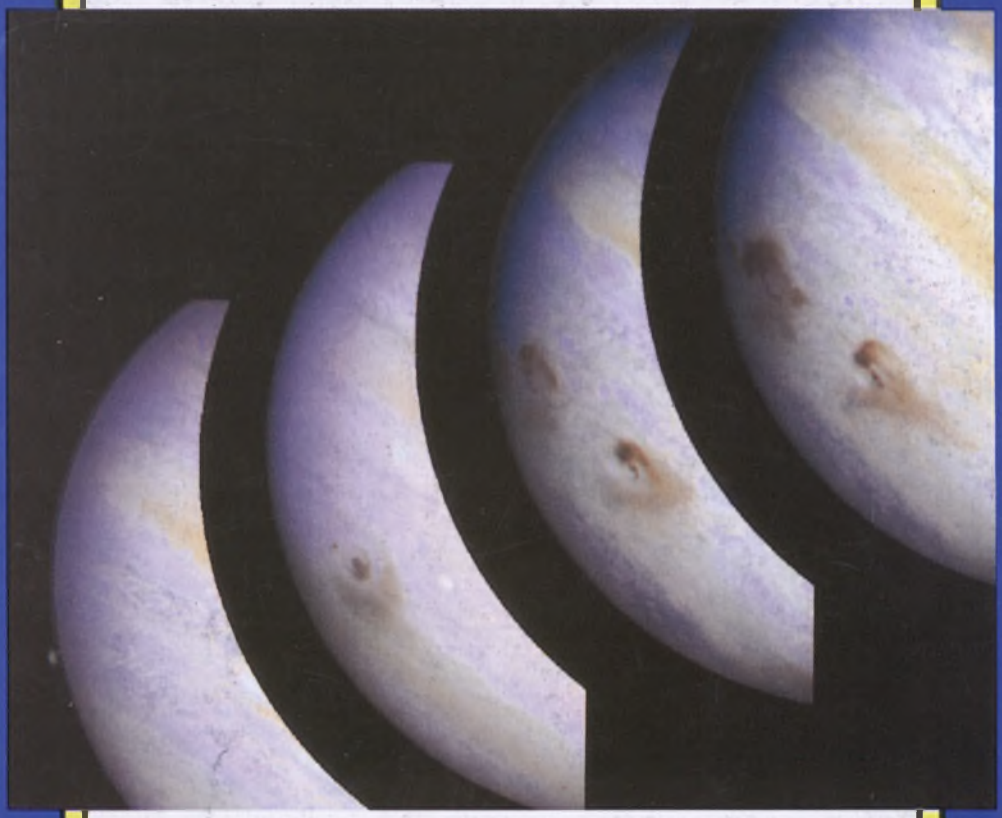
URANIA

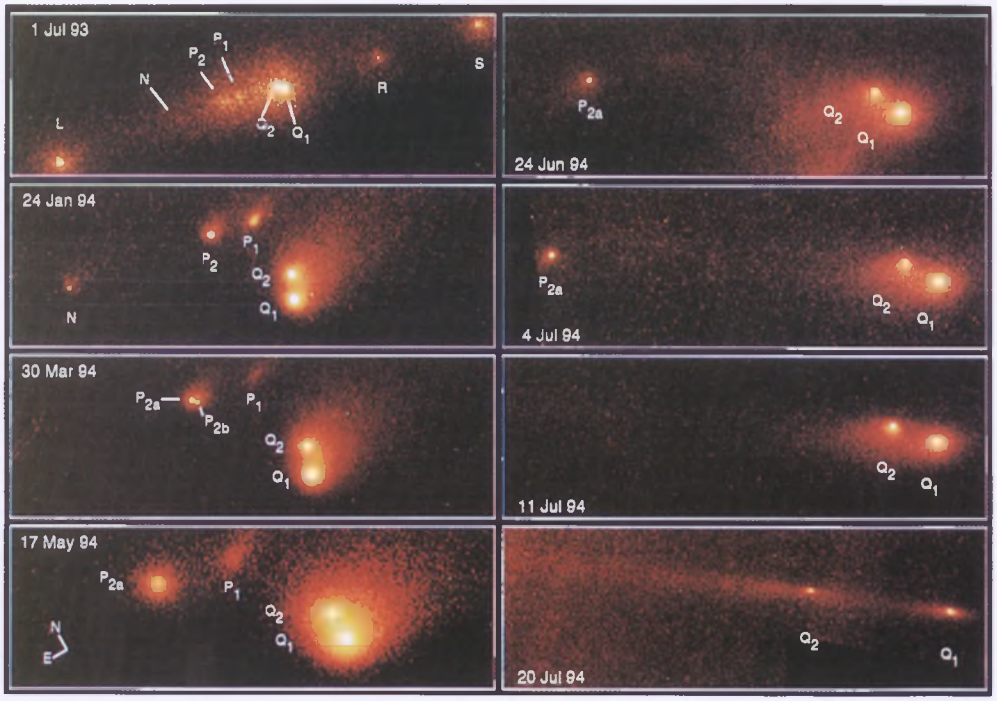
MIESIĘCZNIK
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII



BIBLIOTEKA UNIWERSYTECKA w Toruniu

ROK LXVI LISTOPAD 1995 NR 11 (647)

A
B
C
D
E
F
G1
G2
H
K
L
N
P2
P1
Q2
Q1
R
S
T
U
V
W
N
E
25"


1 Jul 93
P1
P2
N
L
Q2
Q1
R
S
24 Jun 94
P2a
Q2
Q1
24 Jan 94
P1
P2
Q2
Q1
N
4 Jul 94
P2a
Q2
Q1
30 Mar 94
P2a
P2b
P1
Q2
Q1
11 Jul 94
Q2
Q1
17 May 94
P2a
P1
Q2
Q1
N
E
20 Jul 94
Q2
Q1

PL ISSN 0042-07-94

MIESIĘCZNIK

URANIA

POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

Rok LXVI październik 1995 Nr 10 (646)

ZESZYT TEN WYDANO Z POMOCĄ FINANSOWĄ KOMITETU BADAŃ NAUKOWYCH. CZASOPISMO ZATWIERDZONE PRZEZ MINISTERSTWO OŚWIATY DO UŻYTKU SZKÓŁ OGÓLNOKSZTAŁCĄCYCH, ZAKŁADÓW KSZTAŁCENIA NAUCZYCIELI I TECHNIKÓW (Dz. Urz. Min. Ośw. Nr 14 z 1966 r. W-wa, 5.11.1966).

SPIS TREŚCI

Jacek Leliwa-Kopystyński
O formowaniu się układow słonecznych. 290
Krzysztof Ziołkowski
Kometa Shoemaker-Levy 9 (I) 295
Stanisław R. Brzostkiewicz
Misja Galileo 300
Kronika:
Nowe kłopoty sondy Galileo 304
Europejska misja do komety 305
Planetoida blisko Ziemi 306
Kronika Historyczna:
Ksiądz Bonawentura Metler 306
Kącik Olimpijczyka:
Wysokość góry na Księżcu 308
Poradnik Obserwatora:
Narzędzia do obróbki luster sferycznych 309
Wizualne obserwacje gwiazd zmiennych 312
Obserwacje:
Błysk nad Świdnikiem 313
Bolid nad Burzynem 313
Z obserwacji meteorów 314
Obserwacje światła zodiakalnego
1 marca 1995 roku 314
To i owo:
Czy można planować urlopy
w 2001 roku? 315
Elementarz Uranii:
Pluton 317
Kalendarzyk Astronomiczny 318

LUNETY
TELESKOPY
UWAGA
ul. Poniatowskiego 9
ŻYWIEC
☎ (0-30) 61-33-74

Tempo obecnego rozwoju wiedzy o Układzie Słonecznym zdumiewa nie tylko interesujących się astronomią. To co się dzieje w naszym najbliższym sąsiedztwie kosmicznym budzi coraz większą ciekawość, a niektóre wydarzenia są nawet w stanie poruszyć niemal cały świat. Wszyscy jeszcze pamiętamy pewnie emocje, które w połowie ubiegłego roku wywołało zderzenie komety Shoemaker-Levy 9 z Jowiszem. A przecież było to zjawisko – można powiedzieć – typowe w skali ponad czterech miliardów lat istnienia naszej Ziemi oraz innych planet, ich księżyców i Słońca. W niniejszym numerze publikujemy pierwszą część podsumowania dotychczasowej wiedzy o tej niezwykłej komecie, zwracając jednocześnie uwagę zdjęciem na czwartej stronie okładki, że pojawiła się już nowa kometa, która niedługo może również wzbudzić wielkie zainteresowanie nie tylko miłośników astronomii (o jej odkryciu donosiliśmy w poprzednim numerze). W najbliższych tygodniach uwagę naszą kierujemy jednak znowu w stronę Jowisza, do którego – po sześcioletniej podróży – dolatuje sonda kosmiczna Galileo. W dniu 7 grudnia ma się ona zbliżyć do satelity Io, zmienić tor swego lotu w taki sposób, aby stać się księżycem największej planety i wreszcie odebrać dane pomiarowe z próbnika (odłączonego od sondy kilka miesięcy wcześniej), który w tym właśnie dniu ma się zanurzyć w atmosferę i warstwy powierzchniowe Jowisza. Dotychczasowym sukcesom, ale też – niestety – kłopotom misji Galileo, poświęcamy w tym numerze sporo miejsca. Lekturę tego zeszytu proponujemy jednak rozpocząć od wstępnego artykułu prof. Jacka LELIWY-KOPYSTYŃSKIEGO, który może być znakomitym wprowadzeniem w arkana wiedzy o formowaniu się układów słonecznych. Nie unikajmy trudu poznawania tej wiedzy, aby nie dać się zwodzić jakże częstym dziś niepoważnym informacjom różnych środków przekazu, których próbkę ukazujemy w dziale **To i owo** *piórem pracownika planetarium w Muzeum Techniki w Warszawie.*

Jacek Leliwa-Kopystyński – *Warszawa*

O FORMOWANIU SIĘ UKŁADÓW SŁONECZNYCH

We wstępie do tego artykułu należy przedstawić dwa drobne ale bardzo istotne wyjaśnienia. Po pierwsze, dlaczego w tytule została użyta liczba mnoga „układy słoneczne" pisana z małych liter, a nie „Układ Słoneczny" wyróżniony dużymi literami jako nazwa własna. Po drugie, należy sprecyzować co będzie w dalszym ciągu rozumiane jako „układ słoneczny"; takie sprecyzowanie pozwoli na ustalenie uwagi na teoriach dotyczących formowania dokładnie określonych obiektów.

Pod pojęciem „układ słoneczny" rozumiemy gwiazdę ciągu głównego, otoczoną ciałami których łączna masa jest znacznie mniejsza od masy tej gwiazdy, a więc otoczoną planetami i drobną materią w stanie stałym (satelity planet, komety, asteroidy, ziarna pyłu). Układ typu pulsar plus planety Wolszczana nie stanowi w myśl powyższej definicji układu słonecznego, gdyż pulsar nie jest gwiazdą ciągu głównego. Natomiast nasze Słońce wraz z otaczającym go systemem ciał doskonale spełnia warunki tej definicji, tworząc jedyny znany nam w sposób nie budzący żadnych watpliwości Układ Słoneczny. Nasz Układ Planetarny jest podukładem naszego Układu Słonecznego. Podukładem o szczególnej, bardzo istotnej własności: zawiera się on w całości wewnątrz płaskiego dysku o promieniu sięgającym Plutona, a więc około 40 j.a. Natomiast cały Układ Słoneczny jest to system około tysiąc razy większy od Układu Planetarnego: jego sferyczna granica jest wyznaczona przez taki promień grawitacyjnego odziaływania Słońca, który pozwala utrzymywać stałe obiekty (komety) na orbitach wokółsłonecznych nie pozwalając im uciec na niezależne od Słońca orbity wokół centrum Galktyki. Materialną ale bezpośrednio nieobserwowalną granicę Układu Słonecznego stanowi hipotetyczny rezerwuar komet, tzw. chmura Oorta: analiza orbit komet jednopojawieniowych pozwala przypuszczać, że pochodzą one z tej „chmury" tj. z obszaru oddalonego od Słońca około 10^4 – 10^5 j.a. Szacunkowa masa wszystkich (powiedzmy aż 10^{12}!) komet w chmurze Oorta, a także komet i innych drobnych ciał kometo- lub planetoidopodobnych w pasie Kuipera, tj. w odległościach od Słońca około 30 – 200 j.a., prawdopodobnie nie przekracza masy Ziemi.

Powyższy opis Układu Słonecznego pozwala na ustalenie tematu: chcemy zająć się formowaniem takich obiektów kosmicznych które są obecnie, lub staną sie w przyszłości, podobne do tego Układu. Problem można także postawić inaczej, pytając w jaki sposób powstał (nasz) Układ Słoneczny, a następnie uogólniając go na inne podobne układy, jednocześnie pytając czy takie układy wogóle mogą istnieć?, czy istnieją?; jeśli istnieją, to czy są obiektami typowymi?, czy też raczej wyjątkowymi?.

Przdstawimy najpierw listę kilku zasadniczych problemów. Dotyczą one:

I. Danych obserwacyjnych:

1. Czy, oprócz naszego, obserwowane są inne układy słoneczne?
2. Czy obserwowane są takie obiekty, które można interpretować jako układy słoneczne w trakcie formowania się?

II. Teorii formowania się układów słonecznych:

3. **Sposobu (jak?)** formowania się: Jak formują się układy słoneczne?
4. **Miejsca (gdzie?)** formowania się różnych ciał układu słonecznego: gdzie, tj. „W jakiej odległości od gwiazdy cen-

tralnej?" oraz „W jakich warunkach ciśnienia, temperatury i składu pierwiastkowego?"

5. **Czasu (jak długo trwało?, kiedy się zakończyło?)** formowania się, a więc: „Jak długo trwało formowanie się tych ciał?" oraz „Kiedy zakończyło się ich formowanie?" czyli „Kiedy masy sformowanych ciał stały się prawie równe masom współczesnym?"

W dalszym ciągu postaramy się odpowiedzieć na te pytania.

Dane obserwacyjne

Pytanie „Czy są obserwowane układy słoneczne inne niż nasz?" wygodnie jest zastąpić pytaniem łatwiejszym „Czy są obserwowane planety w otoczeniu innych gwiazd?" (gwiazd ciągu głównego; nie mówimy o planetach wokół pulsarów). Odpowiedź nie jest jednoznaczna, ale z obserwowanych ruchów niektórych bliskich nam gwiazd można wnioskować, że posiadają one niewidoczne ciała towarzyszące tym gwiazdom. Szacunki dotyczące mas tych ciał wskazują na masy takie jak Jowisz lub większe. Problem stanowi identyfikacja czy niewidoczni towarzysze to ciała planetarne czy też słabo świecące gwiazdy typu brązowy karzeł. Rozważania statystyczne prowadzą do wniosku, że nie mniej niż 1 % gwiazd posiada niewidoczne ciała towarzyszące. Odkrycie układu słonecznego podobnego do naszego nie wydaje się dzisiaj możliwe.

Procesy powstawania i ewolucji gwiazd są obecnie dość dobrze znane. Wiadomo np., że gwiazda formuje się z obłoku materii i że czas upływający od początku powstawania gwiazdy do osiągnięcia przez nią ciągu głównego jest rzędu 10^8 lat. W początkowym okresie istnienia gwiazdy, jest ona otoczona materią swojej mgławicy pierwotnej, której rotacja prowadzi do formowania „dysku protoplanetarnego". Materia mgławicy podlega działaniu dwóch konkurencyjnech procesów: siły odśrodkowe (ruchy termiczne, wiatr słoneczny „wiejący" w kierunku od gwiazdy) wymiatają część masy na zewnątrz układu; jednocześnie, rotacja mgławicy i jej własne siły grawitacyjne starają się spłaszczać mgławicę, a w konsekwencji uformować i utrzymać dysk. Ocenia się, że aż 50 % młodych obiektów gwiazdowych może posiadać dyski protoplanetarne.

Cechami, które pozwolą zaklasyfikować materię otaczającą młodą gwiazdę jako dysk protoplanetarny są rotacja keplerowska tej materii oraz identyfikacja w niej materiałów krzemianowych (podstawowy składnik skalny planet typu Ziemi, kondensujący w gorącym, bliskim gwieździe obszarze) oraz lodu (podstawowy składnik stały chłodnych obszarów dysku). Znane jest wiele gwiazd w których otoczeniu znajduje się materia spełniająca co najmniej jeden z powyższych warunków. Zaobserwowano np., że:

Gwiazda HL Tauri jest otoczona keplerowsko rotującym dyskiem o masie 0.1 $M_\odot$ i o promieniu 2000 j.a.

Gwiazda β Pictoris posiada dysk, który badano w obszarze 35 – 700 j.a. Stwierdzono, że zawiera on ziarna o rozmiarach 10 μm i o albedo 0.5 a więc takie które interpretuje sie jako zbudowane z lodu.

Gwiazdy typu T Tauri (gwiazdy młode o wieku 10^4 – 10^7 lat i o masach 0.2 $M_\odot$ – 3$M_\odot$) posiadają cechy emisji i absorbcji wskazujące na to, że w otaczających je dyskach molekularnych obecne są także ziarna krzemianowe.

Wymienione powyżej obiekty mogą być traktowane jako takie, które stanowią wstępne stadia procesów powstawania układów słonecznych a nawet układów planetarnych.

Jak? – Sposób formowania

Można wyróżnić dwa zasadnicze podejścia do zagadnienia formowania układów słonecznych: teorie katastroficzne i teorie kondensacyjne.

Teorie katastroficzne oparte są na mechanizmie grawitacyjnego oddziaływania przypływowego pomiędzy dwiema gwiazdami przechodzącymi w dostatecznie bliskiej sobie odległości (Jeans, początek naszego wieku), lub też na mechanizmie odziaływania wybuchu gwiazdy supernowej z obłokiem materii otaczającym jakąś gwiazdę (prace z lat osiemdziesiątych). Obecnie podejście katastroficzne do formowania układów słonecznych jest prawie całkowicie zaniechane na rzecz teorii kondensacyjnych.

Teoria katastroficzna „odżyła" w ostatnich kilkunastu latach, w szczególnej postaci i w odniesieniu do zjawisk o znacznie mniejszej skali niż skala całego układu słonecznego. Dotyczy ona mianowicie formowania, a raczej gwałtownego przeobrażania już istniejących ciał, planet lub satelitów, w wyniku wzajemnych zderzeń gigantycznych (ang. giant impacts; Cameron i jego współpracownicy, po 1980 r). Są to zderzenia ciał o względnych masach rzędu 1:10 zachodzące z prędkościami od kilku do kilkadziesięciu km/s. W wyniku takich zderzeń mogły powstać np. nasz Księżyc lub też Miranda, satelita Urana. Także „położenie" osi rotacji Urana na płaszczyznę ekliptyki jest czasami wyjaśniane jako rezultat zderzenia gigantycznego. Modelowanie rezultatów zderzeń gigantycznych stanowi piękne wykorzystanie możliwości komputerowych ale, według autora tego artykułu, nie jest odpowiednio poparte oszacowaniami dotyczącymi prawdopodobieństwa wystąpienia takich zderzeń.

Teorie kondensacyjne rozpatrują formowanie się układów słonecznych zachodzące w wielu etapach i startujące ze stadium pierwotnego obłoku molekularnego (ang. Giant Molecular Cloud, GMC). Dane obserwacyjne (patrz poprzedni rozdział tego artykułu), przekonywująco wskazują na słuszność teorii kondensacyjnych. Należy jednak podkreślić, że teorie katastroficzne i kondensacyjne stanowią dwie różne alternatywy i nie wykluczają sie nawzajem w sensie statystycznym, tj. nie można wykluczyć, że jakiś konkretny układ słoneczny powstał na skutek katastroficzny a nie w wyniku kondensacji.

Pierwszymi autorami teorii kondensacyjej byli: niemiecki filozof Kant (1755) i francuski matematyk i astronom Laplace (1796). Nowoczesne podejście do problemu kondensacji datuje się od prac Rosjanina Safronowa (1969) oraz Amerykanów Goldreicha i Warda (1973), do których nawiązują wszyscy następni autorzy teorii kondensacyjnych. Teorie te są obecnie poparte wynikami obserwacji układów (gwiazda plus otaczający ją dysk) będących w trakcie formowania się oraz wynikami laboratoryjnymi dotyczącymi reakcji na wzajemne zderzenia ciał stałych imitujących ziarna pyłu kosmicznego. Zespół zjawisk prowadzących do powstania układu słonecznego z dysku gazowo-pyłowego nazywamy akrecją.

Badania laboratoryjne skutków zderzeń ciał stałych mają bardzo istotne znaczenie dla modelowania zjawisk rządzących zderzeniami w roju ziaren krążących po orbitach (w przybliżeniu keplerowskich; oddziaływanie ziaren ze składową gazową dysku zaburza idealne orbity). Nie możemy sobie np. wyobrazić dwóch zderzających się kamieni, które po wzajemnym zderzeniu z jakąkolwiek prędkością ulegną zlepieniu! Przewidzianym rezultatem ich zderzenia będzie, zależne od prędkości, odbicie lub wzajemne rozbicie (zniszczenie). Z drugiej strony, wydaje się prawie oczywiste, że dwa

płatki śniegu po zderzeniu z małą prędkością ulegną zlepieniu. Te dwa przykłady ilustrują skalę trudności problemu wyjaśnienia jakie materiały, w jakich warunkach fizycznych i z jakiemi prędkościami wzajemnymi mogą ulegać „zlepianiu" prowadzącemu do powstawania i wzrostu planetezymali tj. stałych „ziaren" materii o rozmiarach początkowych 100 m – 1 km. Można przypuszczać, że w początkowych stadiach formowania się planetezymali uczestniczą przede wszystkim porowate, „puszyste" ziarna (ang. fluffy aggregates) zderzajace się z niewielkiemi prędkościami. Dalszy wzrost ziaren, powyżej rozmiarów kilometrowych, może zachodzić dzięki siłom grawitacyjnym. Ale planetezymal może grawitacyjnie „złapać" ziarno tylko wtedy jeśli uderza ono w powierzchnie tego planetezymala z prędkością nie większą niż prędkość ucieczki z tej powierzchni. Tu prosta reguła: prędkość ucieczki wyrażona w m/s jest w przybliżeniu równa promieniowi planetezymala wyrażonemu w kilometrach. W wielu pracach teoretycznych, w których rozważano wzrost planetezymali, przyjmowano dla uproszczenia, że wynikiem zderzenia jest zawsze zlepienie zderzających się ziaren. Jest oczywiste, że takie założenie prowadzi do przyspieszenia (ale tylko na papierze!) procesu akrecyjnego.

Kondensacyjny model powstawania układów słonecznych można zapisać jako składający sie z nastepujących etapów:

1. Wielki obłok molekularny (GMC), o rozmiarach rzędu parseków, ulega silnemu zgęszczeniu a następnie spłaszcza się w rotujący dysk o rozmiarach rzędu 1000 j.a.

2. W centrum dysku formuje sie gwiazda. Temperatura w dysku silnie zależy od odległości od gwiazdy centralnej. Dysk stygnie i rozpoczyna się kondensacja. Najpierw kondensują minerały skałotwórcze (krzemiany). Potem, ale tylko dostatecznie daleko od gwiazdy centralnej, kondensują lody (przede wszystkim lód wodny). Jednocześnie z dysku ucieka w przestrzeń część jego materii, a zwłaszcza pierwiastki lekkie wodór i hel. Taka ucieczka pozwala wyjaśnić dobrze znany fakt, że w składzie planet jest procentowo znacznie więcej pierwiastków ciężkich niż jest ich w składzie Słońca.

3. Wzrost drogą kondensacji, a także zderzenia z małymi prędkościami i łączenie się w porowate agregaty stałych ziaren mineralnych i lodowych.

4. Powstawanie planetezymali (skalnych) i kometezymali (lodowych i/lub lodowo-skalnych tj. ciał o rozmiarach 10 – 1000 m.

5. Dalszy wzrost i łączenie się planetezymali aż do osiągnięcia przez nie mas współczesnych planet, asteroidow, komet i satelitów. W tym etapie ewolucji dysku trzeba rozpatrywać możliwość wystąpienia dwóch zjawisk przyspieszających wzrost planetezymali. Jednym z nich jest akrecja samorozpędzająca się (ang. runaway accretion): planetezymale, którym udało sie urosnąć do rozmiarów przekraczających wielkości średnie zaczynają rosnąć coraz szybciej „pożerając" dostępny im bardziej drobnoziarnisty materiał. Drugim istotnym zjawiskiem jest możliwość formowania się niestabilności grawitacyjnych: jeśli średnia gęstość jakiegoś obszaru w dysku przekracza (z dowolnej przyczyny) pewną gęstość krytyczną, to obszar ten przestaje być podatny na rozerwanie przez grawitacyjne siły przypływowe pochodzące od ciała znajdującego się w centrum dysku; przeciwnie, obszar ten zaczyna się kurczyć i zgęszczać coraz bardziej formując początkowe stadium przyszłej planety.

Gdzie? – Miejsce formowania

Przed próbą odpowiedzenia na powyższe pytanie konieczne jest przypomnienie klasyfikacji ciał Układu Słonecznego. Klasyfika-

cja oparta jest na średnich gęstościach ρ tych ciał oraz na ich masach M. Tak więc planety Merkury, Wenus, Ziemia, Mars, a także satelity Księżyc i Io stanowią grupę ciał skalnych; mają one gęstości 3 – 5.5 g/cm^3 i zbudowane są z żelaznego jądra (ang. core) i krzemianowego płaszcza (ang. mantle). Planety giganty (albo planety gazowe) czyli Jowisz, Saturn, Uran i Neptun mają gęstości 0.7 – 1.7 g/cm^3 i zbudowane są ze skalno-żelaznego jądra i wodorowo-helowo-metanowo-amoniakalnej otoczki (ang. envelope). Satelity planet, (oprócz Księżyca, Io i Europy) a także Pluton mają gęstości 1 – 2 g/cm^3 i zbudowane są z lodu i składników skalnych. Planetoidy głównego pasa to ciała skalne. Wreszcie komety to prawdopodobnie porowate ciała lodowe z domieszką składowej mineralnej.

Dane dotyczące gęstości ciał Układu Słonecznego w zestawieniu z przypuszczalną strukturą temperatury w dysku otaczającym Protosłońce (im dalej tym chłodniej) pozwalają na zaproponowanie obszarów w których formowały się różne ciała Układu. Tak więc:

Planety (z wyjątkiem Plutona?) powstały w przybliżeniu w takich odległościach od Słońca na jakich znajdują się obecnie.

Satelity planet: (a) Duże (z wyjątkiem Trytona i Charona?) powstały drogą akrecji w dyskach okołoplanetarnych. (b) Małe – zostały uformowane jako asteroidy, a następnie zostały wychwycone na orbity wokółplanetarne. (c) Pochodzenie Księżyca jest chyba najtrudniejsze do wyjaśnienia – rozważa się aż sześć różnych możliwości.

Ciała „drobne": Planetoidy, powstały przede wszystkim we współczesnym pasie asteroidów.

Ciała „drobne": Komety, formowały się w różnych odlgłościach od Słońca, a mianowicie (a) w pasie Urana/Neptuna, w odległościach 20 – 30 j.a. od Protosłońca i w temperaturach 70 – 60 K; uległy „wyrzuceniu" na peryferie Układu tworząc chmurę Oorta, oraz (b) w obszarze pozaneptunowym, aż do odległości 200 j.a., czyli w tzw. pasie Kuipera, w temperaturach 50 – 30 K; także ich obecne orbity wpisane są w pas Kuipera. Komety uformowane bliżej Protosłońca zawierają znacznie mniej łatwo lotnych gazów niż komety powstałe w pasie Kuipera.

Ciała „drobne": Szacuje się, że w wewnętrznym pasie Kuipera, w odległościach 30 – 50 j.a. istnieje około 3500 obiektów o rozmiarach >100 km (obecnie znanych jest 36) i aż 10^8 obiektów o rozmiarach >10 km. Pas Kuipera jest źródłem takich ciał jak Pluton, Tryton, Charon, a także obszarem, w którym mogły przeżyć do dzisiaj pierwotne planetezymale.

Jak długo?, Kiedy? – Czas formowania

Czasy trwania procesów formowania się planet różni autorzy szacują różnie, ale zwykle w przedziale od kilku milionów do ponad stu milionów lat. Jest prawdopodobne, że planety skalne formowały się szybciej, a planety giganty wolniej i dwuetapowo: najpierw skalno-metaliczne jądro o masie kilku mas Ziemi, a następnie akumulacja składowej gazowej dysku, a więc materiału gazowo-lodowego. Uwzględnienie w modelach procesu niestabilności grawitacyjnej, a także możliwości „runaway accretion" prowadzi do przyspieszenia wzrostu planetezymali i w konsekwencji do przyspieszenia formowania ciał planetarnych.

Czasy formowania satelitów w akrecyjnych dyskach wokółplanetarnych szacowane są na (1 – 100) tysięcy lat, a więc kilka rzędów wielkości razy krócej niż czasy formowania planet.

Komety, a także transneptunowe obiekty „drobne" można traktować jako ciała które zakończyły formowanie się na etapie pla-

netezymali lodowych lub lodowo skalnych. Komety obecnej chmury Oorta zostały wyrzucone z sąsiedztwa Słońca przez oddziaływanie grawitacyjne formujących się lub już uformowanych planet gigantów. Czyli czas wzrostu komet odpowiada czasowi potrzebnemu do uformowania się planetezymali w określonych odległościach od Protosłońca: szybszy wzrost w odległościach mniejszych, wolniejszy w odległościach większych.

Na pytanie „Kiedy formowały się ciała stałe w Układzie Słonecznym?" odpowiada kosmochemia na podstawie analiz wieku meteorytów. Najstarsze z nich, te o których można przypuszczać że przetrwały od chwili gdy powstały na drodze kondensacji, mają 4.6 miliarda lat. Meteoryty młodsze to zderzeniowe odpryski z ciał które ulegały procesom geologicznym zachodzącym w planetach lub w asteroidach. Tak więc, w uproszczeniu, wiek jakiejś planety lub innego ciała Układu Słonecznego to 4.6 miliarda lat minus okres czasu potrzebny do sformowania tej planety.

Krzysztof Ziołkowski – *Warszawa*

KOMETA SHOEMAKER-LEVY 9 (I)

Zderzenie komety Shoemaker-Levy 9 z Jowiszem, którym się emocjonowaliśmy w lipcu 1994 roku, było zjawiskiem o wyjątkowym znaczeniu nie tylko z naukowego punktu widzenia. Po raz pierwszy bowiem zaobserwowano kolizję komety z planetą, a trudno sobie wyobrazić aby mogło to nie zainteresować mieszkańców Ziemi, będącej – tak jak i Jowisz – planetą Układu Słonecznego narażoną na podobne niebezpieczeństwo. Zanim przedstawimy zarys tego o czym, w ponad rok po wydarzeniu, zdołano się dowiedzieć o jego przebiegu i skutkach, podsumujemy krótko dotychczasowe wiadomości o tym niezwykłym ciele niebieskim, które zakończyło swój żywot w tak spektakularny sposób na oczach niemal całego świata. Jego kres był śledzony przez chyba wszystkie – zarówno profesjonalne jak i amatorskie – instrumenty astronomiczne; agencje informacyjne i środki przekazu prześcigały się w ogłaszaniu sensacyjnych komunikatów o tym, co działo się wtedy na Jowiszu; a sieć komputerowa Internet po raz pierwszy została niemal zablokowana setkami tysięcy próśb (przesyłanych za pomocą anonimowych protokołów komunikacyjnych) o fotografie oraz wszelkiego rodzaju wiadomości o budzącym niespotykane chyba dotychczas zainteresowanie spaktaklu kosmicznym.

Kometa Shoemaker-Levy 9 została odkryta w końcu marca 1993 roku w Obserwatorium Astronomicznym na Mount Palomar w Kalifornii przez znanych amerykańskich łowców komet: Karolinę i Eugeniuasza Shoemakerów oraz Dawida Levy'ego. Ciekawy przebieg tego odkrycia został opisany w *Uranii* nr 6/1994 str. 171-173. O wyjątkowości komety Shoemaker-Levy 9 przesądziły trzy fakty, których prawdziwość w kilka miesięcy po odkryciu nie budziła już w zasadzie żadnych wątpliwości. Pierwszym było to, że jest satelitą Jowisza, drugim, że składa się z około 20 części rozciągniętych w przestrzeni prawie wzdłuż linii prostej i trzecim, że w lipcu 1994 roku zderzy się z Jowiszem.

Satelita Jowisza

Zaobserwowanie komety, która jest satelitą Jowisza, nie wydaje się już dziś czymś

niezwykłym. Znane są bowiem przypadki przechwytów przez największą planetę komet, które przez kilka lat można było traktować jak jej księżyce. Ciekawego przykładu dostarczyła – odkryta na początku 1989 roku – kometa okresowa 111P/Helin-Roman-Crockett (1988 XIII). Przed odkryciem była ona – przez prawie 12 lat – satelitą Jowisza. Okazało się bowiem, że od grudnia 1973 roku do lipca 1985 roku jej odległość od tej planety nie przewyższała 0.33 j.a. (czyli poruszała się w tzw. sferze oddziaływania Jowisza), oraz – co najważniejsze – jej tor względem Jowisza był krzywą zamkniętą. W okresie tym dwukrotnie przeleciała bardzo blisko Jowisza: 15 sierpnia 1976 roku w odległości 0.018 j.a i 9 sierpnia 1983 roku w odległości 0.063 j.a. Cały ten jowiszowy epizod w życiu komety Helin-Roman-Crockett spowodował jakby przesunięcie jej orbity bliżej Słońca, o czym najlepiej świadczy porównanie odległości od Słońca najbliższego (q) i najdalszego (Q) punktu jej eliptycznej orbity przed tym wydarzeniem i po nim. Przed rokiem 1973 odległości te wynosiły: q = 5.6 j.a. i Q = 9.3 j.a, a po roku 1985: q = 3.5 j.a. i Q = 4.6 j.a. Podobnie ewoluowała kometa 82P/Gehrels 3 (1977 VII), która w latach 1968-1974 była satelitą Jowisza. Jej odległości peryhelium i aphelium przed rokiem 1968 wynosiły odpowiednio q = 5.7 j.a. i Q = 8.2 j.a., a po roku 1974 zmniejszyły się do wartości q = 3.4 j.a. i Q = 4.7 j.a. Przytoczone liczby wyraźnie wskazują, że czasowe schwytanie przez Jowisza komety może prowadzić do przerzucenia jej na orbitę znacznie bliższą Słońca. Być może jest to przykład nie do końca poznanego jeszcze mechanizmu zaopatrywania najbliższego otocznia Słońca w komety krótkookresowe.

Odpowiedzi na pytanie o typowość zjawiska czasowego przechwytu przez Jowisza komet krótkookresowych dostarczają np. wyniki obliczeń, które ostatnio wykonali amerykańscy astronomowie D.M. Kary i L. Dones. Drogą numerycznego całkowania równań ruchu przeanalizowali oni zachowanie się w okresie 100 tys. lat 30 tys. fikcyjnych komet krótkookresowych. Miały one ogółem 270 tys. zbliżeń do Jowisza, w tym 21 tys. przechwytów na czas co najmniej jednego okrążenia planety. Zaledwie w około 50 przypadkach kometa pozostawała satelitą Jowisza przez czas dłuższy niż 50 lat wykonując nie mniej niż 20 okrążeń planety.

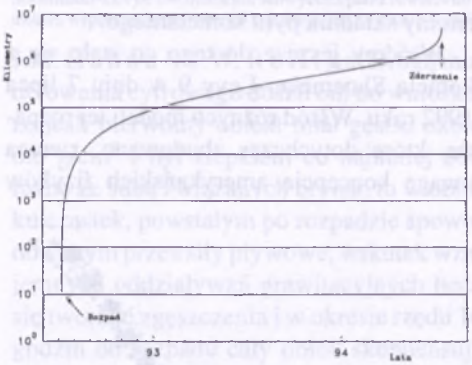
Nie wiadomo kiedy kometa Shoemaker-Levy 9 stała się satelitą Jowisza. Wiadomo natomiast, że swój ostatni przed zderzeniem obieg planety wykonała po orbicie położonej w płaszczyźnie niemal prostopadłej do płaszczyzny orbity Jowisza, której jowicentryczne elementy oskulacyjne w epoce bliskiej momentowi odkrycia były następujące: mimośród - 0.9987, wielka półoś – 0.18 j.a., odległość peryjowium od środka Jowisza – 0.00023 j.a. Ostatnia liczba jest szczególnie interesująca, jeśli uzmysłowimy sobie, że promień globu jowiszowego wynosi 0.00047 j.a.; wskazuje bowiem, że kometa musiała zderzyć się z Jowiszem.

Z tak niezwykłym obiektem astronomowie jeszcze nigdy się nie spotkali. Uderzenia komety w planetę dotychczas nie widziano. Dostrzeżono jedynie liczne skutki takich wydarzeń z przeszłości w postaci kraterów uderzeniowych na powierzchniach różnych ciał Układu Słonecznego, w tym również i naszej planety. Na Ziemi odkryto już około 140 takich pozostałości po spadkach na nią jakichś obiektów kosmicznych; wielkie zainteresowanie budzą dziś np. doniesienia o odnalezieniu na Jukatanie krateru o średnicy około 200 km powstałego prawdopodobnie 65 mln lat temu wskutek uderzenia kilkukilometrowej bryły, które spowodowało wielkie spostoszenia i zmiany o charakterze globalnym powszechnie znane jako wygi-

nięcie dinozaurów (o tym odkryciu pisaliśmy ostatnio w *Uranii* nr 3/1995, str. 83-84).

Sznur pereł wokół Jowisza

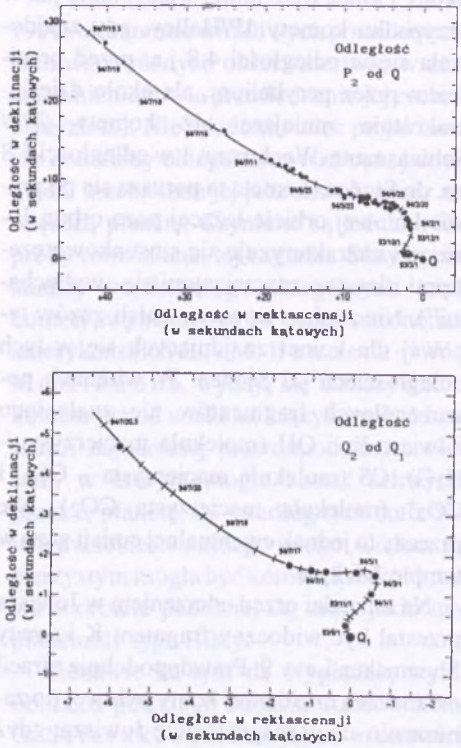
Jedną z najbardziej intrygujących osobliwości komety Shoemaker-Levy 9 było to, że składała się z około 20 części rozciągniętych w przestrzeni niemal wzdłuż linii prostej, tworząc na niebie jak gdyby „sznur pereł" okalający Jowisza (patrz zdjęcie na drugiej stronie okładki). Odległość między skrajnymi fragmentami w momencie odkrycia komety przewyższała nieco 160 tys. km i wzrosła do około 2.5 mln km bezpośrednio



Rys. 1. Opracowany przez P. Chodasa (JPL) wykres zmian w czasie długości ciągu fragmentów komety Shoemaker-Levy 9 od rozpadu w dniu 7 lipca 1992 roku do zderzenia w lipcu 1994 roku.

przed uderzeniem w Jowisza (rys. 1). Częste pomiary pozycji na niebie poszczególnych fragmentów komety umożliwiły stosunkowo dobre poznanie ich ruchu w przestrzeni. Okazało się, że cofając się w czasie wstecz od momentu odkrycia wszystkie części komety przeszły przez peryjowium, czyli punkt orbity najbliższy Jowisza, prawie w tym samym momencie w dniu 7 lipca 1992 roku. Co więcej, odległość tego punktu od Jowisza była niemal identyczna dla wszystkich fragmentów i wyniosła zaledwie 0.3 promienia planety od jej powierzchni. Wynika stąd, że znalazłszy się w okolicy peryjowium kometa najprawdopodobniej rozpadła się. Doprowadziły do tego zapewne siły pływowe stosunkowo silnie działające na kometę przy tak wielkim zbliżeniu do masywnego przecież Jowisza.

Analiza rozkładu residuów kąta pozycyjnego ciągu fragmentów komety doprowadziła Z. S e k a n i n ę do wniosku, że rozpad nastąpił w 2.5±0.5 godziny po przejściu komety przez peryjowium. Wydaje się, że przelatując bliżej Jowisza niż wynosi tzw. granica Roche'a, rozpadła się ona najpierw na nie więcej niż 10-12 części, a dopiero dalsza ich fragmentacja doprowadziła do



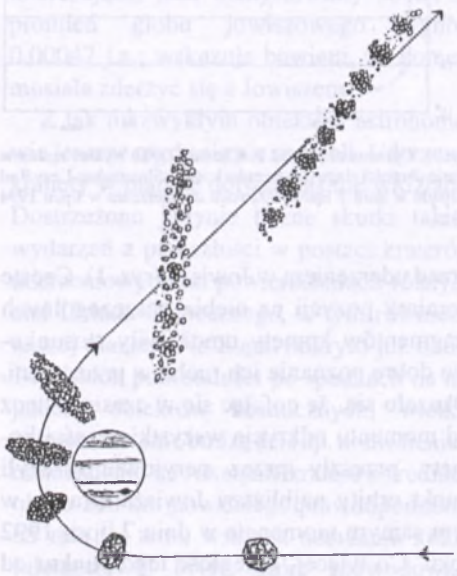
Rys. 2. Pochodzące z pracy Z. Sekaniny wykresy zmian w czasie rzutów na sferę niebieską odległości fragmentu P_2 od fragmentu Q (u góry) i fragmentu Q_2 od fragmentu Q_1 (u dołu); punkty na wykresie oznaczają obserwacje, a liczby obok – daty.

zaobserwowanej później liczby składników. W szczególności, na podstawie precyzyjnych badań ruchów na niebie poszczególnych części komety względem siebie nawzajem, opartych na obserwacjach wykonanych teleskopem kosmicznym Hubble'a, Sekanina stwierdził, że fragment P_2 oddzielił się od fragmentu Q w dniu 29±9 grudnia 1992 roku z prędkością 1.14±0.08 m/s, a fragment Q_2 od Q_1 w dniu 12±8 kwietnia 1993 roku ze względną prędkością 0.32±0.02 m/s (patrz rys. 2 i zdjęcia na drugiej stronie okładki).

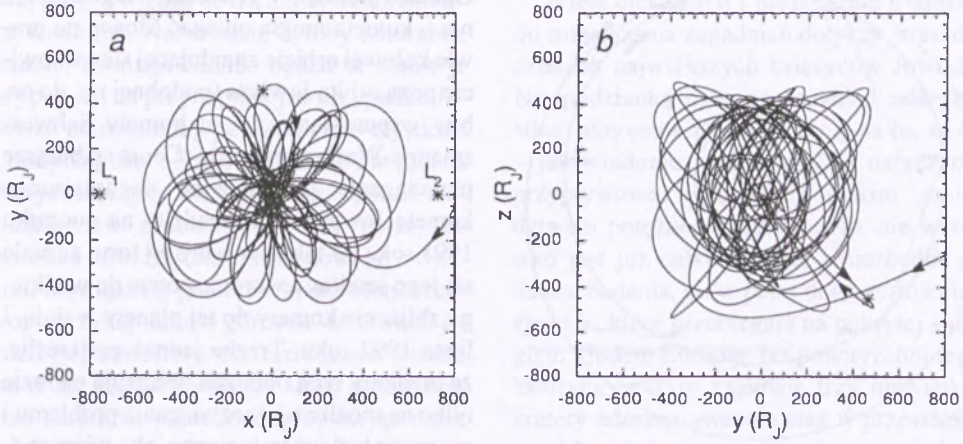
Wszystkie fragmenty komety Shoemaker-Levy 9 otoczone były kulistą komą pyłową o promieniu około 2000 km. Stwierdzone tempo produkcji pyłu, wynoszące około 5 km/s, było mniej więcej takie jak w przypadku komety 1P/Halley, gdy znajdowała się w odległości 4.8 j.a. przed przejściem przez peryhelium, ale około dziesięciokrotnie mniejsze niż komety 29P/Schwasmann-Wachmann 1 w odległości 5.8 j.a. do Słońca (kometa ta porusza się po prawie kołowej orbicie leżącej poza orbitą Jowisza i charakteryzuje się stosunkowo częstymi i losowo zdarzającymi się „wybuchami"). Nie zaobserwowano emisji gazów typowej dla komet znajdujących się w tych odległościach od Słońca. W widmach poszczególnych fragmentów nie znaleziono bowiem linii OH (molekuła macierzysta – H_2O), CS (molekuła macierzysta – CS_2) i CO_2^+ (molekuła macierzysta CO_2). Nie przeczy to jednak ewentualnej emisji gazu w tempie 3-6 kg/s.

Na kilka dni przed uderzeniem w Jowisza przestał być widoczny fragment K komety Shoemaker-Levy 9. Prawdopodobnie utracił on znaczną część swej komy pyłowej po zanurzeniu się w magnetosferę Jowisza, gdyż drobiny pyłu naładowawszy się elektrycznie zostały rozproszone działaniem sił Lorentza (a świecenie fragmentów pochodzi przecież z rozproszenia światła słonecznego na cząsteczkach ich otoczek pyłowych). Fragment ten dostrzeżono jednak ponownie na dwie godziny przed zderzeniem; być może nastąpił wtedy jego rozpad spowodowany działaniem sił pływowych połączony z emisją nowej porcji pyłu. Podobny efekt stwierdzono w przypadku fragmentu G komety Shoemaker-Levy 9. Cztery dni przed jego zderzeniem z Jowiszem (14 lipca), czyli prawdopodobnie podczas pierwszego kontaktu z magnetosferą planety, zaobserwowano pochodzącą od tego fragmentu silną dwuminutową emisję zjonizowanego magnezu (Mg II), a 18 minut później wyraźną zmianę widma ciągłego świadczącą o wzroście ilości pyłu wokół niego. Dodajmy, że magnez stanowi istotny składnik pyłu kometarnego.

Wróćmy jeszcze do tego co stało się z kometą Shoemeker-Levy 9 w dniu 7 lipca 1992 roku. Wśród różnych modeli jej rozpadu, które dotychczas zbudowano, zwraca uwagę koncepcja amerykańskich fizyków



Rys. 3. Schemat zaproponowanej przez J.M. Hahna i T.W. Rettiga koncepcji rozpadu i uformowania się ciągu fragmentów komety Shoemaker-Levy 9.



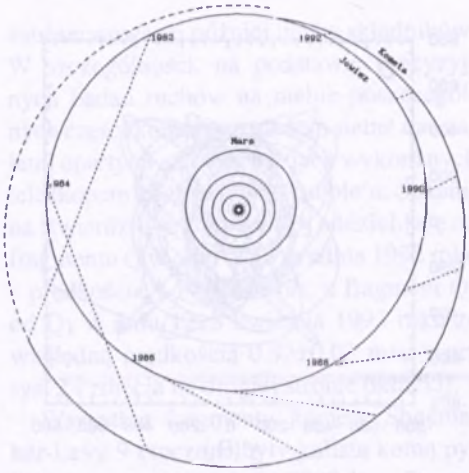
Rys. 4. Pochodzący z pracy L.A.M. Bennera i W.B. McKinnona przykład wokółjowiszowej trajektorii jednego z fragmentów komety Shoemaker-Levy 9 (od momentu schwytania przez Jowisza do uderzenia w niego) w rzucie na płaszczyznę xy (*a*) i yz (*b*) prostokątnego układu współrzędnych, którego środkiem jest Jowisz, a jednostką podziałki na osiach – promień Jowisza R_J.

J.M. H a h n a i T.W. R e t t i g a. Drogą modelowania cyfrowego doszli oni do wniosku, że jeśli pierwotny obiekt miał gęstść około 0.6 g/cm^3 i był zlepkiem co najmniej 500 luźno ze sobą związanych bryłek, to w obłoku cząstek, powstałym po rozpadzie spowodowanym przez siły pływowe, wskutek wzajemnych oddziaływań grawitacyjnych będą się tworzyć zgęszczenia i w okresie rzędu 10 godzin od rozpadu cały obłok skondensuje się w około 20 fragmentów rozlokowanych mniej więcej wzdłuż linii prostej przechodzącej przez środek Jowisza (rys. 3). Atrakcyjność tej propozycji nie tylko sprowadza się do pokazania możliwego mechanizmu powstania tego co zaobserwowano, ale polega także na dostarczeniu poparcia hipotezie sformułowanej kilka lat temu przez P. W e i s s m a n a o jądrze komety jako rumowisku cząstek skalno-lodowych związanych bardzo słabymi siłami spójności (ang. *rubble pile*).

Ruch w przeszłości

Brak jakichkolwiek obserwacji komety Shoemaker-Levy 9 przed jej rozpadem w 1992 roku (mimo wnikliwych poszukiwań w archiwach różnych obserwatoriów) w zasadzie uniemożliwia prześledzenie jej ruchu w przeszłości. Nie wiadomo więc po jakim torze i od kiedy obiegała Jowisza oraz jak wyglądał mechanizm jej przechwytu przez największą planetę. Czynione są jednak różne próby rozwikłania tej zagadki. Statystyczne analizy trajektorii poszczególnych części komety, wykonane m.in. przez astronomów amerykańskich L.A.M. B e n n e r a i W.B. M c K i n n o n a, wydają się wskazywać, że kometa już od wielu lat krążyła wokół Jowisza, a najbardziej prawdopodobnym okresem, w którym mogła zostać schwytana przez tę planetę, są – według tych autorów – lata dwudzieste naszego wieku. Ciałem macierzystym mogła być kometa krótkookresowa o orbicie podobnej do orbit jakie mają planetoidy typu Hildy.

Ciekawie na tym tle wyglądają wyniki obliczeń polskiego badacza ruchów komet G. S i t a r s k i e g o. Przyjął on mianowicie, że danymi wyjściowymi do badania ruchu komety Shoemaker-Levy 9 w przeszłości może być położenie i prędkość środka masy fragmentów komety w momencie rozpadu.



Rys. 5. Pochodzący z pracy G. Sitarskiego schemat możliwej trajektorii komety Schoemaker-Levy 9 ukazujący jej schwytanie przez Jowisza w 1992 roku; proste kropkowane łączą położenia Jowisza i komety w tych samych momentach.

Okazało się, że – wychodząc z tego założenia – kometa mogła obiegać Słońce po prawie kołowej orbicie znajdującej się całkowicie poza orbitą Jowisza (podobnej np. do orbity wspomnianej już tu komety Schwassmanna-Wachmanna 1). Coraz silniejsze przyciąganie grawitacyjne doganiającego kometę Jowisza doprowadziło na początku 1991 roku do takiej zmiany jej toru, że stała się jego satelitą, a wkrótce potem do wielkiego zbliżenia komety do tej planety w dniu 7 lipca 1992 roku. Trzeba jednak podkreślić, że rezultaty tych obliczeń wskazują na razie tylko na możliwości rozwiązania problemu i nie mogą być już traktowane jako wiarygodne stwierdzenie, że kometa tak się rzeczywiście poruszała. Zagadnienie to wymaga oczywiście dalszych jeszcze badań.

Stanisław R. Brzostkiewicz – *Dąbrowa Górnicza*

MISJA GALILEO

Od kilkudziesięciu już lat z zapartym niemal tchem śledzimy oszałamiający wprost rozwój astronomii. W zasadzie powyższa uwaga dotyczy jej wszystkich działów, choć niewątpliwie na czoło wysunęła się astronomia Układu Słonecznego. Postęp w tej dziedzinie jest widoczny gołym okiem i przybiera na sile od czasu, gdy ciała tworzące ten układ badane są nie tylko z Ziemi metodami klasycznymi, ale i z bliska za pomocą coraz doskonalszych sond kosmicznych. To one głównie sprawiają, że niekiedy prawda wiadoma i aktualna jeszcze wczoraj, dziś ma już tylko wartość historyczną. Lecz z reguły – na co warto zwrócić uwagę – w miejsce dawnych problemów pojawiają się nowe, zazwyczaj znacznie trudniejsze do rozwiązania, wymagające mozolnych i czasem długich badań. Przykładem może być Jowisz, do którego właśnie zbliża się sonda Galileo i który w najbliższych miesiącach stanie się pierwszoplanowym tematem publikacji naukowych i popularnonaukowych, przynajmniej ukazujących się na łamach czasopism astronomicznych.

Jowisz – jak wszystkim wiadomo – to największa planeta Układu Słonecznego i już z tego choćby powodu zasługuje na bliższe poznanie. Ma duże rozmiary i ogromną masę, która prawie 2,5 raza przewyższa ogólną masę pozostałych planet i obiegających je księżyców. Niestety, planeta nosząca imię najważniejszego boga panteonu rzymskiego zazdrośnie strzeże swych tajemnic i chociaż już czterokrotnie była badana za pomocą sond kosmicznych (Pionier 10, Pionier 11, Voyager 1 i Voyager 2) to jednak do tej pory zdołano uszczyknąć jedynie „czubek lodo-

wej góry" i wiedza na ten temat wciąż zawiera wiele luk. Naiwnością byłoby naturalnie sądzić, że misja Galileo będzie w stanie je wypełnić i że przynajmniej w przypadku Jowisza planetolodzy pozbędą się wszystkich „białych plam". Na to absolutnie nie można liczyć, lecz gdy nie pojawią się jakieś nieoczekiwane problemy, to być może już wkrótce dowiemy się czegoś nowego o wnętrzu największej planety Układu Słonecznego, a przynajmniej o górnych warstwach jej rozległej atmosfery. Na razie nasza wiedza na temat budowy wnętrza Jowisza jest bardzo skromna, planetolodzy opierając się o zaobserwowane fakty snują jedynie mniej lub bardziej prawdopodobne domysły i teraz niektóre z nich będzie można skonfrontować z rzeczywistością. I tak na przykład jeden z najbardziej dziś popularnych modeli zakłada, że Jowisz posiada jądro skalno-lodowe o promieniu około 14 000 km. Ponad nim znajduje się metaliczny wodór, tworząc warstwę o grubości około 43 000 km. Dopiero nad warstwą metalicznego wodoru rozpościera się właściwa atmosfera Jowisza, składająca się głównie z wodoru i helu, mająca około 14 000 km grubości. Być może dane uzyskane w ramach misji Galileo pozwolą ustalić, czy i ewentualnie w jakim stopniu powyższe rozumowanie jest poprawne. Należy również oczekiwać nowych danych na temat ruchu i struktury atmosfery Jowisza, przyczyn i warunków powstawania długotrwałych cyklonów w rodzaju Wielkiej Czerwonej Plamy, wyjaśnienia stabilności pasm i stref. Są to niezmiernie ważne zagadnienia, mogące rzucić jakieś nowe światło nie tylko na meteorologię Jowisza, ale i na meteorologię trzech pozostałych planet grupy jowiszowej. Nasze wiadomości na ten temat są wciąż więcej niż skromne i stąd tak duże zainteresowanie planetologów misją Galileo.

Wiele ciekawych i niezmiernie trudnych do rozwiązania zagadnień dotyczy wreszcie czterech największych księżyców Jowisza. Niespodzianką było na przykład odkrycie silnej aktywności wulkanicznej na Io, za co – jak wiadomo – odpowiadają naprężenia przypływowe wywołane bliskim sąsiedztwem potężnego Jowisza. Ale nie wszystko jest już całkiem jasne i niezbędne są dalsze badania, co w pełni dotyczy również zjawisk, które przebiegają na pokrytej śniegiem i lodem Europie. Na powierzchni tego księżyca odkryto zaledwie trzy niewielkie kratery uderzeniowe, chociaż w przeszłości musiało ich być tam znacznie więcej, lecz zostały zniwelowane w wyniku osobliwej aktywności wulkanicznej. I w tym przypadku główną rolę odgrywają zapewne siły pływowe Jowisza, na tyle ogrzewające glob Europy, że – jak się przypuszcza – jej lodowa skorupa pływa na podskórnym oceanie wody. Od czasu do czasu przez pęknięcia w tej skorupie wydostaje się para wodna, w wyniku fotodysocjacji cząsteczki wody rozpadają się na molekuły wodoru i tlenu, przy czym te pierwsze są lekkie i łatwo umykają w przestrzeń międzyplanetarną, cięższe zaś unoszą się nad powierzchnią księżyca i tworzą coś w rodzaju atmosfery tlenowej. Jej gęstość jest oczywiście bardzo mała, obserwacje dokonane na początku roku 1995 za pomocą teleskopu kosmicznego HST wykazują, że ciśnienie przy powierzchni Europy równa się jednej stumilionowej ciśnienia ziemskiej atmosfery. Ale coś bardziej konkretnego na ten temat będzie można powiedzieć dopiero po zakończeniu misji Galileo.

Tak więc i w tym przypadku na razie mamy do czynienia jedynie z mniej lub bardziej realnymi domysłami. Konkretnych informacji na ten temat mogą dostarczyć tylko wszechstronne badania, dokonywane przede wszystkim za pomocą sond kosmicznych, choć i naziemnych obserwacji nie należy le-

kceważyć. I takie właśnie zadanie ma do spełnienia misja Galileo, której realizacja trwa już parę ładnych lat, ale której najważniejsza część dopiero się rozpoczyna. Właściwie mamy tu do czynienia z dwoma eksperymentami astronautycznymi, bo przecież sonda Galileo składa się z dwóch członów, przy czym każdy z nich ma do spełnienia inne zadanie i na spotkanie z Jowiszem mknie oddzielnie, poruszając się po różnych trajektoriach. Dla szerokich kręgów społeczeństwa atrakcyjniejsza wydaje się być misja członu satelitarnego i pogląd ten w jakimś stopniu jest chyba uzasadniony. Człon satelitarny bowiem – na co już jego nazwa wskazuje – ma stać się pierwszym sztucznym satelitą Jowisza, okrążającym największą planetę Układu Słonecznego przez co najmniej dwa lata i przekazywać na Ziemię różne informacje zarówno o tej planecie, jak i o jej księżycach. Ogólna masa tego członu wynosi 2293 kg i został on wyposażony między innymi w następujące przyrządy naukowe:

- ☞ kamera telewizyjna z teleobiektywem o ogniskowej 1,5 m, polu widzenia 0,47° i jasności 8,5;
- ☞ przetwornik obrazu CCD (matryca światłoczułych poletek zgromadzonych w 800 rzędach po 800 pól każdy);
- ☞ zestaw 8 filtrów pozwalających komponować obrazy obserwowanych obiektów w różnych wycinkach widma światła widzialnego;
- ☞ spektrometr promieniowania nadfioletowego do badania składu chemicznego i struktury górnych warstw atmosfery Jowisza oraz atmosfer jego dwóch księżyców (Io i Europy);
- ☞ spektrometr podczerwieni służący do ustalania składu chemicznego skorup księżyców Jowisza i pomiaru ich temperatury;
- ☞ fotopolarymetr przeznaczony do badania składu chemicznego, struktury i temperatury chmur Jowisza.

Już ten pobieżny opis aparatury naukowej członu satelitarnego daje pewne wyobrażenie o programie badawczym misji Galileo. A przecież wypada wspomnieć o członie atmosferycznym, w jakimś stopniu przypominającym sondę, która w roku 1978 została wprowadzona w atmosferę Wenus (odbyło się to w ramach misji Pioneer Venus 2). Oczywiście wtargnięcie w atmosferę Jowisza to zadanie bez porównania trudniejsze, prędkość wlotu wyniesie bowiem około 50 km/s, a więc będzie przeszło czterokrotnie większe niż to miało miejsce podczas wyprawy wenusjańskiej. W związku z tym należało nie tylko nadać członowi atmosferycznemu kształt areodynamiczny, lecz także zabezpieczyć go zarówno przed działaniem ogromnych przeciążeń, jak i przed efektami cieplnymi związanymi z intensywnym hamowaniem. Toteż chociaż ogólna masa członu atmosferycznego wynosi 339 kg, to jednak na aparaturę naukową wypada bardzo mało, gdyż aż 213 kg pochłonął solidny pancerz i osłona ablacyjna. Czy zabezpieczenie to jest wystarczające przekonamy się dopiero wtedy, gdy zanurzy się on w atmosferę Jowisza i gdy zainstalowane w nim przyrządy zaczną działać. Mają one przez kilkadziesiąt minut dostarczać informacji naukowych, które zostaną zarejestrowane przez aparaturę krążącego wokół Jowisza członu satelitarnego, a później będą stopniowo przekazywane na Ziemię. W każdym razie uczeni wiele sobie obiecują po tym eksperymencie i spodziewają się uzyskać informacje na temat takich zagadnień, jak:

- ☞ wyładowania elektryczne w atmosferze Jowisza;
- ☞ ciśnienie i temperatura atmosfery Jowisza;
- ☞ skład chemiczny atmosfery Jowisza;

☞ stężenie helu w atmosferze Jowisza;
☞ wykrycie i zbadanie zawiesin (ciekłych i stałych drobin) w atmosferze Jowisza;
☞ lokalne zmiany bilansu cieplnego w atmosferze Jowisza.

Data rozpoczęcia misji Galileo i jej trajektoria były – jak wiadomo - wielokrotnie zmieniane. Pierwotnie zakładano, że start nastąpi 21 maja 1986 roku i że sonda niemal bezpośrednio pomknie na spotkanie z Jowiszem, po drodze przelatując w pobliżu planetoidy (29) Amphitrite. Wkrótce jednak po tym spotkaniu i po przekazaniu obrazów planetoidy planowano lot sondy Galileo tak skorygować, aby na początku grudnia 1988 roku dotarła ona do celu swej podróży, czyli do Jowisza. Ale po odroczeniu startu spowodowanym katastrofą Challengera w styczniu 1986 roku i wnikliwym przeanalizowaniu wszystkich okoliczności wybrano wariant grawitacyjny, przez uczonych przygotowujących eksperyment zwany w skrócie VEEGA (ang. Venus-Earth-Earth Gravity Assist). Wariant ten jest bardziej skomplikowany od poprzedniego i pochłonął znacznie więcej czasu, lecz był mniej energochłonny, co z uwagi na małą moc silników sondy Galileo miało istotne znaczenie. Po prostu nie pomknęła ona bezpośrednio do Jowisza, tylko najpierw udała się w kierunku Wenus, okrążyła tę planetę i powróciła w okolice Ziemi, a następnie została skierowana w kierunku głównego pasa planetoid, po czym znowu zawróciła ku Ziemi, jeszcze raz okrążyła glob ziemski i dopiero po wykonaniu tego manewru pomknęła na spotkanie z Jowiszem. Te skomplikowane manewry robione były po to, by wykorzystać oddziaływanie grawitacyjne Wenus i Ziemi do nadania sondzie takiej prędkości, jaka jest niezbędna na pokonanie odległości dzielącej nas od największej planety Układu Słonecznego. Jak dotąd wszystko odbyło się zgodnie z planem i wkrótce Galileo winien przekazać pierwsze wieści z układu Jowisza.

Uczeni amerykańscy z JPL (Jet Propulsion Laboratory) i biorący udział w przygotowaniach eksperymentu uczeni zachodnioeuropejscy (Wielka Brytania, Niemcy, Francja, Szwecja*) już dziś mogą odczuwać pewną satysfakcję. Uzasadnia to nie tylko zgodny z założeniami dotychczasowy przebieg misji Galileo, ale i wartościowe materiały naukowe, które do tej pory dzięki niej uzyskano. Wspomnieć wypada o interesujących obrazach Wenus i Ziemi, o ciekawych obrazach Księżyca (na jednym z nich Morze Wschodnie zajmuje środek tarczy księżycowej) i pierwsze w dziejach astronomii obrazy dwóch planetoid: (951) Gaspra i (243) Ida. No i wreszcie nie możemy zapominać o tym, że sonda Galileo umożliwiła uzyskanie dodatkowych informacji na temat niezwykłego wydarzenia, jakim niewątpliwie było zderzenie komety Shoemaker-Levy 9 z Jowiszem. Z jednej bowiem strony mieliśmy dużo szczęścia, wspomniana kometa została dość wcześnie odkryta i dzięki temu można było na czas dokładnie wyznaczyć elementy jej orbity, co z kolei pozwoliło przewidzieć dramatyczne zakończenie wędrówki kosmicznej tego obiektu. Z drugiej jednak strony możemy też mówić o pechu, gdyż wszystkie fragmenty jądra komety – zgodnie zresztą z wyliczeniami – spadały na odwrotną, niedostępną do obserwacji z Ziemi w tym czasie półkulę planety. Jedyną szansę dawała właśnie sonda Galileo, która podczas pamiętnych dni lipca 1994 roku znalazła się w takim miejscu, że zainstalowane na jej pokładzie przyrządy naukowe mogły rejestrować przebieg tej kosmicznej katastrofy. W tym czasie sonda Galileo znajdowała się w odległości około 240 mln km od Jowisza i była oddalo-

* W przygotowaniach misji Galileo niemały wkład wnieśli także uczeni z Kanady i Tajwanu.

na wówczas od Ziemi o około 640 mln km.

Na tym w zasadzie należałoby zakończyć artykuł poświęcony dotychczasowemu przebiegowi misji Galileo i cierpliwie czekać na napływające z układu Jowisza wieści. Nasza relacja nie byłaby jednak pełna, gdybyśmy nic nie wspomnieli o kłopotach z anteną dużego zysku, której mimo wielu prób nie udało się otworzyć, a której brak może mieć niekorzystny wpływ na końcowe wyniki wyprawy. Przede wszystkim znacznie zmniejszy się liczba obrazów przekazywanych z układu Jowisza, przy czym przesyłanie na Ziemię każdego z nich będzie trwało aż około dwóch godzin (takie możliwości daje antena do łączności z naziemnym ośrodkiem), a nie – jak zakładano – tylko kilka minut (takie możliwości byłyby przy sprawnej antenie dużego zysku). Mimo to kierujący całym tym przedsięwzięciem Wiliam O'Neil – podobnie jak i jego współpracownicy – jest dobrej myśli i głęboko wierzy, że wprawdzie procent możliwych do uzyskania informacji się zmniejszy, to i tak osiągnięcia misji Galileo będą duże i – miejmy nadzieję – znacznie wzbogacą nasze wiadomości o układzie Jowisza.

A oto daty najważniejszych wydarzeń w dotychczasowym przebiegu tej obiecującej misji i najbliższych zamierzeń:

18 X 1989 ☞ z przylądka Canaveral na Florydzie startuje wahadłowiec Atlantis z sondą Galileo na pokładzie.

19 X 1989 ☞ sonda Galileo została wydobyta z luku wahadłowca Atlantis i skierowana w kierunku Wenus.

10 II 1990 ☞ sonda Galileo okrążyła Wenus w odległości około 16 000 km i zawróciła w kierunku Ziemi.

19 – 21 XI 1990 ☞ sonda Galileo przekazała do ośrodka naziemnego obrazy Wenus.

8 XII 1990 ☞ sonda Galileo po raz pierwszy okrążyła Ziemię w odległości około 1000 km i pomknęła w kierunku głównego pasa planetoid.

29 X 1991 ☞ sonda Galileo przeleciała w odległości około 1600 km od planetoidy Gaspra.

8 XII 1992 ☞ sonda Galileo po raz drugi okrążyła Ziemię, tym razem w odległości zaledwie około 300 km, po czym pomknęła na spotkanie z Jowiszem.

28 VIII 1993 ☞ sonda Galileo przelatuje obok planetoidy Ida w odległości około 2400 km.

16 – 22 VII 1994 ☞ sonda Galileo rejestruje przebieg zderzenia komety Shoemaker-Levy 9 z Jowiszem.

13 VII 1994 ☞ człon atmosferyczny zostaje odłączony od sondy Galileo i już po samodzielnej trajektorii mknie na spotkanie z Jowiszem.

7 XII 1995 ☞ sonda Galileo ma przelecieć około 1000 km od Io i zacząć krążyć po orbicie okołojowiszowej.

4 VII 1996 ☞ planowana zmiana orbity sondy Galileo i jej pierwszy przelot w pobliżu Ganimedesa.

KRONIKA

Nowe kłopoty sondy Galileo

Ostatnia faza lotu sondy Galileo do Jowisza przyniosła różne niespodzianki. W sierpniu 1995 roku Galileo nieoczekiwanie przeszedł przez stosunkowo gęstą chmurę pyłu międzyplanetarnego. Detektor pyłowy sondy przez około trzy tygodnie rejestrował do 20 tys. drobin na dobę, podczas gdy poza tym okresem średnio jedną cząstkę na trzy dni. Przypuszcza się, że pył ten pochodzi z otoczenia Jowisza (jest być może wynikiem erupcji wulkanicznych na Io) lub też stanowi

pozostałość po komecie Shoemaker-Levy 9.

Na początku sierpnia 1995 roku zauważono, że jeden z dwóch wentyli zbiornika helu w głównym silniku sondy pozostaje otwarty. Silnik ten został włączony (po raz pierwszy od momentu startu) 27 lipca 1995 roku aby, po nieco wcześniejszym odłączeniu próbnika atmosferycznego, skierować sondę na tor umożliwiający wykonanie w dniu 7 grudnia 1995 roku manewru uczynienia z niej satelity Jowisza i przy okazji jedynego podczas całej misji zbliżenia do satelity Io. Manewr ten będzie wymagał ponownego włączenia silnika. Stwierdzenie w jego funkcjonowaniu jakiejś nieprawidłowości wywołało zrozumiały niepokój o wpływ tej usterki na dalsze funkcjonowanie całego urządzenia. Kierownictwo misji zapewnia jednak, że rygorystyczne przestrzeganie pewnych ograniczeń temperatury i ciśnienia podczas pracy wszystkich przyrządów, powinno skutecznie zabezpieczyć sondę przed niebezpiecznymi konsekwencjami tego uszkodzenia.

Niepomyślne wieści o funkcjonowaniu sondy zostały ponadto odebrane 11 października 1995 roku. Wkrótce po wykonaniu zdjęć Jowisza i jego satelitów z odległości około 35 mln km, jaka wtedy dzieliła sondę od planety, stwierdzono wadliwe działanie magnetofonu pokładowego polegające na nie zatrzymaniu się taśmy po zapisaniu odpowiednich danych (pojemność jedynej tego typu pamięci na pokładzie sondy wynosi 109 megabajtów). Na miesiąc przed osiągnięciem Jowisza nie udało się jeszcze w pełni zdiagnozować i usunąć tej usterki, ale magnetofon zaczął funkcjonować normalnie. Wiadomo jednak, że jego uszkodzenie może bardzo poważnie ograniczyć – i tak już znacznie zredukowane brakiem anteny dużego zysku – informacje, które sonda zdoła przekazać na Ziemię. Trwają więc gorączkowe próby zarówno zabezpieczenia magnetofonu przed powtórzeniem się awarii, jak i takiego przeprogramowania sondy, aby jak najmniej stracić danych pomiarowych, gdyby nie udało się usunąć uszkodzenia. Jeśli chodzi o program naukowy to najbardziej na razie zagrożone likwidacją są niestety zdjęcia satelity Io, które mają być wykonane podczas wspomnianego już zbliżenia sondy do tego księżyca w dniu 7 grudnia 1995 roku.

K.Z.

Europejska misja do komety

Dalekie plany mają to do siebie, że często ulegają zmianom. Tak było i z planami europejskiej agencji kosmicznej ESA dotyczącymi misji ROSETTA. Początkowo planowano, że ROSETTA będzie bardzo ambitną wyprawą, z której po raz pierwszy dotrze na Ziemię, do badań laboratoryjnych, próbka materii z jądra komety. Stąd zresztą wzięła się nazwa misji – Rosetta to nazwa miejscowości oddalonej o 56 km od Aleksandrii, w której znaleziony został staroegipski kamień nie tylko z hieroglifami, ale i z napisami po grecku. Posłużył on francuskiemu historykowi J.F. Champollionowi do odcyfrowania hieroglifów. Niestety jednak pierwotnie planowane dla ROSETTy zadanie okazało się za drogie i za skomplikowane. „Skoro nie udało się przywieźć komety do laboratorium – trzeba będzie zawieźć laboratoria do komety" skomentował to dyrektor naukowy ESA, dr Roger Bonnet. Obecnie więc plany są następujące: między rokiem 2002 a 2004 wybrana zostanie któraś z komet okresowych (bo tylko ich drogi w przestrzeni międzyplanetarnej znamy i dlatego możemy do takich komet skierować sondy) jako cel wyprawy ROSETTy. Sonda spotka się z kometą w okolicach kometarnego aphelium i będzie jej towarzyszyć przez cały czas zbliżania się komety do Słońca. W ten sposób uda się śledzić zmiany jakie zachodzą w

komecie, gdy jest ona coraz to intensywniej grzana. Razem z kometą dotrze zatem do peryhelium i ROSETTA po czym oba obiekty, ciągle razem, będą się od Słońca oddalać. Wydaje się, że nie sposób przecenić ogromu materiału naukowego jaki badania te nam dostarczą. Jako kandydatki na to spotkanie z ROSETTą rozważa się następujące komety: Schwassmanna-Wachmanna 3, Wirtanena lub Filnay'a-Brooksa 2. Zważywszy jednak termin wysłania sondy – ostateczna decyzja nie została jeszcze podjęta. Oby jednak te plany nie musiały po raz kolejny być zmieniane na skromniejsze!

MSK

Planetoida blisko Ziemi

Coraz częściej odkrywa się obiekty przelatujące bardzo blisko Ziemi. Oczywiście nie dlatego, że jest ich teraz więcej, ale dzięki temu, że dysponujemy ostatnio coraz bardziej doskonalszymi instrumentami obserwacyjnymi. Niedawno znowu dostrzeżono planetoidę, która kilkanaście godzin przed odkryciem minęła Ziemię w odległości około 750 tys. km (dla porównania przypomnijmy, że średnia odległość Księżyca od Ziemi wynosi około 380 tys. km). Odkrycia dokonał znany amery k a ń s k i obserwator i badacz planetoid Tom G e h r e l s za pomocą 0,9 m teleskopu Spacewatch na Kitt Peak w Arizonie. Instrument ten jest specjalnie przystosowany do poszukiwania i śledzenia tego typu ciał niebieskich. Na podstawie 8 pomiarów pozycji na niebie wykonanych od 18.136 do 19.397 października 1995 roku stwierdzono, że nowa planetoida – oznaczona 1995 UB – okrąża Słońce po orbicie o mimośrodzie 0.41 i wielkiej półosi 1.40 j.a., położonej w płaszczyźnie nachylonej do płaszczyzny ekliptyki pod kątem 9°. Ponieważ okres jej obiegu wokół Słońca wynosi 1.66 roku więc być może po 5 latach znajdzie się znowu w pobliżu Ziemi (gdyż 3 jej obiegi wokół Słońca są prawie dokładnie równe 5 obiegom Ziemi).

Ostatni tak bliski przelot planetoidy koło Ziemi udało się zarejestrować 9 grudnia 1994 roku, kiedy to obiekt 1994 XM1 zbliżył się do Ziemi na rekordowo małą odległość zaledwie około 100 tys. km. i został dostrzeżony za pomocą tego samego teleskopu. Jeszcze wcześniej obserwowano tylko trzy takie obiekty, o czym już donosiliśmy w *Uranii*: 1994 ES1 (nr 4/1994), 1993 KA2 (nr 9/1993) i 1991 BA (nr 6/1991).

K.Z.

KRONIKA HISTORYCZNA

Ksiądz Bonawentura Metler

Bonawentura M e t l e r urodził się 7 lipca 1966 roku w Ciążeniu, w Ziemi Kaliskiej. W Kaliszu ukończył gimnazjum, po czym wstąpił do seminarium duchownego we Włocławku. Po kilku latach wyjechał do Petersburga aby w tamtejszej Akademii Duchownej pogłębiać wiedzę. Udał się potem do Włoch, gdzie w Gorycyji uzyskał w 1888 roku święcenia kapłańskie.

Po uzyskaniu święceń studiował w Rzymie architekturę, sztukę oraz astronomię. Kontynuował studia w Innsbrucku i Oxfordzie. Był świetnym poliglotą. Opanował biegle kilka języków t.j. rosyjski, włoski, francuski, angielski i niemiecki. W 1901 roku wyjechał do Australii, a stamtąd udał się w podróż dookoła świata. Podróż trwała do 1904 roku.

W 1904 roku ksiądz Metler przybył do Francji. Był kapelanem w Domu Opieki im. Stanisława Kostki w Juvisy pod Paryżem. Tam zaprzyjaźnił się ze znanym francuskim astronomem Camilem Flamarionem. Razem wybudowali obserwatorium astronomiczne w Juvisy.

W 1908 roku ksiądz Metler wrócił do Polski i nie opuścił jej już do końca życia. Osiadł w Częstochowie, pracując jako prefekt w szkołach częstochowskich. Od początku jego umysł zaprzątała idea wybudowania obserwatorium astronomicznego oraz popularyzacja wiedzy astronomicznej wśród mieszkańców miasta. Jako obiekt użyteczny do tego celu, upatrzył sobie ksiądz Metler budynek wolno stojący w parku miejskim zwanym dziś Parkiem im. S. Staszica. Był to pawilon pozostały po zorganizowanej w 1909 roku wystawie przemysłowo rolniczej, własność Towarzystwa Akcyjnego „Zawiercie", Zakładów Przędzalni Bawełny, Tkalni i Blicharni w Zawierciu. Rozpoczął więc starania o ten budynek.

Starania księdza Metlera zostały uwieńczone powodzeniem w 1923 roku. Wtedy to w 450 rocznicę urodzin Mikołaja Kopernika, ówczesny prezydent miasta Częstochowy, Józef Marczewski przekazał mu pawilon w celu przystosowania go do potrzeb przyszłego obserwatorium.

Wysiłkiem społeczeństwa Częstochowy, częściowo z funduszy mieszkańców, częściowo z własnych zasobów ks. Metlera, przebudowano pawilon zamieniając go w 12-kątną wieżę zwieńczoną kopułą o średnicy 5 m.

Otwarcia Obserwatorium Astronomicznego dokonano w 1928 roku. Na wyposażeniu znalazła się luneta – ekwatoriał z optyką Zeissa, ofiarowana przez majora Wincentego Skrywana; luneta miała obiektyw o średnicy 11 cm i ogniskowej 204 cm.

Oprócz lunety w obserwatorium znajdował się dobry astronomiczny zegar oraz biblioteka. Odtąd w każdą pogodną noc obserwowano niebo.

Największy rozkwit działalności Częstochowskiego Oddziału Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii, powstałego w 1928 roku, przypadł na lata tuż przed Drugą Wojną Światową. Wtedy to kierowali Towarzystwem profesorowie Tadeusz Sejfried, Stanisław Przesłański i Jan Gustowski.

Od 1913 roku do 1932 ksiądz Metler był proboszczem w Kruszynie. W 1932 roku został przeniesiony do Maluszyna, gdzie na dachu plebanii urządził obserwatorium. W roku 1934 objął probostwo w Parzymiechach. I tutaj kontynuował swoje pasje astronomiczne. W komórce zainstalował teleskop zwierciadlany ustawiony azymutalnie. Zwierciadło o średnicy 30 cm wykonał samodzielnie.

Tuż po wybuchu wojny, 2 września 1939 r., ok. godziny 9.00 na plebanię w Parzymiechach przyszli Niemcy. Kazali wyjść wszystkim tam przebywającym. Obecni byli: ksiądz Metler, ksiądz Danecki, organista Sobczak oraz około 30 wiernych. Wszystkich załadowano na samochód. Przed cmentarzem w Jaworzu samochód zatrzymał się, po czym kazano wszystkim wysiąść i przejść do ogrodu Piotra Omyły. Tam jeden z Niemców zastrzelił obu księży i organistę. Zakopano ich na miejscu śmierci. Dopiero kilka dni później przeniesiono zwłoki na cmentarz w Jaworzu i umieszczono we wspólnym grobie. 11 grudnia 1945 roku uroczyście przeniesiono zwłoki na cmentarz w Parzymiechach.

Po księdzu Metlerze pozostało obserwatorium, użytkowane dziś przez studentów, pracowników naukowych W.S.P, i miłośników astronomii oraz słowa wyryte na powierzchni zegara słonecznego przed Obserwa-

torium: „Quam Virgo Dilexit Hic Urbem Ad Astra Apellat Et Gentum Buona Ventura" (To miasto, które Panna umiłowała i przeznaczyła do lepszej przyszłości).

W dniach 12-19 maja 1995 r. członkowie Częstochowskiego Towarzystwa Naukowego, Oddziału Częstochowskiego PTMA i pracownicy Zakładu Dydaktyki Fizyki i Astronomii WSP zorganizowali wystawę zatytuawaną „Ks. B. Metler – kapłan, astronom, podróżnik". Zakończona została sesją popularnonaukową pt. „Ksiądz Bonawentura Metler i jego następcy".

Zarząd Oddziału Częstochowskiego PTMA

KĄCIK OLIMPIJCZYKA

Wysokość góry na Księżycu
XXXVIII Olimpiada Astronomiczna, II etap

W czasie pierwszej kwadry cień góry księżycowej odległej od terminatora o $\alpha=0^\circ,02$ miał długość $\beta=25''$. Wiedząc, że Księżyc miał wtedy średnicę $\gamma = 0^\circ,52$ oraz znając promień Księżyca R – 1738 km obliczyć szacunkową wysokość obserwowanej góry.

Rozwiązanie:

Na rys. 1 przyjmujemy następujące oznaczenia: h – szukana wysokość góry, l – długość cienia na powierzchni Księżyca, D – odległość Ziemia – Księżyc, pozostałe wielkości jak w treści zadania. A zatem

$$h = l \tan\delta,$$

z twierdzenia sinusów:

$$\sin\delta = \frac{D\sin\alpha}{R},$$

$$l = \frac{D\sin\beta}{\cos\delta}.$$

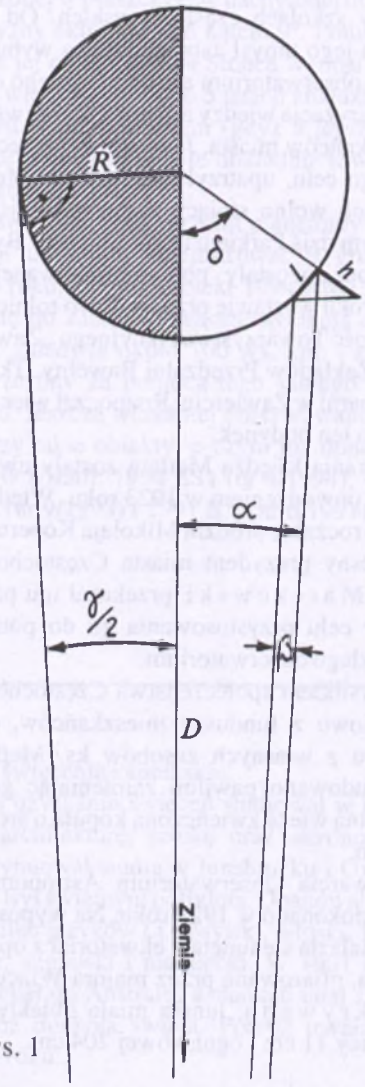
Dlatego

$$h = \frac{D^2 \sin\beta \sin\alpha}{R\cos\beta\sqrt{1-\frac{D^2\sin^2\alpha}{R^2}}},$$

a ponieważ

$$\cos\delta = \sqrt{1-\frac{D^2\sin^2\alpha}{R^2}}$$

więc



Rys. 1

$$h = \frac{D^2 \sin\beta \sin\alpha}{R\left(1 - \frac{D^2 \sin^2\alpha}{R^2}\right)}$$

po wyrażeniu kątów w radianach oraz uwzględnieniu

$$\frac{R}{D} = \sin\frac{\gamma}{2},$$

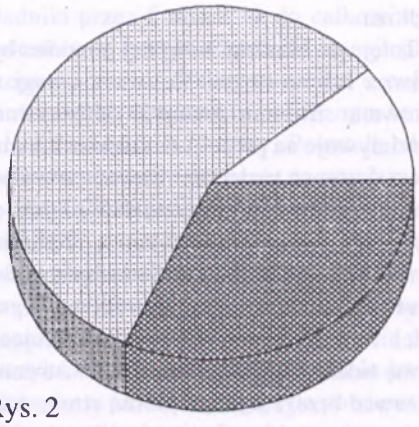
$$h = \frac{2D\alpha\beta\gamma}{\gamma^2 - 4\alpha^2}.$$

Odp. Dla danych z zadania otrzymujemy wysokość góry $h \approx 3{,}6$ km.

Komentarz i statystyka zadania:

Diagram kołowy rys. 2 przedstawia rozkład zainteresowania oraz poprawności rozwiązania tego zadania wśród uczestników. Skala punktów od 0.0 do 5.0 co 0.5 punktu, uczestnik za zadanie rozwiązane na najniższym poziomie uzyskuje 2.5 punktu. Średnia ocena: $\overline{p_i} = 1{,}2$ punktów, średnie odchylenie standardowe: $\sigma_{\overline{p}} = 1{,}5$.

Zadanie było ciekawe o tyle, że całą metodę liczenia należało wymyślić w oparciu o znane zależności funkcji trygonometrycznych oraz posiadane informacje z zakresu astronomii. Przyglądając się danym statystycznym widać, że za zadanie uczestnicy otrzymywali stosunkowo niskie noty, zaś odchylenie standardowe pokazuje, że ci którzy je rozwiązali prawidłowo uzyskali dużą liczbę punktów.



Rys. 2

- Osoby, które nie podjęły się rozwiązania zadania
- Osoby, które podjęły próbę rozwiązania zadania
- Osoby, które prawidłowo rozwiązały zadanie

Jacek Szczepanik

PORADNIK OBSERWATORA

Narzędzia do obróbki luster sferycznych

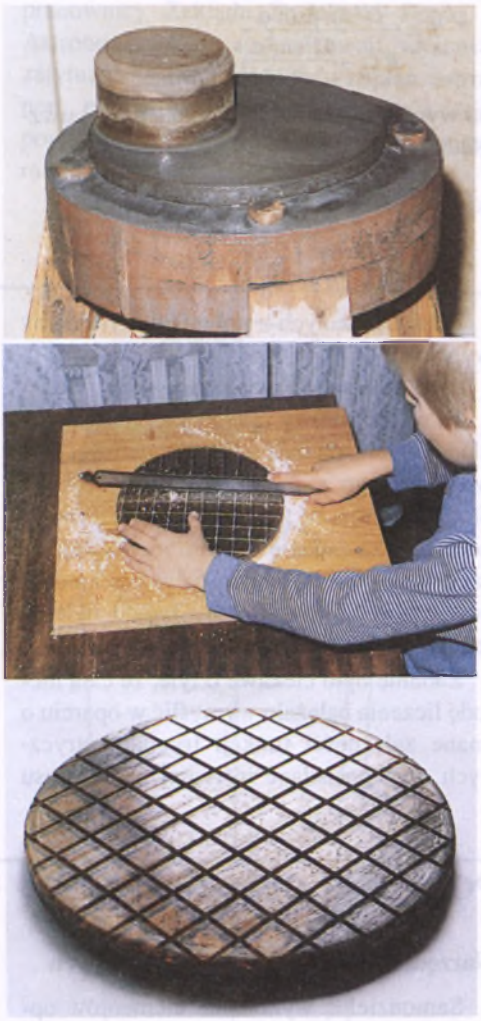
Samodzielne wykonanie elementów optycznych do amatorskiego teleskopu było tematem wielu cyklicznych artykułów drukowanych na łamach *Uranii* w ubiegłych latach. Wyczerpująco przedstawiono w nich wybrane zagadnienia z optyki, opisano metody ręcznej obróbki płyt szklanych oraz ukazano konstrukcję niezbędnego wyposażenia pomocniczego. Okazało się jednak, że brak w tych materiałach sprecyzowanej informacji na temat sposobów przygotowania narzędzi do wstępnej obróbki, narzędzi pełnowymiarowych do szlifowania dokładnego. Wynika to moim zdaniem z uporczywego przyzwyczajenia się do jednej, archaicznej metody szlifowania, wymagającej użycia dwóch płyt szklanych o jednakowej średnicy. Taka rozrzutność jest dzisiaj niezrozumiała, jeśli zdobycie pojedynczego blanku odpowiedniej jakości jest sporym problemem.

Sposób na ominięcie tego problemu znany jest od dziesięcioleci. By nie marnować dodatkowego krążka szkła na matrycę szlifierską, wstępnej obróbki dokonamy za pomocą metalowego pierścienia – tulei, natomiast narzędzie do szlifowania dokładnego wykonamy z żywicy wylanej na twardym

podłożu.

Tuleja do obróbki wstępnej powinna być żeliwna lub mosiężna. Żeliwo z uwagi na porowatą strukturę znacznie intensywniej oddziaływuje na proces szlifowania niż inne łatwo dostępne materiały. Zewnętrzna średnica tulei powinna być niewiele mniejsza od promienia obrabianego blanku. Szlifując płytę szklaną o średnicy 208 mm zastosowałem tuleję żeliwną o średnicy 95 mm i grubości ścianki 7 mm. Spodnią (szlifującą) stronę tulei należy wyrównać i obustronnie sfazować brzegi ścianki. Górną stronę tulei trzeba zakryć drewnianym krążkiem o zaokrąglonych brzegach, przyklejając go żywicą. Tak wykonane narzędzie do obróbki wstępnej będzie wygodne w użyciu, a duży nacisk konieczny w początkowej fazie obróbki nie spowoduje powstania odcisków na dłoniach. Wysokość ścianki tulei nie powinna przekraczać połowy jej średnicy. Podczas obróbki, każdą nową porcję ścierniwa położoną na blank nakrywamy tuleją i wykonujemy dowolny rodzaj suwów, pamiętając, by otwór tulei nie wychodził poza brzeg blanku. Pracujące ścierniwo stopniowo wydostaje się z wnętrza tulei i równomiernie rozkłada się na szlifowanej powierzchni. Obróbka wstępna blanku o średnicy 208 mm do głębokości strzałki 2.1 mm trwała przy stosowaniu opisanej metody – około 3 godzin. Zaletą tulei metalowej jest możliwość wielokrotnego jej użycia, oczywiście dla płyt szklanych o zbliżonych rozmiarach.

Po uzyskaniu potrzebnego zagłębienia w płycie szklanej, można przystąpić do wykonania pełnej matrycy szlifierskiej, niezbędnej podczas szlifowania dokładnego. Potrzebny będzie do tego celu krążek metalowy o średnicy większej o ok. 2 mm od średnicy blanku i grubości tegoż. Z braku krążka metalowego można zawczasu przygotować krążek z zaprawy cementowo-wapiennej, uzbrojony wewnątrz kilkoma kawałkami



Rys. U góry – szlifowanie wstępne normalnym narzędziem z żeliwa na stole szlifierskim, średnica blanku – 208 mm. W środku - nacinanie kanałów na powiewrzchni matrycy odlanej z żywicy. U dołu – gotowa matryca szlifierska z naciętą siatką kanałów; odlew wykonano mieszając Epidian 51+PAC-140 w stosunku objętościowym 1:1. Fot. J. Marcinek.

stalowego drutu. Jego grubość powinna być równa grubości szklanego krążka. Niezależnie od tego z czego będzie wykonany krążek, będzie on stanowił podstawę matrycy szlifierskiej, natomiast odlew wykonamy na zagłębionej powierzchni blanku. Zanim to nastąpi, przygotujemy opaskę z cienkiej bla-

chy stalowej lub innej (grubość 0.3 – 0.5 mm) i tak dobranej szerokości, by po opasaniu blanku, wystawała ponad jego krawędzie ok. 4 mm. Między brzegiem blanku a opaską nie powinno być szpar. Końce opaski trzeba koniecznie zlutować w taki sposób, by po zastygnięciu żywicy dały się ponownie rozlutować. Bardzo ważne jest pokrycie wazeliną techniczną wszystkich miejsc, które będą się stykały bezpośrednio z wylewaną żywicą. Wazelinę nakładamy palcem i rozprowadzamy równomiernie na całej powierzchni zagłębienia blanku, starając się maksymalnie wygładzić posmarowaną powierzchnię. Pamiętajmy, że odlew będzie tak dokładny, że odbiją się na nim najdrobniejsze linie papilarne palców. W miejscu gdzie brzeg blanku styka się z opaską, trzeba dać trochę więcej wazeliny, po to, żeby wypełnić szczelinę utworzoną przez fazkę. Nadmiar wazeliny nagromadzony wzdłuż obwodu blanku zbieramy przesuwając delikatnie palec w taki sposób, by między wewnętrzną ścianką opaski a powierzchnią blanku utworzyła się zaokrąglona fazka. Dzięki temu, brzegi przyszłej matrycy szlifierskiej będą łagodnie zaokrąglone, zaś płynna żywica nie przedostanie się między opaskę a brzeg blanku, co po jej stężeniu mogłoby utrudnić zdjęcie opaski.

Gdy upewnimy się że posmarowana wazeliną powierzchnia blanku jest dostatecznie gładka i nie widać na niej rzucających się w oczy nierówności, możemy przystąpić do przygotowania żywicy. Składa się ona z dwóch części: środka wypełniającego którym może być Epidian-5 lub Epidian-51, oraz utwardzacza np. PAC-140 lub Z-1. Na jedną część utwardzacza można dać jedną część wypełniacza (1:1). Połączeniu obu składników w takim stosunku może towarzyszyć wydzielanie pewnej ilości ciepła, ale zjawisko to jest nieszkodliwe. Wlewamy utwardzacz do Epidianu i mieszamy oba składniki przez 5 minut aż do całkowitego ujednolicenia barwy. Czynność tę najlepiej przeprowadzić w szklanym słoiku o pojemności 0.5 litra, w którym proces mieszania będzie doskonale widoczny. Powstałą mieszaninę wylewamy ostrożnie na powierzchnię blanku, dozując ją w taki sposób, by nie przelała się przez krawędź opaski, lecz dzięki dużej lepkości jej powierzchnia będzie na ułamek milimetra wystawała. Ponieważ mieszanina wypełniona jest dużą ilością pęcherzyków powietrza, czekamy około kwadransa, by te które przylegają do powierzchni blanku uniosły się do góry, po czym na obrzeża opaski kładziemy ostrożnie metalową lub cementową podstawę. Większe rozmiary podstawy zabezpieczają ją przed wpadnięciem do środka. Jeśli wylaliśmy odpowiednią ilość żywicy, pewna jej część powinna teraz przelać się przez brzegi opaski, co nas upewni, że żywica sklei się z podstawą. Po wykonaniu tych czynności pozostaje tylko posmarować pozostałą część cementowej podstawy żywicą, by nie kruszyła się podczas szlifowania. W przypadku podstawy metalowej jest to zbędne. Odlew powinien twardnieć 48 godzin, po czym zdejmujemy blaszaną opaskę. Obracamy całość podstawą do dołu i staramy się zsunąć blank z matrycy. Jeśli jest mocno przyssany, można postawić całość na sztorc i lekko stuknąć kantem podstawy o blat stołu. Gdy blank zsunie się o kilka milimetrów, z jego zdjęciem z matrycy nie powinno już być żadnych trudności. Zarówno blank jak i matrycę trzeba dokładnie przemyć w ciepłej wodzie z dodatkiem płynu do mycia naczyń. Po wysuszeniu, oglądamy powierzchnię matrycy, szukając ewentualnych skaz czy nierówności. One zawsze będą, lecz nie należy martwić się z tego powodu. Największe nierówności dadzą się wygładzić drobnoziarnistym pilnikiem lub papierem ściernym, owiniętym na kawałku deseczki. Całkowite wy-

równanie i wygładzenie powierzchni matrycy dokona się samoistnie w trakcie szlifowania.

Zanim zaczniemy nacinać powierzchnię matrycy siecią kanałów, należy znaleźć i zaznaczyć jej środek geometryczny. Będzie on bazą, względem której trzeba najpierw wytrasować a potem nacinać kanały. Zasada jest znana, więc nie ma potrzeby jej tu omawiać. Najlepiej nadaje się do nacinania obustronny brzeszczot piły do metalu. Ma on drobne, równe zęby i nie robi wyrw. Nieodzowna będzie (koniecznie) metalowa linijka. Nacięcia robimy na 2/3 grubości wylanej żywicy i szczególnie ważne jest to w przypadku podstawy cementowej, ponieważ dotarcie do jej podłoża uwolniło by ziarna cementu, mogące porysować obrabiane lustro. Powstałe w ten sposób kanały, mają ścianki równoległe względem siebie. By uniknąć zaklinowania się między nimi większych ziaren ścierniwa, warto dodatkowo poszerzyć kanały w górnej połowie tak, by miały przekrój stożkowy. Najlepiej do tego celu nadaje się nóż tokarski. Tak przygotowana matryca powinna doskonale się spisywać, aż do użycia najdrobniejszych mikroproszków.

Jerzy Marcinek

Wizualne obserwacje gwiazd zmiennych

α Herculis

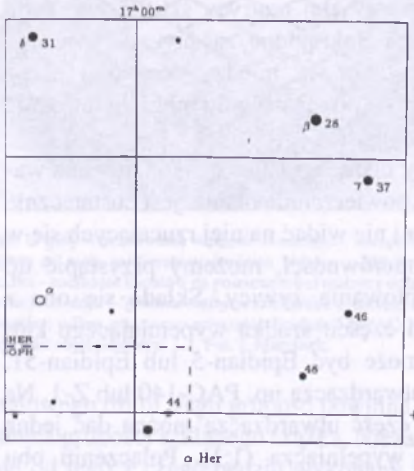
$\alpha = 17h\ 10m.1\ \delta = +14^{\circ}\ 30m.3$ (1900.0)

A: 3.0 – 4.0 v P:$\pm 100^{d}$

Typ: SRc Sp. M5 II-Ib

W południowym rejonie gwiazdozbioru Herkulesa, blisko granicy z Wężownikiem, około 5° na zachód od α Oph, leży jasna zmienna półregularna α Her znana też jako Ras Algheti. Jest to zmienna półregularna, dobra do obserwacji okiem nieuzbrojonym, lub przez lornetki. Zmiany blasku są dosyć wolne i niezbyt wielkie. Na 6-cio letni cykl powolnych zmian o amplitudzie około $0^{m}.5$, nakładają się zmiany o okresie od 50 do 130 dni i amplitudzie od $0^{m}.3$ do $1^{m}.0$. Już w niewielkiej lunecie widzimy, że jaśniejsza gwiazda ma towarzysza o jasności $5^{m}.4$ i typie widmowym F8 II-III, położonym w odległości 4".5. Towarzysz ten jest również gwiazdą podwójną, a niewidoczny składnik obiega ją z okresem 51.6 dnia. Z pomiarów interferometrycznych wynika ponadto, że główny składnik ma średnicę 680 razy większą niż Słońce, a cały ten potrójny układ jest zanurzony w ogromnej gazowej otoczce pochodzącej od głównego składnika, mającej promień 200 000 razy większy od Słońca i ekspandującej z prędkością około 10 km/s. W czasie obserwacji oceniamy oczywiście sumaryczny blask układu. Cały system leży w odległości 694 lat świetlnych.

Tomasz Krzyt



ASTRO-BIT poleca programy komputerowe z astronomii na IBM PC, algorytmy astronomiczne: kupno – sprzedaż, Ireneusz Włodarczyk, 42-500 Będzin, ul. Rewolucjonistów 15/13.

OBSERWACJE

Błysk nad Świdnikiem

Nad Świdnikiem (woj. lubelskie) dnia 29 lipca 1995 r. o godz. 3.00 nad ranem ukazał się bardzo jasny meteor w okolicy $\alpha = 0^h 49^m$, $\delta = +46° 18'$ i przeleciał przez: północną część Andromedy, południową Jaszczurki, północny koniec Pegaza, południową granicę Łabędzia, Liska, Delfina, Orła a także prawdopodobnie Strzelca (do $\alpha = 18^h 49^m$, $\delta = 24° 17'$). W tej okolicy nieba zauważyłem ogromny błysk (do –18 mag.*), przynajmniej okolice 30° od miejsca wybuchu były dobrze rozświetlone. Zaraz potem spojrzałem w górę i ujrzałem duży ślad po przelocie meteoru, który prawdopodobnie spadł na południe od Świdnika w postaci „grochu" meteorytowego. Ślad ten w przeciągu co najmniej około 4 do 5 s po zdarzeniu rozmył się w powietrzu. Wyglądało to jakby dwie strużki dymu ciągnęły się obok siebie przez przynajmniej połowę jego trasy. Efekty dźwiękowe jakie towarzyszyły całemu zdarzeniu to przy locie meteoru tak jak gdyby świst (podobny do świstu kuli lub pocisku), a potem lekka eksplozja, która jednak trochę wstrząsnęła powietrzem. Świadkiem zdarzenia był również mój ojciec. Całe zjawisko obserwowałem z Franciszkowa oddalonego o 1.5 km od Świdnika. Współrzędne Świdnika to 51°13' szerokości geograficznej północnej i 22°42' długości geograficznej wschodniej.

Marek Piotrowski
Świdnik

Bolid nad Burzynem

W niedzielę, 22 października 1995 r., obserwowałem nad ranem kometę de Vico. Gdy o godz. 4.01 zakończyłem zapisywanie obserwacji, za oknem pokoju, w którym byłem, zrobiło się widno, o wiele jaśniej niż w księżycową noc. Dobrze był widoczny dom oddalony o 200 m jak i górka z kościołem w odległości ok. 800 m. Po ok. 1,5 sekundy od ujrzenia błysku wystawiłem głowę przez okno wychodzące na wschód. Spojrzawszy na północ dostrzegłem, jak zza dachu wylatuje jasny bolid.

Zobaczyłem go jako iskrzące się ciało, jasno-żółte, o jasności -10 mag., ale nie mniejszej niż –8 mag. Kątem oka zauważyłem na polu cienie. Bolid ciągnął za sobą szeroką, jasną smugę od dachu przez ζ UMi do γ UMi. Dalej leciał pozostawiając cienki, jasny ślad, który zniknął w ciągu ok. 4 sekund, i świecąc coraz słabiej, do ι Dra, gdzie przestał świecić. Między ζ UMi a ι Dra miał jasność ok. -4^m. Smuga pozostawiona w czasie przelotu od dachu do ζ UMi była jasna (ok. –3 mag.) przez 5 sekund, potem stopniowo słabła i poszerzała się. Była też zniekształcana przez prądy atmosferyczne, jak smugi kondensacyjne po samolotach. Znikła mniej więcej po minucie. Przelot od dachu do zniknięcia trwał 1,5 – 2 sekundy. Bolid przeleciał w tym czasie ok. 25 – 30 stopni.

Od razu, gdy zobaczyłem, spostrzegłem iskrzenie, któremu towarzyszyły syki, podobne do odgłosu, gdy dotknie się mokrym palcem nagrzanego żelazka, oraz trzaski. Największe iskrzenie było tam, gdzie powstała gruba smuga. W okolicy ζ UMi nastąpiło większe iskrzenie i wtedy wydało mi się, że od bolidu oderwała się nieco większa część i uleciała ok. 5 stopni prosto na północ. Bolid leciał w kierunku północno-wschodnim z większym odchyleniem w kierunku północ-

* Znaczyłobyto, że błysk był jaśniejszy niż Księżyc w pełni. Ciekawe czy inni obserwatorzy to potwierdzą (przypis redakcji).

nym.

Warunki atmosferyczne były bardzo dobre. Powietrze było czyste, arktyczne. Współrzędne geograficzne mojego punktu obserwacji w Burzynie: $\lambda = 21°03'54''$, $\varphi = 49°52'31''$, h = 233 m npm.

Michał Siwak
Burzyn 8, 33-170 Tuchów

Z obserwacji meteorów

W dniu 20 lipca 1995 roku o godzinie 20.20 UT w Zawierciu obserwowałem przelot jasnego meteoru (od -3 do -4 mag.) prawie po prostej linii łączącej Scheat (β Peg) z Enifem (ε Peg). Odcinek toru o długości 30_ przebył on w ciągu około 3 sekund. Był to więc meteor powolny o barwie czerwonej. Po zgaśnięciu widać było przez chwilę ślad końcowego fragmentu toru.

Michał Marek
Broniewskiego 4/8, 42-400 Zawiercie

Sekcja Meteorów i Meteorytów PTMA prosi innych obserwatorów tych bolidów o przysłanie obserwacji pod adres: skr. poczt. 6, 14-530 Frombork.

Obserwacja światła zodiakalnego 1 marca 1995 roku

1 marca 1995 roku, w godzinach wieczornych, członkowie Oddziału krośnieńskiego PTMA przeprowadzili obserwację zjawiska światła zodiakalnego. W podręczniku *Astronomia ogólna* Eugeniusz Rybka napisał: „światło zodiakalne możemy widzieć dobrze, gdy z jednej strony atmosfera jest przejrzysta, szczególnie przy horyzoncie, z drugiej zaś strony, gdy ekliptyka tworzy duży kąt z horyzontem (...) W szerokościach geograficznych, w których leży Polska, światło zodiakalne bywa dostrzegane WYJĄTKOWO, bądź na wiosnę w godzinach wieczornych bądź też wczesną jesienią w godzinach przed wschodem Słońca".

Zaalarmowani doniesieniami członków Oddziału PTMA Krosno o podobnej obserwacji wykonanej 23 lutego, postanowiliśmy spróbować szczęścia. Po widowiskowym zachodzie Słońca o godz. 17.15 CSE (Wiesław Słotwiński i niżej podpisany) czekaliśmy na „rozwój wypadków". Pogoda sprzyjała. Wszelkie warunki teoretyczne do obserwacji światła zodiakalnego były także spełnione. O godz. 18.30 CSE z prawdziwym wzruszeniem zobaczyliśmy to, co dotąd znane nam było tylko z podręczników i opisów obserwatorów, którzy widzieli światło zodiakalne przebywając w okolicy równika. Na niebie od horyzontu rozciągała się poświata – jakby mgły – na wysokość około 25 stopni, nachylona pod kątem 50 stopni do horyzontu. Poprzez światło zodiakalne były widoczne gwiazdy. Wspaniałe warunki pogodowe i brak świateł pozwoliły nam ocenić jasność zjawiska. Światło zodiakalne było w przybliżeniu dwukrotnie jaśniejsze od doskonale widocznej Drogi Mlecznej. Wraz z upływem czasu udało się zauważyć obniżenie pasa światła w kierunku horyzontu. Patrząc na to niezwykłe zjawisko, mieliśmy świadomość, że oto oglądamy delikatny welon pyłu międzyplanetarnego, pozostałość po formowaniu się Układu Słonecznego. Słup światła zodiakalnego miał szerokość około 15 stopni z tendencją do rozszerzania się w kierunku horyzontu. Obserwację zakończyliśmy o godz. 19.15 CSE. O warunkach pogodowych jakie panowały tego wieczoru niech świadczy fakt, że bez trudu okiem nieuzbrojonym obserwowaliśmy gwiazdę alfa Gołębia widoczną kilka stopni nad horyzontem. Zjawisko światła zodiakalnego obserwowaliśmy na peryferiach lotniska w pobliżu miejscowości Głowienka k/Krosna. Zachęcam wszystkich astronomów amatorów do podjęcia próby takiej obserwacji.

Grzegorz Kiełtyka

TO I OWO

Czy można planować urlopy w 2001 roku?

Zapewne pierwszą reakcją czytelnika *Uranii* na powyższe pytanie będzie uwaga: „A co to ma wspólnego z astronomią?".

Zanim odpowiedź na to tytułowe pytanie znajdziemy pod koniec tej notatki, przedstawię (w skrócie) treść trzech, dość niezwykłych artykułów, które ukazały się niedawno w czasopismach.

W *Nowych Skandalach* (numer z 3.10.1992) artykuł dotyczący astronomii ma niepokojący tytuł „Katastrofa kosmiczna"". Według amerykańskiego astronoma Marka Kentona **Księżycowi** grozi zagłada! Pisze on:

...„Wybuchy (na Księżycu – przyp. R.F.) trwają nieustannie, a ich siła, wg moich obliczeń wynosi 12 – 14 stopni w skali Richtera. Jeżeli ten proces utrzyma się przez 5 – 6 miesięcy, musi nastąpić katastrofa: Księżyc pęknie"...

Autor tej sensacyjnej informacji oceniał prawdopodobieństwo tego zdarzenia na bliskie 99%! Skutki miały być oczywiście tragiczne: rozdwojenia osobowości i zbiorowy obłęd u ludzi. (O skutkach wśród zwierząt lepiej nie wspominać...) Na wszelki wypadek redakcja *Nowych Skandali* zastrzegała, że w tę historię za bardzo nie wierzy. I chyba miała rację – do dziś obserwujemy zakrycia gwiazd przez tylko jeden Księżyc (a szkoda, bo przez dwa byłoby ich o wiele więcej...).

Nie upłynęły dwa lata, a następne zjawisko astronomiczne było okazją do publikowania artykułów nie tylko sensacyjnych, ale również pełnych merytorycznych błędów.

Oto w lipcu 1994 r. miało dojść do kolejnej kosmicznej katastrofy - zderzenia komety **Shoemaker-Levy 9 z Jowiszem**. '

W jednej z warszawskich gazet codziennych ukazał się pod koniec 1993 r. artykuł pt.: „Jowisz na celowniku komety-giganta". Ze względu na wyjątkowe błędy merytoryczne tym razem przytoczę większe fragmenty tego artykułu:

„... Już za 9 miesięcy może nastąpić koniec świata! Tym razem nie są to przepowiednie samozwańczych wizjonerów, lecz ostrzeżenia naukowców (...) Nie można wykluczyć, że kometa siłą swego ciosu wyrwie potężne fragmenty Jowisza, które już jako meteory i planetoidy pomkną w przestrzeń międzyplanetarną, kierując się także w stronę Ziemi. Wzbijające się ogromne chmury ze skał, pyłów i gazów przyćmią Słońce. Shoemaker-Levy 9 składa się z 17 gigantycznych bloków skalnych o ogólnym przekroju 170 tys. kilometrów. (...) Jego wnętrze (Jowisza – przyp. R.F.) to miliardy ton złota, platyny i srebra. Ta wybuchowa mieszanka czeka tylko na zapalającą iskrę! Kometa będzie najprawdopodobniej przez 6 dni "bombardować" Jowisza. Kratery powstające na jego powierzchni będą kilkakrotnie większe od powierzchni Polski..."

Dla czytelników, którzy nie wiedzą gdzie w Układzie Słonecznym znajduje się Jowisz, jest wskazówka: – to druga (po Marsie) planeta położona najbliżej Ziemi...

W tym momencie nasuwa się „genialna" myśl: po co biedni poszukiwacze złota przez miesiące i lata mają cierpliwie przesiewać piaski w rzekach? Wystarczy tylko w odpowiednim miejscu i czasie unieść sita do góry, a przysłowiowa manna (przepraszam, złoto i platyna z Jowisza) sama nam wpadnie do nich.

Kolejny „rodzynek" z tej dziedziny przyniesiono mi we wrześniu 1995 r. do Planetarium w Muzeum Techniki w Warszawie. Po raz pierwszy miałem okazję przeczytać

„mrożący krew w żyłach" artykuł w miesięczniku *Wróżka* (nr 9/1995 r.).

Już sam tytuł – „Kosmiczna randka ze śmiercią" daleki jest od romantycznych skojarzeń. Artykuł relacjonuje wypowiedź astrofizyka Chantal Levasseur-Regourd na temat niebezpieczeństwa, które może grozić Ziemi ze strony planetoid. Ale tym razem nie chodzi o teoretyczne możliwości takiego zderzenia! Oto już teraz do Ziemi zbliża się taki asteroid* i to o rozmiarach rzędu 1 – 2 km! W „grę" wchodzą tylko trzy możliwości:

1. Wariant **„optymistyczny"**: asteroid minie Ziemię w odległości 100 tys. km. Wskutek działania sił przypływowych na Ziemi (a raczej na oceanach) woda podniesie się o kilka kilometrów i ta potężna fala zaleje prawie wszystkie kontynenty. Zginie ponad połowa ludzi na Ziemi.

2. Wariant **„pesymistyczny"**: asteroid „otrze" się o Ziemię w odległości 100 km. Wtedy właśnie Ziemia na moment wstrzyma swój obrót dookoła osi, a następnie obieg wokół Słońca (!). Ale to jeszcze nic. Siła przyciągania uaktywni wszystkie wulkany na Ziemi, wprawi w falowanie miliony ton wody. Powstaną nowe góry a wiele lądów zapadnie się pod wodę. Przeżyje to niewielu.

3. Wariant **„katastroficzny"** (dość prawdopodobny): nastąpi zderzenie asteroidu z Ziemią. Wtedy dalszych wariantów już nie będzie – w Układzie Słonecznym będzie o jedną planetę mniej (nie podano jednak, czy asteroid wyjdzie z tego cało – uwaga R.F.).

Gdzie się obecnie znajduje ten asteroid? W opisywanym artykule nie ma informacji na ten temat. Ale są inne „kwiatki": oto szybkość zbliżania się kosmicznego przybysza wynosi aż 1000 km/sek (!) (z innego miejsca artykułu wynika, że szybkość ta wynosi tylko 100 km/sek i tę przyjmę do dalszych rozważań).

Przyjmując szybkość za stałą oraz znając dokładną datę zderzenia, można stąd obliczyć jego obecną odległość** – prawie dokładnie 100 j.a. (Czy aby nie za dużo tych „okrągłych" liczb?). Jeszcze jedna niewiadoma – w jaki sposób odkryto ten asteroid? Obiekt o średnicy rzędu 2 – 3 km z odległości 100 j.a. ma jasność mniejszą od 30 mag!

Mamy więc do czynienia z unikalnym obiektem – podczas gdy prędkość paraboliczna ciała znajdującego się w odległości 100 j.a. od Słońca wynosi 4.2 km/sek, tu mamy szybkość prawie 25 razy większą! Nic dziwnego, że kiedy „leniwa" kometa Haley'a potrzebuje 38 lat na przejście od aphelium do peryhelium, to temu asteroidowi wystarczy tylko 5 lat i to z odległości 100 j.a. Randka ze śmiercią odbędzie się **26.09.2000 r.!**

Teraz nieco poważniej o niektórych „wariantach". Kilkukilometrowe fale na oceanie, ponieważ asteroid „przeleci" prawie 4 razy bliżej, niż znajduje się Księżyc, są, delikatnie mówiąc, „mocno przesadzone". Przyjmując średnicę tego obiektu na 3 km (1/1000 średnicy Księżyca) i gęstość podobną do gęstości Księżyca otrzymamy siły przyciągania asteroidu rzędu 1/62500000 siły przyciągania Księżyca. Takiej „fali" trzeba by szukać przez potężne... mikroskopy.

Ciekawiej wygląda sytuacja podczas zbliżenia asteroidu na odległość 100 km od powierzchni Ziemi. W przybliżeniu można obliczyć, że wówczas siły przyciągania asteroidu będą rzędu 0.02 siły przyciągania Księżyca. Normalne fale na oceanie zapewne będą większe od tych „asteroidalnych". A jeśli chodzi o bezpośrednie zderzenie z Ziemią, to

---

* Za omawianym artykułem stosujemy rodzaj męski, prawidłowo powinno być – asteroida (planetoida).

** Pod koniec września 1995 r.

na pewno takie były w przeszłości i Ziemia (jako planeta) „wyszła cało".

Dla czytelników *Uranii* powyższe sensacje będą czymś w rodzaju „śmiechu warte". Ale coraz więcej osób w naszym kraju ma coraz mniejszą wiedzę z astronomii, a szczególnie widać to na wielu seansach w planetariach. Pytania typu „czy upadek Słońca na Ziemię może być dla nas niebezpieczny" zdarzają się coraz częściej i zadają je nie tylko dzieci (widoczny skutek likwidacji astronomii w szkole) ale i dorośli. *Uranię* czyta najwyżej kilka tysięcy osób; takie czasopisma jak *Nowe Skandale* czy *Wróżkę* kilkadziesiąt tysięcy (a może i ponad 100 tys.). Jeśli w Polsce seanse w planetariach stały się celem, a nie środkiem, który ma tylko pomóc w poznaniu astronomii i nieba prawdziwego (a nie atrapy), to trudno się dziwić, że mamy kilkanaście razy mniej obserwatoriów publicznych niż w Niemczech, a na pokazy nieba przychodzi w ciągu roku kilkaset (!) razy mniej osób niż w USA.

A co z urlopami w 2001 roku? Sądząc po dotychczasowych „realizacjach" katastrof przepowiadanych w mass-mediach, urlopom tym tajemniczy asteroid chyba nie zagrozi. Poczekajmy (to tylko niecałe 5 lat), sami zobaczymy...

Roman Fangor

ELEMENTARZ URANII

Pluton

Pluton: najmniejsza i najbardziej oddalona od Słońca planeta Układu Słonecznego. Nie była znana aż do początków XX wieku – została bowiem odkryta dopiero w 1930 r. przez amerykańskiego młodziutkiego wówczas astronoma Obserwatorium we Flagstaff – Clyde'a T o m b a u g h. Planeta ta dostała imię mitycznego władcy podziemi i ciemności – nie tylko dlatego, że krąży bardzo daleko od Słońca ale i dlatego, że pierwsze dwie litery jej nazwy to monogram Percivalla LO-

Zdjęcie Plutona i jego satelity Charona wykonane za pomocą teleskopu kosmicznego Hubble'a 21 lutego 1994 roku gdy planeta znajdowała się w odległości około 4.4 mld km od Ziemi (fot. R. Albrecht, NASA).

WELLA – fundatora obserwatorium we Flagstaff i osoby, która zapoczątkowała systematyczne poszukiwania pozaneptunowej planety. Okres orbitalny Plutona $P = 248{,}54$ lat, półoś wielka orbity $a = 5913{,}52$ mln km, mimośród orbity $e = 0{,}2482$ i nachylenie do płaszczyzny ekliptyki (rekordowe dla planet) $i = 17{,}148$. Jest planetą poruszającą się na ogół najdalej od Słońca (dziewiątą), ale – na skutek dużego mimośrodu i nachylenia orbity – bywa okresowo (np. w latach 1979 – 1999) bliżej Słońca niż Neptun. Ściślej byłoby mówić, że po okołosłonecznej orbicie porusza się nie Pluton, ale „planeta podwójna" tzn. Pluton z jedynym swoim księżycem Charonem (dokładniej: środek masy układu leżący ponad powierzchnią Plutona). Charona odkryto dopiero w 1978 r. Jest on porównywalny z macierzystą planetą – jest tylko 6,5 raza lżejszy i 1,87 raza mniejszy. Obrót Plutona i Charona jest „podwójnie synchroniczny", przypomina obrót hantli – nie tylko księżyc do planety, ale i planeta do księżyca stale się zwraca tą samą stroną (wyjątek w Układzie Słonecznym!); obiegają środek masy raz na 6,3872 dnia wokół osi nachylonej do ekliptyki pod kątem $\varepsilon = 122{,}46°$. Masa Plutona równa się $1{,}29\times10^5$ g, jego promień równikowy to 1150 km, średnia gęstość wynosi 2,03 g/cm^3, średnia prędkość na orbicie 4,74 km/s, a prędkość ucieczki z równika planety 1,1 km/s. Powierzchnię Plutona stanowi metanowy lód, którego temperatura na równiku bliska jest 75 K w peryhelium, ale może opadać do zaledwie 45 K w aphelium. W środku Pluton ma najprawdopodobniej duże skaliste jądro. Atmosfera Plutona to bardzo cienka (ciśnienie 10^{-2} bara) mgiełka metanu z niewielką domieszką azotu N_2, tlenku węgla CO i tlenu O_2. Może być „wytrącana" jako śnieg gdy planeta ta oddala się od Słońca.

Pluton nie daje się zaliczyć ani do planet ziemiopodobnych (ma np. za małą gęstość) ani do jowiszowych (ma mały promień i małą masę). Rozmiary, gęstość, grubość atmosfery tej planety bardzo przypominają Trytona – największy księżyc Neptuna. Biorąc pod uwagę ostatnie odkrycia licznych obiektów poza orbitą Neptuna coraz częściej można usłyszeć opinię, że Pluton jest raczej przedstawicielem mało znanych planetoid (z hipotetycznego do niedawna tzw. pasa Kuipera jaki znajduje się poza orbitą Neptuna) niż planetą w tradycyjnym znaczeniu tego słowa. Do Plutona nie dotarła jeszcze żadna sonda.

MSK

KALENDARZYK ASTRONOMICZNY Luty 1996 r.

Słońce

Wędruje po części ekliptyki położonej pod płaszczyzną równika niebieskiego, ale jego deklinacja wzrasta w ciągu miesiąca od -17° do -8°, w związku z czym dnia przybywa prawie o dwie godziny: w Warszawie 1 lutego Słońce wschodzi o $7^h\,18^m$, zachodzi o $16^h\,22^m$, a 29 lutego wschodzi o $6^h\,24^m$, zachodzi o 17^h14^m. W lutym Słońce wstępuje w znak Ryb.

Księżyc

Kolejność faz Księżyca jest w tym miesiącu następująca: pełnia $4^d\,17^h$, ostatnia kwadra $12^d\,10^h$, nów $18^d\,24^h$ i pierwsza kwadra $26^d\,7^h$. W apogeum Księżyc znajdzie się dwukrotnie, 1 i 29 lutego, a w perygeum 17 lutego. W lutym tarcza Księżyca zakryje Wenus, ale zjawisko to będzie widoczne na półkuli południowej.

Planety i planetoidy

Nad zachodnim horyzontem pięknym blaskiem świeci W e n u s jako Gwiazda Wieczorna -4.1 wielkości. Poniżej od Wenus widzimy znacznie słabszego S a t u r n a (+1.2 wielk.), który zachodzi z dnia na dzień coraz wcześniej. Rankiem nad wschodnim horyzontem odnajdziemy J o w i s z a jako jasną gwiazdę -1.9 wielkości, a nisko nad horyzontem możemy odnaleźć M e r k u r e g o, który ma w lutym dobry okres widoczności jako gwiazda około zerowej wielkości. Pozostałe planety są niewidoczne.

* * *

$3^d\ 3^h$ Złączenie Wenus z Saturnem w odl. 1.°3; wieczorem obie planety widoczne są nad zachodnim horyzontem.

4^d Nad ranem księżyc 1 i jego cień przechodzą na tle tarczy Jowisza; cień księżyca widoczny jest na tarczy planety do $6^h\ 45^m$.

5^d Od wschodu Jowisza aż do wschodu Słońca po tarczy Jowisza wędruje cień jego 3 księżyca, a sam księżyc zbliża się do brzegu tarczy planety „zamierzając" przejść na jej tle.

11^d O 15^h złączenie Merkurego z Neptunem w odl. 0.°07. O 22^h Merkury w największym zachodnim odchyleniu od Słońca w odl. 26°

$12^d\ 3^h$ Ziemia przechodzi przez płaszczyznę pierścieni Saturna ze strony północnej na południową, w związku z tym pierścienie Saturna oglądane przez teleskop powinny być widoczne tylko jako wąska kreska na tle tarczy planety. Rankiem w pobliżu Jowisza nie widać jego 1 księżyca, który przechodzi za tarczą planety.

$15^d\ 16^h$ Złączenie Jowisza z Księżycem w odl. 5°.

16^d Blisko prawego brzegu tarczy Jowisza (patrząc przez lunetę odwracającą) widoczny jest księżyc 3, który o $5^h\ 9^m$ ukazał się spoza tarczy planety (był to koniec zakrycia). O 21^h złączenie Neptuna z Księżycem w odl. 5°, a o 23^h złączenie Merkurego z Uranem w odl. 0°.2.

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

Data 1995	P [°]	B_0 [°]	L_0 [°]
II 1	−12.10	−6.00	156.70
3	−12.92	−6.14	130.36
5	−13.70	−6.28	104.02
7	−14.47	−6.40	77.70
9	−15.22	−6.52	51.36
11	−15.95	−6.62	25.02
13	−16.66	−6.72	358.69
15	−17.34	−6.81	332.36
17	−18.00	−6.89	306.02
19	−18.64	−6.96	279.68
21	−19.26	−7.03	253.34
23	−19.86	−7.08	227.00
25	−20.42	−7.13	200.66
27	−20.96	−7.17	174.32
29	−21.48	−7.20	147.98
III 2	−21.98	−7.22	121.64

P – kąt odchylenia osi obrotu Słońca mierzony od północnego wierzchołka tarczy;
B_0, L_0 – heliograficzna szerokość i długość środka tarczy;
$13^d 10^h 36^m$ – heliograficzna długość środka tarczy wynosi 0°.

17^d Księżyc znajdzie się w złączeniu z dwiema planetami: o 6^h z Uranem w odl. 6°, a o 7^h z Merkurym w odl. 5°.

19^d W pobliżu Jowisza nie widać jego 1 księżyca, który ukryty jest w cieniu planety od $5^h\ 39^m$ (początek zaćmienia). O $9^h\ 56^m$ Słońce wstępuje w znak Ryb, jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 330°.

20^d Do $6^h\ 0^m$ księżyc 1 przechodzi na tle tarczy Jowisza i jest niewidoczny. O 20^h Złączenie Saturna z Księżycem w odl. 4°

$22^d\ 6^h$ Bliskie złączenie Wenus z Księżycem. Zakrycie planety przez tarczę Księżyca widoczne będzie w Indonezji, w zachodniej i północnej Australii, na Oceanie Spokoj-

nym i na Hawajach.

23^d Do 5^h 17^m księżyc 3 ukryty był w cieniu Jowisza, a od końca zaćmienia widać go w lunecie odwracającej blisko lewego brzegu tarczy planety, za którą skryje się o 6^h 32^m.

24^d Do 6^h 31^m księżyc 2 przechodzi na tle tarczy Jowisza i jest niewidoczny.

27^d Rankiem na tarczy Jowisza widać plamkę cienia jego 1 księżyca, który o 5^h 44^m sam rozpocznie przejście na tle tarczy planety.

28^d O 5^h 20^m nastąpi koniec zakrycia 1 księżyca Jowisza przez tarczę planety.

Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie środkowo-europejskim.

Opracował G. Sitarski

Contents

J. Leliwa-Kopystyński
About formation of planetary systems 290
K. Ziołkowski
Comet Shoemaker-Levy 9 (I) 295
S.R. Brzostkiewicz
The Galileo mission 300
Chronicle:
New troubles of Galileo 304
European cometary mission 305
An asteroid close to Earth 306
Hstorical Chronicle 306
Corner of an Astronomical Olympian 308
Vade-mecum for Observers 309
Observations 313
Miscelanea 315
Astronomy Primer 317
Astronomical Calendar 318

Содержание

Я. Лелива-Конынстынски
О формированию планетарных систем . . 290
К. Зиолковски
Комета Шумейкер-Леви 9 (I) 295
С.Р. Бжосткевич
Миссия Галилео 300
Хроника:
Новые хлопоты Галилео 304
Европейская мисся к комете 305
Астероид вблизи Земли 306
Историческая хроника 306
Уголок астрономического олимпийца 308
Справочник наблюдателя 309
Наблюдения 313
То и сё 315
Вукварь Урании 317
Астрономический календарь . . . 318

Pierwsza strona okładki: Wycinki czterech zdjęć Jowisza, wykonanych za pomocą teleskopu kosmicznego Hubble'a, ukazujących konsekwencje uderzenia w planetę fragmentu G komety Shoemaker-Levy 9 w dniu 18 lipca 1994 roku; licząc od lewej zdjęcia wykonane zostały: 5 minut, 1.5 godziny, 3 dni i 5 dni po uderzeniu (fot. R. Evans, J. Trauger, H. Hammel, NASA).

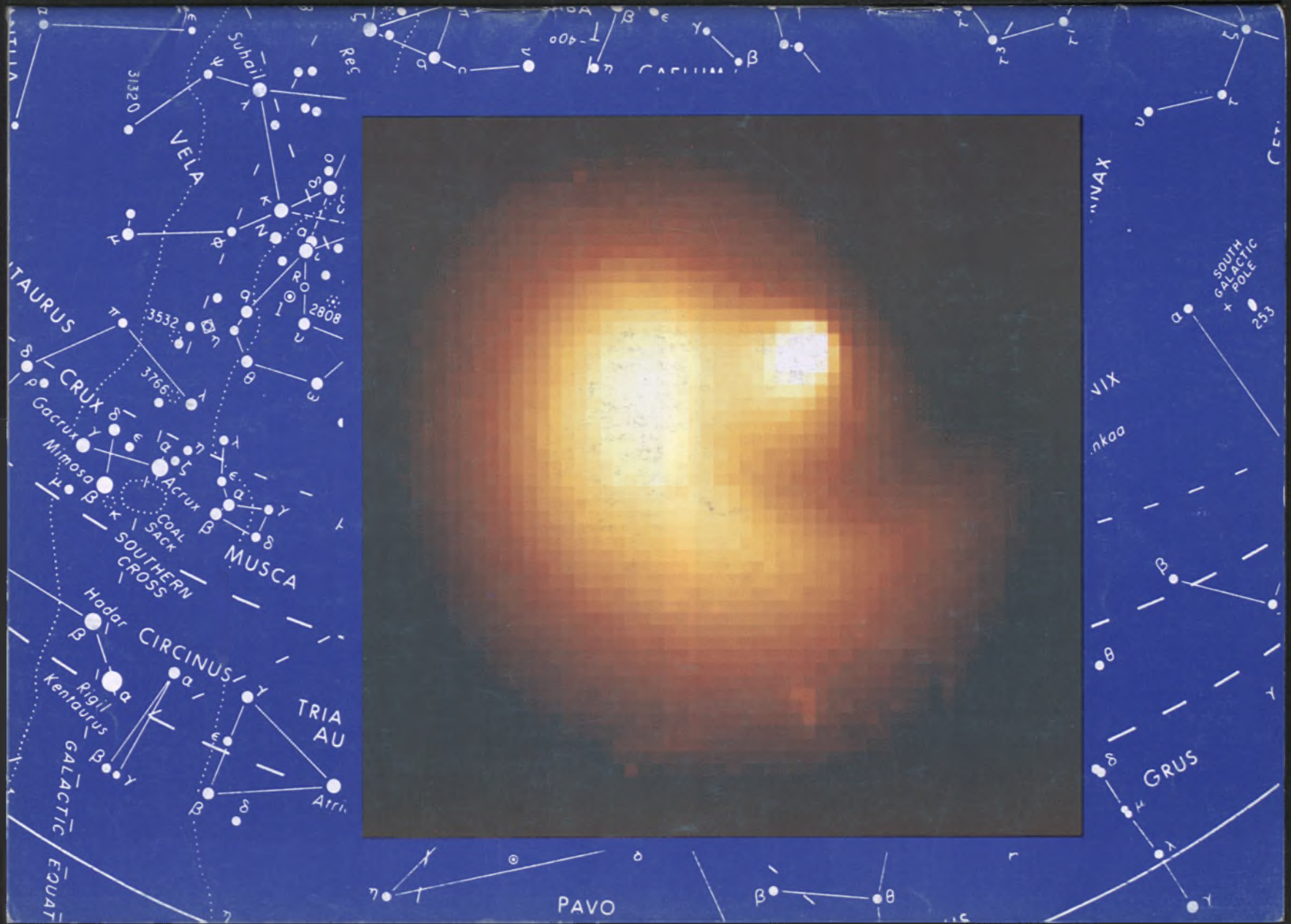
Druga strona okładki: U góry – obraz komety Shoemaker-Levy 9 uzyskany ze złożenia 6 zdjęć wykonanych za pomocą teleskopu kosmicznego Hubble'a w dniu 17 maja 1994 roku z oznaczeniami poszczególnych fragmentów; odległość na niebie między składnikami A i W wynosi 360 sekund kątowych co w przestrzeni odpowiada 1.15 mln km. U dołu – ewolucja fragmentów P i Q komety Shoemaker-Levy 9 od 1 lipca 1993 roku do 20 lipca 1994 roku na zdjęciach wykonanych za pomocą teleskopu kosmicznego Hubble'a; na ostatnim zdjęciu, wykonanym tuż przed uderzeniem, Jowisz jest po lewej stronie.

Trzecia strona okładki: Zdjęcia planetoid: (951) Gaspra (u góry) i (243) Ida (u dołu) symbolizujące najciekawsze z dotychczasowych osiągnięć sondy kosmicznej Galileo.

Czwarta strona okładki: Zdjęcie komety Hale'a-Boppa (o której odkryciu donosiliśmy w poprzednim numerze) wykonane za pomocą teleskopu kosmicznego Hubble'a 26 września 1995 roku z wyraźnie widoczną spiralną strugą materii wypływającej z jądra, której najjaśniejsza część jest być może fragmentem oderwanym od jądra komety (fot. H.A. Weaver, P.D. Feldman, NASA).

URANIA – Miesięcznik Polskiego Towarzystwa Miłośników Astronomii. Redaguje kolegium: Krzysztof Ziołkowski – redaktor naczelny, Magdalena Sroczyńska-Kożuchowska – sekretarz redakcji. Adres redakcji: ul. Bartycka 18, 00-716 Warszawa. Adres wydawcy: Zarząd Główny PTMA, ul. św. Tomasza 30/8, 31-027 Kraków, tel 22 38 92; nr konta PKO I OM Kraków 35510-16391-132. Koszt wytworzenia tego zeszytu 3,90 zł. *Uranię* rozprowadza się w ramach składki członkowskiej; w 1996 roku 42 zł (zniżka 36 zł). Cena poza PTMA 3,20 zł (32 000 starych złotych). Nr indeksu 380016.

Druk: Zakład Poligraficzny Wydawnictwa PLATAN, Kryspinów 189, 32-060 Liszki


Suhail
31320
VELA
TAURUS
3532
2808
3766
CRUX
Gacrux
Mimosa
Acrux
COAL SACK
SOUTHERN CROSS
MUSCA
Hadar
CIRCINUS
Rigil Kentaurus
GALACTIC
PAVO
SOUTH GALACTIC POLE
253
GRUS