08483

URANIA

MIESIĘCZNIK
POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK XLIII STYCZEŃ 1972 Nr 1

Młotek i mała torebka położone na głazie księżycowym w pobliżu lądownika Apolla 14

To samo zdjęcie wykonane z innej strony; w lewym dolnym rogu widoczny cień astronauty wykonującego fotografię

URANIA

Miesięcznik

Polskiego Towarzystwa
Miłośników Astronomii

ROCZNIK XLIII

1972

INDEKSY: przedmiotowy, tytułów, autorów

KRAKÓW 1972

INDEKS PRZEDMIOTOWY

Astronomia rentgenowska: 226; galaktyka NGC 5128, 274; pulsar Cyg X-1, 245
Czarne dziury: 176
Czas: recenzja książki o metodach pomiaru, 153; zmiana systemu radiosygnałów, 70
Figury równowagi: 17
Galaktyka: najjaśniejsza gwiazda w, 51
Galaktyki: Maffei 1 i 2, 202, 203; NGC 5128, 274; powstawanie gromad, 115; Seyferta 3C 120, 87, 145; stabilność gromad, 194
Granica Roche'a: 290
Gwiazdy: anomalie zawartości helu na powierzchni CU Vir, 247; główne typy zmiennych, 98; najjaśniejsza Galaktyki, 51; obserwacje wizualne zmiennych: instrukcja, 181, 204, wyniki amatorskich, 346; odkrycie prometu w HR 465, 145; węglowe, 3; zmienne zaćmieniowe, 140
Historia: geocentryzm, 328; Kepler, 2, 27; Kopernik, 162, 229, 262, 294, 332; Obserwatorium Astronomiczne w Hurbanowie, 123; Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii, 34; pomnik Kopernika w Warszawie podczas okupacji hitlerowskiej, 59; teleskopy Galileusza, 281
Jowisz: ciężki wodór na, 277; przejście Ziemi na tle tarczy Słońca obserwowane z, 120; rozmiary radioźródła na, 24; wpływ na stabilność układu słonecznego, 146
Komety: polsko-czechosłowacka konferencja na temat dynamiki, 121
Kopernik Mikołaj: 162, 229, 262, 294, 332; „Biblioteczka kopernikańska" — recenzja, 151; obchody 450-lecia pobytu w Grudziądzu, 82, 177; pomnik w Warszawie w czasie okupacji hitlerowskiej, 59; wystawa w Planetarium Śląskim w Chorzowie, 148, 269
Kosmologia: powstawanie gromad galaktyk, 115; symetria materii i antymaterii we Wszechświecie, 21; zmiany stałej Hubbla, 305
Księżyc: kalendarz przed 35 tys. lat (?), 253; mapa ścienna, 91; opracowanie danych z Łunochoda 1, 130; „Polskie" kratery na odwrotnej stronie, 316; upadek meteorytu na, 276
Kwazary: struktura, 25; 3C 455, 247
Mars: ciśnienie atmosferyczne na, 248; kratery na, 147; kratery na satelitach, 118; mikrofale z, 88; Phobos, 50; wyniki misji Marinera 9 i Marsa 2 i 3, 238, 301; wyniki obserwacji teleskopowych w czasie opozycji 1971 r., 147
Meteory i meteoryty: kratery meteorytowe w Afryce, 204; obserwacje spadku koło Leszna 2.VII.1971, 253; obserwacje roju Kappa Cygnidy (?) w VIII.1971, 53; polsko-czechosłowacka konferencja na temat dynamiki, 121; upadek na Księżyc, 276; wpływ na masę Ziemi, 26
Międzynarodowa Unia Miłośników Astronomii: II Kongres, 342

BIBLIOTEKA UNIWERSYTECKA W TORUNIU
08483

Miłośnicy astronomii: międzynarodowy zjazd w Bolonii w 1971 r., 313; odsłonięcie popiersia T. Rakowieckiego, 28; odznaczeni Honorowymi Odznakami PTMA, 80; Rapf Feliks, 284; Rybarski Antoni, 187
Molekuły międzygwiazdowe: pierwsze obserwacje w galaktykach M82 i NGC 253, 145
Obserwatoria astronomiczne: Grudziądz, 84, 177, 257; Hurbanowo, 123; ludowe w Czechosłowacji, 322; miłośnicze pawilony astronomiczne, 249; w Szwecji, 344
Olimpiada astronomiczna: zadania rachunkowe z XV, 26
Planetaria: Chorzów — wystawa „Mikołaj Kopernik", 148, 269; Grudziądz, 84, 177, 257; Warszawa, 225; w Czechosłowacji, 322
Planetoidy: polsko-czechosłowacka konferencja na temat dynamiki, 121; średnice największych, 306; Trojanie, 204; 1971 FA, 249
Planety: elementy orbity hipotetycznej pozaplutonowej, 307; istnienie życia na, 120; obserwacje polaryzacji światła, 24
Pluton: żelazo na, 176
Polskie Towarzystwo Astronomiczne: XV Zjazd, 89
Polskie Towarzystwo Miłośników Astronomii: Gdański oddział, 278; Grudziądzka sekcja, 82, 84, 177; sympozjum obserwatorów Słońca, 311; turnus obserwacyjny w Niepołomicach, 345; Walny Zjazd jubileuszowy w 1971 r., 78; zjazd władz centralnych w Grudziądzu, 179; VI seminarium astronomiczne w Szczecinku, 347
Promieniowanie grawitacyjne: 7, 45, 106, 117, 136, 170
Przypływy i odpływy: 290
Pulsary: rentgenowski Cyg X-1, 245
Radioteleskopy: projekt największego na świecie, 305
Saturn: przerwa Cassiniego w pierścieniu, 176
Słońce: aktywność a sztormy na Morzu Czarnym, 36; aktywność w 1971 r., 148, 20 cyklu, 338; zaćmieniowe ciekawostki, 252; zmiany strumienia protonów z, 87
Supernowe: radiowe obserwacje pozostałości po, 52; z 1181 r., 25; z 1572 r., 117
Sztuczne satelity i statki kosmiczne: amerykańskie plany na lata siedemdziesiąte, 112; Copernicus (OAO-3), 289; ewolucja orbit i czas życia, 258; Łunochod 1, 130, 154; Mariner 9, 238, 301; Mars 2 i 3, 238; paradoks satelitarny, 76; Pionier 10, 275
Układ Słoneczny: wpływ Jowisza na stabilność, 146
Wenus: atmosfera, 66
Zakrycia gwiazd przez Księżyc: instrukcja dla obserwatorów, 54, 308; obserwacje zakryć Plejad 19.III.1972, 214, 279
Ziemia: obserwowane z Jowisza przejście na tle tarczy Słońca, 120; wpływ na długość doby, 52, 248

INDEKS TYTUŁÓW

Artykuły

Amerykańskie plany badań kosmicznych w latach siedemdziesiątych, *K. Ziołkowski*, 112
Astronomia rentgenowska, *J. Mergentaler*, 226
Atmosfera Wenus, *J. Michel*, 66
Ewolucja orbit i czas życia sztucznych satelitów Ziemi, *A. Drożyner*, 258

Figury równowagi, *T. Kwast*, część VI: 17
Główne typy gwiazd zmiennych, *P. Flin*, 98
Gwiazdy węglowe, *N. Maron*, 3
Gwiazdy zmienne zaćmieniowe, *P. Flin*, 140
Jan Kepler, 1571—1630, 2
Mikołaj Kopernik, *S. R. Brzostkiewicz*, część VI: 162, część VII: 229, część VIII: 262, część IX: 294, część X: 332
„Mikołaj Kopernik" — jubileuszowa wystawa w Planetarium i Obserwatorium Astronomicznym w Chorzowie, *L. Zajdler*, 269
Najazd Ziemian na Marsa, *S. R. Brzostkiewicz*, 238
Obserwatoria i planetaria w Czechosłowacji, *O. Obůrka*, 322
O przypływach, odpływach i granicy Roche'a, *T. Kwast*, 290
Paradoks satelitarny, *A. Drożyner*, 76
Pierwsze opracowanie danych z Łunochoda 1, *A. Marks*, 130
50 lat naszego Towarzystwa, *L. Zajdler*, 34
Promieniowanie grawitacyjne, *B. Kuchowicz*, część III: 7, część IV: 45, część V: 106, część VI: 136, część VII: 170
Symetria materii i antymaterii we Wszechświecie, *B. Krygier* i *J. Krempeć*, 21
Współczesny geocentryzm, *J. Mergentaler*, 328
Wstępne rezultaty misji Marinera 9, *Z. Paprotny*, 301
Zagadnienie stabilności gromad galaktyk, *M. Karpowicz*, 194
Zmiana systemu radiosygnałów czasu, *L. Zajdler*, 70

Czytelnicy między sobą

285, 316

Historia Astronomii

O teleskopach Galileusza, 281

Kalendarzyk Astronomiczny

29, 61, 93, 124, 156, 188, 219, 253, 285, 317, 350, wkładka do numeru styczniowego

Konferencje i Zjazdy

II Kongres Międzynarodowej Unii Miłośników Astronomii, 342
XV Zjazd Polskiego Towarzystwa Astronomicznego, 89
Polsko-czechosłowacka konferencja na temat dynamiki planetoid, komet i meteorów, 121
Wspomnienia z Międzynarodowego Zjazdu Miłośników Astronomii w Bolonii, w 1971 r., 313

Kronika

Anomalie zawartości helu na powierzchni gwiazdy osobliwej CU Vir, 247
Ciężki wodór na Jowiszu, 277
Ciśnienie atmosferyczne na Marsie, 248
Czy gromady galaktyk powstają w wybuchu?, 115

Czy Mars miał gęstszą atmosferę?, 147
Czy na planetach istnieje życie?, 120
Czy odwrócenie biegu rzek syberyjskich wpłynie na obrót Ziemi?, 248
Czy strumień protonów słonecznych zmieniał się w ciągu minionego miliona lat?, 87
Czy Trojanie byli satelitami Jowisza?, 204
Czy widzimy „Czarne Dziury"?, 176
Dużo żelaza na Plutonie?, 176
Galaktyka seyfertowska zmienia regularnie swą jasność optyczną, 87
Kolejny kwazar w pobliżu galaktyki, 247
Kratery na satelitach Marsa, 118
Mikrofale z Marsa, 88
Najjaśniejsza gwiazda naszej Galaktyki, 51
Nowa planetoida, 249
Nowa teoria związana z Przerwą Cassiniego, 176
Nowe elementy orbity hipotetycznej planety pozaplutonowej, 307
Nowe kratery meteorytowe w Afryce, 204
Obserwacje astronomiczne światła spolaryzowanego, 24
Obserwacje Supernowej z roku 1572, 117
Od czego zależy długość doby, 52
Odkrycie dwóch bliskich galaktyk, 203
Odkrycie fal grawitacyjnych (?!), 117
Odkrycie prometu w gwieździe HR 456, 145
Osobliwe cechy pulsara rentgenowskiego Cyg X-1, 245
Phobos, 50
Pierwsze linie molekularne spoza naszej Galaktyki, 145
Pierwsze pozagalaktyczne źródło promieniowania gamma, 145
Pierwsze wyniki teleskopowych obserwacji Marsa w czasie ostatniej wielkiej opozycji, 147
XV Olimpiada Astronomiczna, 26
Pionier 10, 275
Projekt największego radioteleskopu na świecie, 305
Przejście Ziemi na tle tarczy Słońca, 120
Radiowe obserwacje pozostałości po supernowych, 52
Radioźródło 3C 58 pozostałością po supernowej 1181 roku, 25
Rozmiary radioźródła na Jowiszu, 24
Struktura kwazarów, 25
Sztormy na Morzu Czarnym a aktywność słoneczna, 26
Sztuczne oddziaływania na mgły przy obserwacjach astronomicznych, 277
Średnice największych planetoid, 306
Upadek ogromnego meteorytu na Księżycu, 276
Właściwości jądra galaktyki NGC 5128, 274
Właściwości Jowisza a stabilność układu słonecznego, 146
Wszechświat jest większy i starszy, 305
Wystawa „Mikołaj Kopernik" w Planetarium Śląskim, 148
Ziemia chwyta materię kosmiczną, 26

Kronika Historyczna

„Mikołajowi Kopernikowi — Rodacy", 59
Stulecie Obserwatorium Astronomicznego w Hurbanowie na Słowacji, 123
Uroczystości keplerowskie w Żaganiu, 27

Kronika PTMA

450-lecie pobytu Mikołaja Kopernika w Grudziądzu, 82
Działalność Oddziału Gdańskiego PTMA w latach 1968—1972, 278
Jubileuszowy Walny Zjazd Delegatów PTMA, 78
Obchody kopernikowskie w Grudziądzu, 177
Odsłonięcie popiersia Tadeusza Rakowieckiego, 28
Sympozjum obserwatorów Słońca, 311
VI Seminarium Astronomiczne w Szczecinku, 347
Turnus obserwacyjny w Niepołomicach, 345

Kronika Żałobna

Antoni Rybarski 1889—1972, 187
Prof. Feliks Rapf 1891—1972, 284

Nowości Wydawnicze

Biblioteczka kopernikańska, 151
Menschen messen Zeit und Raum, E. Padelt, 153
Pieredwiżnaja laboratoria na Łunie Łunochod 1, 154
Pierwsza polską ścienna mapa Księżyca, 91

Obserwacje

Aktywność Słońca w r. 1971, 148
Co nowego na Słońcu?, 338
Czy na pewno „Kappa Cygnidy"?, 53
Obserwacje zakryć gwiazd gromady Plejad w dniu 19 marca 1972 r., 214
Obserwacje zakryć gwiazd przez Księżyc, 279
Zakrycia gwiazd przez Księżyc w październiku 1972 r. w czasie środkowo-europejskim, 281

Poradnik Obserwatora

Kąty pozycyjne przy zakryciach gwiazd przez Księżyc, 308
Wizualne obserwacje gwiazd zmiennych, część I: 181, część II: 204
Zakrycia gwiazd przez Księżyc, 54

Słowniczek Astronomiczny

154

To i owo

Księżycowy kalendarz przed 35 tysiącami lat?, 253
„Polskie" kratery na odwrotnej stronie Księżyca, 316
Zaćmieniowe ciekawostki, 252

Z korespondencji

253

Z prac Głównej Komisji Ludowych Obserwatoriów Astronomicznych i Planetariów

Budowa Ludowego Obserwatorium Astronomicznego i Planetarium w Grudziądzu, 84
Pawilony astronomiczne, 249

INDEKS AUTORÓW

B. K., 120
Brzostkiewicz Stanisław R., 27, 151, 162, 229, 238, 262, 275, 276, 294, 307, 316, 332
Drożyner Andrzej, 76, 258
Flin Piotr, 98, 140, 181, 204
Frasiński Lesław, 345
Hankiewicz Helena, 311
Karpowicz Maria, 194
Kazimierowski Janusz, 313
Krawczyk Stanisław, 347
Krempeć Janina, 21
Krygier Bernard, 21
Krzywobłocki Stanisław, 277
Kuchowicz Bronisław, 7, 24, 25, 45, 51, 87, 88, 106, 115, 117, 135, 145, 146, 154, 170, 245, 247, 274, 277, 305
Kwast Tomasz, 17, 290
L. Z., 51
Ługowski Czesław, 148
Marks Andrzej, 24, 26, 117, 118, 130, 145, 147, 176, 203, 204, 249, 252, 253
Maron Napoleon, 3
Mergentaler Jan, 148, 226, 328
Michel Jarosław, 66
Oburka Oto, 322
Pańków Maria, 25, 52, 120
Paprotny Zbigniew, 281, 301
Rolewicz Jan, 59
Rudnicki Konrad, 28, 78
Rybka Przemysław, 249
Sędzielowski Wojciech, 278
Sitarski Grzegorz 29, 61, 93, 124, 156, 188, 219, 253, 285, 317, 350
Sitek Antoni, 284
Szymański Wacław, 338
Szymczak T., 247, 248
Warwas Bogdan, 53
Zajdler Ludwik, 34, 54, 70, 91, 153, 177, 187, 214, 269, 279, 281, 308
Zakrzewski B., 82, 84
Ziołkowski Krzysztof, 89, 112, 121, 123, 154, 305, 306, 342

PODZIAŁ STRON NA NUMERY

Numer	Strony	Numer	Strony
1*)	1—32	7/8	193—224
2	33—64	9	225—256
3	65—96	10	257—288
4	97—128	11	289—320
5	129—160	12	321—352
6	161—192		

*) Do tego numeru została dołączona wkładka pt. „Kalendarzyk Astronomiczny na 1972 rok".

URANIA

MIESIĘCZNIK POLSKIEGO TOWARZYSTWA MIŁOŚNIKÓW ASTRONOMII

ROK XLIII STYCZEŃ 1972 Nr 1

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

SPIS TREŚCI

Jan Kepler, 1571—1630.

Napoleon Maron — Gwiazdy węglowe.

Bronisław Kuchowicz — Promieniowanie grawitacyjne (3).

Tomasz Kwast — Figury równowagi (6).

Bernard Krygier, Janina Krempeć — Symetria materii i antymaterii we Wszechświecie.

Kronika: Rozmiary radioźródła na Jowiszu — Obserwacje astronomiczne światła spolaryzowanego — Radioźródło 3C 58 po supernowej 1181 roku — Struktura kwazarów — Ziemia chwyta materię kosmiczną — Sztormy na Morzu Czarnym a aktywność słoneczna — XV Olimpiada Astronomiczna.

Kronika Historyczna: Uroczystości keplerowskie w Żaganiu.

Kronika PTMA: Odsłonięcie popiersia Tadeusza Rakowieckiego.

Kalendarzyk Astronomiczny.

Głównym celem miłośniczych obserwacji astronomicznych wydaje się być nie przyczynkarska działalność naukowa (choć nie można oczywiście negować jej wartości) lecz raczej, a może nawet przede wszystkim, dostarczenie miłośnikowi astronomii przyjemności i zadowolenia z tego, że umie na niebie coś pięknego dostrzec, że potrafi się zachwycić czymś może oczywistym i banalnym dla profesjonalisty, że stać go na zdziwienie wobec Wszechświata. I to właśnie winien ułatwić i umożliwić nasz KALENDARZYK ASTRONOMICZNY. Nie ma on być pomocą czy źródłem informacji dla stałego, wytrawnego obserwatora-amatora, a jedynie zachęcać do patrzenia na niebo i ukazywać kiedy i co ciekawego można na nim zobaczyć.

*

Wychodząc z tego założenia, oraz uwzględniając uwagi Czytelników, wprowadzamy, poczynając od niniejszego numeru, pewne zmiany i modyfikacje KALENDARZYKA ASTRONOMICZNEGO. Oprócz wzbogacenia treści zasadniczym novum jest wyodrębnienie, w postaci wkładki do styczniowego numeru, tabelarycznych danych na cały rok dotyczących Słońca, Księżyca i planet.

Miłośnikom astronomii i Czytelnikom URANII serdeczne życzenia noworoczne składa

Zarząd Główny PTMA i Redakcja URANII

E. 879/72

JAN KEPLER, 1571—1630

W dniu 27 grudnia 1971 roku minęła czterechsetna rocznica urodzin Jana Keplera, wielkiego niemieckiego astronoma i matematyka, gorliwego propagatora i kontynuatora idei kopernikowskich. W olbrzymim dorobku niezwykle pracowitego życia Keplera znalazły się osiągnięcia, które na trwałe weszły do skarbnicy wiedzy o świecie. Prawa Keplera zna obecnie każdy uczeń liceum, a w historii matematyki i optyki jego imię związane jest z wielkimi postępami tych dyscyplin. Rocznicową okazję pragniemy wykorzystać dla zapoznania czytelników *Uranii* z fragmentem zaczerpniętym z nieznanego szerzej fantastyczno-naukowego opowiadania Keplera zatytułowanego „Sen czyli astronomia księżycowa". W dziełku tym, drukowanym w Żaganiu w ostatnich miesiącach życia Keplera i wydanym już pośmiertnie w 1634 roku, autor opisuje zjawiska astronomiczne obserwowane z powierzchni Księżyca. Czysto astronomiczna część opowiadania poprzedzona jest fantastycznym wstępem mówiącym o podróży na Księżyc, którą odbyć można dzięki pomocy „demonów" symbolizujących różne dyscypliny naukowe. Czytając relację keplerowskiego „demona" obecnie, w dobie podróży kosmicznych, odnajdujemy w niej spostrzeżenia świadczące o tym, że genialny umysł wielkiego astronoma z równą wnikliwością rozważał zjawiska towarzyszące fikcyjnej wyprawie na Księżyc z jaką dociekał wielkich praw rządzących światem planet.

Droga tam lub stamtąd na Ziemię rzadko jest dostępna. Kiedy zaś jest dostępna, łatwa jest dla naszego rodzaju, natomiast dla ludzi jest bardzo trudna i wiąże się z największym narażeniem życia. Dlatego nie bierzemy tam ze sobą nikogo kto prowadzi siedzący tryb życia, nikogo otyłego, nikogo wydelikaconego, lecz wybieramy tych, którzy wiele czasu spędzają w podróżach rozstawnymi końmi lub często żeglują do Indii i przywykli żywić się sucharami, czosnkiem, suszonymi rybami i innym okropnym pożywieniem. Najbardziej odpowiadają nam wysuszone staruchy, które od dziecka zwykły przemierzać nocą w łachmanach ogromne przestrzenie ziemskie dosiadając kozłów lub wideł. Nie nadaje nam się żaden Niemiec, nie wzgardzimy za to Hiszpanami o chudych ciałach. Całą drogę, jak wielka jest, przebywa się najwyżej w cztery godziny. I chociaż jesteśmy bardzo zajęci, nie zgadzamy się wcześniej wyruszyć, zanim Księżyc nie zacznie od strony wschodniej kryć się w cieniu. Jeśliby błyszczał cały,

a my bylibyśmy do tej pory w drodze, nasza wyprawa stałaby się daremna. Sposobność trwa tak krótko, że zabieramy ze sobą jako towarzyszy tylko kilku ludzi i to najbardziej nam oddanych. A zatem przypadamy gromadą do takiego człowieka i chwytając od dołu wyrzucamy go w górę. Pierwsze doznanie jest dla niego najtrudniejsze i najbardziej przykre, ponieważ kręci się jakby wystrzelony z armaty leciał nad górami i morzami. Dlatego na samym początku należy go uśpić środkami odurzającymi i ułożyć każdą część ciała tak, aby tułów od pośladków, głowa od tułowia nie oderwały się, lecz aby gwałtowność rzucenia rozłożyła się na poszczególne części ciała. Potem powstają nowe trudności: ogromne zimno i niemożność oddychania. Pierwszej przeciwdziałamy naszą przyrodzoną siłą, drugą usuwamy przykładając nawilżone gąbki do nozdrzy. Kiedy pierwsza część drogi zostanie przebyta podróż stanie się łatwiejsza. Teraz powierzamy ciała przestrzeni powietrznej cofając ręce. Ludzie zaś zwijają się w kule jak pająki, a my unosimy ich tylko siłą naszej woli, tak iż w końcu ciało samo podąża w przewidzianym kierunku. Lecz mało pożyteczne jest dla nas to ciążenie, ponieważ jest zbyt powolne i dlatego siłą woli, jak powiedziałem, przyspieszamy ciało i prześcigamy je, aby przy bardzo twardym zderzeniu z Księżycem nie doznało jakiejś szkody. Zwykle ludzie po obudzeniu się narzekają na niewypowiedziane osłabienie całego ciała, od czego jednak później się uwalniają i na tyle powracają do sił, że mogą chodzić.

TŁUM. J. DREWNOWSKA

NAPOLEON MARON — Toruń

GWIAZDY WĘGLOWE

Pierwsze obserwacje widm kilku jasnych gwiazd zostały dokonane w 1823 roku przez J. Fraunhofera, jednak próbę klasyfikacji pod względem ich wyglądu podjęli niezależnie G. B. Donati i L. M. Rutherfurd dopiero w 1863 roku. Mimo to za twórcę pierwszego schematu klasyfikacyjnego można uważać włoskiego astronoma ks. Angelo Secchi z Obserwatorium Watykańskiego, gdyż pierwszy, w latach 60 ubiegłego stulecia, systematycznie podzielił dużą ilość gwiazd ze względu na ich obserwowane cechy widmowe.

Badania swoje przeprowadzał spektroskopem i wizualnie poszukiwał podobieństw między widmami różnych gwiazd. Podział, który wprowadził nie miał żadnego uzasadnienia fizycznego a był

jedynie empiryczną klasyfikacją opartą na położeniach i natężeniu obserwowanych linii i pasm w widmie, chociaż pierwszy parametr znacznie mniej go interesował.

Secchi wydzielił cztery podstawowe typy w porządku wzrastających natężeń części czerwonej. Pierwszy typ zawierał gwiazdy o barwach niebieskiej i białej i charakteryzował się kilkoma ciemnymi liniami (wodór, seria Balmera), drugi obejmował gwiazdy żółte z dużą liczbą linii (metale: wapń, żelazo, magnez), a trzeci i czwarty — obiekty czerwone z szerokimi pasmami (C_2, TiO). Do tej klasyfikacji E. C. Pickering dodał w 1891 roku piąty typ dla gwiazd najbardziej niebieskich.

W dalszych rozważaniach będzie nas interesował typ IV lub IIIb, gdyż do jednego z nich Secchi zaliczał gwiazdy węglowe. Dunér w 1884 i Vogel w 1885 roku pomierzyli długości fali ciemnych pasm w zakresie żółto-zielonym widma tych gwiazd. Próbę identyfikacji pasm, aczkolwiek błędną, podjął Scheiner w 1894 r.; miały one być spowodowane absorpcją promieniowania przez acetylen C_2H_2. Była to pierwsza sugestia dotycząca istnienia molekuł w gwiazdach.

Z dokładniejszych pomiarów długości fali Hale, Ellerman i Parkhurst (rok 1903) wyciągnęli wniosek, że obserwowane pasma nie należą do acetylenu ale C_2 lub CO. W 1927 roku Schea ostatecznie stwierdził, że za istnienie tych pasm odpowiedzialne jest jedynie C_2.

Zastosowanie fotografii do spektroskopii pozwoliło na uwzględnienie w klasyfikacji widm znacznie więcej szczegółów niż mógł to zrobić Secchi. W roku 1918 Cannon, Fleming i Maury dokonały bardziej szczegółowego podziału typów Secchiego. Typ I zawierał klasy O, B, A; II — F, G, K, III — M, R, a IV N, S. Każda klasa, prócz R, N, S składała się z dziewięciu podklas. System ten został powszechnie przyjęty. Cannon i później Pickering sklasyfikowali w nim ponad 250 000 gwiazd i wyniki opublikowano w katalogu nazwanym ku czci Henry Drapera, pioniera spektroskopii fotograficznej w Ameryce, jego imieniem.

Początkowo wierzono, że różnice w wyglądzie widma są spowodowane różnicami składu chemicznego gwiazd. Jednak zastosowanie fizyki współczesnej przez Megh Nahd Saha i badania Lockyera wykazały, że na wygląd widma przede wszystkim wpływa temperatura, a skład chemiczny może być w pierwszym przybliżeniu zaniedbany. Dlatego też podział gwiazd ze względu na cechy widoczne w widmie jest jednocześnie podziałem temperaturowym. Dotyczy to gwiazd normalnych, gdyż w przypadku obiektów osobliwych takich jak gwiazdy węglowe,

zwiększona obfitość węgla prowadzi do wydzielenia tej grupy jako typów R i N.

Wracając do obserwowanych cech w widmach gwiazd węglowych należy zaznaczyć, że prócz pasm pochodzących od C_2 wcześnie zidentyfikowano pasma CN w zakresie fioletowym. Są one widoczne również w części czerwonej i podczerwonej widma.

Shane w 1928 roku dokonał dalszego podziału gwiazd węglowych na podtypy RO, R1, ...R9 i NO, N1, ...N7 biorąc pod uwagę zarówno barwę gwiazdy jak i natężenia pasm C_2 i CN. W klasyfikacji używał też niezidentyfikowanego pasma Merrilla-Sanforda w zakresie zielonym. Zwrócił jednocześnie uwagę na depresję w obszarze ultrafioletowym widma. To obniżenie powoduje molekuła C_3. Była to pierwsza molekuła wieloatomowa wykryta w widmie gwiazdy. Natomiast pasmo Merrilla-Sanforda Kleman w 1956 roku zidentyfikował z absorpcją spowodowaną przez molekułę SiC_2.

Następnym krokiem na drodze do uściślenia klasyfikacji gwiazd węglowych jest system Keenana i Morgana polegający na wprowadzeniu sekwencji podtypów od CO do C9 lepiej odpowiadającej ciągowi temperatur niż w poprzednich systemach. Temperatury gwiazd węglowych i ich związek z klasyfikacjami Shana i Kennana-Morgana są przedstawione w tablicy 1

Tabela 1

Klasyfikacja K-M	Odpowiadające typy gw. norm.	Temperatura	Klasyfikacja Shane
C0	G4—G6	4500	
C1	G7—G8	4300	tylko R0—R5
C2	G9—K0	4100	
C3	K1—K2	3900	
C4	K3—K4	3650	R5—R8
C5	K5—M0	3450	i N0—N7
C6	M1—M2	3250	
C7	M3—M4	3000	
C8	M5—M6	2750	tylko N0—N7
C9	M7—M9	2500	

W pierwszej kolumnie tabeli 1 są podane podtypy w klasyfikacji Keenana i Morgana, których indeksy rosną monotonicznie z maleniem temperatury, natomiast w klasyfikacji Shana jest wyraźnie widoczna niejednoznaczność. Oprócz podziału temperaturowego Keenan i Morgan wyróżnili w każdym podtypie pięć grup w zależności od natężenia pasma C_2. Sprawa dobrej klasyfikacji gwiazd węglowych nie jest jeszcze zakończona. Obec-

nie problemem tym zajmuje się między innymi grupa astronomów japońskich z Y. Fujitą na czele.

Dużo informacji dostarczają widma gwiazd węglowych w podczerwieni, gdzie zidentyfikowano pasma takich molekuł jak SiO, N_2, HCN, C_2H_2. Oprócz wymienionych poprzednio, w części niebieskiej widma dobrze widoczne są pasma molekuły CH i w części czerwonej CaCl.

Obok temperatury ważnym parametrem jest dzielność promieniowania. Ten parametr jest wyznaczony jedynie metodami pośrednimi i wskazuje na to, że gwiazdy węglowe należą do klasy olbrzymów i nadolbrzymów. Promienie ich zawarte są między 50 a 1000 promieni Słońca. Wartości te są jeszcze bardzo niepewne. Brak jest również dokładnych wyznaczeń mas tych gwiazd. Na ogół przyjmuje się, że mieszczą się one w granicach od 3 do 10 mas Słońca.

Ciekawym i dość dobrze zbadanym problemem jest stosunek izotopów węgla C^{12}/C^{13} w gwiazdach węglowych. Wielu autorów jak McKellar, Climenhaga, Wyller jest zgodnych, że w większości gwiazd typu C stosunek ten jest bliski 4, chociaż w części gwiazd wynosi od 2 do 20 a nawet 100. Dla porównania warto podać, że na Ziemi stosunek C^{12}/C^{13} równa się 89. Tak niski stosunek izotopów węgla można interpretować jako wynik reakcji jądrowych (cykl CNO) we wnętrzu gwiazdy i tym samym rzutuje on na problem ewolucji tych obiektów. Dotychczas brak jest jednak pełnego wyjaśnienia tego zjawiska, gdyż w tym celu należałoby przeprowadzić kompleksowe badania składu chemicznego w atmosferach gwiazd węglowych.

Szczególnie istotna z tego punktu widzenia jest znajomość stosunku azotu do węgla. W wypadku działania cyklu CNO i głębokiego mieszania powinno się obserwować przy stosunku izotopów C^{12}/C^{13} bliskim 4, stosunek N/C około 20. Niektóre wyznaczenia sugerują, że za osobliwości spektroskopowe gwiazd węglowych odpowiedzialne mogą być inne mechanizmy a nie nukleogeneza.

Warto wspomnieć, że gwiazd węglowych jest mało w porównaniu z gwiazdami innych typów i w większości należą do gwiazd zmiennych. Sytuację tę najlepiej obrazują zestawienia wykonane przez Ikaunieksa a przedstawione w tabelach 2, 3, 4

Tabela 2 przedstawia procentową ilość gwiazd późnych typów, natomiast tabela 3 — ilość gwiazd węglowych w stosunku do innych gwiazd późnych typów. Rozkład procentowy gwiazd węglowych o różnych typach zmienności jest pokazany w tabeli 4. Trzeba przypomnieć, że typ M oznacza gwiazdy o zmia-

Tabela 2

Typ widm.	Ilość w %
O, B	4
A	27
F	11
G	15
K	35
M, S, C	8

Tabela 3

Typ widm.	Ilość w %
M	98,4
S	0,4
C	1,2

Tabela 4

Typ zmienności	Ilość w %
stałe	37
M	10
SR	14
LP	4
I	35

nach blasku regularnych i okresach większych od 100 dni, SR — zmienne półregularne a I — nieregularne.

Mimo, że gwiazdy węglowe nie są liczne, jednak ze względu na obserwowane osobliwości spektroskopowe, badanie ich ma duże znaczenie ze względu na możliwość sprawdzenia zakresu stosowalności teorii nukleogenezy.

BRONISŁAW KUCHOWICZ — Warszawa

PROMIENIOWANIE GRAWITACYJNE (3)

III. Detektory promieniowania grawitacyjnego

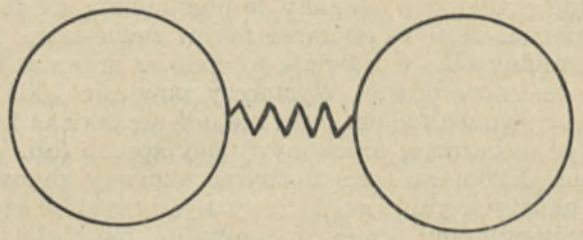
Minione pół wieku badań nad różnymi rodzajami promieniowania przyzwyczaiło nas do tego, że w zasadzie można rejestrować indywidualne cząstki czy to promieniowania korpuskularnego (protony, elektrony, cząstki alfa itd) czy też elektromagnetycznego (kwanty rentgenowskie, gamma). Oddziaływanie tych cząstek z materią w specjalnych detektorach pozwala na wyciąganie nieraz dość daleko idących wniosków na temat natężenia wiązki promieniowania, kierunku, z jakiego nadchodzi itd. Postępowania takiego nie da się bezpośrednio przenieść na promieniowanie grawitacyjne, nawet jeśli istnieje jego kwant — grawiton. Prawdopodobieństwa tak emisji jak i absorpcji grawitonu przez układy atomowe bądź też molekularne są znikome; i tak np. szacuje się, że na 10^{43} procesów emisji fotonu przez układ atomowy przypada zaledwie jeden akt emisji grawitonu. Przy konstruowaniu urządzeń do detekcji promieniowania grawitacyjnego nie można się opierać na niezwykle mało prawdopodobnym (i nadzwyczaj słabym!) oddziaływaniu grawitonów z indywidualnym atomem. Maksymalnej szansy wykrycia promienio-

wania grawitacyjnego można się spodziewać od urządzeń, zawierających olbrzymie ilości atomów, które będą raczej wzbudzane koherentnie albo jako całość niż indywidualnie. Metody detekcji promieniowania grawitacyjnego przypominać więc będą raczej, jeśli wolno snuć analogie z detekcją lepiej nam znanego promieniowania elektromagnetycznego, sposoby wykrywania promieniowania radiowego niż promieniowania gamma. Podobnie jak w przypadku anten radiowych chodzi nam o to, by poprzez nadanie odpowiednich rozmiarów, kształtu i ustawienia „wychwycić" możliwie dużą część docierającego do anteny promieniowania radiowego, tak i w przypadku detektorów promieniowania grawitacyjnego istotną rolę odgrywać będzie takie ukształtowanie „anteny", by docierające do niej promieniowanie grawitacyjne wzbudziło w niej rezonans.

Zastanówmy się, czy i jak jest to możliwe. Aby lepiej pojąć istotę detektora fal grawitacyjnych, wyobraźmy sobie następujące zjawisko fizyczne: W pewnej objętości znajdują się spoczywające cząstki. Co będzie, gdy do obszaru tego dotrze ciąg fal grawitacyjnych? Jeśli dla uproszczenia wyobrazimy sobie owe spoczywające cząstki jako skupione w płaszczyźnie tej oto kartki papieru, a wiązka promieniowania grawitacyjnego pada na kartkę z góry, prostopadle do niej, wtedy cząstki zaczną wykonywać drgania w płaszczyźnie kartki. Jeśli w pewnej chwili cząstki znajdujące się na dolnym i górnym skraju tej kartki zaczną się do siebie zbliżać, wtedy cząstki z lewej krawędzi kartki będą się oddalać od cząstek znajdujących się na prawej krawędzi. W następnej chwili, gdy faza zmieni się na przeciwną, cząstki z lewej strony kartki będą się zbliżać do cząstek po prawej stronie kartki, podczas gdy cząstki u dołu kartki będą się oddalać od cząstek na jej górnym skraju. Tego typu drgania (zwane kwadrupolowymi) odbywać się będą wyłącznie w płaszczyźnie kartki. W kierunku rozchodzenia się fal grawitacyjnych, a więc w kierunku prostopadłym do płaszczyzny kartki, żadnych wzajemnych przemieszczeń cząstek nie będzie. Widać wyraźnie poprzeczny charakter fali grawitacyjnej. Najlepiej ilustruje to rysunek 2 z poprzedniego mego artykułu (nr 9—10/1971 *Uranii*, str. 240).

Naszkicowany wyżej obraz odnieść można do najprostszego typu fal grawitacyjnych — fal płaskich. Takimi mogą być fale grawitacyjne dostatecznie daleko od źródła. Zwróćmy w tym miejscu uwagę na ogólność mechanizmu otrzymywania fal płaskich (dla fal elektromagnetycznych, sprężystych, grawitacyjnych). Jeśli mamy źródło punktowe w ośrodku jednorodnym, wtedy rozchodząca się z niego fala kulista mieć będzie czoło kuliste. (Czo-

łem fali nazwać można powierzchnię, która oddziela część przestrzeni objętą zaburzeniem falowym od pozostałej, do której zaburzenie to jeszcze nie dotarło). W dużej jednak odległości od źródła można uważać odcinek czoła fali kulistej za płaszczyznę, falę zaś za falę płaską. Ponieważ źródła promieniowania grawitacyjnego, docierającego do nas z kosmosu, znajdują się w odległości rzędu lat świetlnych, to uproszczone podejście do promieniowania grawitacyjnego wydaje się uzasadnione.



Rys. 1. Dwie kule połączone sprężyną jako prosty detektor promieniowania grawitacyjnego

Sytuacja, którą przed chwilą opisaliśmy, była sytuacją wymyśloną, trudno sobie bowiem wyobrazić rój spoczywających nieruchomo cząstek (chyba przy temperaturze zera absolutnego, co jest jednak nieosiągalne). W oparciu o przeprowadzone przed chwilą doświadczenie „myślowe" można jednak podać prostą zasadę konstrukcji detektora fal grawitacyjnych. Bardzo prymitywnym detektorem mógłby być układ dwóch kul, wyobrażony na rys. 1. Dwie masywne kule, połączone sprężyną, znajdują się w stanie spoczynku w prowadnicy. Jeśli na układ ten pada z góry, prostopadle do prowadnicy, promieniowanie grawitacyjne, wtedy efekt jego oddziaływania będzie podobny jak wtedy, gdy padało ono na rój nieruchomych cząstek. W pewnej chwili spowodowany będzie ruch względny kul — rozciągnięcie układu (i sprężyny) wzdłuż osi prowadnicy, przy zmianie fazy kule się zbliżą i sprężyna będzie ściśnięta, potem znów rozciągnięta i tak na przemian. Część energii odbieranego przez układ promieniowania grawitacyjnego ulegać będzie przemianie w ciepło (poprzez tarcie kul o prowadnicę). Jeśli w pobliżu układu słonecznego znajduje się lokalne źródło promieniowania grawitacyjnego, wtedy należy się spodziewać okresowej zmiany wydzielania ciepła — w zależności od wzajemnego położenia owego źródła i osi prowadnicy. Teoretycznie można więc nawet zlokalizować źród-

ło dochodzących do naszego układu fal grawitacyjnych. W praktyce — układ przedstawionego typu nie nadaje się w obecnym stanie rozwoju techniki eksperymentu do badań nad promieniowaniem grawitacyjnym. Praktycznie działają już jednak inne „anteny" fal grawitacyjnych.

Wszystkie detektory promieniowania grawitacyjnego, działające obecnie, oparte są na tej zasadzie, że fale grawitacyjne przechodząc przez pewien obszar wywołują w nim okresowe zmiany zakrzywienia przestrzeni; zmiany te przejawiają się jako zmiany siły ciążenia. Jeśli w obszarze takim zawieszone jest ciało sprężyste, zmiany owe wprawiają to ciało w drgania. Wszystko to wydaje się znów proste: Wystarczy powiesić jakiś ciężarek i obserwować jego wahnięcia. Jeśli nie uda się jakichś jego drgań wytłumaczyć w bardziej przekonywujący sposób (np. jako spowodowanych drganiami sejsmicznymi skorupy ziemskiej, czy też falami akustycznymi), wtedy można je przypisać promieniowaniu grawitacyjnemu, które „rozkołysało" ów ciężarek.

Ta elementarna zasada, jaką przedstawiłem wyżej, wydaje się wskazywać czytelnikom *Uranii* na możliwość dokonywania pomiarów promieniowania grawitacyjnego metodami niemal chałupniczymi: patrzeć, jak będzie drgać zawieszony ciężarek. W tym miejscu, niestety, zmuszony jestem rozwiać złudzenia na temat prostoty prowadzenia tego rodzaju pomiarów. Zasadniczą trudność stanowi tu niezwykła słabość oddziaływania promieniowania grawitacyjnego z materią. Aby wykryć efekty tego oddziaływania, trzeba niezwykle starannie odizolować detektor promieniowania grawitacyjnego od wszelkich możliwych zakłóceń, jakimi mogą być zarówno docierające z zewnątrz fale sejsmiczne i akustyczne, jak też i brownowskie drgania cząsteczek detektora. Okazuje się, że nie ma co nawet marzyć o jakiejś bezpośredniej obserwacji drgań ciężarka pod działaniem promieniowania grawitacyjnego. Skuteczność działania detektora promieniowania grawitacyjnego rośnie ze wzrostem jego masy; stosowane dziś detektory mają masę rzędu 1,5 tony (!).

Jak dostosować optymalnie detektor do odbieranego promieniowania? W praktyce wykorzystuje się do tego zjawisko rezonansu. Każdy układ elektryczny czy mechaniczny charakteryzuje się określoną częstością drgań własnych czyli częstością rezonansową. Częstość taką oblicza się w fizyce w oparciu o różne dane dotyczące układu.

W tym miejscu pozwolę sobie przypomnieć dwa wzory dla częstości drgań własnych, występujące w dwu działach fizyki szkolnej. Częstość drgań wahadła matematycznego (Punkt materialny zawieszony na nieroz-

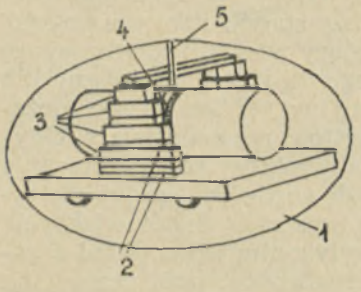
ciągliwej nici) wynosi $\nu = \frac{1}{2\pi}\sqrt{g/l}$ gdzie l oznacza długość nici, a g — przyspieszenie ziemskie. Częstość drgań własnych układu elektrycznego o pojemności C i indukcyjności L wynosi zaś $\nu = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$.

Zjawisko rezonansu zachodzi, gdy częstość drgań wymuszających, padających na określony układ, równa jest częstości drgań własnych tego układu. Przez dostrajanie odbiorników radiowych do rezonansu otrzymujemy optymalny odbiór fali elektromagnetycznej określonej częstości. Najprostszy sposób strojenia polegać może np. na włączaniu w obwód drgający większej lub mniejszej powierzchni kondensatora obrotowego bądź też mniejszej lub większej liczby zwojów cewki indukcyjnej. W ten sposób możemy w pewnym zakresie zmieniać częstość rezonansową ν. Gdybyśmy chcieli metodę tę przenieść na detektory promieniowania grawitacyjnego, wtedy trzeba by np. do zawieszonego już ciężarka, charakteryzującego się określoną częstością drgań własnych, dołączać dalsze ciężarki, tak by tworzyły z nim jeden układ drgający. Układy tego rodzaju trudno zrealizować praktycznie; na obecnym etapie ograniczamy się do konstrukcji „anten" grawitacyjnych, nastrojonych na jakąś jedną, określoną częstość promieniowania grawitacyjnego.

Wyłania się oczywiście problem. Jaką obrać częstość? Możliwości teoretycznych jest nieskończenie wiele, tymczasem choćby ze względów praktycznych nie da się budować szeregu detektorów, pokrywających dostatecznie szeroki przedział częstości. Wybór częstości musi być uzasadniony przewidywaniami teoretycznymi, wskazującymi np. na to, że różne mechanizmy powstawania promieniowania grawitacyjnego w przyrodzie działają szczególnie wydajnie właśnie w tym przedziale częstości. Oszacowania natężenia promieniowania grawitacyjnego i jego rozkładu widmowego przeprowadzano już od wielu lat dla ciasnych układów podwójnych, dla kolapsu grawitacyjnego itp. Okazało się, że zapadające się grawitacyjnie ciało o masie takiej jak Słońce wysyła promieniowanie grawitacyjne z największym natężeniem w przedziale częstości rzędu kiloherców (kHz). Fakt ten zadecydował o zajęciu się właśnie tym przedziałem, sądzi się bowiem, że procesy zapaści grawitacyjnej (kolapsu) gwiazd w końcowych ich stadiach ewolucji mogą być częstym zjawiskiem we Wszechświecie. Jeśli gwiazdy te są tylko krótkożyciowymi źródłami promieniowania grawitacyjnego, nie można z góry zakładać, że szanse na wykrycie impulsu takiego promieniowania wciąż będą znikomo małe. Szanse takie rosną w miarę rozwoju techniki eks-

perymentu; szczególną rolę odgrywa tu rozwój metod statystycznych wydzielania słabego sygnału spośród szumów.

Do prac związanych z detekcją promieniowania grawitacyjnego przystąpił w 1958 roku Joseph Weber, profesor fizyki na uniwersytecie w stanie Maryland. W chwili, gdy podejmował on to niezwykle trudne zadanie, poziom techniki detekcji był taki, że, jak sam Weber pisze, „prawdopodobieństwo sukcesu w tych okolicznościach należało uważać za znikome, porównywalne z szansą odkrycia pulsarów przy użyciu odbiorników radiowych z początków bieżącego stulecia.



Rys. 2. Schemat detektora Webera: 1 — komora próżnowa, 2 — podkładki amortyzujące, 3 — bloki stałe, 4 — przetworniki kwarcowe, 5 — filtr akustyczny

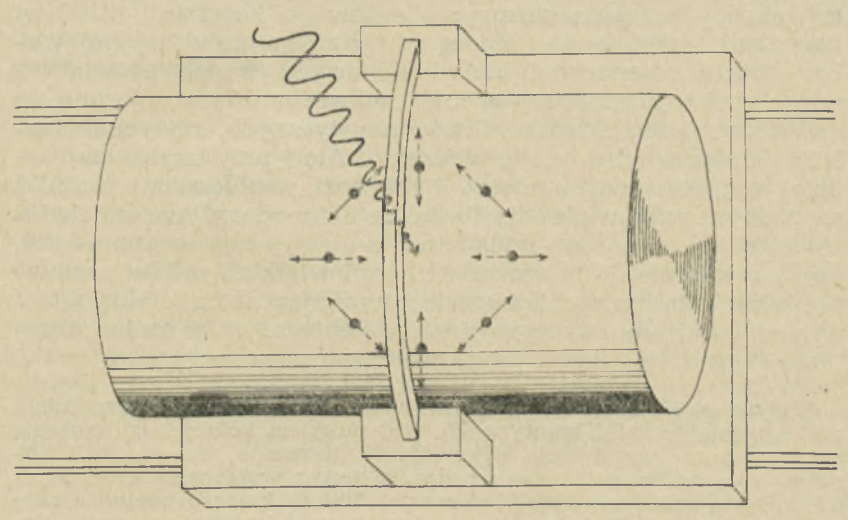
Weber wraz ze współpracownikami zbudował szereg detektorów promieniowania grawitacyjnego, różniących się od siebie niewiele, w zasadzie jedynie rozmiarami (i oprzyrządowaniem elektronicznym). W sposób bardziej szczegółowy omówimy detektor, przedstawiony na trzeciej stronie okładki; jego schemat znajduje się na rys. 2. Jest to półtoratonowy walec aluminiowy, o długości ok. półtora metra i średnicy podstawy ok. 60 cm. Walec ten, zawieszony na specjalnej nici w ramie ze stalowych bloków przełożonych podkładkami amortyzującymi, ma podstawową częstość własną drgań kwadrupolowych r ówną 1660 Hz. Impuls promieniowania grawitacyjnego o częstości podanej bądź też niewiele się różniącej jest w stanie pobudzić ten walec do drgań. Dla możliwie maksymalnej eliminacji zakłóceń z zewnątrz walec wraz z ramą znajduje się w komorze próżniowej, całość zaś zaopatrzona jest w niezwykle czułe filtry akustyczne. Detekcja drgań odbywa się wreszcie na drodze elektrycznej, co niezwykle sprzyja możliwości obserwacji słabego efektu.

Mechaniczne drgania kwadrupolowe walca muszą oczywiście być najpierw przetworzone na sygnały elektryczne. Rolę przetworników spełniają małe kryształki piezoelektryczne, przyklejone do powierzchni walca w połowie jego długości. (Mam nadzieję, że czytelnicy dostrzegą je na zdjęciu).

Dla zrozumienia ich roli trzeba wtrącić kilka słów na temat zjawiska piezoelektrycznego. W niektórych kryształach dielektrycznych pod wpły-

wem rozciągania lub ściskania dochodzi do przemieszczenia się ładunków elektrycznych w atomach. Efektem makroskopowym jest pojawienie się ładunków elektrycznych przeciwnego znaku na przeciwległych ściankach kryształu. Obok tego prostego zjawiska piezoelektrycznego możliwe jest i zjawisko odwrotne, polegające na mechanicznej deformacji kryształu pod wpływem zewnętrznego pola elektrycznego. Do piezoelektryków należy np. kwarc (SiO_2)i tytanian baru ($BaTiO_3$). Zjawisko piezoelektryczne znalazło zastosowanie np. w piezoelektrycznych przetwornikach elektroakustycznych.

Na rys. 3 przedstawione jest w sposób schematyczny wzbudzenie drgań w walcu pod działaniem padającej fali grawitacyjnej. Kryształki piezoelektryczne (których na rys. 3 nie widać) przetwarzają te drgania na sygnały napięcia. Czułość urządzenia jest



Rys. 3. Drgania kwadrupolowe wzbudzone w walcu przez padający impuls promieniowania grawitacyjnego (linie ciągłe — drgania w pewnej chwili, linie przerywane — o pół fazy później)

tak wysoka, że można stwierdzić deformacje kształtu walca równe jednej dziesięciobiliardowej części jego rozmiaru *), tj. ok. 10^{-14} cm. Ta niewielka deformacja, która daje się jeszcze zaobserwować, odpowiada w przybliżeniu jednej dziesiątej części średnicy najlżejszego (i najmniejszego) jądra atomowego — jądra wodoru.

Ograniczenie dla czułości detektora stanowią szumy termicz-

*) Biliard = tysiąc bilionów = 10^{15}.

ne, pochodzące od brownowskich drgań atomów walca. Podane wyżej wartości liczbowe odnoszą się do temperatury pokojowej. Gdyby walec umieścić w temperaturze 3°K, wtedy czułość urządzenia wzrosłaby o rząd wielkości i najmniejsza obserwowalna amplituda drgań walca wynosiłaby ok. 10^{-15} cm. Czułość detektorów promieniowania grawitacyjnego porównać można jedynie z czułością aparatury do badania efektu Mössbauera.

Skonstruowanie czułego detektora promieniowania grawitacyjnego — to jeszcze nie wszystko. Wszak drgania walca mogą niezwykle łatwo powstać pod działaniem takich czynników lokalnych, jak drgania sejsmiczne Ziemi, przejazd ciężkich pojazdów w pobliżu laboratorium, w którym umieszczony był walec, czy choćby przejście grupy studentów po korytarzu. Złośliwi twierdzili nawet, że za pomocą swej anteny grawitacyjnej Weber będzie rejestrować kichnięcia swych współpracowników w sąsiednich pomieszczeniach. Z trudnościami tymi uporano się dzięki złożonemu układowi filtrów akustycznych, użytych do izolacji detektora od drgań w otoczeniu. Ale i przy użyciu najbardziej wyrafinowanych metod i narzędzi współczesnej techniki niepodobna całkowicie odizolować detektor od wpływu takich dużych zakłóceń, jak np. wyładowania elektryczne w atmosferze, czy też dotarcie do powierzchni Ziemi wielkich pęków promieniowania kosmicznego. Związane z tymi zjawiskami efekty wtórne mogą stać się przyczyną drgań detektora, które można przypisać błędnie impulsowi promieniowania grawitacyjnego.

Wpływ takich zakłóceń wyeliminować można w dużej mierze dzięki zastosowaniu techniki koincydencji. Pod pojęciem koincydencji rozumie się jednoczesne wystąpienie kilku zdarzeń (nazwa ta pochodzi od łacińskiego czasownika *incidere* — wpadać, użytego z przedrostkiem *co*, odpowiadającym polskiemu *współ* lub *razem*). Układy koincydencyjne stosuje się do porównywania jednoczesności impulsów elektrycznych (np. w maszynach cyfrowych), jednoczesności pojawienia się cząstek jonizujących (w fizyce jądrowej i badaniach nad promieniowaniem kosmicznym) itp. Najbardziej znane są układy koincydencyjne związane z techniką jądrową. Weźmy najprostszy z nich — układ koincydencji podwójnych. Układ taki ma dwa wejścia: dla sygnałów z detektorów A i B. Sygnał na wyjściu pojawia się tylko wtedy, gdy do układu dochodzą jednocześnie sygnały z obu detektorów. Jednoczesność idealna (z dokładnością do dowolnego miejsca po przecinku) jest w praktyce nie do pomyślenia; spośród dwóch sygnałów zawsze jeden nadejdzie wcześniej, a drugi później. Różnica w czasie pomiędzy nadejściem obu tych sygnałów może być niekiedy tak znikoma, że układ koincydencyjny nie będzie ich w stanie rozdzielić czasowo i uzna ich nadejście za jednoczesne. Wielkością charakterystyczną dla układu koincydencyjnego jest zatem czas rozdzielczy, który można określić w sposób wystarczający dla naszych celów jako równy maksymalnemu odstępowi czasu, w ciągu którego układ traktuje sygnały, nadchodzące na wejścia, jako jednoczesne. Praktycznie prowadzi to do tego,

że jeśli sygnał z detektora B trafia do układu koincydencyjnego po sygnale z detektora A, a odstęp czasu pomiędzy dojściem obu sygnałów większy jest od czasu rozdzielczego danego układu koincydencyjnego, wtedy układ ten nie rejestruje koincydencji obu sygnałów.

Wartość czasu rozdzielczego ma duże znaczenie dla odróżnienia koincydencji prawdziwych od przypadkowych. Koincydencją prawdziwą nazywa się pojawienie się sygnałów związanych z badanym procesem fizycznym. Koincydencję taką mamy np. gdy w detektorach A i B rejestrowane są odpowiednio elektron i pozyton, wytworzone przez wysokoenergetyczny kwant z promieniowania kosmicznego. Koincydencja przypadkowa wynika ze skończonego czasu rozdzielczego układów koincydencyjnych (czas ten można skrócić do miliardowych części sekundy, nie można go jednak nigdy obniżyć do zera). Jeśli dwie cząstki, zupełnie ze sobą genetycznie nie związane, przejdą przez detektory A i B w odstępie czasu krótszym od czasu rozdzielczego układu koincydencyjnego, wtedy nastąpi taka koincydencja przypadkowa. Już chyba z tego dość naiwnego przedstawienia widać, że polepszanie jakości układów koincydencyjnych, tj. skracanie ich czasu rozdzielczego, pozwala na zmniejszanie tła niepożądanych koincydencji przypadkowych.

Zauważmy, że promieniowanie grawitacyjne rozchodzi się z szybkością światła, czas zużyty na przebycie odległości tysiąca kilometrów równy jest jednej trzechsetnej części sekundy. Jeśli ustawić dwie „anteny" grawitacyjne w rodzaju opisanej w miejscach odległych od siebie o 1000 km, wtedy impuls promieniowania grawitacyjnego, dochodzący do nich skądś z kosmosu, może, w zależności od kierunku, z jakiego przybywa, trafić w nie z opóźnieniem co najwyżej równym 1/300 s. Układ koincydencyjny z czasem rozdzielczym tego rzędu wielkości, zbierający impulsy z dwóch „anten" grawitacyjnych, daje znacznie większe szanse na rejestrację promieniowania grawitacyjnego niż każda z tych „anten" oddzielnie. Wspominaliśmy już o rozmaitych możliwych zakłóceniach lokalnych, które w efekcie mogą spowodować drgania walca. Korelacja pomiędzy zakłóceniami tymi w miejscach bardzo od siebie odległych jest znikoma. Gdybyśmy przypuścili, że promieniowanie grawitacyjne w ogóle nie istnieje, wtedy można by koincydencje pochodzące ze zliczania impulsów z dwóch detektorów tego promieniowania, umieszczonych w odległości tysiąca kilometrów, uważać wyłącznie za koincydencje przypadkowe. Zastosowanie najrozmaitszych sposobów obniżania tła szumów własnych pozwala jednak na zredukowanie wkładu tych koincydencji. Prowadzenie pomiarów przez czas dłuższy pozwala na porównanie zarejestrowanej przez aparaturę liczby koincydencji z przewidywaniami teoretycznymi dla koincydencji przypadkowych. Pomiary takie prowadził Weber ze współpracownikami, umieściwszy jeden z detektorów w stanie Maryland, drugi zaś w odległości ok. 1000 km, w pobliżu Chicago. Koincydencje pomiędzy sygnałami z obu detektorów pozwo-

liły mu na wyciągnięcie wniosku o faktycznej rejestracji promieniowania grawitacyjnego. Wyniki uzyskane przez niego omówimy dokładniej w następnym artykule.

Na zakończenie obecnej części warto jeszcze zauważyć, że obok kilku detektorów promieniowania grawitacyjnego w rodzaju opisanego przez nas, Weber zajął się również konstrukcją detektora o nieco odmiennym kształcie. Detektor ten, w kształcie dyska, przedstawiony jest na drugim zdjęciu na trzeciej stronie okładki. Służyć ma on do sprawdzenia, czy obok fal grawitacyjnych tego typu, jaki omówiliśmy w dotychczasowych artykułach, istnieją jeszcze inne, tzw. skalarne fale grawitacyjne, na rzecz których występuje znany fizyk, R. H. Dicke z Princeton. Do spraw tych powrócimy w jednym z dalszych artykułów tego cyklu.

W artykule tym omówiliśmy w zasadzie podstawy budowy detektorów promieniowania grawitacyjnego. Szerzej zajęliśmy się jednym rodzajem detektora, budowanym przez Webera, którego można uważać za pioniera badań eksperymentalnych nad falami grawitacyjnymi. Sukcesy Webera zachęciły innych uczonych do podjęcia podobnych poszukiwań. Do badań tych przystąpili m. in. W. Braginski z Uniwersytetu im. Łomonosowa w Moskwie, E. Popow z Instytutu Badań Kosmicznych Akademii Nauk ZSRR, Fairbanks i Hamilton z Uniwersytetu w Stanford (USA), angielscy uczeni P. Aplin (Uniwersytet w Bristolu) i W. D. Allen (Uniwersytet w Reading), D. Douglas z Uniwersytetu w Rochester (USA), a także grupy z Frascati pod Rzymem, Monachium i w innych jeszcze miejscach. Przez z górą pół wieku zajmowanie się falami grawitacyjnymi uchodziło za domenę teoretyków i możliwość prowadzenia obserwacji wydawała się czymś niewiarygodnym; dziś jeszcze wielu fizyków wysuwa poważne zastrzeżenia do wyników Webera, widać jednak wyraźnie, że zagadnienie dojrzało do rozstrzygnięcia poprzez eksperyment.

Wspominaliśmy już o istotnym ograniczeniu dla czułości „anten" grawitacyjnych, wynikającym z ruchów Browna. Podobno już się zaczęły pierwsze prace nad konstrukcją detektorów utrzymywanych w niskiej temperaturze. I tak np. sam Weber planuje umieszczenie detektora w temperaturze 4°K, fizycy zaś z Uniwersytetu w Stanford mają zamiar pracować z detektorem promieniowania grawitacyjnego przy stałej temperaturze wynoszącej kilka tysięcznych stopnia powyżej absolutnego zera temperatury. Szacuje się, że detektor ze Stanfordu będzie odznaczał się czułością sto tysięcy razy większą niż obecny detektor Webera, pracujący przy temperaturze pokojowej.

Detektor, budowany na Uniwersytecie Rochesterskim, rejestrować ma niskie częstości promieniowania grawitacyjnego. Jest w ogóle rzeczą podstawowej wagi, by nie tylko powtórzyć w innym miejscu wyniki Webera, dla częstości 1660 Hz, ale także uzyskać informacje o innych częstościach fal grawitacyjnych. Jest to istotne dla naszych wyobrażeń o mechanizmach emisji tego promieniowania. Każdy się niewątpliwie zgodzi, że informacje nasze o promieniowaniu radiowym z różnych kosmicznych radioźródeł byłyby niebywale ograniczone, gdybyśmy ograniczali się do pomiarów na jednej tylko częstości. Rozszerzenia wymaga więc i zakres pomiarów dla promieniowania grawitacyjnego. Ciekawe, kiedy uda się uzyskać jako tako choćby wiarygodne widmo promieniowania kosmicznego.

W artykule tym nie wspomniałem ani słowem o dwóch możliwych, naturalnych detektorach promieniowania grawitacyjnego. Są one tak ważne, że zajmiemy się nimi oddzielnie, w jednym z dalszych artykułów. Detektorami tymi są Ziemia i Księżyc.

TOMASZ KWAST — Warszawa

FIGURY RÓWNOWAGI

Cześć 6. Elipsoidy Jacobiego

Galaktyki eliptyczne

Dotychczas jako przykład zastosowania teorii figur równowagi przytaczaliśmy zawsze dane dotyczące planet z tej prostej przyczyny, że planety stanowią grupę obiektów, których parametry mechaniczne jest stosunkowo łatwo wymierzyć. Niemal beznadziejnie przedstawia się ta sprawa jeżeli chodzi o gwiazdy. Jedyną gwiazdą, której kształt, prędkość kątową i grawitację na powierzchni można bezpośrednio zmierzyć jest Słońce. Tak się jednak akurat składa, że Słońce, które z pewnością jest spłaszczone (bo wiruje), ma to spłaszczenie tak małe, że niemożliwe do zmierzenia dzisiejszymi metodami. Zatem o budowie wewnętrznej Słońca na gruncie teorii figur równowagi nic powiedzieć nie można. W przypadku innych gwiazd zdajemy sobie chyba sprawę z tego, że ich odległość wyklucza możliwość bezpośrednich pomiarów powyższych parametrów. O ich wielkości można wprawdzie wnosić z pewnych obserwacji astrofizycznych, jednak dokładność takich obserwacji jest o wiele za mała, aby na ich podstawie wnioskować coś o rozkładzie mas we wnętrzu gwiazd.

BIBLIOTEKA

Przecież chodzi nam o znalezienie rzeczy tak subtelnej, jaką jest wartość stosunków α do q, przy czym zawiera się ona między 1/2 a 5/4. Spodziewamy się oczywiście, że gwiazdy jako zbudowane z gazu, na pewno będą wyraźnie zgęszczone w centrum, lecz wielkość tej koncentracji możemy określić już tylko na podstawie teorii budowy wewnętrznej gwiazd.

Istnieją jednak obiekty wbrew wszelkim oczekiwaniom dość dobrze opisywane przez teorię figur równowagi, mianowicie galaktyki, przynajmniej niektóre. W pierwszej chwili wydaje się niebywałe przyrównywanie obiektu zbudowanego z gwiazd do obiektu, który z założenia powinien być zbudowany z cieczy. Zauważmy jednak, że galaktyki eliptyczne są obiektami w dobrym przybliżeniu jednorodnymi. Tu już widzimy, jak można wykorzystać tę informację. Skoro te galaktyki są jednorodne, to być może pomimo innego budulca dadzą się opisać przez jednorodny model bryły znajdującej się w stanie równowagi.

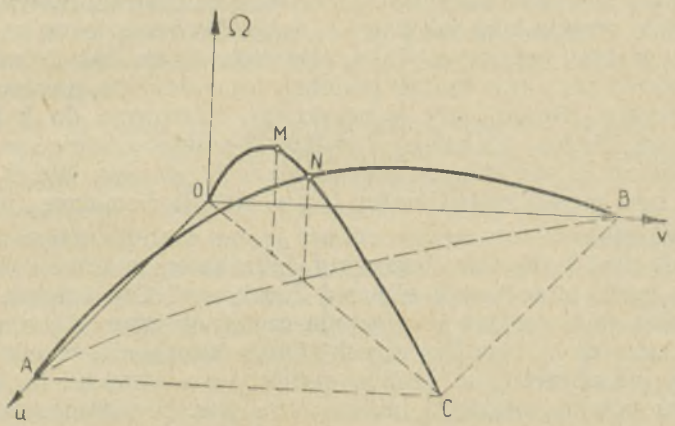
Przypominamy sobie z poprzedniej części artykułu, że bryła cieczy nie może istnieć jeżeli jej prędkość kątowa przekracza pewną wartość graniczną określoną parametrem $\Omega = 0{,}2247$. Takiej prędkości kątowej odpowiada stosunek półosi $a/c = 2{,}72$ czyli tak maksymalnie może być spłaszczona nasza bryła materii. Wprawdzie wiemy, że spłaszczenie może być dużo silniejsze przy mniejszych prędkościach kątowych, ale jest to możliwe tylko w stanie równowagi chwiejnej, a więc takie bryły w przyrodzie na pewno nie istnieją i nie będziemy się nimi zajmować.

Przypomnijmy sobie jeszcze symbolikę klasyfikacji galaktyk eliptycznych. Ogólnym symbolem jest litera E, po której podaje się liczbę (jak wiemy — jednocyfrową) określającą stopień spłaszczenia danej galaktyki. Liczba ta jest zaokrągloną do całości wartością wyrażenia $10\,(1 - c/a)$, gdzie (jak zwykle) a jest największą, zaś c najmniejszą półosią galaktyki. Łatwo policzyć, że dla najbardziej spłaszczonej według teorii figur równowagi galaktyki eliptycznej wartość powyższego wyrażenia wynosi około 6,3. Otóż godnym uwagi jest fakt, że nie obserwuje się galaktyk eliptycznych bardziej spłaszczonych niż galaktyki oznaczane symbolem E7. Okazało się więc, że do pewnego stopnia można jednak uważać galaktykę eliptyczną za bryłę jednorodnej cieczy.

Elipsoidy Jacobiego

Rozpatrzymy wreszcie pozostałą drugą możliwość spełnienia ogólnego związku $(u - v)\,F(u, v) = 0$. Mianowicie elipsoidy o takich półosiach a, b i c, że stosunki $u = c^2/a^2$ oraz $v = c^2/b^2$

spełniają warunek $F(u, v) = 0$, są elipsoidami w ogólności trójosiowymi i nazywane są elipsoidami Jacobiego. Zrezygnujemy z wypisywania funkcji F, gdyż jest ona tak skomplikowana, że i tak nic nie moglibyśmy z niej wywnioskować. W każdym razie okazuje się, że warunek ten spełniają takie wartości u i v, które na wykresie o osiach u i v układają się w pewną krzywą. Wiemy dalej, że współczynniki P, Q i R są funkcjami u i v, z kolei prędkość kątowa ω a więc i parametr Ω jest funkcją P, Q i R. Ostatecznie Ω jest funkcją dwóch zmiennych u i v, z których tylko pewne pary mogą dotyczyć elipsoid Jacobiego. Funkcję tę mamy orientacyjnie przedstawioną na rysunku.



Krzywa OMNC przedstawia znaną już nam zależność Ω od $u = v$ dla elipsoid Maclaurina. M jest wierzchołkiem tej krzywej, a zatem ma współrzędne $u = v = 0{,}1352$, $\Omega = 0{,}2247$. Krzywa ANB dotyczy właśnie elipsoid Jacobiego. Jest ona symetryczna względem płaszczyzny wyznaczonej przez krzywą poprzednią. Obie te krzywe przecinają się w punkcie N, zwanym punktem bifurkacji, o współrzędnych $u = v = 0{,}3396$ i $\Omega = 0{,}1871$. Możemy teraz wyobrazić sobie fikcyjną „ewolucję" ciekłej bryły w miarę np. malenia prędkości kątowej. Wiemy już, że powyżej pewnej prędkości kątowej określonej przez $\Omega = 0{,}2247$ elipsoidy równowagi w ogóle nie istnieją. Dla prędkości mniejszych, ale większych od $\Omega = 0{,}1871$ istnieją tylko elipsoidy obrotowe Maclaurina w dwóch postaciach: bardziej kulistej, stabilnej, czemu odpowiada łuk MN i bardziej dyskowatej, niestabilnej na łuku MO. W punkcie bifurkacji następuje rozgałęzienie tak, że przy

prędkości kątowej mniejszej niż w tym punkcie, mogą istnieć także i elipsoidy trójosiowe Jacobiego opisywane przez dwie gałęzie krzywej NA i NB. Formalnie zatem przy konkretnej prędkości kątowej mogą istnieć dwie elipsoidy Jacobiego, jednak łatwo zauważyć, że z powodu symetrii krzywej ANB będą to elipsoidy nierozróżnialne, gdyż to co dla jednej z nich będzie parametrem u to dla drugiej będzie parametrem v i odwrotnie. W końcu dla małych prędkości kątowych, jak już wiemy stabilna elipsoida Maclaurina jest coraz bardziej podobna do kuli (punkt C gdzie $u = v = 1$), a niestabilna do cienkiego dysku (punkt 0 gdzie $u = v = 0$). Natomiast dla elipsoidy Jacobiego, która symbolicznie będzie zdążać np. ku punktowi A po łuku NA, parametr u będzie dążył do 1 zaś v do zera. Inaczej mówiąc półoś a będzie prawie taka jak półoś c, zaś półoś b stanie się w porównaniu z nimi ogromna. Taka elipsoida zatem będąc cały czas trójosiową przyjmie kształt podobny do wrzeciona, a w skrajnym przypadku długiej igły o przekroju zbliżonym do kołowego. I tak np. Ziemia, dla której $\Omega = 0{,}0023$ mogłaby istnieć w postaci wrzeciona o stosunkach półosi $a/c = 52{,}44$ oraz $b/c = 1{,}0023$, czyli taki kształt zasługiwałby już właściwie na nazwę „igły".

Doskonale wiemy, że nie ma ani jednej planety, która miałaby kształt choć lekko wrzecionowaty. Jakie zatem znaczenie przyrodnicze może mieć teoria elipsoid Jacobiego? Czy czasem nie są to tylko abstrakcyjne rozważania matematyczne, które nie opisują żadnych faktów fizycznych? Otóż okazuje się, że tak dziwne twory jak elipsoidy trójosiowe występują w przyrodzie. Są nimi znowu pewne galaktyki, mianowicie tzw. przegrodzone. Jeżeli pominąć w takiej galaktyce ramiona spiralne, to pozostała część galaktyki (czyli jądro wraz z przegrodą) jest właśnie obiektem, którego kształt w pierwszym przybliżeniu można opisać trójosiową elipsoidą. Już nie raz w *Uranii* oglądaliśmy przy innej okazji zdjęcia takich galaktyk, choćby Wielki Obłok Magellana na okładce numeru marcowego 1971, lub dawniej NGC 1300 na okładce numeru wrześniowego 1959.

I tak doszliśmy do końca teorii figur równowagi. Przekonaliśmy się, że tak na pozór prosta rzecz jak kształt ciał niebieskich do swojego opisu wymaga całkiem nieprostego aparatu matematycznego. Jednak nie „straszenie" Czytelnika było celem napisania tych artykułów. Dlatego ich autor będzie się cieszył, jeżeli Czytelnik spojrzawszy kiedyś w niebo zamyśli się np. nad tym, że kształty tak dalece różnych obiektów jak planety i galaktyki wynikają jako szczególne przypadki z jednej teorii.

BERNARD KRYGIER, JANINA KREMPEC — Toruń

SYMETRIA MATERII I ANTYMATERII WE WSZECHŚWIECIE

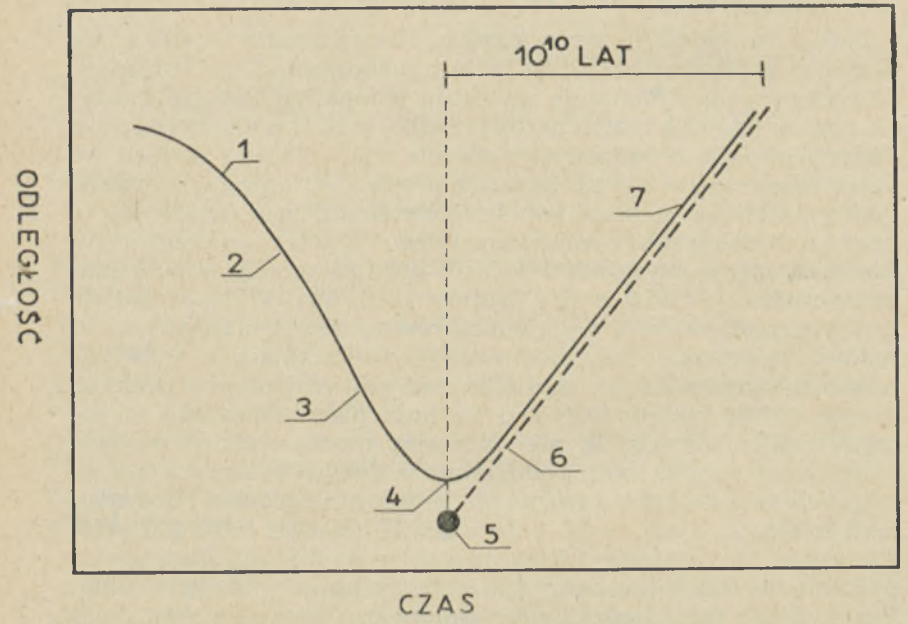
Teoria Diraca przewiduje występowanie par cząstek. Własności tych par cząstek podlegają pewnym prawom: masy są równe, ładunki elektryczne i wszystkie liczby kwantowe są przeciwne. W wyniku spotkania się takiej pary cząstek następuje anihilacja. Końcowymi produktami anihilacji są promieniowanie i neutrino lub antyneutrino. Hipoteza Diraca została potwierdzona przez wykrycie pewnych antycząstek (pozyton, antyneutron). W związku z tym, że prawa fizyczne mikroświata są również spełnione we Wszechświecie, nasuwa się pytanie: Czy Wszechświat zawiera lub zawierał na pewnym etapie swej ewolucji materię i antymaterię? Czy istnieje (lub istniała) symetria materii i antymaterii we Wszechświecie?

Symetria ładunku na początku Wszechświata wynika wg Defou w (Nature 1970, **228**, 1068) z zachowania ilości barionów. Dotychczasowe obserwacje wskazują jednak, że materia i antymateria występują razem bardzo rzadko, jeśli w ogóle występują. Jedyny obecnie obserwacyjny sposób wykrycia antymaterii we Wszechświecie polega na badaniu produktów anihilacji materii i antymaterii, a więc na pomiarze strumieni promieniowania γ oraz promieniowania synchrotronowego wysyłanego przez szybkie elektrony o energiach 100 MeV poruszające się w polu magnetycznym. Steigman (*Nature* 1969, **224**, 477) pokazał, że gdyby przestrzeń była wypełniona równą ilością materii i antymaterii to strumień promieniowania γ wynikający z anihilacji nukleon—antynuklueon powinien być powyżej obserwowanych granic, jeżeli zaniedbamy pochłanianie promieniowania w samym źródle. To jednak nie wyklucza możliwości, że materia i antymateria mogą istnieć oddzielnie w dużych obszarach zawierających jedynie jeden typ, możliwie w formie gromad i antygromad galaktyk. Jones E. i Jones B. (*Nature* 1970, **227**, 475) stwierdzili, że istnienie takich obszarów wydaje się nieprawdopodobne w teorii big-bang („wielkiego huku") Wszechświata. Wniosek ten może jednak ulec zmianie po uwzględnieniu pola magnetycznego.

Symetria materii i antymaterii została zaproponowana przez Kleina i Alfvéna dla modelu metagalaktyki. Według tego modelu (*Rev. mod. Phys.* 1965, **37**, 652) metagalaktyka kurczy się od stanu bardzo rozrzedzonej symetrycznej ambiplazmy pod

wpływem przyciągania grawitacyjnego. Kiedy w wyniku kurczenia zostanie osiągnięta odpowiednia gęstość rozpoczną się procesy anihilacji materii i antymaterii. Ponieważ zawsze końcowymi produktami anihilacji są promieniowanie i neutrino, ciśnienie promieniowania rośnie z czasem. W pewnym momencie, gdy promień metagalaktyki jest jeszcze ciągle większy od promienia Schwarzschilda, ciśnienie promieniowania przewyższy siły grawitacyjne i nastąpi ekspansja metagalaktyki. Ewolucję modelu metagalaktyki zaproponowanego przez Alfvéna — Kleina przedstawiono na rys. 1 (*Physics today* 1971, **24**, 28). Dla porównania linią przerywaną pokazano ekspansję wg teorii big-bang.

Ambiplazma mogła zawierać pole magnetyczne (*Scient. Am.* 1967, **216**,, *106*) i w wyniku wspólnego oddziaływania sił grawitacyjnych i elektromagnetycznych nastąpiło w procesie podobnym do procesu elektrolizy oddzielenie materii i antymaterii. W wyniku zjawiska podobnego do zjawiska Leidenfrosta materia i an-



Rys. 1. Ewolucja metagalaktyki. 1 — bardzo rozrzedzona mieszanina materii i antymaterii, 2 — kurczenie się spowodowane przez grawitację, 3 — początek anihilacji, 4 — punkt zwrotny: zmiana kurczenia się w ekspansję. Żądana energia 4×10^{59} ergów na sekundę, 5 — eksplodujący pierwotny atom wg teorii big-bang, 6 — ekspansja wg teorii big-bang, 7 — obecny stan ekspandującej metagalaktyki

tymateria będą rozdzielone cienkimi warstwami równoległymi do kierunku sił pola magnetycznego. Aby takie rozdzielenie nastąpiło wymagane są silne pola magnetyczne, co jest nierealne dla metagalaktyki. Według Woltjera (*IAU Symp.* 1967, **31**, 480) rozdzielenie materii i antymaterii przy pomocy zjawiska Leidenfrosta nie może nastąpić ze względu na obserwowaną wielkoskalową rotację Faraday'a w dysku galaktycznym. Pasmowy rozkład materii i antymaterii powinien znosić wielkoskalowe efekty. Defouw (*Nature* 1970, **228**, 1068) zaproponował efektywny mechanizm rozdzielenia materii i antymaterii rozważając rozrzedzony gaz, w którym anihilację można zaniedbać. Gaz ten posiada własności analogiczne do rozrzedzonej metagalaktyki Alfvéna-Kleina i znajduje się w polach: magnetycznym, grawitacyjnym i strumieniu promieniowania elektromagnetycznego. Pola te są statyczne i jednorodne oraz pole grawitacyjne i strumień promieniowania elektromagnetycznego są antyrównoległe. Aby jednak mechanizm rozdzielenia był efektywny i posiadał znaczenie kosmologiczne natężenie pola magnetycznego musi być bardzo małe. Rozdzielenie materii i antymaterii może również nastąpić lokalnie dla rozrzedzonej metagalaktyki Alfvéna-Kleina.

Kosmologia big-bang nie jest teorią symetrycznego ładunku. Gdyby Wszechświat był naładowany symetrycznie zawierałby 10^8 razy więcej promieniowania niż się obserwuje. Ponieważ uniknięto katastrofy radiacyjnej musimy stwierdzić, że kosmologia big-bang i symetria ładunku są niezgodne. Możliwy sposób uniknięcia tego dylematu podał Harrison (*Physics today* 1968, **21**, 3). Harrison sugerował, że we wczesnym gęstym Wszechświecie istniały przestrzenne fluktuacje w gęstości barionów ΔN. W miarę występowania anihilacji te pierwotne niejednorodności rosną, gdyż ilość barionów jest zachowana. W ten sposób otrzymamy rozdzielone obszary materii i antymaterii. Jeżeli przyjmiemy, że te fluktuacje występują gdy materia, antymateria i promieniowanie są w równowadze to małe przestrzenne niejednorodności $\frac{\Delta N}{N} \approx 10^{-9}$ (gdzie: ΔN — różnica cząstek i antycząstek, N, — ich suma) rosną w drodze anihilacji do $\left(\frac{\Delta N}{N}\right)_{\text{obecnego}} \approx \pm 1$. Harrison stąd stwierdza, że Wszechświat jest rzeczywiście symetrycznie naładowany. Pierwotne przestrzenne niejednorodności uniemożliwiają katastrofę radiacyjną i dostarczą rozdzielonych obszarów materii i antymaterii umożli-

wiając tworzenie się galaktyk. Brak jest efektywnego procesu rozdzielającego nukleony i antynukleony w ewczesnej fazie życia Wszechświata ($t \leqslant 10^{-3}$ s) kiedy temperatura i gęstość były bardzo wysokie. Libby (*Nature* 1970, **225**, 116) twierdzi, że można określić górną granicę na zawartość antymaterii w Galaktyce mierząc cztery wielkości w promieniach kosmicznych:

1) obfitość lekkich jąder,

2) stosunek elektronów do pozytonów,

3) górną granicę stosunku protonów do antyprotonów oraz stosunku materii do antymaterii dla jąder lekkich,

4) stałość obecnego strumienia promieni kosmicznych dla czasu większego od 10^9 lat z późniejszym zabezpieczeniem istnienia galaktycznego halo.

Otrzymał on, że średnia zawartość antymaterii w Galaktyce jest bardzo mała, a mianowicie mniejsza niż 0,03%. Problem symetrii materii i antymaterii jest nadal aktualny i poświęca się mu coraz więcej dyskusji.

KRONIKA

Rozmiary radioźródła na Jowiszu

Ciągle interesująca jest sprawa źródeł wysyłanych przez Jowisza impulsów promieniowania radiowego. Na podstawie pomiarów przeprowadzonych w 1967 r. udało się wyjaśnić, że te źródła mają rozmiary mniejsze niż 3″. Niedawno jednak przeprowadzono pomiary na paśmie 18 MHz przy pomocy radiointerferometru złożonego z dwóch radioteleskopów odległych o 880 km — jednego na Florydzie, a drugiego w Zachodnim Kentucky. Otrzymano, że średnie rozmiary radioźródła mają wartość 1,″33±0,″29, co odpowiada liniowej średnicy nieco ponad 2000 km. Nadal nie udało się jednak umiejscowić źródła na powierzchni planety, głównie ze względu na zakłócenia wywoływane przez ziemską jonosferę.

(Wg *Astrophys. Letters*, 1969, 5, 135).

A. MARKS

Obserwacje astronomiczne światła spolaryzowanego

Grupa astronomów, pracujących w obserwatorium Mauna Kea Uniwersytetu Hawajskiego opublikowała w 1971 roku wyniki pierwszych obserwacji polaryzacji kołowej światła odbitego od Jowisza, Marsa, Wenus, Merkurego i Księżyca. Pomiary zrobiono w pasmie o szerokości około 500 Å, wokół średniej długości fali 6800 Å. Udało się nawet mierzyć polaryzację dla różnych obszarów na powierzchni Jowisza. Stopień polaryzacji okazał się niewielki (pomiędzy 10^{-5} a 10^{-4}). Wydaje się, że wyniki Kempa i współpracowników otwierają nowy etap obserwacji ciał układu słonecznego.

Pierwsza obserwacja polaryzacji kołowej światła odbitego od planet stanowi wynik rozciągnięcia na planety tej metodyki badań, dzięki której

Kempowi i współpracownikom udało się wykryć polaryzację kołową w świetle wysyłanym przez białe karły (Grw+70°8247, G 195-19 i G 99-37). Wiadomo, jakie trudności wiążą się z analizą widm białych karłów, które nie dostarczają prawie żadnego punktu do zaczepienia. Wykrycie polaryzacji kołowej w tych widmach wydaje się wiązać z silnymi polami magnetycznymi; wyniki pomiarów dla trzech podanych wyżej gwiazd wskazują na pola magnetyczne od 10^6 do 10^7 gausów. Jest to ważny wynik, wskazuje on bowiem na możliwość uznania aktualnego modelu pulsara — z potężnym polem magnetycznym rzędu 10^{12} gausów. Podczas powstawania pulsara z gwiazdy ciągu głównego zachowany zostałby strumień magnetyczny, co z kolei implikowałoby istnienie pól rzędu 10^6 gausów w białych karłach. Wydawało się jeszcze niedawno, że brak potwierdzenia dla istnienia takich pól (patrz np. moja notka w *Uranii*, nr 12 z 1970 r., str. 357). Odkrycie Kempa wskazuje na coś przeciwnego, wynikają z niego istotne konsekwencje dla naszej wiedzy o ewolucji gwiazd.

(Wg *Nature*, 1971, **231**, 169, 232, 165).

B. KUCHOWICZ

Radioźródło 3C 58 pozostałością po supernowej 1181 roku

W 1181 roku w gwiazdozbiorze Kasjopei pojawiła się jasna gwiazda, która była przedmiotem zainteresowania astronomów dalekiego wschodu. Gwiazdę obserwowano około 6 miesięcy. Chińscy i japońscy astronomowie dokonali wielu obserwacji i zapisków. Na podstawie analizy tych danych obserwacyjnych F. R. Stephenson twierdzi, że omawiana gwiazda była supernową I typu. Jako pozostałość po jej wybuchu można traktować radioźródło 3C 58 ($\alpha_{1950,0} = 2^h\,01^m\,43^s{,}0$; $\sigma_{1950,0} = +\,64°\,36'5$).

(Wg *Quarterly Journal of the R.A.S.*, 1971, **12**, 1).

M. PANKÓW

Struktura kwazarów

Donaldson i Smith z Jodrell Bank przedstawili program badań nad kwazarami przy użyciu dwóch odległych radioteleskopów w charakterze interferometrów. Zastosowanie teleskopów z Jodrell Bank i z Malvern pozwoliło na uzyskanie danych o strukturze radioźródła 3C 147, które okazało się być złożonym z czterech składowych. A oto jego struktura: W centrum (obszar o rozmiarach około czternastu setnych sekundy łuku) znajduje się źródło podwójne, dające około 80% promieniowania radiowego. W obejmującym to źródło większym obszarze o rozmiarach rzędu jednej sekundy łuku znajdują się dwie dalsze, znacznie większe składowe, dające jednak najwyżej 20% całkowitej emisji radiowej. Rozmiary części centralnej źródła (małe źródło podwójne) wynoszą zaledwie 600 lat świetlnych, rozmiary całego źródła — ok. 6000 lat świetlnych. Wydaje się, że rozszyfrowanie tego bardzo małego radioźródła wskazuje na możliwość użycia podobnej metody do badania struktury kwazarów. Warto w tym miejscu nadmienić, że przeciętne rozmiary rozciągłych radioźródeł dochodzą do miliona lat świetlnych. Analizy sygnałów zarejestrowanych przez oba radioteleskopy dokonano przy użyciu komputera.

(Wg *Mon. Not. Roy. Astron. Soc.*, 1971, **151**, 253).

B. KUCHOWICZ

Ziemia chwyta materię kosmiczną

Od dawna wiadomo, że wpadające do ziemskiej atmosfery meteory i mikrometeoryty powodują przyrost jej masy. Oceny tempa tego przyrostu są jednak dość różne. Najnowszą ocenę wykonali uczeni radzieccy A. W. Iwanow i K. P. Florienski z Instytutu Geochemii Akademii Nauk ZSRR. Badali oni zawartość czarnych ferromagnetycznych kulek w śniegach podbiegunowych i w pokładach soli. W wyniku otrzymali, że corocznie masa Ziemi wzrasta od 2×10^9 kg do 5×10^9 kg przy czym w ciągu ostatnich 500 mln lat tempo przyrostu masy jest mniej więcej stałe. Po epoce kambryjskiej spadło więc na Ziemię od 10^{18} do $2{,}5\times10^{18}$ kg materii kosmicznej, co jednak stanowi tylko około 0,01% masy skorupy ziemskiej.

(Wg *Geochemia* 1970, **11**, 1365).

A. MARKS

Sztormy na Morzu Czarnym a aktywność słoneczna

Badacze radzieccy stwierdzili wyraźną zależność ilości sztormów na Morzu Czarnym (w rejonie Soczi) od aktywności słonecznej. Mianowicie w czasie minimum aktywności słonecznej jest ich najwięcej (tak było w latach 1952—54 i 1964—66) i odwrotnie maksima aktywności słonecznej pokrywają się z minimami sztormowymi (tak było w latach 1956—1962). Rzecz ciekawa, że w latach 1966—69 zarejstrowano 22 silne sporadyczne rozbłyski słoneczne, a w 18 przypadkach w kilka dni później wystąpiły gwałtowne sztormy wywołane przez cyklony nadciągające z południa i przemieszczające się ponad wschodnią częścią Morza Czarnego ku północy.

(Wg *Priroda* 1971, **3**, 125). *A. MARKS*

XV Olimpiada Astronomiczna

Podajemy teksty niektórych zadań rachunkowych dla uczestników pierwszej eliminacji tegorocznej Olimpiady. Przypominamy, że termin nadesłania odpowiedzi na zadania I serii upłynął w dniu 15 grudnia, odpowiedzi na zadania II serii należy zgłosić w terminie do 15 stycznia 1972 r. W Olimpiadzie mogą brać udział uczniowie wszystkich szkół ogólnokształcących i pedagogicznych; bliższe szczegóły podane są w piśmie okólnym do Szkół.

Redakcja naszego pisma zachęca wszystkich Czytelników — miłośników astronomii do zapoznania się z treścią zadań i ewentualnego skontrolowania swych wiadomości.

Zadania rachunkowe I serii

1. Według danych z Rocznika Astronomicznego na rok 1971 w dniu 6.VIII. w Warszawie zachód Słońca nastąpił o 19^h20^m, wschód Księżyca o 19^h13^m, początek całkowitego zaćmienia Księżyca o 19^h54^m. O ile wcześniejsze będą momenty wszystkich wymienionych zjawisk dla obserwatora znajdującego się na tym samym równoleżniku, ale o 15° na wschód od Warszawy?

2. W jakich szerokościach geograficznych można obserwować Krzyż Południa wiedząc, że gwiazdy należące do tego gwiazdozbioru mają deklinację od $\delta = -55°$ do $\delta = -64°$.

3. Gwiazda $12,^{m}0$ przeszła stadium supernowej zwiększając jasność obserwowaną o $13^{m},0$. Obliczyć stosunek natężeń światła gwiazdy w obu przypadkach. Podać prosty sposób oszacowania zmiany natężenia gwiazdy.

4. Dnia 17.XI.1971 współrzędne równikowe planet widocznych około północy wynoszą: dla Marsa $\alpha = 22^{h}32^{m}$, $\delta = -10°54'$, dla Saturna $\alpha = 4^{h}90^{m}$, $\delta = 18°47'$, zaś paralaksy geocentryczne równikowe poziomowe wynoszą odpowiednio $\pi = 10'',6$ (dla Marsa) i $\pi = 1'',1$ (dla Saturna). Obliczyć odległość liniową tych planet w tym czasie, przyjmując promień Ziemi $R = 6400$ km.

5. Wiedząc, że średnica liniowa Księżyca wynosi 3478 km, paralaksa geocentryczna poziomowa równikowa jego zmienia się w granicach od 53',9 do 61',5, zaś promień równikowy elipsoidy ziemskiej wynosi 6378 km, obliczyć zmiany średnicy kątowej Księżyca obserwowanego z Ziemi.

Zadania rachunkowe II serii

1. Załoga statku księżycowego Apollo 14 podczas powrotu na Ziemię obserwowała 6.VIII.1971 równocześnie zaćmienie Słońca i Księżyca, podczas gdy obserwatorzy ziemscy oglądali całkowite zaćmienie Księżyca. Wykonać i zinterpretować schematyczny rysunek uwidaczniający położenie Słońca, Ziemi, Księżyca i pojazdu w czasie całkowitego zaćmienia Księżyca obserwowanego z Ziemi. Rozważyć na następnym rysunku sytuację, gdy pojazd kosmiczny znalazłby się między Ziemią a Księżycem w czasie, gdy z Ziemi obserwuje się całkowite zaćmienie Słońca.

2. Trzy gwiazdy mają temperatury na powierzchni odpowiednio równe: 12000°K, 6000°K, 4000°K. Dla jakiej długości fali przypada w widmie każdej gwiazdy maksimum natężenia promieniowania? Jakie są barwy wymienionych gwiazd i do jakich klas widmowych należą one?

3. W 1986 roku będziemy świadkami ponownego pojawienia się komety Halley'a. Podczas jej ostatniego przejścia przez peryhelium 19.V.1910 zmierzono jej odległość od Słońca i okazało się, że wynosiła ona 0,60 j.a. Obliczyć, na jaką największą odległość oddala się ta kometa od Słońca.

4. Półoś duża orbity Marsa wynosi 1,524 j.a., a jej mimośród 0,093. Zakładając, że orbita Ziemi jest kołem o promieniu 1 j.a. obliczyć w jakich granicach zmienia się paralaksa poziomowa równikowa Marsa obserwowanego z Ziemi.

KRONIKA HISTORYCZNA

Uroczystości keplerowskie w Żaganiu

Pod koniec życia Jan Kepler został astrologiem księcia Albrechta von Wallensteina i zamieszkał w Żaganiu na Śląsku, gdzie mieściły się dobra możnego protektora. Dlatego też dla upamiętnienia czterechsetnej rocznicy urodzin Keplera odbyły się w Żaganiu uroczystości okolicznościowe, a ich kulminacyjnym punktem była sesja naukowa z udziałem wybitnych uczonych polskich i zagranicznych. Sesja odbyła się 23 października 1971 r. w sali historycznej dawnego kolegium jezuickiego (obecnie Technikum Włókiennicze) pod przewodnictwem prof. dra Jerzego Bukowskiego, honorowego przewodniczącego Komitetu Organizacyjnego. Został on powołany z inicjatywy Komitetu Historii Nauki i Techniki PAN, Zakładu Historii Nauki i Techniki PAN oraz Prezydium Miejskiej Rady Narodowej w Żaganiu.

Na sesji wygłoszono szereg okolicznościowych referatów, które mają być opublikowane w pracach Lubuskiego Towarzystwa Naukowego w Zielonej Górze. A oto autorzy poszczególnych referatów i ich tytuły:

1. Prof. Pierre Costabel z Paryża (sekretarz generalny Międzynarodowej Akademii Historii Nauki): *Kepler i prawda kopernikańska*;
2. Prof. dr Eugeniusz Rybka z Krakowa: *Życie i działalność Jana Keplera* (z powodu nieobecności na sesji prof. Rybki referat odczytał dr Jerzy Róziewicz z Warszawy);
3. Doc. dr Stanisław Szpilczyński z Wrocławia: *O studiach Keplera nad optyką Witelona*;
4. Prof. dr Antoni Gaweł z Krakowa: *Kepler — autor pierwszej publikacji krystalograficznej*;
5. Prof. dr Waldemar Voise z Warszawy: *Życie i twórczość Keplera w świetle najnowszych badań*;
6. Doc. dr Jerzy Dobrzycki z Warszawy: *Kepler w Żaganiu* (w referacie uwzględniono wyniki najnowszych badań autora).

Po sesji naukowej odsłonięto tablicę upamiętniającą pobyt Keplera na ziemi polskiej, wmurowaną na froncie miejskiego ratusza w Zaganiu. Na tablicy tej, której odsłonięcia dokonał prof. Bukowski, umieszczono następujące słowa: W LATACH 1628—1630 PRZEBYWAŁ W ZAGANIU JOHANNES KEPLER, KONTYNUATOR MYŚLI KOPERNIKAŃSKIEJ I TUTAJ PRACOWAŁ NAD SWYM DZIEŁEM „EPHEMERIDES" — W 400 ROCZNICĘ URODZIN SPOŁECZEŃSTWO ŻAGANIA.

Być może lepiej byłoby, aby tablica powyższa została wmurowana na frontonie domu, w którym niegdyś mieszkał i pracował wielki uczony niemiecki. Niestety, dokładne badania przeprowadzone przez doc. Dobrzyckiego wykazały, że wieża strażnicza, należąca do systemu obwarowań miasta, z której Kepler prawdopodobnie dokonywał obserwacji nieba, została w roku 1848 rozebrana wraz z bramą miejską (tzw. „szpitalną"). Na ich miejscu w roku 1856 pobudowano stojący do dziś budynek (posesja przy ulicy 1-go Maja 28) oraz gmach „Resursy" (obecnie mieści się tam restauracja „Piastowska").

Na tym właśnie budynku w czasach niemieckich wmurowana była tablica pamiątkowa z następującym tekstem: AUF DEM TURME, DER BIS 1848 AN STELLE DIESES HAUSES STAND, ERFORSCHTE JOHANNES KEPLER IN DER JARHEN 1628—1630 DIE GESETZE DES HIMMELS (Z wieży, która do roku 1848 stała na miejscu tego domu, w latach 1628—1630 dociekał Jan Kepler praw rządzących światem).

S. R. BRZOSTKIEWICZ

KRONIKA PTMA

Odsłonięcie popiersia Tadeusza Rakowieckiego

24 kwietnia 1971 roku otwarto w Hajnówce nową przychodnię obwodową imienia znanego astronoma i lekarza Tadeusza Rakowieckiego. Na tablicy przy wejściu widnieje napis: „Dr Tadeusz Rakowiecki — lekarz i astronom — żył w latach 1878—1965. Troska o zdrowie człowieka była treścią życia pierwszego lekarza społecznej służby zdrowia w Hajnówce". W hallu przychodni znajduje się popiersie dr Rakowieckiego dłuta Zbigniewa Szawana i napis: „Doktor Tadeusz Rakowiecki, lekarz-astronom, pierwszy zasłużony pracownik społecznej służby zdrowia ziemi

hajnowskiej. Wybitny polski uczony w dziedzinie astronomii." W ten sposób hajnowska służba zdrowia uczciła zasłużonego i długoletniego członka naszego towarzystwa nie tylko jako lekarza ale i jako astronoma. Ponieważ niewątpliwie pozycja dr Rakowieckiego wśród polskich astronomów zarówno miłośników jak i zawodowych była nie mniej znacząca niż wśród polskich lekarzy, należy mieć nadzieję, że doczekamy się należytej formy uczczenia jego świetlanej pamięci również przez astronomów. Mówi się ostatnio o umieszczeniu jego portretu w galerii zasłużonych astronomów w Planetarium Śląskim. A możeby pomyśleć jeszcze o nadaniu jego imienia któremuś z budujących się planetariów lub ludowych obserwatoriów? *K. RUDNICKI*

KALENDARZYK ASTRONOMICZNY

Opracował G. Sitarski **Styczeń 1972 r.**

Słońce

Ziemia w swym ruchu po orbicie okołosłonecznej znajdzie się 3 stycznia najbliżej Słońca, a zatem Słońce będzie wówczas w perigeum, w odległości około 147 milionów km od Ziemi. Orbita Ziemi jest elipsą o bardzo małym mimośrodzie, czyli niewiele różni się od okręgu koła; różnica pomiędzy najmniejszą a największą odległością Ziemi od Słońca wynosi około 5 milionów km. Nie odczuwamy jednak skutków zmian ilości promieniowania słonecznego docierającego do Ziemi, wywołanych zmianą odległości Ziemi od Słońca w ciągu roku. Zauważmy, że Ziemia najbardziej zbliża się do Słońca w okresie, kiedy w naszych szerokościach geograficznych panuje zima.

O północy 20 stycznia Słońce wstępuje w znak Wodnika. Na skutek ruchu wirowego globu słonecznego 27 stycznia o 18^h46^m środek tarczy Słońca będzie miał heliograficzną długość równą $0°$; jest to początek 1584 rotacji według numeracji Carringtona, którą kontynuuje się od 9 listopada 1853 r.

Pierwsze z tegorocznych zaćmień przypada 16 stycznia i będzie to obrączkowe zaćmienie Słońca. Zaćmienie obrączkowe zdarza się wówczas, kiedy Ziemia, Księżyc i Słońce znajdą się w przestrzeni na jednej linii w takich wzajemnych odległościach, że kątowa średnica tarczy Księżyca widocznej z Ziemi jest mniejsza od średnicy tarczy Słońca. Wtedy nawet podczas największej fazy zaćmienia tarcza Księżyca nie zdoła całkowicie zasłonić tarczy Słońca, pozostawiając wąski pierścień jasno świecącego jej brzegu. Tegoroczne obrączkowe zaćmienie Słońca przypada w bardzo niekorzystnych warunkach obserwacyjnych, bo widoczne będzie tylko na Antarktydzie.

Księżyc

W pierwszej połowie stycznia Księżyc wschodzi wieczorem coraz później i widoczny jest nisko nad południowym horyzontem i praktycznie prawie przez trzy tygodnie noce będą ciemne, bezksiężycowe. Dopiero pod koniec stycznia Księżyc będzie świecił wysoko na niebie przez całą noc. Fazy Księżyca będą w styczniu następujące:
ostatnia kwadra — 8^d15^h, nów — 16^d12^h, pierwsza kwadra — 23^d10^h, pełnia — 30^d12^h. Najdalej od Ziemi Księżyc znajdzie się 9 stycznia o 5^h i kątowa średnica jego tarczy będzie wówczas wynosiła 29′5, a najbliżej Ziemi 22 stycznia o 6^h z kątową średnicą tarczy 32′3.

Całkowite zaćmienie Księżyca, które zdarzy się podczas pełni 30 stycznia, będzie w Polsce niewidoczne, ponieważ przypada około południa. Zaćmienie widoczne będzie w obydwu Amerykach, w Australii, na Oceanie Indyjskim i na Pacyfiku. W swej wędrówce po niebie Księżyc zakryje też w styczniu Antaresa, jasną gwiazdę w gwiazdozbiorze Skorpiona, ale i to zjawisko będzie u nas niewidoczne.

Planety i planetoidy

Merkury widoczny jest prawie cały miesiąc. Odnajdziemy go rankiem nisko nad południowo-wschodnim horyzontem jako gwiazdę około zerowej wielkości.

Wenus świeci nad zachodnim horyzontem jako Gwiazda Wieczorna około +3.5 wielkości, jeszcze stosunkowo nisko nad horyzontem, ale zachodzi coraz później i blask jej nieznacznie wzrasta. Wenus zbliża się teraz do Ziemi i w ciągu miesiąca jej odległość zmienia się od 204.2 do 178.3 mln km.

Mars widoczny jest wieczorem jako czerwona gwiazda w gwiazdozbiorze Ryb i zachodzi co wieczór niemal o tej samej porze, kilka minut po 23^h. Mars ciągle oddala się od Ziemi, jego odległość wzrasta w ciągu miesiąca od 179.0 do 218.6 mln km, a jasność spada od +0.5 do +1 wielkości gwiazdowej.

Jowisza odnajdziemy nad ranem jako jasną gwiazdę około —1.4 wielkości w gwiazdozbiorze Strzelca, nisko nad południowo-wschodnim horyzontem. Właściwie przez cały rok Jowisz będzie widoczny dość nisko nad horyzontem, ale w styczniu warunki obserwacji będą zbyt niewygodne, aby warto było obserwować przebieg różnych zjawisk w układzie czterech galileuszowych księżyców Jowisza. Dlatego też w tym miesiącu jeszcze nie podajemy dokładnych momentów takich zjawisk.

Natomiast w bardzo dobrych warunkach obserwacyjnych jest teraz Saturn. Widoczny jeszcze prawie całą noc, świeci w gwiazdozbiorze Byka jak gwiazda około zerowej wielkości, choć w ciągu miesiąca jasność jego nieco spada. Przez lunety możemy obserwować pierścienie Saturna, które oglądamy teraz w największym rozwarciu jakby „od spodu", a więc widoczne są także okolice południowego bieguna planety.

Uran widoczny jest po północy w gwiazdozbiorze Panny jako gwiazda około 6 wielkości, Neptun dopiero nad ranem w gwiazdozbiorze Skorpiona, gdzie odnajdziemy go przez lunetę wśród gwiazd 8 wielkości, a Pluton widoczny jest także po północy na granicy gwiazdozbiorów Panny i Warkocza Bereniki, ale jako gwiazdka 14 wielkości dostępny jest tylko przez duże instrumenty i bywa obserwowany najczęściej na drodze fotograficznej.

Dwie spośród czterech najjaśniejszych planetoid będą widoczne na styczniowym niebie, Ceres i Pallas. Dla ich odszukania trzeba bę-

dzie użyć lunety. Sporządzając przez kilka nocy rysunki okolicy nieba, w której przebywają planetki, rozpoznamy je po zmianie położenia wśród gwiazd. Ceres, około 7 wielkości gwiazdowej, widoczna jest prawie całą noc w gwiazdozbiorze Lwa; w styczniu przemierzy na niebie drogę pomiędzy punktami o współrzędnych równikowych (9^h54^m, $+24°,8$) i (9^h38^m, $+28°,8$). Pallas, około 8 wielkości, jest w znacznie gorszych warunkach obserwacyjnych, widoczna wieczorem nisko nad południowym horyzontem w gwiazdozbiorze Erydanu. Jej droga wśród gwiazd w ciągu miesiąca zawiera się między punktami o współrzędnych (3^h54^m, $-30°,2$) i 3^h58^m, $-23°,6$), a więc pod koniec stycznia warunki widoczności nieco się poprawiają.

Meteory

W styczniu promieniują meteory z roju Kwadrantydów, których radiant leży w gwiazdozbiorze Wolarza i ma współrzędne: rekt. 15^h28^m, dekl. $+50°$. Meteory promieniują w dniach od 1 do 5 stycznia, a maksimum aktywności przypada 4 stycznia. W tym roku warunki obserwacji nie są najgorsze, bo Księżyc świeci prawie całą noc, ale jest nisko nad horyzontem. Przewiduje się dość bogaty spadek słabych meteorów, w maksimum (4^d nad ranem) dochodzący do 100 meteorów w ciągu godziny.

*

* *

1^d15^h Merkury w największym zachodnim odchyleniu od Słońca w odległości 23°.

4^d Maksimum aktywności meteorów z roju Kwadrantydów.

6^d20^h Merkury w bliskim złączeniu z Jowiszem (0°8). Tego lub następnego dnia nad ranem możemy odnaleźć obie planety rankiem nisko nad południowo-wschodnim horyzontem, w stosunkowo niewielkiej odległości od siebie (Jowisz jest jaśniejszy).

8^d21^h Uran w złączeniu z Księżycem w odległości 6°.

11^d8^h Planetoida Pallas nieruchoma w rektascensji, zmienia kierunek swego pozornego ruchu wśród gwiazd.

12^d6^h Pluton nieruchomy w rektascensji. O 15^h Neptun w złączeniu z Księżycem w odległości 6°. O 22^h Księżyc w bliskim złączeniu z Antaresem; zakrycie gwiazdy przez tarczę Księżyca widoczne będzie w Australii i na Oceanie Spokojnym.

14^d Księżyc znajdzie się w złączeniu kolejno z dwiema planetami: o 5^h z Jowiszem w odległości 4°, a o 21^h z Merkurym w odległości 3°.

16^d12^h Obrączkowe zaćmienie Słońca, widoczne tylko na Antarktydzie.

19^d9^h Wenus w złączeniu z Księżycem w odległości 4°.

20^d24^h Słońce wstępuje w znak Wodnika; jego długość ekliptyczna wynosi wówczas 300°.

22^d12^h Mars w złączeniu z Księżycem w odległości 5°.

23^d12^h Uran nieruchomy w rektascensji.

25^d11^h Saturn w złączeniu z Księżycem w odległości 7°.

$27^d18^h46^m$ Heliograficzna długość środka tarczy Słońca wynosi 0°.

30^d12^h Całkowite zaćmienie Księżyca, niewidoczne w Polsce.

31^d24^h Saturn nieruchomy w rektascensji.

Minima Algola (β Perseusza): styczeń $1^d3^h30^m$, $4^d0^h20^m$, $6^d21^h5^m$, $9^d17^h55^m$, $21^d5^h10^m$, $24^d2^h0^m$, $26^d22^h50^m$, $29^d19^h40^m$.

Momenty wszystkich zjawisk podane są w czasie środkowo-europejskim.

CONTENTS

Johannes Kepler, 1571—1630.

N. Maron — Carbon stars.

B. Kuchowicz — Gravitional radiation (3).

T. Kwast — Equilibrium configurations (6).

B. Krygier, J. Krempeć — The symmetry of matter and antimatter in Universe.

Chronicle: Structure of quasars — Radiosource 3C 58 a supernove remnant — Microwaves from Mars — The dimensions of the radiosource on Jupiter — Astronomical observations of polarized light — The Earth captures cosmic matter — Storms on the Black Sea and solar activity — XVth Astronomical Olympics.

Historical Chronicle: Kepler festivities in Żagań.

PTMA Chronicle.

Astronomical Calendar.

СОДЕРЖАНИЕ

Иоганн Кеплер, 1571—1630.

Н. Марон — Углеродные свёзды.

Б. Кухович — Гравитационное излучение (3).

Т. Кваст — Фигуры равновесия (6).

Б. Крыгер, Я. Кремпець — Симметрия вещества и антивещества во Вселенной.

Хроника: Структура квазаров — Радиоисточник 3С 58 остатком сверхновой 1181 года — Микроволны с Марса — Размеры радиоисточника на поверхности Юпитера — Астрономические наблюдения поляризованного света — Земля захватывает космическое вещество — Штормы на Чёрном Море и солнечная активность — XV Астрономическая олимпиада.

Историческая хроника: Кеплеровские торжества в г. Жагань.

Хроника Общества (PTMA).

Астрономический календарь.

KOMUNIKAT

P. T. Członków Towarzystwa i prenumeratorów mies. URANIA prosimy uprzejmie o dokonanie wpłat z tytułu składek członkowskich i opłat prenumeraty pisma na rok 1972 do dn. 31 grudnia 1971 r. Brak wpłaty w tym terminie spowoduje wstrzymanie dalszej wysyłki miesięcznika URANIA.

Wpłat można dokonywać w kasie Zarządu Gł. PTMA w Krakowie, ul. L. Solskiego Nr 30/8, w kasie właściwego Oddziału PTMA lub załączonym blankietem PKO nr r-k bank. Zarz. Gł. w PKO I OM w Krakowie Nr 4-9-5227. Wpłaty mogą być dokonywane także na okresy półroczne.

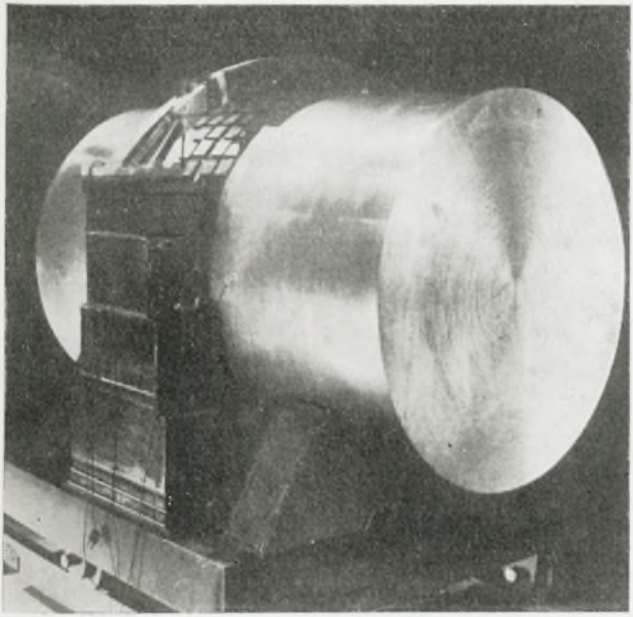
Zalegający z opłatami składek członkowskich i prenumeraty za rok bieżący proszeni są o niezwłoczne uregulowanie należności.

Pierwsza strona okładki: Lądownik Apolla 15 na tle księżycowych Apenin.

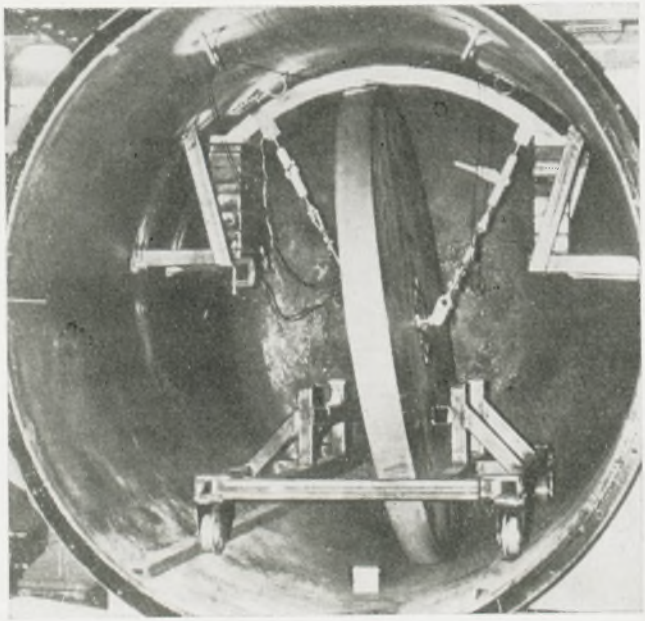
Czwarta strona okładki: Jan Kepler (1571—1630).

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

Druk: Prasowe Zakłady Graficzne RSW Prasa w Krakowie. Zam. 2518/71. 3000. M-13



„Antena" grawitacyjna Webera, przeznaczona do detekcji promieniowania grawitacyjnego o częstości 1660 Hz; długość walca aluminiowego — ok. 1,5 m, średnica — ok. 1 m. Detektor tego typu, ustawiony w laboratorium stanu Maryland, rejestruje promieniowanie grawitacyjne w koincydencji z drugim takim samym detektorem, umieszczonym w odległości tysiąca km



Detektor w kształcie dysku, o średnicy ok. 2,1 m i grubości ok. 15 cm, zawieszony w specjalnej komorze izolacyjnej (izolacja akustyczna i od promieniowania elektromagnetycznego). Detektor ten ma pozwolić na rozstrzygnięcie, czy słuszna jest ogólna teoria względności w swym konwencjonalnym sformułowaniu, czy też trzeba ją uzupełnić wprowadzając pole skalarne, jak tego np. żąda R. H. Dicke

IOANNES KEPPLERVS. S. CAES. MAIES'T. ET ORDD. SVP. AVSTRIÆ MATHEMATICVS. &c.