

POSTĘPY FIZYKI

Dwumiesięcznik Polskiego Towarzystwa Fizycznego



Hiperjądra

Pierwiastki życia

Fermi w Ameryce



XXXVII Zjazd Fizyków Polskich

GDĄŃSK, 15–18 WRZEŚNIA 2003

Institut Fizyki Teoretycznej i Astrofizyki, Uniwersytet Gdański • ul. Wita Stwosza 57, 80-952 Gdańsk
tel./fax (*58) 341 87 00 • <http://iftia9.univ.gda.pl/~zjazdptf> • e-mail: ZjazdPTF@iftia9.univ.gda.pl
konto PTF: PKO BP SA, nr 79 10201811 1022701451

Szanowni Państwo,

w imieniu Komitetu Organizacyjnego serdecznie zapraszam Państwa do uczestnictwa w XXXVII Zjeździe Fizyków Polskich w roku 2003 w Gdańsku. Wykłady plenarne zostaną wygłoszone w czasie sesji przedpołudniowych, natomiast obrady w sekcjach specjalistycznych odbędą się w godzinach popołudniowych. Przewidziane są też sesje plakatowe. Sporo czasu chcielibyśmy również poświęcić aktualnej sytuacji nauczania fizyki w szkołach. Obradom Zjazdu towarzyszyć będą wystawy i pokazy mające na celu popularyzację fizyki głównie wśród młodzieży szkół Trójmiasta i Województwa.

- Uczestnicy Zjazdu zostaną zakwaterowani w domach studenckich Uniwersytetu Gdańskiego położonych w pobliżu miejsca obrad. Wyżywienie zapewni stołówka studencka. Będzie też możliwość rezerwacji miejsc w hotelach Trójmiasta.
- W celu uatrakcyjnienia Zjazdu organizatorzy zaplanowali szereg imprez o charakterze towarzyskim (koncert organowy w Katedrze Oliwskiej, spektakl „Kopenhaga” Michaela Frayna w Teatrze Kameralnym w Sopocie, wycieczka statkiem po Zatoce Gdańskiej, spotkanie wieczorne w Operze Leśnej w Sopocie). Koszt tych imprez wliczony jest w opłatę zjazdową.
- Będzie możliwość przedłużenia pobytu do niedzieli włącznie.

Przez pierwsze trzy dni obrady Zjazdu odbywać się będą w nowym budynku Wydziału Prawa i Administracji Uniwersytetu Gdańskiego. Ostatniego dnia obrady Zjazdu przeniesione zostaną do Gmachu Głównego Politechniki Gdańskiej. Szczegółowe informacje dotyczące Zjazdu ukazywać się będą sukcesywnie na zjazdowej stronie WWW, do odwiedzenia której gorąco zachęcamy.

Łączę serdeczne pozdrowienia

Przewodniczący Komitetu Organizacyjnego
XXXVII Zjazdu Fizyków Polskich
Prof. dr hab. Eugeniusz Czuchaj

TEMATYKA ZJAZDU

fizyka jądrowa i cząstek elementarnych • spektroskopia atomowa i molekularna • fizyka fazy skondensowanej • dydaktyka fizyki • fizyka matematyczna • fizyka komputerowa • fizyka dla przemysłu • fizyka w medycynie • fizyka w ekonomii i socjologii

ORGANIZATORZY

Oddział Gdański PTF • Uniwersytet Gdański • Politechnika Gdańska • Urząd Miasta Gdańska

CZAS I MIEJSCE OBRAD

15–17 września 2003: Uniwersytet Gdański, Wydział Prawa i Administracji, ul. Bażyńskiego 6, Gdańsk
18 września 2003: Gmach Główny Politechniki Gdańskiej, ul. Narutowicza 11/12, Gdańsk

KOSZT UCZESTNICTWA

Pełny koszt udziału w XXXVII Zjeździe Fizyków Polskich wynosi 750 zł (członkowie Towarzystwa 650 zł), doktoranci, asystenci, studenci i nauczyciele 450 zł, osoby towarzyszące 400 zł. Po 1 czerwca 2003 wszystkie opłaty są wyższe o 100 zł.

WAŻNE DATY

31.05.2003 – ostateczny termin przysyłania streszczeń komunikatów
31.08.2003 – ostateczny termin rejestracji oraz opłacenia kosztów udziału

ADRES ORGANIZATORÓW

prof. dr hab. Eugeniusz Czuchaj, Polskie Towarzystwo Fizyczne Oddział Gdański,
ul. Wita Stwosza 57, 80-952 Gdańsk, tel./fax (58) 341 87 00, e-mail: ZjazdPTF@iftia9.univ.gda.pl

KONTO BANKOWE

Oddział Gdański PTF, PKO BP SA, nr 79 10201811 1022701451

Rejestracja on-line: <http://iftia9.univ.gda.pl/~zjazdptf>

Na życzenie będzie można otrzymać formularz zgłoszeniowy zwykłą pocztą

RADA REDAKCYJNA

Andrzej K. Wróblewski (przewodniczący), Jerzy Czerwonko, Marek Demiański, Zofia Gołąb-Meyer, Stanisław K. Hoffmann, Franciszek Kaczmarek, Józef Szudy

REDAKTOR HONOROWY

Adam Sobiczewski

KOMITET REDAKCYJNY

Jerzy Gronkowski (redaktor naczelny), Mirosław Łukaszczyk, Magdalena Staszal, Barbara Wojtowicz

Adres Redakcji:

ul. Hoża 69, 00-681 Warszawa, e-mail: postepy@fuw.edu.pl, Internet: www.fuw.edu.pl/~postepy

KORRESPONDENCI ODDZIAŁÓW PTF

Maciej Piętka (Białystok), Jerzy J. Wysłocki (Częstochowa), Stanisław Zachara (Gdańsk), Roman Bukowski (Gliwice), Krystian Roleder (Katowice), Małgorzata Wysocka-Kunisz (Kielce), Jacek Bieroń (Kraków), Elżbieta Jartych (Lublin), Urszula Garuska (Łódź), Ewa Pawelec (Opole), Ryszard Czajka (Poznań), Małgorzata Klisowska (Rzeszów), Małgorzata Kuzio (Słupsk), Janusz Typek (Szczecin), Józefina Turło (Toruń), Aleksandra Miłosz (Warszawa), Bernard Jancewicz (Wrocław), Justyna Jankiewicz (Zielona Góra)

SPIS TREŚCI

J. Zakrzewski – Na 50-lecie odkrycia hiperjader	....	51
M.G. Edmunds – Pochodzenie pierwiastków życia	..	60
Granty KBN z fizyki: XXII i XXIII konkurs	.....	65
V.L. Telegdi – Enrico Fermi w Ameryce	.....	69
A. Kiejna – Stanisław Loria: zarys działalności naukowej	.....	77
ZE ZJAZDÓW I KONFERENCJI	.....	83
RECENZJE	.....	84
NOWI PROFESOROWIE	.....	86
KRONIKA	.....	87

POLSKIE TOWARZYSTWO FIZYCZNE

ZARZĄD GŁÓWNY

Maciej Kolwas (prezes), Katarzyna Chałasińska-Macukow i Reinhard Kulesa (wiceprezesi), Aleksandra Kopystyńska (sekretarz generalny), Marek Kowalski (skarbnik), Andrzej Bielski, Stanisław Chwirot, Jan Gaj, Bernard Jancewicz, Mirosław Trociuk i Jerzy Warczewski (członkowie)

Adres Zarządu:

ul. Hoża 69, 00-681 Warszawa, tel./fax: (22) 6212668, e-mail: ptf@fuw.edu.pl, Internet: ptf.fuw.edu.pl

PRZEWODNICZĄCY ODDZIAŁÓW PTF

Andrzej Maziewski (Białystok), Stefan Kruszczyński (Bydgoszcz), Stanisław Tkaczyk (Częstochowa), Eugeniusz Czuchaj (Gdańsk), Andrzej Klimasek (Gliwice), Karol Kołodziej (Katowice), Janusz Braziewicz (Kielce), Reinhard Kulesa (Kraków), Stanisław Hałas (Lublin), Bogusław Broda (Łódź), Ryszard Pietrzak (Opole), Andrzej Dobek (Poznań), Aleksander B. Szymański (Rzeszów), Henryk Wrembel (Słupsk), Adam Bechler (Szczecin), Andrzej Bielski (Toruń), Jacek Baranowski (Warszawa), Adam Kiejna (Wrocław), Andrzej Więckowski (Zielona Góra)

REDAKTORZY NACZELNI INNYCH CZASOPISM

WYDAWANYCH POD EGIDĄ PTF

Jerzy Prochorow – Acta Physica Polonica A, Andrzej Staszewski – Acta Physica Polonica B, Andrzej Jamiołkowski – Reports on Mathematical Physics, Marek Kordos – Delta, Zofia Gołąb-Meyer – Foton, Adam Smólski – Fizyka w Szkole

Czasopismo ukazuje się od 1949 r.

Wydawca: Polskie Towarzystwo Fizyczne

Zeszyt dofinansowany przez Komitet Badań Naukowych

Wydano pod patronatem Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego

Skład komputerowy w redakcji

Opracowanie okładki: Amm Studio, tel.: (22) 6689990, e-mail: amm@amm.com.pl, Internet: www.amm.com.pl

Druk i oprawa: „UNI-DRUK”, Warszawa, ul. Buńczuk 7b

ISSN 0032-5430

Drodzy Czytelnicy!

W poprzednim zeszycie, pierwszym w tegorocznym tomie, unowocześniliśmy formę graficzną Postępów i wprowadziliśmy reklamy firm dostarczających aparaturę fizyczną, wydawnictw publikujących książki z dziedziny fizyki itp. Jednocześnie dążymy do uatrakcyjnienia treści czasopisma, wprowadzając coraz więcej aktualnych doniesień środowiskowych i naukowych z życia fizyków w kraju i za granicą. Liczymy, że w ten sposób uda nam się poszerzyć krąg odbiorców. Zachęcamy wszystkich Państwa do współtworzenia Postępów, tak byśmy mogli dalej wzbogacać ich pięćdziesięciokilkuletni dorobek w upowszechnianiu wiedzy fizycznej. Prosimy o przysyłanie do redakcji wszelkiego rodzaju materiałów – doniesień o nowościach naukowych z polskich i zagranicznych laboratoriów, informacji o zorganizowanych imprezach, opinii na tematy związane z życiem środowiska fizyków, listów polemicznych – wszystkiego, co mogłoby zainteresować jak najszersze grono naszych Czytelników.

W tym zeszycie zamieszczamy m.in. artykuł prof. Janusza Zakrzewskiego poświęcony 50-leciu odkrycia hiperjader przez Mariana Danysza i Jerzego Pniewskiego oraz aktualnemu stanowi badań w tej dziedzinie. Było to jedno z najważniejszych osiągnięć polskiej nauki po II wojnie światowej. W dniach 5–17 maja br. czynna będzie w Pałacu Kazimierzowskim Uniwersytetu Warszawskiego wystawa poświęcona odkrywcom hiperjader. Z pewnością warto ją obejrzeć. Szczególnie zachęcamy także do lektury ciekawego artykułu Mike'a Edmundsa o pochodzeniu pierwiastków życia – w uporządkowany sposób podaje on wiadomości o nukleosynthese, które zdobywa się wprawdzie na kursach fizyki jądrowej i astrofizyki, ale o których potem się zwykle zapomina.

Jerzy Gronkowski

Na okładce:

Mgławica planetarna Shapley-1 (patrz artykuł na s. 60); © 1995–2002, Anglo-Australian Observatory, fot. David Malin.



Nowy statut

Nadzwyczajne Zebranie Delegatów PTF na posiedzeniu, które odbyło się 22 lutego 2003 r. na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, uchwaliło jednolity tekst nowego statutu Polskiego Towarzystwa Fizycznego. Historia prac nad nowelizacją naszego statutu sięga Zjazdu katowickiego. W wyniku wielokrotnych zmian (ostatnie zostały uchwalone na Zjeździe w Białymstoku) statut stał się prawem zbyt przeregulowanym, drobiazgowo opisującym aktywność organów i władz PTF. Nie tylko w moim odczuciu, ale również w gronie Komisji Legislacyjnej tak szczegółowe przepisy, zrozumiałe w dawnej rzeczywistości politycznej, stały się balastem, hamującym w wielu przypadkach aktywność Towarzystwa. Tak narodziła się inicjatywa głębokiej przebudowy statutu. Zbiegło się to z pracami prowadzonymi przez tzw. Komisję Trzech (profesorowie Bogdan Cichocki, Wojciech Gawlik, Stanisław Hałas), która opracowała na zlecenie Zarządu Głównego raport o drogach naprawy PTF. Wnioski w nim zawarte były zbieżne z formułowanymi w Komisji Legislacyjnej. W efekcie Zjazd toruński uznał konieczność stworzenia nowego statutu i powołał w tym celu Komisję Nadzwyczajną (profesorowie Bogdan Cichocki, Krzysztof Fiałkowski, Wiesław A. Kamiński).

Podstawą prac podjętych przez Komisję Nadzwyczajną był autorski projekt W.A. Kamińskiego. W szerokich konsultacjach, w trakcie kilku posiedzeń, w tym specjalnych posiedzeń Prezydium Zarządu Głównego PTF i posiedzeń plenarnych ZG PTF (w Krakowie i w Katowicach), wypracowano i uzgodniono nowe regulacje i przepisy. Wspomnę, iż do mnie, jako przewodniczącego Komisji Nadzwyczajnej, w formie listów tradycyjnych lub elektronicznych zgłoszono ponad 80 obszernych lub bardziej szczegółowych propozycji od członków indywidualnych PTF oraz w imieniu niektórych Oddziałów. Wszystkie te propozycje były szczegółowo analizowane w gronie Komisji Nadzwyczajnej i na forum Zarządu Głównego, gdzie z wielkim zaangażowaniem prace nad nowymi propozycjami koordynowała pani Aleksandra Kopystyńska, sekretarz generalny PTF. Były również komentowane i dyskutowane na stronie WWW Komisji Legislacyjnej (<http://neuron.umcs.lublin.pl/ptf>). W ten sposób w ciągu roku i czterech miesięcy powstał tekst nowego statutu PTF, przyjęty na Nadzwyczajnym Zebraniu zdecydowaną większością głosów (przeciw przyjęciu jednolitego tekstu nowego statutu głosowało tylko 3 delegatów).

Podstawowe przesłanki, które tworzyły ramy nowego prawa Towarzystwa, można zawrzeć w kilku punktach.

1. Zrezygnowano z nadregulacji prawnych, charakterystycznych dla obecnie obowiązującego statutu. Podstawą systemu prawnego powinno być regulowanie tylko tych kwestii, których wymaga prawo o stowarzyszeniach i dobro Towarzystwa. Dewiza, iż to jest dopuszczalne, co nie jest przez prawo zakazane,

przyświecała Komisji Nadzwyczajnej na wszystkich etapach formułowania nowych przepisów. Nie ma bowiem powodów wyliczania wszelkich uprawnień i procedur. Taki sposób formułowania przepisów wprowadza tylko niepotrzebne ograniczenia, krępujące aktywność i członków, i organów oraz władz Towarzystwa, a nawet zachęca do bezczynności, gdyż łatwo wówczas argumentować, iż „brakuje odpowiedniego paragrafu” do podjęcia określonych działań. Gros przepisów odnoszących się do terenowych struktur PTF, szczegółowych zadań władz, procedur podejmowania decyzji czy wyborów powinny zawierać właściwe regulaminy (Oddziału PTF, Zarządu Głównego, Głównej Komisji Rewizyjnej, Sądu Koleżeńskiego, Komisji Wyborczej PTF).

2. Wprowadzono wybory bezpośrednie do wszystkich władz i organów PTF. Nowe przepisy umożliwiają przeprowadzanie takich wyborów z użyciem tradycyjnej lub elektronicznej poczty. Po zgłoszeniu kandydatur przez 3 członków zwyczajnych PTF wybory będą dotyczyły prezesa, sekretarza generalnego, skarbnika PTF oraz wszystkich pozostałych członków ZG, Głównej Komisji Rewizyjnej oraz Sądu Koleżeńskiego PTF. W razie braku rozstrzygnięcia (uzyskania przez kandydata poparcia niższego niż ponadpięćdziesięcioprocentowe) przeprowadzana będzie II tura wyborów, w których wystarczy zwykła większość. Forma pocztowo-elektroniczna może być również stosowana przy wyborach w oddziałach PTF (duże oddziały, umożliwienie uczestnictwa w wyborach członkom zamiejscowym, przebywającym za granicą itp.), o ile z takim wnioskiem wystąpi do ZG PTF zarząd oddziału. Nowe przepisy wyborcze należą do najważniejszych regulacji, o dalekosiężnych konsekwencjach. Przede wszystkim mogą zaowocować większą integracją środowiska fizyków polskich. Możliwość wpływu każdego z członków PTF na kształt władz zachęca również do własnej aktywności. Poza tym wprowadza niezbędny element konkurencji przy obsadzaniu funkcji; powoduje, że w okresie nominacyjnym członkowie poznają poglądy i zamierzenia kandydatów. Władze przestają być anonimowe, znane tylko wąskiemu kręgowi delegatów.

3. Integracji sprzyja również przepis umożliwiający uczestnictwo każdego członka PTF w Zebraniach Delegatów PTF (z głosem doradczym).

4. Ciągłość realizacji zadań Zarządu Głównego i przygotowanie do działalności w zarządzie nowej kadencji zapewnia uczestnictwo w zebraniach ZG PTF i jego prezydium elektów: prezesa, sekretarza generalnego i skarbnika PTF. Od chwili wyboru do objęcia funkcji z początkiem kadencji rozpoczynającej się 1 stycznia te kluczowe dla realizacji zadań Towarzystwa osoby będą uczestniczyć z głosem doradczym w bieżących pracach odpowiednich władz.

5. Statut umacnia, określając jednocześnie dokładnie zakres zadań, pozycję sekretarza generalnego i skarbnika PTF poprzez wprowadzenie ich bezpośredniego wy-

(dokończenie na stronie 85)

Na 50-lecie odkrycia hiperjader*

Janusz Zakrzewski

Instytut Fizyki Doświadczalnej, Uniwersytet Warszawski

The fiftieth anniversary of the hypernucleus discovery

Abstract: After a brief personal introduction the discovery of the first hypernucleus, i.e. a nuclear fragment with a Λ hyperon bound in it, is reminded. The history of the first double hypernucleus with two bound Λ hyperons observed in nuclear emulsion is also presented and the confirming event recorded in a hybrid emulsion-counter experiment is described. The first purely counter experiment on double hypernuclei is discussed.

Pamięci Mariana Danysza i Jerzego Pniewskiego

1. Wstęp

Zacznę od kilku uwag natury osobistej. Fizyką hiperjądrową przestałem się zajmować wiele lat temu (ostatnią moją pracą poświęconą hiperjądom była publikacja współautorska (z Jerzym Pniewskim i in.) pt. „The identified $\Lambda\Lambda$ hypernuclei and the predicted H particle” [1]). Poniekąd formalnym zamknięciem mojej działalności w tej dziedzinie był udział w konferencji w Krakowie w 1992 r., zatytułowanej „Strangeness in Nuclei” [2], gdzie zaproszono mnie do wygłoszenia podsumowania obrad. Podczas wykładu wykonano niezwykle zdjęcie prelegenta z wyświetloną na ekranie podobizną Jerzego Pniewskiego w tle (rys. 1). Fotografia ta ma dla mnie charakter swego rodzaju symbolu: wszak znaczną część mego życia naukowego poświęciłem badaniu hiperjader we współpracy z Jerzym Pniewskim. Współpraca trwała niemal do jego śmierci w 1989 r., śmierci kładącej praktycznie kres doświadczalnej fizyce hiperjądrowej w Warszawie.

Podsumowanie konferencji krakowskiej zakończyłem słowami (tłumacząc z angielskiego): „Przez wiele lat fizyka hiperjądrowa stanowiła domenę warszawskich fizyków wielkich energii. Z satysfakcją stwierdzam, że pałeczkę przejęli obecnie fizycy jądrowi z Krakowa. Życzę im szczęścia i wiele przyjemności. Fizyka hiperjądrowa nadal pozostaje polską specjalnością!”.

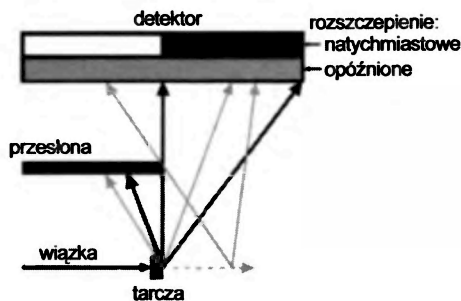
Podówczas grupa krakowska (L. Jarczyk, B. Kamys, St. Kistryn, K. Pysz, Z. Rudy, A. Strzałkowski) podjęła ciekawy problem pomiaru przekroju czynnego $\sigma_{\Lambda\Lambda}$ na produkcję ciężkich hiperjader oraz czasu życia $\tau_{\Lambda\Lambda}$ hiperonu Λ w takich hiperjadrach, posługując się tzw. metodą cieniową, pozwalającą wydzielić sygnał – rozszczepienie opóźnione zasilające obszar „zacieniony” – od o kilka rzędów wielkości wyższego tła



Rys. 1. Fotografia autora z podobizną Jerzego Pniewskiego w tle.

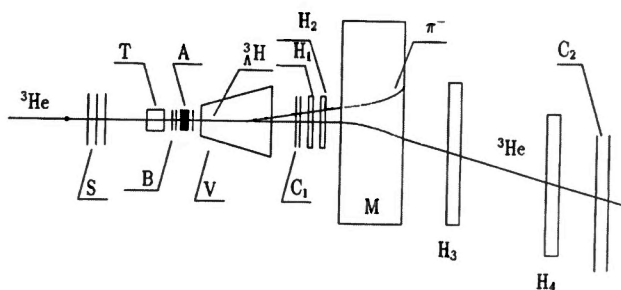
*Odczyt wygłoszony 10 października 2002 r. w Krakowie, na Konwersatorium Oddziału Krakowskiego PTF.

rozpadów jader w procesie szybkiego rozszczepienia zasilającego obszar „jasny” (rys. 2). Hiperjadra produkowano w zderzeniach protonów o energiach 1,0 GeV, 1,5 GeV oraz 1,9 GeV (z akceleratora COSY w Jülich) z jądrami tarcz z uranu i bizmutu. Powstające ciężkie hiperjadra, wylatujące z tarczy i ulegające opóźnionemu rozszczepieniu wywołanemu przez niemezonowy rozpad hiperonu Λ , rejestrowano przy użyciu wielodrurowych komór proporcjonalnych [3,4] (nie omawiam tu bliżej tych interesujących prac sądząc, że powinny być one przedmiotem odrębnej publikacji napisanej dla *Postępów Fizyki* przez członków grupy krakowskiej).



Rys. 2. Szkic aparatury detekcyjnej do pomiaru opóźnionego rozszczepienia metodą cieniową [3].

Fizycy krakowscy (J. Bartke) interesują się też możliwością badania czterofermionowego oddziaływania słabego $\Lambda N \rightarrow NN$ w rozpadach hiperjader tworzonych w zderzeniach z jądrami relatywistycznych jonów z Nuklotronu w Zjednoczonym Instytucie Badań Jądrowych w Dubnej (w projekcie tym uczestniczył też zmarły niedawno – 25 września 2000 r. – warszawski fizyk Andrzej Filipkowski) [5,6]. Proponowanym przez nich układem doświadczalnym byłby zaadaptowany do tego celu spektrometr SPHERE, użyty wcześniej do badania rozpadów lekkich hiperjader (rys. 3). Składał się on z tarczy (T) naświetlanej wiązką jonów, komory rozpadowej (V), zestawu liczników promieniotworzenia Czerenkowa (B, C₁, C₂), komór proporcjonalnych (H₁₋₄) oraz magnesu odchylającego (M). Układ ten pozwalał identyfikować rozpad relatywistycznych hiperjader zachodzące na dużych odległościach (kilkadziesiąt cm) za tarczą [6].



Rys. 3. Szkic spektrometru SPHERE [6].

Choć więc nie prowadzę już badań nad hiperjadrami, nadal śledzę z zainteresowaniem i sympatią najważniejsze wydarzenia zachodzące w fizyce hiperjądrowej. W ostatnich latach takim wydarzeniem były dla mnie obserwacje nowych przypadków produkcji i rozpadu hiperjader podwójnych, tj. struktur jądrowych zawierających dwa związane hiperony Λ . Po krótkim wstępie historycznym opiszę nieco bardziej szczegółowo wyniki eksperymentów potwierdzających istnienie takich hiperjader, odkrytych w Warszawie przed 40 laty.

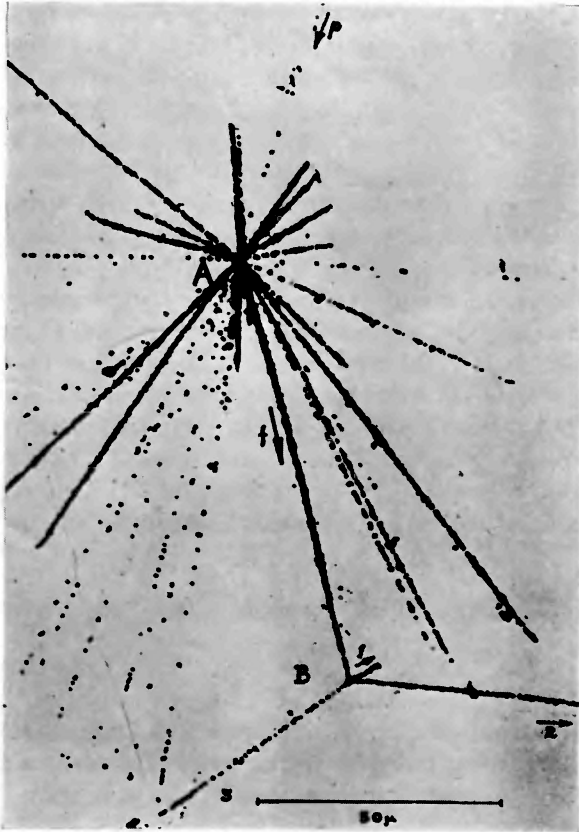
2. Pierwsze przypadki

Przypomnijmy wpieryw znaną historię odkrycia pierwszego hiperjadra przez Mariana Danysza i Jerzego Pniewskiego (rys. 4). Pod koniec 1952 r., przeglą-



Rys. 4. Odkrywcy hiperjader, ok. 1972 r.: Jerzy Pniewski (1913–89) i Marian Danysz (1909–83).

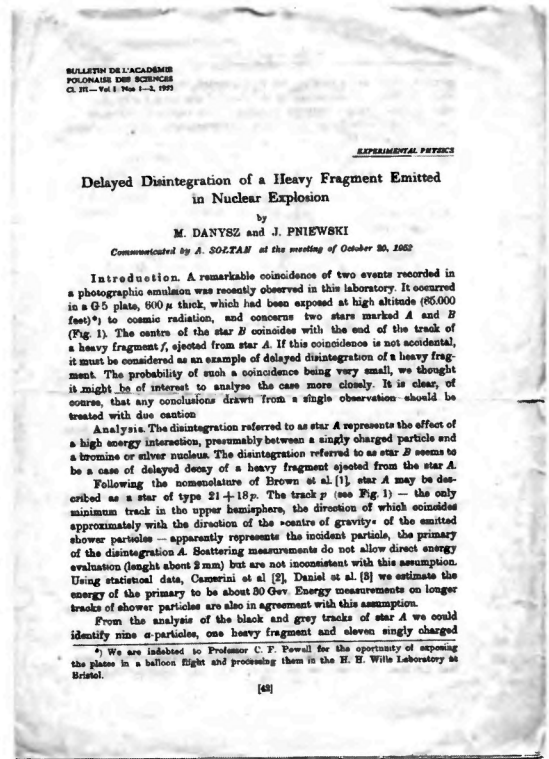
dając pod mikroskopem przywieziona z Bristolu (Marian Danysz przebywał dłuższy czas na Uniwersytecie w Bristolu u prof. Cecila Powella, laureata Nagrody Nobla z fizyki w 1950 r. za odkrycie mezonu π) emulsję naświetloną w locie balonowym przez promieniowanie kosmiczne, Danysz zaobserwował zaskakujący przypadek: dwie „gwiazdy” połączone grubym torem (rys. 5). Wraz z Pniewskim przystąpili do jego analizy, proponując wkrótce interpretację, zgodnie z którą – używając języka współczesnego – hiperon Λ wytworzony w zderzeniu cząstki promieniowania kosmicznego z ciężkim jądrem emulsji (gwiazda A) ulega związaniu we fragmencie jądrowym znaczącym swój ślad w emulsji jako gruby tor (f). Fragment ten jest nietrwały i rozpada się niemezonowo w oddziaływaniu słabym, co zostało zarejestrowane w postaci drugiej gwiazdy (B) (Czytelnika zainteresowanego rozwojem fizyki hiperjądrowej odsyłam do artykułu w *Postę-*



Rys. 5. Mikrofotografia pierwszego hiperjądra opublikowana w *Phil. Mag.* 44, 348 (1953) (kopia z odbitki archiwalnej przechowywanej przez J.Z.; podobnie na rys. 6–8).

pach [12] napisanego z okazji 40. rocznicy fizyki hiperjądrowej, gdzie znajdzie on odnośniki do licznych wcześniejszych prac i artykułów przeglądowych). Odkrycie to zostało opublikowane w 1953 r. w *Bulletin de l'Académie Polonaise des Sciences* [7] (z datą zgłoszenia 20 października 1952 r.), a następnie w *Philosophical Magazine* [8] (z datą zgłoszenia 15 grudnia 1952 r.) (rys. 6)¹.

Pierwsze hiperjądro podwójne zostało odkryte w 1962 r. w Warszawie w ramach badań prowadzonych przy użyciu emulsji jądrowych przez Europejską Współpracę K z udziałem ośrodka warszawskiego [9,10] (rys. 7)². Podczas przeglądu emulsji naświetlonych w Europejskim Ośrodku Badań Jądrowych CERN w Genewie wiązką mezonów K^- o energii 1,5 GeV/c, prowadzonego w ramach Europejskiej Współpracy K obejmującej m.in. ośrodek warszaw-



Rys. 6. Pierwsze strony publikacji: [7] (u góry) i [8] (u dołu).

¹ Chociaż więc obserwacji dokonano jesienią 1952 r., jako datę odkrycia traktuję raczej rok publikacji obu prac (1953 r.), zwłaszcza w *Phil. Mag.*, prestiżowym czasopiśmie o szerokim zasięgu międzynarodowym (stanowisko to jest, być może, dyskusyjne).

² Publikacje donoszące o odkryciu hiperjądra podwójnego ukazały się w 1963 r. (po złożeniu do druku w tym samym roku). Zgodnie z przyjętą tu zasadą, za datę odkrycia należałoby przyjąć rok 1963, mimo że obserwacji dokonano pod koniec 1962 r., dziesięć lat po zaobserwowaniu pierwszego hiperjądra (pojedynczego).

OBSERVATION OF A DOUBLE HYPERFRAGMENT

M. Danyś, K. Garbowski, J. Pniewski, T. Pniewski, and J. Zakrzewski
 Institute of Experimental Physics, University of Warsaw, Warsaw, Poland
 and Institute for Nuclear Research, Warsaw, Poland

and

E. R. Fletcher
 H. H. Wills Physics Laboratory, University of Bristol, Bristol, England

and

J. Lemonne, P. Renard,* and J. Sacton
 Université Libre de Bruxelles, Bruxelles, Belgium

and

W. T. Tomer†
 CERN, Geneva, Switzerland

and

D. O'Sullivan, T. P. Shah, and A. Thompson
 Institute for Advanced Studies, Dublin, Ireland

and

P. Allen, Sr.,‡ M. Heeran, and A. Montwill
 University College, Dublin, Ireland

and

J. E. Allen, M. J. Beniston,§ D. H. Davis, and D. A. Garbutt
 University College, London, England

and

V. A. Bull, R. C. Kumar, and P. V. March
 Westfield College, London, England
 (Received 2 April 1963)

During a systematic scan for interactions of 1.3- and 1.5-GeV/c K^- mesons in emulsions irradiated in the separated K^- meson beam at CERN,¹ an event has been found which is interpreted as the production and subsequent mesonic cascade decay of a double hyperfragment. A photomicrograph and explanatory schematic drawing of the event are given in Fig. 1. A Ξ^- hyperon (track 1) emitted from the interaction of a K^- meson of momentum 1.5 GeV/c (star A) comes to rest and is absorbed at B. A double hyperfragment (track 6) and another charged particle (track 8) are observed to come from star B. The double hyperfragment decays at C into a π^+ meson (track 7), a singly charged particle (track 8), and an ordinary hyperfragment (track 9). This hyperfragment decays at D into a π^- meson (track 10) and three other charged particles (tracks 11, 12, and 13). The results of the measurements of the angles of emission and ranges

of all the charged particles involved in these processes are summarized in Table I. All reasonable interpretations of this event, other than that of a Ξ^- hyperon capture at B leading to the emission of a double hyperfragment, have been considered and discarded.²

The ordinary hyperfragment was analyzed using only the kinematics of its decay, whereas the possible identities and decay schemes of the double hyperfragment were assigned from a study of both the production and decay processes. In particular, the Coulomb barrier argument was used to establish the fact that the Ξ^- hyperon capture occurred on a light nucleus (C, N, O) of the emulsion. The final results of this analysis are summarized in Table II.

From a comparison of the binding energy $B_{\Lambda\Lambda}$ of the two Λ^0 hyperons in double hyperfragments with B_{Λ} for ordinary hyperfragments, one can expect to obtain information not only on the

G-510 1-4

29

3/63

Phys. Rev. Lett. 11, 1 (1963) 121-132; © North-Holland Publishing Co., Amsterdam
 Not to be reproduced by photostat or microfilm without written permission from the publisher

THE IDENTIFICATION OF A DOUBLE HYPERFRAGMENT

M. DANYŚ, K. GARBOWSKA, J. PNIEWSKI, T. PNIEWSKI and J. ZAKRZEWSKI
 Institute of Experimental Physics, University of Warsaw and Institute for Nuclear Research, Warsaw

E. R. FLETCHER

H. H. Wills Physics Laboratory, University of Bristol

J. LEMONNE, P. RENARD† and J. SACTON
 Université Libre de Bruxelles

W. T. TOMER‡

CERN, Geneva

D. O'SULLIVAN, T. P. SHAH and A. THOMPSON
 Institute for Advanced Studies, Dublin

P. ALLEN, Sr., M. HEERAN and A. MONTWILL
 University College, Dublin

J. E. ALLEN, M. J. BENISTON§, D. H. DAVIS and D. A. GARBUTT
 University College, London

V. A. BULL, R. C. KUMAR and P. V. MARCH
 Westfield College, London

Received 17 June 1963

Abstract: The detailed analysis is presented of an event which is interpreted as the mesonic cascade decay of a double hyperfragment produced by the capture of a Ξ^- hyperon on a light emission nucleus. The most likely interpretations of the double hyperfragment are those in terms of either $\Lambda\Lambda\text{Be}^+$ or $\Lambda\Lambda\text{Be}^0$.

1. Introduction

In the interactions of K^- mesons of sufficiently high energy with nuclei, Ξ^- hyperons may sometimes be produced. When a Ξ^- hyperon is brought to rest, it will interact with a nucleus to produce two Λ^0 hyperons according to the reaction

$$\Xi^- + p \rightarrow \Lambda^0 + \Lambda^0 + 28.5 \text{ MeV.} \quad (1)$$

Since the energy release in such an interaction is small, the two Λ^0 hyperons may easily become bound to form two ordinary hyperfragments or a double hyperfragment, i.e., a nuclear structure containing two bound Λ^0 hyperons¹. The study of double hy-

¹ Chercheur agréé à l'Institut Interuniversitaire des Sciences Nucleaires, Belgique.

² Supported by the British Emulsion Committee.

³ Now at University College, London.

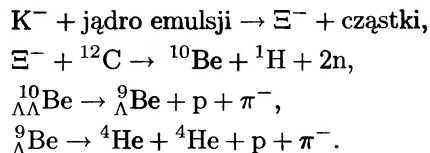
⁴ Now at the Enrico Fermi Institute for Nuclear Studies, Chicago.

Rys. 7. Pierwsze strony publikacji: [9] (u góry) i [10] (u dołu).

ski, zaobserwowano w Warszawie niezwykle przypadek o bardzo skomplikowanej strukturze (rys. 8). Z gwiaz-

dy A wywołanej oddziaływaniem mezonu K^- z jądrem emulsji wybiegał tor cząstki pojedynczo naładowanej (tor 1), dochodzący do nałożonych na siebie w objętości $30 \mu\text{m}^3$ kilku gwiazd B, C, D. Spośród torów wybiegających z tego kłębowiska dwa pochodziły od mezonów π^- (tor 7 i 10). Przypadek ten zinterpretowano jako kaskadowy rozpad hiperjadra podwójnego z kolejną emisją mezonów π^- z gwiazd C, D, spowodowanego wychwytem hiperonu Ξ^- w gwieździe B, wytworzonego w oddziaływaniu mezonu K^- w gwieździe A.

Szczegółowa analiza przypadku doprowadziła do wniosku, że mamy tu do czynienia z wytworzeniem podwójnego hiperberylu-10, ${}_{\Lambda\Lambda}^{10}\text{Be}$ (interpretacja przypadku jako ${}_{\Lambda\Lambda}^{11}\text{Be}$, hiperberylu-11, była mniej prawdopodobna), rozpadającego się z emisją mezonu π^- na pojedynczy hiperberyl-9, ${}_{\Lambda}^9\text{Be}$, który następnie rozpada się – ponownie z emisją mezonu π^- – na dwie cząstki α (tory 11 i 12) oraz proton (tor 12). Cały ciąg zdarzeń można zatem zapisać w następujący sposób:

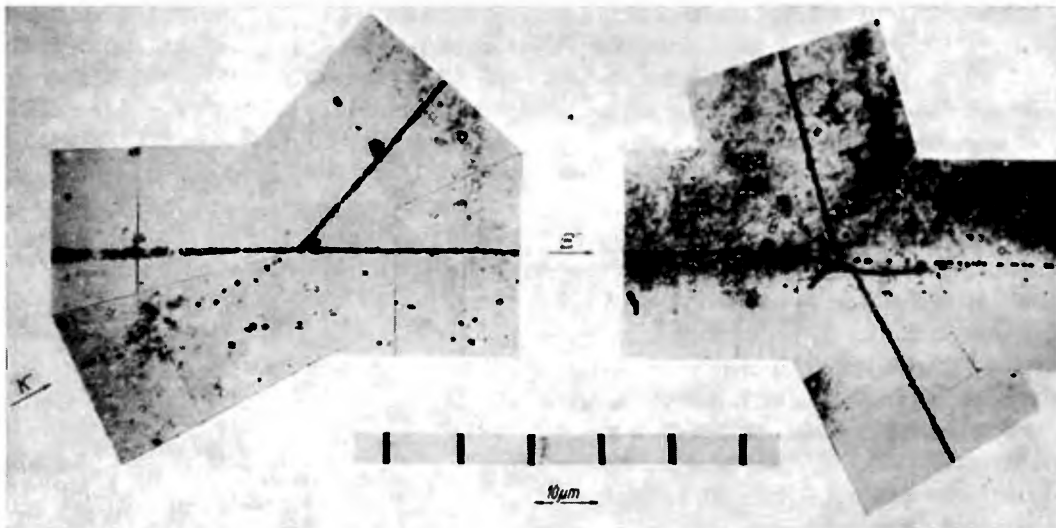


Dzięki temu, że rozpady obu hiperjader mają charakter mezonowy, można je jednoznacznie zidentyfikować oraz wyznaczyć energię wiązania obu hiperonów Λ w dwulambdowym hiperberylu-10: $B_{\Lambda\Lambda} = (17,7 \pm 0,4) \text{ MeV}$. Znając energię wiązania jednolambdowego hiperberylu-9, $B_{\Lambda} = (6,71 \pm 0,04) \text{ MeV}$, można stąd dalej obliczyć przyczynk $\Delta B_{\Lambda\Lambda}$ do energii wiązania pochodzący od wzajemnego oddziaływania dwóch hiperonów Λ , którego nie da się wyznaczyć w inny sposób. Otrzymana dodatnia wartość (bez dodatkowych założeń co do możliwych jądrowych stanów wzbudzonych) $\Delta B_{\Lambda\Lambda} = (4,3 \pm 0,4) \text{ MeV}$ świadczy o tym, że oddziaływanie między dwoma hiperonami Λ ma charakter przyciągający.

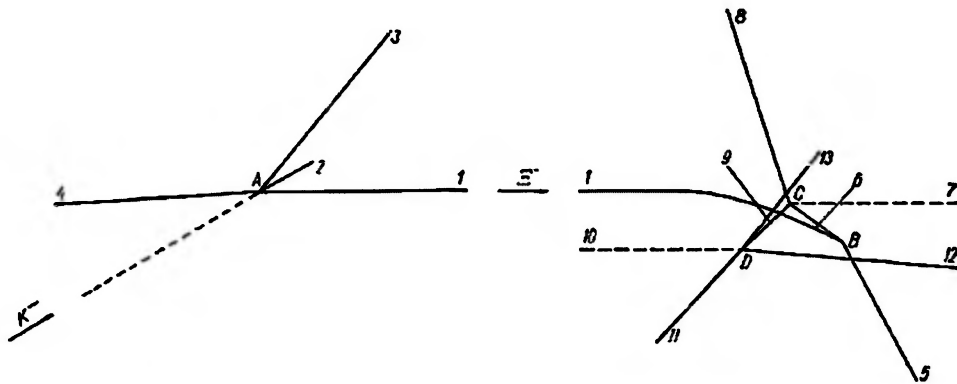
Dodajmy, że emulsję jądrową zawierającą przypadek hiperjadra podwójnego przedstawiono w marcu 1963 r. na pierwszej międzynarodowej konferencji hiperjądrowej w St. Cergue (Szwajcaria) do obejrzenia pod mikroskopem przez jej uczestników. Po konferencji emulsja została przekazana współpracownikom z Europejskiej Współpracy K do Bristolu i Brukseli, gdzie przeprowadzono dalsze badania tego przypadku (fotografia wykonana wówczas na Uniwersytecie Brukselskim została po raz pierwszy opublikowana w *Postęпах Fizyki* [12]).

Na Uniwersytecie w Bristolu emulsję fotograficzną zawierającą przypadek poddano specjalnej procedurze, pozwalającej wykonać serię mikrofotografii ujawniających dokładniej jego szczegóły³ (rys. 9) [12]. Obserwacje te w pełni potwierdziły interpretację warszawską.

³ Zastosowaną procedurę opisałem w artykule „Hiperjadra: czterdzieści lat później”, opublikowanym w *Postęпах Fizyki* [12]. Warto dodać, że choć wspomniane tu badania przeprowadzono na Uniwersytecie w Bristolu w 1963 r., to ich wyniki opublikowano dopiero w 1989 r. [1].

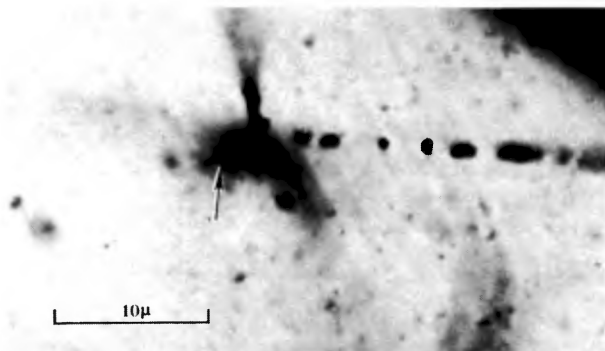


(a)



(b)

Rys. 8. Mikrofotografia (a) oraz szkic (b) produkcji i rozpadu pierwszego hiperjadra podwójnego opublikowana w *Nucl. Phys.* **49**, 121 (1963).



Rys. 9. Jedna z serii mikrofotografii wykonanych w latach 60. na Uniwersytecie w Bristolu, opublikowana w *Proc. Roy. Soc. Lond. A* **426**, 1 (1989). Widać na niej mezonon π^- (tor 7) i proton (tor 8) z rozpadu hiperjadra podwójnego. Strzałka wskazuje na ziarno należące do mezononu π^- wyemitowanego w rozpadzie hiperjadra pojedynczego (tor 10 o nachyleniu 63°).

Dalsze, intensywne poszukiwania przez Europejską Współpracę K przypadków hiperjader podwójnych rozpadających się mezonowo nie zostały uwiecznione powodzeniem. Dopiero po kilku latach, w 1966 r., opublikowano [11] informację o drugim przypadku hiperjadra podwójnego rozpadającego się kaskadowo z emisją dwóch mezonów π^- , zinterpretowanego jako ${}_{\Lambda\Lambda}^6\text{He}$, dla którego $\Delta B_{\Lambda\Lambda} = (4,7 \pm 0,4)$ MeV.

Interpretacja obu przypadków jako hiperjader podwójnych została zakwestionowana pod koniec lat 70. w związku z wysunięciem przez R.J. Jaffego (1977 r.) sugestii istnienia nietrwałego dibarionu – cząstki H, złożonej z trzech par kwarków u, d oraz s. Masa cząstki H, m_H , wiąże się z masą hiperonu Λ zależnością $m_H = 2m_\Lambda - B_H(\Lambda\Lambda)/c^2$, gdzie ostatni symbol oznacza energię wiązania dwóch hiperonów Λ w cząstce H. Gdyby hipotetyczna cząstka H była dostatecznie lekka, np. gdyby $B_H(\Lambda\Lambda) > 20$ MeV, to dwa hiperony Λ

mogłyby – w obecności nukleonów, jak w przypadku hiperjadra podwójnego – ulec przejściu w cząstkę H: $\Lambda + \Lambda + N \rightarrow H + N$ w oddziaływaniu silnym.

Gdyby np. wartość $B_H(\Lambda\Lambda)$ przewyższała energię wiązania dwóch hiperonów Λ w ${}^6_{\Lambda\Lambda}\text{He}$, to możliwy byłby wówczas rozpad ${}^6_{\Lambda\Lambda}\text{He} \rightarrow {}^4\text{He} + H$. Proces ten zachowuje dziwność, zachodziłby więc za pośrednictwem oddziaływania silnego w czasie 10^{-23} s, całkowicie dominując nad rozpadem hiperjadra spowodowanym przez słabe procesy: $\Lambda \rightarrow N + \pi$, $\Lambda + N \rightarrow N + N$, zachodzące w czasie rzędu 10^{-10} s. Hiperjądro podwójne nie mogłoby więc być zaobserwowane.

Z tych względów przeprowadzono krytyczną analizę danych dotyczących pierwszych przypadków hiperjader podwójnych [1]. Jak już wspomniałem, całość przeprowadzonej analizy w zupełności potwierdziła interpretację przypadku warszawskiego.

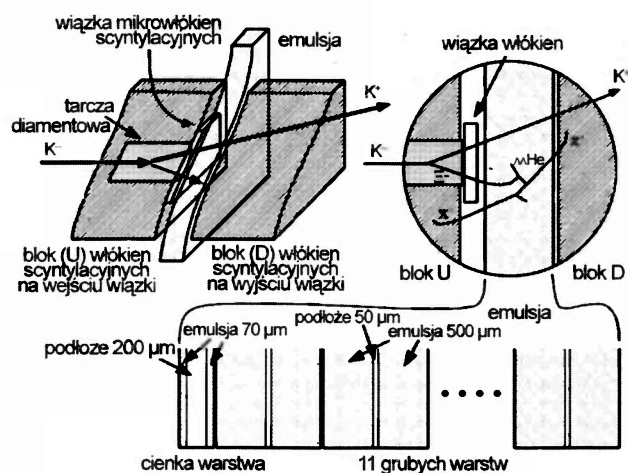
Na temat drugiego przypadku nie udało nam się uzyskać dodatkowych informacji.

3. Hiperjądra podwójne – dziś

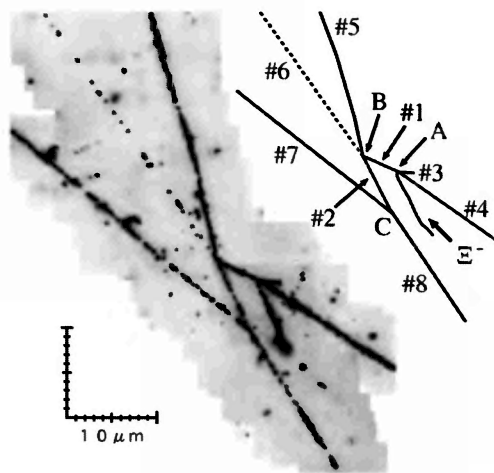
Pierwszy hybrydowy eksperyment emulsyjno-licznikowy – uwieńczony sukcesem – przeprowadzono w 1991 r. w Tokio przy synchrotronie protonowym KEK (pisałem o tym w [12]). Dzięki użyciu techniki liczników elektronicznych zidentyfikowano mezony K^+ powstające w reakcji (K^-, K^+) mezonów K^- (o pędzie $1,66 \text{ GeV}/c$) z jądrami emulsji, śledząc je aż do wierzchołka reakcji. Tory powstające w takich reakcjach, które mogły być spowodowane przez hiperony Ξ^- , śledzono aż do ich końca. Najważniejszym wynikiem tego eksperymentu była obserwacja następnego hiperjadra podwójnego. Przypadek ten, o bardzo skomplikowanej strukturze, nie został jednoznacznie zidentyfikowany: mógł on być przykładem utworzenia hiperjadra podwójnego ${}^{10}_{\Lambda\Lambda}\text{Be}$ lub ${}^{13}_{\Lambda\Lambda}\text{Be}$.

Dopiero w 2001 r. zaobserwowano w Tokio przypadek (nazwany NAGARA), jednoznacznie zidentyfikowany jako mezonowy rozpad hiperjadra podwójnego ${}^6_{\Lambda\Lambda}\text{He}$. Hybrydowy eksperyment emulsyjno-licznikowy (z wykorzystaniem włókien scyntylacyjnych) przeprowadzono przy użyciu synchrotronu protonowego KEK, stosując wiązkę mezonów K^- o pędzie $1,66 \text{ GeV}/c$ [13]. Rysunek 10 ilustruje schematycznie układ doświadczalny z tarczą i detektorem rozpadów hiperjader. Reakcje (K^-, K^+) zachodzące w tarczy diamentowej były znaczone (ang. tagged) przez układ spektrometryczny. Powstające w takich reakcjach hiperony Ξ^- zatrzymywały się w emulsji jądrowej (typu Fuji ET-7C). Miejsca i kąty wejścia do emulsji hiperonów Ξ^- rejestrowano przy użyciu detektora złożonego z wiązek scyntylacyjnych mikrowłókien, umieszczonego między tarczą diamentową a blokiem emulsji. Po obu stronach tego układu znajdowały się dwa bloki (U, D) z takich włókien. Tory hiperonów Ξ^- śledzono w emulsji za pomocą układu automatycznego (Automatic Track Scanning System). Blok emulsji składał

się z cienkiej emulsji ($70 \mu\text{m}$) nałożonej na obie strony błonki z akrylu o grubości $200 \mu\text{m}$, za którą znajdowało się 11 grubych warstw emulsji ($500 \mu\text{m}$) po obu stronach błonki cienkiej ($50 \mu\text{m}$). Mikrofotografia oraz schematyczny szkic przypadku NAGARA pokazane są na rys. 11. Hiperon Ξ^- zatrzymuje się i podlega wychwytowi jądrowemu w punkcie A, prowadzącemu do emisji trzech cząstek (tory 1, 3 i 4). Jedna z nich rozpada się w punkcie B z emisją mezonu π^- (tor 6) oraz dwóch innych cząstek naładowanych (tory 2 i 5), z których kolejna (tor 2) rozpada się w punkcie C na dwie cząstki naładowane (tory 7 i 8).

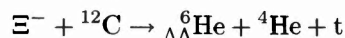


Rys. 10. Schemat układu doświadczalnego.



Rys. 11. Mikrofotografia i schematyczny szkic przypadku NAGARA (opis w tekście).

Szczegółowa analiza kinematyczna procesów wykazała [13], że hiperjądro podwójne ${}^6_{\Lambda\Lambda}\text{He}$ powstało w wyniku wychwytu hiperonu Ξ^- w spoczynku przez jądro ${}^{12}\text{C}$ w emulsji (punkt A)



i rozpadło się mezonowo (punkt B) zgodnie ze schema-

tem (rys. 4)



Cząstkę dającą tor 2 przypisano hiperjadrze ${}^5_{\Lambda}\text{He}$ rozpadającemu się niemezonowo w punkcie C. Trzeba podkreślić, że w tych procesach żaden produkt reakcji nie ma znanych (czy oczekiwanych) jądrowych stanów wzbudzonych.

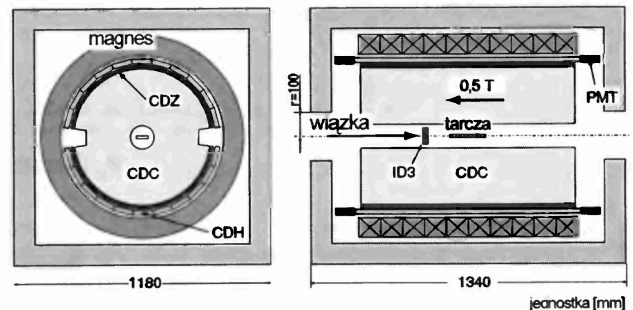
Pomiary dały następujące wartości dla energii wiązania dwóch hiperonów Λ oraz ich energii oddziaływania: $B_{\Lambda\Lambda} = (7,25 \pm 0,19^{+0,18}_{-0,11})$ MeV oraz $\Delta B_{\Lambda\Lambda} = (1,01 \pm 0,20^{+0,18}_{-0,11})$ MeV, gdzie pierwsza wartość niepewności to błąd systematyczny. Tak jak dla przypadku warszawskiego, stwierdzono, że oddziaływanie $\Lambda\Lambda$ jest przyciągające, choć energia oddziaływania ma nieco mniejszą wartość. Różnicę w porównaniu z wartością $\Delta B_{\Lambda\Lambda}$ zmierzoną w tym pierwszym przypadku można wyjaśnić przyjmując, że rozpad hiperjadra podwójnego ${}^{10}_{\Lambda\Lambda}\text{Be}$ nastąpił do wzbudzonego stanu jądrowego ${}^9_{\Lambda\Lambda}\text{Be}$ o energii ok. 3 MeV. Prowadzi to do wartości $\Delta B_{\Lambda\Lambda} \approx 1,3$ MeV, zgodnej z wynikiem dla ${}^6_{\Lambda\Lambda}\text{He}$. Natomiast ogromna rozbieżność między wartością $\Delta B_{\Lambda\Lambda}$ zmierzoną dla przypadku NAGARA i dla domniemanego przypadku ${}^6_{\Lambda\Lambda}\text{He}$ opublikowanego w 1966 r. potwierdza od dawna wysuwane wątpliwości co do jego autentyczności. Bezsponna obserwacja ${}^6_{\Lambda\Lambda}\text{He}$ rozwiewa ostatecznie wątpliwości na temat istnienia hiperjader podwójnych związane z hipotetyczną cząstką H.

Omawianych wyżej obserwacji dokonano w eksperymentach czysto emulsyjnych bądź emulsyjno-licznikowych. Ostatnio (2001 r.) zostały też opublikowane wyniki pierwszego eksperymentu czysto elektronicznego z sugestią obserwacji hiperjader podwójnych ${}^4_{\Lambda\Lambda}\text{H}$ [14]. Opiszę go nieco dokładniej ze względu na interesującą technikę eksperymentu, mimo że wyniki oraz ich interpretacja mogą budzić wątpliwości.

Badania przeprowadzono w Brookhaven National Laboratory przy synchrotronie o zmiennym gradientcie (AGS). Pomysł eksperymentu nazwanego E906 polegał na obserwacji pary mezonów π^- pochodzących z poszukiwanych kaskadowych rozpadów hipotetycznych hiperjader podwójnych powstających w reakcji (K^-, K^+) . Za pomocą spektrometru analizowano padający mezon K^- i wychodzący mezon K^+ . Reakcja (K^-, K^+) zaczyna się od zamiany protonu w jądrze tarczy berylowej na hiperon Ξ^- , który z kolei zamienia się na dwa hiperony Λ w wyniku oddziaływania z protonem jądra, w którym powstał, bądź jądra sąsiedniego. Jeśli oba hiperony Λ ulegną związaniu w jednym fragmencie jądrowym, to utworzy się hiperjądro podwójne, przy związaniu zaś w dwóch różnych fragmentach – dwa hiperjądra pojedyncze.

Mezony π^- z rozpadu kaskadowego śledzono w walcowym układzie detektorów (Cylindrical De-

tector System, CDS) składającym się z walcowych komór dryfowych otoczonych azymutalnie rozdrobionym (podzielonym) hodoskopem scyntylacyjnym. Układ ten, z tarczą berylową w środku, znajdował się w solenoidalnym polu magnetycznym o indukcji 0,5 T, skierowanym przeciwnie do kierunku wiązki. Komory dryfowe składały się z 12 warstw dwóch różnych rodzajów: warstw osiowych o drutach czułych równoległych do osi wiązki oraz warstw o drutach nachylonych do osi pod kątami $3,4^\circ$ – $5,8^\circ$ (tzw. warstwy stereo). W takim układzie składową poprzeczną pędu cząstki naładowanej można było wyznaczyć z krzywizny jej toru (w płaszczyźnie poprzecznej). Składową podłużną (wzdłuż osi wiązki) otrzymywano z informacji pochodzącej z warstw stereo. Oba te pomiary razem pozwalały wyznaczyć całkowity pęd cząstki z dokładnością ok. 4 MeV/c (oraz jej ładunek z krzywizny toru). Wyznaczenie masy umożliwiał hodoskop, służący zarówno do wyzwalania układu, jak i do pomiaru czasu przelotu cząstki.



Rys. 12. Schematyczne przekroje aparatury CDS z przodu (lewy) i z boku (prawy). ID3, CDC i CDZ oznaczają komory dryfowe, PMT – fotopowielacz, a CDH – hodoskop scyntylacyjny.

Podczas naświetlenia (1998 r.) skałkowany po czasie strumień mezonów K^- (o pędzie 1,8 GeV/c) zgromadzonych na tarczy wynosił $0,9 \cdot 10^{12}$, co prowadziło do $1,1 \cdot 10^5$ sygnałów wyzwolenia układu. Do poddanych analizie danych należały przypadki, w których produkcja hiperonu Ξ^- nastąpiła w koincydencji z rejestracją w detektorze CDS dwóch torów cząstek naładowanych ujemnie (mezonów π^-), emitowanych z obszaru tarczy nie większego niż 2 cm (przy dokładności wyznaczania wierzchołka $0,3$ cm)⁴. Uzyskane w ten sposób skorelowane pary mezonów π^- porządkowano ze względu na ich pęd, oznaczając te o większym pędzie symbolem π_H^- , a o pędzie mniejszym – π_L^- (odrzucono mezony π^- emitowane pod kątem biegunowym mniejszym niż 60° jako pochodzące niemal zawsze z rozpadów szybkich hiperonów Ξ^-).

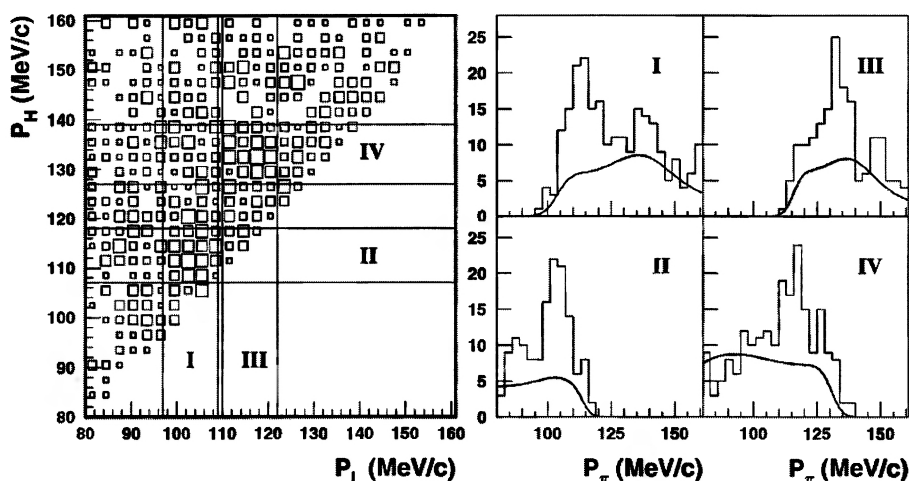
Pary mezonów π^- powstające w tarczy mogą pochodzić nie tylko z kaskadowych rozpadów mezono-

⁴ Naświetlana tarcza berylowa była duża, o następujących rozmiarach: wysokość 1,27 cm, szerokość 5,08 cm i grubość 15,24 cm. Prowadzi to do znacznych niepewności w ocenie zarówno położenia punktów emisji mezonów π , jak i strat ich energii przy przechodzeniu przez tarczę, być może przewyższających oszacowania podane przez autorów.

wych hiperjader podwójnych, lecz także z rozpadów dwóch hiperjader pojedynczych bądź z rozpadów hiperonów Ξ^- . Te ostatnie w ok. 60% przypadków zachodzą wg schematu $\Xi^- \rightarrow \Lambda + \pi^- \rightarrow (p + \pi^-) + \pi^- = p + \pi^- + \pi^-$. Przeprowadzenie symulacji tego procesu umożliwiło ocenę wielkości i kształtu tła par mezonów π^- stąd pochodzących.

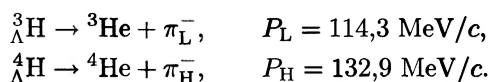
Pędy P_H , P_L par mezonów π_H^- , π_L^- odłożono wzdłuż osi y, x w postaci rozkładu punktowego (ang. scatter plot) oraz jako rozkłady zrzutowane na te osi

(histogramy) (rys. 13). W rozkładach tych powinno wystąpić maksimum w przypadku rozpadów dwuciałowych hiperjader w spoczynku. Skorelowany sygnał w obu rozkładach autorzy interpretują jako rozpad pary hiperjader pojedynczych, jeśli wartości pędów P_H , P_L odpowiadają rozpadom znanych hiperjader. Natomiast sygnał taki traktowany jest jako możliwa oznaka utworzenia hiperjadera podwójnego, jeśli tylko jedno maksimum można przypisać znanemu rozpadowi hiperjadera pojedynczego.



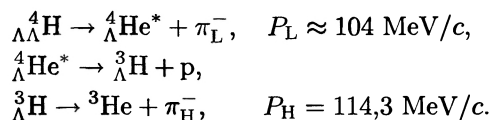
Rys. 13. Zależność pędu P_H (mezonu π_H) od pędu P_L (mezonu π_L) w postaci rozkładu punktowego (na lewo) oraz histogramów względem pędu P_π dla nagromadzenia przypadków (na prawo). Histogramy I, II odpowiadają nagromadzeniu przypadków w pobliżu $(P_L, P_H) = (104, 114)$ MeV/c, a III, IV – w pobliżu $(114, 133)$ MeV/c. Obszar pierwszy autorzy przypisują rozpadom hiperjadera podwójnego $\Lambda\Lambda^4\text{H}$, natomiast drugi – parom hiperjader pojedynczych ${}^4_\Lambda\text{H}$ i ${}^4_\Lambda\text{H}$ (patrz tekst).

Autorzy dopatrują się dwóch obszarów koncentracji punktów na płaszczyźnie (P_H, P_L) : jednego w pobliżu $(114, 104)$, drugiego – przy $(133, 114)$ (rys. 13). Obszar pierwszy przypisują rozpadom hiperjadera podwójnego $\Lambda\Lambda^4\text{H}$, natomiast drugi – parom hiperjader pojedynczych



(tak obfita produkcja par hiperjader $({}^3_\Lambda\text{H}, {}^4_\Lambda\text{H})$ byłaby dość zaskakująca: dlaczego nie obserwuje się podobnej obfitości par $({}^4_\Lambda\text{H}, {}^4_\Lambda\text{H})$?). W obszarze pierwszym występuje szerokie maksimum przy większym pędzie $(114 \text{ MeV}/c)$ oraz skorelowane z nim węższe maksimum przy mniejszym pędzie $(104 \text{ MeV}/c)$. To węższe maksimum nie znajduje wyjaśnienia w znanych z literatury rozpadach hiperjader pojedynczych. Autorzy uważają, że korelacja maksimum węższego z maksimum szerszym stanowi dowód na występowanie w danych doświadczeniach rozpadu hiperjadera podwójnego $\Lambda\Lambda^4\text{H}$. Poszerzenie w pobliżu $114 \text{ MeV}/c$ wskazywałoby na więcej niż jeden wkład do tego

widma, natomiast maksimum przy $104 \text{ MeV}/c$ – na jeden szczególny typ rozpadu hiperjadera podwójnego. Autorzy postulują więc rozpad kaskadowy hiperjadera podwójnego $\Lambda\Lambda^4\text{H}$ zachodzący przez hipotetyczny stan wzbudzony ${}^4_\Lambda\text{He}^*$



Stanu wzbudzonego ${}^4_\Lambda\text{He}^*$ i jego rozpadu (jak wyżej) nie obserwowano dotychczas doświadczalnie (fizykom jądrowym nie jest znany stan wzbudzony ${}^3\text{He}$). Choć autorzy przytaczają argumenty mające uprawdopodobnić tę interpretację [14], istnienie takiego stanu wzbudzonego może budzić wątpliwości. Sygnały z innych rozważanych schematów rozpadów są tak małe, że praktycznie nie występują w zebranych danych. Zauważmy ponadto, że w niniejszym eksperymencie nie można było wyznaczyć z rozsądną dokładnością energii oddziaływania $\Lambda\Lambda$ w hiperjadrze podwójnym $\Lambda\Lambda^4\text{H}$ (tj. $\Delta B_{\Lambda\Lambda}$).

Autorzy proponują następujący model produkcji hiperjadera podwójnego ${}_{\Lambda\Lambda}^4\text{H}$ w tarczy berylowej. Zakładają, że jądro ${}^9\text{Be}$ składa się z pary cząstek α (tzn. jądra ${}^8\text{Be}$), utrzymywanych razem przez słabo związany neutron: ${}^9\text{Be} \equiv (\alpha\alpha n)$. Padający hiperon Ξ^- oddziałuje z jedną z cząstek α , przy czym druga cząstka α i neutron pozostają zasadniczo tylko „widzami” (ang. spectators) procesu. Wskutek tego następuje wybitcie neutronu z uderzonego jądra ${}^4\text{He}$ oraz zamiana jednego z protonów na dwa hiperony Λ . Jeśli oba hiperony Λ ulegną związaniu w jednym fragmencie jądrowym, tworząc hiperjądro podwójne, to będzie nim z większym prawdopodobieństwem ${}_{\Lambda\Lambda}^4\text{H}$ niż ${}_{\Lambda\Lambda}^5\text{H}$ (wartość Q reakcji, nawet jeśli hiperon Ξ^- oddziałuje w spoczynku, jest prawdopodobnie zbyt duża na to, by następowała obfita produkcja hiperjadera ${}_{\Lambda\Lambda}^5\text{H}$). Oczywiście w wychwytach jądrowych hiperonów Ξ^- mogą powstawać też cięższe hiperjądra, lecz ich liczba będzie w obecnym eksperymencie niewykrywalna.

Po uwzględnieniu tła i poprawek na wydajność oraz akceptancję detektora CDS autorzy szacują, że ich dane zawierają ok. 400 przypadków ${}_{\Lambda\Lambda}^4\text{H}$ (czyli ok. 0,0048 na quasi-swobodną produkcję hiperonów Ξ^-). Być może dopiero dalsze badania prowadzone podobną

techniką uprawdopodobnią uzyskane w tej pracy wyniki oraz ich interpretację.

Literatura

- [1] R.H. Dalitz, D.H. Davis, P.H. Fowler, A. Montwill, J. Pniewski, J.A. Zakrzewski, *Proc. Roy. Soc. Lond. A* **426**, 1 (1989).
- [2] J.A. Zakrzewski, *Proceedings of the Workshop on Strangeness in Nuclei, Cracow, Poland, 5–8 May 1992* (World Scientific, 1993), s. 253.
- [3] B. Kamys i in., *Eur. Phys. J. A* **11**, 1 (2001).
- [4] P. Kulesa i in., *Phys. Lett.* **B427**, 403 (1998).
- [5] J. Bartke i in., *J. Phys. G: Nucl. Part. Phys.* **25**, 429 (1999).
- [6] J. Bartke i in., *International Workshop on Relativistic Nuclear Physics: from Hundreds of MeV to TeV, Varna, Bulgaria, 10–17 Sept. 2001* (zostanie opublikowane w *Proceedings JINR*, Dubna).
- [7] M. Danysz, J. Pniewski, *Bull. Acad. Pol. Sci.* **III** **1**, 42 (1953).
- [8] M. Danysz, J. Pniewski, *Phil. Mag.* **44**, 348 (1953).
- [9] M. Danysz i in., *Phys. Rev. Lett.* **11**, 29 (1963).
- [10] M. Danysz i in., *Nucl. Phys.* **49**, 121 (1963).
- [11] D.J. Prowse, *Phys. Rev. Lett.* **17**, 782 (1966).
- [12] J.A. Zakrzewski, *Postępy Fizyki* **44**, 399 (1993).
- [13] H. Takahashi i in., *Phys. Rev. Lett.* **87**, 212502 (2001).
- [14] J.K. Ahn i in., *Phys. Rev. Lett.* **87**, 132504 (2001).



Konwersatorium w Katowicach

W środę 26 marca 2003 r. w Instytucie Fizyki Uniwersytetu Śląskiego odbyło się kolejne konwersatorium Oddziału Katowickiego Polskiego Towarzystwa Fizycznego. Tym razem nie było ono poświęcone zagadnieniom stricte naukowym, ale dotyczyło niezwykle istotnego problemu jakości licealnych podręczników fizyki. Konwersatorium zostało przygotowane we współpracy z koordynatorem zespołu doradców metodycznych fizyki w Katowicach, mgr Barbarą Biskup. O ogromnej potrzebie jego zorganizowania może świadczyć z jednej strony liczba ok. 100 uczestników, w przeważającej większości nauczycieli, a z drugiej wiele pytań i komentarzy poczynionych w najbardziej dyskusyjnej po wystąpieniach zaproszonych gości.

Gośćmi i zarazem prelegentami konwersatorium byli prof. Andrzej Staruszkiewicz z Instytutu Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego i prof. Marek Zrałek z IF UŚI, członkowie Polskiej Akademii Umiejętności. To właśnie z inicjatywy PAU zawiązała się Komisja ds. oceny podręczników, w tym podręczników fizyki, która podjęła się trudu lektury i recenzji siedmiu dopuszczonych przez Ministerstwo i będących już w sprzedaży podręczników fizyki dla liceów. Podczas wystąpień szczegółowo zostały przedstawione argumenty za i przeciw z punktu widzenia merytorycznej i programowej zawartości poszczególnych podręczników. Cztery z nich uzyskały oceny pozytywne, ale zdaniem recenzentów de facto tylko jeden

jest godny polecenia. Pełną treść ocen członków Komisji: prof. Staruszkiewicza, prof. Zrałka i dra Kuczyńskiego z Planetarium Śląskiego, jest dostępna na stronie internetowej www.ptf.agh.edu.pl pod hasłem Sekcja nauczycielska PTF.

Zdaniem Komisji dokonana przez MENIS zmiana procedury recenzowania i przejęcie przez resort inicjatywy powoływania recenzentów powinna pozytywnie wpłynąć na jakość podręczników szkolnych i zarazem wykluczyć możliwość stosowania przez wydawców niewłaściwych zabiegów o ich wydanie.

Jak zwykle, czas przewidziany na konwersatorium nie pozwolił na przedyskutowanie wszystkich nurtujących dziś nauczycieli problemów i kłopotów. Na pierwszy plan wysunęła się przede wszystkim kwestia rozdźwięku między zawartością programu nauczania fizyki a liczbą godzin przewidzianą do jego realizacji.

Czy powinno się odbyć kolejne konwersatorium poświęcone kwestiom podręczników i jakości nauczania fizyki przyszłych studentów? W świetle niepozbowionych pesymizmu wypowiedzi nauczycieli oraz z powodu coraz bardziej malejącego zainteresowania abiturientów studium przedmiotów ścisłych (to zjawisko jest już powszechne w Europie!) – z pewnością tak. I taka też była końcowa konkluzja przewodniczącego Oddziału Katowickiego PTF, prof. Karola Kołodzieja, prowadzącego to niewątpliwie interesujące i bardzo potrzebne konwersatorium.

Krystian Roleder

Pochodzenie pierwiastków życia*

M.G. Edmunds

Wydział Fizyki i Astronomii, Uniwersytet Walijski w Cardiff, Wielka Brytania

The origin of the elements of life

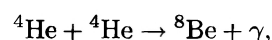
1. Wstęp

Okolo 10% ciężaru naszego ciała to wodór. Proste, jednoprotoneowe jądro wodoru nie zmieniło się od chwili utworzenia podczas Wielkiego Wybuchu, ok. 14 miliardów lat temu. Jednak 60% ciężaru człowieka to tlen, 20% to węgiel i 3–5% to azot – pierwiastki, które wytworzone zostały w reakcjach jądrowych później, już po tym odległym w czasie, dziwnym początku Wszechświata. Spróbuję tutaj opisać, co wiemy o tym, jak i kiedy powstały najważniejsze dla życia pierwiastki. Musimy się przyjrzeć nie tylko reakcjom jądrowym zachodzącym w gwiazdach, ale także mechanizmom, które wyniosły wytworzone jądra do Galaktyki, oraz ewolucji składu materii.

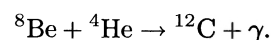
2. Wytwarzanie węgla i tlenu

Tlen jest najcięższym z trójki pierwiastków C–N–O. Jest też tym, którego powstanie jest chyba najlepiej poznane. Większość tlenu we współczesnym Wszechświecie była wytworzona w reakcjach jądrowych tuż przed lub podczas spektakularnych gwiazdowych eksplozji znanych jako supernowe typu II. Wybuchy te powstają pod koniec życia gwiazd przekraczających masę ośmiu (lub więcej) mas Słońca (M_{\odot}). Ilość energii, która przepływa przez gwiazdę, od jej gorącego jądra, gdzie jest wytwarzana w procesach nuklearnych, ku powierzchni, silnie zależy od masy gwiazdy M . W gwiazdzie o $M = 10M_{\odot}$ płynie aż tysiąc razy większy strumień energii niż w Słońcu. Można się spodziewać, że cięższa gwiazda ma proporcjonalnie większe zapasy paliwa jądrowego niż Słońce, zużywa ona jednak wodór z ogromną wydajnością, przemieniając go w hel w dobrze znanym cyklu quasi-katalitycznych reakcji jądrowych, które przedstawimy szczegółowo dalej. W wyniku tego procesu w bardzo krótkim czasie, już po kilku milionach lat, nadchodzą szybkie i nieuniknione zmiany. Gdy paliwo wodorowe wyczerpie się w głębi jądra gwiazdy, gęstość i temperatura jądra wzrastają pod wpływem grawitacyjnego kurczenia się gwiazdy. Gdy względne prędkości jąder pozwalają

im pokonać barierę kulombowskiego odpychania, możliwe staje się zajście kolejnych reakcji. Wydaje się, że najbardziej oczywista jest reakcja

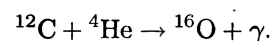


lecz od dawna wiadomo, że ${}^8\text{Be}$ jest nietrwały – rozpada się na dwa jądra helu prawie natychmiast po powstaniu. Tylko wówczas, gdy jakieś jądro helu uderzy w jądro berylu, zanim się ono rozpadnie, może zajść reakcja wytwarzania węgla



Jest to końcowy wynik syntezy trzech cząstek α , reakcji znanej pod nazwą „trójalfowej”. Wydajność, jaką powinna mieć ta reakcja, by wytłumaczyć czas życia pewnych typów gwiazd, doprowadziła w początku lat pięćdziesiątych XX w. sir Freda Hoyle’a (niedawno zmarłego) do wniosku, że musi ona mieć charakter rezonansowy. Rzeczywiście, w szeregu przeprowadzonych później doświadczeń laboratoryjnych znaleziono poziom wzbudzony jądra ${}^{12}\text{C}$, co zainspirowało Willy’ego Fowlera (Nagroda Nobla 1983) do zajmowania się astrofizyką jądrową przez całe życie.

Węgiel może przyłączyć kolejną cząstkę α , przemieniając się w tlen:



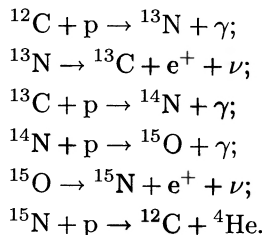
Co dziwne, wydajność tej reakcji jest wciąż dość słabo znana, jak podkreślają Rauscher i Thielemann w niedawno opublikowanym artykule w *Europhysics News* [1]. Problemem jest bardzo mały przekrój czynny przy energiach występujących w gwiazdach. To czyni tę reakcję tak powolną, że jest niemożliwa do zbadania w warunkach laboratoryjnych. W ostatnich 30 latach prowadzono szeroko zakrojone badania w celu pośredniego, przybliżonego pomiaru przekroju czynnego. Wydajność tej reakcji jest ważna dla wyznaczenia względnej zawartości jąder C oraz O wytwarzanych podczas „spalania” helu. Odnośniki do najlepszych obecnie przybliżeń są podane w artykule [2].

* Artykuł, opublikowany w *Europhysics News* 33, zes. 2, s. 41 (2002), został przetłumaczony za zgodą Wydawcy [Translated with permission. Copyright © European Physical Society and EDP Sciences].

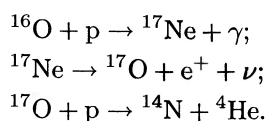
Zużywszy większość helu zawartego w jądrze, gwiazda o dużej masie przechodzi przez cykl „spalania” cięższych paliw jądrowych, dostarczających coraz mniej energii, mimo wzrastającej temperatury i ciśnienia. Wkrótce jądro gwiazdy nie jest już w stanie osiągnąć równowagi ciśnieniowej dostatecznie szybko i ewolucja gwiazdy zmienia się od prawie hydrostatycznej do hydrodynamicznej – gwiazda zapada się pod wpływem grawitacji, podczas gdy temperatura i wydajność reakcji gwałtownie wzrastają. Eksplozja jest wynikiem nagłego „usztynienia” się równania stanu w jądrze gwiazdy w momencie, gdy osiągnięte zostaną gęstości jądrowe, wywołując rozchodzącą się na zewnątrz falę uderzeniową, która jest wspomagana przez ciśnienie strumienia neutrin. Dalsza synteza jądrowa zachodzi podczas przejścia tej fali, prowadząc do rozerwania gwiazdy w wybuchu supernowej typu II. Wzbogacony materiał uciekający na zewnątrz z szybkością dziesiątek tysięcy kilometrów na sekundę dostarcza do materii międzygwiazdowej świeżo zsyntezowany tlen, który w przyszłości wejdzie w skład następnych pokoleń gwiazd i planet. Ale nawet wcześniej, zanim dojdzie do eksplozji, gwiazda utraci znaczną ilość materii w postaci mniej skrajnej – „wiatru” gwiazdowego niosącego cząsteczki o sporej energii. Taki wiatr prawdopodobnie jest dla materii międzygwiazdowej głównym dostarczycielem wytwarzanego w procesie „trójalfowym” węgla, który uniknął dalszego przetworzenia w tlen. Jak wspomniano, za najwydajniejsze źródła węgla i tlenu można uważać gwiazdy o dużej masie ($M > 8M_{\odot}$).

3. Wytwarzanie azotu

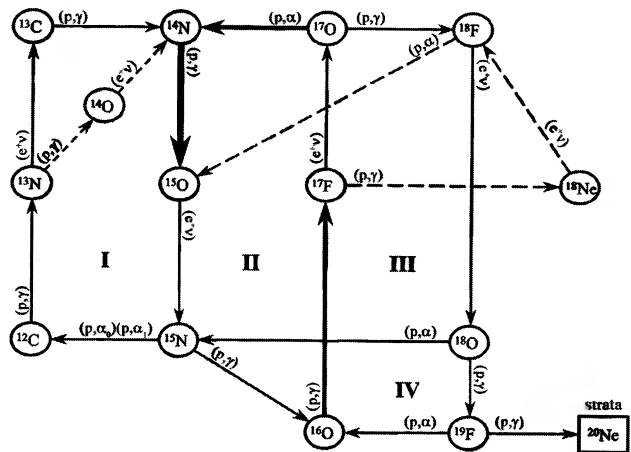
Zajmijmy się obecnie mechanizmem wytwarzania azotu w gwiazdach. Przypomnijmy wspomniany quasi-katalityczny łańcuch reakcji przemieniających wodór w hel. Główną gałąź tego łańcucha składa się z następujących po sobie kolejno wychwyty protonu i rozpadów β . Przypuśćmy, że punktem wyjścia jest najobficiej występujący izotop węgla ^{12}C ; wtedy



Wynikiem netto cyklu jest przemiana czterech protonów w jądro helu. Powstające pozytony szybko anihilują w gęstej plazmie. Istnieje też (dużo wolniejszy) boczny łańcuch przemieniający tlen w ^{14}N :



Reakcja $^{14}\text{N}(\text{p},\gamma)^{15}\text{O}$, występująca w głównym łańcuchu, jest zdecydowanie najpowolniejsza w rozpatrywanym cyklu przemian. Działa ona jak zwężenie ulicy albo raczej jak roboty drogowe powodujące spowolnienie ruchu; wynikiem tego jest wzrost zawartości ^{14}N . Zachodzi właściwie przemiana ^{12}C (szybka) i ^{16}O (wolna) w ^{14}N , chociaż łańcuchy reakcji są „katalityczne” w tym sensie, że suma liczb jąder C, N i O jest zachowana. Naturalnie przyroda działa w nieco bardziej skomplikowany sposób niż tylko przez opisany powyżej pojedynczy „cykl CNO”. Dalsze badania sugerowały istnienie drugiego („bi-cyklu”), trzeciego („tri-cyklu”) i czwartego łańcucha (rys. 1), chociaż dominuje pierwszy z nich.



Rys. 1. Cykle reakcji jądrowych związane ze spalaniem CNO [3].

Zaskakujące jest, że wydajność jednej z reakcji łańcucha głównego, wychwyty $^{17}\text{O}(\text{p},\alpha)^{14}\text{N}$, przez wiele lat była błędnie podawana w literaturze. Ostatnio przeprowadziłem bardzo proste obliczenia ewolucji stosunków ilości pierwiastków w łańcuchach i uwzględniając nowsze dane [4] otrzymałem zbyt dużą wartość stosunku $^{17}\text{O}:^{16}\text{O}$. Z ulgą stwierdziłem, że przyjmowana uprzednio wydajność reakcji była o blisko dwa rzędy wielkości za niska – nowa wartość wydajności (wciąż niepewna!) odpowiednio zmniejsza zawartość ^{17}O . Oczekiwane wartości równowagowe stosunków zawartości pierwiastków i izotopów są funkcją wewnątrzgwiazdowych warunków ciśnienia i temperatury. Przewidywane typowe wartości równowagowe N:O oraz N:C wynoszą odpowiednio 10:1 i 50:1 i znacznie się różnią od występujących w Układzie Słonecznym wartości 1:10 i 1:4. Oznacza to, że chociaż opisane łańcuchy przemian mogą być źródłem naszego azotu, to jedynie część węgla i tlenu występującego we Wszechświecie została wytworzona tą drogą. Interesujące jest także przewidywanie stosunku izotopowego $^{12}\text{C}:^{13}\text{C}$ – cykl CNO prowadzi do wartości od 3:1 do 4:1, dużo mniejszych od znanej dla Układu Słonecznego wartości 90:1, ale małe wartości (od ok. 6:1 do ok.

10:1) rzeczywiście zaobserwowano w atmosferach kilku gwiazd olbrzymów. Materiał przetwarzany w procesie CNO został w nich wymieszany wskutek ruchów konwekcyjnych wewnątrz gwiazdy.

4. Gwiazdy Wolfa-Rayeta

W poprzednich rozdziałach opisaliśmy główne procesy jądrowe. Ustalenie, gdzie one zachodzą albo – ściślej – jaki obszar dominuje w wytwarzaniu konkretnego pierwiastka, wciąż budzi kontrowersje. Gwiazdy o dużej masie z pewnością biorą udział w wytwarzaniu i tlenu, i węgla. Zarówno reakcje „spalania” helu przez wychwyt cząstek α , jak i cykle wychwytu protonu CNO występują przy odpowiednich warunkach wewnątrz gwiazdy w obszarach podobnych do powłok. Pod koniec krótkiego życia masywnych gwiazd bardzo silne wiatry gazowe wychodzące z powierzchni zmniejszają ich masę, odsłaniając wewnętrzne, głębokie warstwy gwiazdy, gdzie widoczne są produkty niedawnych reakcji jądrowych. Wiatry te wynoszą zsyntetyzowany materiał do przestrzeni międzygwiazdowej.

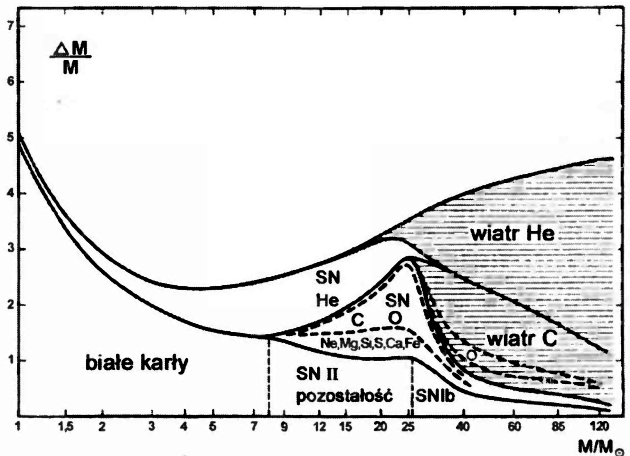
Szczególnie dobrą ilustracją takiego zachowania są tzw. gwiazdy Wolfa-Rayeta (rys. 2), których widma i klasyfikacja wskazują albo na zbyt dużą ilość świeżo wytworzonego węgla (gwiazdy WC), albo na następn



Rys. 2. Gwiazda Wolfa-Rayeta wraz ze swą mgławicą zawierającą gaz z wiatru gwiazdowego, składającego się ze świeżo zsyntetyzowanego węgla i azotu (© 1979–2002, Anglo-Australian Observatory, fot. David Malin).

przetwarzanie węgla w cyklu CNO w azot (gwiazdy WN), przy jednoczesnym bardzo silnym wypływie gazu. Te dosyć rzadko występujące gwiazdy reprezentują krótki okres w życiu masywnych gwiazd. Szczegółowe obliczenia ewolucji gwiazd (np. [5]) potrafią uwzględniać te zmiany i wskazywać, ile nowego węgla, azotu i tlenu wiatr gwiazdowy wynosi do przestrzeni międzygwiazdowej, zanim nastąpi jeszcze bardziej spektakularne uwolnienie materii podczas wybu-

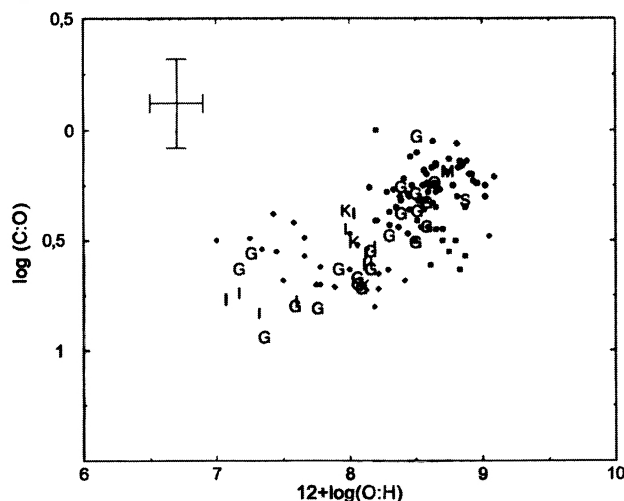
chu supernowej na końcu życia gwiazdy. Ten wyrzut materii jest pokazany na wykresie Andrégo Maedera (rys. 3) sprzed 10 lat, wciąż najlepszym spośród mi znanych. Aby znaleźć obszary, w których dominuje synteza jądrowa typu CNO, wykorzystaliśmy [6] wy-



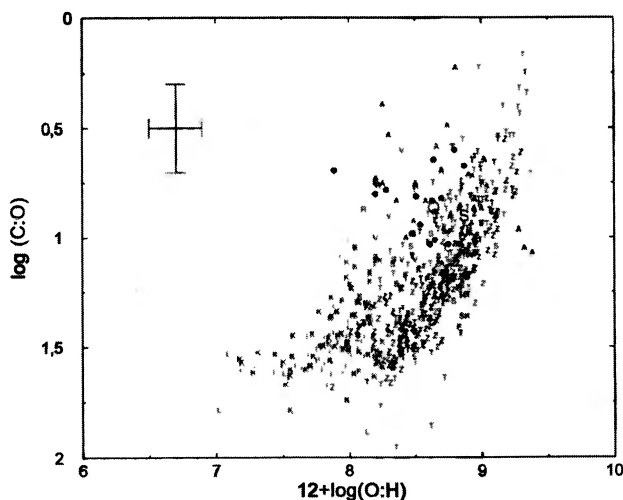
Rys. 3. Wykres zależności według modelu Maedera [4], pokazujący masę (ΔM) świeżo zsyntetyzowanego materiału wyrzucanego z gwiazdy o dużej masie do materii międzygwiazdowej. Oś pionowa pokazuje ułamek wyrzucanej masy gwiazdy (albo jej pozostałości – w dolnej części rysunku); zakresowane pola odpowiadają silnym wiatrom. Obliczenia zakładają, że gwiazdy początkowo miały ten sam skład pierwiastkowy co Słońce; SN – supernowa (typu II lub Ib).

niki takich obliczeń, a także modele ewolucji gwiazd o mniejszej, „pośredniej” ($2-8M_{\odot}$) masie. Gwiazdy mniej masywne mogą też odgrywać ważną rolę, bo chociaż nie mają indywidualnie tak dużego wkładu jak gwiazdy cięższe, to jednak jest ich dużo więcej. Proces tworzenia faworyzuje mniejsze gwiazdy. Powstawanie w nich pierwiastków może być znowu wynikiem produkcji azotu (z zaczynów C albo O) w cyklu CNO i – w ich późniejszym życiu jako gwiazd olbrzymów – reakcji wychwytu cząstek α . Nasza metoda polega na obserwowaniu chemicznego składu bardzo różnych układów – zarówno gwiazd w naszej Galaktyce, jak i gazowych mgławic w różnego rodzaju innych galaktykach. Następnie można narysować dla tych obiektów wykres zależności obserwowanych stosunków zawartości węgla do tlenu (C:O, rys. 4) i azotu do tlenu (N:O, rys. 5) od stosunku tlenu do wodoru (O:H). Warto zauważyć, że teraz rozpowszechnienie pierwiastków wyrażamy przez stosunki liczb, a nie stosunki mas. Stosunek O:H jest dobrym wskaźnikiem procesów tworzenia gwiazdy, jej ewolucji i późniejszej syntezy ciężkich pierwiastków zachodzącej w układzie. Przeważająca część tego tlenu pochodzi z wybuchu masywnych supernowych typu II. Analiza tych wykresów, z uwzględnieniem przewidywań gwiazdowej syntezy jądrowej, umożliwia zupełnie dobre określenie dominujących źródeł pierwiastków. Do obliczeń należy także oczywiście wstawić liczby

określające względne częstości narodzin gwiazd o różnych masach.



Rys. 4. Wykres w skali logarymicznej obserwowanych stosunków zawartości węgla do tlenu (C:O) w funkcji stosunku tlenu do wodoru (O:H) w obłokach gazowych (czyli głównie w materii międzygwiazdowej) w naszej i innych galaktykach, wraz z danymi dla niektórych gwiazd. Szczegóły nazewnictwa i źródeł można znaleźć w pracy [6].



Rys. 5. Analogicznie jak na rys. 4, lecz dla stosunku zawartości azotu do tlenu (N:O). Na rysunkach 4 i 5 punkt odpowiadający Słońcu jest oznaczony literą S. Według nowych, wiarygodnych danych [8], zawartość tlenu w Słońcu zmniejszyła się o ok. 0,2 w skali logarymicznej (na obu wykresach punkt S trzeba odpowiednio przesunąć o 0,2 wzdłuż osi pionowej i poziomej).

5. Produkcja węgla i azotu w gwiazdach

Wykres stosunku C:O sugeruje, że względnie więcej węgla powstaje przy małej zawartości tlenu niż przy większej – w przeciwnym razie układ punktów na rysunku byłby poziomy. Można to powiązać z obserwacją, że wiatry gwiazdowe są bardziej intensywne

w gwiazdach o dużej zawartości tlenu (prawdopodobnie w związku ze szczegółami mechanizmu powstawania wiatru). Ilościowa zgodność z obliczeniami dla dużych gwiazd (np. [5]) sugeruje, że większość węgla dają gwiazdy naprawdę masywne (o masie $8M_{\odot}$ lub większej). Tak jest istotnie, mimo że znane są mniej masywne gwiazdy wykazujące zwiększoną (aż do 100 razy) zawartość węgla w swoich atmosferach. Nadwyżka węgla musi pochodzić z wewnętrznej syntezy jądrowej, ale tzw. gwiazdy węglowe nie dają wkładu do masy węgla międzygwiazdowego. Nazwa „gwiazdy węglowe” jest zresztą myląca, ponieważ w rzeczywistości w porównaniu z wodorem czy helem zawartość węgla jest wciąż niewielka. Gdy jednak stosunek węgla do tlenu w atmosferze gwiazdowej przekroczy wartość 1, widmo gwiazdy zmienia się gwałtownie i bardzo zauważalnie zaczynają w nim teraz dominować widma C_2 oraz innych cząsteczek związków węgla, ponieważ atomy tlenu nie mogą dalej wiązać wszystkich atomów węgla w cząsteczkach tlenku węgla. Wciąż nie wiemy dokładnie, ile węgla gwiazdy masywne lub o mniejszej masie dostarczają do materii międzygwiazdowej w postaci stałej – pary węgla mogą kondensować (w pewnych warunkach) w atmosferach gwiazd. Jest to bardzo ważny problem w badaniach pochodzenia i ewolucji pyłu międzygwiazdowego w galaktykach.

Dla azotu sytuacja jest odwrotna – główny wkład pochodzi od gwiazd o masach pośrednich (szacunkowo $2-6M_{\odot}$). W tym miejscu należy zwrócić uwagę na subtelne różnice w zależności od tego, skąd pochodzi węgiel i tlen przetwarzany w procesie CNO w azot. Jeśli węgiel i tlen napływa do tworzącej się gwiazdy z materii międzygwiazdowej, to powstający azot można nazwać „wtórnym”, ponieważ został wytworzony z już istniejących w gwiazdzie, „zaczynowych” jąder. Elementarne modele ewolucji chemicznej galaktyk przewidują, że wtedy stosunek N:O rośnie liniowo ze wzrostem stosunku O:H. Jeśli gwiazda sama wytwarza węgiel oraz tlen podczas spalania helu i są one następnie przetwarzane w cyklu CNO, to wytwarzany azot nazywany jest „pierwotnym”. W tym przypadku można oczekiwać, że stosunek N:O pozostanie stały przy wzroście stosunku O:H, być może z dokładnością do pewnych niewielkich efektów związanych ze zmianami zawartości pierwiastków w gwiazdach lub wiatrach gwiazdowych. Wygląd wykresu stosunku N:O w funkcji stosunku O:H pokazuje, że azot ma swoje pierwotne źródło przy małej zawartości tlenu, ale przy dużych zawartościach dominuje wtórne źródło. Przy dużych zawartościach tlenu krzywa jest nawet bardziej stroma niż oczekiwany liniowy przebieg, prawdopodobnie w związku z wyżej wspomnianym efektem zawartości pierwiastków wpływającym na całą ewolucję gwiazd.

Matematyczne modele tzw. gwiazd o masie „pośredniej” ($2-8M_{\odot}$) wskazują (np. [7]) na „wydajność” produkcji azotu wystarczająco dużą, by wyjaśnić ob-

serwowane zawartości. Obecność materii, w której C oraz O są przetwarzane w N, można wyraźnie zauważyć w widmach mgławic planetarnych (patrz zdjęcie na okładce)¹. Są one rozżarzonym gazem odrzuconym przez gwiazdy o masie pośredniej po zakończeniu etapu czerwonego olbrzyma, gdy przejdą już do schyłkowej fazy białych karłów. Pozostaje dotąd nierozstrzygniętą kwestią, czy masywne gwiazdy mogą wnosić znaczący wkład do układów o bardzo małej zawartości pierwiastków. Jest to o tyle ważne, że małe zawartości odpowiadają najwcześniejszemu stadium ewolucji galaktyk. Jeśli istotny wkład wnoszą jedynie gwiazdy o masie pośredniej, to wpływ azotu do materii międzygwiazdowej nie nadaża za szybką (trwającą 10^6 lat) dostawą tlenu przez masywne gwiazdy. Stosunek N:O może być wtedy użyty jako rodzaj „wskaźnika wieku” aż do momentu, 10^8 lat później, kiedy zaczyna się produkcja w gwiazdach pośrednich. Ostatnie obliczenia [9] sugerują, że nawet pierwsze pokolenie gwiazd o masie równej $4-8M_{\odot}$ może być w stanie produkować węgiel i następnie przemieniać go w azot bez już wcześniej istniejących ciężkich pierwiastków. Pozostaje zbadać, czy jeszcze bardziej masywne gwiazdy mogą robić to samo i być znaczącym źródłem azotu.

6. Podsumowanie

Przedstawiliśmy obraz, w którym względna ilość tlenu w materii międzygwiazdowej wzrasta w miarę powstawania kolejnych pokoleń gwiazd, a gwiazdy masywne eksplodują jako supernowe typu II. Węgiel jest tworzony głównie w nieco wcześniejszym stadium życia tych gwiazd i uwalniany w postaci silnego wiatru gwiazdowego. Azot pochodzi głównie z gwiazd o pośredniej masie. Z czasem wzrasta ilość azotu w porównaniu z tlenem, podczas gdy względna zawartość węgla powoli się zmniejsza. Ciekawe są spekulacje, w którym momencie tego wzrostu pojawia się wystarczająco dużo materiałów do powstania życia. Najpierw muszą oczywiście zostać osiągnięte warunki niezbędne do utworzenia się trwałych planet. Wedle naszych obecnych (prawdopodobnie dość naiwnych!) poglądów nie-

zbędne do tego są żelazo i krzem. Prawie wszystkie teorie powstawania gwiazd są zgodne co do tego, że pierwsze pokolenie gwiazd zawierało gwiazdy o masie powyżej kilku mas Słońca, a zapewne nawet było przez nie zdominowane. Tak więc podstawowe budulce życia – węgiel, azot i tlen – byłyby obecne w małych ilościach od początkowych kilku milionów lat, od narodzin bardzo wczesnych gwiazd. Składamy się zatem wszyscy z archeologicznych reliktyw reakcji jądrowych, które zachodziły we Wszechświecie od czasu powstawania najwcześniejszych gwiazd do okresu sprzed 4,6 miliarda lat, kiedy powstanie Układu Słonecznego skutecznie odseparowało nas od materii międzygwiazdowej.

Tłumaczył Tomasz Morek

Institut Fizyki Doświadczalnej UW
Warszawa

Literatura

- [1] T. Rauscher, F.-K. Thielemann, *Europhysics News*, nr 6/2001.
- [2] G. Imbriani i in., *Astrophys. J.* **558**, 903 (2001).
- [3] E.G. Adelberger i in., *Rev. Mod. Phys.* **70**, 1265 (1998).
- [4] C. Angulo i in., *Nucl. Phys.* **A656**, 3 (1999); dostępne na str. pntpm.uib.ac.be/nacre.htm.
- [5] A. Maeder, *Astron. Astrophys.* **264**, 105 (1992).
- [6] R. Henry, M.G. Edmunds, J. Köppen, *Astrophys. J.* **541**, 660 (2000).
- [7] L.B. Van den Hoek, M.A.T. Groenewegen, *Astron. Astrophys. Supp.* **123**, 305 (1977).
- [8] C.A. Prieto, D.L. Lambert, M. Asplund, *Astrophys. J.* **556**, L63 (2001).
- [9] A. Chieffi, I. Dominguez, M. Limongi, O. Straniero, *Astrophys. J.* **554**, 1159 (2001).

Lektura uzupełniająca

- C.R. Cowley, *An Introduction to Cosmochemistry* (Cambridge University Press, 1995).
- B.E.J. Pagel, *Nucleosynthesis and the Chemical Evolution of Galaxies* (Cambridge University Press, 1997).
- C.E. Rolfs, W.S. Rodney, *Cauldrons in the Cosmos* (University of Chicago Press, 1988).

¹ Nazwa takich mgławic pochodzi od ich obrazu w dawnych, prymitywnych teleskopach, przypominającego dysk. Gaz tworzący pierścień, wyrzucony jako gwałtowny wiatr gwiazdowy z gwiazdy w środku, często wykazuje zwiększoną zawartość azotu.

Granty KBN z fizyki: XXII i XXIII konkurs

Grants in physics of the State Committee for Scientific Research

Poniżej przedstawiamy listę projektów badawczych (grantów) z fizyki finansowanych przez Komitet Badań Naukowych począwszy od stycznia 2002 r. (XXII konkurs) i od czerwca 2002 r. (XXIII konkurs). Informacje o wynikach poprzednich konkursów podawaliśmy w kolejnych rocznikach *Postępów Fizyki* (patrz *PF* 52, 125 (2001)).

Na XXII konkurs wpłynęło 141 wniosków, w tym 23 tzw. promotorskie (w spisie: P). Przyznano finansowanie 60 wniosków, w tym 16 promotorskich. Oceny projektów dokonał zespół w składzie: profesorowie: Jerzy Zioło (UŚI, przewodniczący), Jerzy Bartke (IFJ), Henryk Figiel (AGH); dr hab. Ryszard Gonczarek (PWr); profesorowie: Kazimierz Grotowski (UJ), Andrzej Holas (IChF PAN), Jan Jadżyn (IFM PAN), Marek Kuś (CFT PAN); dr hab. Maria Lefeld-Sosnowska (UW), dr hab. Barbara Lulek (URz); profesorowie: Stanisław Mrówczyński (IPJ), Andrzej Mycielski (IF PAN); dr hab. Robert Olkiewicz (UWr). Wnioski o koszcie do 20 tys. zł nie były recenzowane.

Na XXIII konkurs wpłynęło 159 wniosków, w tym 34 promotorskie. Przyznano finansowanie 43 wniosków, w tym 13 promotorskich. Oceny projektów dokonał zespół w składzie: prof. Marek Kuś (CFT PAN, przewodniczący), prof. Jerzy Bartke (IFJ); dr hab. Aleksander Bródka (UŚI); profesorowie: Henryk Figiel (AGH), Marek Godlewski (IF PAN); dr hab. Ryszard Gonczarek (PWr); profesorowie: Andrzej Holas (IChF PAN), Jan Jadżyn (IFM PAN), Bogusław Kamys (UJ); dr hab. Barbara Lulek (URz); prof. Stanisław Mrówczyński (IPJ); dr hab. Robert Olkiewicz (UWr); profesorowie: Maria Suszyńska (INTiBS PAN), Maria Szeptycka (IPJ). Wszystkie wnioski (poza promotorskimi) były recenzowane.

Łącznie w 23 dotychczasowych konkursach w Sekcji Fizyki zawarto 1787 umów, czyli średnio w każdym konkursie finansowano prawie 78 projektów.

Lista projektów została opracowana we współpracy z Panią mgr inż. Martą Minorską (Sekcja Fizyki KBN).

Redakcja

XXII konkurs

Kierownik projektu	Tytuł projektu	Liczba wykonawców; czas (w miesiącach); koszt (w zł)
--------------------	----------------	--

METODY MATEMATYCZNE, TEORIA POLA FIZYKA STATYSTYCZNA, ASTROFIZYKA

prof. Jerzy Jurkiewicz (IF UJ)	Od grawitacji kwantowej do grafów przypadkowych	11 35 190 000
prof. Andrzej Biały (IF UJ)	Interferencja kwantowa w układach wielu cząstek	7 35 180 000
dr hab. Jan Cieśliński (IF UwB)	Konstrukcja ścisłych rozwiązań całkowalnych układów ciągłych i dyskretnych metodami geometrycznymi	5 34 106 760
dr Jacek Bieroń (IF UJ)	Obliczenia stałych struktury nadsubtelnej oraz wyznaczanie momentów elektromagnetycznych jąder metodą Diraca-Focka	5 24 20 000

dr hab. Leszek Sirko (IF PAN)	Numeryczne wyznaczenie funkcji autokorelacji w bilardach kwantowych (P)	2 12 16 900
dr Marek Szydłowski (OA UJ)	Równanie stanu dla przyspieszającego Wszechświata	2 12 15 500
mgr Andrzej Rostworowski (IF UJ)	Funkcje falowe mezonów w modelu próżni instantonowej	1 13 12 500

FIZYKA POŚREDNICH I WYSOKICH ENERGII

prof. Agnieszka Zalewska (IFJ)	Opracowanie metod analizy danych z eksperymentu ICARUS do badań oddziaływań i oscylacji neutrin w podziemnym laboratorium w Gran Sasso	12 30 245 000
prof. Kazimierz Bodek (IF UJ)	Poszukiwanie oddziaływań skalarnych i tensorowych – test symetrii względem odwrócenia czasu w rozpadzie swobodnych neutronów	9 35 152 500
prof. Danuta Kiselewska (WFiTJ AGH)	Badanie oddziaływań e-p w eksperymencie ZEUS na akceleratorze HERA	13 23 150 000

dr hab. Marcin Wójcik (IF UJ) Badanie sposobów podwyższenia czułości detektora neutronów słonecznych w eksperymencie BOREXINO	3	34	150 000	w pułapce elektrodynamicznej	11	35	178 100
dr hab. Zbigniew Wąs (IFJ) Precyzyjne przewidywania modeli kwantowej teorii pól i cząstek w akceleratorach wysokich energii	10	23	120 000	dr hab. Ryszard Naskręcki (IF UAM) Analiza liniowych i nieliniowych procesów fizycznych w femtosekundowej spektroskopii dwuimpulsowej (P)	2	23	29 900
dr hab. Aleksander Filip Żarnecki (IFD UW) Badanie głęboko-nieelastycznego rozpraszania elektron-proton i pozyton-proton w eksperymencie ZEUS przy akceleratorze HERA	8	22	115 000	prof. Ryszard Parzyński (IF UAM) Mieszanie atomowych stanów rydbergowskich półcyklowym impulsem elektromagnetycznym (P)	2	21	25 000
prof. Jacek Ciborowski (IFD UW) Exclusive J/PSI Production in Deep Inelastic ep Scattering in the ZEUS Experiment at HERA (P)	2	12	25 600	dr hab. Tadeusz Stacewicz (IFD UW) Badanie absorpcji metodą CRDS (Cavity Ring-Down Spectroscopy) (P)	3	12	19 780
mgr Julia Hoffman (IPJ) Poszukiwanie lekkich neutralnych bozonów Higgsa w modelu dwudubletowym 2HDM, w zderzeniach e^+e^- za pomocą detektora DELPHI	1	10	20 000	mgr Bogdan Damski (IF UJ) Rozpraszanie atomów na stanach wzbudzonych kondensatu Bosego-Einsteina	1	18	19 000
mgr Adam Biernacik (IF UŚI) Produkcja i rozpad kwarków t na przykładzie procesu $e^+e^- \rightarrow b\bar{b}l + b\bar{b}u$	1	11	18 980				
FIZYKA JĄDROWA I FIZYKA PLAZMY				METALE, MAGNETYKI, NADPRZEWODNIKI			
prof. Marta Kicińska-Habior (IFD UW) Badanie emisji promieniowania gamma i cząstek naładowanych w zderzeniach ciężkich jonów przy energii pocisków 5–10 MeV/u	8	36	213 390	prof. Janusz Andrzej Morkowski (IFM PAN) Struktura elektronowa i fotoemisyjne widma rentgenowskie nowych związków międzymetalicznych uranu	4	24	85 000
prof. Adam Sobiczewski (IPJ) Własności ciężkich i superciężkich jąder atomowych	7	35	170 000	dr inż. Marek Cinal (IChF PAN) Wpływ niedoskonałości powierzchni na orientację magnetyzacji w ultracienkich warstwach metali przejściowych	1	23	72 020
dr hab. Adam Maj (IFJ) Egzotyczne kształty jąder atomowych	6	35	124 000	prof. Roman Micnas (IF UAM) Własności nadprzewodzące, magnetyczne i transportowe wąskopasmowych układów elektronowych	7	24	46 800
dr Robert Smolańczuk (IPJ) Teoria syntezy jądrowej	1	35	74 400	prof. Józef Spątek (IF UJ) Własności fizyczne i kwantowe przejścia fazowe w układach silnie skorelowanych elektronów w ramach ścisłej diagonalizacji połączonej z obliczeniami <i>ab initio</i> (P)	2	21	20 000
prof. Janusz Dąbrowski (IPJ) Oddziaływanie hiperonów z jądrami atomowymi a oddziaływanie hiperon-nukleon	3	35	49 000	dr Andrzej Szajek (IFM PAN) Obliczanie z pierwszych zasad własności magnetycznych i widm fotoemisyjnych związków międzymetalicznych U-Sn	1	18	20 000
dr hab. Roman Zagórski (IFPiLM) Numeryczna analiza zjawiska Marfe w tokamakach z limitem	1	22	40 000	dr hab. Ryszard Taranko (IF UMCS) Procesy wymiany ładunku w rozpraszaniu atomów lub jonów na powierzchni metali	4	12	20 000
prof. Henryk Witała (IF UJ) Oddziaływanie sond elektromagnetycznych z układami trzynukleonowymi (P)	2	13	20 000	prof. Ritta Szymczak (IF PAN) Fale spinowe w warstwach manganitowych z nadmiarem manganu (P)	2	11	19 240
dr Waldemar Urban (IFD UW) Badanie deformacji oktopolowej jąder z obszaru neutrono-nadmiarowych lantanowców	2	10	19 987	dr Bogdan Idzikowski (IFM PAN) Własności magnetyczne i transportowe związków RCu_5 ($R = Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb$)	2	13	18 100
prof. Adam Sobiczewski (IPJ) Zdeformowane jądra superciężkie (P)	2	11	19 200	dr hab. Tadeusz Kopeć (INTiBS PAN) Teoria nadprzewodnictwa wysokotemperaturowego: unifikacja nadprzewodnictwa i antyferromagnetyzmu w ramach grupy symetrii $SO(5)$ (P)	2	11	16 000
dr Jan Kurpeta (IFD UW) Badanie nowych, egzotycznych jąder w łańcuchach rozpadu $A = 215, 217$	1	11	17 920				
FIZYKA ATOMOWA I MOLEKULARNA OPTYKA, AKUSTYKA				KRYSZTAŁY MOLEKULARNE I POLIMERY, CIECZE			
prof. Maciej Kolwas (IF PAN) Laserowa diagnostyka pojedynczych mikrocząstek węgla (sadzy) uwieczonych				dr hab. Wojciech Kuczyński (IFM PAN) Mechanizmy spontanicznej polaryzacji elektrycznej w chiralnych ciekłych kryształach	11	36	200 000
				prof. Wojciech Nawroć (IF UAM) Badanie współistnienia i ewolucji stanów nieuporządkowanych w związkach: $Cd_2Nb_2O_7$ typu pirochloru, $CdNb_2O_6$ typu kolumbitu oraz ich modyfikacjach	11	36	190 000

dr hab. Roman Franciszek Świątek (IFM PAN) Spektroskopowe badania uporządkowania ładunkowego w przewodnikach organicznych utworzonych przez BEDT-TTF i molekuly pochodne	5	24	82 000
dr hab. Zbigniew Kisiel (IF PAN) Spektroskopia rotacyjna wybranych cząsteczek i kompleksów międzycząsteczkowych w naddźwiękowej wiązce molekularnej (P)	2	13	24 000
dr Przemysław Kędziora (IFM PAN) Nieliniowa relaksacja dielektryczna w roztworach mezogennych i niemezogennych kwasów karboksylowych	1	12	20 000
dr hab. Wojciech Kuczyński (IFM PAN) Zjawisko przepolaryzowania w chiralnych smektykach badane metodami dielektrycznymi i optycznymi (P)	2	9	20 000
prof. Stanisław Urban (IF UJ) Badania ciśnieniowe smektogenów	3	17	20 000
mgr Tatiana Psurek (IF UŚI) Wpływ ciśnienia na wzmocnienie ruchów translacyjnych nad rotacyjnymi	1	12	19 980
dr Adam Danch (IF UŚI) Faza krystaliczna czynnikiem determinującym dwoistość fazy amorficznej związków wielkocząsteczkowych	1	11	19 955
dr hab. Zbigniew Tylczyński (IF UAM) Wpływ wielkości tetraedrow MeCl ₄ na przejścia fazowe w kryształach z jonem czteroetyloamoniowym (P)	2	20	19 890
mgr inż. Robert Hertmanowski (WFT PP) Organizacja molekularna w warstwach Langmuira i Langmuira–Blodgett utworzonych z pochodnych perylenu i ich mieszanin z ciekłymi kryształami	3	12	19 500
dr hab. inż. Grzegorz Karwasz (IF PAP, Słupsk) Badanie procesów kondensacji wody metodą dryfu jonów (P)	3	18	19 300
dr hab. Aleksander Bródka (IF UŚI) Energia dipolowa w komputerowych symulacjach układów o niepełnej periodyczności przestrzennej (P)	2	9	11 000
dr hab. Wojciech Medycki (IFM PAN) Wykorzystanie techniki spektroskopii ¹ H NMR do badania mechanizmów przemian fazowych w nowych ferroikach	1	12	10 000

PÓŁPRZEWODNIKI I IZOLATORY

dr Andrzej Wysmołek (IFD UW) Magneto-spektroskopia stanów związanych w GaN	9	23	230 000
dr Marek Jaworski (IF PAN) Procesy nieliniowe w fizyce plazmy i fazy skondensowanej	7	36	155 000
dr hab. Paweł Pfeffer (IF PAN) Efekty braku symetrii inwersji w heterozłączach półprzewodnikowych	1	24	28 000
dr hab. Michał Nawrocki (IFD UW) Badania magnetoptyczne tunelowania ekscytonów w asymetrycznych układach podwójnych studni kwantowych (P)	2	14	25 760
mgr Wojciech Burian (IF UŚI) Badanie oddziaływań wymiennych			

w związkach ziem rzadkich przy użyciu spektroskopii fotoelektronów	1	12	20 000
dr Rafał Michalski (IFiL AP w Krakowie) Efekty pola krystalicznego w związkach o symetrii tetragonalnej ThCr ₂ Si ₂	3	12	19 994

XXIII konkurs

Kierownik projektu		
Tytuł projektu	Liczba wykonawców; czas (w miesiącach); koszt (w zł)	

**METODY MATEMATYCZNE, TEORIA POLA
FIZYKA STATYSTYCZNA, ASTROFIZYKA**

dr hab. Piotr Bizoń (IF UJ) Globalna dynamika rozwiązań równań Einsteina i innych nieliniowych równań falowych	9	29	150 000
prof. Marek Napiórkowski (IFT UW) Klasyczne i kwantowe przemiany fazowe: wpływ ograniczeń geometrycznych oraz typów oddziaływań	4	24	100 000
prof. Krzysztof Wódkiewicz (IFT UW) Splatanie i interferencja atomów i fotonów	4	24	75 000
dr hab. Jacek Tafel (IFT UW) Rozwiązania równań Einsteina i równań Rarity–Schwingera (P)	2	24	40 000
dr hab. Jerzy Krzysztof Lewandowski (IFT UW) Reprezentacje kwantowej geometrii (P)	2	24	37 000
dr Mariusz Dąbrowski (KF USz) Ekpiroza i zderzające się membrany w heterotycznej M-teorii	1	24	30 400
dr Jacek Dziarmaga (IF UJ) Dynamika układów otwartych	1	12	20 000
prof. Janusz Hołyst (WF PW) Wpływ gronowania węzłów na przejścia fazowe w modelach ewoluujących sieci przypadkowych (P)	3	16	19 955

FIZYKA POŚREDNICH I WYSOKICH ENERGII

prof. Roman Hołyński (IFJ) Badanie materii hadronowej w warunkach dużej gęstości energii: udział Polski w eksperymencie PHOBOS przy akceleratorze RHIC	6	20	120 000
dr hab. Helena Białkowska (IPJ) Dynamika zderzeń relatywistycznych hadronów i jąder przy różnych energiach dostępnych w akceleratorze SPS w CERN-ie, eksperyment NA49	8	24	115 000
dr hab. Krzysztof Doroba (IFD UW) Oddziaływania e ⁺ e ⁻ w LEP-ie – ostateczna analiza danych	12	27	100 000
dr hab. Karol Kołodziej (IF UŚI) Procesy sześćfermionowe w akceleratorach liniowych	5	24	93 000
prof. Stefan Pokorski (IFT UW) Badanie modeli z replikowaną grupą cechowania (P)	2	24	50 000

dr hab. Jerzy Smyrski (IF UJ) Badania przyprogowej produkcji mezonów eta w zderzeniach deuteronów z protonami	5	24	50 000	mgr Marek Kulpa (IF UŚI) Badanie właściwości magnetycznych i struktury elektronowej związku ScMn_2	1	12	18 500
prof. Marek Jeżabek (IF UŚI) Dwupętłowe poprawki bozonowe do rozpadu mionu w Modelu Standardowym (P)	2	18	27 000	dr hab. Marek Berkowski (IF PAN) Właściwości optyczne dwuwolfgramianów potasowo-erbowego i potasowo-holmowego (P)	2	12	18 160
FIZYKA JĄDROWA I FIZYKA PLAZMY				KRYSTAŁY MOLEKULARNE I POLIMERY, CIECZE			
prof. Stanisław Mrówczyński (IF AŚw) Fluktuacje w wysokoenergetycznych zderzeniach jądrowych	6	24	150 000	prof. Robert Hołyst (IChF PAN) Kinetyka i dynamika przejść fazowych – eksperyment i symulacje	5	36	220 000
dr Zenon Janas (IFD UW) Badanie rozpadu nuklidów z obszaru ^{100}Sn – struktura egzotycznych jąder atomowych o $N = Z$	7	30	140 000	prof. Jerzy Ziolo (IF UŚI) Badanie przejść fazowych ciec–ciecz. Eksperymentalna weryfikacja modelu Tanaki	7	36	199 850
dr Janusz Brzychczyk (IF UJ) Efekty izospinowe w multifragmentacji jąder atomowych	7	30	98 000	prof. Józef Mościcki (IF UJ) Wpływ efektów solwatacji na dynamikę cieczy złożonych	9	36	180 000
dr hab. Wojciech Broniowski (IFJ) Opis asymetrii azymutalnej w relatywistycznych zderzeniach ciężkich jonów w oparciu o model termalny produkcji cząstek (P)	2	28	21 000	prof. Mariusz Maćkowiak (IFM PAN) Dwuwymiarowa nutacyjna spektroskopia wymienna jąder kwadrupolowych w kryształach molekularnych	2	24	56 000
FIZYKA ATOMOWA I MOLEKULARNA OPTYKA, AKUSTYKA				dr hab. Andrzej Maciejewski (WCh UAM) Właściwości spektralne i fotofizyczne krótkożyjących rodników powstających w procesie wygaszania tioketonów aromatycznych w stanie S_2 (P)	2	18	29 640
dr hab. Włodzimierz Jastrzębski (IF PAN) Badania spektroskopowe heterojądrowych dimerów metali alkalicznych	7	36	170 000	dr Zbigniew Koza (IFT UW)	1	16	17 930
METALE, MAGNETYKI, NADPRZEWODNIKI				PÓŁPRZEWODNIKI I IZOLATORY			
prof. Józef Spałek (IF UJ) Nowy opis stanów kwantowych i parowania w skorelowanych układach skondensowanych i nanoskopowych	14	36	220 000	prof. Marek Szymoński (IF UJ) Modyfikacja powierzchni materiałów o dużej przerwie wzbronionej poprzez wzbudzenia elektronowe wywołane wiązką jonów, elektronów i fotonów	11	24	220 000
prof. Czesław Kapusta (WFiTJ AGH) Badanie podwójnych perowskitów wykazujących magnetoopór metodami X-MCD i NMR	6	36	185 900	dr hab. Marek Grinberg (IFD UG) Badanie przejść d–f w jonach ziem rzadkich w wybranych kryształach dielektryków metodami spektroskopii wysokociśnieniowej	9	36	180 000
dr hab. Marta Cieplak (IF PAN) Otrzymywanie i właściwości warstw tlenków metali przejściowych z małą ilością dyslokacji	15	36	180 000	prof. Aleksander Gutsze (KiZB AM Bydgoszcz) Badania dynamiki rotacyjno-translacyjnej izolowanych w zeolitach molekuł CD_4 i D_2 metodami deuteronowej spektroskopii magnetycznego rezonansu jądrowego	7	27	148 800
prof. Henryk Puzkarski (IF UAM) Stany powierzchniowe w magnetycznych układach nanoskopowych; rozmiarowe skalowanie i wpływ niejednorodnej struktury powierzchni	10	36	118 000	dr hab. Zbysław Wilamowski (IF PAN) Rezonanse magnetyczne w $\text{Ga}_{1-x}\text{Mn}_x\text{As}$	5	24	137 400
prof. Andrzej Szytuła (IF UJ) Właściwości magnetyczne i struktura elektronowa związków $\text{R}_3\text{T}_4\text{X}_4$ (R – metal ziemi rzadkiej, T – metal przejściowy, X = Si, Ge, Sn)	7	24	103 000	prof. Michał Baj (IFD UW) Rozpraszanie międzypodpasmowe w heterostrukturach z dwiema sprzężonymi studniami kwantowymi	3	18	70 160
prof. Karol Krop (WFiTJ AGH) Niekolinearne struktury magnetyczne w wielowarstwowych układach Au/Fe (P)	2	24	27 170	dr hab. inż. Grzegorz Karwasz (IF PAP, Słupsk) Zastosowanie technik anihilacji pozytonów w fizyce ciała stałego (P)	3	18	20 000
dr hab. Marek Szopa (IF UŚI) Struktura elektronowa i właściwości magnetyczne układów nanorurek węglowych (P)	2	15	23 280	prof. Jan Gaj (IFD UW) Anizotropia w płaszczyźnie heterostruktur zawierających jony magnetyczne (P)	2	12	19 987
dr hab. inż. Dariusz Kaczorowski (INTiBS PAN) Silne korelacje elektronowe w wybranych międzymetalicznych związkach ceru (P)	2	15	20 000				

Enrico Fermi w Ameryce*

Valentine L. Telegdi

CERN, Genewa, Szwajcaria oraz Caltech, Pasadena, Kalifornia, USA

Enrico Fermi in America

Abstract: Fermi emigrated surreptitiously from fascist Italy by way of Stockholm, where he received the 1938 Nobel Prize. A few days after his arrival in America came the portentous news of uranium fission.

1. Wstęp

Moim zamiarem jest uczczenie stulecia urodzin Fermiego, a nie napisanie przyczynku do jego biografii naukowej. Fermi urodził się 29 września 1901 r. w Rzymie i zmarł 28 listopada 1954 r. w Chicago.

Gdy czyjeś nazwisko jest na stałe związane z jakimś ważnym pojęciem fizyki lub jednostką miary, stwarza to pewien rodzaj nieśmiertelności. Trudno sobie wyobrazić jakąkolwiek dyskusję współczesnej fizyki, w której nie wystąpiłoby co najmniej raz nazwisko Fermiego; przypomnijmy np. fermion, gaz Fermiego, pęd Fermiego, temperaturę Fermiego, powierzchnię Fermiego, sprzężenie Fermiego, przemianę Fermiego, jednostkę fermi ($1 \text{ fm} = 10^{-15} \text{ m}$). A jednak, ponieważ umarł dość młodo i tak dawno temu, stał się dla obecnego pokolenia fizyków postacią nieco mityczną.

Nikt w historii XX-wiecznej fizyki nie był bardziej wszechstronny niż Fermi. Jego wkład jest równie wielki do czystej teorii, jak i do prac doświadczalnych. Mógł z równą łatwością rozwiązywać abstrakcyjne problemy, jak projektować i samemu budować zadziwiająco użyteczne narzędzia badawcze. Był również świetnym wykładowcą oraz zaangażowanym i cierpliwym promotorem prac. Poprzez wpływ swoich wybitnych uczniów, we Włoszech i w USA, Fermi skutecznie zrewolucjonizował kształcenie fizyków.

Ograniczam się tu do lat spędzonych przez Fermiego w Ameryce, pomijam więc wiele z jego osiągnięć zasługujących na największą sławę. Miałem zaszczyt być jego młodszym kolegą na Uniwersytecie Chicagowskim od 1951 r. aż do jego przedwczesnej śmierci jesienią 1954 r. Czytelników pragnących uzyskać pełniejszy obraz odsyłam do biografii Fermiego napisanej przez Emilia Segrè [1] i do artykułów Hansa i Henry'ego Bethe [2] oraz Silvana Schwebera [3].

W kwietniu 1942 r. Fermi przeniósł się wraz ze swoim zespołem pracującym nad rozszczepieniem jądrowym z Uniwersytetu Columbia w Nowym Jorku na Uniwersytet Chicagowski [4]. Po zakończeniu wojny i opuszczeniu Los Alamos powrócił w 1946 r. do Chicago na katedrę poprzednio zajmowaną przez Arthura Holly'ego Comptona. Fermi zmarł w uniwersyteckim szpitalu Billings po 6 tygodniach hospitalizacji. Ten silny fizycznie człowiek uległ w walce z licznymi przerzutami nierozpoznanego wcześniej raka. Miał zaledwie 53 lata.

Fermi kilkakrotnie odwiedzał Stany Zjednoczone, zanim wyemigrował tam w styczniu 1939 r. W 1930 r. wykładał elektrodynamikę kwantową na słynnej letniej szkole Uniwersytetu stanu Michigan. Na podsta-



Rys. 1. Maria Goeppert-Mayer i Fermi w czasie szkoły letniej na Uniwersytecie stanu Michigan w 1930 r. (dzięki uprzejmości AIP Emilio Segrè Visual Archives, Goudsmit Collection).

* Artykuł, opublikowany w *Physics Today* 55, nr 6, 38 (2002), został przetłumaczony za zgodą Autora i Wydawcy [Translated with permission. Copyright © 2002 by American Institute of Physics. Photographs from AIP Emilio Segrè Visual Archives used with a support from the Friends of the Center for History of Physics].

wie tych wykładów powstał cieszący się wielkim uznaniem i do dziś jeszcze czytany artykuł w *Reviews of Modern Physics* [5] (zob. także [3]). W 1936 r. był wizytującym profesorem na Uniwersytecie Columbia, gdzie wykładał termodynamikę. Skrypt tego wykładu, opracowany przez Lloyda Motza, ukazał się jako książka [6], która wciąż jeszcze jest w obiegu.

W czasie tego właśnie pobytu w 1936 r. dyrektor instytutu fizyki, George Pegram, zaproponował mu stałe zatrudnienie na Uniwersytecie Columbia. Fermi nie był nastawiony szczególnie krytycznie do faszystowskiego reżimu Mussoliniego, dopóki dyktator nie ogłosił w 1938 r. ustaw antyżydowskich. Te nowe przepisy rasistowskie miały zastosowanie do jego żony, Laury. Postanowił więc opuścić Włochy i dyskretnie zapytał Pegrama, czy propozycja pracy na Uniwersytecie Columbia jest nadal aktualna. Wyprawa do Sztokholmu po odbiór Nagrody Nobla w grudniu 1938 r. dała dogodną sposobność cichej emigracji wraz z całą rodziną.

2. Bohr przywozi wiadomość

W kilka dni po przybyciu Fermiego do Nowego Jorku Niels Bohr przywiózł do Ameryki wiadomość o odkryciu rozszczepienia jądra atomowego. Leo Szilard natychmiast zdał sobie sprawę z możliwości uzyskania reakcji łańcuchowej i możliwości, jakie ona stwarza. Fermi, częściowo wspólnie z nim, szybko rozpoczął prace doświadczalne nad uzyskaniem tej reakcji. W ogólnie dostępnych czasopismach ukazała się tylko jedna praca na ten temat, autorstwa Fermiego, Szilarda i Herberta Andersona. Opublikowana w *Physical Review*, kończy się stwierdzeniem, że na jeden akt rozszczepienia wytwarzanych jest średnio 1,5 neutronu, co może być wystarczające do uzyskania reakcji łańcuchowej. Dalsze prace, dokumentujące wczesną fazę Manhattan Project, zostały opisane w 16 tajnych raportach. Są one obecnie dostępne w *Pracach zebranych Enrico Fermiego* [7].

Nawet prowadząc w Uniwersytecie Columbia eksperymenty doświadczalne nad rozszczepieniem jąder atomowych, Fermi nie porzucił fizyki teoretycznej. W styczniu 1941 r. opublikował swoje słynne obliczenia zasięgów cząstek w gazach. Z obecnej perspektywy motywacja tej pracy wydaje się dziwna. Fermi chciał zaproponować inne od wówczas przyjętego wyjaśnienie pewnych skutków promieniowania kosmicznego w atmosferze, oparte na hipotezie nietrwałego mezonu! Istnienie pionu zostało wykazane dopiero 6 lat później.

Gdy tajne badania w Chicago nabrały tempa, Fermi musiał tam często jeździć z Nowego Jorku, aż wreszcie przeniósł się do Chicago wraz z rodziną. Od kwietnia 1942 r. do września 1944 r. był główną osobą w Metallurgical Laboratory (Met Lab). Pod tą nazwą kryły się tajne prace nad zbudowaniem w Uniwersytecie Chicagowskim reaktora jądrowego, a w dalszej przyszłości – bomby atomowej. 2 grudnia 1942 r. zaczęła działać pierwszy na świecie reaktor, nazywany

wówczas stosem atomowym. Był to układ z grafitu i uranu, zbudowany na stadionie futbolowym Uniwersytetu. Dziś, gdy dawno już nie ma stadionu Stagg Field, to historyczne miejsce upamiętnia abstrakcyjna rzeźba Henry'ego Moore'a.

Wszystkie publikacje Fermiego noszą niewątpliwie znamię jego stylu, lecz jest wyraźna różnica między jego licznymi tajnymi (dziś już dostępnymi) raportami z prac w Met Lab a wcześniejszymi z Columbii. Na Uniwersytecie Columbia Fermi kierował małą grupą fizyków i osobiście brał udział w najcięższych pracach związanych z doświadczeniem. Eksperymenty prowadzono w małej skali, a Fermi dzięki swoim pionierskim pracom w latach trzydziestych w Rzymie był już doświadczonego mistrzem w stosownej teorii. W Chicago natomiast pracowała duża grupa naukowców i inżynierów różnych specjalności. Fermi musiał przydzielać wykonywanie doświadczeń różnym mniejszym zespołom. Nazywał to „robieniem fizyki przez telefon”. Zwykle jednak opracowywał dane sam, bo o wynikach chciał mieć wiedzę z pierwszej ręki. Jego przywództwo było tym bardziej niepodważalne, że był świetnym wykładowcą. Zapoczątkował cykl wykładów z fizyki neutronów. Później, w Los Alamos, rozszerzył ten kurs i uzupełnił go zadaniami domowymi.



Rys. 2. Fermi na Uniwersytecie Columbia w styczniu 1939 r. (dzięki uprzejmości Argonne National Laboratory).

W dziesiątą rocznicę pierwszej reakcji łańcuchowej opublikował obszerną pracę na temat pierwszego stosu atomowego [8]. Nie oddaje ona dramatyzmu tego wydarzenia. Istotnie, dwa tygodnie po osiągnięciu przez stos stanu krytycznego pisał lapidarnie: „Działalność Oddziału Fizyki [w Met Lab] w ciągu ostat-

niego miesiąca skupiała się głównie na doświadczalnym wywołaniu lawinowo rozwijającej się reakcji łańcuchowej. Układ, w którym zachodzi reakcja łańcuchowa, został ukończony 2 grudnia i od tej pory pracuje w sposób zadowalający”.

3. Los Alamos

We wrześniu 1944 r., gdy w Hanford w stanie Washington ruszył pierwszy reaktor Projektu Manhattan produkujący pluton, Fermi przeniósł się do Los Alamos, gdzie pozostał do końca wojny. Był świadkiem wybuchu pierwszej bomby atomowej 16 lipca 1945 r. na pustyni Jornada del Muerte w stanie Nowy Meksyk. Charakterystyczne dla niego jest to, że gdy dotarła do niego fala uderzeniowa, puścił w powietrze kilka kawałków papieru, by na podstawie odległości, na jaką zostały zdmuchnięte, oszacować z grubszą wydajnością „tej zabawki”. Jego oszacowanie nieźle zgodziło się z otrzymanym na podstawie bardziej wyrafinowanych oficjalnych pomiarów.

W Los Alamos Fermi kierował zespołem o stosownej nazwie Oddział F, gdzie zajmowano się specjalnymi projektami. W tym właśnie Oddziale Edward Teller opracowywał projekt bomby wodorowej, tzw. Super. Być może sprzeciw Fermiego po wojnie wobec projektów budowy takiego urządzenia wywodził się z jego wiedzy technicznej zdobytej w owym okresie. W lecie 1950 r. Fermi i Stanisław Ulam badali możliwość zapoczątkowania wybuchowej reakcji termojądrowej w pewnej masie deuteru. Doszli do wniosku, że zapłon nie rozprzestrzeni się w takim układzie. O ile wiem, ich raport jest nadal utajniony.



Rys. 3. W 1944 r. w pobliżu Los Alamos. Stoją od lewej: Fermi, Hans Bethe, Hans Staub, Victor Weisskopf i Julius Ashkin. Siedzą: Erika Staub, Elfriede Segrè i Bruno Rossi (fot. Emilio Segrè; dzięki uprzejmości AIP Emilio Segrè Visual Archives, Segrè Collection).

Pierwotna misja Laboratorium w Los Alamos została spełniona, gdy Japonia poddała się w tydzień po

zrzuceniu w sierpniu 1945 r. bomby na Nagasaki. Bezprecedensowy zespół naukowców pragnących powrócić do swoich zajęć akademickich zaczął znikać z płaskowyzu. Zmieniło się jednak ich podejście do prac badawczych. Wysilek wojenny zapoczątkował erę Wielkiej Fizyki – olbrzymiej aparatury i potężnego finansowania nauki.

Fermi wraz z grupą innych znakomitych starszych uczonych (wśród nich byli: Szilard, Teller, Willard Libby, Cyril Smith, Harold Urey oraz Joseph Mayer i Maria Goeppert-Mayer) i ich młodszymi współpracownikami z czasu wojny (m.in. Anderson, Robert Christy, John i Leona Marshall, Darragh Nagle oraz chemicy Nathan Sugarman i Anthony Turkevitch) przyjął ofertę Uniwersytetu Chicagowskiego. Był to rodzaj umowy zbiorowej. Rektor Uniwersytetu, Robert Hutchins, zdał sobie sprawę, jak olbrzymie możliwości stwarza ściągnięcie do Chicago tej grupy, i znalazł środki, by utworzyć trzy instytuty badawcze: Instytut Badań Jądrowych (obecnie noszący imię Fermiego), Instytut Badań Metali (obecnie imienia Jamesa Francka) i Instytut Biofizyki.

Natychmiast po powrocie do Chicago Fermi podjął działalność badawczą i wykłady uniwersyteckie. W owym czasie jednak możliwości badań doświadczalnych były tam minimalne. Fermi postanowił zająć się fizyką neutronów (wracając w ten sposób do swoich dawnych zainteresowań) i wykorzystać intensywne źródło neutronów z reaktora CP-3 zbudowanego w czasie wojny w Laboratorium Argonne w pobliżu Chicago. W ciągu 2 lat zaowocowało to dziewięcioma ważkimi publikacjami, wszystkimi (z wyjątkiem jednej) opracowanymi we współpracy z Leoną Marshall (z domu Woods). Wszystkie te prace noszą wyraźne znamiona stylu Fermiego: nadzwyczajną oszczędność środków technicznych, sprawność wykonania i treściwą dyskusję teoretyczną wyłożoną w możliwie najbardziej elementarnej formie.

Na tych badaniach z dziedziny fizyki neutronów osobisty udział Fermiego w pracach doświadczalnych chwilowo się skończył. Powrócił do fizyki teoretycznej, którą uważał za swoje główne powołanie, i skupił się na zupełnie nowym zagadnieniu. W latach 1946–47 jedne z najbardziej ekscytujących wyników napływały w dziedzinie fizyki promieniowania kosmicznego, głównie na podstawie prac doświadczalnych prowadzonych w Europie. Ettore Pancini, Oreste Piccioni i Marcello Conversi donosili z Rzymu o zadziwiającej anomalii: ujemne mezotrony (dawna nazwa cząstek uważanych wówczas za mezony) hamowane w węglu nie były w tak znacznym stopniu pochłaniane przez jądra węgla, jak powinny, gdy by były mezonami postulowanymi przez Hideki Yukawę. Cząstki te rozpadały się w czasie ok. $1 \mu\text{s}$. Fermi i Teller, a niezależnie od nich Victor Weisskopf w MIT przedstawili przekonujące argumenty, że tego zadziwiająco długiego czasu życia nie daje się wyjaśnić przez jakąś anomalię procesu spowalniania w węglu. Wkrótce później Giuseppe Occhialini

i Cecil Powell wraz ze współpracownikami w Bristolu badając ślady promieni kosmicznych w emulsjach fotograficznych odkryli, że mezotron (nazwany teraz mionem) jest produktem rozpadu nieco cięższej cząstki (obecnie nazywanej mezonem π lub pionem), która rzeczywiście była cząstką Yukawy.

4. Era wielkich energii

Wkrótce akceleratory w Laboratorium Ernesta Lawrence'a w Berkeley zaczęły wytwarzać piony. Tak rozpoczęła się era fizyki wielkich energii. W Chicago zdecydowano się wyposażyć nowo powstały Instytut Badań Jądrowych w synchrocyclotron przyspieszający cząstki do energii 450 MeV. Rozpoczął on działanie na wiosnę 1951 r. i przez kilka lat był akceleratorem dającym największą na świecie energię. Fermi przyczynił się na wiele sposobów do budowy tego urządzenia. Obliczył tory pionów, od tarczy (gdzie powstawały) do aparatur detekcyjnych; korzystał przy tym z MANIAC-a, ówczesnego komputera w Los Alamos (prędko zdał sobie sprawę z potencjału obliczeń elektronicznych i stał się wytrawnym programistą). Zbudował również mały elektryczny wózek do przesuwania wzdłuż cyclotronu tarczy produkującej piony. Silne pole magnetyczne akceleratora zostało tu wykorzystane jako stator silnika wózka. Dumny był z tego urządzenia, które nazywano „tramwajem Fermiego”. Wymyślił także prosty sposób pomiaru natężenia wiązki wewnętrznej na podstawie wzrostu temperatury metalowej tarczy umieszczonej w wiązce.

Pierwsza większa praca teoretyczna Fermiego po wojnie dotyczyła pochodzenia i przyspieszenia promieni kosmicznych. Sugerował, że galaktyczne pole magnetyczne odgrywa zasadniczą rolę w mechanizmie przyspieszania. Praca ta była wynikiem kontrowersji z Tellerem, ulubionym dyskutantem Fermiego. Teller twierdził, że promieniowanie kosmiczne powstaje w Układzie Słonecznym. Inną znaczącą pracę „Czy mezony są cząstkami elementarnymi?” napisał Fermi wspólnie z C.N. Yangiem. Sądzono wówczas ogólnie, że piony mają taki związek z nukleonami jak fotony z elektronami – czyli związek między polem a jego źródłem. Fermi i Yang wysunęli natomiast śmiałą hipotezę, że pion jest stanem związanym pary nukleon-antynukleon. Ta hipoteza, niełatwa do zweryfikowania i niezbyt użyteczna, wytyczyła drogę dla następnych radykalnych idei – demokracji cząstek elementarnych¹ i procedury samouzgodnienia parametrów (bootstrapping) w teorii cząstek. Obecnie wyobrażamy sobie pion jako stan związany pary kwark-antykwar.

Następnym problemem teoretycznym, jakim zajął się Fermi, było oszacowanie prawdopodobieństwa, że w zderzeniu protonu z jądrem powstanie określona liczba pionów. Nie biorąc pod uwagę rozwa-

żeń dynamicznych, oparł swoje rozumowanie jedynie na argumentach statystycznych. Wydaje mi się, iż pomimo swojej legendarnej uniwersalności Fermi ponad wszystko lubił metody statystyczne. Jak zawsze, w pełni zdawał sobie sprawę z ograniczeń tego uproszczonego modelu, traktował go tylko jako pewną wskazówkę. Oburzał się, gdy na podstawie niezgodności wyników doświadczalnych z tym grubym oszacowaniem wysuwano poważne obiekcje w stosunku do tego modelu.



Rys. 4. Przy 170-calowym synchrocyclotronie Uniwersytetu Chicagowskiego w 1952 r. Od lewej: Fermi, Herbert Anderson i John Marshall (dzięki uprzejmości AIP Emilio Segrè Visual Archives, *Physics Today* Collection).

W czasach chicagowskich Fermi wydał kilka wybitnych podręczników. Pierwszym była *Fizyka jądrowa* [9], rozszerzony skrypt wykładów opracowany przez jego studentów Jaya Orea, Arthura Rosenfelda i Roberta Schlutera. Jest to dzieło klasyczne, zbiór prostych (lub przynajmniej pozornie elementarnych) rozwiązań wszystkich najważniejszych wówczas problemów fizyki jądrowej. Drugim był podręcznik *Cząstki elementarne* [10], napisany na podstawie wykładów im. Sillimana, jakie miał w 1950 r. na Uniwersytecie Yale'a. Fermi planował również opracowanie amerykańskiej wersji podręcznika fizyki dla szkół średnich, który opublikował swego czasu we Włoszech. Porzucił jednak ten projekt wobec licznych sporów z ekspertem do spraw edukacji w wydawnictwie, któremu zaproponował opracowanie takiego podręcznika.

¹ W latach sześćdziesiątych Geoffrey Chew argumentował, że wszystkie cząstki istniejące w przyrodzie są jednakowo elementarne – są tylko stanami związanymi i rezonansowymi innych cząstek (przyp. tłum.).

5. Stan wzbudzony

Gdy tylko chicagowski synchrocyclotron zaczął już normalnie działać, Fermi powrócił do prac doświadczalnych. Początkowo zajął się oddziaływaniem pionów z protonami. Nieco wcześniej zrobiono już pewne pomiary na cyklotronie niskich energii Nevis w Uniwersytecie Columbia. Fermi podjął te doświadczenia w bliskiej współpracy z Naglem i Andersonem. Doprowadziło to go i jego współpracowników do dwóch wybitnych odkryć: po pierwsze, że nukleon ma stan wzbudzony, przy czym energia wzbudzenia wynosi ok. 180 MeV, a po drugie, że oddziaływanie pion-nukleon nie zależy od ładunku, lecz podlega symetrii nieco już wówczas znanej w fizyce jądrowej i charakteryzującej się zachowaniem liczby kwantowej nazywanej spinem izotopowym. Stan wzbudzony przejawia się jako wyraźne maksimum rezonansowe w widmie zależności przekroju czynnego na rozpraszanie pion-nukleon od energii.

Gdy pojawiło się pierwsze doniesienie o występowaniu takiego maksimum rezonansowego, Keith Brueckner opublikował pracę teoretyczną [11], wyprzedzając o kilka dni zdumiewające dane grupy Fermiego. W tomie II *Prac zebranych Fermiego* Anderson tak to skomentował [7]:

„Istotnie, Fermi czytał preprint pracy Bruecknera tego samego dnia, gdy stwierdził zdumiewająco duży przekrój czynny reakcji π^+p . Brueckner potraktował spin izotopowy jako istotny element w oddziaływaniu pion-nukleon. Wszystkie cechy wyników doświadczalnych można byłoby zrozumieć, gdyby przyjąć, że w stanie dominującym zarówno całkowity moment pędu, jak i spin izotopowy wynoszą $3/2$. Fermiemu wystarczył rzut oka na pracę Bruecknera, by pojąć, w czym rzecz. Wyszedł z sali laboratorium i poszedł do swojego gabinetu – chciał w samotności przemyśleć tę ideę. Po dwudziestu minutach miał już właściwe rozwiązanie: — Przekroje czynne będą w stosunku 9:2:1 — oświadczył. Miał na myśli procesy: rozpraszania sprężystego π^+ , rozpraszania π^- z wymianą ładunku i rozpraszania sprężystego π^- , w tej właśnie kolejności”.

Nawet wśród tych podniecających badań doświadczalnych Fermi znajdował czas, by zająć się pracami teoretycznymi z zupełnie innej dziedziny fizyki. Jesienią 1952 r. zaczął spotykać się co tydzień na 2 godziny z Subrahmanyanem Chandrasekharem i dyskutować różne zagadnienia astrofizyki. Z tych spotkań wynikły dwie wspólne ważne prace na temat dynamiki galaktyk. Jedna nosiła tytuł „Pola magnetyczne w ramionach spiralnych”, a druga – „Problemy stabilności grawitacyjnej w obecności pola magnetycznego”. Pierwsza praca jest przykładem umiejętności Fermiego uzyskiwania prostymi środkami oszacowań wielkości, a druga demonstruje analityczną wirtuozerię Chandrasekhara.

Zainteresowania i wkład do fizyki Fermiego w jego powojennym okresie chicagowskim sięgały dalej niż można by sądzić na podstawie jego publikacji. Maria Goeppert-Mayer, późniejsza współlaureatka Nagrody Nobla w 1963 r. za sformułowanie modelu powłokowego jądra atomowego, przyznała, że na właściwą drogę skierowała ją jedna istotna sprawa, na którą zwrócił jej uwagę Fermi (który, co było dla niego charakterystyczne, nie wspominał o tym w swoim opublikowanym omówieniu tego modelu).

Fermi nie czytywał czasopism regularnie. Często natomiast prosił ekspertów, by zapoznali go z najnowszym stanem wiedzy na interesujący go właśnie temat. W dużym stopniu interesował się nadprzewodnictwem, i to zarówno teorią, jak i stroną techniczną. On właśnie zwrócił uwagę Berndta Matthiasa, który wówczas był w Chicago na Wydziale Fizyki, na nadprzewodniki wysokotemperaturowe, stawiając mu w czasie lunchu pytanie, „czy nie byłoby nadzwyczaj ważne uzyskanie nadprzewodników w temperaturze, powiedzmy, ciekłego wodoru?”.

6. Nauczyciel

Największy wkład Fermiego do fizyki w jego okresie chicagowskim wynikał, według mnie, z jego nauczania. Duch Fermiego żyje nadal w jego uczniach. Oto lista jego doktorantów z czasu pobytu w Chicago, w porządku z grubsza chronologicznym: George Farwell, Anderson, Wattenberg, Harold Agnew, Geoffrey Chew, Marvin Goldberger, Jack Steinberger, Owen Chamberlain, Richard Garwin, T.D. Lee, Uri Haber-Schaim, Orear, John Rayn, Schluter, Rosenfeld, Horace Taft i Jerome Friedman. Ta lista, zawierająca wybitnych teoretyków i eksperymentatorów, mówi sama za siebie. Cztery wymienione tu osoby zostały laureatami Nagrody Nobla.

Fermi spędzał zwykle lato w Los Alamos, lecz w lecie 1949 r. miał 3 cykle wykładów w Chicago. Wykładał kiedyś na Uniwersytecie wstępny kurs fizyki, mimo – a może właśnie dlatego – że nie znosił humanistycznego podejścia w nauczaniu nauk ścisłych studentów pierwszych lat, jakie panowało za rektorowania Hutchinsa. Ideą tego, jak orzekł Fermi, było „dyskutowanie o tym, jak myślał Galileusz, a nie nauczanie, o czym on myślał”. W tabeli pokazano, jak szeroki zakres tematów obejmowały wykłady Fermiego na Uniwersytecie Chicagowskim.

Legendarne już wykłady Fermiego były owocem starannego przygotowania. Wydawało się, że sprawia mu przyjemność sam akt uczenia innych, bez względu na wynik. Nigdy nie okazywał zniecierpliwienia, gdy student nie rozumiał jego wyjaśnień przy pierwszym podejściu (a nawet drugim). Przeciwnie, wydawało się, że jego zadowolenie rośnie, gdy musiał jakiegoś wyjaśnienie powtórzyć. Styl jego wykładania można byłoby jednak skrytykować. Różnił się on zasadniczo od jego prywatnego podejścia przy rozwiązywaniu problemów.

Na sali wykładowej zdarzało mu się często przedstawiać ogólne zagadnienia przez przykłady szczególne, przy czym wszystkie występujące czynniki starannie dobierał, tak by były równe jedności, więc łatwo poddawały się dalszym operacjom. W swoich własnych obliczeniach, które zwykle robił na arkuszach kreślarskich 60 × 90 cm – zatem dalekich od przysłowiowej odwrotnej strony koperty – wszystkie czynniki były starannie zachowane. Uwielbiał podawać proste wyprowadzenie wyników, wymagających w mniemaniu innych skomplikowanych rachunków. Zdarzało mu się na wykładach unikać pewnych zagadnień, dla których nie potrafił znaleźć bardzo elementarnej argumentacji. Jego wykłady działały nieomal hipnotycznie. Wielu studentom zdawało się na sali, iż wszystko rozumieją, a później zdarzało się często, że mieli w głowie pustkę. Mnie najbardziej fascynowały wykłady dotyczące pojęć, które już znałem. To było tak, jakbym oglądał znany krajobraz okiem szybującego orła – wszystkie ważne fragmenty były widoczne z niebywałą ostrością.

Cykle wykładów Fermiego w Chicago

	1946
zima	Budowa jądra atomowego
wiosna	Elektrodynamika I
jesień	Wstęp do fizyki I Wybrane problemy z fizyki
	1947
zima	Wstęp do fizyki II Wybrane problemy fizyki
wiosna	Wstęp do fizyki III Wybrane problemy fizyki Badania w dziedzinie fizyki
jesień	Mechanika kwantowa i budowa atomu I
	1948
zima	Mechanika kwantowa i budowa atomu II
	1949
zima	Fizyka jądrowa I
wiosna	Fizyka jądrowa II
lato	Fizyka matematyczna II Mechanika kwantowa i budowa atomu II Budowa jądra atomowego I
	1950
zima	Mechanika kwantowa i budowa atomu II
jesień	Fizyka jądrowa
	1951
zima	Fizyka ciała stałego
wiosna	Cząstki jądrowe
jesień	Termodynamika i fizyka statystyczna II
	1953
zima	Fizyka jądrowa II
wiosna	Cząstki jądrowe
	1954
zima	Mechanika kwantowa
wiosna	Mechanika kwantowa

W kilku cyklach Fermi rozdawał przed każdym wykładem powielone teksty notatek. Zawierały one głównie wzory i bardzo niewiele komentarzy do nich. Jak twierdził, postępował tak, gdyż sam nie potrafił jednocześnie słuchać i robić notatek. Gdy był studentem na Uniwersytecie w Pizie, prawie nigdy ich nie robił. Niektóre z jego powielonych wykładów chicagowskich (np. z mechaniki kwantowej) były później publikowane przez wydawnictwo uniwersyteckie. Według mnie źle się one przysłużyły pamięci Fermiego. Przedstawiać wzory i równania bez komentarzy Fermiego to tak, jakby zamiast portretu całej postaci pokazywać jej szkielet.

Sposób, w jaki Fermi rozumiał mechanikę kwantową i jej uczył, zasługuje na specjalną uwagę. Jego podejście było całkowicie pragmatyczne. Mechanika kwantowa jest do zaakceptowania, gdyż jej przewidywania zgadzają się z eksperymentem. Kiedyś powiedział: — Równanie Schrödingera nie powinno zgadzać się tak dobrze. — Nic innego się nie liczyło. Nie zawracał sobie głowy takimi zagadnieniami, jak kwantowa teoria pomiarów. Był uodporniony na „ducha Kopenhagi” i to zarówno ze względu na swój temperament, jak i rodzaj wykształcenia. Był całkowitym samoukiem w dziedzinie mechaniki kwantowej, obcym gronu twórców kręgu Getynga–Zurych–Kopenhaga. Fermi stawiał ostrą granicę między fizyką i filozofią. Mimo swego nadzwyczaj analitycznego umysłu często dawał wyraz niechęci do matematyki abstrakcyjnej.

7. Osobowość Fermiego

Niełatwo było blisko poznać Fermiego, w sensie zrozumienia jego głębszych motywacji. Był zawsze dostępny w sprawach zawodowych, ale w stosunkach osobistych trzymał się na odległość. Wydawało mi się, gdy znałem go w Chicago, że nie nawiązał przyjacielskich stosunków ze swoimi uniwersyteckimi kolegami. Jedyne wyjątkami byli chyba Herb Anderson i Leona Marshall. Unikał plotkowania i rzadko wyrażał swoje opinie, dobre czy złe, o zdolnościach innych. Otaczało go to aurą skromności i maskowało jego pełną świadomość własnych możliwości.

Według mnie Fermi dzielił fizyków na trzy kategorie: 1) tych niewielu, od których mógł się czegoś nauczyć (ta kategoria w latach 50. w Chicago obejmowała tylko młodego wówczas Murraya Gell-Manna), 2) ludzi, którzy mieli odwagę mieć inne niż on zdanie (zawracanie głowy – myślał – gdyż prawie zawsze to on miał rację), 3) ludzi, którzy akceptowali jego opinie prawie automatycznie, a więc nadawali się na sprawnych asystentów.

Był całkowicie oddany fizyce. Wydawało się, że niewiele spraw poza nią interesowało go. Lubił zajęcia wymagające sprawności fizycznej, jak tenis czy chodzenie po górach. Podejrzewam jednak, że chodziło mu tylko o zasadę *mens sana in corpore sano*. Był uczonym absolutnie uczciwym, całkowicie oddanym nauce,

o niesamowitej wprost skuteczności działania. Miał bardzo bystry umysł, nie myślał jednak zbyt szybko w porównaniu np. z Tellerem czy Lwem Landauem. Rozwiązywał zarówno proste, jak i trudne problemy w tym samym, jednostajnym tempie. W stosunkach z innymi fizykami przejawiał rezerwę i skromność. Nie lubił udawać ważnego. Pewnego dnia potrzebny był mu oscyloskop, który należał do kogoś z innej grupy. Poprosił jednego ze swych asystentów, żeby go wypożyczył, dodając: — Ale nie mów, że to dla mnie!

Rzadko się mylił, mówiąc o fizyce. Popelnienie publicznej omyłki było dla niego bardzo bolesne. Opowiadają, że kiedyś, gdy pisał coś na tablicy w czasie wykładu, zdał sobie sprawę z popełnionego błędu w wypisanym wzorze. Odwrócił się do audytorium, zrobił jakąś interesującą uwagę, a jednocześnie, nie przerywając wykładu, lewym łokciem starł z tablicy błędny wzór. Inna historyjka mówi o tym, jak student zwrócił mu uwagę, że wielkość c błędnie napisał w liczniku zamiast w mianowniku. — A któż panu powiedział — odparł wielki nauczyciel — że używam symbolu c , a nie $1/c$ na oznaczenie prędkości światła?

Fermi miał bardzo regularne godziny pracy i wiódł skromny tryb życia. Zjawiał się zwykle w instytucie przed 8 rano, albo na piechotę, albo, jeśli pozwalała pogoda, na rowerze. Miał już zwykle za sobą kilka godzin pracy w domu. W pełni wierzył w swój talent do fizyki i prawie nigdy nie okazywał zazdrości wobec innych uczonych. Z jednym wyjątkiem: niejednokrotnie Fermiego irytowała uwaga, jaką prasa obdarzała Einsteina. Nie lubił również tego, co nazywał zmanierowaniem wyższych sfer. Kiedyś powiedział, że Oppenheimer „urodził się w czepku”. Byłem na lunchu z Fermim tego dnia, gdy wybuchła sprawa zarzutów przeciw Oppenheimerowi o nielojalność wobec państwa. — Jaka szkoda, że zaatakowano akurat jego, a nie jakiegoś sympatycznego faceta, np. Bethego — powiedział. — Teraz musimy wszyscy być po stronie Oppenheimera! — dorzucił. Zeznania Fermiego przed Komisją Graya były, jak można się było spodziewać, rzeczowe i nie obciążały Oppenheimera.

Fermi twierdził, że ma dość kiepską pamięć. Sporządził więc na własny użytek „sztuczną pamięć” — encyklopedyczny zbiór notatek, streszczeń, obliczeń, danych liczbowych itp. Nie przejawiał cech często — słusznie lub nie — przypisywanych Włochom. Miał jednak, według mnie, pewną włoską cechę niezwykle rzadką wśród intelektualistów amerykańskich: całkowity brak kompleksów.

W pełni przyswoił sobie amerykański styl życia. Wolał, żeby nazywać go „Enrico” niż czymś w rodzaju „Egregio professore” lub „Herr Geheimrat”. Brał udział w życiu towarzyskim studentów, chodził na ich zabawy i zapraszał do swojego domu na staromodne tańce. Nie stracił wprawdzie swego włoskiego akcentu, ale jego angielszczyzna była bez zarzutu.

Legendarna była jego umiejętność natychmiastowego oszacowania rzędu wielkości szukanej wartości;

robił to czasem w zaskakujących okolicznościach. William Zachariasen, znakomity fizyk, kiedyś leżał w szpitalu jako rekonwalescent po przeżytym zawale. Odwiedzającemu go Fermiemu poskarżył się, że dostaje za mało do jedzenia — tylko 1500 kalorii dziennie. — Willy, jesteś przecież zapalonym czytelnikiem powieści kryminalnych, prawda? — spytał Fermi. — Tak, jestem — brzmiała odpowiedź Zachariasena. — Powiedz mi więc, ile czasu trzeba, żeby ciało nieboszczyka ostygło do temperatury pokojowej? — Cztery do pięciu godzin — odparł Zachariasen. Po namyśle Fermi stwierdził: — Nie mógłbyś więc przeżyć jednego dnia na 1500 kaloriach!

Poczucie humoru Fermiego bywało dość sarkastyczne. Ulubioną rozrywką fizyków w Los Alamos było wędkowanie. Bardzo lubił je Segrè i namawiał Fermiego, by mu towarzyszył. Fermi nie miał ochoty, więc Segrè próbował przekonać go do intelektualnych zalet tego sportu: — Widzisz, Enrico, to nie jest takie proste. Ryby nie są głupie, wiedzą, jak się chować. Trzeba poznać ich sztuczki — argumentował. Fermi odparł: — Aha, to znaczy trzeba się dopasować do ich poziomu myślenia!

Lee opowiada, że Fermi postanowił kiedyś wykladać teorię grup na własnym seminarium. Wyciągnął notatki dotyczące tego tematu i zaczął od omówienia grup abelowych, potem twierdzenia Burnside'a, a dalej pojęcia centrum grupy. Dopiero znacznie później doszedł do pojęcia samej grupy. Część słuchaczy była zdezorientowana tym dziwnym podejściem. Wtedy Mistrz odpowiedział: „Teoria grup jest po prostu zbiorem definicji”. Tak więc po prostu posuwał się w porządku alfabetycznym po indeksie książki Hermanna Weyla.



Rys. 5. Rodzina Fermich w 1954 r.: Enrico, Laura i ich syn Giulio (dzięki uprzejmości Archiwum im. Amaldegio, Wydział Fizyki Uniwersytetu Rzymskiego „La Sapienza”).

Fermi patrzył na świat oczami fizyka. Kiedyś na seminarium, aby odpowiedzieć na pytanie Billa Libby'ego dotyczące mieszania wód w oceanie, szybko

wyprowadził równanie opisujące ten proces. Równanie miało tylko jeden parametr – długość fali powierzchniowej. Fermi od razu podstawił tu wartość 200 m. — Enrico, czy to nie będzie raczej 600 m? — spytał ktoś ze słuchaczy. — Być może — odparł Fermi — ale to na pewno było 200 m, gdy ostatni raz przepływałem Atlantyki.

Jedną z najcenniejszych zdobyczy Fermiego była jego żona Laura, kobieta o znacznym intelekcie i wielkim wdzięku. Na często wyprawianych w ich chicagowskim domu przyjęciach potrafiła rozluźnić młodych fizyków, głównie przybyłych z Europy i usztywnionych obecnością Mistrza. Jej książka *Atomy w naszym domu* [12] pokazuje wielkiego fizyka widzianego z wyjątkowo dogodnego punktu obserwacji.

Materiał przedstawiony w tym artykule częściowo pokrywa się z moim esejem „Enrico Fermi” w książce *Remembering the University of Chicago: Teachers, Scientists and Scholars* (Wspomnienia z Uniwersytetu Chicagowskiego – wykładowcy, naukowcy, akademicy) wydanej pod redakcją E. Shilsa przez University of Chicago Press, 1991.

Tłumaczyła Barbara Wojtowicz
Warszawa



Literatura

- [1] E. Segrè, *Enrico Fermi: Physicist* (University of Chicago Press, Chicago 1990).
- [2] Hans Bethe, Henry Bethe, *Phys. Today* **55**, nr 6, 28 (2002).
- [3] S. Schweber, *Phys. Today* **55**, nr 6, 31 (2002).
- [4] A. Wattenberg, *Phys. Today* **46**, nr 1, 44 (1993).
- [5] E. Fermi, *Rev. Mod. Phys.* **4**, 87 (1932).
- [6] E. Fermi, *Thermodynamics* (Dover, New York 1956).
- [7] *Collected Papers of Enrico Fermi*, t. 1 i 2, red. E. Amaldi i in. (University of Chicago Press, Chicago 1962).
- [8] E. Fermi, *Am. J. Phys.* **20**, 536 (1952).
- [9] E. Fermi, *Nuclear Physics, A Course Given by Enrico Fermi at the University of Chicago*, red. J. Orear, A. Rosenfeld, R. Schluter (University of Chicago Press, Chicago 1950).
- [10] E. Fermi, *Elementary Particles* (Yale University Press, New Haven 1951).
- [11] K. Brueckner, *Phys. Rev.* **86**, 106 (1952).
- [12] L. Fermi, *Atoms in the Family: My Life with Enrico Fermi* (University of Chicago Press, Chicago 1954, przedruk: American Institute of Physics, Woodbury, N.Y. 1987); tłum. polskie M. Nowakowskiej-Hurwic: *Atomy w naszym domu: Moje życie z Enrikiem Fermim* (PWN, Warszawa-Kraków 1961).

Prof. VALENTINE L. TELEGLI urodził się w 1922 r. w Budapeszcie. Studiował fizykę na ETH w Zurychu; profesor Uniwersytetu Chicagowskiego; w latach 1981–83 przewodniczący Komisji Polityki Naukowej CERN-u. Badał doświadczalnie i teoretycznie oddziaływania jąder z fotonami, zjawisko Comptona dla protonów, właściwości symetrii oddziaływań słabych, rozpad mionów, właściwości magnetyczne mionów, hiperjądra, długo żyjące cząstki dziwne. Członek amerykańskiej Narodowej Akademii Nauk i Amerykańskiej Akademii Sztuk i Nauk, laureat (w 1991 r., wraz z Maurice'em Goldhaberem) Nagrody Wolfa. Zainteresowania prywatne: podróże, sztuka kulinarna, jazz.

Stanisław Loria: zarys działalności naukowej

Adam Kiejna

Instytut Fizyki Doświadczalnej, Uniwersytet Wrocławski

Stanisław Loria: an outline of his scientific activities

1. Wstęp

Oddanie do użytku w 1900 r. nowego gmachu Instytutu Fizyki [1,2] przy ul. Kanonia, a przede wszystkim powołanie na stanowisko profesora zwyczajnego i dyrektora Instytutu wybitnego fizyka, specjalisty w dziedzinie optyki, Ottona Lummera (1860–1925), zaowocowało w następnych latach znacznym rozwojem badań w dziedzinie fizyki na Uniwersytecie we Wrocławiu [3,4]. Zostało to opisane przez R. Torrego w dwóch artykułach opublikowanych niedawno w *Postępach Fizyki* [2,3]. Wysoki poziom badań w dziedzinie optyki rozwiniętych przez Lummera i współpracowników w Instytucie Fizyki w początkach XX w. przyciągnął z Krakowa do Wrocławia młodego polskiego naukowca – Stanisława Lorie. Pobyt we Wrocławiu stanowił ważny etap w jego życiu i rzutował na całą dalszą karierę naukową. Loria pracował na Uniwersytecie we Wrocławiu w latach 1907–09, a następnie był jednym z prekursorów polskiego już Uniwersytetu w 1945 r. Badania Lorii wniosły znaczący wkład do nauki światowej, a jego działalność we Wrocławiu stanowi cenny pomost między niemiecką przeszłością i polską teraźniejszością naszej uczelni. Z okazji jubileuszu 300-lecia Uniwersytetu Wrocławskiego, obchodzonego w minionym roku, oraz w 120. rocznicę urodzin Stanisława Lorii, artykuł przypomina jego sylwetkę naukową, najważniejsze osiągnięcia i związki z Wrocławiem.

2. Droga do Wrocławia

Stanisław Loria urodził się 18 stycznia 1883 r. w Warszawie w zasymilowanej rodzinie żydowskiej krakowskiego kupca Szymona Lorii i Balbiny z domu Remscheidt [5] (krewnym Lorii był literat Aleksander

Wat – prof. Maciej Suffczyński, informacja prywatna). Dzieciństwo spędził w Krakowie, gdzie ukończył szkołę powszechną i uzyskał maturę w Gimnazjum Św. Anny.

W roku 1901 Stanisław Loria rozpoczął studia na Wydziale Filozoficznym Uniwersytetu Jagiellońskiego. Początkowo interesowały go nie tylko fizyka i matematyka, ale także filozofia i – zwłaszcza – psychologia [5,6]. W roku akademickim 1902/03 przez dwa semestry studiował psychologię doświadczalną na Uniwersytecie w Lipsku. Po powrocie do Krakowa początkowo kontynuował studia nad tymi zagadnieniami. Na ich podstawie udało mu się uzyskać nowe wyniki doświadczalne w dziedzinie widzenia i podważyć za ich pomocą teorię apercpcji Wundta¹. Tej tematyki dotyczyły też dwie pierwsze publikacje Lorii w których potwierdził doświadczalnie pewne tezy Helmholtza² dotyczące fizjologii oka. W tym czasie punkt ciężkości jego zainteresowań przeniósł się na fizykę. W latach 1905–07 pracował jako asystent demonstrator w katedrze fizyki doświadczalnej [5] pod kierunkiem prof. Augusta Witkowskiego (1854–1913), u którego otrzymał solidną szkołę eksperymentu, co potem ciepło wspominał [6]. W 1907 r. doktoryzował się z filozofii³ u Władysława Natansona (1864–1937) na podstawie dysertacji dotyczącej historii i metod psychologii [5].

W 1907 r. Loria przybył do Wrocławia, gdzie w latach 1907–09 prowadził u Lummera badania w dziedzinie optyki. W czasie tego pobytu należał do kręgu kolegów i przyjaciół Maksa Borna (1882–1970), późniejszego laureata Nagrody Nobla, który po doktoracie uzyskanym w Getyndze i pobycie w Cambridge został w 1907 r. zatrudniony jako asystent w rodzinnym Wrocławiu (Born pracował na Uniwersytecie we Wrocławiu przez 1,5 roku, po czym wyjechał do Getyngi). Przy-

¹ Wilhelm Wundt (1832–1920), niemiecki fizjolog, psycholog i filozof. Założył w Lipsku (1879) pierwsze w świecie laboratorium psychologii eksperymentalnej. Prace Wundta przekształciły psychologię w naukę empiryczną.

² Hermann von Helmholtz (1821–94), wybitny niemiecki fizyk, elektrochemik, fizjolog i filozof, wywarł wielki wpływ na badania naukowe w Niemczech w XIX w., szczególnie w dziedzinie fizyki. Początkowo zajmował się medycyną i fizjologią (optyką i akustyką). W 1871 r. porzucił fizjologię i przyjął stanowisko profesora fizyki w Berlinie, gdzie pracował do końca życia.

³ Na uniwersytetach austriackich (do których w tym czasie zaliczał się C.K. Uniwersytet Jagielloński) pierwszym stopniem naukowym w dziedzinie fizyki był doktor filozofii (Dr. Phil.). Tytuł ten nie był równoważny obecnemu doktoratowi z fizyki, który wymaga kilku dodatkowych lat studiów i badań. Austriacki Dr. Phil. odpowiadał raczej obecnemu tytułowi magistra (dyplomowanego fizyka w Niemczech, czy *Master's Degree* na uniwersytetach amerykańskich [7]).

jaźń z Bornem przetrwała długie lata⁴. Max Born tak scharakteryzował Lorię [8]:

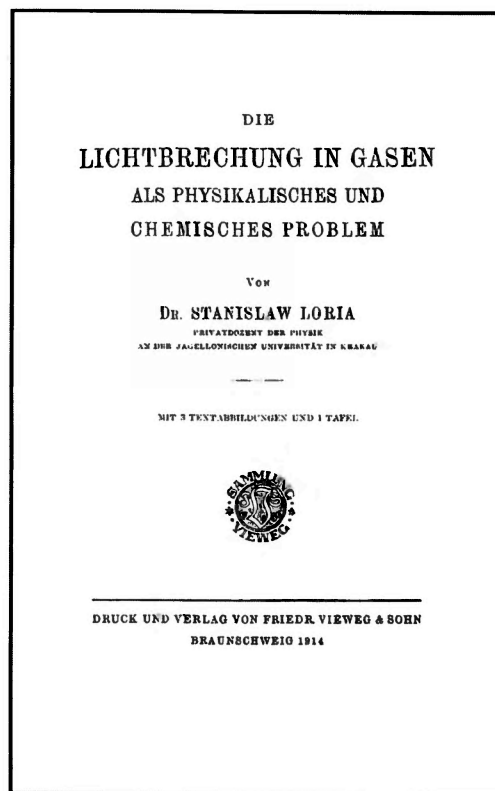
„wysoko wykształcony i elegancki Polak, dumny ze swej narodowości. Był entuzjastą fizyki i czarującym młodym człowiekiem o wspaniałych cechach charakteru i doskonałych manierach. Dobrze się rozumieliśmy i jedynym powodem tarć między nami było jego przesadne uwielbienie dla profesora Natansona w Krakowie, którego uznawał za jednego z największych fizyków. Uważaliśmy to za patriotyczną przesadę i nie zgadzaliśmy się z nim, ale z drugiej strony, ten podziw dla swego mistrza robił na nas wrażenie i wkrótce przestaliśmy mu się sprzeciwiać”.

Born wymienia także nazwisko Lorii, wspominając swe zmagania z teorią względności [9]:

„Następnie wróciłem do mojego rodzinnego Wrocławia (...) i rozmawiałem o tym z kolegami. Jeden z nich, Stanisław Loria, młody Polak, zwrócił moją uwagę na artykuły Einsteina, które wtedy przeczytałem”⁵.

Do tego naukowo-towarzyskiego kręgu zaliczali się także Rudolf Ladenburg⁶ (1882–1952) i Fritz Reiche⁷ (1883–1969). Loria współpracował z Ladenburgiem, który po doktoracie u W.C. Roentgena w Monachium został zatrudniony jako asystent we Wrocławiu. Samodzielnie opublikował Loria wyniki dotyczące rozpraszania światła w gazowych węglowodorach (metanie, acetylenie, etylenie i etanie) [11]. Dostarczały one danych liczbowych do weryfikacji elektronowej teorii dyspersji i ekstynkcji światła, rozwiniętej m.in. przez Władysława Natansona w Krakowie. Tego typu badania wymagały wielkiej precyzji ze względu na to, że prędkość rozchodzenia się światła w gazach tylko w niewielkim stopniu zmienia się z częstością. Warto przypomnieć, że w czasie pobytu Lorii we Wrocławiu (1907–09) wiadomo było, że atom zbudowany jest z cząstek obdarzonych ładunkiem elektrycznym, ale wyniki badań były interpretowane na podstawie modelu „ciasta z rodzynkami” podanego przez J.J. Thomsona (1856–1940). Jądro atomowe zostało odkryte dopiero w 1911 r., a model atomu Bohra pojawił się w dwa lata później. Wyniki badań promieniowania atomów stanowiły cenne źródło informacji o ich budowie oraz właściwościach i służyły do weryfikacji modelu. Badania Lorii wskazywały na niemożliwość powiązania liczby elektronów wprowadzonej w istniejących teoriach dyspersji z liczbą elektronów „walencyjnych” wynikającą z modelu Thomsona. Loria przeprowadził także pomiary

dyspersji światła w parach sodu i amoniaku. Badając rozpraszanie światła przez ośrodki gazowe, wraz z Ladenburgiem wykrył anomalną dyspersję czerwonej linii wodoru pobudzonego elektrycznie do świecenia [12]. Te i późniejsze prace doświadczalne Ladenburga nad rozpraszaniem i dyspersją światła przyczyniły się do rozwoju mechaniki kwantowej [13–15]. Prace z okresu wrocławskiego należą do najbardziej znanych prac Stanisława Lorii. Praca z Ladenburgiem jest cytowana m.in. w znanej książce Borna [16] z 1932 r. Wyniki badań dotyczących dyspersji światła Loria podsumował w monografii *Rozpraszanie światła w gazach* [17].



Rys. 1. Strona tytułowa monografii S. Lorii o rozpraszaniu światła w gazach [17].

Loria kontynuował swe studia podoktorskie pod kierunkiem prof. H. du Bois w Laboratorium Bosschy w Berlinie, gdzie zajmował się zagadnieniami magneto-optyki, badając zmiany płaszczyzny polaryzacji światła padającego na powierzchnię ciał ferromagnetycznych (tzw. magneto-optyczny efekt Kerra). Badania

⁴ Jak wspominał prof. Leopold Infeld (1889–1968): „Zwyczaj pierwsze słowa skierowane do mnie przez profesora Borna, kiedykolwiek się spotkaliśmy, brzmiały: — Jak się miewa Loria?” [10].

⁵ Warto podkreślić, że Loria nie tylko zwrócił uwagę Borna na prace mało wówczas znanego Einsteina, które przestudiował jako jeden z pierwszych fizyków [10], ale był także propagatorem teorii względności i autorem pierwszej polskiej książki popularnonaukowej na ten temat, wydanej w 1921 r. we Lwowie.

⁶ Syn znanego niemieckiego chemika Alberta Ladenburga (1842–1911), profesora uniwersytetów w Kilonii (1872–89) i we Wrocławiu (1889–1909).

⁷ Szczegóły biografii Reichego zostały podane w artykule Torgego [3].

Lorii pozwoliły stwierdzić występowanie tego zjawiska – wcześniej znanego jedynie dla żelaza, niklu, kobaltu i magnetytu – w niektórych stopach i związkach ferromagnetycznych. Po powrocie do Krakowa habilitował się z fizyki doświadczalnej na Wydziale Filozoficznym UJ na podstawie rozprawy „O magnetoptycznym zjawisku Kerra w ferromagnetycznych związkach i stopach” oraz uzyskał stanowisko docenta.

W 1913 r. wyjechał do Manchesteru w Anglii, gdzie na tamtejszym uniwersytecie przeprowadził pod kierunkiem Ernesta Rutherforda (1871–1937) badania promieniotwórczości naturalnej pierwiastków z szeregu radu i toru. Po wybuchu I wojny światowej, jako poddany C.K. Austro-Węgier, musiał opuścić Anglię i w roku akademickim 1914/15 kontynuował prace w dziedzinie promieniotwórczości w Wiedniu, w laboratorium Instytutu Radowego⁸ Wiedeńskiej Akademii Nauk, którym kierował jeden z pionierów badań nad promieniotwórczością Stefan Meyer (1872–1949). Jesienią 1915 r. Loria wraca do Krakowa, by podjąć wykłady na UJ. W liście wysłanym przed wyjazdem z Wiednia do Meyera, przebywającego w Bad Ischl, Loria napisał, iż nie ma złudzeń co do możliwości pracy naukowej w Krakowie, ponieważ Instytut w dalszym ciągu jest okupowany przez władze wojskowe⁹. Zamierzał prowadzić tam tylko prace teoretyczne i prosił Meyera o umożliwienie dalszych badań w Wiedniu w czasie przerw w dydaktyce (wakacji itp.). Badania prowadzone przez Lorię w okresie wiedeńsko-krakowskim dotyczyły występowania rozgałęzień w szeregach radu i toru. Pracował także nad metodami rozdziału odmian (izotopów) radu i toru przez odparowywanie aktywnych osadów. Efektem tych prac było sześć publikacji [10].

Kontakty z Meyerem utrzymuje Loria przez cały czas wojny, pracując w Zakładzie Fizycznym UJ, a także później, aż do końca lat 30. W liście z 9 listopada 1917 r. pisał do Meyera¹⁰: „Po bolesnych dniach żałoby po Smoluchowskim¹¹ musieliśmy na ile to możliwe uporządkować czekające na nas sprawy i rozpocząć nowy rok akademicki. Do czasu powołania nowego kierownictwa powierzono mi podstawowy wykład i kierowanie laboratorium”. Ze względu na zmniejszoną powierzchnię dydaktyczną i dużą liczbę studentów (ok. 300) przejście z dnia na dzień nowych obowiązków potęgowało obciążenie pracą i nie pozwalało na zajęcie się badaniami. Dochodziły do tego kłopoty z zaopatrzeniem i wyposażeniem laboratorium, co najlepiej oddaje inny fragment listu Lorii:

„Pozwalam sobie skorzystać z tej okazji, by spytać Pana o radę. Do mojej pracy ze zwykłym mierni-

kiem aktywności tła, potrzebuję roztworu wzorcowego o zawartości około 10^{-5} mg Ra. Jak wiadomo, taką ilość można łatwo uzyskać z około 1 grama czystej blendy smolistej. Gdzie powiniennem się zwrócić, ażeby otrzymać blendę smolistą – do zarządu kopalni w Joachimsthal, czy do Ministerstwa? Nie posiadam tu w ogóle żadnych wzorcowych odczynników, jedynie słaby roztwór o nieznannej zawartości Ra”.

W 1918 r. na miejsce Smoluchowskiego na UJ powołany został Konstanty Zakrzewski (1876–1948), a zwolnioną przez niego katedrę fizyki teoretycznej na Uniwersytecie Jana Kazimierza we Lwowie objął Stanisław Loria, który w 1920 r. został profesorem zwyczajnym.



Rys. 2. Stanisław Loria w 1915 r. (ze zbiorów prof. Hannelore Sexl, Österreichische Akademie der Wissenschaften, Kommission für Geschichte der Naturwissenschaften, Mathematik und Medizin, Wien).

W latach 1923–26 Loria przebywał w laboratorium Roberta A. Millikana (1868–1953) w Caltechu w Pasadenie (USA), gdzie powrócił do wcześniejszej tematyki badań optycznych (spektroskopowych). Zajmował się tam widmami fluorescencji mieszaniny par talu i rtęci. W procesie zderzeń atomów zachodzących w mieszaninie wzbudzone światłem lampy rtęciowej atomy rtęci zderzają się z atomami talu i przekazują im energię kinetyczną, doprowadzając do ich wzbudzenia. Atomy talu, powracając do stanu niewzbudzonego, emitują widma fluorescencyjne. Loria badał wpływ domieszek argonu lub azotu na fluorescencję talu i stwierdził [18], że obecność tych domieszek prowadzi do powstawania metatrwałych stanów wzbudzonych atomów rtęci oraz wyznaczył ich czas

⁸ Institut für Radiumforschung został zbudowany w latach 1909–10 za środki uzyskane ze sprzedaży wzbogaconej rudy uranowej (blendy smolistej) wydobywanej na terenie Austrii (Czech) w St. Joachimsthal (Jachymowie) [15].

⁹ List Lorii do Meyera z 25 sierpnia 1915 r. (dzięki uprzejmości prof. Hannelore Sexl, Wiedeń).

¹⁰ List Lorii do Meyera z 9 listopada 1917 r. (dzięki uprzejmości prof. Hannelore Sexl, Wiedeń).

¹¹ Marian Smoluchowski (1872–1917) zmarł 5 września 1917 r. na dyzenterię (czerwonkę bakteryjną).

życia. Dzięki tym pracom, jak również pracom dotyczącym magnetoptycznego zjawiska Kerra, Loria jest wymieniany jako jeden z pięciorga polskich fizyków¹² w popularnym podręczniku Cajoriego [19] historii fizyki do roku 1925.

Po powrocie do Lwowa w 1926 r. Loria objął katedrę i Zakład Fizyki Doświadczalnej na Uniwersytecie Jana Kazimierza. Nowe odkrycia w fizyce, takie jak potwierdzenie falowej natury elektronu przez Davisona i Germera w 1927 r., a przede wszystkim możliwość rozbudowy Zakładu i nowoczesnego wyposażenia w latach 1929–35 pozwoliły Lorii na rozpoczęcie badań nad interferencją wiązek elektronów ugiętych na tlenku cynku, graficie i innych substancjach. Pierwsza praca z tej dziedziny, którą opublikował (z J. Klingerem) w biuletynie Polskiej Akademii Umiejętności, potwierdziła wzór de Broglie’a (falową naturę elektronu) dla elektronów o średnich energiach (większych niż badane przez poprzedników). Praca ta jest cytowana w książce Maksa von Lauego [20] opublikowanej w czasie II wojny światowej.

Po zajęciu Lwowa przez wojska sowieckie kontynuował badania w katedrze fizyki Państwowego Uniwersytetu Lwowskiego. Ostatecznie działalność Lorii we Lwowie przerwało (a faktycznie także zakończyło jego działalność naukową) wkroczenie Niemców w 1941 r.

3. W polskim Wrocławiu

W latach 1941–45 Stanisław Loria ukrywa się w majątku Ujazd w woj. krakowskim. Przejścia z tego okresu wyryły głębokie piętno na jego osobowości [21,22]. W liście do Maksa Borna, datowanym 8 maja 1946 r., Loria pisze [21]:

„W latach okupacji niemieckiej przeżyłem straszne czasy. Przez 3,5 roku musiałem ukrywać się przed Gestapo, mieszkając w małym gospodarstwie rolnym w pobliżu Krakowa, pozbawiony możliwości zarabiania na życie i wszelkiej działalności intelektualnej, nie wiedząc, który dzień będzie ostatnim, kto może odkryć moje przybrane nazwisko, gotowy w każdej chwili na popełnienie samobójstwa w przypadku, gdy wpadną na mój ślad”.

W maju 1945 r. Loria przyjechał ponownie do Wrocławia jako zastępca Pełnomocnika Ministra Oświaty i wraz z garstką innych naukowców wchodzących w skład tzw. Grupy Naukowo-Kulturalnej m. Wrocławia zajął się organizacją polskiego Uniwersytetu i Politechniki. We Wrocławiu zamieszkał w szeregowym domu przy ul. Jana Kochanowskiego 5 (dawna

Wilhelmsruherstrasse), w którym za czasów niemieckich mieszkał profesor Politechniki, fizyk Ludwig Bergmann, specjalista od ultradźwięków [22]. Adres ten widnieje na wspomnianym liście do Borna [21], w którym dalej Loria pisze:

„Od maja 1945 r. jestem we Wrocławiu jako jeden z pierwszych „pionierów” i organizator polskiego uniwersytetu w tym mieście. W najśmielszych myślach nie przypuszczałem, że powrócę tu w takich okolicznościach. Nie rozpoznałby Pan swojego rodzinnego miasta. Instytut fizyki przy ul. Kanonia (Kl. Domstrasse) przestał w ogóle istnieć. Katedra, kościół Św. Krzyża, kościół Najśw. Marii Panny, w ogóle cała Wyspa Piaskowa, jak również większość najlepszych ulic w centrum miasta stanowi jedynie stos ruin. Ani jeden dom nie ocalał w południowo-zachodniej części miasta. Nie jest łatwo rozpocząć nowe życie w takich warunkach. Ale jako repatrianci ze wschodu musimy po prostu radzić sobie na ile to możliwe”.

Uniwersytet Wrocławski i Politechnika Wrocławska, powołane do życia dekretem Rządu PRL jako dwie odrębne prawnie i organizacyjnie uczelnie akademickie, faktycznie do 1951 r. tworzyły wspólnotę akademicką. Stanisław Loria od maja 1945 r. do października 1947 r. pełnił funkcję prorektora połączonych uczelni odpowiedzialnego za sprawy Uniwersytetu. Wobec całkowitego zniszczenia uniwersyteckiego gmachu Instytutu Fizyki zorganizował ze swymi asystentami w budynku Politechniki wspólny Zakład Fizyki Doświadczalnej, którym kierował. Jednym z jego asystentów był Roman Stanisław Ingarden¹³, który po latach tak wspominał ten okres [13]:

„Pamiętam, jak w 1945 r. zwiedzaliśmy z prof. Lorią podziemia wypalonego gmachu na Ostrowie Tumskim w poszukiwaniu ocalałej od pożaru aparatury. Znaleźliśmy ławę spektrometryczną w dobrym stanie, tylko bez siatki dyfrakcyjnej, oraz część aparatury od skraplania powietrza, m.in. nieuszkodzony aparat Lindego konstrukcji Olszewskiego z tabliczką firmy krakowskiej¹⁴, który został sprowadzony do zakładu za radą prof. Lorii w 1909 r.”.

Inne wspomnienie [13] z początku września 1945 r.:

„W drzwiach otarłem się o wychodzącego prof. Clemensa Schaefera, ostatniego profesora fizyki teoretycznej na niemieckim Uniwersytecie Wrocławskim, który właśnie wyjeżdżał na stałe do Niemiec i przyszedł się pożegnać (prof. Loria ułatwił mu ten wyjazd i okazał mu przy tym wiele zasłużonej serdecz-

¹² Pozostali to: Maria Skłodowska-Curie (1867–1934), Wojciech Rubinowicz (1889–1974), Zygmunt Wróblewski (1845–1888) i Karol Olszewski (1846–1915).

¹³ R.S. Ingarden po doktoracie w 1949 r. został mianowany zastępcą profesora i zorganizował Katedrę Fizyki Teoretycznej na UW. W 1966 r. prof. Ingarden przeniósł się na UMK do Torunia [23].

¹⁴ Aparaturę wykonał Ludwik Grodzicki, mechanik Zakładu Fizyki UJ [24]. Odnaleziono dokument świadczący o tym, że wspomniany aparat Lindego został zakupiony wcześniej, w 1900 r., przez poprzednika Lummera, prof. Oskara E. Mayera (R. Torge, informacja prywatna, grudzień 2002 r.).

ności jako jednemu z nielicznych profesorów niemieckich, którzy nigdy nie chcieli pogodzić się z reżymem hitlerowskim)”.

Już w sierpniu 1945 r. Zakład Fizyki zostaje przekształcony w Katedrę Fizyki. Działalność naukowa napotyka jednak na ogromne trudności, gdyż większość wartościowej aparatury została wywieziona przez Niemców. Ponadto obowiązki dydaktyczne dla ogromnej rzeszy studentów ze wszystkich wydziałów i trudności organizacyjne przytłaczają całkowicie pracę naukową [6,25]. Toteż w tym czasie Loria zajmuje się głównie dydaktyką, prowadząc wykłady nie tylko z fizyki ogólnej, ale także wykłady teoretyczne na III, IV i V roku studiów fizyki w latach 1947/48 i 1949/50 [26].

Sytuacja ta, w istocie uniemożliwiająca prowadzenie działalności naukowej, z pewnością nie satysfakcjonowała Lorii, toteż we wspomnianym liście do Borna Loria pisze również o swoich staraniach o półroczny wyjazd do USA lub Anglii w celu „nadrobienia intelektualnych i naukowych opóźnień powstałych w czasie okupacji” i prosi Borna o wsparcie tych starań. W 1947 r. otrzymuje stypendium naukowe Międzynarodowej Unii Fizyki Czystej i Stosowanej i wyjeżdża na 9 miesięcy do Anglii, gdzie zapoznaje się z postęпами fizyki w czasie wojny.



Rys. 3. Stanisław Loria w 1956 r. (ze zbiorów Archiwum Uniwersytetu Wrocławskiego).

W listopadzie 1951 r. Stanisław Loria przeniósł się na Uniwersytet Poznański, gdzie został profesorem w Katedrze Fizyki Doświadczalnej, a wkrótce potem także zastępcą kierownika Zakładu Ferromagnetyków Instytutu Fizyki PAN, który współorganizowa-

wał z prof. A. Piekarą i prof. S. Szczeniowskim [27]. W tym czasie jego zainteresowania nawiązują do wcześniejszych badań nad magnetoptycznym zjawiskiem Kerra. Jednak problemy ze zdrowiem nie pozwalają mu rozwinąć tych badań. W roku 1957 wyjeżdża do rodziny w Kanadzie, a następnie do córki w Anglii, gdzie stan jego zdrowia ulega dalszemu pogorszeniu. Umiera 8 sierpnia 1958 roku w Londynie.

Spis prac naukowych Stanisława Lorii (nie uwzględniając prac popularyzatorskich) liczy 27 pozycji [10]. Loria był wychowawcą kilku pokoleń fizyków. Warto zaznaczyć, że do jego uczniów zalicza się nie tylko grono fizyków doświadczalnych, ale także tacy wybitni teoretycy, jak Leopold Infeld [10] i Roman S. Ingarden [13], którzy uważali Lorię za jednego ze swych wychowawców.

Stanisław Loria brał aktywny udział w życiu środowiska naukowego i działał na rzecz popularyzacji wiedzy. Był członkiem Polskiego Towarzystwa Fizycznego (i przewodniczącym Oddziału Dolnośląskiego), Polskiego Towarzystwa Matematycznego, Towarzystwa Naukowego Lwowskiego oraz członkiem założycielem Wrocławskiego Towarzystwa Naukowego.

Autor wyraża podziękowanie dr. Reimundowi Torgemu z Uniwersytetu w Stuttgarcie i prof. Hannelore Sexl z Austriackiej Akademii Nauk w Wiedniu za pomoc w dostarczeniu do niektórych materiałów archiwalnych i ich udostępnienie, a prof. Maciejowi Suffczyńskiemu za cenne sugestie dotyczące tego artykułu.

Literatura

- [1] O.E. Meyer, „Das physikalische Institut der Universität zu Breslau”, *Phys. Zeitschr.* **6**, 194 (1905).
- [2] R. Torge, „Budowa i rozwój Instytutu Fizyki Uniwersytetu Wrocławskiego za czasów Ottona Lummera”, *Postępy Fizyki* **51**, 31 (2000).
- [3] R. Torge, „Otto Lummer, Fritz Reiche i Mieczysław Wolfke: szkice biograficzne”, *Postępy Fizyki* **53**, 201 (2002).
- [4] A. Kiejna, „Stulecie wzoru i stałej Plancka”, *Postępy Fizyki* **51**, 294 (2000).
- [5] M. Puchalik, „Loria Stanisław”, w: *Polski Słownik Biograficzny*, t. 17 (Warszawa–Kraków–Wrocław 1972), s. 559.
- [6] J. Nikliborc, „Wspomnienie o prof. Stanisławie Lorii”, *Acta Univ. Wratisl.*, zes. 12 (1962), s. 3.
- [7] W. Moore, *Schrödinger, Life and Thought* (Cambridge University Press, Cambridge 1989), s. 54.
- [8] M. Born, *My Life* (Taylor and Francis, London 1978), s. 124.
- [9] M. Born, *Physics in My Generation* (Springer-Verlag, New York 1969), s. 103.
- [10] L. Infeld, „Stanisław Loria (1883–1958)”, *Acta Phys. Polon.* **18**, 3 (1959).
- [11] S. Loria, „Über die Dispersion des Lichtes in gasförmigen Kohlenwasserstoffen”, *Ann. Phys.* **29**, 605 (1909).
- [12] R. Ladenburg, S. Loria, „Dispersion des leuchtenden Wasserstoffs”, *Phys. Zeitschr.* **9**, 875 (1908).
- [13] R.S. Ingarden, „Stanisław Loria (1883–1958)”, *Spr. Wrocl. Tow. Nauk.* **13B**, 4 (1958).
- [14] M. Born, [9], s. 91.

A. Kiejna – Stanisław Loria: zarys działalności naukowej

- [15] J. Mehra, H. Rechenberg, *The Historical Development of Quantum Theory*, t. 5, cz. 1 (Springer-Verlag, New York 1987).
- [16] M. Born, *Optik* (Springer-Verlag, Berlin 1932).
- [17] S. Loria, *Die Lichtbrechung in Gasen als physikalisches und chemisches Problem* (Verlag Vieweg & Sohn, Braunschweig 1914).
- [18] S. Loria, „Indirectly excited fluorescence spectra”, *Phys. Rev.* **26**, 573 (1925).
- [19] F. Cajori, *A History of Physics* (Dover Publications Inc., New York 1962), s. 373.
- [20] M. von Laue, *Materiewellen und ihre Interferenzen* (Akademische Verlagsgesellschaft Becker & Erler Kom.-Ges., Leipzig 1944).
- [21] S. Loria, List do M. Borna (8 maja 1946 r.), Nachlaß Born 457, Staatsbibliothek zu Berlin – Preussischer Kulturbestiz, Handschriftenabteilung.
- [22] J. Łopuszański, „Moje wspomnienia o niektórych fizykach wrocławskich z pierwszych lat po wojnie”, *Postępy Fizyki* **47**, 285 (1996).
- [23] „O optyce geometrycznej i termodynamice informacyjnej, a także o Lwowie, Wrocławiu i Toruniu – rozmowa z R.S. Ingardenem”, *Postępy Fizyki* **46**, 357 (1995).
- [24] T. Piech, w: *Zarys dziejów nauk przyrodniczych w Polsce* (Wiedza Powszechna, Warszawa 1983).
- [25] J. Nikliborc, „Rozwój fizyki doświadczalnej na Uniwersytecie Wrocławskim po ukończeniu wojny”, *Acta Univ. Wratisl.*, zes. 58 (1967), s. 51.
- [26] *Fizyka wrocławska 1945–1995*, red. Z.M. Galasiewicz (Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1995).
- [27] H. Cofta, „Szczepan Szczeniowski (1898–1979)”, *Postępy Fizyki* **31**, 253 (1980).



Prof. ADAM KIEJNA zajmuje się teorią elektronowych i strukturalnych właściwości powierzchni metali, tlenków metali i ich międzypowierzchni oraz procesami zachodzącymi na powierzchni ciała stałego (w szczególności adsorpcją). Jego zainteresowania obejmują także historię fizyki (patrz np. „Stulecie wzoru i stałej Plancka”, *PF* **51**, z. 5, 294 (2000)). Aktualnie pełni funkcję zastępcy dyrektora IFD UWr oraz przewodniczącego Oddziału Wrocławskiego PTF.

SGS 2002

W dniach 19–22 września 2002 r. odbyła się w Hotelu „Daniel” w Ustroniu pod auspicjami Sekcji Nauki o Powierzchni oraz Sekcji Cienkich Warstw Polskiego Towarzystwa Próżniowego międzynarodowa konferencja naukowa: III International Seminar on Semiconductor Gas Sensors – SGS '02. Przewodniczącym Komitetu Naukowego i Organizacyjnego był prof. Jacek Szuber, a głównym organizatorem – Zakład Mikroelektroniki Instytutu Fizyki Politechniki Śląskiej w Gliwicach.

Było to już trzecie kolejne spotkanie naukowe specjalistów zajmujących się półprzewodnikowymi czujnikami gazowymi. Ogółem w Seminarium udział wzięło prawie 60 osób, w tym ponad 40 uczestników zagranicznych ze wszystkich najważniejszych światowych ośrodków naukowych zajmujących się tą tematyką, m.in. z Finlandii, Francji, Hiszpanii, Japonii, Mołdawii, Niemiec, Rosji, Ukrainy, USA, Węgier i Polski. Seminarium stało się okazją do wymiany informacji, doświadczeń i pomysłów, forum szerokiej dyskusji na temat aktualnie prowadzonych w świecie badań w tej dziedzinie oraz umożliwiło przedstawienie swoich osiągnięć naukowych, zwłaszcza młodym naukowcom. Stało się ponadto okazją do nawiązania i zacieśnienia kontaktów osobistych.

Uroczystego otwarcia Seminarium dokonali przewodniczący Komitetu Naukowego i Organizacyjnego – prof. Jacek Szuber, oraz przewodniczący Międzynarodowego Komitetu Doradczego – prof. Noboru Yamazoe z Uniwersytetu Fukuda (Japonia), twórca koncepcji pierwszego półprzewodnikowego czujnika gazowego. Prof. Yamazoe wygłosił też, na zaproszenie organizatorów, referat „Wet processing of semiconductor oxides for gas sensors” inicjujący pierwszą sesję Seminarium. W tej sesji wystąpił również prof. Vilho Lantto z Uniwersytetu w Oulu (Finlandia) zaproszony do wygłoszenia referatu „Structure engineering of semiconductor nanograins for gas sensing applications”.

Przedmiotem drugiej sesji tematycznej pierwszego dnia Seminarium były nowe kierunki w technologii półprzewodnikowych czujników gazowych. Referaty na zaproszenie przedstawili: dr Pietro Siciliano z Centrum Badań Nowych Materiałów dla Elektroniki w Lecce (Włochy) oraz dr Juergen Woellenstein z Uniwersytetu we Freiburgu (Niemcy).

Przedmiotem trzeciej sesji tematycznej pierwszego dnia Seminarium były zagadnienia modelowania półprzewodnikowych czujników gazowych. Referaty na zaproszenie przedstawili: prof. Guliano Martinelli z Uniwersytetu w Ferrarze (Włochy) oraz dr Ferenc Reti z Politechniki w Budapeszcie (Węgry).

Przedmiotem ostatniej sesji tematycznej pierwszego dnia Seminarium były zagadnienia dotyczące wykorzystania półprzewodnikowych czujników gazowych w konstrukcji tzw. nosa elektronicznego. W tej sesji referaty na zaproszenie przedstawili: prof. Jacques Nicolas z Centrum

Ochrony Środowiska w Arlon (Belgia) oraz dr Janos Mizsei z Politechniki w Budapeszcie (Węgry).

Drugi dzień Seminarium zdominowała tematyka najważniejszego półprzewodnikowego materiału czujnikowego – dwutlenku cyny SnO_2 . W ramach 4 sesji tematycznych dotyczących najnowszych kierunków w technologii wytwarzania oraz kontroli własności cienkowarstwowych i grubowarstwowych czujników gazowych na bazie SnO_2 wygłoszono 2 referaty na zaproszenie – dr Nicolae Barsan z Uniwersytetu w Tybindze (Niemcy) oraz dr Franck Berger z Uniwersytetu w Besançon (Francja) – a także 6 komunikatów.

Uzupełnieniem programu drugiego dnia obrad była sesja tematyczna poświęcona półprzewodnikowym materiałom tlenkowym, w ramach której referaty na zaproszenie wygłoszili: dr Luca Ottaviano z Uniwersytetu w Aquilli (Włochy) oraz dr David Kubinski z Centrum Badań Naukowych Forda w Dearborn (USA).

Trzeci dzień Seminarium zdominowała tematyka katalitycznej modyfikacji półprzewodnikowych materiałów tlenkowych. W trakcie 2 sesji tematycznych wygłoszono 2 referaty na zaproszenie – prof. Juan Morante z Uniwersytetu w Barcelonie (Hiszpania) i prof. Benedykt Licznarski z Politechniki Wrocławskiej – a także 2 komunikaty. W trzecim dniu Seminarium odbyły się również dwie sesje naukowe poświęcone nowym półprzewodnikowym materiałom czujnikowym. Wygłoszono 4 komunikaty.

W trakcie Seminarium odbyła się także sesja plakatowa, w trakcie której zaprezentowano ponad 20 komunikatów z prac własnych.

Podsumowania bardzo interesujących obrad Seminarium dokonał dr Nicolae Barsan, natomiast uroczystego zamknięcia Seminarium – autor tego sprawozdania.

Organizatorzy wydali specjalny zeszyt z programem i streszczeniami przedstawionych referatów i komunikatów. Materiały Seminarium zostaną wydane w specjalnym numerze czasopisma *Thin Solid Films* wydawanego przez Elsevier Science. Aktualnie trwa proces recenzji prawie 40 prac złożonych do druku.

W ramach programu socjalnego Seminarium, któremu towarzyszyła wspaniała jesienna pogoda, odbyła się m.in. tradycyjna uroczysta kolacja, połączona z występem zespołu regionalnego, oraz ognisko z pieczeniem kiełbasek.

Seminarium było finansowane głównie z opłat konferencyjnych wnoszonych przez uczestników oraz z dotacji Komitetu Badań Naukowych (KBN) i Ministerstwa Edukacji Naukowej i Sportu (MENiS). Koszty druku materiałów Seminarium w czasopiśmie *Thin Solid Films* będą pokryte przez dotację otrzymaną z Unii Europejskiej (projekt NOSE II – Second Network on Artificial Olfactory Sensing, koordynowany przez Uniwersytet w Tybindze).

W powszechnej opinii uczestników Seminarium dobrze wypełnia lukę w systemie odbywających się na świecie konferencji naukowych z tematyki czujników i zgodnie

ze wstępnymi ustaleniami będzie dalej organizowane cyklicznie co 2 lata, z udziałem specjalistów ze wszystkich ważniejszych ośrodków światowych zajmujących się tą tematyką. W najbliższych latach sponsorem strategicznym Seminarium będzie Centrum Doskonałości CESIS (Centre of Excellence in Physics and Technology of Semicon-

ductor Interfaces and Sensors), utworzone przez Zakład Mikroelektroniki Politechniki Śląskiej w Gliwicach.

Jacek Szuber

Zakład Mikroelektroniki PŚI
Gliwice

RECENZJE

Fizyka zabawek

Krzysztof Ernst: *Einstein na huśtawce, czyli fizyka zabaw, gier i zabawek*, Wydawnictwo Prószyński i S-ka, Warszawa 2002, s. 222.

Pierwsze zapowiedzi szybkiego wydania przez Wydawnictwo Prószyński i S-ka książki dotyczącej fizyki zabawek i rozrywki, autorstwa prof. Krzysztofa Ernsta, pojawiły się już ponad trzy lata temu (*Wiedza i Życie*, sierpień 1999 r., s. 62), ale dopiero we wrześniu 2002 r. zapowiadana praca znalazła się w księgarniach. Wydana książka jest pierwszym w języku polskim i zapewne jednym z nielicznych w literaturze światowej opracowaniem z tej dziedziny przeznaczonym dla szerokich kręgów czytelników – np. książka wydana przez American Association of Physics Teachers i zatytułowana *The Role of Toys in Teaching Physics* przeznaczona jest dla nauczycieli.

Autor podzielił swoją pracę na 25 rozdziałów, które poprzedził wstępem. Każdy z tych rozdziałów dotyczy jednego rodzaju zabawki, gry lub zabawy, np. łódki napędzanej świeczką, jo-jo, golfa czy układania domina. Istotną zaletą książki jest to, że rozdziały te stanowią zamknięte jednostki tematyczne i mogą być czytane niezależnie od siebie. W poszczególnych rozdziałach Autor nie ogranicza się tylko do aspektów fizycznych omawianych zabawek, gier i zabaw, ale podaje także wiele ciekawych faktów historycznych, ważnych szczegółów technicznych, porad, a nawet anegdot. Stopień szczegółowości przedstawienia poszczególnych zabawek jest różny – jedne z nich potraktowane są dokładniej, inne zaś raczej pobieżnie. Dlatego też dla dociekliwszych czytelników ważnym uzupełnieniem jest zamieszczona na końcu książki obszerna bibliografia. Liczy ona 184 artykuły, pogrupowane źródłowo i uporządkowane chronologicznie – według roku wydania – oraz 21 książek. W większości są to publikacje w języku angielskim. Odsyłacze do bibliografii znajdują się na końcu rozdziałów. W kilku przypadkach zostały tam również podane adresy stron internetowych.

Poziom wiedzy z zakresu fizyki wymagany od czytelnika w celu zrozumienia prowadzonych rozważań nie wykracza poza program szkoły średniej. Ogólnie charakter tych rozważań można określić jako półilościowy. W znacznej liczbie przypadków, gdzie daje się to stosunkowo łatwo wykonać i jest potrzebne do zrozumienia omawianych zagadnień, Autor przeprowadza rozważania ilościowe, używając odpowiednich wzorów i obliczeń. W pozostałych

przypadkach poprzestaje na rozważaniach jakościowych, kładąc nacisk na wyjaśnienie istoty poruszanych problemów. Podsumowując, łatwo zauważyć, że koncepcja tej książki jest podobna do wydanej 10 lat temu książki dotyczącej fizyki sportu (K. Ernst, *Fizyka sportu*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1992).

Dobór omawianych w książce zabawek, gier i zabaw jest zapewne wynikiem zainteresowań i preferencji Autora oraz posiadanych przez niego materiałów. Książka nie wyczerpuje tematu, co zresztą byłoby rzeczą bardzo trudną, ponieważ różnych odmian samych tylko tzw. zabawek fizycznych znanych jest kilkaset. Żeby sprostać temu zadaniu, praca musiałaby mieć rozmiary małej encyklopedii. Fakt niewyczerpania tematu Autor sygnalizuje we wstępie. Wydaje się jednak, że znacznie ważniejsze niż wyczerpanie tematu jest pokazanie, w jaki sposób prawa fizyki zostały wykorzystane w omawianych zabawkach oraz jak stosuje się metody tej nauki do analizy ich działania.

Książka w przeważającej części jest oryginalnym opracowaniem Autora, ukazującym się po raz pierwszy na rynku wydawniczym. Dziewięć rozdziałów stanowi natomiast rozszerzone i zmienione wersje artykułów o fizyce zabawek lub zabaw, opublikowanych przez Autora w czasie ostatnich kilku lat na łamach miesięczników *Wiedza i Życie*, *Młody Technik* i *Delta*. Do tych rozdziałów należą: Spragniony ptak („Wiecznie spragniony ptak”, *WiŻ*, wrzesień 1998 r., s. 52), Łódka świeczką napędzana („Łódka napędzana świeczką”, *WiŻ*, wrzesień 2000 r., s. 68), Dlaczego bumerang nie zawsze wraca? („Bumerang”, *WiŻ*, sierpień 1994 r., s. 22), Tajemniczy kij indiański (ten sam tytuł, *WiŻ*, sierpień 1995 r., s. 44), Bungee, czyli skoki na linie („Szaleństwo na linie”, *WiŻ*, sierpień 1999 r., s. 42), Wysoko jak lot latawca („Latawce”, *WiŻ*, wrzesień 1999 r., s. 60), Magia lustrzanych odbić w kalejdoskopie („Magia kalejdoskopu”, *WiŻ*, marzec 2000 r., s. 56), Burzliwe dzieje piłki golfowej („Piłka do dołka”, *Młody Technik*, 1993 r., nr 9, s. 13) oraz Bujamy się na huśtawce („Huśtawka”, *Delta* 1996 r., nr 8, s. 10).

Przedstawiony fakt nie zmniejsza w niczym wartości książki i jest sposobem praktykowanym przez różne wydawnictwa w celu udostępniania wcześniejszych publikacji w zmienionej formie nowym grupom czytelników. Na przykład, Amerykańskie Stowarzyszenie Nauczycieli Fizyki wydało książkę zatytułowaną *Apparatus for Teaching Physics*, pod redakcją Karla Mamoli, będącą zbiorem

opisów przyrządów opublikowanych w miesięczniku *The Physics Teacher*. Szkoda jednak, że Autor nie wspomina o tym we wstępie i nie wykazuje pięciu wymienionych artykułów z *Wiedzy i Życia* w spisie literatury. Zachęciłby przez to w większym stopniu niektórych czytelników do sięgnięcia po ten miesięcznik, którego redakcja i wydawca książki do niedawna mieściły się pod wspólnym adresem.

Podczas uważnej lektury książki udało mi się zauważyć drobne błędy literowe i niedopatrzania. Na rys. 12, dotyczącym konstrukcji pijącego ptaka, wypełnienie dolnej bańki płynem pokazane jest przez zaciemnienie, a nie zaznaczone „poziomymi kreskami”, jak podano w opisie na s. 24. Poziome kreski występowały na oryginalnym rysunku, złożonym w Amerykańskim Urzędzie Patentowym, ale rys. 12 został nieco przetworzony w stosunku do oryginału przy użyciu edytora komputerowego. Płaszczyznę kiwania się pijącego ptaka wyznacza oś obrotu, a nie jego nachylenie w położeniu równowagi w stosunku do pionu (s. 25). Płaszczyzna ta jest prostopadła do osi obrotu, natomiast nachylenie do pionu wyznacza kierunek kiwania się ptaka. W obliczeniach dotyczących minimalnej energii, którą należy dostarczyć klockowi domina (s. 64), pojawiła się dziwna jednostka „ μnJ ” („mikronadodżul”?). Czyżby Autor użył złożonego przedrostka (co nie jest zalecane)? Wykonanie wskazanych obliczeń daje wynik ok. $10 \mu J$, a więc pewnie jest tu błąd literowy.

Zastanawia również, czy użycie określenia „przebyta droga” w opisie pionowej osi wykresu przedstawionego na rys. 55 (s. 76) jest właściwe. Jeżeli drogę ro-

zumieć jako długość toru przebytego przez skoczka, to jest ona niemalejącą funkcją czasu ruchu i w opisie tego wykresu należałoby używać określenia „wysokość” lub „odległość”. Na s. 194, w rozdziale poświęconym zabawom w rzutki, zamiast „rys. 3” powinno być „rys. 161” (liczba 3 oznacza kolejny numer rysunku w tym rozdziale, ale nie w książce). W ostatniej części bibliografii dotyczącej książek (s. 222) również znalazł się błąd – podręcznik T. Dryńskiego *Doświadczenia pokazowe z fizyki* został wydany w 1964 r. a nie w roku 1984, jak wydrukowano. Książki wykazane w tej części bibliografii dobrze byłoby również uporządkować chronologicznie, podobnie jak artykuły w poprzednich częściach.

Książka prof. Ernsta dotyczy atrakcyjnej tematyki, bowiem zabawy i gry to niewątpliwie jedne z najprzyjemniejszych form aktywności ludzi w bardzo różnym wieku. Zapoznanie się z tą publikacją prowadzi do wniosku, że jest ona napisana w sposób interesujący, przystępny i wnikliwy. Drobne błędy nie zmniejszają w istotnym stopniu jej wartości. Dlatego książkę tę warto polecić, jako przyjemną i pożyteczną lekturę, szerokim kręgom czytelników – począwszy od uczniów gimnazjów i liceów, poprzez nauczycieli, na studentach i fizykach kończąc. Pewne obawy może budzić jednak cena tej publikacji, wynosząca 34 zł, która jak na pozycję popularnonaukową o stosunkowo niedużej objętości wydaje się dość wygórowana.

Stanisław Bednarek
Instytut Fizyki UŁ
Łódź



Nowy statut

(dokończenie ze strony 50)

boru (w starych regulacjach powoływano na te funkcje w drodze konstytuowania się ZG PTF). Nowy statut ogranicza jednocześnie pełnienie funkcji prezesa PTF do jednej kadencji (ale za to czteroletniej). Takie ograniczenie nie ma zastosowania do sekretarza generalnego i skarbnika PTF.

6. Statut ograniczył formy członkostwa do członków zwyczajnych, honorowych i wspierających. Wprowadzona poprzednio kategoria członków nadzwyczajnych w istocie odnosiła się do pojedynczych przypadków osób zagranicznych. Ponieważ obecnie dopuszcza się członkostwo cudzoziemców, nie ma potrzeby takich nadzwyczajnych uregulowań. Tym bardziej, iż znikły również bariery celno-bankowe uniemożliwiające opłatę składek przez takie osoby zagraniczne. Dodam, że nie znalazła również poparcia lansowana przez niektóre oddziały idea umożliwienia członkostwa osobom niepełnoletnim.

7. Wobec powtarzających się kłopotów wynikających z niewywiązywania się z obowiązku corocznych

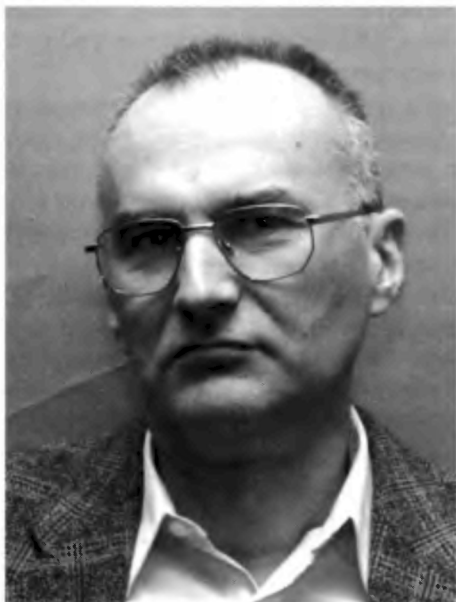
wpłat przez członków wspierających i niezręczną sytuacją wywołaną koniecznością usuwania takich członków uchwałami odpowiednich władz, przyjęto w statucie jednoroczne okresy członkostwa. Status członka wspierającego odnawiany jest automatycznie po wywiązaniu się z zadeklarowanych pożytków na kolejny rok. W przeciwnym razie następuje utrata członkostwa z mocy statutu.

Obecnie trwają prace nad sformułowaniem regulaminów Zarządu Głównego PTF, Głównej Komisji Rewizyjnej, Sądu Koleżeńskiego PTF oraz Regulaminu Wyborczego. Nadzwyczajne Zebranie Delegatów PTF powołało Komisję Wyborczą PTF (przewodniczący: W.A. Kamiński) oraz Komisję Regulaminów (przewodniczący: Bogdan Cichocki). Trwa także procedura rejestracji jednolitego tekstu nowego statutu PTF. Po jej zakończeniu uchwalony statut stanie się obowiązującym prawem Towarzystwa. Wtedy również będzie można rozpocząć procedury wyborcze nowych władz i organów PTF. Mam nadzieję, że zakończą się one do XXXVII Zjazdu Fizyków Polskich w Gdańsku.

Wiesław Andrzej Kamiński

■ Jan Figiel

Urodził się w 1948 r. w Krakowie. Studiował fizykę na Uniwersytecie Jagiellońskim. Od 1971 r. pracuje w Instytucie Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego, doktorat obronił w 1975 r., habilitacja w 1989 r., tytuł naukowy otrzymał 10 grudnia 2002 r.



Zajmuje się fizyką cząstek elementarnych, czyli badaniem fundamentalnych oddziaływań podstawowych składników materii. W CERN-ie i w Fermilabie prowadził badania oddziaływań hadronów oraz neutrin i mionów o wielkich energiach z materią. Od 1997 r. uczestniczy w eksperymencie ZEUS przy akceleratorze HERA w Hamburgu, gdzie są badane oddziaływania elektron (pozyton) – proton przy największych energiach. Zajmuje się m.in. analizą oddziaływań dyfrakcyjnych i ich interpretacją w ramach teorii oddziaływań silnych chromodynamiki kwantowej. Zamierza się włączyć w przygotowanie eksperymentu na planowanym akceleratorze liniowym e^+e^- TESLA pod Hamburgiem. Celem tego eksperymentu byłoby badanie kwarku t i poszukiwanie bozonu Higgosa.

Jest autorem lub współautorem 125 publikacji naukowych. Czuje się członkiem „krakowskiej szkoły” fizyki cząstek elementarnych stworzonej przez profesora Mariana Mięśowicza.

Na UJ prowadzi wykłady z fizyki cząstek elementarnych. Był promotorem 2 prac doktorskich. Od 1996 r. kierował 4 projektami badawczymi KBN.

Dłuższe wyjazdy zagraniczne: 1976–77 – CERN, Genewa, „stowarzyszony badacz”; 1981–83 – Uniwersytet w Hamburgu, kontrakt; 1989–91 – Instytut Maksa Plancka w Monachium, stypendium badawcze Towarzystwa Maksa Plancka.

Żonaty od 1974 r., ma trzy dorosłe córki.

■ Jerzy Kamiński

Urodził się w 1953 r. w Gostyninie. W 1972 r. był laureatem Olimpiady Fizycznej. Studiował na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, od 1976 r. jest pracownikiem UW. Pracę doktorską „Asymptotyczne własności elektrodynamiki kwantowej w granicy silnych pól



i wysokich temperatur” napisał pod kierunkiem prof. Iwona Białyńskiego-Biruli. Tytuł naukowy otrzymał 4 grudnia 2002 r.

Początkowo zajmował się badaniem właściwości elektrodynamiki kwantowej oraz analizą wpływu zewnętrznego pola elektromagnetycznego na materię. Badał m.in. relatywistyczne rozpraszanie elektronów, analizował asymptotyczne właściwości tzw. wiodących diagramów Feynmana z poprawkami promienistymi, korzystając przy tym z metody równań grupy renormalizacji. Analizował także wpływ zewnętrznego stałego i jednorodnego pola elektromagnetycznego na kreację par cząstka–antycząstka. Po doktoracie zajmował się problemem sterowania procesów i stanów kwantowych zewnętrznym polem elektromagnetycznym. Badał procesy rozproszeniowe, rekombinację, jonizację i generację wysokich harmonik w silnym polu laserowym. Obecnie bada wpływ pól magnetycznego i elektrycznego na stabilizację stanów rezonansowych oraz wiążące się z tym właściwości wirów kwantowych. Zagadnieniami tymi zamierza zajmować się również w przyszłości, rozszerzając je o tematy związane z kondensacją Bosego–Einsteina, kwantowym zjawiskiem Halla i informacją kwantową.

Jest współautorem ponad 70 prac naukowych oraz 30 komunikatów konferencyjnych. Wspólnie z I. Białyńskim-Birulą i Markiem Cieplakiem napisał podręcznik akademicki *Teoria kwantów*. Opiekował się 1 pracą doktorską (2 dalsze otwarte przewody w toku).

■ Tytuły profesorskie

Tytuł naukowy profesora nauk fizycznych, nadany przez Prezydenta Rzeczypospolitej Polskiej, otrzymali w dniu 27 lutego 2003 r. Marek Pajek (Akademia Świętokrzyska, Kielce) i Tadeusz Wojciech Wasiutyński (IFJ, Kraków).

www.prezydent.pl

■ Stypendia FNP dla młodych naukowców

Fundacja na rzecz Nauki Polskiej ogłosiła listę laureatów konkursu „Stypendia krajowe dla młodych naukowców w 2003 r.”. Wpłynęło 631 wniosków; zwycięzcami konkursu zostało 108 osób, w tym 6 fizyków i jedna biofizyczka. Oto nasi młodzi koledzy laureaci: fizyka – Andrzej Boguta (PP), Andrzej Dragan (UW), Stella Hensel-Bielówka (UŚI), Łukasz Kłopotowski (UW), Adam Rycerz (UJ), Maciej Wojtkowski (UMK); biofizyka – Olga Wesołowska (AM, Wrocław). W tym roku wśród laureatów nie ma astronomów.

Uroczyste wręczenie dyplomów odbyło się 22 marca 2003 r. na Zamku Królewskim w Warszawie. W tym roku stypendium wynosi 20 tys. zł.

B. W.

■ Jubileusz Andrzeja Budzanowskiego

13 marca 2003 r. w Instytucie Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego w Krakowie odbyła się minikonferencja naukowa z okazji 70. urodzin prof. Andrzeja Budzanowskiego. Konferencję zorganizowali jego uczniowie i wychowankowie, pracownicy kierowanego przez profesora Zakładu Reakcji Jądrowych (ZRJ) IFJ. Tematem konferencji była struktura jądra atomowego i mechanizm reakcji ciężkojonowych, czyli główne dziedziny zainteresowań naukowych Jubilata. Sesję poprowadził doc. dr hab. Antoni Szczurek. Referaty w pierwszej części zatytułowanej „Z perspektywy historycznej” dotyczyły najwcześniejszego okresu działalności naukowej Budzanowskiego. Wygłosili je przyjaciele Jubilata, tworzący wraz z nim „Wielką Trójkę”, krakowskich trzech muszkieterów. Prof. Kazimierz Grotowski mówił o początkach fizyki jądrowej w Krakowie, a prof. Adam Strzałkowski o badaniach modnej wówczas polaryzacji. O 50 latach fizyki oddziaływań relatywistycznych jąder, czyli już późniejszych zainteresowaniach prof. Andrzeja Budzanowskiego, mówił prof. Roman Hołyński. Osiągnięcia Jubilata na polu współpracy ze Zjednoczonym Instytutem Badań Jądrowych w Dubnej przedstawił prof. Andrzej Hryniewicz. Tajemniczo zatytułowany referat prof. Andrzeja Białasa dotyczył – jak się okazało – jednak fizyki. Nieznany element okazała się nowa, ciekawa metoda obliczania entropii układu bardzo wielu stanów przez rozpatrywanie tylko znacznie mniej licznych stanów będących w koincydencji.

Na drugą część konferencji, poświęconą strukturze jądra atomowego, składały się dwa referaty: prof. Rafała Brody na temat badań nowych struktur jądrowych w zderzeniach ciężkich jonów i prof. Stanisława Drożdża o przejściu od fizyki jądrowej do rynków finansowych.

Trzecia część konferencji dotyczyła ultrarelatywistycznych zderzeń ciężkich jonów. Dr Paweł Staszal omówił wyniki uzyskane w eksperymencie BRAHMS, a doc. Wojciech Broniowski – termalny opis danych z RHIC-a. Kolorowa plazma kwarkowo-gluonowa była tematem referatu prof. Stanisława Mrówczyńskiego.

Na uroczystość przybyli liczni goście z instytucji zaprzyjaźnionych z IFJ, m.in. prof. Andrzej Białas – prezes PAU, prof. Henryk Szymczak – przewodniczący Wydziału III Nauk Matematycznych, Fizycznych i Chemicznych PAN, prof. Karol Musioł – prorektor Uniwersytetu Jagiellońskiego, prof. Kazimierz Jeleń – dziekan Wydziału Fizyki i Techniki Jądrowej AGH, prof. Ziemowid Sujkowski (dyrektor) i prof. Adam Sobiczewski z Instytutu Problemów Jądrowych im. Adama Sołtana, prof. Jan Żylicz z Instytutu Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Warszawskiego, p. Stanisław Szpilowski – dyrektor Departamentu Nauki i Techniki Państwowej Agencji Atomistyki.

Aula IFJ wypełniona po brzegi znakomitymi osobistościami, przyjaciółmi oraz wychowankami Jubilata świadczy o szacunku i sympatii, jakimi cieszy się prof. Budzanowski. Były gratulacje, kwiaty, toasty, szampan i wspaniały tort urodzinowy ze świeczkami, a „Happy Birthday” śpiewała z ekranu sama Marilyn Monroe. Uroczystość relacjonowała krakowska telewizja.



Andrzej Budzanowski podczas jubileuszowego bankietu.

Andrzej Budzanowski urodził się 13 marca 1933 r. we Lwowie. Studiował fizykę na Uniwersytecie Jagiellońskim pod kierunkiem prof. Henryka Niewodniczańskiego. Dyplom magistra uzyskał w 1955 r. Jeszcze będąc stu-

dentem podjął pierwszą pracę na stanowisku asystenta na UJ. W 1958 r. został zatrudniony również w IFJ, gdzie wkrótce został kierownikiem Zakładu Pierwszego Reakcji Jądrowych. W 1961 r. zrobił doktorat, a w roku 1966 habilitację. Tytuł profesora nadzwyczajnego uzyskał w 1973 r., a profesora zwyczajnego w 1978 r. Oprócz kierowania ZRJ w IFJ od 1990 r. pełni funkcję dyrektora naczelnego. Główne tematy jego badań to: niesprężyste rozpraszanie spolaryzowanych protonów, optyczny model dla cząstek złożonych, polaryzacja w reakcjach zdzierania (strippingu), niepełny liniowy przekaz pędu. Jest współodkrywcą efektu rozpraszania „glory”, odkrywcą reakcji fragmentacji cząstek α (A. Budzanowski i in., „Observation of the α -particle break-up process at $E_{\alpha}^{\text{lab}} = 172.5$ MeV”, *Phys. Rev. Lett.* **41**, 635 (1978)). Jest autorem lub współautorem ok. 220 publikacji w różnych czasopismach naukowych o międzynarodowym zasięgu. Wyjeżdżał na staże naukowe lub kontrakty m.in. do Uniwersytetu w Liverpoolu (1960), Forschungszentrum w Jülich (1978–79), Hahn–Meitner Institut w Berlinie (1984–85) oraz Lawrence Berkeley Laboratory (1981–83). Wypromował dziewięciu doktorów. Zasiada w radach naukowych kilku instytutów, m.in. ZIBJ w Dubnej. Jest członkiem PAN (1986), PAU (1989), Towarzystwa Naukowego Warszawskiego (1994), European Physical Society, American Physical Society, brytyjskiego Instytutu Fizyki (Fellow of the Institute of Physics), Polskiego Towarzystwa Fizycznego (w latach 1984–86 był przewodniczącym Oddziału Krakowskiego).

Małgorzata Nowina-Konopka

■ Nowy dyrektor ICTP

Nowym dyrektorem (od marca 2003 r.) Międzynarodowego Centrum Fizyki Teoretycznej (ICTP) w Trieście jest Katepalli R. Sreenivasan, Hindus, obecnie obywatel Stanów Zjednoczonych. Jest profesorem Uniwersytetu Marylandu, znanym fizykiem doświadczalnym, zajmującym się przede wszystkim dynamiką płynów i turbulencją.

ICTP zostało założone w 1964 r. przez Pakistańczyka Abdusa Salama (1926–1996, Nagroda Nobla z fizyki 1979) dla stymulowania badań naukowych oraz kształcenia w dziedzinie fizyki i matematyki w krajach rozwijających się. Obecnie główne kierunki uprawiane w ICTP to fizyka wysokich energii, fizyka ciała stałego, klimatologia, matematyka. Pracuje tam kilkudziesięciu stałych wykładowców oraz zwykle ponad setka stażystów po doktoracie. Prowadzone są też kursy magisterskie, seminaria, konferencje naukowe. Wykładowcami bądź stażystami w Trieście było wielu polskich fizyków.

Na utrzymanie ICTP łoży przede wszystkim włoski rząd, a także Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej i UNESCO. Zdarzają się jednak kłopoty finansowe. Na przykład w 1991 r. groziło zwolnienie dużej liczby pracowników, gdyż rząd włoski z powodu pewnych przepisów formalnych bardzo się opóźniał z wpłaceniem dotacji. Wtedy na pomoc ICTP przyszła Islamska Republika

Iranu, udzielając bezprocentowej pożyczki w wysokości 3 mln dolarów.

CERN Courier **43**, nr 1 (2003)

B. W.

■ Kosmetyczne nagrody

Znana firma kosmetyczna l'Oréal oraz UNESCO od 5 lat przyznają wspólnie nagrody kobietom pracującym naukowo. W tym roku nagrody, każda po 100 tys. dolarów, są za badania ciała stałego. Prezesem Komitetu Nagród był Pierre-Gilles de Gennes (laureat Nagrody Nobla z fizyki w 1991 r.). Nagrody otrzymały: Mariana Weissmann (Argentyna), Fang-hua Li (Chiny), Karimat El-Sayed (Egipt), Ayse Erzan (Turcja) i Johanna Levelt Sengers (USA).

Mariana Weissmann jest pracownikiem naukowym Komisji Energii Atomowej w Buenos Aires, zajmuje się modelowaniem matematycznym i teorią materiałów amorficznych, jest członkiem Argentyńskiej Akademii Nauk Ścisłych.

Fang-hua Li pracuje w Instytucie Fizyki w Pekinie, za pomocą mikroskopii elektronowej bada kryształy i kwazikryształy (zwłaszcza półprzewodniki i nadprzewodniki wysokotemperaturowe).

Karimat El-Sayed kształciła się w Wielkiej Brytanii, pracuje na Uniwersytecie w Kairze, specjalizuje się w krytalografii. Za najciekawsze swoje wyniki uważa zbadanie, jak dyfuzja tlenu w półprzewodnikach zmienia ich właściwości elektryczne, a także wyjaśnienie mechanizmu wzrostu warstwowych kamieni nerkowych.

Ayse Erzan kształciła się w USA, następnie prowadziła prace badawcze w Szwajcarii, Portugalii, Niemczech i Holandii, od 1990 r. pracuje na Politechnice w Stambule. Zajmuje się fizyką statystyczną, bada przejścia fazowe i procesy skalowania w układach złożonych (szkła spinowe, modele wzrostu fraktalnego, trzęsienia ziemi, a ostatnio także zagadnienia biologiczne).

Johanna Levelt Sengers urodziła się i kształciła w Holandii. Od 40 lat pracuje w USA w Krajowym Biurze Wzorców (NIST), bada stosowanie praw skalowania do płynów w pobliżu punktów krytycznych, szczególnie interesują ją właściwości wody i pary wodnej.

Phys. Today **56**, nr 3 (2003)

B. W.

■ Rocznice

Przed 50 laty zmarli dwaj polscy fizycy, Czesław Biało-brzeski i Stefan Pieńkowski, profesorowie Uniwersytetu Warszawskiego.

Czesław Biało-brzeski (1878–1953) ukończył Uniwersytet Kijowski i tam też rozpoczęła się jego kariera naukowa. Był pierwszym, który wykazał (w 1913 r.) rolę ciśnienia promieniowania w wewnętrznej równowadze termodynamicznej gwiazd. Po I wojnie światowej objął katedrę fizyki teoretycznej na UW, założył przy niej także pracownię doświadczalną. Wraz ze współpracownikami prowadził badania jonizacji dielektryków, rozpraszania światła i optyki atomowej. Głównym jego zainteresowaniem była filozofia przyrody, interpretacja podstaw mechaniki

kwantowej, zagadnienia poznania, systemy filozoficzne Leibniza i Kanta. Był członkiem Polskiej Akademii Umiejętności, Towarzystwa Naukowego Warszawskiego, członkiem tytularnym Polskiej Akademii Nauk, prezesem PTF (1934–38), a w latach 1947–51 wiceprezesem Międzynarodowej Unii Fizyki Czystej i Stosowanej (IUPAP).

Stefan Pieńkowski (1883–1953) studiował w Belgii i tam rozpoczął karierę akademicką. W 1919 r. został powołany na katedrę fizyki doświadczalnej na UW. Prowadził badania w dziedzinie optyki atomowej i molekularnej, spektroskopii ramanowskiej, rentgenowskiej analizy strukturalnej, promieniotwórczości naturalnej skał. Stworzył pierwszą polską szkołę fizyki doświadczalnej, z której wyszło wielu później wybitnych fizyków. Wiele wniósł w działalność PTF, wielokrotnie był jego prezesem, a od 1950 r. członkiem honorowym. Był członkiem PAU, Akademii Nauk Technicznych, TNW, PAN. Trzykrotnie wybierany na rektora UW. Był inicjatorem powstania i redaktorem *Postępów Fizyki*.

Również 50 lat temu zmarł Robert Andrews Millikan (1868–1953). Dzięki jego pionierskim badaniom zaakceptowano ideę istnienia elementarnego ładunku elektrycznego. Prowadził także badania zjawiska fotoelektrycznego, promieniowania kosmicznego i rentgenowskiego. W 1923 r. otrzymał Nagrodę Nobla z fizyki „za badanie elementarnego ładunku elektrycznego i zjawiska fotoelektrycznego”.

Przed 100 laty zmarł Josiah Willard Gibbs (1839–1903), fizyk amerykański, twórca współczesnej termodynamiki. Wprowadził pojęcie entalpii, podał regułę faz, opracował matematyczną teorię fluktuacji, sformułował podstawy mechaniki statystycznej.

W bieżącym roku przypada setna rocznica urodzin Larsa Onsagera (1903–76), który urodził się w Christianii (dziś Oslo), pracował naukowo w USA. Był jednym z twórców teorii procesów nierównowagowych, podał ścisłe rozwiązanie dwuwymiarowego modelu Isinga, dał podstawy fizyce przemian fazowych. W 1968 r. otrzymał Nagrodę Nobla z chemii za rozwijanie ogólnej teorii procesów nieodwracalnych.

Przed 100 laty Nagrodę Nobla z fizyki otrzymali: w połowie Antoine Henri Becquerel „za odkrycie promieniotwórczości spontanicznej” i w połowie małżonkowie Pierre i Maria Curie za „badania zjawisk promieniotwórczości odkrytych przez Becquerela”.

B. W.

■ Program MILAB 2002 w IF PAN

W roku 2002 Fundacja na rzecz Nauki Polskiej (FNP) prowadziła kolejną edycję programu MILAB, którego celem jest udzielanie polskim placówkom naukowym pomocy w realizacji zadań inwestycyjnych w zakresie modernizacji laboratoriów i tworzenia lepszych warsztatów pracy. Do konkursu zgłoszono rekordową liczbę 161 wniosków. Jednym z 21 beneficjentów tej edycji programu jest Instytut Fizyki PAN w Warszawie, którego wniosek dotyczył modernizacji laboratoriów technologicznych Cen-

trum Doskonałości Struktur Niskowymiarowych CELDIS (patrz Kronika w zeszycie 1/2002). Centrum to zostało ustanowione w IF PAN w grudniu 2000 r. na okres 3 lat w ramach V Programu Ramowego Unii Europejskiej. Główne obszary aktywności Centrum dotyczą wytwarzania, charakteryzacji i mikrostrukturyzacji półprzewodnikowych oraz magnetycznych struktur o obniżonej wymiarowości (studni, drutów i kropek kwantowych), jak też badań własności optycznych, magnetycznych i elektrycznych tych materiałów. W pracach Centrum zasadniczą rolę odgrywają różne formy aktywności edukacyjnej i współpracy międzynarodowej (warsztaty i konferencje naukowe, wymiana kadry naukowej, szkolenie doktorantów). Modernizowane w ramach programu MILAB 2002 laboratoria stanowią zaplecze technologiczne Centrum. Łączna kwota subwencji dla IF PAN w programie MILAB 2002 wyniosła 230 tys. zł. Do realizacji zakwalifikowano projekty modernizacji: 1) laboratorium epitaksji z fazy ciekłej, 2) pracowni elektronolitografii, 3) pracowni dyfraktometrii, 4) pracowni fotolitografii. Kierownikiem projektu w IF PAN był autor tej notatki. Ze strony Fundacji program MILAB prowadzi p. T. Pacholik.

W laboratorium epitaksji z fazy ciekłej wytwarzane są wysokiej jakości cienkie epitaksjalne warstwy półprzewodnikowe grupy III–V. Ważnym kierunkiem badań pracowni są mikrostruktury otrzymywane metodą tzw. wzrostu lateralnego, pozwalającą na otrzymywanie wysokiej jakości warstw osadzanych na bardzo niedopasowanych sieciowo podłożach. W ramach modernizacji w laboratorium wykonano nową instalację klimatyzacyjno-wentylacyjną oraz zainstalowano (spełniającą wysokie normy bezpieczeństwa) linię dostarczania czystego wodoru do laboratorium wraz z układem automatycznych czujników stężenia tego gazu. W pracowni elektronolitografii wytwarzane są nanostruktury półprzewodnikowe i magnetyczne o rozmiarach submikronowych. W wyniku prac modernizacyjnych pracownia ta wzbogaciła się o nowe pomieszczenie przeznaczone głównie do celów szkoleniowych. Pracownia fotolitografii jest nowym przedsięwzięciem realizowanym przez IF PAN przy wydatnej pomocy FNP (programy MILAB 2001 i 2002). Głównym celem tych działań jest rozszerzenie technicznej bazy instytutu w zakresie mikrostrukturyzacji układów półprzewodnikowych i magnetycznych. Zasadnicze prace inwestycyjne zakończono w 2002 r. w ramach programu MILAB 2002. W pracowni fotolitografii zainstalowano system klimatyzacyjno-wentylacyjny zapewniający odpowiednio wysoką klasę czystości powietrza. W pracowni dyfraktometrii rentgenowskiej prowadzone są precyzyjne pomiary struktury krystalograficznej niskowymiarowych struktur półprzewodnikowych, magnetycznych i nadprzewodnikowych. Pracownia wzbogaciła się w 2002 r. o nowoczesny dyfraktometr firmy Philips (inwestycja KBN). Pomieszczenie dla tego przyrządu, spełniające specjalistyczne wymagania w zakresie stabilizacji temperatury i wymiany powietrza, przygotowano w ramach programu MILAB 2002.

Tomasz Story

■ Jak to jest w Holandii

Co 5 lat stan fizyki na dziewięciu uniwersytetach holenderskich opiniuje specjalna komisja. Ostatnio po raz pierwszy była to komisja międzynarodowa; przewodniczył jej Jan Sengers, profesor Uniwersytetu Marylandu (USA). Uznano, że fizyka holenderska jest na poziomie światowym, niepokojący jest jednak spadek liczby studentów wstępujących na fizykę – od 1988 r. do 1999 r. liczba ta zmniejszyła się o połowę, podczas gdy w tym samym okresie liczba zaczynających studia astronomii rosła. Zwrócono też uwagę na mały procent kobiet fizyków, choć akurat w tym roku po raz pierwszy wśród członków komisji były kobiety.

Komisja zaleciła, aby poszczególne wydziały fizyki skupiły się na wybranej przez siebie dziedzinie badań. „Nie możecie mieć dziewięciu MIT. Nie wszystkie uniwersytety mogą być pierwszymi w każdej specjalności”, powiedział Jan Sengers. Innym zaleceniem było możliwie mało sztywne ustawienie programu pierwszego roku studiów, by początkujący studenci mogli się zorientować, jaka specjalność naprawdę ich interesuje.

W szkolnictwie wyższym Holandii zachodzą teraz zasadnicze zmiany. Zamiast trwających 5–6 lat studiów fizyki prowadzących do uzyskania stopnia magistra wprowadza się system dwustopniowy: po 3 latach można będzie zdobyć stopień bakałarza (odpowiednik naszego licencjatu), a po 2 następnych – magistra. Odpowiada to dążeniu do ujednoczenia wyższych studiów w Europie.

Zwrócono też uwagę na konieczność lepszego kontaktu wydziałów ze środowiskiem („Nawet jeśli macie niewielu studentów, powinniście dążyć do tego, aby stać się niezbędnymi dla uniwersytetu i dla społeczeństwa”). Zalecono również, aby zwyczajem amerykańskim utrzymywać bliskie związki z dawnymi wychowankami, co może ułatwić zdobywanie funduszy i załatwianie innych spraw.

Na jesieni ubiegłego roku rząd holenderski zapowiedział zmniejszenie finansowania szkolnictwa wyższego. Wywołało to ostre protesty i demonstracje studentów wszystkich uniwersytetów.

Phys. Today 56, nr 2 (2003)

B. W.

■ Sezam w Jordanii

Król Jordanii Abdullah II i Generalny Dyrektor UNESCO Koichiro Matsuura uroczyście położyli w dniu 6 stycznia 2003 r. w miejscowości Allaan w pobliżu Ammanu kamień węgielny pod budynek źródła promieniowania synchrotronowego SESAME (Synchrotron light for Experimental Science and Applications in Middle East). Ma to być niezależne laboratorium pod patronatem UNESCO. Trzy lata temu powstała idea, aby kończące swoją służbę w Berlinie źródło promieniowania synchrotronowego BESSY 1 przekazać na Bliski Wschód. Część wyposażenia została już przetransportowana. Przewiduje się unowocześnienie urządzenia, w czym obiecały pomoc laboratoria DESY w Hamburgu i ELETTRA w Trieście. Członkami założycielami SESAME-u są: Autonomia Palestyńska, Bahrajn, Egipt, Iran, Izrael, Jordania, Pakistan

i Turcja. Na prezesa Rady SESAME-u został wybrany Herwig Schopper (dawny generalny dyrektor CERN-u). Wyraził on nadzieję, że w najbliższych miesiącach do członkostwa przystąpią także inne kraje tego regionu i że SESAME ułatwi rozwój nowoczesnej nauki i techniki oraz przyczyni się do złagodzenia napięć między tymi krajami.

Finansowanie urządzenia nie jest jeszcze całkowicie zapewnione. Jordania obiecała 6 mln dolarów na koszty budynków i montażu akceleratora, brakuje jednak jeszcze 8–10 mln. Prawdopodobnie zapewni je Unia Europejska, a być może także Japonia i Stany Zjednoczone. Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej oraz Brazylia zadeklarowały finansowanie stypendiów.

Budynek i montaż urządzenia mają być zakończone w 2005 r. i organizatorzy mają nadzieję, że od 2006 r. rozpocznie się normalne działanie tego bliskowschodniego źródła promieniowania synchrotronowego.

Phys. J. 2, nr 2 (2003)

B. W.

■ Chiny zainteresowane syntezą termojądrową

Chiny chcą przystąpić do prac nad międzynarodowym doświadczalnym reaktorem termojądrowym ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor), oferując pokrycie 10% kosztów tego urządzenia. Odpowiedni list został wysłany do partnerów tego przedsięwzięcia: Japonii, Rosji i Unii Europejskiej. Stany Zjednoczone, które początkowo miały zamiar brać udział w pracach nad ITER-em, wycofały się w 1999 r., ale teraz wyraziły chęć powrotu.

Nature 421, nr 6921 (2003)

B. W.

■ Osheroff bada katastrofę Columbii

Do komisji badającej przyczynę katastrofy promu Columbia został powołany Douglas Osheroff (Nagroda Nobla w 1996 r. za badania zachowania się ciał w niskich temperaturach). Gdy porównywano go do Feynmana, który w 1986 r. w sposób zasadniczy przyczynił się do rozwiązania zagadki tragedii promu Challenger, Osheroff powiedział: „Nie należę do tej samej ligi co Feynman, lecz myślę, że wniosę tu swój udział. Wszyscy się dopytują, dlaczego od zewnętrznego zbiornika paliwa odpadały fragmenty osłony. To jest właśnie problem z fizyki niskich temperatur, w której jestem niezłym eksperymentatorem”.

Science 299, nr 5613 (2003)

B. W.

■ Podwójna helisa za 2 funty

Mennica Królewska w Wielkiej Brytanii wypuściła do obiegu monetę o nominale 2 funtów z rysunkiem podwójnej helisy i napisem: „DNA Double Helix 1953–2003” dla upamiętnienia 50. rocznicy rozszyfrowania struktury DNA przez Jamesa Watsona i Francisca Cricka.

Nature 421, nr 6919 (2003)

B. W.

■ Fundacja BRE-Banku

Nagrodę im. Jana Popielawskiego i Piotra Modraka, przyznawaną przez Instytut Chemii Fizycznej PAN, finansuje Fundacja BRE-Banku. O nagrodzie tej pisaliśmy w Kronice 6/2002.

B. W.

■ Henryk Cofta (1922–2003)

Dnia 2 lutego 2003 r. zmarł w Poznaniu Henryk Cofta, nestor poznańskich fizyków teoretyków, ceniony naukowiec i nauczyciel akademicki, emerytowany profesor Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza.

Henryk Cofta urodził się 24 maja 1922 r. w Poznaniu. Jego ojciec był pracownikiem umysłowym w przedsiębiorstwach spółdzielczych i działaczem społecznym. W latach 1929–35 Henryk Cofta uczęszczał do szkoły powszechnej Janiny Sulerzyskiej, a następnie w latach 1935–39 do Państwowego Gimnazjum im. Marii Magdaleny w Poznaniu.

W lutym 1940 r. został wraz z rodziną wypędzony z Wielkopolski przez niemieckiego okupanta. Utrzymując się z pracy na roli, do końca okupacji przebywał w gminie Szczepanów w powiecie brzeskim. Po powrocie do Poznania w kwietniu 1945 r. uczęszczał do Liceum Ogólnokształcącego im. Bergera, gdzie zdał egzamin maturalny w styczniu 1946 r. Już wcześniej, w październiku 1945 r., rozpoczął studia matematyki i fizyki na Wydziale Matematyczno-Przyrodniczym Uniwersytetu Poznańskiego, kończąc je uzyskaniem dyplomu magistra w 1951 r.

Pracę zawodową rozpoczął na III roku studiów jako zastępca asystenta na Wydziale Elektrycznym Szkoły Inżynierskiej w Poznaniu. W roku 1950 przeszedł do Katedry Fizyki Teoretycznej Uniwersytetu Poznańskiego i pracował w niej bez przerwy aż do likwidacji katedr i narzucenia struktury instytucyjowej we wrześniu 1969 r. Od tam pracował stale w Instytucie Fizyki UAM. Awansował w tym czasie regularnie, nie omijając żadnego szczebla służbowego i osiągając w marcu 1963 r. stanowisko docenta, a w sierpniu 1973 r. stanowisko profesora nadzwyczajnego. W latach 1953–62 był również pracownikiem Instytutu Fizyki PAN w Poznaniu.

1 października 1963 r., wkrótce po habilitacji, objął po prof. Szczepanie Szczeniowskim funkcję kierownika Katedry Fizyki Teoretycznej. Po jej likwidacji został kierownikiem Zakładu Teorii Magnetyzmu, który pod względem zarówno personalnym, jak i naukowo-badawczym jest kontynuatorem Katedry Fizyki Teoretycznej. Z funkcji tej prof. Cofta zrezygnował 31 stycznia 1991 r., przekazując ją z kolei autorowi tego wspomnienia. Obecnie zakład ten nosi nazwę Zakładu Fizyki Kwantowej.

Henryk Cofta specjalizował się w szeroko pojętej teorii magnetyzmu. W 1960 r. rozwinął nieznaną w tym czasie w Polsce kierunek badań zjawiska fal spinowych. Do najważniejszych jego wyników naukowych należy zbadanie anizotropowego rozchodzenia się fal spinowych w antyferromagnetykach i rezonansowych wzbudzeń fal spinowych w ferrimagnetykach. Badania te zapoczątkowały

powstanie poznańskiej szkoły teorii magnetyzmu. Następnie podjął badania struktur magnetycznych, co doprowadziło go do zainteresowania się zjawiskiem metamagnetyzmu. W latach 70. i 80. pod kierunkiem prof. Cofty bardzo się rozwinęły w Poznaniu badania kolinearnych metamagnetyków polowych, temperaturowych, czyli spontanicznych, i metamagnetyków ciśnieniowych, dostarczając wielu cennych wyników teoretycznych. Henryk Cofta jest autorem pierwszej na świecie monografii o zjawisku metamagnetyzmu *Metamagnetyki* (PWN, Warszawa 1971).



Henryk Cofta

Prof. Cofta zajmował się także termodynamicznym opisem przemian fazowych, głównie w układach wykazujących uporządkowanie spinowe dalekiego zasięgu. Podkreślał często, że jest uczniem wybitnego fizyka, prof. Szczepana Szczeniowskiego, który zapoczątkował powojenny rozwój fizyki teoretycznej w Poznaniu.

Dorobek naukowy prof. Henryka Cofty obejmuje 52 publikacje. Był cenionym nauczycielem akademickim i wychowawcą wielu roczników studentów fizyki; prowadził wykłady i seminaria z prawie wszystkich dziedzin fizyki teoretycznej. Grono jego uczniów jest liczne. Kierował 115 pracami magisterskimi i wypromował 10 doktorów. Nawiązał liczne naukowe kontakty zagraniczne, głównie z uniwersytetami włoskimi.

Za swoje osiągnięcia pięciokrotnie otrzymał nagrody ministerialne oraz został odznaczony m.in. Krzyżem Oficerskim Orderu Odrodzenia Polski i Medalem Komisji Edukacji Narodowej.

Profesor Henryk Cofta wzbudzał szacunek i uznanie nie tylko jako naukowiec o głębokiej wiedzy i rozległych zainteresowaniach, lecz także jako człowiek o wielkiej kulturze osobistej i wybitnych walorach etycznych. Był człowiekiem prawym i szlachetnym, zawsze gotowym na wielogodzinne dyskusje ze swoimi współpracownikami. Takim na zawsze zachowamy go w naszej wdzięcznej pamięci.

Zbigniew Jacyna-Onyszkiewicz

WARUNKI PRENUMERATY

Cena prenumeraty krajowej w 2003 r. wynosi 36,00 zł za pół roku, 72,00 zł za rok. Prenumeratę przyjmują:

I. „RUCH” S.A.

1. Wpłaty na prenumeratę przyjmują jednostki kolportażowe „RUCH” S.A. właściwe dla miejsca zamieszkania lub siedziby prenumeratora.

2. Cena prenumeraty ze zleceniem dostawy za granicę: cena prenumeraty krajowej + rzeczywiste koszty wysyłki. Wpłaty przyjmuje „RUCH” S.A. Oddział Krajowej Dystrybucji Prasy na konto: PEKAO SA IV O/Warszawa nr 12401053-40060347-2700-401112-001 lub w kasie Oddziału (Warszawa, ul. Jana Kazimierza 31/33). Zlecenia na prenumeratę dewizową, przyjmowane od osób zamieszkałych za granicą, realizowane są od dowolnego zeszytu.

3. Terminy przyjmowania wpłat na prenumeratę krajową i zagraniczną: do 5 grudnia – na I półrocze roku następnego, do 5 czerwca – na II półrocze roku bieżącego.

II. ZARZĄD GŁÓWNY PTF

Wpłaty należy dokonać na konto Zarządu Głównego PTF w PKO BP IX O/Warszawa nr 10201097-335245-270-1-111 lub w Biurze Zarządu Głównego PTF. Dostawa *Postępów Fizyki* następuje drogą pocztową pod wskazany adres.

III. ODDZIAŁY PTF

Opłata dla członków PTF oraz studentów wynosi 48,00 zł. Dostawa *Postępów Fizyki* odbywa się za pośrednictwem oddziału PTF.

INFORMACJE DLA AUTORÓW

Artykuły powinny mieć charakter przeglądowy i być dostępne dla ogółu fizyków. Prace należy nadsyłać pod adresem redakcji. O przyjęciu pracy do druku decyduje komitet redakcyjny. Maszynopisów prac niezamówionych i niezakwalifikowanych do druku redakcja nie zwraca. Bardziej szczegółowe informacje na temat układu i sposobu przygotowania pracy znajdują się na stronie internetowej *Postępów Fizyki*.

REKLAMA W POSTĘPACH FIZYKI

Zapraszamy – szczególnie przedstawicieli producentów aparatury oraz sprzętu i oprogramowania komputerowego, wydawców podręczników i książek naukowych oraz popularnonaukowych – do zamieszczania ogłoszeń reklamowych w *Postępach Fizyki*. Nasze czasopismo dociera do większości polskich fizyków, z których wielu decyduje o bieżących zakupach uczelni, instytutów i szkół. Zainteresowanych prosimy o kontakt z redakcją pod adresem: postepy@fuw.edu.pl.

POSTĘPY FIZYKI (ADVANCES IN PHYSICS)

founded in 1949, published bimonthly in Polish with titles in English by the Polish Physical Society with a support of the Polish State Research Committee (KBN) and the Physics Faculty of the Warsaw University.

INFORMATION FOR SUBSCRIBERS

A subscription order can be sent through the local press distributor or directly to „RUCH” S.A. Oddział Krajowej Dystrybucji Prasy, ul. Jana Kazimierza 31/33, skrytka pocztowa 12, 00-958 Warszawa, Poland.

NOWE KSIĄŻKI

- Konrad Rudnicki, *Zasady kosmologiczne*, PTMA, Bydgoszcz 2002, s. 176, cena 20 zł.
- Bernard F. Schutz, *Wstęp do ogólnej teorii względności*, tłum. Wojciech Kopczyński; wyd. II, PWN, Warszawa 2002, s. 364, cena 41 zł.
- Joanna Sadlej, *Spektroskopia molekularna*, WNT, Warszawa 2002, s. 495, cena 59 zł.
- Edward Ozimek, *Dźwięk i jego percepcja – aspekty fizyczne i psychoakustyczne*, PWN, Warszawa–Poznań 2002, s. 464, cena 40 zł.
- *Fizyka medyczna*, red. Grzegorz Pawlicki, Tadeusz Pałko, Natalia Golnik, Barbara Gwiazdowska, Leszek Królicki; Akad. Oficyna Wydawnicza EXIT, Warszawa 2002, s. 596, cena 67 zł.
- Robin J. Wilson, *Wprowadzenie do teorii grafów*, z jęz. angielskiego tłum. Wojciech Guzicki; PWN, Warszawa 2002, s. 224, cena 28 zł.
- Maciej Matyka, *Symulacje komputerowe w fizyce*, Wyd. Helion, Gliwice 2002, s. 194 + CD-ROM, cena 35 zł.
- *Leksykon ucznia – Fizyka*, WNT, Warszawa 2003, s. 109, cena 13 zł.

POSTĘPY FIZYKI W INTERNECIE

Zapraszamy do odwiedzania naszej strony internetowej www.fuw.edu.pl/~postepy, na której można znaleźć:

- szczegółowe spisy treści wszystkich zeszytów wydanych od roku 1993, z możliwością ich przeszukiwania,
- materiały dodatkowe, uzupełniające treść niektórych artykułów,
- materiały XXXV Zjazdu Fizyków Polskich w Białymstoku w 1999 r. (spis treści obu zeszytów dodatkowych *Postępów Fizyki* z 1999 i 2000 r.),
- materiały XXXVI Zjazdu Fizyków Polskich w Toruniu w 2001 r. (PEŁNE TEKSTY WSZYSTKICH ARTYKUŁÓW tomu dodatkowego *Postępów Fizyki*, 53D (2002), w formacie pdf).

WKRÓTCE W POSTĘPACH

- **Andrzej Krasieński o tym, jak powstawała teoria względności**
- **Jeszcze o prostej dostatecznie grubej – polemika Andrzeja Zięby z Markiem Gutowskim**
- **Adam Kiejna o życiu i działalności naukowej Mięczysława Wolfkego**
- **Janusz A. Zakrzewski o cząstkach Modelu Standardowego**
- **Refleksje Marii Baster-Grząślewicz o tym, co każdy człowiek o fizyce wiedzieć powinien**



COHERENT®



LAMBDA PHYSIK®



**DANTEC
DYNAMICS**



lasery TO my

QUANTRONIX

An Excel Technology Company

Continuum®

An Excel Technology Company

Eurotek International Sp. z o. o.

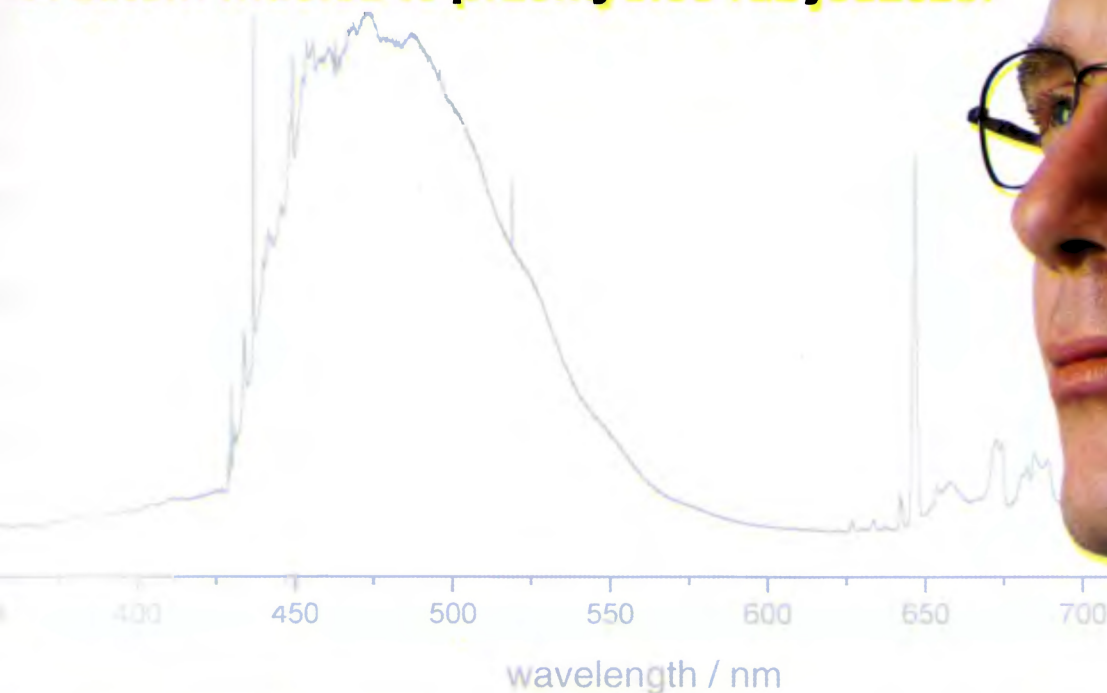
Al. Lotników 32/46, 02-668 Warszawa

Tel.: (22) 843 79 40 Fax: (22) 843 61 43

PRZEMYŚL TO!

Myślisz, że nie można zmierzyć tym samym instrumentem szerokiego przedziału spektralnego zachowując wysoką rozdzielczość?

A zatem musisz to przemyśleć raz jeszcze!



Teraz możesz zmierzyć widmo fotoluminescencji i Ramana przy pomocy Twojego mikroskopu ramanowskiego.

System ramanowski Renishaw UV/VIS to jak dwa instrumenty w jednym.

A oto trzy dodatkowe przyczyny aby zakupić mikroskop ramanowski UV/VIS Renishaw:

1. Eliminacja tła związanego z fluorescencją
2. Rezonansowe wzmocnienie sygnału (rezonansowy efekt Ramana)
3. Rozdzielczość przestrzenna < 1 μ m

Jest okazja aby dowiedzieć się więcej o systemie ramanowskim Renishaw, a także o tym jak ten system może pomóc w prowadzeniu Twoich badań!

Zastosuj innowację!
Skontaktuj się z naszym specjalistą.
Wyślij próbki do badań w laboratorium Renishaw.
Poznaj nasze możliwości!