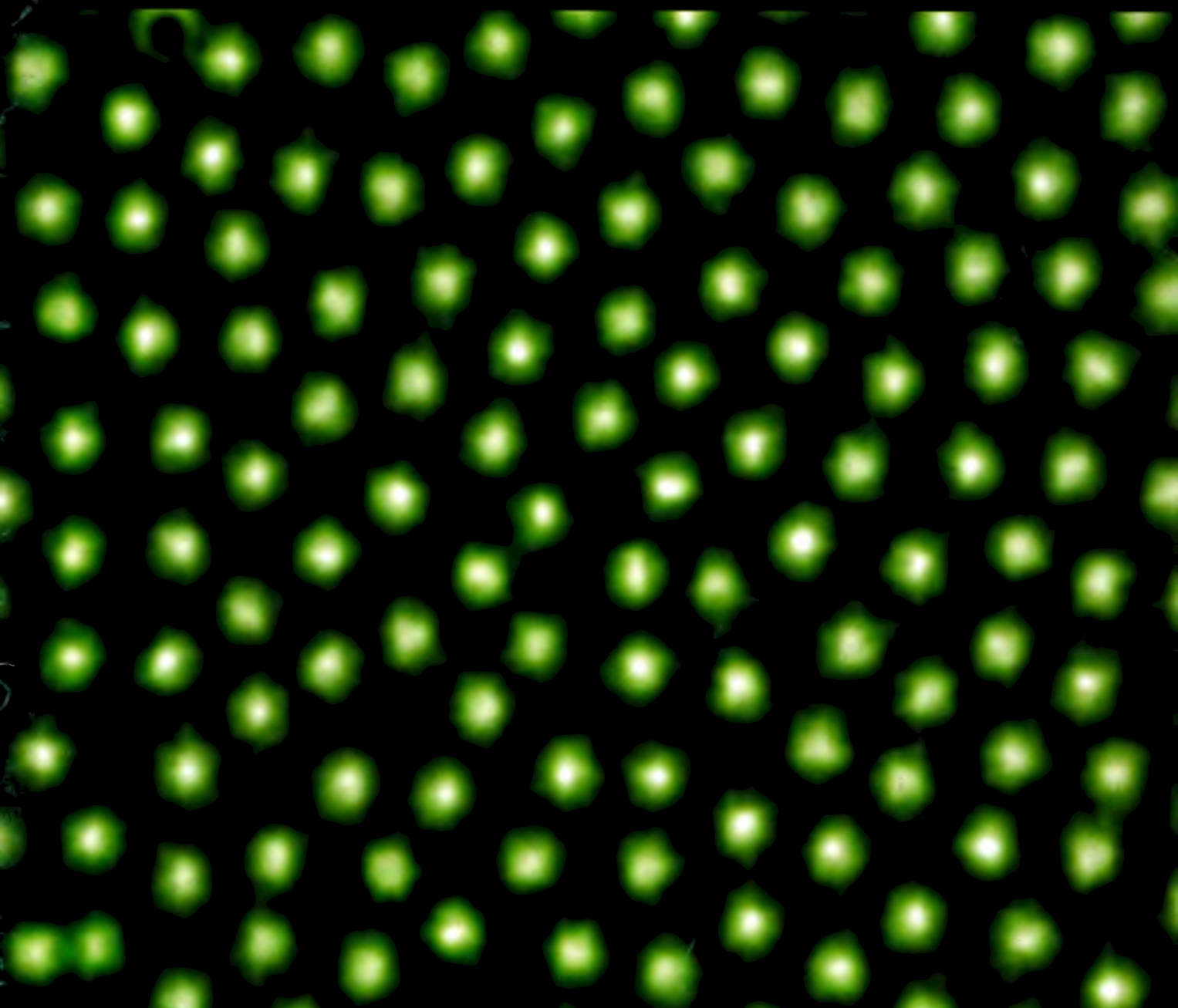


POSTĘPY FIZYKI

Dwumiesięcznik Polskiego Towarzystwa Fizycznego



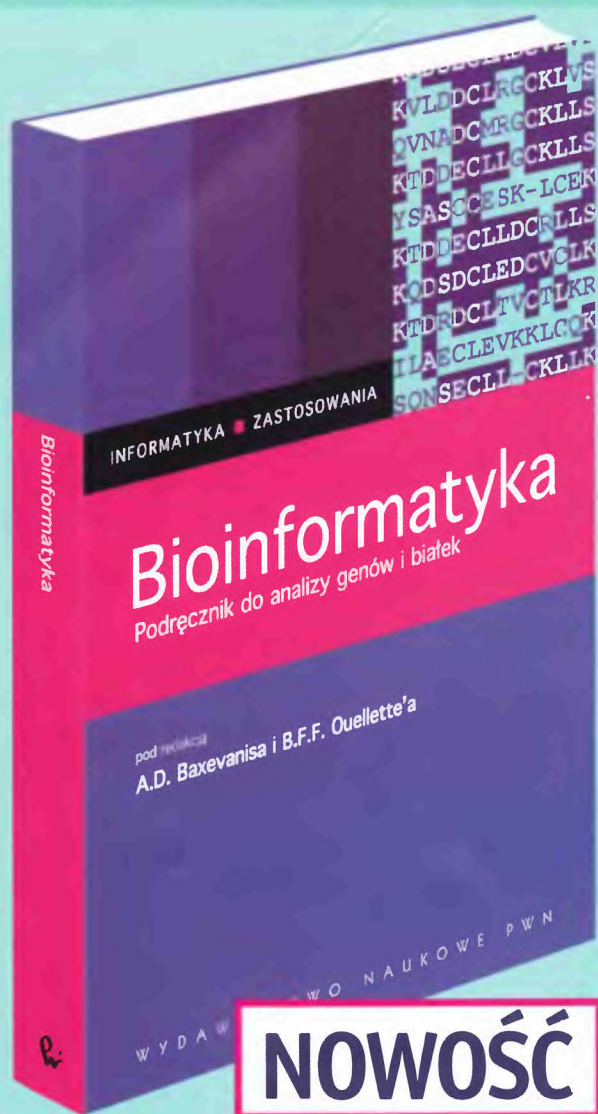
Wiry w nadprzewodnikach

Rozmowa z prof. Wilhelmem

Asymetria materia-antymateria

Bioinformatyka

pod red. A.D. Baxevanisa i B.F.F. Ouellette



Pierwszy podręcznik bioinformatyki po polsku!

- Przejrzysty i kompletny opis metod algorytmicznych, technik analizy porównawczej, analizy statystycznej i przewidywania teoretycznego struktur molekularnych na kolejnych poziomach organizacji.
- Wprowadzenie do języka programowania Perl – narzędzia ułatwiającego teoretyczną analizę układów biologicznych.
- Liczne ćwiczenia umożliwiające Czytelnikowi utrwalenie zdobytej wiedzy (rozwiązania są dostępne w Internecie na stronie domowej oryginału podręcznika – www.wiley.com/bioinformatics)

Doskonałym uzupełnieniem treści książki są wykazy adresów internetowych, znajdujące się na końcu każdego rozdziału.

Autorzy podręcznika przedstawiają podstawy posługiwania się narzędziami internetowymi, sposoby korzystania z biologicznych i literaturowych baz danych oraz szczegółowy przegląd zaawansowanych narzędzi bioinformatycznych dostępnych w sieci. Opisują genomowe oraz białkowe bazy danych, zarówno te o charakterze ogólnym jak i przeznaczone do ściśle specjalistycznych celów, uwzględniając przy tym wzajemne powiązania i komunikację między bazami. Czytelnik ma możliwość zapoznania się nie tylko ze sposobem korzystania z tych baz, ale również z procedurą wzbogacania ich o własne wyniki. Bardzo szczegółowo przedstawione jest oprogramowanie bioinformatyczne opracowane dla różnych platform systemowych.

RADA REDAKCYJNA

Andrzej Kajetan Wróblewski (przewodniczący), Mieczysław Budzyński, Andrzej Dobek, Witold Dobrowolski, Zofia Gołąb-Meyer, Adam Kiejna, Józef Szudy

REDAKTOR HONOROWY

Adam Sobiczewski

KOMITET REDAKCYJNY

Jerzy Gronkowski (redaktor naczelny), Mirosław Łukaszewski, Magdalena Staszal, Marek Więckowski, Barbara Wojtowicz

Adres Redakcji:

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

KORESPONDENCI ODDZIAŁÓW PTF

Maciej Piętka (Białystok), Marian Głowacki (Częstochowa), Ryszard Drozdowski (Gdańsk), Roman Bukowski (Gliwice), Krystian Roleder (Katowice), Małgorzata Wysocka-Kunisz (Kielce), Małgorzata Nowina Konopka (Kraków), Elżbieta Jartych (Lublin), Marcin Ostrowski (Łódź), Ewa Pawelec (Opole), Lidia Skibińska (Poznań), Małgorzata Klisowska (Rzeszów), Małgorzata Kuzio (Słupsk), Janusz Typek (Szczecin), Winicjusz Drozdowski (Toruń), Aleksandra Miłoś (Warszawa), Bernard Jancewicz (Wrocław), Justyna Jankiewicz (Zielona Góra)

POLSKIE TOWARZYSTWO FIZYCZNE

ZARZĄD GŁÓWNY

Maciej Kolwas (prezes), Katarzyna Chałasińska-Macukow i Reinhard Kulesa (wiceprezesa), Helena Białkowska (sekretarz generalny), Marek Kowalski (skarbnik), Bernard Jancewicz, Franciszek Krok, Maria Mucha, Andrzej Ptok, Barbara Sagnowska i Mirosław Trociuk (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 Kruszewski (Bydgoszcz), Danuta Płusa (Częstochowa), Marek Grinberg (Gdańsk), Andrzej Klimasek (Gliwice), Karol Kołodziej (Katowice), Janusz Braziewicz (Kielce), Reinhard Kulesa (Kraków), Jerzy Żuk (Lublin), Bogusław Broda (Łódź), Ryszard Pietrzak (Opole), Andrzej Dobek (Poznań), Aleksander B. Szymański (Rzeszów), Grzegorz Karwasz (Słupsk), Adam Bechler (Szczecin), Andrzej Bielski (Toruń), Jerzy Garbarczyk (Warszawa), Adam Kiejna (Wrocław), Andrzej Więckowski (Zielona Góra)

REDAKTORZY NACZELNI INNYCH CZASOPISM

WYDAWANYCH POD EGIDĄ PTF

Jerzy Prochorow – Acta Physica Polonica A, Andrzej Staruszkiewicz – 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

SPIS TREŚCI

PTF: Działalność Oddziału Gdańskiego w latach 1947–2004	194
A.A. Abrikosow – Nadprzewodniki drugiego rodzaju i sieć wirów	199
Fizyka jądrowa w ośrodku warszawskim – rozmowa ze Zdzisławem Wilhelmem	205
H.R. Quinn – Asymetria między materią i antymaterią	225
ZE ZJAZDÓW I KONFERENCJI	204
NOWI PROFESOROWIE	232
RECENZJE	234
KRONIKA	236

Drodzy Czytelnicy,

Postępy od wielu już lat publikują polskie tłumaczenia wykładów laureatów Nagrody Nobla w dziedzinie fizyki. Ukazują się one w ostatnich zeszytach tomu z roku następnego lub jeszcze później, bowiem Laureaci przesyłają ich ostateczne wersje do Fundacji Nobla zwykle dopiero po paru miesiącach, a i przygotowanie przekładów oraz prace redakcyjne zajmują nieco czasu. W tym numerze znajdą więc Państwo wykład Aleksieja Abrikosowa, laureata z roku 2003, poświęcony interpretacji zjawiska nadprzewodnictwa i sieciom wirów w nadprzewodnikach, choć czas płynie i już wiadomo, że w tym roku Nagrodą uhonorowano badaczy za osiągnięcia dotyczące zupełnie innej tematyki – asymptotycznej swobody kwarków.

Z wielką przyjemnością Zapraszam Państwa do lektury rozmowy czterech znanych fizyków jądrowych z prof. Zdzisławem Wilhelmem o rozwoju ich dziedziny w Warszawie i nie tylko. Kolejne redakcje Postępów zawsze uważały publikację osobistych wypowiedzi najwybitniejszych fizyków polskich za jedną z najważniejszych misji czasopisma, tak też jest i tym razem. Dziękujemy Profesorowi za podjęcie trudu rzetelnego i szczegółowego przedstawienia współtworzonej w wielkiej mierze przez siebie historii fizyki jądrowej „na Hożej”, a jego interlokutorem jesteśmy wdzięczni za przygotowanie redakcyjne Rozmowy do druku.

Polecam wreszcie Państwa uwadze przekład interesującego artykułu Helen Quinn o zagadkowej asymetrii między ilością materii i antymaterii we Wszechświecie.

Życzę przyjemnej lektury,

Jerzy Gronkowski

Na okładce:

Magnetoptyczny obraz sieci wirów w kryształach NbSe₂ (Gallery of Abrikosov Lattices in Superconductors, www.fys.uio.no/super/vortex, za zgodą Toma H. Johansena, University of Oslo, patrz też P.E. Goa i in., Supercond. Sci. Technol. 14, 729 (2001)) – ilustracja do wykładu noblowskiego (s. 199)



Działalność Oddziału Gdańskiego Polskiego Towarzystwa Fizycznego w latach 1947–2004*

Początki

Oddział Gdański PTF powstał w 1947 r. Polskie Towarzystwo Fizyczne liczyło sobie już wówczas ponad 27 lat. W tym czasie młoda – licząca zaledwie dwa lata – Politechnika Gdańska (PG) zatrudniała pod wodzą dwóch wspaniałych ludzi, profesorów Arkadiusza Piekary i Ignacego Adamczewskiego, w I i II Katedrze Fizyki kilkunastu ludzi fascynujących się fizyką. To właśnie Piekara i Adamczewski założyli Oddział Gdański PTF. Pierwsze wybory Zarządu Oddziału odbyły się 5 listopada 1947 r. W jego skład weszli: Arkadiusz Piekara (przewodniczący), Ignacy Adamczewski (wiceprzewodniczący), Eugeniusz Juszkiewicz (sekretarz), Zygmunt Burzyński (skarbnik) i Stefania Stipal (przewodnicząca sekcji dydaktycznej). Pierwszymi członkami Oddziału Gdańskiego PTF oprócz ww. osób z Zarządu byli: Helena Rejment, Bogdan Radziński, Stanisław Własiuk, Zbigniew Ogrzewalski, Zbigniew Piwakowski, Janusz Kryczkowski, Jerzy Gintel, Zdzisław Szymanowski, Feliks Wiśniewski, Edmund Adelman, Jerzy Zarzecki i Józef Terlecki.

Byli to pracownicy PG, a także innych uczelni Trójmiasta: Akademii Medycznej i Wyższej Szkoły Pedagogicznej (WSP). W następnych latach zwiększała się liczba fizyków pracujących w wyższych uczelniach, rosła też liczba członków PTF. Najwięcej było ich z PG i WSP, toteż w tych uczelniach rozwijała się działalność Oddziału. Liczebność członków przedstawiała się następująco: na początku było 16 członków założycieli, w roku 1954 było 34, w 1965 – 81, 1977 – 137, 1985 – 114. Obecnie Oddział liczy 122 członków zatrudnionych głównie na dwóch uczelniach – Politechnice Gdańskiej i Uniwersytecie Gdańskim utworzonym w 1970 r. z połączenia WSP i Wyższej Szkoły Ekonomicznej. Skład Zarządu w kadencji 2002–04 był następujący: przewodniczący – Eugeniusz Czuchaj, wiceprzewodniczący – Jarosław Rybicki, sekretarz – Stanisław Zachara, skarbnik – Jacek Pączkowski, członkowie – Bogumiła Strzelecka, Janusz Sułocki i Józef Terlecki.

Działalność popularnonaukowa

Od 1947 r. nowo utworzony Oddział Gdański PTF początkowo organizował co roku w Auditorium Maximum PG specjalne cykle odczytów popularnych, wygłaszane w soboty o godz. 19.00 w okresie przed świętami wielkanocnymi. Wykłady te były adresowane do szerokiego grona trójmiejskiej publiczności. Ze względu na ogromną frekwencję (do 650 słuchaczy) powtarzane były dwu- lub trzykrotnie. Ilustrowano je pokazami i demonstracjami zjawisk fizycznych. Do wygłaszania referatów zapraszano wybitnych ówczesnych fizyków polskich. Ogłoszenia o wykładach ukazywały się w lokalnych gazetach. Pierwszy

cykl, zorganizowany w 1950 r., nosił tytuł „Triumfy fizyki w technice i przemyśle”. Od połowy lutego do połowy marca 1951 r. wygłoszono cykl wykładów pt. „Elementarne cząsteczki materii”. Wykładowcami byli profesoria: Piekara – „Elektrony”, Leonard Sosnowski – „Fotony”, Marian Mięśowicz – „Mezony”, Andrzej Sołtan – „Nukleony”, Leopold Infeld – „Teoria cząstek elementarnych”, Adamczewski – „Elektrony w zastosowaniu technicznym”.

W dalszych latach przedstawiono cykle: „Zjawisko rezonansu w przyrodzie”, „Fale w przyrodzie” oraz „Technika fizyki jądrowej”.

W 1955 r. cykl „Od odkrycia radu do budowy reaktora atomowego” był dodatkowo ilustrowany filmem z wybuchu bomby atomowej na Atolu Bikini. Od połowy maja do połowy września 1955 r. w Domu Kultury w gdańskim Nowym Porcie wystawiano model reaktora jądrowego i elektrowni jądrowej.

W 1956 r. cykl wykładów poświęcony był pamięci Alberta Einsteina. Niestety, zmniejszała się liczba słuchaczy.

Pod koniec lat 50. ubiegłego wieku cykle przekształciły się w wykłady dla nauczycieli oraz uczniów szkół średnich, które odbywają się do chwili obecnej, ciesząc się dużym zainteresowaniem, przy czym odbywają się raz w miesiącu, nadal w soboty, od października do maja, w Auditorium Maximum PG. W tym samym okresie odbywają się podobne wykłady na UG, w piątki, a PTF jest ich współorganizatorem obok Instytutu Fizyki Doświadczalnej oraz Instytutu Fizyki Teoretycznej i Astrofizyki.

Sekcja Fizyki Gdańskiego Młodzieżowego Towarzystwa Przyjaciół Nauki w latach 80. zorganizowała wykłady połączone z zajęciami laboratoryjnymi dla uzdolnionej młodzieży szkół średnich. Spotkania problemowe, które prowadził dr inż. Krystyn Kozłowski, umożliwiały pogłębianie wiedzy fizycznej i ułatwiały przygotowanie się do egzaminów wstępnych na studia.

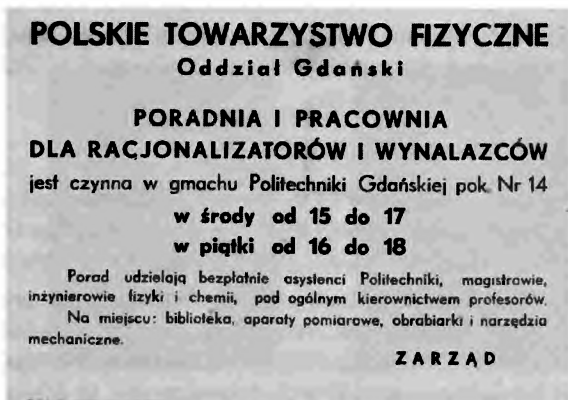
Jednym z głównych zadań PTF w końcu lat 90. XX w. i na początku wieku XXI była popularyzacja i opieka nad młodzieżą szkół podstawowych i średnich. Ponad 90 spotkań zarówno na PG, jak i UG, wzbogaconych pomysłowymi pokazami ilustrującymi omawiane zagadnienia, wzbudzało zainteresowanie dużej liczby słuchaczy. Przeciętna frekwencja wynosiła ok. 150 osób.

Działalność Oddziału nie sprowadzała się jedynie do popularyzowania fizyki. Oprócz wspomnianych wyżej wykładów popularnych odbywały się wykłady naukowe. Do ich wygłaszania byli zapraszani tacy wybitni fizycy polscy, jak Szczeniowski, Pieńkowski, Infeld, Weyssenhoff, Sołtan, Sosnowski, Mięśowicz, Rubinowicz, Jabłoński,

*Skrócona wersja opracowania, którego pełny tekst, zawierający znacznie więcej informacji osobowych i materiału ilustracyjnego oraz wykaz źródeł, jest umieszczony na stronie internetowej Oddziału Gdańskiego PTF: <http://univ.gda.pl/~ptf>.

Hryniewicz, Janik i in. Rocznie organizowano od kilku do kilkunastu wykładów. W latach 70. zainteresowanie tymi wykładami zmalało z uwagi na prowadzenie seminariów naukowych w poszczególnych zakładach naukowych uczelni Trójmiasta; w zamian organizowano tematyczne lub okolicznościowe konferencje.

W początkowej fazie działalności Oddziału z inicjatywy prof. Piekary prowadzona była „Poradnia i pracownia dla racjonalizatorów i wynalazców” (rys.), która funkcjonowała przez pierwsze dziesięciolecie. Porad udzielano bezpłatnie, a współpracowały tzw. dwójki – jeden racjonalizator i jeden fizyk, pod ogólnym kierunkiem profesora. Oprócz tego w ramach poradni można było korzystać z przyrządów pomiarowych, obrabiarek i narzędzi mechanicznych, a także z biblioteki.



Karta informacyjna (plakat) Oddziału Gdańskiego PTF

W Oddziale dynamicznie działała sekcja dydaktyczna. Jej prekursorami byli: Stefania Stipal, Henryk Zabul, Teofila Moskalowa, Jadwiga Bromirska, Eugeniusz Juskiewicz, Kazimierz Badziąg i Władysław Wcisło. W ramach sekcji prowadzono kursy przygotowawcze z fizyki i matematyki do egzaminów wstępnych na wyższe uczelnie, organizowano odczyty i pokazy zjawisk fizycznych dla uczniów szkół średnich, wygłaszano referaty dla nauczycieli, przeglądano filmy kursu fizyki realizowane przez prof. Johna W. White'a z USA (w jęz. angielskim) oraz polskie filmy popularne, organizowano audycje radiowe (Adamczewski i Andrzej Januszajtis) i Telewizyjny Kurs Przygotowawczy (1967).

Oddział Gdański wraz z WSP zorganizował w 1968 r. Ogólnopolską Konferencję Dydaktyki Fizyki. Gdy w roku 1965 Zarząd Główny PTF wprowadził nagrody dla wyróżniających się nauczycieli, taką nagrodę otrzymała w tym właśnie roku Stefania Stipal. Podobną nagrodę przyznano Joannie Pontus i Krystynie Węglarskiej w 1984 r.

Konferencje i sympozja

Oddział Gdański PTF, chcąc ułatwić popularyzację najnowszych osiągnięć wiedzy, od lat 70. organizował międzynarodowe sympozja naukowe skupiające wybitnych przedstawicieli zarówno polskiej, jak i światowej fizyki.

W dniach 9–11 października 1975 r. w Gdańsku odbyło się Międzynarodowe Sympozjum Akustyki i Spektroskopii, zorganizowane przez Oddział PTF oraz Gdańskie Towarzystwo Naukowe (GTN) z okazji otwarcia nowego gmachu Instytutu Fizyki UG. Uczestniczyło w nim ok. 200 fizyków z różnych ośrodków naukowych w Polsce oraz 14 fizyków z innych krajów europejskich. Na obradach wybitni światowi akustycy i spektroskopisci wygłosili 17 referatów.

Konferencja „Fizyka dla Przemysłu” (20–22 września 1984 r.), podobnie jak trzy powojenne konferencje w Poznaniu, Wrocławiu i Krakowie, została zorganizowana w celu przedyskutowania wyników współpracy fizyków z przemysłem. Miała ona zaznajomić przedstawicieli przemysłu z praktycznymi zastosowaniami metod fizycznych, pomóc w nawiązaniu współpracy fizyków pracujących w przemyśle z instytucjami naukowymi. Komitetowi organizacyjnemu konferencji przewodniczył prof. Olgierd Gzowski.

Lata osiemdziesiąte przyczyniły się również do podjęcia w kręgu naukowców ożywionych dyskusji związanych z energetyką jądrową w Polsce. Awaria w Czarnobylu stała się impulsem do dyskusji zagadnień ekologicznych dotyczących rozwoju energetyki jądrowej i bezpieczeństwa funkcjonowania elektrowni w naszym kraju. Z inicjatywy przewodniczącego Oddziału Jerzego Grzywacza na przełomie maja i czerwca 1988 r. na UG zorganizowano cykl odczytów „Energia jądrowa a ekologia”. Wykłady popularne, na których średnia frekwencja wynosiła 120 osób, wygłosili: prof. Józef Terlecki (AM, Gdańsk) – „Uwalnianie substancji radioaktywnych do otoczenia w czasie pracy reaktora jądrowego”, dr Jerzy Jaśkowski (AM, Gdańsk) – „Skutki radiobiologiczne awarii w Czarnobylu”, prof. Tadeusz Rudnicki (AM, Poznań) – „Promieniowanie jonizujące w środowisku człowieka (aspekty biologiczne)” i prof. Włodzimierz Bojarski (IPPT PAN, Warszawa) – „Czy elektrownie jądrowe są dla kraju niezbędne?”.

Cykl odczytów popularnonaukowych zakończył się dyskusją panelową „Żarnowiec a Trójmiasto”, której przewodniczył prof. Terlecki. Uczestniczyli w niej również przedstawiciele budowniczych elektrowni jądrowej w Żarnowcu, której budowę wstrzymano, oraz przedstawiciele Gdańskiego Klubu Ekologicznego.

W siedzibie GTN w 1989 r. zorganizowano przy współudziale PTF, kilku stowarzyszeń społecznych oraz przedstawicieli instytucji naukowych sześć sesji naukowych poświęconych ochronie środowiska człowieka. W licznych wygłoszonych referatach i komunikatach omawiano najnowsze wyniki badań dotyczące zagrożenia środowiska naturalnego oraz kulturowego w Polsce.

W ostatnim dziesięcioleciu XX w., chcąc zaprezentować fizykę w Gdańsku oraz dorobek działalności fizyków, zorganizowano z inicjatywy prof. Leona Murawskiego cykl odczytów „Fizyka w Gdańsku”. Odbywały się one w ostatni czwartek każdego miesiąca w gmachu głównym PG. Odczyty zainaugurował wygłoszony w dniu 29 stycznia 1998 r. wykład doc. Januszajtisa „Z przeszłości

gdańskiej fizyki". Osiągnięcia naukowe gdańskich fizyków zostały przedstawione też w innych referatach.

Olimpiady fizyczne

Sięgając początków działalności Oddziału, przypomnijmy, że w 1951 r. została zorganizowana przez prof. Adamczewskiego i dr. Januszajtisa I Olimpiada Fizyczna dla młodzieży szkół średnich z całego Wybrzeża.

Obecnie w Oddziale Gdańskim PTF nadal prężnie działa istniejący przeszło 50 lat Komitet Okręgowy OF przeprowadzający zawody wśród młodzieży szkolnej. Jego przewodniczącymi byli: prof. Adamczewski, prof. Szmytkowski, dr Władysław Tomaszewicz, dr inż. Krystyn Kozłowski, dr inż. Bogumiła Strzelecka, a obecnie jest prof. Wojciech Sadowski.

Wyróżnionymi i laureatami z Gdańska dotychczasowych Olimpiad byli: 1) Stanisław Tatur – wyróżniony w VI OF (rok szkolny 1956/57), 2) Joachim Domsta – laureat IX OF (1959/60), 3) Michał Kiełkowski – laureat XXXI OF (1981/82), 4) Konrad Banaszek – laureat XXXIX i XLI OF (1989/90 i 1991/92), 5) Krzysztof Giaro – laureat XL OF (1990/91).

Jubileusze

Oddział Gdański PTF obchodził jubileusze poświęcone rocznicom urodzin i pracy naukowej fizyków. Z okazji 50-lecia pracy naukowej oraz 75-lecia urodzin prof. Ignacego Adamczewskiego 17 grudnia 1982 r. zorganizowano uroczyste posiedzenie Rady Naukowej IF PG. Prof. Adamczewski otrzymał od rektora PG prof. Jerzego Doerfera Jubileuszowy Medal Politechniki Gdańskiej. Podczas uroczystej sesji naukowej 13 stycznia 1983 r. na UG Jubilatowi wręczono Medal 10-lecia UG i Medal 60-lecia Wyższej Szkoły Morskiej. Wygłoszono przemówienia okolicznościowe i referaty naukowe. Pieśnią „Gaude Mater Polonia” zadedykowaną Profesorowi uświetnił wspaniałą uroczystość Chór UG. 90-lecie urodzin prof. Adamczewskiego obchodzono 21 marca 1997 r. podczas uroczystego seminarium.

26 stycznia 1984 r. Oddział zorganizował uroczyste sympozjum z okazji 60-lecia urodzin prof. Czesława Bojarskiego. Działalność naukową oraz dorobek Jubilata przedstawił prof. Kawski. Uroczystość zakończył referat dr. Jerzego Dudkiewicza dotyczący zagadnień migracji energii w układach luminescencyjnych.

Jubileuszowa sesja poświęcona 40-leciu pracy naukowej doc. dr Kazimierza Badziąga w dziedzinie dydaktyki fizyki odbyła się 21 listopada 1986 r. W uroczystości wzięło udział ok. 100 zaproszonych gości, między innymi uczniowie Jubilata z całej Polski.

Z okazji 40-lecia pracy naukowej, a w przeddzień 65. rocznicy urodzin prof. Alfonsa Kawskiego, 10 stycznia 1992 r. Oddział zorganizował na UG przy współudziale III Oddziału GTN oraz Instytutów Fizyki Doświadczalnej i Teoretycznej UG uroczyste seminarium okolicznościowe. Rektor UG prof. Zbigniew Grzonka wręczył Jubilatowi Medal Uniwersytetu Gdańskiego za działalność naukowo-dydaktyczną. Referat prof. Bojarskiego „Czterdzieści lat

luminescencji w Gdańsku” przybliżył postać oraz dorobek naukowy twórcy „gdańskiej szkoły luminescencji”.

15 lutego 1994 r. w IFD UG odbyło się jubileuszowe sympozjum 65-lecia urodzin prof. Antoniego Śliwińskiego. Sylwetkę Jubilata, założyciela Środowiskowego Laboratorium Akustyki i Spektroskopii UG, oraz dorobek naukowy scharakteryzował prof. Jerzy Rana-chowski z Instytutu Podstawowych Problemów Techniki PAN (Warszawa). Prorektor UG prof. Jan Burnewicz oraz prof. Eugeniusz Kozaczka (w imieniu Komendanta Akademii Marynarki Wojennej) wręczyli Jubilatowi uczel-niane medale pamiątkowe.

Z okazji jubileuszu 70-lecia urodzin prof. Józefa Terleckiego Oddział zorganizował 7 lutego 1995 r. w IFD UG konferencję naukowo-szkoleniową „Aplikacyjne aspekty biologiczno-medyczne wybranych metod fizycznych”, w której uczestniczyli współpracownicy, uczniowie oraz przyjaciele Jubilata. Przebieg pracy naukowej Jubilata przybliżył gościom rektor Akademii Medycznej w Gdańsku, prof. Zdzisław Wajda.

Zjazdy Fizyków Polskich

Oddział Gdański PTF w czasie 57 lat swojego istnienia i działalności zorganizował trzy Zjazdy Fizyków Polskich: XVII (1961), XXVIII (1984) oraz XXXVII (2003).

XVII Zjazd Fizyków Polskich, zorganizowany przez OG PTF, odbył się na terenie Politechniki Gdańskiej w dniach 17–21 września 1961 r. Przewodniczącym Komitetu Organizacyjnego był prof. Adamczewski. W Zjeździe wzięło udział ponad 500 uczestników. Spośród zgłoszonych 337 referatów wygłoszono ponad 250 przedstawiających osiągnięcia fizyki polskiej. Uczestnicy wysłuchali 9 referatów ogólnych oraz wiele referatów specjalistycznych w 9 sekcjach naukowych.

W dniach 17–20 września 1984 r. na terenie IF UG odbył się XXVIII Zjazd Fizyków Polskich zorganizowany przez Oddział Gdański PTF przy współudziale Uniwersytetu Gdańskiego. W Zjeździe wzięło udział ponad 500 uczestników. Prof. Jan Fiutak, przewodniczący Komitetu Organizacyjnego, dokonał uroczystego otwarcia Zjazdu i przekazał przewodnictwo prezesowi Zarządu Głównego PTF prof. Tadeuszowi Skalińskiemu. Podczas inauguracji wręczono nagrody PTF; Medale Smoluchowskiego otrzymali Adriano Gozzini (za 1981 r.) i Władysław Opęchowski (za 1982 r.). Prof. Opęchowski na wykładzie inauguracyjnym omówił zastosowania teorii grup. Uczestnicy Zjazdu wysłuchali w salach budynku Instytutów Matematyki i Fizyki UG 16 wykładów. Spośród zgłoszonych 254 komunikatów wygłoszono 26, pozostałe ukazały się w postaci plakatów towarzyszących sekcjom naukowym.

W dniach 15–18 września 2003 r. na terenie UG (ostatni dzień – na PG) odbył się XXXVII Zjazd Fizyków Polskich. Uczestniczyło w nim 430 osób. Przewodniczącym Komitetu Organizacyjnego był prof. Eugeniusz Czuchaj. Wygłoszono 21 referatów plenarnych, 40 referatów w sekcjach oraz przedstawiono 83 prace w formie plakatów.

*Przewodniczący Oddziału Gdańskiego PTF w latach 1947–2004
(w nawiasach lata kadencji)*



Arkadiusz Piekara
(1947–49 i 1951)



Ignacy Adamczewski
(1949–50, 1952–56,
1960 i 1969–71)



Włodzimierz Mościcki
(1956–58)



Zbigniew Sobczyński
(1958–60)



Olgierd Gzowski
(1961–63)



Józef Terlecki
(1963–65)



Alfons Kawski
(1965–66 i 1972–74)



Czesław Bojarski
(1967–69)



Jerzy Dera
(1971–72)



Jerzy Grzywacz
(1974–77 i 1985–92)



Bronisław Józef Jachym
(1977–81)



Józef Heldt
(1981–85)



Czesław Szmytkowski
(1992–94)



Krystyn Kozłowski
(1994–96)



Leon Murawski
(1996–98)



Eugeniusz Czuchaj
(1998–2004)



Pamiętkowe zdjęcie uczestników XXVIII Zjazdu Fizyków Polskich (1984)

Zakończenie

Oddział Gdański PTF w ciągu 57 lat stworzył „żywy obraz” historii. Powołany do życia w 1947 r., nadal rozwija się dzięki ludziom, którzy w obliczu szarości i obojętności dnia codziennego pragną rozpowszechnić zdobytą wiedzę, przekazywać fizykę przyszłym pokoleniom. Przedstawione dzieje Oddziału ukazują czynne uczestnictwo gdańskich fizyków w życiu Towarzystwa oraz wkład ich dorobku naukowego zarówno w polską, jak i światową fizykę.

Mijają lata, a Auditorium Maximum PG nadal gości podczas sobotnich odczytów nowe pokolenia młodzieży szkolnej. Świadczy to o dużym zainteresowaniu tych młodych ludzi fizyką.

Świat, w którym żyjemy, nieustannie się zmienia. Ludzie już dziś przyzwyczaili się do ogromnego wpływu me-

diów na ich życie, w tym rozpowszechnionego, jakże popularnego internetu. Jest on oknem na świat pozwalającym na szybki dostęp do informacji oraz ich przekazywanie. Niestety, przyczynia się to także do stopniowego osłabiania tradycyjnych form życia środowiska naukowego, jakie daje PTF.

Działające od wieków towarzystwa naukowe rozbudzają w ludziach chęć poznawania wiedzy. Nie zapominajmy, że Polskie Towarzystwo Fizyczne to przede wszystkim ludzie, którzy powinni na wspólnych spotkaniach dzielić się zdobytymi informacjami, przeprowadzonymi badaniami i dokonanymi odkryciami. Pogłębiajmy wiedzę i szukajmy nowych, nie znanych jeszcze dziedzin fizyki, aby przekazywać zdobycze nauki przyszłym pokoleniom na zjazdach i konferencjach.

Anna Urbanowicz, Stanisław Zachara



Oddział Gdański

W dniu 6 maja 2004 r. odbyło się walne zebranie sprawozdawczo-wyborcze Oddziału Gdańskiego. Sekretarz ustępującego Zarządu, Stanisław Zachara, przedstawił sprawozdanie z działalności Oddziału, który obecnie liczy 120 członków. Głównym wydarzeniem w okresie sprawozdawczym było zorganizowanie XXXVII Zjazdu Fizyków Polskich, czym kierował osobiście przewodniczący Oddziału, Eugeniusz Czuchaj. Ponadto w ramach działalności statutowej kontynuowano wykłady popularyzujące fizykę, skierowane głównie do uczniów i nauczycieli szkół ponadpodstawowych. Wykłady te, ciesząc się dużą popularnością, prowadzone były na Politechnice Gdańskiej w ramach PTF i na Uniwersytecie Gdańskim przy współudziale Instytutu Fizyki Doświadczalnej oraz Instytutu Fizyki Teoretycznej i Astrofizyki. W sumie wygłoszono 26 takich wy-

kładów. Ustępującemu Zarządowi udzielono absolutorium.

Wybrano nowy Zarząd, który ukonstytuował się w składzie: przewodniczący – Marek Grinberg, wiceprzewodniczący – Bolesław Augustyniak, sekretarz – Małgorzata Kulesza-Grus, skarbnik – Jacek Pączkowski, członkowie Zarządu – Bogumiła Strzelecka, Józef Terlecki i Stanisław Zachara. W skład Komisji Rewizyjnej weszli: Andrzej Kuczkowski, Bogumił Linde i Danuta Samatowicz, a korespondentem Oddziału został Ryszard Drozdowski.

Nowo wybrany przewodniczący Marek Grinberg za cel stawia sobie i Oddziałowi doprowadzenie do większego zaangażowania w Bałtycki Festiwal Nauki, w obchody Międzynarodowego Roku Fizyki 2005 (z nawiązaniem szerszej współpracy z nauczycielami fizyki), a także większą konsolidację środowiska fizyków na Wybrzeżu poprzez wspólne seminaria naukowe.

Ryszard Drozdowski

Nadprzewodniki drugiego rodzaju i sieć wirów*

Aleksiej A. Abrikosow

Materials Science Division, Argonne National Laboratory, Argonne, Illinois, USA

Type II superconductors and the vortex lattice

Nobel Lecture, 8 December 2003, Stockholm

W roku 1950 Witalij Ł. Ginzburg i Lew D. Landau opublikowali swoją słynną pracę na temat teorii nadprzewodnictwa [1]. Za punkt wyjścia przyjęli ogólną teorię przejść fazowych drugiego rodzaju, opracowaną przez Landaua w roku 1937 [2]. W teorii tej Landau wprowadził pojęcie parametru porządku, wielkości, która ma skończoną wartość poniżej temperatury przejścia, natomiast równa jest zeru powyżej tej temperatury. Różne przejścia fazowe charakteryzowane są za pomocą różnych parametrów porządku, np. dla przejścia między stanami ferro- i paramagnetycznym taką wielkością jest spontaniczne namagnesowanie. W przypadku przejścia między stanem nadprzewodzącym i stanem normalnym nie było jednak wcale oczywiste, jaką wielkość fizyczną należy przyjąć za parametr porządku. Ginzburg i Landau z genialną intuicją wybrali pewien rodzaj funkcji falowej. W tym czasie nie znano jeszcze pojęcia par Coopera, tworzących kondensat Bosego–Einsteina, w którym wszystkie cząstki znajdują się w stanie spójnym, tzn. są opisane tą samą funkcją falową. Taki wybór parametru porządku umożliwił stworzenie nowej teorii, która potrafiła poradzić sobie z trudnościami, na jakie napotkała stara teoria Fritza i Heinza Londonów [3], przede wszystkim z występowaniem dodatniej energii powierzchniowej. Była ona także w stanie przewidzieć krytyczne wartości pól magnetycznych w cienkich warstwach, krytyczne natężenia prądów w drutach o małych przekrojach itp.

Wszystkie te przewidywania teorii wymagały doświadczalnej weryfikacji, więc mój uniwersytecki przyjaciel Nikołaj Zawaricki zaczął mierzyć pola krytyczne w cienkich warstwach. Teoria i doświadczenie zgadzały się doskonale, m.in. można było zaobserwować zmianę rodzaju przejścia: pierwszego rodzaju dla grubszych warstw, drugiego – dla cieńszych. Wydawało się, że wszystko jest w porządku, ale szef Zawarickiego, Aleksander Szalnikow, ciągle nie był zadowolony. Uważał, że warstwy badane przez Zawarickiego są złej jakości, ponieważ wytworzono je w temperaturze pokojowej.

Atomy metalu naporowane na szklane podłoże mogły tworzyć skupiska i w rzeczywistości warstwa mogła składać się z małych kropel. Aby tego uniknąć, Szalnikow radził, żeby w czasie napyłania i pomiaru podłoże utrzymywać w temperaturze helowej – atomy metalu nie będą wtedy migrować i warstwa będzie jednorodna.

Zawaricki skorzystał z tej rady i wynik był zaskakujący: zależność pola krytycznego od grubości warstwy lub temperatury (w teorii występował iloraz grubości warstwy i głębokości wnikania pola magnetycznego, zależnej od temperatury) nie zgadzała się z przewidywaniami teorii Ginzburga–Landaua (GL). Omawiając otrzymane wyniki z Zawarickim, nie mogliśmy uwierzyć, że teoria może być zła – była tak piękna i tak dobrze opisywała dotychczasowe rezultaty. Zaczęliśmy więc szukać wyjaśnienia otrzymanych wyników w ramach samej teorii i znaleźliśmy je. Jeśli wszystkie wielkości wyrażone były w odpowiednich jednostkach, to równania teorii zależały tylko od jednej bezwymiarowej stałej „materiałowej” κ , później nazwanej parametrem Ginzburga–Landaua. Wartość parametru κ można wyznaczyć z wartości energii powierzchniowej warstwy oddzielającej obszar nadprzewodzący od normalnego. Z kolei energię powierzchniową można obliczyć, znając okresowość obszarów normalnych i nadprzewodzących w stanie pośrednim. Wyniki otrzymywane dla konwencjonalnych nadprzewodników wskazywały na bardzo małe wartości κ i dlatego obliczenia w pracy Ginzburga–Landaua były wykonane dla tego granicznego przypadku. Ustalono również, że ze wzrostem wartości κ energia powierzchniowa warstwy między obszarami nadprzewodzącym i normalnym staje się ujemna, a ponieważ było to sprzeczne z istnieniem stanu pośredniego, takiego przypadku nie rozpatrywano.

Postanowiłem więc zbadać, co się stanie, kiedy $\kappa > 1/\sqrt{2}$, tzn. gdy energia powierzchniowa będzie ujemna. W takim przypadku przejście fazowe jest drugiego rodzaju niezależnie od grubości warstwy. Teo-

*Wykład noblowski, wygłoszony 8 grudnia 2003 r. w Sztokholmie, został przetłumaczony za zgodą Autora i Fundacji Nobla [Translated with permission. Copyright © 2003 by the Nobel Foundation].

ria zgadzała się wtedy w pełni z doświadczalnymi wynikami Zawarickiego, co doprowadziło nas do wniosku, że istnieje specjalna grupa nadprzewodników – nazwaliśmy je „nadprzewodnikami drugiej grupy” – w których $\kappa > 1/\sqrt{2}$, a energia powierzchniowa przyjmuje ujemną wartość. Obecnie używamy nazwy „nadprzewodniki II rodzaju”. Swoje obliczenia opublikowałem [4] w rosyjskim czasopiśmie *Dokłady Akademii Nauk SSSR* w roku 1952. Była to pierwsza praca, w której pojawił się termin „nadprzewodniki II rodzaju”. Ponieważ jednak czasopismo to nie było nigdy tłumaczone na język angielski, istnieje pewne zamieszanie dotyczące tej sprawy i najczęściej spotyka się ogólne stwierdzenie „istnieją dwa rodzaje nadprzewodników”. W Rosji idea istnienia nadprzewodników II rodzaju nie budziła zastrzeżeń, lecz takie materiały uważano za egzotyczne. W tym kontekście warto wspomnieć, że prawie wszystkie nadprzewodniki odkryte od wczesnych lat 60. do chwili obecnej to nadprzewodniki II rodzaju. Należą do tej grupy nadprzewodniki organiczne, fazy A15, fazy Chevrela, materiały ciężkofermionowe, a także fulereny i nadprzewodniki wysokotemperaturowe. Można więc powiedzieć, że obecnie to raczej nadprzewodniki I rodzaju stały się egzotyczne.

Po zakończeniu badań cienkich warstw postanowiłem sprawdzić, jakie są właściwości objętościowych nadprzewodników II rodzaju. Wiadomo było, że w polu magnetycznym przejście ze stanu nadprzewodzącego do normalnego jest przemianą fazową drugiego rodzaju, a punkt przejścia jest określony przez zaistnienie warunków do powstania stacjonarnego, infinitezimalnego zarodka. Takie pole nukleacji było już zdefiniowane w artykule GL. Jego największa wartość w przypadku nadprzewodników II rodzaju odpowiada tzw. górnemu polu krytycznemu H_{c2} :

$$H_{c2} = H_{cm}\kappa\sqrt{2}, \quad (1)$$

gdzie H_{cm} oznacza pole krytyczne dla przejścia pierwszego rodzaju, które zachodzi w walcu wykonanym z nadprzewodnika I rodzaju ($\kappa < 1/\sqrt{2}$) umieszczonym w polu magnetycznym skierowanym wzdłuż osi walca.

W mniejszych polach magnetycznych można sobie wyobrazić liniową kombinację takich zarodków rozmieszczonych w różnych punktach. Ze względu na jednorodność przestrzeni rozwiązanie powinno być okresowe. Biorąc także pod uwagę konieczność renormalizacji potencjału wektorowego, otrzymujemy następujące ogólne wyrażenie na parametr porządku:

$$\Psi = \sum_{n=-\infty}^{\infty} C_n \exp \left[ikny - \frac{1}{2} \kappa^2 \left(x - \frac{kn}{\kappa^2} \right)^2 \right]. \quad (2)$$

W tym wzorze i w następnych współrzędne wyrażone są w jednostkach głębokości wnikania λ , a k – w jednostkach $1/\lambda$. Wzór na energię swobodną przyjmuje

wtedy postać

$$\frac{\Omega_s - \Omega_n^{(0)}}{H_{cm}^2/4\pi} = B^2 - \frac{\kappa - B}{1 + (2\kappa^2 - 1)\beta_A}, \quad (3)$$

gdzie $\Omega_n^{(0)}$ oznacza energię swobodną metalu w stanie normalnym w zerowym polu magnetycznym, B – indukcję magnetyczną (średnie pole) mierzoną w jednostkach $H_{cm}\sqrt{2}$, natomiast

$$\beta_A = \frac{|\overline{\Psi}|^4}{(\overline{|\Psi|^2})^2}. \quad (4)$$

Ta bezwymiarowa stała zależy tylko od geometrii układu, tzn. od względnych wartości współczynników C_n występujących we wzorze (2).

Zgodnie z równaniem (3) należy dokonać takiego wyboru, by stała β_A przyjmowała najmniejszą wartość. Można wykazać, że ta najmniejsza wartość wynosi 1,16 i odpowiada następującemu zestawowi parametrów: $C_{n+4} = C_n$, $C_0 = C_1 = -C_2 = -C_3$ oraz $k = \kappa(\pi\sqrt{3})^{1/2}$. Taka funkcja odpowiada sieci trójkątnej. Trochę większa wartość $\beta_A = 1,18$ odpowiada sieci kwadratowej z jednakowymi współczynnikami $C_n = C$ oraz $k = \kappa(2\pi)^{1/2}$. W tym ostatnim przypadku łatwiej jest zilustrować właściwości rozwiązania. Można je przedstawić za pomocą funkcji ϑ :

$$\Psi = C \exp(-\frac{1}{2}\kappa^2 x^2) \vartheta_3 \left[1; (2\pi)^{1/2} \kappa i(x + iy) \right]. \quad (5)$$

Korzystając z właściwości funkcji ϑ , można wykazać, że przy obrocie układu współrzędnych o kąt $\pi/2$ funkcja Ψ jest tylko mnożona przez czynnik fazowy $\exp(i\kappa^2 xy)$. Tak więc $|\Psi|^2$ ma symetrię sieci kwadratowej.

W punktach $x = (\sqrt{2\pi}/\kappa)(m + 1/2)$, $y = (\sqrt{2\pi}/\kappa)(n + 1/2)$, gdzie m oraz n są liczbami całkowitymi, funkcja Ψ znika. Blisko tych punktów, we współrzędnych biegunowych,

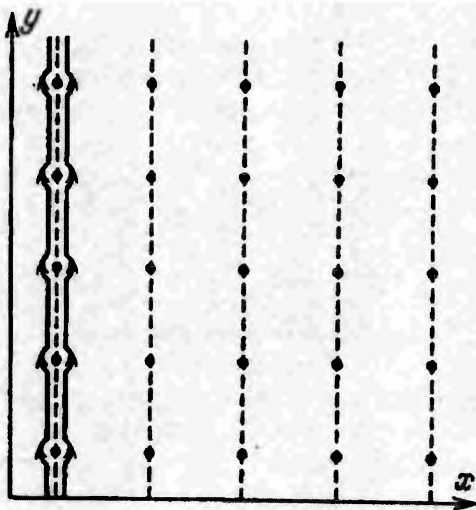
$$\Psi \equiv |\Psi| e^{i\chi} \propto x + iy = \rho e^{i\varphi}. \quad (6)$$

Faza $\chi = \varphi$ zmienia się więc o 2π wzdłuż konturu wokół miejsca zerowego funkcji Ψ . Podobna sytuacja występuje w przypadku sieci trójkątnej. Powstaje więc naturalne pytanie: jak to się dzieje, że istnieją takie punkty? Wzięliśmy po prostu liniową kombinację rozwiązań centrowanych na różnych punktach i miejsca zerowe o fazach różniących się o 2π „pojawiły się same”. Aby to pojawienie się wyjaśnić, trzeba wziąć pod uwagę, że w równaniach GL pole magnetyczne jest reprezentowane przez potencjał wektorowy. Jeśli pole magnetyczne ma średnio stałą wartość, to potencjał wektorowy musi rosnać ze wzrostem współrzędnej. Bezwzględna wartość parametru porządku nie może jednak stale się zwiększać, więc wzrost potencjału wektorowego musi być skompensowany – może tak się stać poprzez fazę parametru porządku.

Jeżeli wziąć pod uwagę fazę, tzn. zapisać $\Psi = |\Psi|e^{i\chi}$, to χ pojawia się w równaniach GL w następującej kombinacji z potencjałem wektorowym:

$$\mathbf{A} - \frac{\hbar c}{2e} \nabla \chi. \quad (7)$$

Rozważmy przebieg funkcji zespolonego parametru porządku na płaszczyźnie współrzędnych (rys. 1). Aby określić fazę jednoznacznie, wprowadzamy cięcia w tej płaszczyźnie, przechodzące przez wartości zerowe parametru porządku i równoległe do osi y .



Rys. 1. Kropki odpowiadają miejscom zerowym parametru porządku (dla sieci kwadratowej). Linie przerywane oznaczają cięcia wprowadzone w celu zapewnienia jednoznaczności fazy. Gradient fazy ma nieciągłość przy każdym cięciu (patrz tekst).

Jeśli poruszamy się po lewym brzegu takiego cięcia, to faza zmienia się zgodnie ze wzorem:

$$\chi_L(y) = \chi_{\text{reg}} - \pi \frac{y}{a},$$

gdzie pierwszy człon jest regularny, a drugi – związany z gwałtowną zmianą fazy w pobliżu miejsca zerowego funkcji Ψ ; a oznacza okres. Jeśli poruszamy się po prawym brzegu cięcia, to faza zmienia się w następujący sposób:

$$\chi_P(y) = \chi_{\text{reg}} + \pi \frac{y}{a}.$$

Na podstawie tych dwóch wyrażeń można stwierdzić, że gradient fazy ma następującą nieciągłość na każdym cięciu:

$$\Delta \left(\frac{\partial \chi}{\partial y} \right) = \frac{2\pi}{a}. \quad (8)$$

Jeśli pole magnetyczne jest skierowane wzdłuż osi z i wybieramy $A_y = Hx$, to kompensacja wzrostu potencjału wektorowego, zgodnie ze wzorem (6), może nastąpić wówczas, gdy $Ha = \pi \hbar c / ea$, czyli

$$a = \sqrt{\frac{\pi \hbar c}{eH}}. \quad (9)$$

Wynika stąd, że

$$Ha^2 = \frac{\pi \hbar c}{e} \equiv \Phi_0. \quad (10)$$

Na podstawie tych wzorów można dojść do dwóch wniosków: a) okres struktury rośnie ze zmniejszaniem się pola magnetycznego, b) strumień pola magnetycznego przechodzący przez jedną komórkę elementarną jest stałą uniwersalną; jest ona nazywana „kwantem strumienia magnetycznego”. Po raz pierwszy wprowadził ją F. London w roku 1950 [5], a jej wartość wynosi ok. $2,05 \cdot 10^{-7} \text{ Oe} \cdot \text{cm}^2$.

Wzrost okresu ze spadkiem natężenia pola magnetycznego następuje nie tylko w pobliżu H_{c2} , lecz także przy dowolnej wartości pola. Rozumowanie prowadzące do rys. 1 i związanych z nim wniosków pozostaje przy tym słuszne, tyle że potencjał wektorowy nie jest już liniową funkcją współrzędnych i trzeba inaczej sformułować warunek kompensacji. Prowadzi to do zastąpienia pola magnetycznego przez jego średnią wartość $B = (1/a^2) \int_0^a \int_0^a H dx dy$. Otrzymujemy więc ten sam wynik co poprzednio, lecz z B zamiast H .

Na tej podstawie można stwierdzić, że nawet daleko od H_{c2} okres struktury rośnie ze spadkiem natężenia pola magnetycznego. Istnieje pewna wartość graniczna H_{c1} , przy której $B = 0$, czyli $a = \infty$, określająca granicę między czystą fazą nadprzewodzącą i fazą częściowo przenikaną przez pole magnetyczne, którą nazwałem „stanem mieszanym”. Granicę z czystą fazą nadprzewodzącą określa następujące natężenie pola magnetycznego:

$$H_{c1} = \frac{H_{cm}}{\kappa \sqrt{2}} (\ln \kappa + 0,08). \quad (11)$$

Zgodnie ze wzorem (1), ze wzrostem κ górne pole krytyczne H_{c2} rośnie, natomiast dolne pole krytyczne H_{c1} maleje.

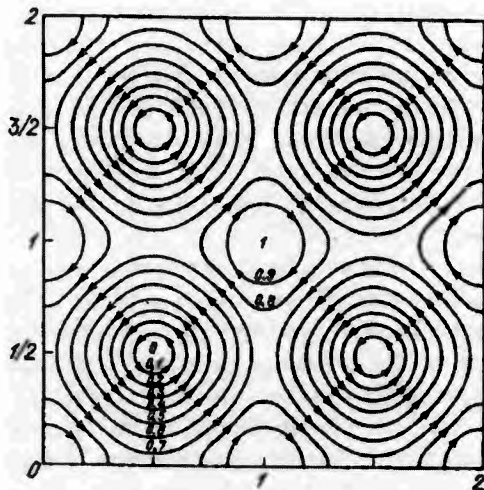
Ponieważ odległość między miejscami zerowymi funkcji Ψ w polu H_{c1} staje się nieskończona, można przyjąć, że jest ona bardzo duża w jego pobliżu i w związku z tym można rozpatrywać tylko jeden taki punkt. Zgodnie z teorią GL gęstość prądu wyraża się wzorem

$$\mathbf{j} = \frac{\hbar e}{m} |\Psi|^2 \left(\nabla \chi - \frac{2e}{\hbar c} \mathbf{A} \right). \quad (12)$$

W pobliżu punktu $\Psi = 0$ mamy $\chi = \varphi$, a $\nabla \chi$ ma tylko składową φ , równą $(1/\rho) \partial \chi / \partial \varphi = 1/\rho$. Jest więc ona dużo większa niż drugi składnik we wzorze (12) i prąd tworzy wir. W przypadku ogólnym wiry te tworzą sieć. Linie, wzdłuż których płyną prądy w pobliżu H_{c2} , przedstawiono na rys. 2.

Bardzo podobną strukturę ma sieć trójkątna, która dla układu izotropowego ma nieco mniejszą energię. Ponieważ różnica energii jest bardzo mała, w rzeczywistych układach symetria sieci krystalicznej może

spowodować, że sieć kwadratowa jest energetycznie korzystniejsza. Ze względu na swoją strukturę stan mieszany bywa nazywany „fazą sieci wirów”.



Rys. 2. Linie prądu dla sieci kwadratowej, pokrywające się z liniami stałej wartości $|\Psi|$

W mikroskopowej teorii Bardeena-Cooper-Schrieffera (BCS), jak również w teorii GL, która – jak wykazał Gor’kow [6] – jest granicznym przypadkiem teorii BCS dla $T \rightarrow T_c$, istnieją dwie charakterystyczne odległości: mniejsza – „długość koherencji” ξ , która określa rozmiary pary Coopera, i większa – „głębokość wnikania” λ . Parametr GL κ jest w istocie określony przez ich stosunek. Dla czystego nadprzewodnika przy $T \rightarrow T_c$

$$\kappa = 0,96 \frac{\lambda_L}{\xi_0}, \quad (13)$$

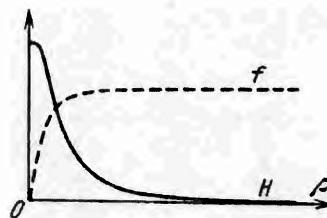
gdzie $\lambda_L = (mc^2/4\pi ne^2)^{1/2}$ oznacza londonowską głębokość wnikania (n – gęstość elektronów), a $\xi_0 = 0,18(\hbar v/T_c)$ – długość koherencji w $T = 0$ (v – prędkość elektronów). Dla $\kappa \gg 1$, czyli $\lambda \gg \xi$ (skrajny przypadek nadprzewodnika II rodzaju, czyli nadprzewodnik typu Londona), każdy wir ma „rdzeń” o promieniu ξ , w którym parametr porządku gwałtownie się zmienia. Na zewnątrz rdzenia w odległości λ pole magnetyczne maleje do zera. Zgodnie ze wzorem (6) w pobliżu osi wiru parametr porządku rośnie liniowo z odległością od osi wiru. Znikanie Ψ w środku rdzenia jest konieczne ze względu na jednoznaczność określenia Ψ . Przy odległościach większych od ξ parametr porządku osiąga swoją równowagową wartość, jaką ma w zerowym polu magnetycznym. Profile parametru porządku i natężenia pola magnetycznego w wirze zilustrowano na rys. 3.

Teoria umożliwiła także określenie charakterystyk makroskopowych, mianowicie zależności namagnesowania od natężenia pola magnetycznego. Zależność tę pokazano na rys. 4 dla różnych wartości κ .

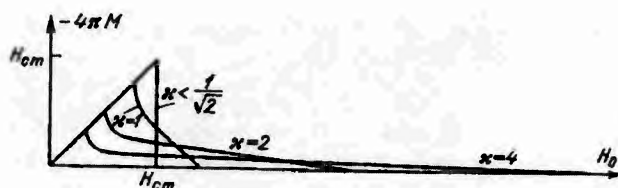
Dla $\kappa < 1/\sqrt{2}$ zależność jest „trójkątna”, co odzwierciedla idealny diamagnetyzm poniżej H_{cm} i brak namagnesowania w fazie normalnej. Dla większych wartości κ pojawia się faza wirów; wraz ze wzrostem κ obniża się dolna granica tej fazy, a rośnie górna. Graniczną wartość namagnesowania w pobliżu górnego pola krytycznego określa wzór

$$-4\pi M = \frac{H_{c2} - H_0}{(2\kappa^2 - 1)\beta_A}. \quad (14)$$

Porównałem teoretyczne przewidywania przebiegu krzywych namagnesowania z wynikami doświadczalnymi dla stopów Pb-Tl otrzymanymi w 1937 r. przez Lwa W. Szubnikowa i jego współpracowników [7]. Zgodność była bardzo dobra.



Rys. 3. Zmiany pola magnetycznego (linia ciągła) i $|\Psi|$ (linia przerywana) w wirze

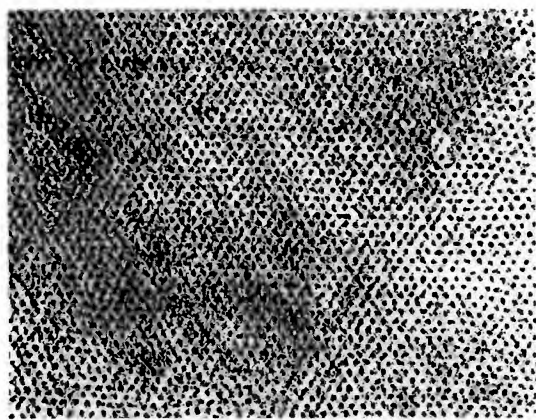


Rys. 4. Zależność namagnesowania od natężenia pola magnetycznego dla różnych wartości parametru κ

Chciałbym teraz krótko omówić stan badań doświadczalnych. Namagnesowanie stopów nadprzewodzących po raz pierwszy mierzyli w roku 1935 de Haas i Casimir-Jonker [8]. Otrzymali oni stopniowe przejście ze stanu nadprzewodzącego do normalnego z dwoma polami krytycznymi. Wy tłumaczyli takie zachowanie niejednorodnością próbki. Szubnikow, który pracował poprzednio z de Haasem, postanowił przygotować lepsze próbki stopów. Jego grupa wygrzewała je długo w temperaturze bliskiej temperatury topnienia. Badania rentgenowskie przeprowadzone w temperaturze pokojowej nie wykazywały żadnej niejednorodności. Ponieważ autorzy nie mogli sobie wyobrazić żadnej innej przyczyny stopniowego przechodzenia do stanu normalnego, napisali w swojej pracy, że widocznie muszą się pojawiać wytrącenia innej fazy w niskiej temperaturze. Niestety, Szubnikowa oskarżono o próbę zorganizowania „antyradzieckiego spisku”; został on aresztowany i stracony przez KGB w tym samym roku. Jestem

pewien, że gdyby dano mu taką możliwość, odkryłby, że pojawia się nowa faza i że istnieje szczególny rodzaj nadprzewodników. Chciałbym w tym miejscu złożyć hołd Szubnikowowi, którego wyniki doświadczeń były dla mnie prawdziwą inspiracją. Nigdy go nie spotkałem, ale słyszałem o nim od Landaua, który był jego bliskim przyjacielem.

Wykonałem swoje obliczenia dotyczące sieci wirów w roku 1953, lecz ich publikacja została opóźniona, ponieważ początkowo Landau nie zgadzał się z całą ideą. Dopiero kiedy R. Feynman opublikował swój artykuł o wirach w nadciekłym helu [9], Landau zaakceptował ideę wirów, zgodził się z moim wyprowadzeniem i w roku 1957 opublikowałem swoją pracę [10]. Nawet wtedy jednak, pomimo istnienia tłumaczenia angielskiego, praca ta nie wzbudziła zainteresowania. Pojawiło się ono dopiero po odkryciu, na początku lat 60., nadprzewodzących stopów i związków o dużych polach krytycznych. Eksperymentatorzy wciąż jednak nie wierzyli w możliwość istnienia sieci wirów niewspółmiernej z siecią krystaliczną. Dopiero gdy sieć wirów zaobserwowano bezpośrednio, najpierw metodą dyfrakcji neutronów [11], a następnie metodą dekoracji [12] (rys. 5), wątpliwości znikły. W tej chwili istnieje wiele różnych sposobów obrazowania sieci wirów. Poza już wymienionymi są to: holografia elektronowa, skaningowa mikroskopia tunelowa (rys. 6) i magnetoptyka.

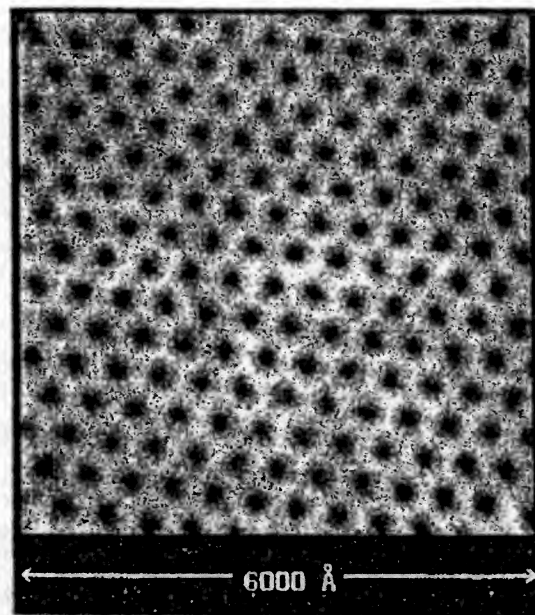


Rys. 5. Pierwszy obraz sieci wirów otrzymany metodą dekoracyjną przez Essmanna i Traüblego [12]

Później napisałem już tylko jedną pracę na temat wirów, mianowicie obliczyłem dolne pole krytyczne dla cienkich warstw i określiłem, jak wygląda sieć wirów w jego pobliżu [13].

Chociaż później pracowałem w różnych dziedzinach fizyki teoretycznej, nadprzewodnictwo było mi najbliższe. Na początku lat 60. napisałem kilka prac razem z Lwem Gor'kowem. Były one oparte na opracowanym przez niego sformułowaniu teorii BCS w formalizmie funkcji Greena, co pozwoliło rozszerzyć teorię mikroskopową na zagadnienia przestrzennie niejednorodne. Badaliśmy zachowanie się nadprzewodników

w polach o wielkiej częstotliwości (razem z I.M. Chałatnikowem) [14], wpływ domieszek magnetycznych [15], a przy tej okazji odkryliśmy nadprzewodnictwo z zerową przerwą, rozwiązaaliśmy także problem skończonego przesunięcia Knighta w niskich temperaturach, wprowadzając rozpraszanie spin-orbita [16].



Rys. 6. Sieć wirów w NbSe₂ zobrazowana za pomocą skaningowego mikroskopu tunelowego (STM)

Po odkryciu przez Johannes G. Bednorza i Karla A. Müllera nadprzewodnictwa wysokotemperaturowego w złożonych, warstwowych układach tlenkowych na bazie miedzi [17] zainteresowałem się ich właściwościami. Pojawiło się wiele różnych podejść do tych niezwykłych związków i prawie wszystkie zakładały jakiś egzotyczny mechanizm nadprzewodnictwa. Ja swoje podejście oparłem na teorii BCS, biorąc pod uwagę specyficzne cechy widma elektronów, przede wszystkim jego quasi-dwuwymiarowość oraz istnienie tzw. rozciągniętych osobliwości w punktach siodłowych, czyli „płaskich obszarów” w widmie elektronowym [18]. Innym pomysłem była hipoteza istnienia połączeń pomiędzy warstwami CuO₂ za pomocą rezonansowego tunelowania, które byłoby odpowiedzialne zarówno za przewodnictwo, jak i nadprzewodnictwo [19]. Na tej podstawie potrafiłem wyjaśnić większość doświadczalnych wyników otrzymywanych dla nadprzewodników wysokotemperaturowych bez dzielenia tych wyników na „dobre”, o których mówi się przy każdej okazji, i „złe”, o których się nie wspomina. W rezultacie mogę stwierdzić, że „tajemnica” nadprzewodnictwa wysokotemperaturowego nie istnieje.

Tłumaczył Andrzej Wiśniewski
Instytut Fizyki PAN
Warszawa

Literatura

- [1] W.Ł. Ginzburg, L.D. Landau, *Ż. Eksp. Teor. Fiz.* **20**, 1064 (1950).
- [2] L.D. Landau, *Phys. Z. der Sowjet Union* **11**, 26 (1937); **11**, 129 (1937).
- [3] F. London, H. London, *Proc. Roy. Soc. London A* **149**, 71 (1935).
- [4] A.A. Abrikosow, *Dokł. Akad. Nauk SSSR* **86**, 489 (1952).
- [5] F. London, *Superfluids*, t. 1 (New York 1950).
- [6] L.P. Gor'kov, *Soviet Phys. – JETP* **9**, 1364 (1959); **10**, 998 (1960).
- [7] L.W. Szubnikow i in., *Ż. Eksp. Teor. Fiz.* **7**, 221 (1937).
- [8] J.M. Casimir-Jonker, W.J. de Haas, *Physica* **2**, 943 (1935).
- [9] R.P. Feynman, w: *Progress in Low Temperature Physics*, red. D.F. Brewer (North-Holland, Amsterdam 1955), t. 1, rozdz. 11.
- [10] A.A. Abrikosov, *Soviet Phys. – JETP* **5**, 1174 (1957).
- [11] D. Cribier, B. Jacrot, L.M. Rao, B. Farnoux, *Phys. Lett.* **9**, 106 (1964).
- [12] U. Essmann, H. Träuble, *Phys. Lett. A* **24**, 526 (1967).
- [13] A.A. Abrikosov, *Soviet Phys. – JETP* **19**, 988 (1964).
- [14] A.A. Abrikosov, L.P. Gor'kov, I.M. Khalatnikov, *Soviet Phys. – JETP* **8**, 182 (1958); **10**, 132 (1959).
- [15] A.A. Abrikosov, L.P. Gor'kov, *Soviet Phys. – JETP* **12**, 1243 (1961).
- [16] A.A. Abrikosov, L.P. Gor'kov, *Soviet Phys. – JETP* **15**, 752 (1962).
- [17] J.G. Bednorz, K.A. Müller, *Z. Physik B* **64**, 189 (1986).
- [18] A.A. Abrikosov, *Physica C* **341–348**, 97 (2000).
- [19] A.A. Abrikosov, *Physica C* **317–318**, 154 (1999).

ZE ZJAZDÓW I KONFERENCJI

40. Zimowa Szkoła Fizyki Teoretycznej

Tegoroczna, 40. już Zimowa Szkoła Fizyki Teoretycznej, zorganizowana przez Instytut Fizyki Teoretycznej Uniwersytetu Wrocławskiego, odbyła się w dniach 4–14 lutego 2004 r. w Łądku Zdroju. W Szkole brało udział 70 naukowców z Polski i zagranicy. Miała ona tytuł „Fenomenologia grawitacji kwantowej” i stanowiła naturalną kontynuację Szkoły z 1999 r., zatytułowanej „W kierunku grawitacji kwantowej”. O ile pięć lat temu przedmiotem rozważań były głównie ogólne właściwości kwantowej grawitacji, tym razem większość czasu poświęciliśmy analizie możliwych obserwacji śladów grawitacji kwantowej w fizyce promieni kosmicznych i w kosmologii.

Trzeba jasno powiedzieć, że teoria grawitacji kwantowej nie jest jeszcze w pełni zrozumiana. Jeden z wykładowców powiedział, że teoria ta jest w takim stanie, jak teoria oddziaływań podstawowych przed powstaniem Modelu Standardowego. Wśród ekspertów panuje przekonanie, że ślady grawitacji kwantowej, możliwe do zaobserwowania w doświadczeniach, jakie zostaną przeprowadzone w najbliższej przyszłości, będą miały swoje źródło w naruszaniu lub deformacji symetrii Lorentza. Może to się stać przy wyjątkowo wielkich energiach cząstek, jakich długo jeszcze nie da się osiągnąć w akceleratorach. Dlatego duże nadzieje wiąże się z obserwacjami prowadzonymi za pomocą Obserwatorium im. Pierre'a Augera, olbrzymiego zestawu detektorów promieni kosmicznych pokrywającego setki kilometrów kwadratowych w Ameryce Południowej, a za kilka lat – również w Północnej. Nadzieje te związane są z istniejącymi już obserwacjami anormalnego zachowania tych promieni.

Trzema cyklami wykładów poświęconych strukturze teorii grawitacji kwantowej, wygło-

szonych przez Enrique Alvareza, Jorge'a Pullina i Lee Smolina. Giovanni Amelino-Camelia poświęcił swoje wykłady ogólnemu wstępowi do fenomenologii grawitacji kwantowej. Losowi symetrii lorentzowskiej przy energiach bliskich skali Plancka poświęcone były wykłady Teda Jacobsona i autora tego sprawozdania. Ciekawy jest pomysł tzw. podwójnie szczególnej teorii względności jako kinematyki cząstek w skali Plancka – teorii, w której występują dwie stałe: prędkość c oraz masa κ . Paolo Lipami omówił fizykę neutrin, w szczególności neutrin w promieniowaniu kosmicznym, Aurelio Grillo przedstawił istniejące i będące w budowie detektory promieni kosmicznych, zaś Tsvi Piran w swoim wykładzie zastanawiał się nad astrofizyką źródeł tych promieni. Paolo De Bernardis przedstawił w swoich wykładach wyniki obserwacji kosmicznego promieniowania tła, a Jerome Martin – teoretyczną analizę wpływu efektów kwantograwitacyjnych na widmo tego promieniowania. Większość wygłoszonych podczas Szkoły wykładów znaleźć można na witrynie internetowej www.ws2004.ift.uni.wroc.pl/lectures.php, a materiały Szkoły opublikowane zostaną na początku przyszłego roku w serii Lecture Notes in Physics wydawnictwa Springer Verlag.

Szkoła nie mogłaby się odbyć, gdyby nie pomoc finansowa Uniwersytetu Wrocławskiego i Fundacji na rzecz Zimowych Szkół Fizyki Teoretycznej. Europejskie Towarzystwo Fizyczne ufundowało trzy stypendia, które umożliwiły udział w Szkole doktorantom z Włoch, Wielkiej Brytanii i Polski.

Jerzy Kowalski-Glikman
Instytut Fizyki Teoretycznej
Uniwersytet Wrocławski

Fizyka jądrowa w ośrodku warszawskim

Rozmowa ze Zdzisławem Wilhelmi

Nuclear physics in Warsaw – Conversation with Zdzisław Wilhelmi

Rozmowa ta odbyła się, z inicjatywy redakcji *Postępów Fizyki*, w dniach 9 i 11 marca 2004 r. w Warszawie, w gabinecie Profesora przy ul. Hożej 69. Wzięli w niej udział: prof. Sławomir Chojnacki (Środowiskowe Laboratorium Ciężkich Jonów, Uniwersytet Warszawski)¹, prof. Marian Jaskóła (Instytut Problemów Jądrowych im. A. Sołtana, Warszawa), dr Brunon Sikora (Zakład Fizyki Jądra Atomowego, Instytut Fizyki Doświadczalnej, Uniwersytet Warszawski) i prof. Adam Sobiczewski (Instytut Problemów Jądrowych im. A. Sołtana, Warszawa).

Adam Sobiczewski [AS] – Jest Pan Profesor jedną z głównych postaci, które rozwijały po wojnie fizykę jądrową w Polsce, przede wszystkim w ośrodku warszawskim. Wiąże się z tym bardzo wielostronna i długotrwała działalność Pana w tym kierunku: organizacja placówek badawczych, budowa aparatury, kształcenie młodzieży i kadry naukowej, nawiązywanie współpracy krajowej i zagranicznej, i inne. Chcielibyśmy o tym porozmawiać z Panem dzisiaj, poznając obok faktów także motywacje Pana, wpływ innych osób, z którymi przyszło Panu współpracować, wpływ

środowiska i różnorodnych uwarunkowań. Wiedza taka jest ważna nie tylko dla lepszego zrozumienia tego, co mamy dzisiaj w fizyce jądrowej (i nie tylko w tej dziedzinie) w Polsce, ale może być także przydatna w dalszych działaniach.

Zacznijmy od początków. Może powiedziałby nam Pan coś o swojej rodzinie, o latach dziecięcych. Czy w tej rodzinie, czy w ogóle w latach najwcześniejszych był ktoś czy jakaś okoliczność, wydarzenie, które szczególnie Pan pamięta i które miało jakiś wpływ na późniejsze zainteresowania i wybory?



Uczestnicy rozmowy; od lewej: Marian Jaskóła, Brunon Sikora, Zdzisław Wilhelmi, Adam Sobiczewski, Sławomir Chojnacki

¹ Profesor Chojnacki zmarł 2 maja 2004 r.

Zdzisław Wilhelmi [ZW] – Urodziłem się w rok po zakończeniu wojny z bolszewikami, w której brało udział wielu członków mojej rodziny, toteż może właśnie dlatego w moich najwcześniejszych wspomnieniach pozostało wiele opowieści o bohaterskich czynach i wojennych przygodach. W moim rodzinnym domu były pielęgnowane, głównie dzięki Mamie, polskie, ziemiańskie tradycje patriotyczne, wciąż była żywa pamięć o ojcu matki (Ludwiku Paschalisie Mościckim) i dziadku (Kazimierzu) – uczestnikach powstania styczniowego – i o jej ukochanym bracie, generale Bolesławie Mościckim, który zapisał się w historii Wojska Polskiego jako brawurowy zagończyk, bohater-ski dowódca i patron I. Pułku Ułanów Krechowieckich. Myślę, że te tradycje rodzinne miały wielki wpływ na moją postawę w późniejszym życiu i na uznawaną przeze mnie hierarchię wartości.



Rodzice (ok. 1960 r.)

A wpływy na wybór dziedziny zainteresowań? Sądzę, że moja droga do fizyki zaczęła się bardzo wczesnie, ale nie z pobudek, powiedziałbym, „intelektualnych”, lecz „estetycznych”. Zaczęła się ona od zachwyty dziecka nad pewnymi zagadkowymi zjawiskami natury. Pamiętam, a miałem wtedy trzy albo cztery lata, że na podwórku domu, w którym mieszkaliśmy w Łomży, stała duża, czarna od starości beczka na deszczówkę. Kiedy wspięło się na palce, można było zajrzeć do jej mrocznego wnętrza. Woda pachniała stęchlizną, a na jej powierzchni rozpościerała się warstewka oliwy grająca barwami tęczy. To było cudowne zjawisko! Puknięcie palcem w ścianę beczki wprowadzało niepokój do tego obrazu, drżenie przebiegało przez tęczę, jej barwy mieszały się i łagodnie rozpląwały, a po chwili znowu unosiła się ona na czarnej wodzie, jak skrzydło bajecznej ważki. To chyba właśnie ta tęcza zafascynowała chłopca swym tajemniczym pięknem i uwiodła go dla fizyki.

AS – To bardzo piękny przykład i opis tego, czym zjawisko fizyczne, które dla osoby starszej jest na ogół znane i zwyczajne, może być dla dziecka. A lata szkoły powszechnej, średniej i liceum; jakie one miały znaczenie w kształtowaniu się zainteresowań i planów na przyszłość; czy było coś, co szczególnie zapisało się w Pana pamięci?



Pierwsza Komunia Święta (z siostrą Stasią, ok. 1928 r.)

ZW – Byłem dzieckiem wczesnie rozwiniętym. Kiedy zaczynałem naukę w szkole powszechnej, umiałem dobrze czytać i niezłe pisać, toteż wybiegałem zainteresowaniami poza program „przerabiany” w danej klasie. I tak pozostało aż do matury. Najbardziej pociągała mnie literatura piękna (może zaznaczył się tu wpływ mojego uwielbianego ojca, wielkiego erudyty) i chyba przez wiele lat pobytu w szkole średniej sądziłem, że będę kiedyś literatem. Pisywałem wtedy wiersze i opowiadania. Kiedy byłem w I klasie liceum, powierzono mi funkcję „redaktora naczelnego” szkolnej gazetki. Próbowałem również wyjść na szerszy świat: warszawskie czasopismo młodzieży szkolnej i akademickiej *W Młodych Oczach* wydrukowało moje krótkie opowiadanie.

Drugą moją wielką pasją – obok literatury – była fizyka. Kiedy miałem dziesięć lub jedenaście lat, wpadła mi w ręce tłumaczona z niemieckiego książka *Elektryczność*. Jej autorem był Graetz. Książka ta podawała fizyczne podstawy wielu urządzeń technicznych, takich jak akumulator, prądnic, silnik elektryczny, transformator. Piękne, klarowne rysunki urzekały urodą tajemniczych aparatów, elektrostatyczne maszyny Wimshursta strzelały piorunami, zawieszona na niciach drewniane kuleczki odpychały się od siebie, płomień świecy uciekał od ostrza naładowanej kuli. Na kartkach książki Graetza wlatywałem w niezwykły świat przyrody, a czarodziejski dywan niósł mnie pełnego zachwyty nad nieznanymi lądami. Po tej książce przyszły inne, Eddingtona, Wilsona. . . Lektury te były wzruszającą przygodą, oszałamiającym wtajemniczeniem w sekrety świata gwiazd, atomów, dźwięków, światła.

Lekcje fizyki w szkole nie zdołały zabić tej mojej fascynacji. Profesor Woyczyński (stary kawaler, zubo-

żały arystokrata, głowa lysa, nos fioletowy, stąd przydomek „Śliwa”) był z wykształcenia chemikiem, ale uczył nas fizyki. Wykładał okropnie nudnie, ale pokazywał pewne doświadczenia, a mnie często brał do pomocy. Zostałem także powołany na prezesa utworzonego przez „Śliwę” kółka elektrochemicznego. Ładowaliśmy akumulatory, srebrzyli łyżki, próbowali robić galwanoplastyczne repliki różnych płaskorzeźb. Była to świetna zabawa i to jej chyba zawdzięczam obudzenie się zainteresowań techniką, jakie zaprowadziły mnie później na politechnikę.

Oprócz uczniowskiego kółka elektrochemicznego były w naszym Gimnazjum i Liceum im. Tadeusza Kościuszki w Łomży także inne kółka „naukowe”, m.in. kółko matematyczne, którego również byłem prezesem.



Przed „małą maturą” w Gimnazjum im. Tadeusza Kościuszki w Łomży (1937 r.); Z. Wilhelm trzeci od lewej

Te moje działania, szumnie mówiąc, społeczne czy organizatorskie zaczęły się bardzo wcześnie – już w drugiej klasie szkoły powszechnej. Założyłem wtedy stowarzyszenie, do którego wstęp mieli tylko nieliczni wybrani. Był to „Związek Silnej Woli” – rodzaj masońskiej loży ośmiolatek, których idolami byli nieustraszeni rycerze – obrońcy uciśnionych, szermierze wolności, prawdy i dobra. Kandydat do Związku musiał przejść wcale nie łatwy tor przeszkód, był bowiem poddawany twardym próbom odwagi, hartu i wytrwałości. Należały do nich m.in. „wstąpienie do piekieł”, tj. nocna samotna wyprawa do jednego z grobowców stojących na łomżyńskim cmentarzu, „tydzień Zawiszy Czarnego”, tj. tydzień bez kłamstwa, „chrzest ognia” – dotknięcie przedramienia rozgrzanym do czerwoności drutem itd.

AS – Lata po ukończeniu Liceum to chyba lata szczególnie dramatyczne dla Pana pokolenia. Bodaż tylko jeden rok studiów (1940/41) na Politechnice Lwowskiej, a reszta czasu okupacji to dość typowy los Pana rówieśników: konspiracyjne szkolenie wojskowe, partyzantka... Co chciałby Pan przekazać nam z do-

świadczeń tamtych lat o młodości, jej życiu, losach, dramatach i marzeniach? Może też coś o tych studiach na PL już pod okupacją sowiecką: kto wykładał, jakie były przedmioty, z którymi fizykami czy w ogóle uczonymi Pan się zetknął?

ZW – Tak, moje pokolenie – roczniki 1920–21 – zostało szczególnie mocno i brutalnie ugodzone przez sprawców II wojny światowej. Właśnie szykowaliśmy się do lotu w dorosłe życie, do tego, by zacząć oblekać nasze marzenia w realne kształty, a oto z dnia na dzień niemiecki najeźdźca zepchnął Polaków do roli niewolników. Nie lepsza była sytuacja w tej połowie kraju, która stała się łupem sowieckiego okupanta i gdzie znalazła się moja rodzina. Inteligencja polska była tu systematycznie tępiona, z najrozmaitszych powodów. Nastąpiły masowe aresztowania, a dziesiątki tysięcy ludzi wywożono na wschód, do Kazachstanu, na Syberię. Moja rodzina także spodziewała się aresztowania lub wywózki, toteż postanowiliśmy się rozproszyć. Jedna siostra przekradła się przez granicę na stronę niemiecką, do Warszawy, gdzie ukrywał się jej mąż – oficer WP, druga siostra podjęła pracę nauczycielki na odległej wsi. Ja również znalazłem zatrudnienie w „niepełnej średniej szkole” z dala od Łomży, w Przytułach, i tam uczyłem matematyki.

To moje belfrowanie nie trwało długo, zaledwie kilka miesięcy. Wyczytałem bowiem w gazecie, że we Lwowie, wchodzącym wtedy w skład Republiki Ukrainy, zaczynają działać wyższe uczelnie. Postanowiłem rozpocząć studia. Wybór ich kierunku nie był trudny: humanistyka, do której skłaniały mnie marzenia o karierze pisarza, była bardzo upolityczniona, zakłamana, całkowicie oddana funkcji propagowania nienawistnego nam, Polakom, ustroju. Alternatywą były studia politechniczne, bo, jak wtedy sądziłem, ludzi zajmujących się badaniem zjawisk fizycznych i ich wykorzystaniem w technicznych wynalazkach, ludzi takich jak Faraday czy Edison, kształcą politechniki, a nie uniwersytety, które edukują przyszłych magistrów parających się wyłącznie „belfrowaniem”.

Egzaminy na Wydział Elektryczny Politechniki Lwowskiej zdałem celująco i tak rozpoczął się pierwszy rok mojego związku z wyższymi uczelniami, związku trwającego do dziś, bagatela, 60 lat. Był to rok niezapomniany. Zetknąłem się wtedy, po raz pierwszy w życiu z wybitnymi uczonymi, których wykładów słuchałem, u których zdawałem egzaminy. Najbardziej zafascynował mnie prof. Władysław Nikliborc, matematyk, wspaniały, porywający wykładowca analizy matematycznej. Również duże wrażenie wywarł na mnie prof. Kazimierz Vetulani, specjalista z zakresu mechaniki teoretycznej. Za to wykłady z fizyki bardzo mnie rozczarowały. W wydaniu prof. Tadeusza Malarskiego były po prostu okropnie nudne i niewiele je ożywiały widok tkwiącej u podnóża katedry maleńkiej figurki asystenta, Czesława Wachtla, z olbrzymim, półtora-metrowej długości suwakiem logarytmicznym w ręku.

Pan Czesław służył profesorowi rachmistrzowską pomocą i kiedy profesor usiłował ubarwić swój wykład konkretnym liczbowym przykładem, gorliwie wykonywał przeliczenia jednych jednostek na inne, konie mechaniczne na kilowaty, radiany na stopnie.

Prawie wszyscy profesorowie wykładali na naszej uczelni po polsku, a nie po ukraińsku, choć domagały się tego sowieckie władze uczelni. Tylko jeden z naszych nauczycieli, choć Polak, uległ tym naciskom. Był to chemik, doc. Michał Śmiałowski, który na swych wykładach z chemii dla I roku mojego Wydziału posługiwał się, zresztą bardzo nieudolnie, językiem ukraińskim (po wojnie zrobił na karierę polityczną jako sekretarz III Wydziału PAN).

Popularną postacią był na Politechnice Lwowskiej w owym czasie prof. Kazimierz Bartel, specjalista od geometrii wykreślnej, były wielokrotny premier rządu polskiego, którego władze sowieckie z sobie tylko wiadomych powodów nie zlikwidowały, jak wielu innych polskich, sanacyjnych polityków. Nie uniknął on jednak śmierci, kiedy latem 1941 r. Hitler wszczął wojnę przeciw swemu wiernemu sojusznikowi – Związkowi Sowieckiemu – i Lwów zajęły wojska niemieckie. Prof. Bartel został wtedy aresztowany i zamordowany wraz z grupą innych profesorów, wśród których znaleźli się także profesorowie Kazimierz Vetulani, Antoni Łomnicki, Włodzimierz Stożek i wielu innych wybitnych Polaków, a wśród nich pisarz Tadeusz Boy-Żeleński, chemik Stanisław Pilat, chirurg Tadeusz Ostrowski i inni. Mordu tego dokonali nacjonałści ukraińscy z batalionu „Nachtigall”, stojącego u boku Wehrmachtu.

Zajęcie Lwowa przez Niemców i wcielenie go do Generalnego Gubernatorstwa oznaczało, oczywiście, zamknięcie Politechniki, jak i wszystkich w ogóle uczelni na polskich terytoriach okupowanych przez hitlerowców. Nie miało sensu pozostawanie nadal w tym mieście bez środków do życia, wróciłem więc do domu, do Łomży.

Rozpoczął się wtedy dla mnie okres intensywnej pracy podziemnej w Związku Walki Zbrojnej, przemianowanym w 1942 r. na Armię Krajową. Należałem wprawdzie od dawna (już od końca 1939 r.) do konspiracji niepodległościowej, ale w czasie dwóch lat „pierwszej okupacji sowieckiej” nasza działalność była dość wątła. Dopiero teraz, w nowej sytuacji, gdy siły niemieckie były zaangażowane w potężne zmagania na wschodnim froncie, w podziemiu „londyńskim” nastąpiło wielkie ożywienie. Największy nacisk był położony na wywiad wojskowy i właśnie do tej służby zostałem skierowany przez moich dowódców (może dlatego, że znałem niezły język niemiecki). „Zainstalowano” mnie jako technika elektryka w instytucji niemieckiej wykonującej prace budowlane na potrzeby Wehrmachtu. Uzyskałem w ten sposób dostęp do obiektów wojskowych (koszar, magazynów, kancelarii jednostek wojskowych itd.) i łatwy kontakt z żołnierzami i oficerami, wśród których znajdowałem swoich informato-

rów. Równocześnie z wykonywaniem tej pracy, bardzo niebezpiecznej i trzymającej w ustawicznym napięciu, byłem zaangażowany i w inną robotę konspiracyjną: przechodziłem przeszkolenie wojskowe i dowódcze w tajnej podchorążówce AK i sam uczyłem innych w szkole podoficerskiej, brałem też udział w działaniach Kierownictwa Dywersji (Kedywu). Ponadto prowadziłem (od 1942 r.) na terenie Łomży tzw. Akcję N, tj. dywersję psychologiczną. Celem tej akcji rozwijanej w wojskowym i cywilnym środowisku niemieckim było osłabianie woli walki, podrywanie wiary w zwycięstwo, szerzenie rozkładu ideologicznego. Głównym środkiem stosowanym przez nas był kolportaż wśród Niemców (głównie na terenie koszar) nielegalnej prasy (*Ostwache*, *Der Frontkämpfer*, *Klabautermann* i in.) wydawanej w języku niemieckim rzekomo przez rozmaite podziemne organizacje antyhitlerowskie, a faktycznie przez akowskie Biuro Informacji i Propagandy (BIP).



Jeden z fałszywych dowodów Z. Wilhelmięgo, wystawiony w roku 1943 na nazwisko „Jan Borawski”

Po dwóch latach pracy wywiadowczej i N-owskiej, w której stale byłem, można powiedzieć, na pierwszej linii, tj. w ustawicznym, bezpośrednim kontakcie z wrogiem, „pośliznęła mi się noga” i popadłem u Niemców w podejrzenie. Doszło do mego aresztowania, ale udało mi się uciec. Zostałem wtedy – jako „spalony” – wysłany w teren i odkomenderowany do dyspozycji komendanta obwodu. Od tej chwili (jesień 1943 r.) aż do końca 1945 r. nie rozstawałem się z bronią, pełniąc funkcję szefa wywiadu obwodu łomżyńskiego AK, biorąc udział w działaniach partyzantkich na terenie Białostoczczyzny i w operacjach bojowych „Burza” – tego „kroczącego” powstania narodowego, którego fragmentem było powstanie warszawskie. Zgodnie z rozkazem naszego naczelnego dowództwa mieliśmy na krótko przed wycofaniem się Niemców uderzać na nich całą siłą, opanowywać teren, by wkraczającą Armię Sowiecką spotkać jako prawowici gospodarze tego terenu i sojusznicy oraz aby wraz z nią prowadzić dalszą walkę z Niemcami.

Jak wiadomo, tak się nie stało. Sowieci potraktowali Armię Krajową nie jak swych sojuszników, lecz jak wrogów, oficerów aresztowali, prostych żołnierzy wcielali siłą do armii Berlinga. W takiej sytuacji wróciliśmy z powrotem do konspiracji, która trwała – dla mnie – prawie do końca 1945 r., a dla wielu moich kolegów dłużej, do połowy lat 50.

Wyszedłem z tych lat wojennych bardzo zmieniony w porównaniu z tym delikatnym, intelektualnie rozbudzonym chłopcem sprzed wojny, początkującym poetą. Stałem się twardy, wewnątrz zdyscyplinowany, umiałem teraz patrzeć na siebie jakby z zewnątrz, wydawać sobie samemu rozkazy, które bezwzględnie wykonywałem. Potrafiłem iść „na azymut”, według wewnętrznej busoli. Ten mój azymut – to była, upraszczając, racja mego kraju, taka jak ją wtedy rozumiałem; a nauczyłem się, głównie w czasie wojny, podporządkowywać jej swoje działania i swoje osobiste sprawy. Myślę, że taka postawa wydaje się dzisiaj ludziom znacznie ode mnie młodszym śmieszna. Zastanawiam się nieraz nad tym, co jest powodem tych różnic pokoleniowych. Być może jednym z powodów jest to, że my – „pokolenie Kolumbów” – zostaliśmy śmiertelnie zranieni w swej dumie narodowej. Najważniejsze jest jednak, że młodzi ludzie, żyjąc dzisiaj swym spokojnym, unormowanym życiem prywatnym, nie mieli okazji, jak moje pokolenie, poznać, jak wspaniale jest móc podporządkować swe osobiste życie jakiejś wielkiej, nadrzędnej sprawie.



Podczas pierwszego zjazdu byłych żołnierzy AK (Warszawa, 1990 r.)

Wyniosłem z lat wojny jeszcze jedną cechę: nauczyłem się brać na siebie odpowiedzialność za innych

albo raczej sprawiać, by inni działali tak, jak – moim zdaniem – działać powinni dla dobra sprawy, dobra tak samo rozumianego i przez nich i przeze mnie.

AS – Studia na Politechnice Łódzkiej: kto uczył fizyki, czy dopiero tutaj pojawiła się w Pana życiu (pod wpływem prof. Sołtana?) fizyka jądrowa?

ZW – Politechnika Łódzka powstała wkrótce po zakończeniu wojny. W tym czasie w Warszawie nie było jeszcze warunków do uruchomienia wyższej szkoły technicznej i dlatego duża część profesorskiej kadry przedwojennej Politechniki Warszawskiej znalazła się w nowo otwartej uczelni łódzkiej. I tak rektorem został Bohdan Stefanowski (termodynamik), dziekanem Wydziału Elektrycznego – Janusz Groszkowski (elektronik, technolog wysokiej próżni), profesorami byli też Witold Pogorzelski (matematyk), Czesław Witoszyński (aerodynamik), Wacław Moszyński (mechanik-teoretyk).

Kierownikiem Katedry Fizyki Technicznej na Wydziale Elektrycznym został Andrzej Sołtan z Uniwersytetu Warszawskiego i pełnił tę funkcję od początku istnienia PŁ aż do roku 1953, kiedy ją przejąłem to kierownictwo. Również na Wydziale Chemicznym istniała Katedra Fizyki; utworzył ją i przez jeden rok kierował nią prof. Władysław Kapuściński. Po nim kierownictwo to objął na krótko prof. Sołtan, a następnie doc. Eugeniusz Skorko.

W katedrze Sołtana, od początku jej istnienia, było kilkoro asystentów: Eugeniusz Dmochowski, Halina Juraszyńska, Jadwiga Mońka i ja. Później doszedł do nas Stefan Nowicki. Działalność naukowa Katedry, jeśli chodzi o fizykę doświadczalną, była raczej mizerna i sprowadzała się głównie do detekcji promieniowania kosmicznego za pomocą liczników Geigera-Müllera. Bardziej ożywione były prace studyjne nad konstrukcją akceleratorów i nad separacją izotopów uranu. Mimo ograniczonej skali tych prac Katedra Sołtana odegrała niemałą rolę w popularyzacji fizyki jądrowej w Łodzi, a to głównie dzięki odczytom Profesora na temat eksperymentów z bombą atomową, przeprowadzonych na atolu Bikini w 1947 r., w których Sołtan uczestniczył jako jeden z dwóch obserwatorów zaproszonych z Polski (drugim był Stefan Pieńkowski).

AS – Pana pracą dyplomową wykonaną pod kierunkiem prof. Sołtana był, zdaje się, projekt cyklotronu. Projekt taki wykonał prof. Sołtan już przed wojną i częściowo chyba go zrealizował. Czy mógłby Pan powiedzieć nam o tym kilka słów lub odesłać ewentualnie do jakiegoś szerszego opracowania, gdzie ten wczesny fragment historii fizyki jądrowej w Polsce był opisany?

ZW – Moja praca dyplomowa robiona na Wydziale Elektrycznym PŁ z inicjatywy prof. Sołtana polegała istotnie na konstrukcji cyklotronu przyśpieszającego protony do energii 12 MeV. Zawierała ona ogólne obliczenia dotyczące całości akceleratora i szczegółowy projekt techniczny elektromagnesu wraz z rysunkami

roboczymi. Projekt techniczny układu wysokiej częstotliwości był nieco później wykonany przez prof. Stanisława Ryzkę z Politechniki Warszawskiej. Trzeba tu jednak wyjaśnić, że projektowany przeze mnie akcelerator nie miał związku z małym, kilku MeV-owym cyklotronem, którego budowę rozpoczął Andrzej Sołtan w czasie wojny. Docent Sołtan pracował podówczas w dawnych Zakładach Philipsa w Warszawie, gdzie był zatrudniony od roku 1938 jako kierownik Laboratorium Badań Fizycznych. We wrześniu 1944 r., w czasie powstania warszawskiego (w którym Sołtan nie uczestniczył), zakłady te zostały przez Niemców ewakuowane do Wiednia. Wywieziona była także część personelu (wraz z Sołtanem i jego rodziną) oraz część urządzeń technicznych z elementami budowanego cyklotronu. Elementy te, jak mówił mi prof. Sołtan, uległy zniszczeniu w czasie bombardowania Wiednia. Bardziej szczegółowe informacje o początkach fizyki jądrowej w Polsce można znaleźć w moich artykułach [1–3].

Stawomir Chojnacki [Sch] – Jak doszło do przejścia z Łodzi do Warszawy? Co zdecydowało o porzuceniu zawodu inżyniera na korzyść fizyki jądrowej?

ZW – Jeszcze przed zakończeniem studiów politechnicznych, (co nastąpiło w roku 1948) utrzymywałem się z pracy fizyka, byłem bowiem już od immatrykulacji na PŁ (tj. od 1945 r.) asystentem w katedrze Fizyki Technicznej prof. Sołtana. Wkrótce po otrzymaniu dyplomu przeniosłem się – na propozycję Sołtana – do jego Zakładu Atomistyki w Uniwersytecie Warszawskim. Kontynuowałem tam prace, jakie prowadziłem w PŁ nad projektem cyklotronu. Przystąpiłem też do budowy oryginalnego separatora izotopów uranu zupełnie nowego typu, na którego pomysł wpadłem jeszcze w Łodzi. W przeciwieństwie do wszystkich znanych podówczas separatorów, w których stosowano statyczne pola elektryczne i magnetyczne, w projektowanym przeze mnie separatorze używane było pole elektryczne wysokiej częstotliwości działające na jony U235 przyspieszająco, a na jony U238 – opóźniająco, dzięki czemu można było znakomicie usprawnić proces oddzielania od siebie tych izotopów. Niestety, oba projekty zostały po kilku miesiącach przerwane z braku potrzebnych środków finansowych.

W tym pierwszym okresie mojej pracy na Hożej próbowałem łączyć pracę fizyka z zawodem inżyniera elektryka i pracowałem przez jeden rok (na połowie etatu) w Instytucie Wysokich Napięć PW pod kierunkiem prof. Lecha Jakubowskiego. Jednakże fizyka wydawała mi się nieporównywalnie ciekawsza od elektrotechniki, a przy tym na Hożej miałem do wykonania znacznie ważniejsze zadania i znacznie większą samodzielność; trzeba bowiem powiedzieć, że prof. Sołtan dawał swym współpracownikom wielką swobodę przy wykonywaniu powierzonych im zadań. Tak więc rychło zrezygnowałem z pracy w Instytucie Wysokich Napięć i oddałem się bez reszty fizyce jądrowej. Byłem tu, w Zakładzie Atomistyki, starszym asystentem, ale

zdając sobie sprawę ze swoich braków w wykształceniu fizycznym, postanowiłem je uzupełnić, podejmując formalne studia fizyki na UW. Egzamin z fizyki doświadczalnej zdawałem u Pieńkowskiego, a z fizyki teoretycznej u Rubinowicza i Białobrzeskiego. Pracę magisterską wykonywałem, oczywiście z fizyki jądrowej, u Sołtana; polegała ona na opracowaniu nowej metody pomiaru wydajności źródeł neutronowych. Jej opis zamieściłem w mojej pierwszej w życiu publikacji naukowej (innego rodzaju publikacje miałem już na swoim koncie). Opublikowałem ją wspólnie z Mariannem Danyszem.

AS – Jakie to były te publikacje wcześniejsze?

ZW – Wspomniałem już o drukowanych w okresie gimnazjalnym opowiadaniach. Później, w czasie wojny, pisywałem wiersze, które były drukowane w prasie podziemnej. Po wojnie, jako świeżo upieczony inżynier, pracowałem przez parę miesięcy w Instytucie Włókiennictwa i tam „popełniłem” pracę o charakterze naukowo-technicznym na temat pomiarów wytrzymałości przędzy za pomocą dynamometru wahadłowego. Została ona ogłoszona drukiem w *Biuletynie Włókiennictwa*. Pracując już na Hożej, pisałem wiele popularnonaukowych pogadanek radiowych i słuchowisk, które były nadawane przez Polskie Radio. Byłem również tłumaczem kilku książek naukowych i popularnonaukowych.

SCh – Jakie zachowałeś wspomnienia o fizyce i fizykach na Hożej z tamtych lat?

ZW – Na Hożej zacząłem pracować w grudniu 1948 r. W owym czasie, w Zakładzie Fizyki Doświadczalnej, kierowanym przez prof. Stefana Pieńkowskiego, nie było jeszcze katedr, były zakłady, a wśród nich znajdujący się *in statu nascendi* Zakład Atomistyki z prof. nadzw. Andrzejem Sołtanem na czele. Katedry, jako jednostki organizacyjne, zaistniały w UW dopiero w roku 1952. Wtedy to „Zakład na Hożej” prof. Pieńkowskiego zaczął się nazywać Instytutem Fizyki Doświadczalnej.

Gdy zaczynałem swą pracę w Zakładzie Atomistyki, był w nim oprócz Sołtana tylko jeden jeszcze pracownik naukowy – st. asystent mgr Stanisław Roupert, ja byłem drugim. Wkrótce po mnie przybył, także z PŁ, mgr inż. Olgierd Wołczek (chemik), a z PW inż. Marian Danysz (elektryk). Spośród osób, które w niedalekiej już przyszłości miały wejść do naszego kręgu „jądrowców,” wymienię jeszcze Lecha Bobrowskiego, mechanika, i inż. Romana Wyrzykowskiego, także mechanika. Obaj oni byli formalnie pracownikami Zakładu Elektroniki i Radiologii, kierowanego przez Leonarda Sosnowskiego, wówczas z-cę profesora, ale faktycznie pozostawali pod bezpośrednim zwierzchnictwem Sołtana.

Pewnie powinienem wyjaśnić, że w owym czasie (tzn. w okresie 1949–50) na Hożej były 4 zakłady doświadczalne. Całością kierował, jak już mówiłem, Pieńkowski, który równocześnie był kierownikiem jednego

(największego) z zakładów, Zakładu Fizyki Doświadczalnej. W tym Zakładzie było, jak pamiętam, trzech adiunktów (mgr Tadeusz Dryński, dr Ludwik Natanson i mgr Jerzy Pniewski) i kilku starszych asystentów (Bronisław Buras, Halina Chęcińska, Anna Jabłońska, Joanna Kozłowska, Stanisław Leśniowski, Zdzisław Małkowski, Stanisław Pasierbiński, Marta Sołtanowa i Tadeusz Skaliński). Było też paru młodszych asystentów: Ryszard Gagła, Stanisław Marciniak, Bronisława Moszyńska, inż. Roman Mierzecki (chemik), Genowefa Wójcikówna (sekretarka), Stanisława Zmysłowska i z-ca asyst. Kazimierz Rosiński. W Zakładzie Elektroniki i Radiologii (kierowanym, jak wspomniałem, przez Leonarda Sosnowskiego) byli zatrudnieni jako starsi asystenci: Lech Bobrowski, Roman Wyrzykowski i Tomasz Piwkowski. O trzecim, „naszym” Zakładzie Atomistyki, już mówiłem. Zakład czwarty, tj. Zakład Fizyki Doświadczalnej II, istniał tylko na papierze.

Oprócz zakładów zajmujących się fizyką doświadczalną, był na Hożej także Zakład Fizyki Teoretycznej kierowany przez prof. mgra Czesława Białobrzeskiego, w którym pracowali m.in. Włodzimierz Ścisłowski, Karol Majewski, Krzysztof Maurin i Przemysław Zieliński. Od roku 1950 istniał tu również Zakład Mechaniki Teoretycznej kierowany przez prof. Wojciecha Rubinowicza. W tym Zakładzie asystentami byli Wojciech Królikowski i Janusz Dąbrowski. W tym samym czasie pojawił się nowy zakład, Zakład Fizyki Teoretycznej II, kierowany przez profesora kontraktowego Leopolda Infelda. W roku 1952 powstał Instytut Fizyki Teoretycznej z Infeltem jako jego dyrektorem, a w nim 3 zakłady: Termodynamiki (kier. Cz. Białobrzęski), Elektrodynamiki i Teorii Względności (kier. L. Infeld) oraz Mechaniki i Optyki (kier. W. Rubinowicz).

Skoro mówię tak szczegółowo o sprawach organizacyjnych, to powinienem powiedzieć, że w roku 1953 powstał Zakład Izotopów Promieniotwórczych, formalnie stanowiący jeden z zakładów Instytutu Fizyki PAN. Zakład ten był zlokalizowany przy katedrze Sołtana i to on był jego kierownikiem. Ja również byłem pracownikiem tego Zakładu. Razem z doc. S. Ryżką i inż. T. Domańskim zajmowaliśmy się projektem cyklotronu, który nigdy – z braku funduszy – nie został zbudowany.

SCh – Jakie były pierwsze prace doświadczalne z fizyki jądrowej po wojnie na Hożej?

ZW – Zacznę od prac, z którymi ja sam byłem najmocniej związany. Jednym z moich pierwszych ważniejszych zadań na Hożej (oczywiście poza „zrobieniem magisterki z fizyki”) było zmontowanie w tzw. Hali Atomowej, przylegającej do naszego Zakładu, akceleratora kaskadowego na 1 MV, jaki został na początku 1948 r. zakupiony w firmie Haefely w Bazylei za pieniądze specjalnej dotacji rządowej. Całego tego montażu dokonałem własnymi rękami, korzystając tylko z pomocy jednego laboranta Zakładu, Fran-

ciszka Kawki, oraz z rad prof. Sołtana i firmy Haefely. Po roku zmagania z wysoką próżnią i optyką jonową w moim dzienniku laboratoryjnym pod datą 20 lutego 1952 r. mogłem podać triumfalny komunikat „SA NEUTRONY!!!” Od tej chwili „kaskadowy” stał się moim głównym narzędziem pracy przy zbieraniu materiału do doktoratu, jaki uzyskałem w 1954 r. pod kierunkiem Sołtana. Z pewną dumą wspomnę, że byłem jednym z dwóch tylko doktorów, jakich w swoim życiu wypromował prof. Sołtan (drugim był Stefan Nowicki z PŁ). Za przedmiot mojej rozprawy obrałem, przy aprobach Profesora, przekroje czynne reakcji wywołanych przez neutrony prędkie, typu (n,p). Tematyce tej pozostałem wierny jeszcze przez wiele następnich lat, a to dlatego, że w istniejących warunkach braku akceleratora przyspieszającego cząstki naładowane do energii wyższych od 1 MeV mogliśmy sięgać w głąb jądra atomowego tylko za pomocą neutronów.

We wczesnych latach pięćdziesiątych, równocześnie z moimi badaniami nad reakcjami typu (n,p) i (n,2n), do których włączani byli także niektórzy magistranci (np. Cyryl Dąbrowski i Roland Brunsz), w Zakładzie prof. Sołtana prowadzone były także prace Olgierda Wołczka nad produkcją ciężkiej wody metodą elektrolizy. Miała to być praca doktorska Olgierda, wykonywana pod promotorskim kierunkiem Profesora, ale niestety nie przyniosła ona spodziewanych wyników i została „zwinęta”. Podobny los spotkał rozpoczętą w tym samym czasie pracę innego doktoranta Sołtana – Romana Wyrzykowskiego – pracującego nad separacją izotopów za pomocą ultrawirówki. Oprócz tych nieudanych przedsięwzięć prof. Sołtan przeprowadzał, razem ze studentką Zofią Ryłówną, próby wykrycia wpływu sieci krystalicznej na czas życia jąder w stanach wzbudzonych. Próby te nie doprowadziły do opublikowanych wyników.

Podejmowane były przez Sołtana także pewne prace o charakterze aplikacyjnym. Należały do nich prowadzone przez niego obliczenia grubości osłon przed promieniowaniem neutronowym, wykonywane na zlecenie wojska, oraz konstrukcja przyrządów do badania odwiertów naftowych (na zlecenie Instytutu Naftowego). W obu tych pracach ja także uczestniczyłem, konstruując m.in. oryginalny a bardzo prosty iskrowy licznik neutronowy, w którym wykorzystywało się reakcję $^{11}\text{B}(n,\alpha)^8\text{Li}$.

Warto zaznaczyć, że budowa detektorów promieniowania jądrowego (tj. różnego typu komór jonizacyjnych i liczników) była w owych latach bardzo ważną częścią działalności fizyków jądrowych na Hożej. Rozwijane były tu także prace nad konstrukcją wspomagającej „elektroniki”, jak np. zasilaczy napięcia o dobrej stabilizacji, analizatorów amplitudy i czasu oraz wzmacniaczy impulsów. To były prace pionierskie, bowiem przemysł polski nie produkował jeszcze takiej aparatury, a na import z Zachodu brakowało środków finansowych.

Wielkie zadanie techniczne stanęło przed Katedrą Atomistyki w roku 1952, kiedy to została podjęta budowa generatora van de Graaffa. Pracami kierował od początku Lech Bobrowski. Oprócz niego w najwcześniejszym okresie budowy uczestniczyli asystenci Józef Rydygier i Adolf Stegner oraz studenci Zofia Ryll i Tadeusz Grabowski. Później, kiedy powstał Instytut Badań Jądrowych (IBJ), do pracy dołączyło paru jeszcze fizyków: Eugeniusz Górski, Marian Jaskóła i Andrzej Marcinkowski – będą o tym mówić później. Prace nad budową akceleratora szły bardzo opornie. Zostały one zakończone dopiero po 10 latach zmagania, już po śmierci zarówno Sołtana jak i Bobrowskiego². Obszerne o pracach z fizyki jądrowej prowadzonych w Warszawie w latach powojennych pisałem w swoim czasie w artykułach [1–5].

SCh – Jak doszło do powstania IBJ? Jaka była rola tego Instytutu w pierwszych latach po jego powstaniu?

ZW – Zanim odpowiem na to pytanie, powinienem parę słów powiedzieć o sytuacji badań jądrowych w Polsce we wczesnych latach 50. Oprócz fizyki jądrowej uprawianej jedynie w Warszawie i Krakowie (i to na niewielką skalę), zagadnienia jądrowe leżały wtedy poza obszarem zainteresowań innych nauk czy tym bardziej przemysłu w Polsce. W dobie, gdy w USA, ZSRR i Anglii pracował już potężny przemysł atomowy, kiedy budowano tam nie tylko elektrownie jądrowe, ale i gigantyczne akceleratory przeznaczone do badań fizycznych, w Polsce do całkiem niebanalnych problemów należało zdobycie dla badań prowadzonych w wyższych uczelniach dobrego wzmacniacza czy szybkiego oscylografu, a jedynym działającym akceleratorem był warszawski generator kaskadowy na 1 MV. W dobie, gdy niewielki reaktor jądrowy należał do normalnego wyposażenia prowincjonalnych uniwersytetów amerykańskich, w Polsce budżet roczny wszystkich razem katedr fizyki nie wystarczyłby na pokrycie kosztów choćby jednego reaktora. Nic więc dziwnego, że fizyka jądrowa, wymagająca drogiej i skomplikowanej aparatury, nie miała odpowiednich warunków rozwoju, a podejmowana tematyka musiała być dostosowana do skromniutkich środków technicznych, a więc ograniczona do nie najbardziej atrakcyjnych problemów fizyki jądrowej. Tak więc nikt z rozsądnych polskich fizyków nie zajmował się problemami np. fizyki reaktorów czy fizyki rozszczepienia, a właśnie one stanowiły fundament rozwoju wciąż potężniejszego w świecie przemysłu energetycznego.

W takiej sytuacji doszło na początku 1954 r. do powołania przez Państwową Komisję Planowania Gospodarczego placówki, której zadaniem miało być wykonanie projektu i budowa pierwszego reaktora doświadczalnego. (Bardzo istotne w tej sprawie były sta-

rania inż. Mieczysława Lesza). W ciągu kilkunastu miesięcy istnienia Zakładu Fizyki Cząstek Elementarnych, bo pod taką nazwą kryła się ta placówka kozystająca z troskliwej opieki władz państwowych, Zakład ten rozrósł się i całkiem nieźle zagospodarował. Na czele Zakładu, który faktycznie był średniej wielkości instytutem, został postawiony fizyk ciała stałego, mgr Bronisław Buras, samodzielny pracownik naukowy Katedry Elektroniki i Radiologii UW. Nowo powstała placówka dzieliła się na dwie części: „Zakład F” (czyli fizyki) i „Zakład C” (czyli chemii). Pierwszy z tych zakładów był kierowany początkowo przez Anglika D. Trenta vel O’Connora, a później przeze mnie, a Zakład C – najpierw przez Mc Leoda vel J.G. Campbella, a później przez doc. Olgierda Biskupskiego. Dzięki zapałowi pracowników (wśród których byli m.in. Jerzy Aleksandrowicz, Olgierd Wołczek, Krystyna Kowalska, Wacław Dąbek, Krzysztof Żarnowiecki, Andrzej Janikowski i Witold Byszewski) Zakład F wykonał w bardzo krótkim czasie szkicowy projekt reaktora. Miał to być reaktor oparty na uranie naturalnym, chłodzony gazem (dwutlenkiem węgla), z grafitem jako moderatorem. Prowadziliśmy również pomiary jądrowej czystości grafitu i konstruowaliśmy aparaturę elektroniczną potrzebną do sterowania reaktorem.

Do powstania projektu technicznego i budowy reaktora jednak nie doszło. W marcu 1955 r. dowiedzieliśmy się z komunikatu TASS-a, że ZSRR deklaruje gotowość udzielenia Polsce i innym krajom obozu socjalistycznego pomocy w postaci dostawy reaktora doświadczalnego i cyklotronu. Rząd Polski oczywiście pomoc tę skwapliwie przyjął. Oznaczało to wstrzymanie naszych prac nad budową polskiego reaktora. Nie miało bowiem sensu kontynuowanie własnego projektu. Tak więc Polska stanęła wobec perspektywy otrzymania (a jak się okazało, raczej kupienia, i to po bardzo wygórowanej cenie) dwóch wielkich narzędzi badań jądrowych, dających możliwość prowadzenia podstawowych badań jądrowych i budowy zrębów energetyki jądrowej. Tak więc wiek atomowy stanął u polskich drzwi. Należało go przyjąć należycie, a trzeba było zaczynać od tworzenia niezbędnych laboratoriów i szkolenia kadry naukowej i technicznej.

Niestety, żaden z istniejących wówczas w Polsce instytutów nie był w stanie podjąć tych zadań. I tak doszło w czerwcu 1955 r. do utworzenia – decyzją Rządu – Instytutu Badań Jądrowych. Jego dyrektorem był przez pierwsze dwa lata prof. Andrzej Sołtan. Równocześnie sekretarz PAN powołał do życia tzw. Komitet ds. Pokojowego Wykorzystania Energii Jądrowej, w którego skład weszło kilku fizyków (w tej liczbie i ja), chemików, medyków, inżynierów. Celem Komitetu było sprawowanie opieki naukowej nad nowym Instytutem. W rok później utworzono jeszcze jeden organ koordynacyjny: Urząd Pełnomocnika Rządu

² Patrz artykuł M. Jaskóły w *Postęпах Fizyki* 52, 302 (2001) – red.

do Spraw Wykorzystania Energii Jądrowej, który stał się zwierzchnikiem IBJ. Pełnomocnikiem został Wilhelm Billig.

Instytut Badań Jądrowych powstał na bazie trzech istniejących już zakładów naukowych: Zakładu Fizyki Cząstek Elementarnych, Zakładu Radioizotopów PAN (Warszawa) oraz Zakładu Fizyki Jądrowej PAN (Kraków).

W pierwszych latach istnienia IBJ fizyka jądrowa była skupiona w dwóch jego zakładach: Zakładzie Fizyki i Energetyki Jądrowej (zwanym Zakładem I), którego kierownikiem był prof. Sołtan, a ja jego zastępcą, oraz Zakładzie Fizyki Jądrowej (tj. Zakładzie II) w Krakowie, kierowanym przez prof. Henryka Niewodniczańskiego. Cztery lata później Zakład II usamodzielniał się, a w 1961 r. przekształcił się w Instytut Fizyki Jądrowej w Krakowie.

Fizyka wysokich energii była skupiona w Zakładzie Promieni Kosmicznych (tzw. Zakładzie VI) kierowanym przez Mariana Danysza.

Z Zakładem I bardzo blisko współpracował Zakład III (Elektroniki), kierowany przez prof. Juliusza Kellera, a później doc. Józefa Kossackiego. Nieco później, w roku 1957, powstał Zakład VII (Teorii Jądra Atomowego), kierowany początkowo przez Józefa Werlego, a później – kolejno – przez Janusza Dąbrowskiego, Wojciecha Królikowskiego i in. Zakład zajmował się teorią cząstek elementarnych (Wojciech Królikowski, Ryszard Rączka, Józef Werle i in.) oraz teorią reakcji jądrowych i struktury jądra (Janusz Dąbrowski, Adam Sobiczewski, Zdzisław Szymański, Sławomir Wycech i in.). Z czasem pojawiła się również fizyka plazmy (Ryszard Gajewski, Andrzej Skorupski, Eryk Infeld – syn Leopolda Infelda – i in.).

Jeśli chodzi o Zakład I (Fizyki i Energetyki Jądrowej), to składał się on początkowo z 3 działów, które w dwa lata po powstaniu IBJ wyodrębniły się formalnie, dając samodzielne zakłady. Dział 1. wyodrębnił się jako Zakład IA, którego kierownikiem zostałem ja, a zajmował się on właściwą fizyką jądra atomowego, w szczególności reakcjami jądrowymi, spektroskopią β i γ oraz fizyką uprawianą za pomocą reaktora. Dział 2. stał się Zakładem IB (a od 1963 r. Zakładem II) i był kierowany przez Bronisława Burasa; zajmował się on stosowaniem metod jądrowych do badań w dziedzinie fizyki ciała stałego i do badań strukturalnych. Wreszcie dział 3., kierowany przez inż. Wacława Frankowskiego, najpierw stał się Działem Samodzielnym Energetyki Jądrowej, a później wszedł w skład nowego Zakładu IX (Inżynierii Reaktorowej), którego pierwszym kierownikiem był prof. Stanisław Andrzejewski, późniejszy Pełnomocnik Rządu (po Billigu). Szerzej na temat fizyki w IBJ pisałem w wielu opracowaniach (np. [3,6]).

Marian Jaskóła [MJ] – Proszę nam opowiedzieć o tworzeniu warszawskiego ośrodka fizyki jądrowej, kierunkach badań w IBJ i UW. Co wpłynęło na ich wybór? Jak ocenia Pan trafności tego wyboru?

ZW – Początków badań nad jądrem atomowym w Polsce należy szukać jeszcze w okresie poprzedzającym I wojnę światową. Otóż w roku 1913 została otwarta w Warszawie tzw. Pracownia Radiologiczna im. M. Kernbauma, działająca pod egidą Towarzystwa Naukowego Warszawskiego. Pracownia ta, której formalnym kierownikiem była Maria Skłodowska-Curie, została zorganizowana przez jej dwóch asystentów – Jana Kazimierza Danysza (ojca Mariana, późniejszego współodkrywcę hiperjąder) i Ludwika Wertensteina. Już po śmierci Jana Danysza, który zginął w 1914 r. jako żołnierz armii francuskiej, w Pracowni były prowadzone badania nad własnościami promieniowania jądrowego i pierwiastkami promieniotwórczymi; korzystano przy tym z berylowo-radowego źródła neutronów, w którym użyty był rad ofiarowany Polsce przez Marię Skłodowską.

W Uniwersytecie Warszawskim badania jądrowe zaczęły się we wczesnych latach trzydziestych. Wtedy to, z inicjatywy Pieńkowskiego, adiunkt jego Zakładu, Andrzej Sołtan (wówczas doktor) wyjechał na roczny staż naukowy do Kellog Radiation Laboratory w Pasadenie (USA), gdzie zetknął się z fizyką jądrową. Po powrocie do Polski Sołtan, pragnąc kontynuować badania, w jakich uczestniczył w Ameryce, zbudował mały akcelerator typu Cockrofta-Waltona na wzór tego, z jakim miał do czynienia w czasie swego stażu. Urządzenie to nie przetrwało pożogi wojennej, tak że kiedy w roku 1948 w Zakładzie Pieńkowskiego zaczęła powstawać fizyka jądrowa jako Zakład Atomistyki kierowany przez Sołtana, trzeba było zaczynać praktycznie od zera. Wokół Sołtana skupiła się garstka młodych ludzi (prawie wszyscy z nich byli inżynierami: L. Bobrowski, R. Wyrzykowski, O. Wołczek, no i ja, później przybyli T. Domański i S. Chojnacki). Głównie z inicjatywy Sołtana, koncentrowaliśmy się w tych pierwszych latach na budowie rozmaitych aparatów, o czym już wspominałem. Pierwsze ówczesne badania z zakresu fizyki jądra atomowego, jakie doprowadziły do publikacji w czasopismach naukowych, były podjęte przeze mnie. Badania te dotyczyły głównie reakcji wywołanych przez neutrony prędkie. Patrząc na wykaz publikacji z fizyki jądrowej ośrodka warszawskiego lat 1945–60 można spostrzec, że ok. 40% wszystkich prac doświadczalnych odnosi się właśnie do reakcji neutronowych [3]. Resztę stanowią prace dotyczące niezachowania parzystości (Zdzisław Wilhelmi, Ryszard Sosnowski, Jolanta Wojtkowska) oraz prace ze spektroskopii jądrowej (Jan Żylicz, Sławomir Chojnacki i in.). To, że nadałem fizyce reakcji neutronowych rangę jednego z dwóch głównych kierunków badań uprawianych w kierowanych przeze mnie zakładach naukowych (tj. w Zakładzie IA IBJ oraz w powstałej w 1970 r. Katedrze Fizyki Jądra Atomowego UW), było, jak sądzę, dobrze uzasadnione. Uważałem, że placówka naukowa, jaką tworzyły oba te zakłady ściśle ze sobą powiązane, zatrudniające łącznie kilkudziesięciu fizyków, inżynierów i techników i wyposażone w niezbędne warsztaty

oraz pracownie technologiczne, ma wielkie szanse na to, by stać się znaczącym w Europie ośrodkiem badań jądrowych. Do tego trzeba było, rozumowałem, ukształtować wyraźny profil naszych zakładów, a więc skoncentrować siły na wybranym odcinku badań, nie rozpraszać się, bo to zmniejszy szanse sukcesu. W badaniach eksperymentalnej fizyki jądra atomowego są niezbędne szybkie cząstki, którymi sonduje się wnętrza jądra, a więc cząstki o energii przynajmniej z pobliża bariery potencjału. My w Polsce nie mamy odpowiednich akceleratorów, a zatem, dopóki nie wejdziemy w ich posiadanie, dopóty jedynymi cząstkami, jakie mogą być użyte, są szybkie neutrony, bo możemy je uzyskiwać za pomocą posiadanych małych akceleratorów.

To był główny argument przemawiający za wyborem takiego kierunku badań. Był jeszcze i drugi argument: staliśmy, jak się wydawało, na starcie polskiej energetyki jądrowej, a ta opiera się na reaktorach, urządzeniach, w których wykorzystuje się procesy neutronowe, należało więc uruchomić w Polsce fizykę neutronową.

Żeby zakończyć ten wątek powiem, że uważam nasz wybór fizyki reakcji neutronowych, jako jednego z głównych kierunków badań, za bardzo trafny. Dowodzi tego choćby ten fakt, że na tej tematyce wypromowałem 24 doktorów fizyki jądrowej (tj. połowę wszystkich moich doktorantów), a także ten, że ogłosiliśmy znaczną liczbę publikacji naukowych z tej dziedziny. Przegląd wyników uzyskanych w tych pracach można znaleźć w moim artykule [7], zamieszczonym w książce wydanej ku czci Marii Skłodowskiej-Curie.

Jednakże po wielu latach zaczęliśmy przesuwając główny akcent badań z reakcji neutronowych na reakcje ciężkojonowe. Przyczyną tej zmiany profilu był przede wszystkim ogromnie szybki rozwój fizyki ciężkich jonów, jaki dokonywał się w świecie, otwierający przed nauką oszołamiające perspektywy. Do zmiany profilu naszego ośrodka zachęciło mnie również powodzenie naszych zabiegów o uzyskanie wygodnego dostępu do wielkich akceleratorów ciężkojonowych działających w Darmstadcie i Dubnej.

Równoległe do badań nad mechanizmami reakcji jądrowych, szczególnie neutronowych, stanowiących główny nurt działalności warszawskiego ośrodka eksperymentalnej fizyki jądrowej, ukształtował się drugi bardzo ważny kierunek: spektroskopia jądrowa β i γ . Badania leżące w tym nurcie mogły obchodzić się bez posiadania akceleratorów, opierając się na stosunkowo tanim imporcie radioizotopów. Metody spektroskopii jądrowej zaczęliśmy rozwijać mając początkowo na względzie ich zastosowanie w badaniach reakcji jądrowych. Z czasem jednak (ok. 1957 r.) została podjęta również problematyka czysto jądrowa, polegająca głównie na badaniu jąder obszaru ziem rzadkich z niedoborem neutronów. Wielką rolę odegrał tu Sławomir Chojnacki, a także Jan Zylicz, który wykonał swą pracę doktorską właśnie z tej tematyki (1961 r.).

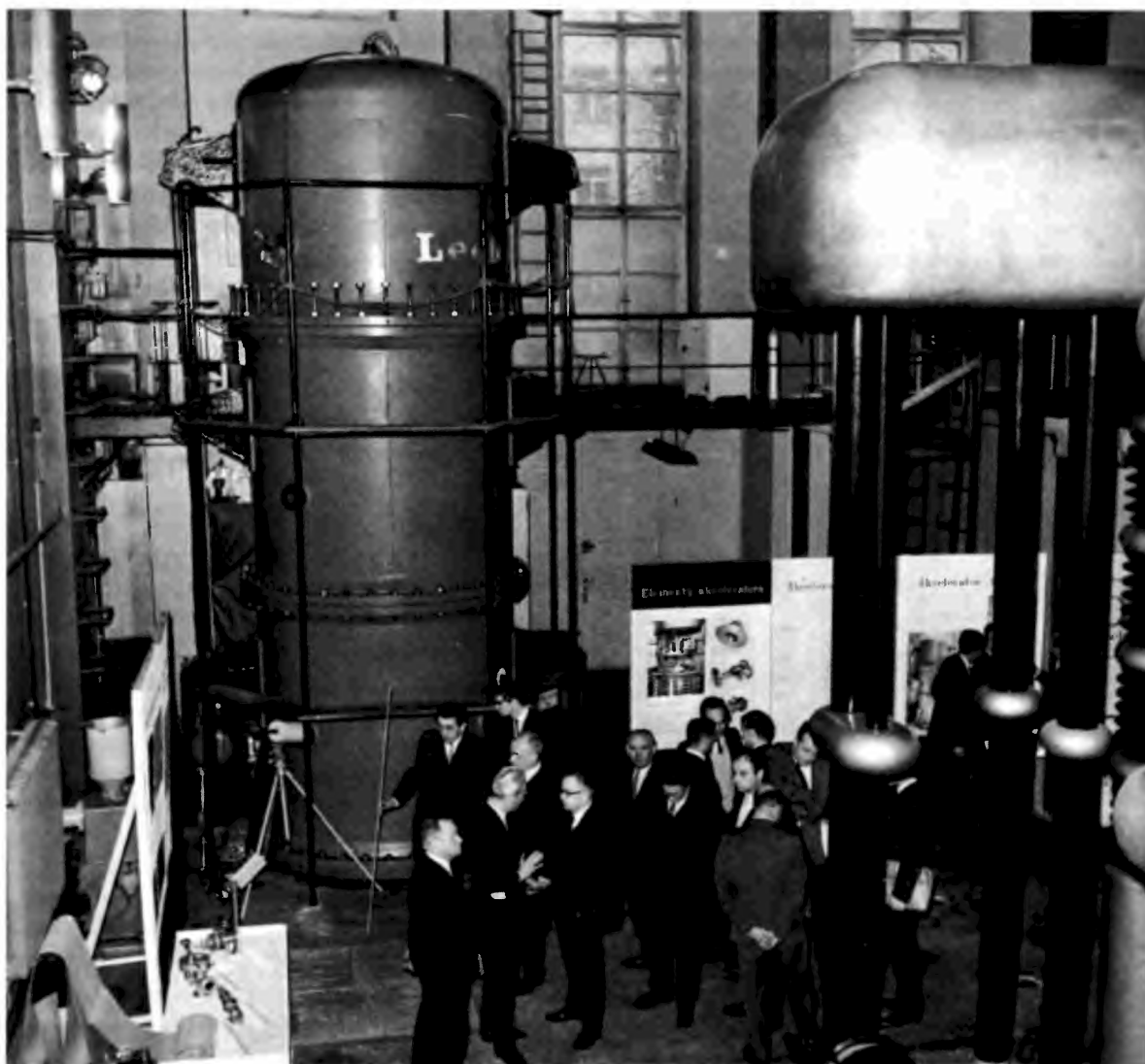
Osobną grupę problemów stanowiły badania słabych oddziaływań, a w szczególności pomiary podłużnej polaryzacji cząstek β , jakie podjąłem wraz z moim doktorantem Ryszardem Sosnowskim w związku z zaobserwowanym wówczas niezachowaniem parzystości w rozpadzie β .

W pierwszych pięciu latach istnienia Zakładu IA były w nim także prowadzone (pionierskie w Polsce) badania nad wysokotemperaturową plazmą. W roku 1961 pracownia fizyki plazmy (kierowana przez dra Michała Gryzińskiego) wydzieliła się z mojego Zakładu i przeszła do nowo utworzonego Zakładu Fizyki i Techniki Plazmy, którego kierownictwo objął prof. Paweł Nowacki, ówczesny dyrektor IBJ.

MJ – Jak przebiegało tworzenie warsztatu badawczego, na który składały się akcelerator (kaskadowy, van der Graaffa „Lech”, liniowy „Andrzej”, generatory neutronów, cyklotron ciężkich jonów U-200P), duże urządzenia badawcze (selektory energii neutronów, separator masowy, spektrometry β , FOPI), detektory półprzewodnikowe?

ZW – Budowę aparatury jądrowej i rozwijanie metod jądrowych w nauce, technice i medycynie należałoby również uznać za jeden z głównych nurtów działalności warszawskiego ośrodka fizyki jądrowej. W Polsce przez całe dziesięciolecie powojenne niemal jedyną drogą pozyskiwania urządzeń niezbędnych do pracy było ich budowanie własnymi siłami. Lista tych urządzeń zbudowanych przez nas jest bardzo długa. Jeszcze za życia prof. Sołtana (który zmarł w 1959 r.) konstruowaliśmy w Katedrze Atomistyki pierwsze w Polsce przeliczniki, wzmacniacze impulsów, komory jonizacyjne i spektrometry β . Pomogli i zakupy. W roku 1952 zaczął działać generator kaskadowy, o którym już mówiłem. Niebawem rozpoczęła się budowa akceleratora elektrostatycznego typu van de Graaffa na 3 MV (nazwanego później imieniem „Lech”), ukończona w 1961 r. Do pomyślnego zakończenia budowy tego cennego narzędzia przyczynili się walnie młodzi podówczas fizycy: E. Górski, M. Jaskóła i A. Marcinkowski, którzy razem z innymi (a zwłaszcza z Lucjanem Zemło) troszczyli się później przez wiele lat o utrzymanie „Lecha” w ruchu i o jego doskonalenie. Sądzę, że nie sposób przecenić roli „Lecha” (i jego załogi) w rozwoju naszego ośrodka. To dzięki niemu warszawski ośrodek mógł wybić się na jedno z czołowych w Europie miejsc w fizyce prędkich neutronów. To za jego pomocą wykonano tu 48 prac doktorskich, 7 habilitacji i ponad 100 prac magisterskich [4,5].

W Katedrze Fizyki Jądra Atomowego powstało wiele innych wartościowych, a niełatwych do zbudowania przyrządów (por. [8]). Tak więc w 1969 r. powstał, z inicjatywy Sławka Chojnackiego, beżelazowy toroidalny spektrometr β o wielkiej świetlności i całkowitą niezłą zdolnością rozdzielczą. Urządzenie to zostało w 1968 r. ustawione przy cyklotronie ciężkich jonów w Dubnej, stanowiąc jeden z pierwszych w świe-



Obchody 5-lecia akceleratora „Lech” w hali atomowej przy ul. Hożej (1967 r.). Po prawej stronie „Lecha”: akcelerator kaskadowy. Na pierwszym planie, drugi od lewej Z. Wilhelmi w rozmowie z Leonardem Sosnowskim.

cie spektrometrów elektronów na wiązce ciężkojonewej. Korzystając z tego urządzenia, czterech spośród naszych współpracowników (Tomasz Morek, Chrystian Droste, Julian Srebrny i Andrzej Korman) wykonało swe prace doktorskie, a jeden (S. Chojnacki) – pracę habilitacyjną. Także z inicjatywy dra Chojnackiego został zbudowany w mojej Katedrze (1972 r.) inny cenny przyrząd – separator izotopów UWIS, który wiele zawdzięcza również Andrzejowi Wojtasiewiczowi, do dziś sprawującemu pieczę nad tym urządzeniem.

Wiele lat później Katedra nasza brała udział w budowaniu, w szerokiej współpracy międzynarodowej, paru innych wielkich urządzeń badawczych. Chodzi tu przede wszystkim o wielki wielodetektorowy spektrometr FOPI przeznaczony do badania w instytucie GSI w Darmstademie nagrzanej i zagęszczonej materii jądrowej, powstałej w wyniku zderzenia ciężkich jonów przy energii 0,1–0,2 GeV/nukleon. W budowie

tego urządzenia wybitną rolę odegrał dr Brunon Sikora.

Drugi z wielkich aparatów budowanych przez nas w szerokiej współpracy międzynarodowej to WASA – unikalny spektrometr zainstalowany na wiązce pierścienia akumulacyjnego w Uppsali. Na wyróżnienie przy tej budowie zasłużyli: dr Józef Złomańczuk i dr Adam Turowiecki (por. [9]).

Szeroki był także program budowy aparatury, jaki zainicjowałem w moim Zakładzie w IBJ. Wspomnę tu choćby jednym zdaniem separatory neutronów, a zwłaszcza separator „Agnieszka” (skonstruowany głównie przez inż. Andrzeja Graffsteina) do prac w dziedzinie spektroskopii neutronowej. Urządzenie to umożliwiło jednemu z moich doktorantów (Januszowi Rondio) wykonanie pracy doktorskiej. Należałoby także wymienić magnetyczny spektrometr produktów reakcji jądrowych, jaki zbudowaliśmy z my-

ślą o ustawieniu go na wiązce tandemu w Bukareszcie (a główną rolę grał przy tym dr Marian Jaskóła). Niestety, trzęsienie ziemi w Rumunii poważnie uszkodziło nieuruchomiony jeszcze akcelerator i spektrometr nasz zamiast do Bukaresztu pojechał do... Świerka, gdzie został zainstalowany przy akceleratorze liniowym protonów.



Pięciolecie „Lecha”; na pierwszym planie Wilhelm Billig (z lewej) i Z. Wilhelmi, w głębi z lewej strony – Marian Danysz, obok dyr. Karliner

Wielkie znaczenie dla postępu badań prowadzonych w ośrodku warszawskim miały podjęte przez nas prace nad produkcją detektorów półprzewodnikowych. Potrzeba wszczęcia takich prac wynikała – można powiedzieć – z biedy, ponieważ były one niezbędne, a ich import znajdował się poza możliwościami finansowymi naszych laboratoriów. Prace były wykonywane w „Katedro-Zakładzie” (tak nazywaliśmy pozostające w symbiozie Katedrę i Zakład) gdzieś ok. 1966 r. Utworzyliśmy wtedy na Hożej specjalną pracownię, w której została opracowana metoda wytwarzania detektorów krzemowych z barierą powierzchniową, a również detektorów dryfowych. W pracach tych duże zasługi położyli T. Czyżewski, A. Kamiński, A. Marcinkowski, A. Modelska i in.

Wielkiego wysiłku wymagała również budowa liniowego akceleratora protonów na energię 10 MeV. Wykonywał tę pracę najpierw w ramach mojego Zakładu inż. T. Domański z grupą kolegów z Zakładu III: Stanisławem Kulińskim, Eugeniuszem Pławskim, Józefem Surą, Marianem Pachanem, Czesławem Weychertem i in. Z czasem grupa ta wyodrębniła się, tworząc pod kierunkiem naszych pracowników, najpierw T. Domańskiego, a następnie Tomasza Niewodniczańskiego (syna prof. Henryka Niewodniczańskiego), tzw. Samodzielne Laboratorium Akceleratora

Protonów. Akcelerator został uruchomiony dopiero w roku 1969. Otrzymał on nazwę „Andrzej” na cześć Andrzeja Sołtana. Laboratorium awansowało wtedy do rangi Zakładu (Zakład Fizyki i Techniki Akceleratorowej), który zaczął rozwijać szeroki program związany z konstrukcją medycznych akceleratorów liniowych i cyklicznych. Grono pracowników tego Zakładu odegrało również istotną rolę w budowie izochronicznego cyklotronu ciężkich jonów, jaki został uruchomiony w Uniwersytecie Warszawskim w 1993 r., po latach dramatycznej walki z trudnościami organizacyjnymi, finansowymi i technicznymi.

SCh – Wielką wagę przywiązywał Pan do kształcenia studentów i nowej kadry (prace dyplomowe, doktorskie, habilitacyjne...). Proszę nam o tym opowiedzieć.

ZW – Kiedy w roku 1960 obejmowałem nowo utworzoną Katedrę Fizyki Jądra Atomowego w Uniwersytecie Warszawskim, a kierowałem już Zakładem IA w IBJ, przejmowałem faktycznie odpowiedzialność za całą eksperymentalną fizykę jądra atomowego w Warszawie. Zdawałem sobie sprawę z tego, jak ciężkie jest to brzemie, zwłaszcza że w tej dziedzinie nie było w Warszawie żadnego poza mną samodzielnego pracownika naukowego, ba, żadnego innego doktora fizyki jądrowej. Za najpilniejsze i najważniejsze swoje zadanie musiałem uznać wykształcenie kadry naukowej. W obu moich zakładach było ok. 50 tzw. młodszych pracowników naukowych, a każdy z nich miał prawo oczekiwać pomocy przy zdobywaniu stopni naukowych i dochodzeniu do naukowej samodzielności.



Zaprzysiężenie doktorów na Uniwersytecie Warszawskim (1967 r.); siedzą od lewej: Piotr Decowski, Jerzy Wołowski, NN, Sławomir Chojnacki, NN, stoją: Mirosław Dakowski (składający ślubowanie), pedel NN, Z. Wilhelmi (odbierający ślubowanie promotor)

Wydawało się konieczne zapewnić możliwie najskuteczniejszą organizację pracy. Utworzyłem w tym celu kilka pracowni naukowych i z każdą z nich odbywałem zebrania (w zasadzie cotygodniowe). Starłem się, by każdy z członków danej pracowni miał okre-

ślona tematykę swego przyszłego doktoratu, która, początkowo zaledwie zarysowana, przeradzała się z czasem w wyraźnie sprecyzowany temat dysertacji doktorskiej. Staralem się przy tym, by wszystkie tematy w danej pracowni stanowiły możliwie zwartą grupę dotyczącą jednego, aktualnego zagadnienia. Wydaje się, że właśnie dzięki takiej metodzie postępowania udawało się utrzymać atmosferę wielkiego zaangażowania i efektywność pracy. Myślę, że ta metoda przyczyniła się do tego, że wypromowałem bardzo dużą liczbę doktorów – aż 48! Dodam, z pewną dumą, że wielu z nich (ponad dwudziestu) doszło później do habilitacji i profesury. Mam tu pod ręką pełną listę moich doktorantów, nie odmówię więc sobie przyjemności wymienienia nazwisk (w porządku chronologicznym dochodzenia do doktoratu): Ryszard Sosnowski, Jan Żylicz, Jan Turkiewicz, Wojciech Ratyński, Jerzy Jastrzębski, Ziemowid Sujkowski, Olgierd Wołczek, Henryk Lancman, Irena Turkiewiczowa, Piotr Decowski, Janusz Rondio, Andrzej Marcinkowski, Jan Tys, Sławomir Chojnacki, Jerzy Wołowski, Marian Jaskóła, Mieczysław Sowiński, Mirosław Dakowski, Adam Jasiński, Jan Brzozko, Krystyna Siwek-Wilczyńska, Andrzej Turowski, Katarzyna Blinowska, Brunon Sikora, Paweł Żuprański, Tomasz Morek, Chrystian Droste, Witold Grochulski, Marek Siemiński, Jan Töke, Salah Mahmoud Abdel El-Konsol, Julian Srebrny, Edmund Gierlik, Irmina Śledzińska, Małgorzata Wygonowska, Bogdan Fryszczyn, Edmund Wesołowski, Marek Sosnowski, Bogdan Zwiegliński, Andrzej Korman, Andrzej Saganek, Jerzy Piotrowski, Zygmunt Szeffiński, Grażyna Szeffińska, Adam Turowiecki, Teresa Rząca, Seham Ali Said Ali i Józef Złomańczuk. Chyba nikogo nie opuściłem. Myślę, że jest to zarazem lista (niepełna) moich najcenniejszych współpracowników, współtwórców warszawskiego ośrodka fizyki jądra atomowego.

SCh – Chcielibyśmy też usłyszeć o współpracy zagranicznej i jej roli w wyjściu ośrodka na arenę międzynarodową, strategii tej współpracy i różnych jej formach (Dubna, Niemcy, Szwecja, Francja, USA...).

ZW – Nie da się przecenić roli współpracy międzynarodowej w rozwoju fizyki w Polsce, a zresztą dla każdego kraju, nawet najbogatszego, żywe kontakty z ośrodkami zagranicznymi są bardzo ważne. W Polsce, w pierwszej powojennej dekadzie, fizycy jądrowi byli praktycznie pozbawieni szerszego kontaktu ze światem, może tylko poza czasopismami naukowymi i książkowymi publikacjami, choć i tu także były pewne ograniczenia związane z cenzurą istniejącą zarówno na Wschodzie jak i na Zachodzie. Dopiero na tzw. I Konferencji Genewskiej (1954 r.) nastąpiło odtajnienie wielu wyników fizyki jądrowej.

My tu w Warszawie zaczęliśmy nawiązywać współpracę międzynarodową dopiero po słynnej ofercie sowieckiej udzielenia nam pomocy w postaci dostawy do Polski reaktora i cyklotronu (rok 1954). Wkrótce potem, na zaproszenie władz sowieckich, kilkusobowa

delegacja polskich jądrowców (byłem i ja w tym gronie) odwiedziła szereg ośrodków badań nuklearnych w Rosji i na Ukrainie (Moskwa, Kijów, Charków, Leningrad) łącznie z „pierwoj w mirie” elektrownią jądrową w Obnińsku, której dyrektorem był wówczas prof. D.I. Błochincew (autor znanego i cenionego podręcznika mechaniki kwantowej), i laboratoriami akceleratorowymi ulokowanymi w miejscowości noszącej wtedy nazwę Bolszaja Wołga, a później Dubna. Na bazie tych wielkich laboratoriów powstał w Dubnej, parę lat później (w 1956 r.), Zjednoczony Instytut Badań Jądrowych (ZIBJ). Przez wiele następnych lat odwiedzałem ten Instytut bardzo często, dwa lub trzy razy w roku, koordynując z dyrektorami poszczególnych laboratoriów: G.N. Florowem (Laboratorium Reakcji Jądrowych), I.M. Frankiem (Laboratorium Fizyki Neutronowej), W.P. Dżelepowem (Laboratorium Problemów Jądrowych) szczegóły staży naukowych w Dubnej naszych fizyków i inżynierów.

Nawiązaliśmy formalną współpracę także z innymi krajami „naszego obozu”. Zaczynaliśmy, jak pamiętam, od Jugosławii, która wtedy nie była jeszcze „wyklęta”. Później kolej przysłała na Czechosłowację, NRD, Węgry. We wszystkich tych przypadkach początek współpracy wiązał się z wymianą wizyt oficjalnych delegacji naukowych. Tak się składało, że ja brałem udział w tych wszystkich delegacjach jako reprezentant polskich fizyków jądrowych. W czasie podróży zwiedzaliśmy ośrodki naukowe gospodarzy i ustalali konkretne plany współpracy. Plany te były później skrupulatnie realizowane, ale czy przyczyniły się one w dużym stopniu do rozwoju naszego ośrodka – trudno powiedzieć. W każdym razie pewne korzyści były uzyskiwane. Na przykład z Jugosłowianami, a konkretnie z fizykami Zagrzebia kierowanymi przez prof. M. Pacicia organizowaliśmy przez jakiś czas wspólne konferencje na temat reakcji neutronowych, cieszące się, jak wiem, wielkim zainteresowaniem fizyków chorwackich, którzy w tej dziedzinie byli znacznie mniej zaawansowani niż my. Także z Czechami organizowaliśmy podobne konferencje, w Zakopanem i Reżu, na temat fizyki reaktorów. Moim partnerem, współprzewodzącym tych czesko-polskich spotkań, był prof. I. Urbanec (który później popadł w niełaskę władz politycznych Czechosłowacji i, jak słyszałem, musiał zarabiać na życie jako konduktor praskich tramwajów). Również z NRD-owcami organizowaliśmy wspólne konferencje – w tym przypadku na temat fizyki uprawianej za pomocą reaktorów. Ze wszystkich tych naukowych konferencji wydawane były materiały (proceedings). Sądzę, że we wspomnianych kontaktach z krajami „demoludów” byliśmy stroną więcej dającą niż biorącą, bo w fizyce neutronowej byliśmy znacznie bardziej zaawansowani i doświadczeni. Za to nasze kontakty naukowe z laboratoriami zachodnimi przynosiły, wydaje mi się, korzyści przede wszystkim nam. Dotyczyło to m.in. naszych wczesnych związków z Saclay, a także i Orsay, skąd dostaliśmy, jak pamiętam, od dra Bernasa

pomoc przy tworzeniu naszego laboratorium separacji izotopów (pomoc w postaci dokumentacji technicznej samego urzędnika i możliwości odbywania staży naukowych w Orsay). Korzystna była także współpraca ze Strasburgiem, Zurychem i Heidelbergiem, gdzie mogliśmy korzystać z tamtejszych akceleratorów, realizując nasze własne, warszawskie programy badawcze (wspomnę np. o wyznaczaniu średnich promieni orbit neutronowych – w Zurychu, czy weryfikacji „hipotezy Brinka” – w Heidelbergu).

Tego rodzaju dorywcza współpraca, jaką początkowo utrzymywaliśmy z laboratoriami zachodnimi, była jednak dość uciążliwa, bo wymagała ustawicznych uzgodnień. Coraz jaśniej zacząłem sobie zdawać sprawę z tego, że konieczne jest nawiązanie bardziej sformalizowanych kontaktów, opartych na konkretnych długofalowych umowach o współpracy z prężnymi, dobrze wyposażonymi ośrodkami, z którymi moglibyśmy kooperować przez całe lata. Uważałem również, że jeśli chcemy, by nasi kontrahenci traktowali nas jak pełnoprawnych partnerów, a nie jak ubogich krewnych, musimy wchodzić do współpracy nie z pustymi rękami, ale z wianem w postaci istotnego wkładu w ważną aparaturę budowaną w ośrodku, z którym wiążemy się umową o współpracy. Takiej właśnie zasady twardo się trzymałem, nawiązując współpracę np. z prof. Rudolfem Bockiem, dyrektorem Instytutu GSI w Darmstadtzie, czy prof. Svenem Kullanderem, dyrektorem ośrodka uppsalskiego. W pierwszym przypadku włączyliśmy się do współpracy przy budowie wielodetektorowego spektrometru FOPI (4π), o czym już mówiłem, a w drugim przypadku podjęliśmy budowę istotnej części składowej (forward detector) również wielkiego spektrometru WASA, o czym także wspominałem.



Z Rudolfem Bockiem (dyrektorem laboratorium GSI w Darmstadtzie) i jego małżonką (Darmstadt, 1990 r.)

Brunon Sikora [BS] – Jak powstały Mazurskie Szkoły Letnie, jaka była ich idea, początki, rozwój, znaczenie?

ZW – Pierwsza letnia szkoła fizyków jądrowych odbyła się w 1968 r. w miejscowości Jeziorowskie na Mazurach. Tam też zorganizowane zostały dwie następne szkoły. Później, przez dwa następne lata, odbywały się one w Rudziskach, a począwszy od roku 1973 aż do szkoły dwudziestej (w roku 1988) ich siedzibą były Mikołajki. Wtedy to przekazałem ich kierownictwo Ziemkowi Sujkowskiemu, który przeniósł je z Mikołajek do Piasków, a później do Krzyży.

Dalej będę mówić jedynie o tych pierwszych 20 szkołach, ponieważ z wyjątkiem dwóch z nich (czwartej i piątej) byłem ich kierownikiem. Wszystkie one były organizowane wspólnym wysiłkiem Katedry Fizyki Jądra Atomowego i Zakładu Reakcji Jądrowych IBJ. Pierwsza Szkoła, niemająca jeszcze charakteru międzynarodowego, została urządzona z inicjatywy moich współpracowników, wśród których byli Piotr Decowski i Witold Osakiewicz. Tematykę wszystkich naszych szkół można by określić jako „badanie mechanizmów reakcji jądrowych i struktury jąder metodami reakcji jądrowych”. W programach kolejnych szkół coraz to silniejszy akcent kładliśmy na fizykę ciężkich jonów. Ten trend zapoczątkował mój wykład „Badania na wiązce ciężkich jonów rotacyjnych widm jąder parzystych z nowego obszaru deformacji” na pierwszej szkole, a także mój wykład „Ciężkojonowe reakcje transferu” wygłoszony na szkole trzeciej. Później, począwszy od szkoły piątej, było już w każdym roku po kilka wykładów z fizyki ciężkich jonów, a wśród nich wykłady wybitnych specjalistów, takich jak S.M. Polikanow, M. Blann, W.W. Wołkow, W. Greiner, H. Weidenmüller, Z. Szymański, A. Sobiczewski, J. Wilczyński, W. Nörenberg, T.M. Cormier i in. Kilka szkół było prawie w całości poświęcone tematyce ciężkojonowej.



Czas na wykład! Mazurska Szkoła Letnia w Mikołajkach (1983 r.)

Mieliśmy również szkoły poświęcone innym gorącym tematom fizyki jądrowej, jak np. szkoła piętnasta, nosząca tytuł „Collective motion and giant resonance” z wykładami K. Snovera i Héléne Langevin-Joliot.



Dyskusja z Héléne Langevin-Joliot na Szkole w Mikołajkach (1983 r.)

Materiały naszych szkół były wydawane początkowo bądź to w wydodrębnionych numerach *Nukleoniki*, bądź jako książkowe publikacje znanych w świecie wydawnictw: Harwood Academic Publishers (USA) czy Adam Hilger (Anglia). Mam tu właśnie na biurku pewne dane statystyczne dotyczące tych pierwszych dwudziestu szkół, mogę więc podać, że w sumie wydaliśmy drukiem ich materiały o łącznej objętości ok. 8700 stron. Wędrując po świecie, znajdowałem często materiały naszych szkół w różnych bibliotekach uniwersyteckich w odległych krajach Azji i Ameryki.



Z uczestnikami Szkoły Mazurskiej (1988 r.); na pierwszym planie od lewej: N. Cindro, E. Sheldon, Z. Wilhelm i M. Blann

Bezpośrednich odbiorców wykładów wygłaszanych na naszych szkołach, tj. ich uczestników, było wielu; łącznie było ich prawie 2500, a pochodzili oni z 30 krajów świata. Najbardziej popularne były te szkoły w Niemczech (skąd rekrutowało się 250 uczestników), we Francji (70), ZSSR (77), USA (62), Holandii (40). Chyba nie przesadzę, gdy powiem, że Szkoły Mazurskie zdobyły wielką renomę w świecie, czego dowodzi m.in. fakt, że bardzo rzadko spotykaliśmy się z odmową nawet bardzo wybitnych uczonych, których zapraszaliśmy na wykłady w naszych „Szkołach pod Żaglami”. Właśnie: „Pod Żaglami”; powinienem wspo-

mnąć, że już od samego początku nadaliśmy naszym letnim szkołom akcent żeglarski. Ja sam byłem od dzieciństwa entuzjastą tego sportu. Jeszcze w szkole średniej zdobyłem stopień sternika i byłem instruktorem w żeglarskiej drużynie. Spośród moich młodych kolegów biorących udział w naszych szkołach bardzo wielu dało się porwać pasji żeglarskiej i co roku do regat tradycyjnie przez nas urządzanych stawały w żeglarskie szranki całe rzesze entuzjastów.

Atmosfera, jaką udawało się nam stwarzać na naszych szkołach właśnie przez wspólne żeglowanie, przez piękne koncerty wybitnych artystów ściąganych z Warszawy, przez tradycyjne bale-maskarady i wspólne wycieczki, bardzo sprzyjała nawiązywaniu koleżeńskich kontaktów między młodzieżą a znakomitymi wykładowcami. Na jachtach czy w barze, przy winie, rozdziły się pomysły wspólnych badań, powstawały załączki współpracy naukowej. Wiem, że Szkołom Mazurskim wielu polskich fizyków zawdzięczało zaproszenia na staże naukowe, stypendia i korzystne kontrakty. W moich danych statystycznych, jakie mam tu przed sobą, nie znajduję konkretnych liczb odnoszących się do tej sprawy, ale jestem pewien, że „Mikołajki” były jednym z ważniejszych czynników rozwoju naszych międzynarodowych kontaktów naukowych.

MJ – Chcielibyśmy też usłyszeć o Pana pracy w Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (IAEA) w Wiedniu.

ZW – W tej wielkiej organizacji działającej pod auspicjami ONZ pracowałem na stanowisku dyrektora Wydziału Bezpieczeństwa Jądrowego i Ochrony Środowiska przez trzy lata, od roku 1970 do 1973. Był to dla mnie okres pracy bardzo wyjątkowej, różniącej się znacznie charakterem od mojej dotychczasowej pracy akademickiej. Głównym celem działalności naszego Wydziału było zapewnienie bezpiecznego rozwoju (w skali świata) energetyki jądrowej i wszelkiego rodzaju zastosowań energii jądrowej. Działalność moja i kilkunastu ekspertów, których pracą kierowałem, była bardzo różnorodna. Między innymi polegała ona na inicjowaniu i koordynowaniu badań prowadzonych w kooperacji wielu laboratoriów, a dotyczących ochrony człowieka i środowiska przed szkodliwym wpływem promieniowania. Naszym zadaniem było również ustalanie norm bezpieczeństwa i wydawanie zaleceń odnoszących się do produkcji energii elektrycznej, wyrobu i przerobu paliwa jądrowego, oraz do stosowania w pokojowych celach wybuchów nuklearnych. Do naszych obowiązków należało także udzielanie krajom członkowskim (a było ich w owym czasie ok. 120) pomocy w sprawach bezpieczeństwa reaktorów i ochrony radiologicznej.

Ważną formą działalności kierowanego przeze mnie Wydziału było organizowanie różnych międzynarodowych konferencji. W ciągu mojej trzyletniej pracy w Agencji Atomowej w Wiedniu zainicjowaliśmy i zorganizowali łącznie ok. 50 sympozjów, „paneli” i re-

gionalnych kursów szkoleniowych. Materiały większości tych konferencji były ogłaszane przez nas drukiem. (Razem z opracowanymi przez nas „normami” stanowiło to ok. 40 tomów).



„Na urzędzie” w Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej (IAEA) w Wiedniu (1971 r.)

Praca w Agencji była dla mnie wielką szkołą działalności międzynarodowej, a zarazem niezwykle przygodą: wykonując swoje obowiązki służbowe, odwiedziłem kilkadziesiąt krajów całego świata – Europy, Ameryki, Azji, Afryki (także krajów bardzo egzotycznych), a z podróży tych wyniosłem wspomnienia niezwykle ciekawych ludzi, niezwykle ciekawych wydarzeń, wspaniałych krajobrazów.

AS – Był Pan przez 4 kadencje prezesem Polskiego Towarzystwa Fizycznego. Co o działalności w PTF chciałby nam Pan powiedzieć?

ZW – Z PTF jestem związany od bardzo dawna. Zostałem jego członkiem jeszcze w 1946 r., kiedy pracowałem jako asystent w Katedrze Fizyki Technicznej PŁ. Później, po przeniesieniu się do Warszawy, pełniłem różne funkcje w Oddziale Warszawskim, łącznie z funkcją przewodniczącego tego Oddziału. W latach 1974–81 byłem przez trzy kadencje prezesem Zarządu Głównego, a w roku 1983 Zjazd Fizyków Polskich przyznał mi członkostwo honorowe PTF. Było to wielkie wyróżnienie, bowiem znalazłem się wtedy w gronie zaledwie dziewięciu fizyków, jakim od początku istnienia Towarzystwa został nadany ten zaszczytny tytuł. (Pozostałych ośmiu to: Maria Skłodowska-Curie, Władysław Natanson, Frédéric Joliot-Curie, Stefan Pieńkowski, Wojciech Rubinowicz, Alfred Kastler, Aleksander Jabłoński i Stanisław Mrozowski) Nie jestem pewien, czy moje zasługi dla fizyki polskiej i PTF uzasadniają ten zaszczyt. Robiłem przecież tylko to, co robić powinienem. A tak się złożyło, że na stanowisko prezesa PTF zostałem powołany w okresie, kiedy działalność Towarzystwa była bardzo wątpliwa, wobec czego każda nowa udana inicjatywa była dostrzegana i po-

zytywnie oceniana. Co ja zrobiłem? Po prostu sformułowalem zadania PTF (myślę, że były to zadania ambitne) i następnie przez kilka lat zadania te starałem się realizować razem z Zarządem Głównym i zarządami oddziałów – ludźmi wspaniałymi, bardzo przejętymi swą pracą społeczną. Dokładniej o tej naszej działalności można przeczytać w moim sprawozdaniu zamieszczonym w artykule [10].



Wręczenie Medalu Smoluchowskiego prof. V.F. Weisskopfowi, dyrektorowi CERN-u (1979 r.)

BS – Jakie były Pana zainteresowania pozazawodowe: żeglarstwo? muzyka? Czy znajdował Pan na to czas?

ZW – Moje zainteresowania są dość różnorodne i zmieniały się wraz z upływem czasu. Chyba najtrwalsze z nich i utrzymujące się od dzieciństwa po dzień dzisiejszy to zainteresowanie literaturą piękną, zwłaszcza poezją, a szczególnie poezją międzywojennego dwudziestolecia i romantyzmu. Interesuję się także innymi działami literatury (powieścią, dramatem, epistolografia, pamiętnikarstwem) i mam w domu dużą bibliotekę, a w niej także wiele słowników i encyklopedii. Niektóre z nich to białe kruki. Na przykład, pierwsze 6-tomowe wydanie słownika Lindego – rok 1807! A tak na marginesie: Kocham język polski. I to on jest moim największym hobby.

Dość długo interesowałem się również fotografią. Pierwsze zdjęcia wykonywałem jako dziesięcio- czy jedenastoletni chłopiec aparatem, który sam zrobiłem. Później przerzucałem się na coraz to lepsze kamery. Obróbkę chemiczną wykonywałem oczywiście własnymi rękami. Kiedy wraz z postępem techniki fotografowanie przestało wymagać umiejętności i stało się dostępne nawet dla zwyczajnych „pstrykaczy”, straciłem do niego serce.

Także dość wcześnie pojawiła się i długo trwała pasja żeglarska. Jeszcze w gimnazjum, w czasie instruktorskich kursów na Naroczy (największym jeziorze w przedwojennej Polsce), zdobyłem stopień sternika i przez pewien czas byłem instruktorem w że-

glarskiej drużynie harcerskiej w moim gimnazjum. Żeglarstwo bardzo mnie fascynowało, ale jako towarzyska rozrywka (szanty, opalanie się, a po rejście kielbaski przy ognisku...) – to chyba tylko w bardzo małym stopniu. Natomiast szczególnie lubiłem żeglowanie samotne, zmaganie się z żywiołem i niebezpieczeństwem...

Do moich zainteresowań pozazawodowych należy na pewno również muzyka klasyczna i sztuki plastyczne, a zwłaszcza malarstwo. Godziny spędzone w Luwrze i galerii Jeu de Paume, w Metropolitan Museum of Art, Museo del Prado, w Tate Gallery, w Ermitażu i Galerii Tretiakowskiej zaliczam do najwspanialszych chwil mego życia. W swoim czasie pasjonowała mnie psychologia, uprawiałem (po amatorsku) psychoanalizę, głównie freudyzm... Ach, świat jest taki piękny i ciekawy, i tyle w nim tajemnic, które chciałoby się zgłębić!



Z żoną, córką i Wigrą

Pyta Pan, czy znajdowałem czas na te swoje hobby? O tak, a to głównie dzięki mojej żonie, która odciążała mnie od wszelkich kłopotliwych obowiązków domowych i potrafiła stworzyć mi prawdziwy dom rodzinny – azył pełen ładu, ciepła i spokoju. Pewne znaczenie miało również to, że od bardzo dawna, a na pewno już od czasów studenckich, staram się żyć „według planu”, a ściślej mówiąc, według planów długofalowych i godzinowych harmonogramów. Zdradzę małą tajemnicę: korzystam z tzw. wykresów Gantta, które są dobrze znane ludziom zajmującym się organi-

zacją produkcji. W tych moich harmonogramach jest miejsce, kilka-kilkanaście godzin tygodniowo, na hobbystyczne zajęcia, także na teatr, koncerty i inne rozrywki.

AS – Panie Profesorze, może kilka pytań ogólniejszych, bardziej refleksyjnych. Patrząc dzisiaj na powojenny rozwój fizyki jądrowej w Polsce, co uważa Pan za najważniejsze, szczególnie udane osiągnięcie? Czy były jakieś szanse, które nie zostały wykorzystane? Czy może coś przeoczyliśmy, czy został popełniony jakiś błąd, jakiś nietrafny wybór?

ZW – Odpowiadając na to pytanie, ograniczę się, podobnie, jak w całej naszej dotychczasowej rozmowie, do fizyki jądrowej sensu stricto, tj. do fizyki jądra atomowego, nie dotykając w ogóle fizyki cząstek elementarnych czy fizyki promieniowania kosmicznego. Najważniejszym udanym osiągnięciem, w którym miałem swój udział, było zapewne to, że zaczynając prawie od zera, stworzyliśmy w Warszawie w ciągu krótkiego czasu ośrodek doświadczalnej fizyki jądra atomowego wyposażony w bardzo dobrą kadrę naukową (kilkudziesięciu dojrzałych, doświadczonych fizyków) i w sprawne zaplecze techniczne. Ja sam jestem najbardziej zadowolony z tego, że udało mi się wypromować pokaźną liczbę doktorów fizyki jądrowej. Taki efektywny proces kształcenia młodej kadry naukowej był możliwy przede wszystkim dlatego, że narybek, z którego rekrutowali się młodzi adepci, był świetny. Na fizykę jądrową (w owych czasach „królową nauk”) szli najlepsi absolwenci szkół średnich, najzdolniejsi, najbardziej pracowici. Poza tym jednak do efektywności tego procesu przyczynił się także szczęśliwy wybór głównych kierunków badań, co pozwoliło na prowadzenie szerokim frontem natarcia na aktualne i ważne zagadnienia fizyki jądrowej.

A jakie indywidualne osiągnięcia uważałbym za zasługujące na wyróżnienie? Uważam, że należą do nich badania, w których uzyskaliśmy obfite dane o energetycznych zależnościach przekrojów czynnych reakcji (n,p) , $(n,2n)$, (n,γ) , (n,α) , (p,γ) , oraz o widmach produktów tych reakcji. Prace te doprowadziły do wyjaśnienia roli stosunków izomerycznych jako narzędzia badania mechanizmów reakcji, ujawniły wielki udział reakcji bezpośrednich w reakcjach (n,p) i (n,α) i wykazały ważność konkurencji $n-\gamma$ w reakcjach typu $(n,2n)$. Nasze prace przyczyniły się do rozwoju statystycznej teorii reakcji jądrowych także przez stworzenie (wraz z Piotrem Decowskim i in.) nowego modelu gęstości poziomów jądrowych (tzw. bezparametrycznego modelu nadprzewodnikowego) oraz przez opracowanie (z Grażyną i Zygmuntem Szeffińskimi) nowej, oryginalnej metody wyznaczania gęstości poziomów, opartej na statystycznej analizie fluktuacji obserwowanych w krzywych wzbudzenia reakcji radiacyjnego wychwytu protonów.

Sądzę, że na wyróżnienie zasługują także pionierskie badania nad strukturą neutronodeficytowych ją-

der zdeformowanych z tzw. nowego obszaru deformacji $50 < Z, N < 82$, gdzie znaleźliśmy szereg nowych izomerów i izotopów. Za ważne i ciekawe uważam także nasze (z Andrzejem Turosem) badania dotyczące zastosowania wstecznego rozpraszania kulombowskiego deuteronów do wyznaczania grubości i składu chemicznego warstw powierzchniowych. Były to pierwsze w świecie badania tego typu, które dały początek analizie warstw powierzchniowych. Przegląd tych prac i spraw można znaleźć w moich artykułach [6] i [9].

Pyta Pan o niewykorzystane szanse. Już we wczesnych latach 60. warszawska fizyka jądra atomowego była w pełni przygotowana do tego, by stać się jednym z ważniejszych ośrodków badawczych w świecie. Już wspominałem o tym, że była tu liczna, bardzo dobra kadra naukowa, ze znacznym doświadczeniem i pokaznym dorobkiem publikacyjnym, było zaplecze techniczne pozwalające na podejmowanie ambitnych zadań przy budowie aparatury pomiarowej; trzeba było jedynie zdobyć się na wysiłek wyposażenia tego ośrodka w niezbędny akcelerator. Już od początku 1962 r. prowadziłem sam i przy pomocy moich współpracowników bardzo intensywną akcję propagującą zakup akceleratora. Przy każdej, dosłownie każdej okazji wykazywałem, jak pilną potrzebę stanowi taki zakup i jakie korzyści on przyniesie. Niestety, moje zagorzałe starania napotykały na bardzo ostre przeciwdziałania (i to także, a może przede wszystkim, wychodzące ze strony kolegów fizyków innych specjalności...).

Dopiero po 10 latach, licząc od początku naszej walki o akcelerator dla Warszawy, doszło do decyzji budowania w naszym ośrodku dużego cyklotronu. Jak sądzę, pomogła tu okoliczność, że akcelerator ten (izochroniczny cyklotron ciężkich jonów) miał bazować na elektromagnesie zakupionym w Związku Sowieckim. Uważam tę wieloletnią zwłokę w budowie niezbędnego narzędzia za karygodne zaniedbanie ludzi, w których rękach leżały w owym czasie decyzje o finansowaniu polskiej nauki.

Jeśli miałbym wskazać na inne błędy, jakie wpłynęły negatywnie na losy warszawskiej fizyki jądrowej, to powinienem wymienić dokonany w roku 1968 brutalny akt rozerwania przez hunwejbiniów panoszących się w IBJ i przez popierające ich władze partyjno-rządowe znakomicie funkcjonującej, ścisłej współpracy między IBJ a uniwersyteckimi zakładami fizyki jądrowej.

AS – A gdyby spróbować odpowiedzieć na moje pytanie w jeszcze szerszym kontekście całego kraju? Był Pan i jest bezpośrednim uczestnikiem wielu wydarzeń związanych z fizyką jądrową w ośrodku warszawskim, ale przecież i uważnym obserwatorem takich wydarzeń w skali całej Polski.

ZW – Istotnie, w ciągu mojego długiego życia miałem wiele okazji do tego, by przyglądać się uważnie temu, co dzieje się w polskiej fizyce jądrowej. Byłem przecież członkiem Komitetu ds. Wykorzystania

Energii Jądrowej (przez cały okres jej istnienia), członkiem Komitetu Fizyki PAN (przez lat chyba dwadzieścia) i – przez parę lat – przewodniczącym jego Sekcji Fizyki Jądrowej; kierowałem też (a były to lata 1986–91) tzw. Centralnym Programem Badań Podstawowych pt. „Procesy oddziaływania promieniowania z materią”, który obejmował znaczną część wszystkich badań fizycznych prowadzonych podówczas w Polsce.



Ze swoimi uczniami i współpracownikami w 40-lecie pracy na Hożej (1988 r.); od lewej: Lidia Goettig, Mirosław Kozłowski, Brunon Sikora, Włodzimierz Zych, Andrzej Turoś, Krystyna Siwek-Wilczyńska, Z. Wilhelmski

Podjęte w naszym kraju tuż po wojnie badania jądrowe były prowadzone nie tylko w Warszawie, ale i wielu innych miastach uniwersyteckich. Jednak tylko w niektórych z nich ten dział nauki rozwinął się na szerszą skalę. Sądzę, że dokonało się to tam, gdzie wśród wiodących fizyków zajmujących się fizyką jądrową znaleźli się ludzie obdarzeni wielką energią i wyobraźnią, a przy tym niezapatrzeni nadmiernie w swoją osobistą karierę i pragnący działać dla dobra swego kraju, bowiem te cechy są niezmiernie ważne wtedy, gdy organizator badań, mający do dyspozycji jedynie mizerne środki materialne, staje wobec wielkich zadań technicznych; a właśnie fizyka jądrowa, jak niewiele innych dyscyplin naukowych, jest najeżona trudnościami, bez których pokonania nie można iść naprzód. Takim człowiekiem czynu i inicjatywy, wybitnie zasłużonym dla organizacji badań jądrowych był w Krakowie profesor Henryk Niewodniczański. To on uruchomił w swej Katedrze Fizyki w Uniwersytecie Jagiellońskim badania jądrowe, to on zorganizował w Krakowie tzw. Zakład II Fizyki Jądrowej stanowiący „filie” IBJ i był jego kierownikiem. Zakład ten usamodzielniał się w roku 1959, przyjmując nazwę Ośrodka Fizyki Jądrowej w Krakowie, a w dwa lata później przekształcił się, właśnie dzięki staraniom Henryka Niewodniczańskiego, w samodzielny, w pełni niezależny od IBJ, Instytut Fizyki Jądrowej w Krakowie. Zakład II miał profil naukowy bardzo podobny do profilu mojego Zakładu 1A, toteż między tymi dwoma zakładami istniała przez wiele lat współpraca i przyjazna rywalizacja.

cja. Wydaje mi się, że dokonane przez prof. Niewodniczańskiego, który był bardzo zręcznym „strategiem”, wyprowadzenie z IBJ kierowanej przez niego placówki i jej usamodzielnienie się było bardzo mądrym posunięciem, gdyż zapewniło krakowskiej fizyce jądrowej warunki dalszego rozwoju lepsze od tych, jakie były udziałem fizyków warszawskich pozostających w niezdarnej administrowanym kolosie – Instytucie Badań Jądrowych.

Po śmierci prof. Niewodniczańskiego, która nastąpiła w roku 1968, trudy kierowania sprawami krakowskiego ośrodka fizyki jądrowej przejęli jego uczniowie: Kazimierz Grotowski, Andrzej Hrynkiewicz, Jerzy Janik, Lucjan Jarczyk, Adam Strzałkowski i in., a potem dołączyli do nich Eugeniusz Bożek, Rafał Broda, Andrzej Budzanowski, Marian Gąsior, Bogusław Kamys, Reinhard Kulesa, Stanisław Ogaza, Jan Styczeń, Władysław Waluś i in. Wymieniłem tu jedynie eksperymentalnych fizyków jądrowych niskiej energii.

Także i Lublin miał swego nestora fizyki jądrowej. Był nim niezaprzeczalnie prof. Włodzimierz Żuk. Zaczynając od zera, stworzył on w Uniwersytecie Marii Curie-Skłodowskiej ośrodek wyspecjalizowany w spektrometrii mas i elektromagnetycznej separacji izotopów. W tym dziele pomagali wydajnie jego najbliżsi współpracownicy: Bogdan Adamczyk, Tomasz Goworek, Dariusz Mączka, Stanisław Hałas i inni; ośrodek lubelski rozwinął także badania w dziedzinie spektroskopii jądrowej (Mieczysław Subotowicz, Mieczysław Budzyński) i teoretycznej fizyki jądrowej (Stanisław Szpikowski, Krzysztof Pomorski, Bożena Nerlo-Pomorska i in.). Po śmierci prof. Żuka, który zmarł w 1983 r., dyrektorem Instytutu Fizyki UMCS był, jak pamiętam, prof. Adamczyk, a po nim prof. Budzyński.

Badania w fizyce jądra atomowego były podjęte również w ośrodkach łódzkim i katowickim, ale rozwój ich był trudniejszy. W Uniwersytecie Łódzkim prof. Marian Przytuła związał silnie profil naukowy swego zespołu z dubieńskim Laboratorium Fizyki Neutronowej, kładąc główny akcent na spektroskopię neutronową. Wielką przeszkodą na drodze pomyślnego postępu tych badań był brak w Łodzi potrzebnej bazy aparaturowej, a wieloletnie wysiłki prof. Przytuły i jego współpracowników zmierzające do uruchomienia generatora neutronów z wykorzystaniem niegdyś dokonanego dla innych celów (przez nieżyjącego już prof. Aleksandra Zawadzkiego) zakupu aparatury wysokonapięciowej nie przynosiły pożądanego efektu.

Podobne, jak się wydaje, są przyczyny utrudniające rozwój badań jądrowych w Katowicach. Badania te, zapoczątkowane tu przez prof. Strzałkowskiego i jego kolegów w latach 60. (tj. wtedy, gdy przyszły Uniwersytet Śląski był filią UJ), miały charakter wyraźnie satelicki w stosunku do programów ośrodka krakowskiego, opartych na wykorzystaniu tamtejszego cyklotronu U-120; przyczyniły się jednak do powstania załóżka „jądrowej” kadry naukowej w Katowicach. Już od lat kilkunastu Zakład Fizyki Jądrowej uniwersy-

teckiego Instytutu Fizyki jest energicznie prowadzony przez prof. Wiktora Zippera, który, rozwijając badania w dziedzinie reakcji ciężkojonowych i zastosowań metod jądrowych w fizyce ciała stałego, nadal kładzie główny akcent na współpracę z silniejszymi ośrodkami jądrowymi zarówno krajowymi, jak i zagranicznymi.

AS – Jacy ludzie zrobili na Panu szczególne wrażenie, od których nauczył się Pan czegoś szczególnie ważnego czy też którzy wpłynęli jakoś na Pana losy?

ZW – Do ludzi, którzy wywarli na mnie – jako na fizyka, na człowieka nauki – szczególnie silny wpływ zaliczyłbym prof. Stefana Pieńkowskiego i prof. Andrzeja Sołtana. Prof. Pieńkowski dał mi przykład tego, jak można indywidualny wysiłek wielu ludzi kierować do wspólnego nurtu i wytrwale utrzymywać przez długie lata wartość tego nurtu, aż do osiągnięcia celu przez siebie wytkniętego. Natomiast prof. Sołtan zapalił mnie swoim entuzjazmem do fizyki jądrowej jako najpiękniejszej z nauk i porwał swoją śmiałością podejmowania inicjatyw technicznych. Więcej na ten temat napisałem w artykule [11].

AS – W okresie swej działalności w PTF, jako prezes, bardzo wiele uwagi poświęcał Pan *Postępom Fizyki*. Jak patrzył Pan wtedy i dziś na rolę i znaczenie tego pisma dla fizyki w Polsce?

ZW – Fizyka od wielu już dziesięcioleci rozwija się w tak olbrzymim tempie, że jest ogromnie trudno, pracując w jakimś określonym jej dziale, utrzymać kontakt z jej innymi działami, orientować się dobrze w tym, jakie są tam nowe osiągnięcia. *Postępy Fizyki* spełniają, obok innych ważnych funkcji, właśnie funkcję informatora o tym, co się dzieje w innych działach, „u kolegów”. Ten sam typ artykułów drukowanych w *PF* może służyć także wielkim rzeszom nauczycieli szkół średnich jako materiał pomocniczy w ich pracy dydaktycznej. Poza tym ważna jest także rola tego czasopisma jako kroniki wydarzeń zachodzących w środowisku fizycznym zarówno w Polsce, jak i na świecie, a także jako trybuny dyskusji fizyków o ich problemach życiowych i zawodowych. Dostrzegam jeszcze wiele innych ról do odegrania przez *Postępy*, a wszystkie one sprawiają, że czasopismo to jest ogromnie potrzebne fizykom polskim i bardzo ważna jest praca redaktorów tego pisma. Jestem pewien, że wszyscy czytelnicy *Postępów* są, podobnie jak ja, pełni uznania dla pracy tych redaktorów – świetnych naukowców, a zarazem społeczników, niezwykle ludzi, którzy oddają nam swój bezcenny czas i energię. Szczególnie wielką była i nadal jest rola Pana, który pełnił funkcję naczelnego redaktora *Postępów* przez 25 lat, od roku 1977 aż do roku 2003, a obecnie jest redaktorem honorowym tego czasopisma.

AS – Bardzo dziękuję, Panie Profesorze; widzę jednak, że to nie ja powinienem był zadać to pytanie, choć podobnie jak Pan mam wielkie uznanie dla pracy, dorobku i zaangażowania poprzednich redakcji, a także swoich obecnych kolegów redakcyjnych.

BS – Jaki wpływ miały trudne warunki pracy na cechy i poziom fizyków w pierwszych trudnych latach odbudowy i tworzenia nowych laboratoriów i zespołów naukowych w Polsce?

ZW – Kiedyś, bardzo dawno temu, właśnie w owych trudnych latach odbudowy moja czteroletnia córka spytała mnie: „Tatusiu, kto to jest fizyk?”. Po namyśle odpowiedziałem: „To taki człowiek, córeczko, który wszystko potrafi”. Otóż w ciężkich warunkach pracy rozwija się zaradność i przedsiębiorczość, cechy jakże potrzebne w pracy fizyka-eksperymentatora. Takie warunki sprzyjają również powstawaniu solidarności między ludźmi natykającymi się na takie same lub podobne przeszkody, a przecież praca badawcza w fizyce doświadczalnej to z reguły praca zespołowa, w której współdziałanie jest warunkiem koniecznym „dobicia się” pozytywnych rezultatów. Dzisiaj młody fizyk na ogół nie buduje potrzebnych mu przyrządów pomiarowych, on je dostaje gotowe, czyta instrukcję ich użycia i... naciska guziczki lub kręci gałkami. W latach powojennych adept fizyki zazwyczaj zaczynał swą pracę badawczą od budowy aparatury własnymi rękami. Dzięki temu później łatwiej dawał sobie radę z trudnościami technicznymi, jakie pojawiały się w trakcie wykonywania eksperymentu.

BS – Czy rozwiązywanie problemów aparaturowych, technicznych może wyzwalać pasję twórczą i podniecenie, podobnie jak w twórczości artystycznej?

ZW – Jeśli mówimy o trudnych, nieszablonowych problemach technicznych, które rozwiązać musi inżynier, zanim dojdzie do swego wynalazku, to odpowiem: na pewno tak. Przecież i jego praca, i praca artysty (poety, muzyka czy malarza) wymagają wyobraźni, pomysłowości, zaangażowania, inteligencji. Oryginalny wiersz, oryginalna sonata czy oryginalny aparat – wszystkie te dzieła nie powstaną bez pasji twórczej.

AS – Czy ze swoich doświadczeń zawodowych, czy w ogóle życiowych, jakiejś „mądrości życiowej” chciałby Pan coś szczególnie przekazać innym?

ZW – Zazwyczaj tzw. mądrości życiowe brzmią jak truizmy albo jak „drętwa mowa”. Ale zaryzykuję i podam ich próbkę:

- Jeśli chcesz ustrzec się pomyłek, pierwszą uzyskaną informację uważaj za fałszywą.
- Nie wymagaj od innych więcej niż od siebie samego, a od siebie wymagaj dużo.
- Tajemnicą sukcesu w nauce, a może w ogóle każdego sukcesu, jest mały „rozkurz” czasu; pamiętaj, że dzień składa się z godzin, a godzina z minut i żadna nie powinna być stracona. Nie wystarczą zdolności i pracowitość, trzeba ponadto dobrej organizacji pracy.
- Twój sukces – to nie zaszczyty, pieniądze i rozgłos – lecz zmiany na lepsze, jakich dokonasz w zastanym świecie.

AS – Może coś o przyszłości: jak Pan widzi przyszłość fizyki jądrowej w Polsce i na świecie? Czy po-

winniśmy zadbać o coś szczególnie? Jakie są szanse, ale i wyzwania, które stawia przed nami rychłe wstąpienie do Unii Europejskiej?

ZW – Wydaje mi się, że jeszcze nie zostały wyczerpane możliwości, jakie badaniom jądra atomowego stwarza (poprzez astrofizykę) wielkie laboratorium – WSZECHŚWIAT. Ale wpatrując się w głębiny kosmosu, nie możemy zapomnieć o tym, że przyszłość życia tu, na Ziemi, jest zagrożona. Trzeba więc zdobyć się na wielki wysiłek i przyspieszyć prace np. nad „czystymi” źródłami energii, a zwłaszcza nad kontrolowaną syntezą jądrową.

A przyszłość najbliższa – wejście nasze do Unii? Na pewno ułatwi ono dostęp polskich fizyków do czołowych, świetnie wyposażonych laboratoriów świata. Ale to nie powinno osłabić naszych starań o pomyślny rozwój ośrodków badawczych w Kraju. Bez prężnych własnych ośrodków nie będzie możliwe utrzymanie na dłuższą metę wysokiego poziomu kadr naukowych. Fizyka polska, zresztą i cała nauka polska, która jest przecież ważną częścią kultury narodowej, uległaby z czasem degradacji. A przecież tylko wysoki poziom kultury może nam zapewnić mocną pozycję w zjednoczonej Europie.

AS – Bardzo dziękujemy, Panie Profesorze.

Literatura

- [1] Z. Wilhelmi, „Fizyka jądra atomowego w ośrodku warszawskim”, *Postępy Fizyki* **13**, 237 (1962).
- [2] Z. Wilhelmi, „Fizyka jądra atomowego w ośrodku warszawskim”, w: *Energia jądrowa w Polsce w latach 1955–1960* (PWN, Warszawa 1963), s. 61.
- [3] Z. Wilhelmi, „Doświadczalna fizyka jądra atomu ośrodka warszawskiego w latach 1945–64”, *Postępy Fizyki* **15**, 405 (1964).
- [4] Z. Wilhelmi, „Pięć lat pracy warszawskiego akceleratora”, *Nauka Polska* **3**, 81 (1967); „Five years of work of the Warsaw accelerator”, *The Review* **3**, 66 (1967).
- [5] Seminarium przeglądowe prac wykonanych przy użyciu „Lecha”, *Postępy Techniki Jądrowej* **11**, 587 (1967).
- [6] Z. Wilhelmi, „Z dziejów Instytutu Badań Jądrowych. Wczesne lata fizyki w IBJ – lata świetności”, *Postępy Fizyki* **47**, 435 (1996).
- [7] Z. Wilhelmi, „O mechanizmie reakcji (n,p) i (n, α) wywołanych przez prędkie neutrony”, w: *Cząstki elementarne, jądro atomowe, promieniotwórczość* (PWN, Warszawa 1967), s. 157.
- [8] Z. Wilhelmi, „Sytuacja fizyki jądrowej w Polsce i perspektywy jej rozwoju”, *Nauka Polska*, z. 1–2 (1983), s. 3; „The nuclear physics situation in Poland and its development prospects”, *Acta Academiae Scientiarum Poloniae*, no 1–2 (1983), p. 17.
- [9] Z. Wilhelmi, „Zakład Fizyki Jądra Atomowego”, w: *75 lat fizyki na Hożej* (Wydawnictwa Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa 1996), s. 55.
- [10] Z. Wilhelmi, Sprawozdanie prezesa Polskiego Towarzystwa Fizycznego, *Postępy Fizyki* **33**, 97 (1982).
- [11] Z. Wilhelmi, „Życie i dzieło Andrzeja Soltana – w dwudziestą rocznicę śmierci”, *Postępy Fizyki* **31**, 379 (1980).

Asymetria między materią i antymaterią*

Helen R. Quinn

Stanford Linear Accelerator Center, Menlo Park, California, USA

The asymmetry between matter and antimatter

Abstract: Phase transitions and massive-neutrino decay are two processes that could lead to the preponderance of matter in the universe. Either way, the standard model for particle physics will have to be modified.

Żyjemy we wszechświecie, w którym przeważa materia, a antymaterii jest bardzo mało. Natomiast prawa fizyki zakładają niemal ścisłą symetrię między materią i antymaterią. Symetria ta nie jest zwykłym sprzężeniem ładunkowym (C), wiążącym cząstkę z odpowiadającą jej antycząstką, lecz symetrią CP – złożeniem C i inwersji współrzędnych, czyli parzystości (P).

Zanim w roku 1928 Paul Dirac (fot. 1) podał swoje równanie, nie było pojęcia symetrii wiążącej materię z antymaterią; co więcej, nie wymyślono jeszcze antymaterii. Przyjmowano po prostu pewną zasadę zachowania – zasadę zachowania materii. Cała materia we Wszechświecie – wszystko, co ma masę – musiało istnieć zawsze. Przeważający pogląd zachodniej nauki, a także zachodnich religii i filozofii głosił, że żyjemy w statycznym, niezmiennym Wszechświecie. Stałość materii w takim wszechświecie nie jest niczym dziwnym.

Prawo Hubble'a – liniowy związek między przesunięciem ku czerwieni widma galaktyk i ich odległością – dostarczyło pierwszego kluczowego dowodu na rozszerzanie się Wszechświata. W wyniku tego odkrycia, dokonanego w rok po opublikowaniu pracy Diraca, powstała nowa dziedzina – kosmologia. Wraz z nią pojawiły się nieuniknione pytania o rolę materii i antymaterii w ewolucji kosmosu.

Całkiem nowy rodzaj cząstki

Jeśli ilość materii jest zachowana, to jej obecność – nawet w ewoluującym wszechświecie – można zrozumieć tylko jako warunek początkowy jego ewolucji. Natomiast od czasu sformułowania równania Diraca fizycy poszli drogą, która doprowadziła do radykalnych zmian w ich poglądach na zasadę zachowania materii i rolę warunków początkowych.

Równanie to było owocem wysiłków Diraca zmierzających do otrzymania relatywistycznego równania



Fot. 1. Paul Dirac (1902–84). Zagadkowe relatywistyczne równanie ruchu doprowadziło Diraca do zaproponowania istnienia nowej cząstki, która miałaby taką samą masę, jak elektron, ale ładunek elektryczny przeciwnego znaku. Ta nowa cząstka, pozyton, była pierwszą zaobserwowaną antycząstką. (Dzięki uprzejmości AIP Emilio Segrè Visual Archives, Fankuchen Collection).

* Artykuł, opublikowany w *Physics Today* 56, zesz. 2, 30 (2003), został przetłumaczony za zgodą Autorki i Wydawcy [Translated with permission. © 2003 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].

ruchu opisującego cząstkę o spinie $\frac{1}{2}\hbar$, np. elektron. Miało ono jedną wielką zaletę: dawało poprawny moment magnetyczny elektronu. Jak powiedział Dirac w 1977 r., była to „miła niespodzianka, zupełna niespodzianka” [1]. Równanie to zawierało jednak tajemnicę, która najpierw przejawiała się jako istnienie stanów o ujemnej energii.

Takie stany są rzecz jasna niefizyczne. W najlepszym razie wskazują, że się źle określiło stan podstawowy teorii, w najgorszym zaś mówią, że teoria jest nieuleczalnie chora, gdyż nie ma stanu o najmniejszej energii. Dla elektronów ratunek stanowi reguła zakazu. Można znaleźć lepszy stan podstawowy, w którym wszystkie stany o ujemnej energii są obsadzone. Nawet wtedy równanie Diraca pozostaje jednak tajemnicze. Oprócz ujemnie naładowanych stanów elektronowych ma ono wzbudzenia, które należy interpretować jako cząstki naładowane dodatnio (dziury w morzu cząstek o ujemnej energii). Jaką interpretację fizyczną można przypisać takim obiektom?

W czasie, gdy pojawiło się równanie Diraca, znano tylko dwie podstawowe cząstki materii: elektron i proton. Model budowy jąder atomowych wraz z pojęciem neutronu dopiero powstawał; neutrony odkryto dopiero w 1932 r. Gdy ukazał się artykuł Diraca, fizycy nie pospieszyli z hipotezami istnienia nowych typów cząstek w celu wyjaśnienia nowych zjawisk, nie mówiąc już o interpretacjach dziwnego rozwiązania nowego równania. Wydawało się więc, że stanami o dodatnim ładunku muszą być protony. Ta interpretacja miała jedną oczywistą ułomność, a także drugą fatalną skazę, którą zauważono dopiero po dłuższym czasie.

Oczywisty problem polegał na tym, że równanie wymagało, by proton i elektron miały tę samą masę, bowiem wszystkie inne własności stanów o ładunku dodatnim i ujemnym były takie same. Dirac zdawał sobie sprawę z tej niezmienniczości, co jasno wynika z jego listu do Nielsa Bohra napisanego w 1929 r. „Dopóki się zaniedbuje oddziaływania”, pisał, „dopóty ma się całkowitą symetrię między elektronami i protonami. (...) Jeśli natomiast uwzględnić oddziaływanie między elektronami, ta symetria się psuje. Jeszcze nie rozpracowałem matematycznie konsekwencji tego oddziaływania. (...) Można jednak mieć nadzieję, że jego poprawna teoria umożliwi obliczenie stosunku mas elektronu i protonu”.

Mogę tylko zgadywać, co Dirac miał na myśli, pisząc „to oddziaływanie”. Może myślał o oddziaływaniach między cząstkami zapełniającymi morze stanów o ujemnej energii (choć teraz wiemy, że nie ma takich oddziaływań). Cokolwiek myślał, jego nadzieja, że symetria może być usunięta przez oddziaływania, była całkowicie nieuzasadniona.

Hermannowi Weylowi (fot. 2) było łatwiej zrozumieć konsekwencje dostrzeżonej symetrii. W listopadzie 1930 r. stwierdził, że „masa protonu powinna być taka sama, jak masa elektronu; ponadto (...) ta hipoteza prowadzi do zasadniczej równowagi elek-

tryczności dodatniej i ujemnej we wszystkich okolicznościach. (...) Niepodobieństwo tych dwóch rodzajów elektryczności ukrywa więc prawdopodobnie jakiś sekret przyrody, który ma głębsze podłoże niż niepodobieństwo przeszłości i przyszłości. (...) [jest to] nowy kryzys fizyki kwantowej”.



Fot. 2. Hermann Weyl (1885–1955). W roku 1930, mniej więcej w czasie, w którym zostało zrobione to zdjęcie, Weyl stwierdził, że z równania Diraca wynika ścisła symetria między elektrycznością dodatnią i ujemną. Ponieważ pozyton nie był wtedy jeszcze odkryty, symetria ta była dla Weyla „kryzysem”. (Dzięki uprzejmości AIP Emilio Segrè Visual Archives, Nina Courant Collection).

Kryzys się pogłębił, gdy Robert Oppenheimer i niezależnie Igor Tamm dostrzegli drugi problem. Zauważyli mianowicie, że równanie Diraca dopuszczało anihilację cząstka-dziura. Spostrzeżenie to było śmiertelnym ciosem dla protonowej interpretacji dziur. Uwzględnienie oddziaływań zapewne mogłoby rozwiązać problem masy, ale nie mogło wyeliminować anihilacji, katastrofalnego procesu, który musiałby niszczyć wszelką możliwość istnienia trwałej materii. W maju 1931 r. Dirac zrobił więc coś, co później nazwał małym krokiem w przód. Oznajmił, że „dziura – gdyby istniała – stanowiłaby zupełnie nowy rodzaj cząstki, nie znanej fizyce doświadczalnej i mającej tę samą masę, co elektron, lecz przeciwny ładunek”. Zastrzeżenie „gdyby istniała” jest interesujące: hipoteza istnienia nowego typu cząstki wydawała się chyba Diracowi stanowczo zbyt śmiałym pomysłem.

Zastrzeżenia Pauliego co do teorii dziur

Niewiele ponad rok później zaobserwowano cząstkę wynikającą z równania Diraca. Obserwacja pozytonu wywołała nowe pytanie: dlaczego świat jest pełen

elektronów, lecz nie pozytonów? Implikacje kosmologiczne tego pytania dostrzegł Wolfgang Pauli (fot. 3), który napisał w bardzo ciekawym liście do Wernera Heisenberga z czerwca 1933 r.: „Nie wierzę w teorię dziur, gdyż chciałbym mieć asymetrię między elektrycznością dodatnią i ujemną w prawach przyrody (nie zadowala mnie przesunięcie empirycznie ustalonej asymetrii do stanu początkowego)”. Pauli chyba po raz pierwszy wypowiedział pogląd podzielany dziś przez wielu fizyków cząstek i kosmologów, że odwoływanie się do warunków początkowych w celu wyjaśnienia przewagi materii nad antymaterią we Wszechświecie nie jest zadowalające. Pauli wskazał też, że aby uniknąć takiego odwoływania się, trzeba jakoś usunąć wbudowaną w równanie Diraca symetrię między materią i antymaterią.



Fot. 3. Wolfgang Pauli (1900–58) w Odessie w końcu lat 30. Kilka lat wcześniej wyraził pogląd, że asymetrię między ilością materii i antymaterii lepiej wyjaśnia proces dynamiczny niż hipoteza jej istnienia w warunkach początkowych (fot. Francis Simon; dzięki uprzejmości AIP Emilio Segrè Visual Archives).

Wkrótce potem w eksperymentach znaleziono inne nowe cząstki. Mezony, odkryte w roku 1947, wykazywały się klasyfikacji jako materia lub antymateria. Dziś wiemy, że stanowią mieszaninę równych ilości jednej i drugiej, z podstawową substrukturą – kwarkiem i antykwarkiem. Antyprotony (odkryte w 1955 r.) i antyneutrony (odkryte w 1957 r.) były pierwszymi zaobserwowanymi antypartnerami barionów, cząstek, których podstawowa substruktura to trzy kwarki. Antybariony zbudowane są z trzech antykwarków.

Odkrycie antymaterii zmusiło fizyków do modyfikacji zasady zachowania materii. Anihilacja i produkcja materii mogą zachodzić, ale tylko z jednoczesną anihilacją lub produkcją odpowiedniej ilości antymaterii. Zasada zachowania materii została zastąpiona przez nowe prawa: zasadę zachowania liczby barionowej (liczba barionów minus liczba antybarionów) i zasadę zachowania liczby leptonowej (liczba leptonów minus liczba antyleptonów danego typu).

Wybierając określenie „antymateria” do opisu tych nowych cząstek, fizycy zmienili znaczenie słowa „materia”. Nie można już było powiedzieć, że „materia to wszystko, co ma masę”. Po około 70 latach od odkrycia pozytonów większość ludzi zna tylko tę starą definicję i myśli, że antymateria istnieje tylko w fantastyce naukowej. Rozgłos towarzyszący niedawnemu wytworzeniu atomów antywodoru może pomóc zmienić to wyobrażenie (patrz *Physics Today*, listopad 2002, s. 17, i styczeń 2003, s. 14). A przecież już od dawna produkcja antymaterii nie jest rzadkością w naszych laboratoriach wielkich energii! Może powinniśmy uczyć o antymaterii w szkole.

Fizycy uznawali zasady zachowania liczby leptonowej i barionowej za ściśle aż do lat siedemdziesiątych XX w. i mimo zastrzeżeń Pauliego aż do późnych lat pięćdziesiątych uważali, że symetria C jest zachowana. Skoro uznano te symetrie za ściśle, to przyczyną obserwowanej we Wszechświecie asymetrii między materią i antymaterią mogły być tylko warunki początkowe. Elektrodynamika kwantowa (QED), dziedzina, która wyrosła bezpośrednio z równania Diraca, zachowuje z osobna symetrie C, P i niezmienniczość względem odwrócenia czasu (T). Ponadto wszystkie lokalne teorie pola zachowują symetrię CPT, będącą ich złożeniem. Większość fizyków we wczesnych latach 50. spodziewała się, że symetrie zachowywane przez QED są też zachowywane w oddziaływaniach słabych. W roku 1956 Lee i Yang zauważyli, że nie ma dowodów ani na zachowanie parzystości w oddziaływaniach słabych, ani na jej naruszenie. Doświadczenia przeprowadzone w ciągu roku wykazały, że oddziaływania słabe nie zachowują ani symetrii C, ani P.

Zmodyfikowane sprzężenie ładunkowe

Chociaż, jak zaobserwowano, oddziaływania słabe naruszały zarówno symetrię C, jak i P, to jednak zmodyfikowana symetria między materią i antymaterią, CP, nadal wydawała się ścisła. W rzeczy samej, podobnie jak równanie Diraca i QED, wszystkie znane w owym czasie teorie cząstek wykazywały symetrię CP. Obecny Model Standardowy też by ją wykazywał, gdyby zawierał tylko dwa pokolenia kwarków i jeden bozon Higgsa [2]. Aby w teorii pola znalazło się miejsce na naruszenie symetrii CP, potrzeba wielu różnych typów cząstek, a zatem wielu niezależnych sprzężeń.

W roku 1957 taka teoria musiałaby być szalenie spekulatywna. Teoria Fermiego oddziaływań słabych zgadzała się z obserwacjami i zachowywała sy-

metrię CP (oraz T). Miała ona jednak niewygodną cechę: każde obliczenie powyżej najniższego rzędu rachunku zaburzeń dawało rozbieżne wyniki! Ponieważ oddziaływania słabe to rzadkie procesy, teoria w najniższym rzędzie dawała wyniki zadowalające, zatem kłopot z rozbieżnościami mógł być, przynajmniej chwilowo, uznany za nieistotny. O ile mi wiadomo, zanim wyniki eksperymentu z roku 1964 nie wskazały na naruszenie CP, nikt nie wykonał przeskoku podobnego do wcześniejszego kroku Pauliego – do idei, że teoria bez symetrii CP byłaby lepsza dla kosmologii.

Naruszenie CP odkryto w rozpadach obojętnych mezonów K. Powszechnie zakładano, że dwa stany o podobnej masie, lecz bardzo różnych czasach połowicznego rozpadu, są kombinacjami – odpowiednio o parzystym i nieparzystym CP – dziwnego mezonu K^0 i jego sprzężonej względem CP antycząstki o przeciwnej dziwności, \bar{K}^0 . Gdyby symetria CP była ściśle zachowywana, tylko stan o parzystym CP, $(K^0 + \bar{K}^0)/\sqrt{2}$, mógłby rozpadać się na dwa piony. Stan o nieparzystym CP, $(K^0 - \bar{K}^0)/\sqrt{2}$, rozpada się na trzy piony, ale wydajność tego rozpadu jest mała ze względu na znacznie mniejszą dostępną dla niego przestrzeń fazową. Symetria CP wyjaśniła więc zgrabnie dużą różnicę czasów życia dwóch obojętnych mezonów K. Jednakże w roku 1964 James Christenson, James Cronin, Val Fitch i René Turlay zaobserwowali rozpad długożyciowego obojętnego mezonu K na dwa piony. Ten efekt, choć mały, udowodnił, że stan o określonej masie (stan własny operatora masy) nie jest ściśle stanem o nieparzystym CP – ma niewielką domieszkę stanu o CP parzystym. Jeśli stany własne operatora masy nie są stanami własnymi operatora CP, to symetria CP jest naruszona.

Wynik doświadczalny był prosty, niezbity i szybko potwierdzony. Stanowił on tyleż niespodziankę, co zagadkę: wszystkie znane wówczas teorie cząstek zachowywały CP. Współczesna teoria oddziaływań cząstek elementarnych – Model Standardowy – z trzema pokoleniami fermionów dopuszcza takie naruszenie CP, jakie odkryto w przypadku obojętnych mezonów K, ale stało się to jasne dopiero 10 lat później.

Do akcji wkracza Sacharow

Jeśli CP nie jest zachowane, to asymetria między materią i antymaterią we Wszechświecie mogłaby pochodzić z ewolucji kosmicznej, a nie z warunku początkowego – opcji, której Pauli tak nie lubił. Jako jeden z pierwszych dostrzegł tę możliwość Andriej Sacharow (fot. 4). Wysunął on w roku 1967 hipotezę, że bariony i antybariony we wczesnym Wszechświecie występowały w równych ilościach i że asymetria materia-antymateria rozwinęła się później [3]. Taka „bariogeneza” oczywiście wymaga procesów, które zmieniają liczbę barionową, ale, jak zauważył Sacharow, symetria CP też musi zostać naruszona; we wszechświecie zachowującym CP każdy proces wytwa-

rzający bariony byłby zrównoważony przez związany z nim symetrią CP proces produkcji antybarionów.



Fot. 4. Andriej Sacharow (1921–89) w roku 1967 sformułował warunki konieczne do tego, by asymetria barion-antybarion była konsekwencją kosmicznej ewolucji (VNIIEF Muzeum i Archiwum; dzięki uprzejmości AIP Emilio Segrè Visual Archives).

Sacharow przede wszystkim zauważył, że wytworzenie niezerowej wypadkowej liczby barionowej może zajść jedynie wtedy, gdy wszechświat jest w stanie nierównowagi. Równe masy cząstek i ich antycząstek – zapewnione przez symetrię CPT – oznaczają, że jeśli cząstki jakiegoś rodzaju i ich antycząstki są w równowadze, to jest ich tyle samo. Natomiast gdy już powstała asymetria barion-antybarion, to procesy zmieniające liczbę barionową muszą być rzadkie, jeśli ta asymetria ma się utrzymywać. Artykuł Sacharowa był rewolucyjny; gdy go opublikowano, zasada zachowania liczby barionowej była wciąż silnie osadzona w kanonie fizyki teoretycznej.

Model Standardowy jest w pełni rozwiniętą teorią oddziaływań cząstek. Zawiera on człony zmieniające w wysokiej temperaturze liczbę barionową, jak również człony naruszające symetrię CP. Model ten spełnia wszystkie wymienione przez Sacharowa warunki bariogenezy. Należy jednak postawić pytanie, czy bariogeneza, która mogłaby z niego wynikać, prowadziłaby do obserwowanego w kosmosie nadmiaru barionów.

Wczesna wersja tego modelu była teorią z czterema kwarkami i czterema leptonami pogrupowanymi w dwa pokolenia cząstek. W roku 1973 Makoto Kobayashi i Toshihide Maskawa rozważali naruszenie symetrii CP w Modelu Standardowym [2]. Wykazali, że teoria z dwoma pokoleniami cząstek zachowuje CP, i udowodnili, że teoria trójpokoleniowa pozwalałaby na naruszenie CP. W tak uogólnionej teorii naruszenie CP jest opisywane przez pojedynczy parametr – względną

fazę w macierzy sprzężeń bozonu W między kolejnymi kwarkami up (ładunek $+2/3$) a kolejnymi kwarkami down (ładunek $-1/3$). Taka macierz dla trzech dwucząstkowych pokoleń kwarków nazywana jest macierzą CKM (od nazwisk: Cabibbo, Kobayashi i Maskawa) i jest uogólnieniem macierzy Cabibba z teorii dwupokoleniowej. W czasie, gdy większość fizyków odnosiła się sceptycznie do hipotezy czwartego kwarka, dodanie dwóch następnych wydawało się czystą fanaberią. W dodatku, jak zauważył Steven Weinberg, jest inny sposób wprowadzenia naruszenia CP do teorii dwupokoleniowej: można dodać zamiast dalszych kwarków więcej bozonów Higgsa [4].

Radykalna zmiana nastawienia nastąpiła w latach 1974–75. Jednym z powodów było odkrycie cząstek zawierających kwark powabny, co potwierdziło hipotezę czwartego kwarka pierwotnego Modelu Standardowego. Inną nową cząstką, lepton tau, wyprodukowano wraz z jej antycząstką w tym samym zakresie energii, co cząstki zawierające powab. Zatem gdy drugie pokolenie cząstek było już skompletowane, fizycy zobaczyli też trzeci lepton – trzecie pokolenie nie było już więc propozycją skrajną. Trójpokoleniowa teoria Kobayashiego i Maskawy stała się Modelem Standardowym, a naruszenie CP stało się zjawiskiem, które można było rozważać teoretycznie.

Czy pojedynczy parametr opisujący naruszenie CP w schemacie Kobayashiego–Maskawy to już wszystko? Wszystkie znane słabe rozpady kwarków są zgodne z pojedynczym zestawem parametrów Modelu Standardowego. Nowe pomiary i nowe obliczenia nadal weryfikują ten model i coraz dokładniej wyznaczają jego parametry. Jednakże obliczenia pokazują, że Model Standardowy nie daje dostatecznych podstaw do zadowalającego opisu kosmologicznej ewolucji asymetrii między materią i antymaterią! Konieczna jest jakaś modyfikacja teorii.

Wiele rozszerzeń teorii wprowadza oprócz dobrze już ugruntowanych trzech pokoleń fermionów dodatkowe cząstki Higgsa. We wszystkich tych teoriach to właśnie bogata różnorodność możliwych sprzężeń cząstek Higgsa nie tylko nadaje masy kwarkom, ale także określa schemat słabych sprzężeń kwarków i efektów naruszających CP w tych sprzężeniach. Inna modyfikacja, wymuszana przez rosnącą liczbę danych doświadczalnych [5], to przypisanie niezerowej masy neutrinom. Niezerowa masa neutrin pozwala na dodatkowe naruszenie CP w sektorze leptonowym, poza zwykłymi naruszeniami w sektorze kwarkowym Modelu Standardowego.

Przejścia fazowe

Naruszenie symetrii CP było tylko jednym z warunków Sacharowa na wytworzenie kosmicznej asymetrii materia–antymateria. Równie ważne było żądanie, by liczba barionowa nie była wielkością zachowywaną. Model Standardowy przewiduje, że procesy zmieniające liczbę barionową lub leptonową są możliwe. Pro-

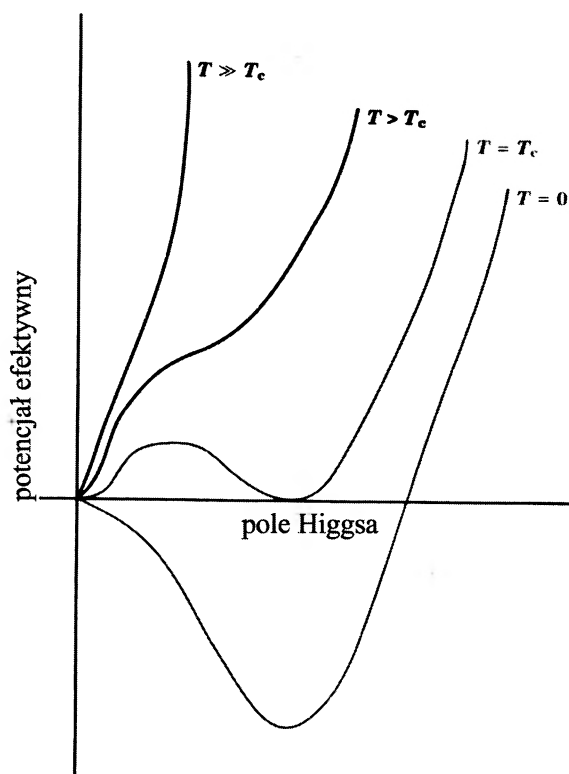
cesy te są skutkiem nieperturbacyjnych efektów wielocząstkowych i są bardzo rzadkie w temperaturach znacznie niższych niż temperatura odpowiadająca skali słabej (tj. energii rzędu masy bozonu Z , ok. 100 GeV), poniżej której oddziaływania słabe i elektromagnetyczne stają się znacząco różne. Ta rzadkość procesów, które zmieniają liczbę barionową, jest zgodna z szacowanym czasem połowicznego rozpadu protonu – większym niż 10^{32} lat. Natomiast w niezwykle wysokiej temperaturze wczesnego Wszechświata procesy zmieniające liczbę barionową zachodzą często i – w warunkach równowagi termodynamicznej – gwarantują, że bariony oraz odpowiadające im antybariony istnieją w równych ilościach.

Brak równowagi termodynamicznej konieczny do pojawienia się różnic w ilości materii i antymaterii może wystąpić na przykład wówczas, gdy Wszechświat ulega przejściu fazowemu. Taki scenariusz może prowadzić bezpośrednio do wytwarzania niezerowej całkowitej liczby barionowej. Przejścia fazowe następują wówczas, gdy Wszechświat podczas rozszerzania się ochładza się do pewnych krytycznych wartości temperatury. Interesujące nas przejście fazowe w bariogenezie według Modelu Standardowego zachodzi przy skali słabej, kiedy Wszechświat ostygnie na tyle, by w efektywnym potencjale pola Higgsa wytworzyło się globalne minimum przy niezerowej wartości tego pola (rys.) [6]. Masy wszystkich cząstek (z wyjątkiem samej cząstki Higgsa) są wytwarzane jako konsekwencja tego nowo powstałego minimum. Gdy Wszechświat ostygnie jeszcze bardziej, poniżej temperatury krytycznej, duża masa bozonów W oraz Z silnie tłumi procesy zmieniające liczbę barionową. Wskutek tego utrzymuje się każda nierównowaga materia–antymateria wytworzona podczas przejścia fazowego.

Bariogeneza w przejściu przy skali słabej wymaga przejścia fazowego pierwszego rodzaju, w którym tworzy się bąbel z wyraźną ścianą. Na zewnątrz bąbla średnia wartość pola Higgsa wynosi zero, ale wewnątrz ma ono niezerową wartość niskotemperaturową. Bąbel rośnie bardzo szybko. Nadwyżka materii nad antymaterią może się w nim pojawić, ponieważ naruszenie CP w sprzężeniach cząstka Higgs–fermion daje prawdopodobieństwa przenikania przez ścianę bąbla różne dla kwarków i antykwarków. Na zewnątrz bąbla kwarki i antykwarki są nadal w równowadze termodynamicznej, więc obszar zewnętrzny ma zerową wypadkową liczbę barionową.

Doświadczalne wartości dolnej granicy na masę cząstki Higgsa uzyskane w ciągu ostatnich dwóch lat [7] oznaczają, że scenariusz z przejściem fazowym w ramach Modelu Standardowego nie jest możliwy: odpowiednie przejście fazowe nie byłoby pierwszego rodzaju. Źródłem niepowodzenia może jednak być sama fizyka cząstek Modelu Standardowego, a nie idea przejścia fazowego. Na przykład, jeśli dodać drugie pole Higgsa do Modelu Standardowego, można odzyskać

warunki konieczne do przejścia fazowego pierwszego rodzaju. Ponadto, dodatkowe pole Higgsa może dać też dodatkowe efekty naruszające CP na granicy faz. Takie efekty są konieczne, aby scenariusz z bąblem zgadzał się z obserwacjami.



Potencjał efektywny pola Higgsa ewoluuje w miarę stygnięcia Wszechświata. W wysokiej temperaturze ($T \gg T_c$, $T > T_c$) potencjał ma jedno minimum, w którym pole Higgsa znika. Gdy temperatura maleje ($T = T_c$), rozwija się drugie minimum; temperatura krytyczna T_c jest zdefiniowana jako temperatura, dla której wartości potencjału efektywnego w tych dwóch minimumach są takie same. W temperaturze poniżej wartości krytycznej, odpowiadającej energii ok. 100 GeV, potencjał efektywny jest najmniejszy dla niezerowej wartości pola Higgsa. W konsekwencji cząstki mają niezerowe masy. Na rysunku pokazano potencjał efektywny dla $T = 0$.

Można badać bardziej złożone rozszerzenia Modelu Standardowego, m.in. teorie supersymetryczne i teorie wielkiej unifikacji. Lista pomysłów jest długa; mogą ją skrócić tylko dalsze eksperymenty w dziedzinie fizyki cząstek. Jeśli osiągną one wystarczająco duże wartości energii, w ich wyniku mogą zostać bezpośrednio wytworzone nowe cząstki przewidziane przez rozszerzone teorie. Wskazówek mogą również dostarczyć pośrednie poszukiwania przez testy zgodności przewidywań Modelu Standardowego (np. w rozpadach mezonów B). Obecne dane doświadczalne silnie ograniczają teorie, które dopuszczają bariogenezę w przejściu fazowym, ale ich nie wykluczają.

Rozpad neutrin o niezerowej masie

Drugi mechanizm nierównowagowego wytwarzania asymetrii materia–antymateria zakłada, że bardzo słabo oddziałująca cząstka masywna została wytworzona w gorącym wczesnym Wszechświecie i rozpadła się tak późno, że odwrotne procesy produkcji nie były już prawdopodobne. Naruszenie CP w rozpadzie takiej cząstki mogło wtedy wytworzyć nierównowagę materii i antymaterii w produktach jej rozpadu. Tego typu scenariusze są do przyjęcia i w istocie stanowią przedmiot wielkiego zainteresowania fizyków, odkąd już wiemy, że neutrina mają niewielkie masy. Teorie, które je wyjaśniają, na ogół przewidują też istnienie bardzo ciężkich, w zasadzie nieoddziałujących typów neutrin. Rozpad tych masywnych neutrin wytwarza niezerową wypadkową liczbę leptonową, a proces ten znamy pod nazwą leptogenezy.

Skąd fizycy wiedzą, że neutrina mają niezerową masę? Stany własne rozpadu słabego i stany własne masy lekkich neutrin nie są takie same. Obserwowalnym tego skutkiem są oscylacje neutrin. Neutrina są produkowane jako cząstki o określonym zapachu, ale ponieważ taki stan jest superpozycją stanów o różnych masach, „oscyluje” on do jakiegoś innego zapachu (i z powrotem). Efekty oscylacji zaobserwowano zarówno dla neutrin powstających w Słońcu, jak i produkowanych w rozpadach wtórnych cząstek promieniowania kosmicznego w górnych warstwach atmosfery (patrz *Physics Today*, lipiec 2002 r., s. 13 i sierpień 1998 r., s. 17).

Masy neutrin okazały się za małe, aby je zmierzyć bezpośrednio, ale obserwacje mówią fizykom coś o różnicach mas neutrin. Te różnice i parametry mieszania słabych oddziaływań zaczyna się badać. Podobnie jak w przypadku macierzy CKM, opisującej sprzężenia kwarków, macierz mieszania, która definiuje słabe sprzężenia naładowanych leptonów z neutrinami o określonej masie, może doprowadzić do naruszenia CP. Być może to naruszenie wytłumaczy asymetrię materia–antymateria Wszechświata.

Poza naruszeniem związanym z lekkimi neutrinami, naruszenie CP może wystąpić w sektorze neutrin bardzo ciężkich, pozwalając, by te drugie – produkowane we wczesnym Wszechświecie – rozpadały się w procesie, który prowadzi do niezerowej wypadkowej liczby leptonowej. Leptony mogą wtedy wyprodukować bariony w procesach opisywanych przez Model Standardowy, które zmieniają zarówno liczbę leptonową, jak i barionową, ale nie ich różnicę. Wynikiem byłby obserwowany nadmiar materii. Scenariusze leptogenezy zbadano w pewnej liczbie modeli teoretycznych, włącznie z rozszerzeniami Modelu Standardowego do teorii wielkiej unifikacji. Szczegóły zależą od konkretnego rozszerzenia. Można znaleźć modele zgodne z obserwowaną asymetrią materia–antymateria [8]; czas pokaże, czy inne aspekty ich przewidywań są zadowalające. Z pewnością stanowią one interesującą możliwość.

Testy doświadczalne

Fizycy cząstek nie poznali jeszcze wszystkich aspektów asymetrii między materią i antymaterią w podstawowych prawach fizyki. Wynikające z Modelu Standardowego naruszenie CP to nie wszystko; potrzebna jest jakaś nowa fizyka. Wiemy obecnie, że musimy dodać masy neutrin i że ten dodatek może przynieść dalsze parametry naruszające CP. Ale czy to wystarczy?

Niektórych odpowiedzi można szukać w laboratoriach fizyki wielkich energii. Wielki ogólnosiwiatowy trud zrozumienia fizyki mezonów B ma na celu objaśnienie naruszenia symetrii CP w sektorze kwarków. Fizyka ta dostarcza wspaniałego laboratorium do badania naruszenia CP, ponieważ zarówno mezony B_d , jak i B_s tworzą pary podobne do obojętnych mezonów K, tzn. stany własne zapachu mieszają się, aby utworzyć stany własne masy, co umożliwia czułe sprawdziany naruszenia CP. Ponadto, z powodu dużej masy kwarka b, mezony B mają wiele możliwych kanałów rozpadu, co pozwala opracowywać nadmiarowe metody wyznaczenia parametrów Modelu Standardowego. Jeśli wszystkie wyniki pomiarów okażą się zgodne z pojedynczym zestawem czterech parametrów, które definiują macierz CKM, to fizycy uzyskają precyzyjniej wyznaczone wartości tych parametrów. Jeśli nie, to być może dalsze badania wskażą na któryś z dodatków do Modelu Standardowego, a także pomogą nam zrozumieć bariogenezę.

Praca ta zaczęła się dobrze: fabryki mezonów B w laboratoriach SLAC i KEK przedstawiły pierwsze wyniki [9] i w ciągu następnych 5–10 lat możemy spodziewać się nowych interesujących danych (patrz *Physics Today*, wrzesień 2001 r., s. 19). Dane te zostaną uzupełnione przez inne wyniki eksperymentów z fizyki mezonów B w zderzaczach hadronowych. Dotychczasowe wyniki tych eksperymentów są zgodne z Modelem Standardowym [10], jest jednak mnóstwo miejsca na nowe odkrycia; na razie tylko w kilku kanałach rozpadu mezonów B ilość danych wystarcza do dokładnej analizy.

Dalsze eksperymenty mogą też wiele nauczyć fizyków o neutrinach. Nie wszystkie parametry sektora bardzo ciężkich neutrin można będzie wyznaczyć w eksperymentach zaplanowanych na najbliższą przyszłość. Natomiast nieznanne parametry sektora lekkiego mogą zostać ustalone. Trudno będzie jednak zaobserwować naruszenie CP w tym sektorze, a stopień trudności zależy od wartości jeszcze nie zmierzonych parametrów mieszania. To, czego się dowiemy, dostarczy ważnych ograniczeń modeli i scenariuszy leptogenezy.

Szczególnie wiele zawdzięczam pracy Abrahama Paisa, którego głęboka wiedza była bezcenna dla mnie – osoby niezajmującej się zawodowo historią nauki.

Tłumaczyła Magdalena Staszal
Instytut Fizyki Doświadczalnej
Uniwersytet Warszawski

Literatura

- [1] Wszystkie cytaty historyczne pochodzą z wykładu Abrahama Paisa, w: *Paul Dirac: The Man and His Work*, red. P. Goddard (Cambridge University Press, New York 1998).
- [2] M. Kobayashi, T. Maskawa, *Prog. Theor. Phys.* **49**, 652 (1973).
- [3] A.D. Sacharow, *J. Exp. Theor. Phys. Lett.* **5**, 24 (1967).
- [4] S. Weinberg, *Phys. Rev. Lett.* **37**, 657 (1976).
- [5] Przegląd i odnośniki do ważnych danych – patrz M.C. Gonzalez-Garcia, Y. Nir, www.arXiv.org/abs/hep-ph/0202058.
- [6] Przegląd – patrz A.G. Cohen, D.B. Kaplan, A.E. Nelson, *Annu. Rev. Nucl. Part. Sci.* **43**, 27 (1993).
- [7] Podsumowanie – patrz A. Raspereza, www.arXiv.org/abs/hep-ex/0209021.
- [8] Przegląd – patrz W. Buchmueller, w: *Proc. 2001 European School of High-Energy Physics, Beatenberg, Switzerland (26 Aug.–8 Sept. 2001)*, red. N. Ellis, J. March-Russell (CERN, Geneva, Switzerland 2002); www.arXiv.org/abs/hep-ph/0204288.
- [9] Przegląd z odnośnikami do nowych wyników – patrz Y. Nir, www.arXiv.org/abs/hep-ph/0208080.
- [10] F.J. Gilman, K. Kleinknecht, B. Renk, w: K. Hagiwara i in., *Phys. Rev. D* **66**, 010001 (2002); <http://pdg.lbl.gov/2002/kmmixrpp.pdf>.

■ Marek Urbanik

Urodził się w 1947 r. w Olkuszu, studiował astronomię na Uniwersytecie Jagiellońskim pod kierunkiem tak sławnych mistrzów, jak profesorowie Eugeniusz Rybka, Karol Koziół i Kazimierz Kordylewski. Od ukończenia studiów w 1969 r. do dziś pracuje w Obserwatorium Astronomicznym UJ. Doktorat obronił na UJ w 1978 r., habilitację uzyskał w 1987 r., a tytuł profesora nauk fizycznych otrzymał 8 lipca 2003 r.



Jego specjalnością naukową jest radioastronomia; wraz z utworzonym i kierowanym przez siebie zespołem zajmuje się fizyką galaktycznych pól magnetycznych, dążąc do stworzenia możliwie wielostronnego obrazu procesów w namagnesowanym środowisku międzygwiazdowym. Ideą przewodnią tych badań jest wykorzystanie środowiska międzygwiazdowego jako swoistego laboratorium współczesnej fizyki plazmy. We współpracy z partnerami z Niemiec i Francji zespół prowadzi zarówno prace modelowo-numeryczne nad ewolucją pól magnetycznych w galaktykach, jak i obserwacje pól magnetycznych i plazmy międzygwiazdowej przy użyciu największych radioteleskopów na świecie, dużych teleskopów optycznych i rentgenowskich obserwatoriów satelitarnych. Za najważniejszy wynik tych prac uważa wykazanie, że pola magnetyczne stanowią istotny czynnik sterujący większością procesów w środowisku międzygwiazdowym nawet w obiektach dotychczas uważanych za „niemagnetyczne”, jak galaktyki nieregularne, karłowate i ubogie w młode gwiazdy, oraz opracowanie „magnetycznej diagnostyki” przepływów plazmy galaktycznej.

Jest członkiem Międzynarodowej Unii Astronomicznej, Europejskiego Towarzystwa Astronomicznego, Polskiego Towarzystwa Astronomicznego i Komisji Astrofizyki PAU, stałym współpracownikiem Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Astronomisches Institut der Ruhr-Universität Bochum i Observatoire Paris-Meudon.

Jest żonaty od 34 lat, ma dwoje dzieci i dwoje wnucząt. Pasjonuje go etniczna muzyka i kultura Afryki i Azji, krótkofalarstwo (nasłuchowe, tzw. DX-ing), historia sztuki i literatura science fiction.

■ Małgorzata Śliwińska-Bartkowiak

Urodziła się w Chełmnie n. Wisłą w 1947 r. Studiowała fizykę na Wydziale Matematyki, Fizyki i Chemii UAM w Poznaniu. Od 1970 r. pracuje w Instytucie Fizyki UAM, gdzie obecnie jest kierownikiem Zakładu Fizyki Dielektryków. Pracę doktorską obroniła w 1977 r. (promotor prof. Tadeusz Hilczer), stopień doktora habilitowanego uzyskała w roku 1992, a tytuł naukowy otrzymała 5 marca 2004 r.



Odbyła staże zagraniczne w Instytucie Fizyki Uniwersytetu w Liège oraz na Cornell University. Wielokrotnie wyjeżdżała jako profesor-gość do ośrodków naukowych w USA, Francji, Belgii, Niemczech i Japonii.

Początkowo jej zainteresowania koncentrowały się wokół zagadnień związanych z fizyką cieczy i jej mieszanin, badanych głównie metodami dielektrycznymi. Wynikiem tych badań było znalezienie licznej grupy mieszanin wykazujących w ich fazie metatrwałej istnienie niejawnego punktu krytycznego wpływającego na ich własności fizykochemiczne w trwałej fazie ciekłej. Ostatnio zajmuje się – we współpracy z partnerami z USA – zmodyfikowanymi przejściami fazowymi w cieczach i ich mieszaninach zachodzącymi w matrycach nanoporowatych. Wykazała doświadczalnie, że w zależności od rodzajów i wymiarów porów przejściom fazowym topnienie–krzepnięcie cieczy w nanoporach towarzyszy pojawienie się nowych faz, w tym także fazy heksatycznej. Pozwoliło to na skonstruowanie diagramu fazowego wyjaśniającego zjawiska topnienia cieczy w nanoporach różnego rodzaju, wymiarów i kształtów. Opublikowane wyniki tych badań przedstawiono w 2002 r. w *Physical Review Focus*.

Jest autorem bądź współautorem około 60 prac naukowych, w tym kilku artykułów przeglądowych. Kierowała dwoma krajowymi (KBN) i sześcioma międzynarodowymi grantami badawczymi. Jest członkiem PTF (w latach 1994–98 była wiceprzewodniczącą Oddziału Poznańskiego), Material Research Society, a także American Institute of Chemical Engineering.

Jest mężatką, ma syna Marka – kardiochirurga. Interesuje ją literatura.

■ Andrzej Antoni Kowalczyk

Urodził się w 1948 r. w Toruniu. Studiował w latach 1965–70 na Wydziale Matematyki, Fizyki i Chemii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu, uzyskując tytuł magistra w zakresie fizyki teoretycznej. Od początku zatrudniony w Instytucie Fizyki UMK w zakładach doświadczalnych. Tu zrobił doktorat (1979, promotor prof. Ryszard Bauer) i habilitację (1994). Tytuł naukowy otrzymał 21 czerwca 2004 r. Obecnie jest kierownikiem Zespołu Fizyki Medycznej.



Początkowo zaangażował się w badanie szybkich procesów zachodzących w stanie wzbudzonej molekule luminescujących. Obiektem były barwniki do szerokopasmowych laserów barwnikowych, a potem sondy luminescencyjne stosowane do wyznaczania wewnątrzkomórkowych stężeń jonów wapnia, sodu i potasu – jonów mających podstawowe znaczenie dla funkcjonowania komórki.

Obecnie kieruje działalnością naukową utworzonego przez siebie w 1996 r. Zespołu Fizyki Medycznej. Najważniejszym sukcesem Zespołu są wyniki prac nad tzw. spektralną wersją tomografii optycznej. W serii pionierskich prac opisujących możliwości uzyskania obrazu tomograficznego na podstawie analizy prążków widmowych wykazano praktyczne znaczenie tej metody. Za pomocą skonstruowanego spektralnego tomografu optycznego otrzymano tomogramy komory przedniej i siatkówki oka ludzkiego *in vivo*.

Odbył staże podoktorskie na Wydziale Biologii The Johns Hopkins University (Baltimore, USA, 1980–81), w Patterson Institute for Cancer Research (Manchester, W. Brytania, 1983–84 i 1988–89) oraz spędził prawie rok na krótkoterminowych wyjazdach do Wydziału Chemii Katolickiego Uniwersytetu w Leuven (Belgia).

Wypromował dwoje doktorów. Jeden z nich otrzymał stypendium tygodnika *Polityka* oraz FNP.

Opublikowany dorobek obejmuje ogółem 82 pozycje, w tym jeden patent (pięć wniosków patentowych czeka na rozpatrzenie).

Ma żonę i dorosłą córkę oraz jednego wnuka.

■ Włodzimierz Kucharczyk

Urodził się w 1950 r. w Łodzi. Studiował fizykę na Wydziale Matematyki, Fizyki i Chemii Uniwersytetu Łódzkiego, gdzie w 1973 r. uzyskał magisterium w zakresie fizyki doświadczalnej. Od tego czasu do chwili obecnej pracuje w Instytucie Fizyki Politechniki Łódzkiej. Doktorat z nauk technicznych obronił w 1982 r. na Wydziale Elektrycznym Politechniki Łódzkiej (promotor prof. Jan Karniewicz), habilitował się w Instytucie Fizyki Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w 1993 r., a tytuł naukowy profesora nauk fizycznych otrzymał 21 czerwca 2004 r.



Jego specjalnością jest fizyka ciała stałego. Zajmuje się relacjami między strukturą kryształu i zjawiskami zarówno związanymi z wkładem sieci krystalicznej, jak i czysto elektronowymi. Część jego prac ma charakter teoretyczny i dotyczy nieliniowych zjawisk optycznych w nowych materiałach. Prowadzi doświadczalne badania liniowych i nieliniowych zjawisk elektrooptycznych, opracowując nowe metody ich badania. Zajmuje się analizą warunków pracy urządzeń wykorzystujących kryształy wykazujące właściwości nieliniowe, bada także wpływ zewnętrznych oddziaływań na bieg wiązek światła w kryształach.

W latach 1993–95 prowadził badania w University of Natal w Republice Południowej Afryki. W następnych latach wielokrotnie wyjeżdżał, także jako profesor-gość, do University of Natal oraz do Instituto Politécnico Nacional w Meksyku.

Jest autorem lub współautorem 57 publikacji w czasopiśmie międzynarodowych oraz wielu komunikatów na konferencjach naukowych. Był promotorem lub współpromotorem (University of Natal) trzech prac doktorskich. Trzykrotnie otrzymywał Nagrodę Ministra Edukacji Narodowej za osiągnięcia naukowe.

W latach 1995–96 był prodziekanem ds. nauki Wydziału Fizyki Technicznej, Informatyki i Matematyki Stosowanej Politechniki Łódzkiej. Od 2002 r. jest zastępcą dyrektora Instytutu Fizyki PŁ ds. naukowych.

Ma żonę Annę (fizyka) i córkę Dorotę. Pasje: wspinaczka i chodzenie po górach (z biegiem lat nieco niższych i łatwiejszych), narty i kajaki.

Idee chemii kwantowej

Lucjan Piela: *Idee chemii kwantowej*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2003, s. 1137.

Niniejszy tekst stanowi jedynie próbę recenzji, bo książka prof. Lucjana Pielei jest pozycją bardzo trudną do oceny i to z kilku powodów. Po pierwsze dlatego, że zawiera 1119 stron (bez skorowidzów), 15 rozdziałów, 24 dodatki, setki rysunków i notek biograficznych. Także dlatego, że nie jest podręcznikiem, tj. pozycją, którą poleca się studentom na którymś tam roku studiów chemii czy fizyki. Nie jest dlatego, że zgromadzony w niej materiał nie może być wyłożony w jednorocznym kursie jakiegoś przedmiotu, np. chemii kwantowej, i nie mieści się w standardach oraz zaleceniach MENiS dla studiów chemii czy fizyki, co jest niezmiernie ważne w dobie akredytacji i wymagań Państwowej Komisji Akredytacyjnej. Nie jest również monografią, gdyż ta wymaga (co sugeruje tytuł) uwzględnienia wszystkich aspektów omawianego zagadnienia, natomiast *Idee chemii kwantowej* pomijają zupełnie problem dynamiki stanów kwantowych i zagadnienia wynikające z zależnego od czasu równania Schrödingera. Co prawda w rozdz. 2.3 i następujących (s. 74–87) zagadnienie to jest omawiane, ale jego rozwiązania są dyskutowane przy przyjęciu elementarnego przybliżenia Diraca. Natomiast to, co naprawdę jest ciekawe, można uzyskać dopiero po uwzględnieniu szerokości własnej linii czy stosując formalizm Heitlera i Ma (por. np. A. Messiah, *Quantum Mechanics* (Wiley, 1958) czy inne zaawansowane podręczniki mechaniki kwantowej). Podjęcie na tym poziomie zagadnienia zależnego od czasu jest absolutnie konieczne, gdy chce się zrozumieć dynamikę przemian kwantowych na dowolnym poziomie, a szczególnie spektroskopię femtosekundową, która otworzyła nowe możliwości badań mikroświata.

Czym więc jest książka prof. Pielei? Otóż jest ona pięknym i kompletnym kompendium najnowszej wiedzy z zakresu stacjonarnej chemii kwantowej struktury elektronowej. Ewentualną zasługą Autora jest zebranie wszystkich wątków tego zagadnienia w jednym miejscu i opatrzenie ich swoim komentarzem. To autorskie spojrzenie, niezależnie od tego, czy czytelnik się z nim zgadza, czy nie, stanowi niekwestionowaną wartość omawianej pozycji. Wartościowe jest również zaopatrzenie poszczególnych rozdziałów w przypisy, spis używanych terminów, streszczenie – bardzo syntetyczne – omawianego uprzednio zagadnienia i informacje podzielone na działy „Z frontu badań”, „Ad futurum – co może być w przyszłości”, „Dalsza lektura” oraz „Próbujemy sił”.

Takie zakończenie rozdziałów ma istotne walory dydaktyczne. Gdy mowa o tej sprawie – Autor proponuje zapoznanie się z materiałem zawartym w książce za pomocą schematu zwanego „drzewem” (s. XXI oraz rewers strony tytułowej). Pomysł świetny, ale nie do końca dopracowany. Dla kogoś, kto po raz pierwszy sięga po tę pozycję, „drzewo” jawi się jako płatanina ścieżek, nie-

malże labirynt. Trzeba mieć świadomość, że po tę książkę będą sięgać również studenci, którzy prawie na pewno spotykają się z wieloma zagadnieniami po raz pierwszy. Potrzebna im jest ustna instrukcja wykładowcy korzystającego z tej pozycji, jak znajdować potrzebną ścieżkę zdobywania wiadomości, a to nie jest optymalne rozwiązanie.

Z uznaniem należy podkreślić omówienia tak ważnych zagadnień, jak najnowsze metody chemii kwantowej, metoda CI z rozszerzeniem (rozdz. 10.1 i 10.2), metody niewariacyjne z wyznacznika Slatera (rozdz. 10.3), teorie funkcjonału gęstości (rozdz. 11), a także, co jest warte wyraźnego podkreślenia, omówienie udziałów zjawisk relatywistycznych w chemii kwantowej (rozdz. 3, p. „Wędrówki poza równanie Schrödingera”). Tego ostatniego zagadnienia nie znajduje się w żadnej innej pozycji z zakresu chemii kwantowej.

Ważnym elementem książki jest omówienie oddziaływań międzymolekularnych (rozdz. 13) ze wszystkimi szczegółami, łącznie z oddziaływaniem nieaddytywnym (rozdz. 13.9), a także akceptorowo-donorowej teorii reakcji chemicznych (rozdz. 14.5 i następane) i doprowadzenie tego zagadnienia do nieliniowej dynamiki reakcji chemicznych (rozdz. 15.12), ale jedynie na poziomie równań fenomenologicznych, bez jakiegokolwiek próby powiązania go z teorią struktury elektronowej pozwalającą obliczyć choćby energie progów reakcji czy funkcje termodynamiczne (por. np. R.F. Nalewajski, *Podstawy i metody chemii kwantowej* (PWN, 2001)). To nie jest optymalne przedstawienie tego zagadnienia i różni się wyraźnie od pozostałych części omawianej książki.

W sumie *Idee chemii kwantowej* prof. L. Pielei są wspaniałym kompendium wiedzy z zakresu współczesnej stacjonarnej chemii kwantowej struktur elektronowych. Jak każde kompendium, może być ono wykorzystywane przez pracowników nauki, doktorantów (osobiście uważam, że jest to najwłaściwszy adresat książki), wreszcie również przez studentów, ale prowadzonych przez wykładowcę, bo opanowanie takiej ilości informacji samodzielnie jest niemożliwe.

Na koniec tych rozważań jeszcze jedna uwaga. Istotnym mankamentem omawianej pozycji jest marginesowe potraktowanie problemów ruchów atomów w cząsteczce, czyli tego, co prowadzi do spektroskopii rotacyjno-wibracyjnej. Kilka szczegółowych uwag zamieszczam na końcu mojego omówienia; tutaj chciałbym zwrócić uwagę na jedną ogólną sprawę. Po zapoznaniu się z rozdz. 6 i 7 czytelnik może odnieść mylne wyobrażenie, że te zagadnienia zostały ostatecznie rozwiązane i niczego nowego w tym zakresie nie można już zrobić. Była to prawda o naszym stanie wiedzy w tym zakresie do lat 70., potem zmienił się on dramatycznie za sprawą wprowadzenia spektrometrów IR z interferometrem Michelsona–Morleya, dzięki czemu rozdzielczość zmieniła się z 10^{-1} cm^{-1} (typowej dla lat 70.) na 10^{-5} cm^{-1} (!!!) w latach 80. Ten skok dokładności rejestracji widm wymusił zupełnie nowe podejście teoretyczne do ruchów wewnętrznych, gdyż

równania oparte na schematach Darlinga–Dennisona czy Wilsona–Deciusa–Crossa kompletnie się załamały (por. prace Bunkera, Hougena, Coxona, Bernatha czy ostatnio Molskiego, również: P. Bunker, *Molecular Symmetry and Spectroscopy* (Academic Press, 1979) czy opracowania, które wymieniam trochę niżej). Ten fragment książki jest w moim odczuciu najłabiej opracowany. A w ogóle pojawia się pytanie, czy należało tę sprawę poruszać, przecież książka zajmować się ma (tak głosi tytuł) chemią kwantową, a nie teoretyczną, do której należy spektroskopia rotacyjno-wibracyjna.

Na koniec kilka szczegółowych uwag.

s. 14: Nie wydaje mi się, aby na tym poziomie wprowadzenie mechaniki kwantowej przez postulaty było właściwe. Można to zrobić znacznie lepiej i w sposób bardziej pogłębiony (por. np. klasyczne podręczniki mechaniki kwantowej Messiaha, Dawydowa, Landaua i Lifszycy itp.).

s. 32: Przy omawianiu zasady Heisenberga (1.21) warto zaznaczyć, że ta zależność definiuje również kwadrat fluktuacji, co pozwala na pogłębione zrozumienie tej zasady.

s. 231 (rozdz. 6.4): Konieczne jest podkreślenie, że wzór (6.21) jest słuszny jedynie dla układów dwuatomowych (lub dających się do takich sprowadzić). Ogólnie należy uwzględnić również siłę Coriolisa, która mocno komplikuje schemat omówiony w tym rozdziale (por. R.B. Shirt, *J. Chem. Phys.* **85**, 4949 (1986)).

s. 245 i nast. (cały rozdz. 6.7): Warunki Eckarta można zastosować tylko w szczególnych przypadkach (por. G.O. Sorensen, *Topics Curr. Chem.* **82**, 99 (1979), B.T. Sutcliffe, *Mol. Phys.* **49**, 561 (1983), F.B. Brown, N.G. Charles, *J. Chem. Phys.* **55**, 4481 (1971)). Dla drgań anharmonicznych i o dużej amplitudzie (LAV), tj. w obrębie spektroskopii wysokorozdzielczej, takie podejście jest źródłem poważnych błędów. Z tego względu stosuje się zmienne niezmiennicze względem transformacji od układu wirującego do laboratoryjnego (por. B.T. Sutcliffe, w: *The Dynamics of Molecule*, red. E.C. Wooley (Plenum Press, N.Y. 1982), N.C. Handy, *Mol. Phys.* **61**, 561 (1983)). Taki opis pozwala na właściwe uwzględnienie wszystkich sił działających w układzie wirującym, co jest konieczne dla poprawnej interpretacji widm IR.

Jeszcze jedna sprawa, po której Autor trochę za bardzo się prześlizgnął. Chodzi o postać hamiltonianu rotacyjno-wibracyjnego w postaci Podolskiego. Otóż ta postać, choć mocno skomplikowana, musi być stosowana, bo tylko ona gwarantuje niezmienniczość normy funkcji rotacyjno-wibracyjnej w obu układach, tj. laboratoryjnym i wirującym.

s. 262: Temat przejść bezpromienistych potraktowany jest marginesowo, choć zagadnienie to jest istotne dla dyskusji wewnątrzcząsteczkowego transportu energii. Sądzę, że jest to konsekwencja potraktowania po macoszemu problemów zależnych od czasu.

s. 265: Bardzo ogólnie potraktowano sprzężenia wibronowe, które w współczesnej spektroskopii, nie tylko UV-VIS, ale również IR, grają istotną rolę w interpretacji widm kompleksów czy polimerów.

s. 297 (rozdz. 7.5): Brakuje mi stwierdzenia, że teoria drgań normalnych to bardzo szczególny i uproszczony opis znacznie ogólniejszej teorii drgań (por. książka Bunkera cytowana powyżej), który może być stosowany jedynie dla widm niskorozdzielonych, bo już średnio-, a co dopiero wysokorozdzielone wymagają uwzględnienia drgań o dużej amplitudzie czy drgań lokalnych.

Reasumując, fizycy i chemicy otrzymali w postaci książki prof. Pieli kompendium wiedzy z najważniejszych działów chemii kwantowej, w którym zasadniczy nacisk położony został na analizę stacjonarnej struktury elektronowej z minimalnym zwróceniem uwagi na ruchy wewnętrzne jąder, tj. na stany rotacyjno-wibracyjne. W głównym swoim nurcie książka ta jest znakomita, napisana językiem jędrnym, co powoduje, że łatwo się ją czyta, uzupełniona o materiał dodatkowy. Przydałyby się jeszcze tabelki ilustrujące zgodność omawianych teorii z danymi doświadczalnymi. Tego porównania teorii z eksperymentem mocno brakuje.

Książkę tę polecam z całym przekonaniem tym, którzy są zainteresowani teoretycznym opisem stacjonarnych struktur elektronowych cząsteczek czy kryształów.

Jerzy Konarski

Wydział Chemii UAM
Poznań

■ Tytuły profesorskie

Tytuł naukowy profesora nauk fizycznych, nadany przez Prezydenta Rzeczypospolitej Polskiej, otrzymali w dniu 21 czerwca 2004 r.: Irina Dymnikowa (UW-M, Olsztyn), Andrzej Antoni Kowalczyk (UMK), Włodzimierz Władysław Kucharczyk (PŁ), Adam Jerzy Makowski (UMK), Robert Olkiewicz (UWr) i Krzysztof Witold Wojciechowski (IFM PAN, Poznań).

■ Polska członkiem ESRF

Z dniem 1 lipca 2004 r. Polska stała się członkiem Europejskiego Konsorcjum Synchrotronowego w Grenoble (European Synchrotron Radiation Facility, ESRF). Nasz wkład stanowić będzie 0,6% budżetu Konsorcjum. Fundusze na ten cel zostały przyznane przez Komitet Badań Naukowych i będą przesyłane za pośrednictwem Instytutu Fizyki PAN. W dniu 16 kwietnia 2004 r. zostało podpisane średnioterminowe porozumienie między dyrektorem IF PAN, prof. Jackiem Kossutem, ze strony polskiej i prof. Billem Stirlingiem, dyrektorem naczelnym, oraz dr. Helmutem Krechem, dyrektorem administracyjnym, ze strony Konsorcjum. Naukowcy polscy uzyskali więc oficjalny dostęp do najlepszego w Europie i jednego z trzech najlepszych na świecie źródeł promieniowania synchrotronowego o dużej energii, wyposażonego w najnowocześniejszą aparaturę pomiarową.



Prof. Stirling, dyrektor naczelny ESRF, w rozmowie z polską delegacją (od lewej: autorka notatki, Jacek Kossut i Bogdan Kowalski)

Podstawowym celem działalności ESRF jest wytwarzanie i dostarczanie promieniowania synchrotronowego w szerokim przedziale energii (od energii miękkiego promieniowania rentgenowskiego do promieniowania γ), ogromnej jasności i doskonałej stabilności wiązki. W 46 stacjach badawczych można prowadzić badania podstawowe i stosowane z zakresu fizyki, chemii, biologii molekularnej i innych nauk przyrodniczych, a także materiałoznawstwa. Aparaturę pomiarową konstruuje wiele renomowanych firm, a potrzeby jej budowy wymuszają i stymulują postęp w optyce rentgenowskiej oraz metodach detekcji, rejestracji i analizy danych. Owocuje to możliwo-

ścią przeprowadzania nowatorskich eksperymentów, których nie można byłoby wykonać poza ESRF. W ośrodku zatrudnionych jest ok. 600 osób (pochodzących z krajów tworzących Konsorcjum), a rocznie ok. 3500 przyjeżdża w celu prowadzenia badań.

ESRF jest międzynarodowym instytutem naukowym, skupiającym aktualnie 18 państw. Zgodnie z konwencją, podpisaną w 1988 r. przez kraje założycielskie, działa na podstawie prawa francuskiego jako przedsiębiorstwo niedochodowe. Zarząd, który tworzą delegaci z państw członkowskich, ustala plany i nadzoruje pracę ESRF. Pierwszych 15 linii badawczych udostępniono naukowcom we wrześniu 1994 r. Faza budowy źródła została zakończona w 1998 r. Obecnie wszystkie stacje badawcze można wykorzystywać 24 godziny na dobę przez 7 dni w tygodniu. Ich opis techniczny można znaleźć na stronie internetowej www.esrf.fr. Dwa razy do roku zbierane są propozycje naukowych projektów badawczych z krajów tworzących Konsorcjum. Projekty ocenia w niejawnej procedurze specjalnie powołany międzynarodowy zespół niezależnych specjalistów. Trzech spośród naukowców prowadzących zaakceptowany eksperyment ma prawo do zwrotu kosztów podróży i pobytu w ESRF.

Pełne członkostwo w Konsorcjum mają następujące kraje: Francja, Niemcy, Włochy, Wielka Brytania, Hiszpania, Szwajcaria oraz konsorcja BENESYNC (składające się z Belgii i Holandii) i NORDSYNC (Dania, Finlandia, Norwegia, Szwecja). Status członka stowarzyszonego mają Portugalia, Izrael i Austria. Średnioterminowe porozumienia zostały zawarte z Polską, Czechami i Węgrami (konsorcjum CENTRALSYNC).

Obecność polskich naukowców (zarówno pracujących w kraju, jak i za granicą) w projektowaniu źródeł, budowie stacji oraz badaniach poznawczych i stosowanych z wykorzystaniem promieniowania synchrotronowego jest w skali światowej znacząca. Każda ze stacji badawczych stanowi oddzielne laboratorium, a budowa i wyposażenie często stanowi przedsięwzięcie inwestycyjne realizowane wspólnie przez kilka krajów, co wraz z postępem technicznym wymaga też nakładów na modernizację. Takiego obciążenia finansowego nie mogą udźwignąć samodzielnie nawet duże laboratoria krajów wysokorozwiniętych. Kosztowna aparatura badawcza powinna być wydajnie wykorzystywana. Integracja europejskich użytkowników zapewnia pełne wykorzystanie aparatury, udział zaś Polski w tym laboratorium jest na pewno efektywnym wykorzystaniem społecznych funduszy przeznaczonych na wspomaganie badań naukowych. Dobrze o tym przypomnieć – w tym roku mija 10 lat od pierwszego wystąpienia Polskiego Towarzystwa Promieniowania Synchrotronowego w tej sprawie do KBN.

Krystyna Ławniczak-Jabłońska

■ Pamięci Władysława Natansona

Polska Akademia Umiejętności oraz Archiwum Nauki PAN i PAU urządziły w Krakowie wystawę poświęconą

pamięci Władysława Natanson (1864–1937), wybitnego fizyka, profesora i rektora Uniwersytetu Jagiellońskiego, członka PAU. Zgromadzono bardzo dużo dokumentów przedstawiających historię rodziny Natansonów, rozwój naukowy Władysława, jego kontakty z uczonymi zagranicznymi, przyjaźnie z elitą intelektualną Krakowa, działalność w PAU i na UJ, w organizacjach międzynarodowych. Pokazano listy od znanych fizyków (m.in. od Einsteina, Plancka, pp. Curie, Smoluchowskiego), korespondencję, którą prowadził jako rektor UJ w sprawie zakupu gruntów dla Uniwersytetu (obecnie stoi na nich m.in. Instytut Fizyki UJ). Kuriozalny może wydać się obecnemu pokoleniu wydany w 1919 r. przez policję krakowską paszport, jakiego używał w podróży do Brukseli na posiedzenie założycielskie Międzynarodowej Rady Badań Naukowych – jest to po prostu kartka papieru z tekstem francuskim i polskim oraz fotografią.



Z okazji otwarcia wystawy odbyło się posiedzenie naukowe PAU, na którym fizycy przedstawili niektóre najistotniejsze osiągnięcia naukowe Władysława Natanson (m.in. prof. Andrzej Fuliński mówił o prekursorskich pracach z termodynamiki procesów nieodwracalnych, a prof. Józef Spałek – o pracach ze statystyki kwantowej, które wyprzedziły znane prace o statystyce Bosego–Einsteina). Inne referaty dotyczyły działalności literackiej i filozoficznej, a także jego wybitnych zasług dla PAU i UJ. Referaty będą opublikowane w wydawnictwie PAU pod redakcją prof. Adama Strzałkowskiego.

B. W.

■ Kryształowa Brukselka w Bronowicach

Międzynarodowa konferencja „Badania, Innowacyjność – Wzrost Gospodarczy”, którą zorganizował Krajowy Punkt Kontaktowy Programów Badawczych Unii Europejskiej oraz Ministerstwo Nauki i Informatyzacji, była okazją do podsumowania udziału polskich zespołów w 6. Programie Ramowym. Kapituła powołana przez ministra nauki, prof. Michała Kleibera, wyróżniła najbardziej aktywnych i najlepszych uczestników pierwszych

konkursów 6. Programu. W tegorocznej edycji nagrody w postaci Kryształowej Brukselki przyznano w następujących kategoriach: szkoły wyższe, Polska Akademia Nauk, jednostki badawczo-rozwojowe, duże przedsiębiorstwa, małe i średnie przedsiębiorstwa oraz nagroda indywidualna. Podstawą nominacji była analiza statystyk udziału w Programie. Brano pod uwagę liczbę zgłoszonych oraz zaakceptowanych wniosków, rodzaj projektów, wielkość przyznanych funduszy unijnych. Duże znaczenie w ocenach miała nominacja ośrodka na centrum doskonałości. Wręczenie Kryształowych Brukselk odbyło się w Warszawie 26 kwietnia 2004 r.

W kategorii najlepszych instytutów badawczo-rozwojowych I nagrodę otrzymał Instytut Fizyki Jądrowej im. Henryka Niewodniczańskiego (obecnie IFJ PAN) w Krakowie. W 6. Programie IFJ realizuje 4 projekty badawcze – jeden jako koordynator i trzy jako uczestnik badań.



Zbigniew Stachura (z dyplomem), Andrzej Budzanowski (dyrektor IFJ, z Brukselką), Paweł Olko i Krzysztof Parliński przed budynkiem IFJ w krakowskich Bronowicach (fot. Erazm Maria Dutkiewicz)

Projekt koordynowany przez IFJ nosi nazwę CELLION i dotyczy badania reakcji komórek na bombardowanie pojedynczymi jonami. Uczestniczy w nim 10 poważnych instytucji z Wielkiej Brytanii, Francji, Niemiec, Szwecji, Włoch i Polski (IFJ oraz Collegium Medicum UJ). Dotacja Unii na cały projekt wynosi 2 750 000 euro, z czego na IFJ przypada 332 000 euro. Głównym koordynatorem

projektu jest dr Zbigniew Stachura (pomaga mu w tym dr Janusz Lekki). Największe szkody takie bombardowanie może wywołać w przypadku trafienia w jądra komórkowe lub mitochondria – dochodzi wtedy do uszkodzenia DNA. Reakcja układu komórek na taki bodziec może być różna, np. komórki trafione protonami próbują naprawić uszkodzenie. Niekiedy obserwuje się też uszkodzenia nie-naświetlonych komórek wyłącznie na skutek przekazywania sygnałów między komórkami. Może się też zdarzyć, że uszkodzenie nie zostaje zauważone przez mechanizm kontrolny komórki; powstają wtedy mutacje, a ich wielokrotnianie prowadzi do nowotworu. Badania mają na celu określenie ryzyka wywołania raka przez małe dawki promieniowania jonizującego oraz znalezienie optymalnych metod terapii jonowej raka (w zakresie medycyny prace koordynuje prof. Jerzy Stachura z Collegium Medicum UJ).

IFJ uczestniczy też w trzech innych projektach 6. Programu. Są to:

- projekt MAESTRO, którym kieruje dr Jean-Philippe Nicola (CAE, Francja), dotyczący metod i nowoczesnych urządzeń do symulacji i leczenia w onkologii radiacyjnej (koordynatorem w IFJ jest dr hab. Paweł Olko);

- projekt DYNASYNC (kierownik: prof. Józef Korecki z Instytutu Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN); przy użyciu promieniowania synchrotronowego prowadzone są badania dynamiki w nanomateriałach (koordynatorem w IFJ jest prof. Krzysztof Parliński);

- projekt CAMTOPH, koordynowany przez CERN i dotyczący narzędzi oraz metod obliczeniowych dla fizyki przy zderzaczach ciężkich jonów LHC (koordynator w IFJ: prof. Stanisław Jadach).

Dalsze dwa wnioski projektowe IFJ uzyskały już pozytywne oceny recenzentów i prawdopodobnie też będą finansowane z 6. Programu Ramowego.

Małgorzata Nowina Konopka

■ Nazwa pierwiastka 111

W maju 2004 r. Komisja Nazewnictwa Chemii Nieorganicznej Międzynarodowej Unii Chemii Czystej i Stosowanej (IUPAC) zarekomendowała Radzie tej Unii zaaprobowanie nazwy roentgenium i symbolu Rg dla pierwiastka o liczbie atomowej 111, zaproponowanych przez odkrywców. Nazwa ta ma uczcić Wilhelma Conrada Roentgena, który za odkrycie promieni X (dokonane w 1895 r.) otrzymał w 1901 r. pierwszą Nagrodę Nobla w dziedzinie fizyki

Wydaje się, że ze względu na znaczenie promieniowania rentgenowskiego nazwa ta ma wszelkie szanse na zatwierdzenie przez Radę IUPAC, do której kompetencji takie zatwierdzenie należy.

Pierwiastek 111 został odkryty w 1994 r. (patrz artykuł w *Postęпах Fizyki* **46**, 431 (1995)) przez międzynarodowy zespół fizyków, działający w instytucie ciężkich jonów GSI w Darmstadtzie (Niemcy).

Adam Sobiczewski

■ Naruszenie parzystości w rozpraszaniu elektron–elektron

W maju 2004 r. opublikowano nowe wyniki doświadczeń ze SLAC-u (Stanford Linear Accelerator Center), w których po raz pierwszy zostało zaobserwowane naruszenie parzystości w elastycznym rozpraszaniu elektronów na elektronach (rozpraszaniu møllerowskim). Poszerza to naszą wiedzę o oddziaływaniach słabych.

Symetria parzystości zakłada, że doświadczenia w świecie odbitym w lustrze, tzn. takim, w którym trzy przestrzenne osie miałyby zamienione zwroty, powinny wyglądać tak samo, jak w naszym. Trzy z czterech znanych oddziaływań – grawitacyjne, elektromagnetyczne i silne – zachowują tę symetrię. Czwarte oddziaływanie – słabe – symetrię parzystości narusza, co po raz pierwszy zaobserwowano w latach pięćdziesiątych XX w. w rozpadach jąder kobaltu. Od tego czasu niezachowanie parzystości stwierdzono również m.in. w przejściach między poziomami energetycznymi atomów oraz w anihilacji par elektron–pozyton, dotychczas nie było ono jednak obserwowane w niskoenergetycznym rozpraszaniu elektron–elektron.

Sprawdzeniem Modelu Standardowego jest dokładny pomiar słabych prądów neutralnych, które mogą być interpretowane w jego ramach jako wymiana bozonu Z^0 . Podczas gdy większość badań takich zjawisk wykonano przy dużych energiach – gdy siły oddziaływań elektromagnetycznych i słabych są porównywalne – dokładne poszukiwania nowej fizyki przy energiach rzędu TeV wymagają również znajomości własności oddziaływań słabych przy małych przekazach czteropędu ($Q^2 \ll M_Z^2$, gdzie M_Z jest masą bozonu Z^0).

Jedną z klas takich pomiarów to badanie rozpraszania spolaryzowanej wiązki elektronów na niespolaryzowanej tarczy, przy czym wyznacza się współczynnik asymetrii $A_{PV} = (\sigma_R - \sigma_L)/(\sigma_R + \sigma_L)$, gdzie σ_R i σ_L oznaczają przekroje czynne na rozpraszanie elektronów o spinach równoległych i antyrównoległych do kierunku padania wiązki. Niezerowa wartość tej wielkości świadczy o naruszeniu symetrii parzystości. Badacze ze SLAC-u użyli tarczy z ciekłym wodorem. Wcześniejsze pomiary A_{PV} – przy większych energiach wiązki i dla tarczy z deuteru – były trudne do interpretacji z powodu dużych niepewności teoretycznych związanych z opisem hadronów tarczy. W opisywanym tu rozpraszaniu elektron–elektron nie ma takich problemów – przekroje czynne są dość duże, a niepewności teoretyczne niewielkie (wiązka elektronów rozproszonych na protonach tarczy została przestrzennie oddzielona od elektronów møllerowskich).

W rozpraszaniu elektronów przy małych energiach najważniejsze jest ich oddziaływanie elektromagnetyczne, które zachowuje parzystość. Wartość A_{PV} różna od zera wynika więc wyłącznie ze słabego oddziaływania elektronów. Zależy ono od sprzężenia elektronu ze słabymi prądami neutralnymi. Z eksperymentu wynika, że słaby ładunek elektronu Q_W^e , czyli wielkość analogiczna do zwykłego ładunku i będąca miarą oddziaływania słabego mię-

dzy dwoma elektronami, wynosi $-0,053 \pm 0,009$ (stat) $\pm 0,006$ (syst), co jest w dużej zgodności z przewidywaniami teoretycznymi: $-0,046 \pm 0,003$. W ramach Modelu Standardowego na podstawie znajomości Q_W^e można wyznaczyć weinbergowski kąt mieszania: $\sin^2 \theta_W(M_Z^2)_{\overline{MS}} = 0,2293 \pm 0,0024$ (stat) $\pm 0,0016$ (syst) $\pm 0,0006$ (teor) (wartość Q^2 w eksperymencie wynosiła $0,026 \text{ GeV}^2/c^2$).

W doświadczeniu zatem nie tylko potwierdzono istnienie oddziaływań naruszających symetrię parzystości, ale dokonano – pierwszego bezpośredniego i ilościowego – pomiaru słabego ładunku elektronów. Spójność z przewidywaniami teoretycznymi narzuca ograniczenia na nową fizykę przy skalach TeV porównywalne pod względem dokładności i komplementarne z innymi doświadczeniami dotyczącymi słabych prądów neutralnych przy małym Q^2 . Na przykład, na podstawie tego eksperymentu można stwierdzić, że ewentualne, nieobecne w Modelu Standardowym słabe oddziaływania elektronów o lewych chiralnościach byłyby (z poziomem ufności 95%) charakteryzowane skalą masową nie mniejszą niż 5 TeV.

Phys. Rev. Lett. **92**, 181602 (2004)
www.slac.stanford.edu/exp/e158/

M. W.

■ Zerowa rozszerzalność cieplna

Od ponad stu lat znany jest materiał, który w pewnym zakresie temperatury prawie nie wykazuje rozszerzalności cieplnej. W 1896 r. Charles-Édouard Guillaume odkrył taką cechę związku żelaza i niklu $\text{Fe}_{0,65}\text{-Ni}_{0,35}$. Poszukiwania materiału o zerowym współczynniku rozszerzalności w temperaturze pokojowej zaczęły się we Francji w XIX w. – chodziło o znalezienie takiego materiału na lufy armatnie, żeby nie deformowały się one już po kilku strzałach. Odkrycie inwaru (tak nazwano ten stop) miało ogromne znaczenie dla metrologii (m.in. wzorce długości) i zachęciło do poszukiwań jeszcze innych nierozszerzających się substancji. Za swoje badania Guillaume otrzymał w 1920 r. Nagrodę Nobla z fizyki.

Niedawno w Uniwersytecie Stanu Michigan stworzono inny materiał o podobnych własnościach. Jest to trójskładnikowy związek YbGaGe , który w zakresie 100–400 K prawie się nie rozszerza. Pasmo 4p galu przekrywają się z wąskimi pasmami 4f iterbu. W niskiej temperaturze jon Yb^{2+} ma konfigurację $4f^{14}$. Wraz ze wzrostem temperatury gęstość elektronów pasma 4f przenosi się na pasmo 4p galu i zmienia konfigurację iterbu na Yb^{3+} ($4f^{13}$). Jon iterbu kurczy się, ale wielkość jonu Ga pozostaje prawie stała, dlatego rozszerzalność cieplna znika w zakresie 100–400 K.

Zastosowania materiałów o znikającym współczynniku rozszerzalności cieplnej są bardzo różne. Stosuje się je np. do wytwarzania przejść metal–szkło używanych w aparaturze próżniowej, podkładek układów scalonych,

przewodnic falowych, części teleskopów. Zależnie od zastosowania muszą one mieć odpowiednią charakterystykę.

Phys. J. **2**, nr 12 (2003)

B. W.

■ Trójkąt bermudzki dla satelitów?

Japoński satelita Midori-2 przestał nagle działać i odbierać sygnały, gdy w październiku 2003 r. orbitował nad wschodnim krańcem Oceanu Spokojnego. To nie był pierwszy taki przypadek. W tym obszarze zdarzyło się już kilka awarii satelitów.

Przypuszcza się, że powodem może być niezwykle małe natężenie ziemskiego pola magnetycznego w tym rejonie. Tory przybywających od Słońca cząstek naładowanych są odchylane przez pole magnetyczne Ziemi. Widocznie nad wschodnim Pacyfikiem jest ono słabe i cząstki przenikając głęboko w atmosferę niszczą urządzenia elektroniczne satelitów.

Europejska Agencja Badań Kosmicznych (ESA) planuje wypuścić nad ten obszar trójkę satelitów pod nazwą Swarm (Rój), które będą z dużą dokładnością mierzyć, jak pole magnetyczne Ziemi zmienia się z upływem czasu. Pomiaru mają się rozpocząć w 2009 r. Uzyskane wyniki mogą pomóc w zrozumieniu, skąd się biorą anomalie pola, które przerwały działanie Midori-2. Satelity Roju będą poruszać się po różnych orbitach – dwa z nich na wysokości 450 km, a trzeci na wysokości 530 km. Wszystkie będą wyposażone w magnetometry i będą mierzyć jednocześnie natężenie pola magnetycznego nad różnymi obszarami. Umożliwi to uzyskanie dokładniejszych informacji niż z pomiarów na powierzchni Ziemi i pozwoli na odróżnienie, jaki jest wkład od ziemskiego jądra, a jaki z innych źródeł, np. powierzchniowych skał magnetycznych, pola elektrycznego jonosfery i magnetosfery.

Phys. World **17**, nr 7 (2004)

B. W.

■ Konferencja optyki stosowanej

W maju 2005 r. odbędzie się we Wrocławiu wspólna konferencja Sekcji Optyki PTF oraz Niemieckiego Towarzystwa Optyki Stosowanej (DGaO). Konferencje DGaO odbywają się co roku. Biorą w nich udział nie tylko pracownicy naukowcy, lecz również przedstawiciele optycznego przemysłu niemieckiego. Konferencje te odbywają się z reguły w Niemczech, choć w ostatnich 25 latach niektóre konferencje zostały zorganizowane wspólnie przez dwa kraje (obok Niemiec także Francję, Austrię lub Szwajcarię). Konferencja polsko-niemiecka odbędzie się po raz pierwszy. Wydaje się, że stworzy to dużą możliwość nawiązania współpracy między środowiskami optyków w Polsce i w Niemczech.

Wstępne informacje są dostępne w Internecie pod adresem ptf-dgao.if.pwr.wroc.pl.

Henryk Kasprzak

WARUNKI PRENUMERATY

Cena prenumeraty krajowej w 2005 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. Informacji o prenumeracie ze zleceniem dostawy za granicę udziela Dział Prenumerat i Współpracy z Zagranicą, ul. Jana Kazimierza 31/33, 01-248 Warszawa, tel. (+4822) 5328731, e-mail: prenumerata@okdp.ruch.com.pl, Internet: www.ruch.pol.pl.

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 19 1020 1097 0000 7802 0001 3128 lub w Biurze Zarządu Głównego PTF. Dostawa *Postępów Fizyki* następuje drogą pocztową pod wskazany adres.

III. ODDZIAŁY PTF

Opłata roczna 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 (for details see <http://www.ruch.pol.pl>).

NOWE KSIĄŻKI

- Bernard Ziętek, *Optoelektronika*, Wydawnictwo UMK, Toruń 2004, s. 566.
- Donald Fenna, *Jednostki miar – Leksykon*, tłum. z jęz. angielskiego pod redakcją Barbary Pierzchalskiej; Świat Książki, Warszawa 2004, s. 325.
- Andrzej Huczko, *Nanorurki węglowe*, BEL Studio Sp. z o.o., Warszawa 2004, s. 475.
- Zofia Kosturkiewicz, *Metody krystalografii*, Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań 2004, s. 203.
- Zbigniew Kotulski i Wojciech Szczepiński, *Rachunek błędów dla inżynierów*, WNT, Warszawa 2004, s. 268, cena 45 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 1993 r.,
- materiały dodatkowe, uzupełniające treść niektórych artykułów,
- materiały XXXV Zjazdu Fizyków Polskich w Białymstoku w 1999 r. i XXXVI Zjazdu Fizyków Polskich w Toruniu w 2001 r.
- PEŁNE TEKSTY WYBRANYCH ARTYKUŁÓW:
 - Wolfgang Ketterle – Gdy atomy zachowują się jak fale: kondensacja Bosego–Einsteina i laser atomowy
 - Janusz Zakrzewski – Na 50-lecie odkrycia hiperjader
 - Andrzej Krasieński – Jak powstawała teoria względności
 - Janusz Zakrzewski – Częstki Modelu Standardowego: co nowego?
 - Raymond Davis Jr. – Pół wieku z neutrinami słonecznymi
 - Masatoshi Koshiba – Narodziny astrofizyki neutrin
 - Riccardo Giacconi – Narodziny astronomii rentgenowskiej
- NOWOŚĆ: archiwum zawierające spisy treści *PF* z lat 1949–1992

WKRÓTCE W *POSTĘPACH*

- *Wykłady noblowskie Anthony’ego Leggetta i Witalija Ginzburga*
- *Jerzy Kijowski o fizyce matematycznej i niektórych korzyściach płynących z jej uprawiania*
- *Wspomnienia o Józefie Werlem i Sławomirze Chojnackim*
- *Stefan Pokorski i Krzysztof Turzyński o oddziaływaniach elementarnych i Wszechświecie*
- *Barbara M. Terhal, Michael M. Wolf i Andrew C. Doherty o splątaniu kwantowym*



Światowy Rok Fizyki

Zgromadzenie Ogólne ONZ ogłosiło rok 2005 Międzynarodowym Rokiem Fizyki. W rezolucji przyjętej 10 czerwca br., uznając zasadniczą rolę fizyki w wyjaśnianiu zjawisk przyrody oraz znaczenie fizyki dla gospodarczego i kulturalnego rozwoju społeczeństw, Zgromadzenie Ogólne ONZ poparło organizowanie obchodów Międzynarodowego Roku Fizyki i zachęciło wszelkie ośrodki nauki i kultury do jak najszerzej współpracy z Towarzystwami Fizycznymi w organizacji tych obchodów.

Udział w obchodach Międzynarodowego Roku Fizyki zgłosiły już 63 kraje z całego świata. Celem nadrzędnym, jaki stawiają sobie organizatorzy, jest całoroczna promocja fizyki, ukazanie istotnej roli, jaką odgrywa ona w życiu społeczeństw. W Polsce obchody Światowego Roku Fizyki w imieniu Polskiego Towarzystwa Fizycznego nadzoruje Krajowy Komitet Organizacyjny, którego przewodniczącą jest autorka tego komunikatu. Honorowy patronat nad obchodami ŚRF w Polsce objął Prezydent RP Aleksander Kwaśniewski. Patronat medialny sprawuje Program 1 TVP.

Uroczyste rozpoczęcie obchodów w Polsce nastąpi o północy z 31 grudnia 2004 na 1 stycznia 2005 r. na Balu u Fizyków na Wydziale Fizyki Politechniki Warszawskiej. PTF planuje wiele imprez na terenie całego kraju oraz uczestnictwo w różnych imprezach międzynarodowych.

Największa część programu ŚRF2005 skierowana będzie do szerokiej publiczności, a szczególnie do ludzi młodych – młodzieży szkolnej i studentów – zainteresowanych problematyką nauk ścisłych oraz ich roli cywilizacyjnej i gospodarczej. Planuje się wiele imprez centralnych, które będą się odbywać na terenie całego kraju, m.in.:

- konkurs fizyczno-fotograficzny „Fotografujemy zjawiska fizyczne”,
- konkurs na przygotowanie najlepszej prezentacji multimedialnej popularyzującej zjawisko fizyczne,
- konkurs na przygotowanie strony internetowej „Jak to działa?”,
- wykonanie ogólnopolskiego doświadczenia fizycznego przez uczniów szkół średnich, przy współpracy z TVP1.

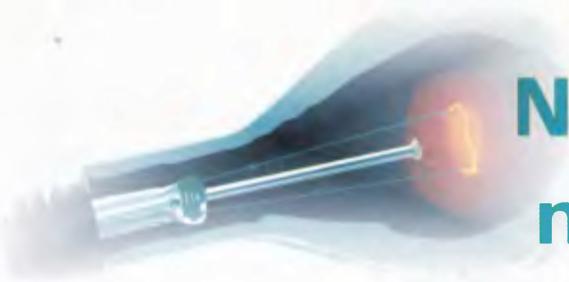
Zostanie nagranych kilka programów telewizyjnych o roli i przyszłości poszczególnych działów fizyki: fizyka w medycynie, fizyka w środkach przekazu informacji, przyszłość energetyki, fizyka w ochronie środowiska i fizyka atmosfery, fizyka pojazdów dziś i jutro.

Wielu nauczycieli z całej Polski przygotowuje własne projekty zgłoszone do Komitetu Organizacyjnego ŚRF2005, mające na celu organizację lokalnych konkursów, turniejów wiedzy, pokazów doświadczeń oraz spotkań młodzieży z fizykami z dużych ośrodków naukowych.

W dniach 11–16 września 2005 r. odbędzie się w Warszawie XXXVIII Zjazd Fizyków Polskich, a w drugiej połowie września – IX Festiwal Nauki. Planowana jest także organizacja międzynarodowych konferencji naukowych, m.in. konferencji „Foton 2005”, która odbędzie się w Warszawie na przełomie sierpnia i września 2005 r. Pierwszego dnia tej konferencji wykład popularny wygłosi profesor Roger Penrose. Przy okazji konferencji na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego przewidywane jest zorganizowanie wystawy poświęconej Marii Skłodowskiej-Curie i Albertowi Einsteinowi.

Polska będzie także uczestniczyć w imprezach międzynarodowych, m.in. w programie „Fizyka oświetla świat”. Więcej szczegółów można znaleźć na stronie fizyka2005.fuw.edu.pl/index2.php.

Marta Kicińska-Habior



Nowe lasery w naszej ofercie



32 OPO
55 OPO
66 OPO
UV-M-1
UV-D-1
UV-D-1

Impulsowe przestrajalne systemy laserowe
Spektroskopia, LIDAR, LIBS, PLD, PIV
Czyszczenie powierzchni, medycyna

200 400 600 800 1500



Lasery na ciele stałym, TEM₀₀
375, 405, 440, 460, 488, 635 nm



Miniaturowy laser ekscimerowy
157, 193, 248, 308 nm



Eurotek International Sp. z o. o. (od 1992 r.)

Al. Lotników 32/46, 02-668 Warszawa

Tel./faks: (22) 843 79 40 / 843 61 43, inbox@eurotek.com.pl