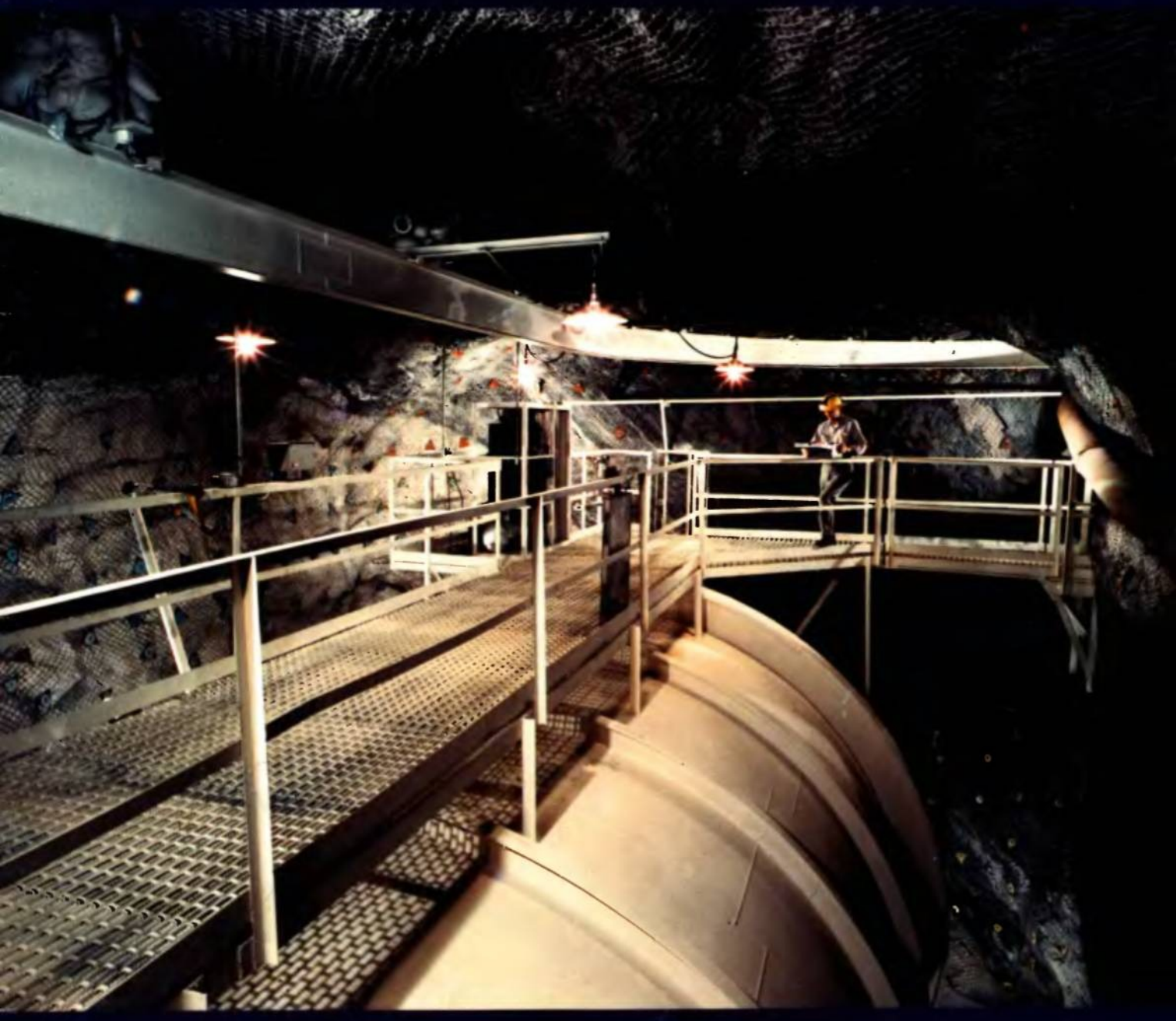
tom **54** zeszyt **5** rok **2003** nr indeksu **369721** cena **12 zł** (0% VAT)

POSTĘPY FIZYKI

Dwumiesięcznik Polskiego Towarzystwa Fizycznego



25 lat w Postępach

Neutrina słoneczne

Fizyk-rewolucjonista

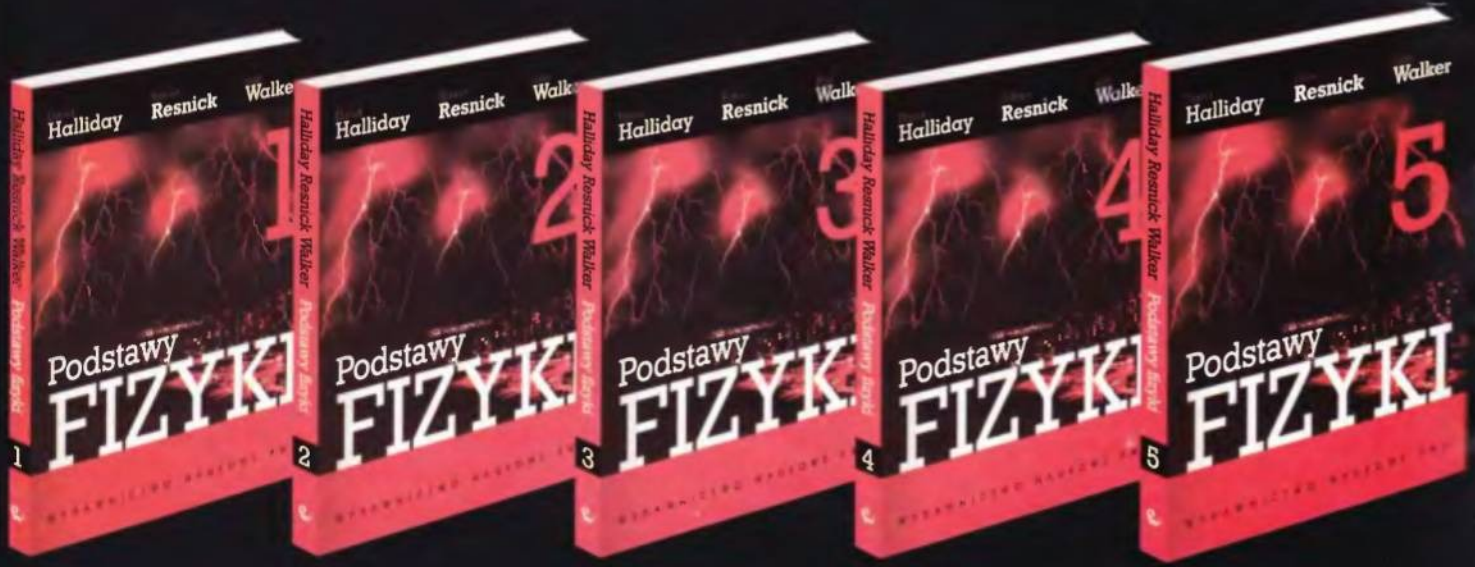
RESNICK HALLIDAY

REAKTYWACJA

David **Halliday** Robert **Resnick** Jearl **Walker**

PODSTAWY FIZYKI 1-5

kompletny, nowoczesny podręcznik fizyki nareszcie po polsku
aparat matematyczny ograniczony do niezbędnego minimum
teoria poparta licznymi przykładami
pytania i zadania sprawdzające po każdym rozdziale
przejrzysty układ tekstu; wspaniała szata graficzna
kolorowe, sugestywne ilustracje wzbogacające i uzupełniające wykład
nowość – najważniejsze zagadnienia fizyki współczesnej
podstawowy podręcznik dla studentów i uczniów; nieoceniona pomoc dla nauczycieli



WYDAWNICTWO NAUKOWE PWN • www.pwn.pl • 0 801 351 929

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 Staszel, 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), Stanisław Zachara (Gdańsk), Roman Bukowski (Gliwice), Krystian Roleder (Katowice), Małgorzata Wysocka-Kunisz (Kielce), Jacek Bieroń (Kraków), Elżbieta Jartych (Lublin), Urszula Garuska (Łódź), Ewa Pawelec (Opole), Lidia Skibińska (Poznań), Małgorzata Klisowska (Rzeszów), Małgorzata Kuzio (Słupsk), Janusz Typek (Szczecin), Józefina Turło (Toruń), Aleksandra Miłosz (Warszawa), Bernard Jancewicz (Wrocław), Justyna Jankiewicz (Zielona Góra)

POLSKIE TOWARZYSTWO FIZYCZNE

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

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

PRZEWODNICZĄCY ODDZIAŁÓW PTF
Andrzej Maziewski (Białystok), Stefan Kruszewski (Bydgoszcz), Danuta Płusa (Częstochowa), Eugeniusz Czuchaj (Gdańsk), Andrzej Klimasek (Gliwice), Karol Kołodziej (Katowice), Janusz Braziewicz (Kielce), Reinhard Kulessa (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

A. Sobiczewski – Ćwierć wieku w *Postępach Fizyki* 187
R. Davis Jr. – Pół wieku z neutrinami słonecznymi 191
G. Brona – Po co nam fizyka cząstek elementarnych? 202
A. Kojevnikov – Lew Landau: fizyk i rewolucjonista 206
WSPOMNIENIA: Jan Blinowski (1939–2002), Krzysztof Marcin Ernst (1940–2003), Jacek Mayer (1944–2003) 213
NOWI PROFESOROWIE 220
ZE ZJAZDÓW I KONFERENCJI 221
RECENZJE 222
LISTY DO REDAKCJI 223
KRONIKA 224

Drodzy Czytelnicy!

Zeszyt, który dziś składamy w Państwa ręce, jest szczególny – otwierają go wspomnienia i refleksje prof. Adama Sobiczewskiego, długoletniego redaktora naczelnego Postępów, który przez całe ćwierćwiecze nie tylko dbał o utrzymanie wysokiego poziomu czasopisma, ale także nieustannie go podnosił. Jesteśmy dumni i szczęśliwi, że mogliśmy pracować i rozwijać się pod jego kierunkiem; w dalszym ciągu zresztą Profesor bierze udział w zebraniach redakcyjnych i jako redaktor honorowy wspiera nas radą w najważniejszych kwestiach.

Zwracam także Państwa uwagę na zmiany w składzie Rady Redakcyjnej Postępów, której w dalszym ciągu przewodniczy prof. Andrzej K. Wróblewski. Na miejsce Panów Profesorów Jerzego Czerwonki, Marka Demiańskiego, Stanisława Hoffmanna i Franciszka Kaczmarka, którym serdecznie dziękujemy za współpracę w minionych latach, rozszerzone zebranie Zarządu Głównego PTF powołało prof. Mieczysława Budzyńskiego, prof. Andrzeja Dobka, dr. hab. Witolda Daniela Dobrowolskiego i prof. Adama Kiejnę; dwoje dotychczasowych członków, dr Zofia Gołąb-Meyer i prof. Józef Szudy, pozostaje dalej w składzie Rady. Nie wątpię, że współpraca z nią będzie w dalszym ciągu miła dla komitetu redakcyjnego i pożyteczna dla Postępów.

Tak się złożyło, że na przełomie października i listopada, w okresie Zaduszek, publikujemy nieco więcej niż zwykle wspomnień o naszych Kolegach zmarłych w ostatnich kilkunastu miesiącach. Są one po części bardzo osobiste, dzięki czemu stają się oni bliżsi tym Czytelnikom, którzy nie mieli szczęścia ich poznać.

Jerzy Gronkowski

Na okładce:
Widok zbiornika z perchloroetylenem w kopalni Homestake, stanowiącego detektor neutrin w eksperymencie opisanym przez Raymonda Davisa w jego wykładzie noblowskim – patrz s. 191. (Dzięki uprzejmości Brookhaven National Laboratory).

Nowy Zarząd Główny

Zebranie delegatów w czasie XXXVII Zjazdu Fizyków Polskich w Gdańsku we wrześniu 2003 r. wybrało na kadencję 1.1.2004–1.1.2006 nowy Zarząd Główny PTF i Komisję Rewizyjną.

Zarząd Główny PTF: prezes – Maciej Kolwas (Warszawa), wiceprezesi – Katarzyna Chałasińska-Macukow (Warszawa) i Reinhard Kulessa (Kraków), sekretarz generalny – Helena Białkowska (Warszawa), skarbnik – Marek Kowalski (Warszawa), członkowie – Bernard Jancewicz (Wrocław), Franciszek Krok (Warszawa), Maria Mucha (Łódź), Andrzej Ptok (Katowice), Barbara Sagnowska (Kraków) i Mirosław Trociuk (Włodawa).

Skład Komisji Rewizyjnej: przewodniczący – Andrzej Zięba (Kraków), sekretarz – Witold Dobrowolski (Warszawa), członkowie – Mirosław Drozdowski (Poznań), Marian Kuźma (Rzeszów) i Jerzy Rutkowski (Łódź).

Nagrody PTF 2003

Medal Mariana Smoluchowskiego za rok 2003/2004 otrzymali:

prof. Andrzej Białas (UJ) za wybitne osiągnięcia w fenomenologii cząstek elementarnych oraz stworzenie szkoły fizyki teoretycznej w Krakowie;

prof. Stefan Pokorski (UW) za wybitne osiągnięcia w teorii cząstek elementarnych oraz stworzenie szkoły fizyki teoretycznej w Warszawie.

Nagrody za wyróżniające się prace magisterskie otrzymali:

Nagrodę I stopnia im. Arkadiusza Piekary – mgr Katarzyna Bolonek za pracę „Minimalizacja zasady nieoznaczoności w niekomutatywnej mechanice kwantowej" wykonaną pod kierunkiem prof. Piotra Kosińskiego w Katedrze Fizyki Teoretycznej II Wydziału Fizyki i Chemii Uniwersytetu Łódzkiego;

Nagrodę II stopnia – mgr Krzysztof Inglot za pracę „Budowa mikroskopu polaryzacyjnego do obserwacji warstw Langmuira pod kątem Brewstera" wykonaną pod kierunkiem prof. Danuty Bauman w Katedrze Spektroskopii Optycznej Wydziału Fizyki Technicznej Politechniki Poznańskiej;

Nagrodę III stopnia – mgr Krzysztof Końca za pracę „Analiza obrazu pomiaru poziomu uszkodzeń DNA metodą elektroforezy pojedynczych komórek" wykonaną pod kierunkiem dr. Zbigniewa Kozy w Instytucie Fizyki Teoretycznej Wydziału Fizyki i Astronomii Uniwersytetu Wrocławskiego.

Nagrodę za popularyzację fizyki otrzymał zespół: dr Jerzy Jarosz, dr Aneta Szczygielska i mgr Janina Pawlik (Uniwersytet Śląski) za wybitne osiągnięcia w popularyzacji fizyki.

Nagrody dla wyróżniających się nauczycieli:

Nagroda im. Grzegorza Białkowskiego – mgr Ludwik Lehman (II LO w Głogowie) za zorganizowanie szkolnego obserwatorium astronomicznego i rozwijanie zainteresowań uczniów fizyką i astronomią;

nagroda II stopnia – ex aequo mgr Elżbieta Zawistowska (Zespół Szkół Ogólnokształcących nr 1 w Warszawie) i mgr Anna Hartleb (I LO im. Jędrzeja Śniadeckiego w Pabianicach) za pracę z uzdolnioną młodzieżą odnoszącą sukcesy w olimpiadach fizycznych;

nagroda III stopnia – mgr Mirosław Łoś (Zespół Szkół Publicznych w Cząstkowie Mazowieckim) za upowszechnianie zainteresowania fizyką.

Wyróżnienia dla nauczycieli otrzymali:

mgr Małgorzata Kaczorowska-Litak (IX LO im. Mikołaja Kopernika w Lublinie) za współpracę z europejskimi szkołami w nauczaniu fizyki;

mgr Marek Lipiński (I LO im. K. Brodzińskiego w Tarnowie) za zorganizowanie masowej imprezy „Fizyka na Scenie".

Niebywały rekord

Henryk Wrembel osiągnął niebywały rekord działalności w naszym Towarzystwie. Był przez 20 lat (10 kolejnych kadencji!) przewodniczącym Oddziału Słupskiego PTF. Był także organizatorem i członkiem założycielem tego Oddziału.

W wyniku jego niezwykłej aktywności i oddania sprawom Towarzystwa liczba członków Oddziału wzrosła od początkowych 20 osób do ponad 100 w najlepszej epoce Oddziału. Wtedy też co piąty nauczyciel wyróżniany nagrodą PTF wywodził się z terenu działania Oddziału Słupskiego, a wśród finalistów światowych olimpiad fizycznych bywali zwycięzcy Słupskich Turniejów Fizycznych. Obecnie liczba członków Oddziału znacznie spadła (do ok. 30).

Henryk Wrembel przez wiele lat pracował w słupskiej WSP. Obecnie jest profesorem niepaństwowej uczelni WPSTiH w Bydgoszczy.

Redakcja *Postępów* składa ustępującemu Przewodniczącemu serdeczne gratulacje.

Dalsze informacje z życia Towarzystwa na stronie 212

Ćwierć wieku w *Postępach Fizyki*

Adam Sobiczewski

Instytut Problemów Jądrowych im. A. Sołtana, Warszawa

A quarter of century in *Postępy Fizyki*

Abstract: Reflections on various events, problems, accomplishments and difficulties in editing *Postępy Fizyki* during 25 years (1977–2003), when the author was the editor of this journal, are presented.

1. Wstęp

Kończąc ponaddwudziestopięcioletni okres działalności jako redaktor naczelny *Postępów Fizyki*, chciałbym podziękować wszystkim, którzy pomagali mi i wspierali w tej pracy oraz podzielić się z Czytelnikami kilkoma refleksjami z tego okresu. Będą to raczej luźne refleksje, a nie jakieś systematyczne i pełne omówienie wydarzeń związanych z *Postępami* w tym czasie.

2. Początki

Gdy w grudniu 1977 r. prof. Zdzisław Wilhelmi (będący wówczas prezesem Polskiego Towarzystwa Fizycznego (PTF)) zaproponował mi funkcję redaktora *Postępów Fizyki* (*PF*), Redakcja nie miała ani swojego pomieszczenia, ani sekretarki – działała w gabinecie prof. Przemysława Zielińskiego (ówczesnego redaktora *PF*) i korzystała z pomocy jego sekretarki (Pani Herminy Anders). Chyba bardzo dobrze się stało, że ja nie miałem ani odpowiedniego lokalu, ani sekretarki, bo w ten sposób Redakcja uzyskała, choć z pewnym trudem, byt niezależny od swojego aktualnego redaktora. Otrzymaliśmy początkowo mały, ciemny pokój Oddziału Warszawskiego PTF, a po wielu latach – większy, umożliwiający pewne rozszerzenie naszej działalności. Mogliśmy także zatrudnić na pół etatu sekretarkę (Panią Joannę Staręgę, a potem, od roku 1980, Panią Ewę Lipkę). Wszystko to naturalnie staraniem Zarządu Głównego PTF, przy życzliwym współdziałaniu władz Wydziału Fizyki UW. Własny lokal umożliwił nam, oprócz zorganizowania minimalnego warsztatu pracy, gromadzenie zeszytów *Postępów* z ubiegłych lat, oddawanych nam przez niektórych prenumeratorów czy ich rodziny. Stworzyło to chyba jedyne obecnie archiwum *Postępów*, z którego mogą biblioteki różnych uczelni uzyskać brakujące im zeszyty czy nawet utworzyć nowe zbiory w nowo powstałych placówkach związanych z fizyką. Posiadanie własnego lokalu istotne było także w późniejszym uruchomieniu w Redakcji i prowadzeniu do dziś komputerowego składu *PF*.

3. Kontakt ze środowiskiem

Każdy redaktor i każdy członek zespołu redakcyjnego takiego pisma jak *Postępy* ma wielki problem łączenia pracy redakcyjnej z działalnością naukową i dydaktyczną. Nie jest to łatwe, ale chyba nieuniknione, bo tylko taka osoba może dobrze rozumieć i autorów, i czytelników, spośród których zdecydowana większość jest związana z jednym lub drugim czy też z oboma rodzajami tej działalności. Ma on też wtedy większą szansę dobrej znajomości środowiska, dla którego przecież to pismo istnieje, i oddziaływania z nim. Nigdy w zespole redakcyjnym *Postępów* w omawianym okresie nie było osoby, która nie miałaby dużego doświadczenia w jednej z tych dwóch rodzajów działalności (a z reguły w obydwu). Zresztą nie było w tym nic specjalnie nowego, bo warunek ten był chyba zawsze w *Postępach* spełniony. Warto było jedynie uświadomić go sobie i przestrzegać. Staraliśmy się też, by członkowie zespołu reprezentowali możliwie wiele działów fizyki, a nawet i instytucji. Tutaj naturalnie, przy małym zespole redakcyjnym, jakaś szersza reprezentacja w samej Redakcji nie jest możliwa, a pewnie i niekonieczna. Konieczne jest tylko bardzo bliskie współdziałanie z całym środowiskiem. I tu trzeba z przyjemnością powiedzieć, że w środowisku tym nigdy nie brakowało i nie brakuje ludzi, na których zawsze można było i nadal można liczyć, gdy potrzebny jest jakiś artykuł z reprezentowanej przez nich dziedziny, tłumaczenie, recenzja książki, wspomnienie, przeprowadzenie rozmowy, napisanie notatki, słowem, gdy trzeba coś w tym zakresie dla pisma przygotować. Ważne jest tylko, by wiedzieć, do kogo w danej sprawie trzeba się zwrócić. Ten życzliwy stosunek środowiska do *Postępów* stanowił dla nas zawsze wielkie oparcie i zachętę do działania. Pewien kontakt z całym środowiskiem fizyków mieliśmy i mamy dzięki korespondentom oddziałów PTF, choć nie wszyscy z nich byli jednakowo aktywni i zaangażowani. Myślę, że Oddziały powinny bardzo starannie dokonywać ich wyboru, gdyż mogą i powinni oni odgrywać większą rolę w przedstawianiu na forum całego środowiska problemów, wydarzeń,

osiągnięć i trudności występujących na ich terenie. Naszemu kontaktowi ze środowiskiem pomaga także Rada Redakcyjna, której członkowie również reprezentują różne działy fizyki i różne ośrodki naukowe w kraju.

4. Tradycja a rozwój, różne role pisma

Sądzę, że rolą każdego nowego redaktora jest możliwie staranne zachowanie dorobku poprzednich redakcji, wszystkiego, co było w tym dorobku najwartościowsze, a dopiero następnie dbanie o dalszy rozwój pisma, sprostanie różnym nowym wyzwaniom czasu.

Gdy zaczynałem pracę w *Postępach* w 1977 r., do zachowania dotychczasowego dorobku zachęcała dość długa już tradycja pisma, istniejącego od 1949 r. Było też od kogo się uczyć. Poprzednimi redaktorami *Postępów* byli świetni fizycy (w nawiasie podajemy lata kierowania przez nich pismem): Szczepan Szczeniowski (1949–51), Stefan Pieńkowski (1952–53), Ludwik Natanson (1954–59), Jan Weyssenhoff (1960–72) i Przemysław Zieliński (1973–77). Zachowaniu dorobku bardzo sprzyjają też możliwie niegwałtowne zmiany, możliwie łagodne, ciągłe przejścia między kolejnymi redakcjami. Przy zmianie redaktora w 1977 r. ciągłość tę zapewniła osoba Pani dr Barbary Wojtowicz-Natanson, niezwykle zaangażowanej i doświadczonej członkini zespołu redakcyjnego. Także bardzo bliski kontakt, utrzymywany przez dłuższy czas z samym prof. Przemysławem Zielińskim (poprzednim redaktorem) i doktorem Zygmuntem Ajdukiem (członkiem poprzedniego zespołu redakcyjnego) bardzo pomógł nam w zachowaniu tego dorobku.

Z rzeczy nowych staraliśmy się o nieco bardziej przejrzystą strukturę zeszytu, jego treści, przez wprowadzenie nowych działów. Staraliśmy się też, by każdy zeszyt był możliwie wielostronny, by zapełniał możliwie wiele z tych działów, by był w nim jakiś artykuł z działu podstawowego, jakaś nowość naukowa, ale i jakieś wspomnienie z przeszłości, coś ze spraw nauczania, sprawozdanie z konferencji czy recenzja książki. Absolutnie stałym, bardzo poczytnym działem była i jest Kronika, prowadzona przez Panią dr Barbarę Wojtowicz. Z reguły też zamieszczaliśmy (w dziale Różne) jakieś mniej typowe artykuły. Radzi byliśmy i jesteśmy listom do Redakcji. Wprowadziliśmy dział (niezbyt często zapełniany), który uważamy (chyba wspólnie z Czytelnikami) za bardzo ważny: Rozmowy. Przedstawiamy w nim treść rozmów przeprowadzanych z nestorami fizyki w Polsce, osobami, którym wszyscy bardzo wiele zawdzięczamy, a od których i my, i ci, co przyjdą po nas, bardzo wiele mogą się dowiedzieć i nauczyć. Wielu spośród nich nie ma już dziś wśród nas, ich przesłanie jednak szczęśliwie zostało.

Myślę, że do przesłań tych warto od czasu do czasu zajrzeć i zastanowić się nad nimi. Wiele z ich treści nie straciło na aktualności. Przypomnijmy więc, jakie rozmowy czy fragmenty rozmów pojawiły się w *Postępach* (numer zeszytu i rok podajemy w nawiasie). Były to rozmowy z: Aleksandrem Jabłońskim (1–2/1982), Janem Wesołowskim (6/1983), Marianem Mięsowiczem (1/1984), Arkadiuszem Piekarą (2/1984 i 3/1984), Szczepanem Szczeniowskim (4/1984), Stanisławem Ulamem i Markiem Kacem (5/1984), Włodzimierzem Ścisłowskim (6/1984), Władysławem Kapuścińskim (2/1985), Leonardem Sosnowskim (1/1986), Wilhelminą Iwanowską (4/1988), Ignacym Adamczewskim (6/1988), Tadeuszem Skalińskim (2/1989), Józefem Hurwicem (3/1991), Stanisławem Mrozowskim (6/1991), Romanem Stanisławem Ingardenem (4/1995), Alexandrem Łempickim (5/1996) i Janem Łopuszańskim (1/2001). Jan Rzewuski zamiast proponowanej mu rozmowy wolał napisanie wspomnień autobiograficznych (2/1999).

Większość tych rozmów została przeprowadzona na prośbę Redakcji, w części zaś (głównie w pierwszych latach publikowania rozmów w *Postępach*) wykorzystaliśmy rozmowy przeprowadzone z inicjatywy podjętej w 1976 r. przez Komisję Historii Fizyki PTF, którą kierował wówczas prof. Roman S. Ingarden. Opublikowaliśmy także rozmowy przeprowadzone z fizykami zagranicznymi: Johnem A. Wheelerem (5/1978), Victorem Weisskopfem (5/1994), K.G. Wilsonem (5/1995) i Georgiem Bednorzem (3/1997).

Trzeba jednak powiedzieć, że z wieloma osobami, z którymi bardzo pragnęliśmy, by rozmowa była przeprowadzona, z różnych przyczyn nie udało się odbyć jej na czas.

Poza artykułami polskich autorów staraliśmy się zawsze dokonywać przekładów wybranych, ciekawych i dobrze napisanych artykułów zagranicznych. Tylko stosunkowo rzadko natrafialiśmy na trudności w uzyskaniu zezwolenia na taki przedruk. Chodziło o opłatę za takie zezwolenie. Staraliśmy się wtedy (często przy pomocy zaprzyjaźnionych fizyków zagranicznych) przekonać odpowiednią redakcję, że nie tylko nie działamy na zasadach komercyjnych i nie mamy funduszy na takie opłaty, ale że z samej zasady nie powinno się stawiać takich barier sprawie upowszechniania wiedzy. Tylko w jednym przypadku w ciągu całego tego ćwierćwiecza nie udało się nam przekonać zagranicznego wydawcy. Wśród przekładów systematycznie zamieszczamy np. tłumaczenia wykładów noblowskich (rozpoczął to jeszcze prof. Zieliński, gdy był redaktorem *Postępów*).

Bardzo ważna w *Postępach* jest sprawa terminologii. Fizyka rozwija się bardzo szybko, pojawia się bardzo wiele nowych terminów, na ogół niepolskich. Ważne jest, by terminy te jakoś przyswoić, by nie stanowiły dodatkowej, niemerytorycznej bariery w nauczaniu i popularyzacji. Najlepiej jest, gdy udaje się znaleźć możliwie adekwatny termin polski, możliwie samoobjaśniający się, niosący jakieś intuicje. Dobrze też jest zrobić to możliwie wcześnie, by niezrozumiały, obcy termin nie zasiedział się zbytnio. W języku bowiem większą rolę grają pewnie przyzwyczajenia niż logika. Propozycje jednak polskich, spolszczonych czy

nawet niespolszczonych terminów powinny wychodzić od ludzi pracujących w danej dziedzinie. Oni bowiem najlepiej je rozumieją i najlepiej znają wszystkie konteksty, w jakich one występują. Zawsze więc zwracaliśmy się z taką prośbą do specjalistów, a ich propozycje staraliśmy się podawać w artykułach (najlepiej kilka, alternatywnie) i patrzeć, co się najlepiej przyjmuje. Zwykle jest to proces trudny i długi, ale wart troski. O jednomyślność w sprawach językowych jest wyjątkowo trudno. Tylko w niektórych, prostszych przypadkach aprobata jest tu dość szybka i powszechna. Takim przypadkiem był np. dość naturalny termin „zderzacz" (zaproponowany przez prof. Ludwika Natansona), który został powszechnie zaaprobowany na miejsce dość powszechnie początkowo używanego słowa „kolajder". W sprawach terminologicznych bardzo pomocne jest dla Redakcji działanie Komisji Nazewnictwa PTF (kierowanej od wielu lat przez prof. Bernarda Jancewicza), skupiającej ludzi wrażliwych na sprawy języka.

5. Ewolucja w sposobie wydawania i postaci *Postępów*

W ewolucji tej warto odnotować kilka wydarzeń. Niewątpliwie najważniejszym było przejście (w 1991 r.) na skład komputerowy, który przez dwa lata (1991–92) prowadzony był przez Dział Wydawnictw Instytutu Fizyki PAN, a następnie w samej Redakcji. Skład ten z wielkim zaangażowaniem prowadzi od 1993 r. dr Mirosław Łukaszewski. Skład komputerowy, razem z pocztą elektroniczną, bardzo uprościły pracę redakcyjną, podniosły jej jakość i skróciły cykl wydawniczy. Podobnie jak w innych dziedzinach życia, w działalności wydawniczej trudno jest przecenić znaczenie tego postępu technicznego ostatnich lat.

Pewnym wydarzeniem w ewolucji postaci pisma była zmiana (z początkiem roku 1998) jego formatu z B5 na A4. Nie wszyscy prenumeratorzy byli z tego zadowoleni. Działały tu pewne przyzwyczajenia. Na decyzję zmiany formatu wpłynęły różne czynniki, ale główny z nich to ekonomiczny. Taki zeszyt o większym formacie i z dwiema szpaltami druku jest znacznie „pakowniejszy". Także oprawa polegająca na zszyciu dwiema zszywkami jest znacznie tańsza, choć za to pewnie mniej trwała. To ostatnie ma głównie znaczenie dla bibliotek, gdzie pismo jest więcej używane, a zbiory powinny być długo przechowywane.

6. Trudności

Czy natrafiliśmy w całym tym czasie na jakieś większe trudności? Naturalnie tak. Jedną z nich był okres stanu wojennego. Znalazło to swój wyraz w kilku zeszytach podwójnych. Zeszyt taki, mający zwykle dwa numery, a objętość zbliżoną do zeszytu zwykłego, oznacza wydanie jednego zeszytu zamiast dwóch, a więc brak jednego. Druga trudność pojawiła się z chwilą zaprzestania finansowania czasopism naukowych przez Polską Akademię Nauk. Rozpoczęło to cały łańcuch trudności ze zdobywaniem funduszy na wydawanie pisma, które trwają do dziś. Obie trudności były zresztą powszechne dla wydawnictw polskich i niektóre z czasopism ich nie przetrwały. My zawdzięczamy tu bardzo wiele różnym wspierających nas finansowo w różnych okresach instytucjom, m.in. Instytutowi Fizyki PAN, Wydziałowi Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, Komitetowi Badań Naukowych, Wydziałowi III PAN, który wspierał nas poprzez Komitet Fizyki PAN. W sposób naturalny wielką rolę w sprawie istnienia *Postępów* odgrywają te oddziały, których członkowie bardzo licznie prenumerują pismo, jak Oddział Toruński, Oddział Krakowski, w pewnym okresie także Oddział Poznański.

Pewnym problemem dla Redakcji było i jest stosunkowo małe angażowanie się w prace redakcyjne ludzi młodych. Może my, starsi, nie zawsze umieliśmy i umiemy ich jakoś przyciągnąć, zachęcić do tego typu działalności, a może też jest zjawiskiem dość naturalnym i zrozumiałym, że tego rodzaju praca, szczególnie na dłuższy okres, nie jest zbyt atrakcyjna dla ludzi młodych, którzy skupiają się na sprawach swojego rozwoju zawodowego.

7. Podziękowania

Jak kilkakrotnie dawaliśmy już temu wyraz powyżej, przez cały ten 25-letni okres Redakcja otrzymywała pomoc i wsparcie w najróżnorodniejszej postaci ze strony całego środowiska fizyków w Polsce. (Zresztą nie tylko w Polsce. Bardzo wiele rad, uwag i sugestii otrzymaliśmy np. od Pana prof. Józefa Hurwica, wieloletniego, znakomitego redaktora *Problemów*, który mieszka obecnie we Francji). Trudno byłoby wyobrazić sobie naszą działalność bez tego wsparcia i wyrazów aprobaty.

Naturalnie najbardziej bezpośrednie było wsparcie kolejnych Zarządów PTF z ich prezesami (w nawiasie podaję okres sprawowania przez nich tej funkcji), profesorami: Zdzisławem Wilhelmim (1975–81), Tadeuszem Skalińskim (1982–87), Januszem Zakrzewskim (1987–91), Stefanem Pokorskim (1992–93), Henrykiem Szymczakiem (1993–97), Ireneuszem Strzałkowskim (1997–2001) i Maciejem Kolwasem (od 2001).

Wdzięczni jesteśmy również kolejnym Radom Redakcyjnym, a zwłaszcza ich przewodniczącym, za dobrą współpracę. Gdy zaczynałem pracę w Redakcji, przewodniczącym Rady był prof. Szczepan Szczeniowski – pierwszy redaktor *Postępów*, obecnie funkcję tę pełni prof. Andrzej Kajetan Wróblewski.

Wiele zawdzięczamy Krakowskiemu Oddziałowi PWN, który wydawał *Postępy* w latach 1960–90, a szczególnie Pani Wandzie Lohmannowej, która jako redaktor PWN bezpośrednio czuwała nad tymi pracami w Krakowie. Wdzięczni jesteśmy także Oddziałowi PWN w Łodzi, który wydawaniem *Postępów* zaj-

mował się w 1990 r., a szczególnie Pani Krystynie Chęcińskiej, która sprawowała funkcję redaktora technicznego PWN. W latach 1991–92 wydawanie *Postępów* prowadził Dział Wydawnictw Instytutu Fizyki PAN i tu wiele zawdzięczamy Pani redaktor Annie Szemberg, która czuwała nad sprawami pisma. Od czasu rozpoczęcia składu komputerowego *Postępów* w samej Redakcji drukowane ono było w Zakładzie Usług Poligraficznych „ZINA" w Warszawie (1993–94), potem w zakładzie „WarSawa" s.c. również w Warszawie (1994–95), a następnie w drukarni „UNI-DRUK" (od 1996), też w Warszawie. Wszystkim tym osobom i instytucjom pragnę bardzo serdecznie podziękować za dobrą współpracę.

Niewiele jednak dałoby się zrobić bez zgromadzenia w Komitecie Redakcyjnym ludzi ogromnie zaangażowanych w tworzenie pisma. Przez cały ten okres pracowała i nadal pracuje Pani dr Barbara Wojtowicz, wnosząc do Redakcji swoją doskonałą znajomość fizyków oraz obecnych i przeszłych spraw fizyki w Polsce i na świecie oraz znajomość wielu języków, i świetnie redagując Kronikę. W latach 1978–82 pracował w Redakcji dr Marek Szczekowski, a w latach 1979–81 dr Wojciech Rozmus (obecnie profesor University of Alberta w Edmonton w Kanadzie). Obaj wnieśli do Redakcji wiele entuzjazmu ludzi młodych. Od roku 1980 z wielkim zaangażowaniem działa w Redakcji Pani Ewa Lipka. Oprócz licznych obowiązków sekretarki czuwa ona nad wieloma sprawami technicznymi (ilustracje, rysunki itp.). Od 1982 r. pracuje z nami Pani dr Magdalena Staszel, czuwająca w Redakcji nad zagadnieniami cząstek elementarnych, a także sprawami nauczania, zawsze wrażliwa na język, terminologię i styl artykułów. Jej sugestie poprawek autorzy zawsze chętnie aprobowali. W latach 1986–2002 pracował z nami prof. Tomasz Dietl. Czuwał nad sprawami związanymi z fizyką ciała stałego, w której zakresie jest znanym ekspertem. Doktor Paweł Sobkowicz działał w Redakcji w roku 1992, a dr Krzysztof Burzyński – w latach 1993–96. Odejście dra Burzyńskiego, młodego, uzdolnionego fizyka z Uniwersytetu Warszawskiego, do firmy prywatnej jest ilustracją problemów niedofinansowanej nauki w Polsce. Doktor Mirosław Łukaszewski pracuje z nami od 1993 r. Poza czuwaniem nad sprawami swoich specjalności – fizyki atomowej i optyki – podjął się w Redakcji szczególnie trudnego zadania: składu komputerowego *Postępów* z jednoczesnym uzupełnianiem i kontrolą redakcyjną składanych tekstów. Jego dokładność i wielkie poczucie odpowiedzialności w tym działaniu daje pozostałym członkom Redakcji duże odciążenie i komfort w przekonaniu, że jest tylko stosunkowo małe niebezpieczeństwo, by do ostatecznego dzieła (sprawdzanego, mimo to, dla zasady, jeszcze potem w 3 korektach: autorskiej i dwóch redakcyjnych) przedostały się jakieś niedokładności, braki czy wręcz błędy. Wreszcie w roku 1997 rozpoczął pracę w Redakcji dr hab. Jerzy Gronkowski, prof. nzw. UW, wnosząc do niej swoją specjalność: zagadnienia badań strukturalnych ciała stałego. Profesor Gronkowski od początku angażował się we wszystkie rodzaje pracy redakcyjnej, pełniąc w rzeczywistości funkcję zastępcy redaktora naczelnego. Stąd nic dziwnego, że po 6 latach pracy mógł się podjąć funkcji redaktora naczelnego *Postępów*. Ta sześcioletnia praca prof. Gronkowskiego w Redakcji i dalsza obecność w niej poprzedniego redaktora, a także innych członków Redakcji, sprawiły, że zmiana osobowa w funkcji redaktora naczelnego stała się wyjątkowo łagodna.

Wszystkim wymienionym osobom i instytucjom pragnę bardzo serdecznie podziękować za życzliwą, zaangażowaną, często pełną poświęcenia współpracę. Równie serdecznie chcę wyrazić swą wdzięczność bardzo, bardzo wielu osobom, które na różne sposoby wspierały naszą działalność, a których nie sposób byłoby tu wszystkich wymienić. Dawało nam to zawsze poczucie, że *Postępy* są potrzebne środowisku, że są aprobowane, a być może nawet lubiane, i że wobec tego warto dla nich pracować.

Nowemu redaktorowi naczelnemu życzę wiele powodzenia w pracy nad rozwojem pisma.

Prof. ADAM SOBICZEWSKI zajmuje się teoretyczną fizyką jądrową, zwłaszcza strukturą jąder oraz właściwościami jąder najcięższych. Bardzo znane i cenione są jego prace, w których zostało przewidziane istnienie zdeformowanych jąder superciężkich, potwierdzone doświadczalnie w połowie 1993 r. Jest profesorem w Instytucie Problemów Jądrowych im. Andrzeja Sołtana w Warszawie, członkiem korespondentem PAU i członkiem korespondentem PAN. Otrzymał m.in. nagrodę indywidualną I stopnia Państwowej Rady ds. Energii Atomowej (1976), nagrodę Fundacji na rzecz Nauki Polskiej (w dziedzinie nauk ścisłych, 1995), nagrodę im. G.N. Florowa (Dubna, Rosja, 1997) oraz nagrodę Alfreda Jurzykowskiego (Nowy Jork, 1997). W wolnym czasie, którego nie ma zbyt wiele, uprawia turystykę, głównie górską. Przez ćwierć wieku, od 1997 do 2003 r., był redaktorem naczelnym *Postępów Fizyki*, a obecnie jest ich redaktorem honorowym.

Pół wieku z neutrinami słonecznymi*

Raymond Davis Jr.

Department of Physics and Astronomy, University of Pennsylvania, Philadelphia, PA, USA
oraz *Chemistry Department, Brookhaven National Laboratory, Upton, NY, USA*

A half-century with solar neutrinos

Nobel Lecture, 8 December 2002, Stockholm

Neutrina to elektrycznie obojętne cząstki o masie prawie zerowej, poruszające się niemal z prędkością światła i łatwo przenikające przez materię. W 1930 r. Wolfgang Pauli (Nagroda Nobla z fizyki w 1945 r.) wysunął hipotezę istnienia tych cząstek, które mogłyby unosić brakującą energię, pęd i spin w rozpadach β. W 1933 r. Enrico Fermi (Nagroda Nobla z fizyki w 1938 r.) nadał im nazwę (neutronino to po włosku „mały neutralny") i wprowadził je do swojej teorii rozpadu β.

Słońce uzyskuje energię z reakcji syntezy, w których 4 jądra wodoru zamieniają się w jądro helu, przy czym powstają dwa neutrina. Dotarcie do powierzchni Słońca zajmuje im tylko 2 sekundy, a do powierzchni Ziemi – ok. 8 minut. Neutrina mówią nam więc o tym, co się wydarzyło w centrum Słońca 8 minut temu. Słońce produkuje bardzo wiele neutrin: $1{,}8 \cdot 10^{39}$ na sekundę. Nawet na Ziemi, 150 mln kilometrów od Słońca, w ciągu każdej sekundy przez średnich rozmiarów paznokieć (1 cm^2) przechodzi ok. 100 mld neutrin. Przez Ziemię przechodzą tak, jakby jej wcale nie było na ich drodze, a atom w ciele człowieka wychwytuje pojedyncze neutrino mniej więcej raz na 70 lat, czyli raz w życiu.

Jak zobaczymy, neutrina wciągnęły mnie już na bardzo wczesnym etapie mojej kariery zawodowej.

Stopień doktora chemii fizycznej otrzymałem na Yale University w 1942 r. [1] i jako oficer rezerwy zaraz potem poszedłem do wojska. Po wojnie zdecydowałem się szukać pracy naukowej przy zastosowaniach metod chemicznych w fizyce jądrowej. Po dwóch latach przepracowanych w firmie chemicznej Monsanto przy zastosowaniach metod radiochemicznych, wykonywanych na zlecenie Komisji Energii Atomowej, miałem szczęście przyłączyć się do nowo powstałego Laboratorium Narodowego w Brookhaven. Utworzono je po to, aby poszukiwało pokojowych zastosowań atomu we wszystkich podstawowych dziedzinach nauki – chemii, fizyce, biologii i medycynie – oraz w technice.

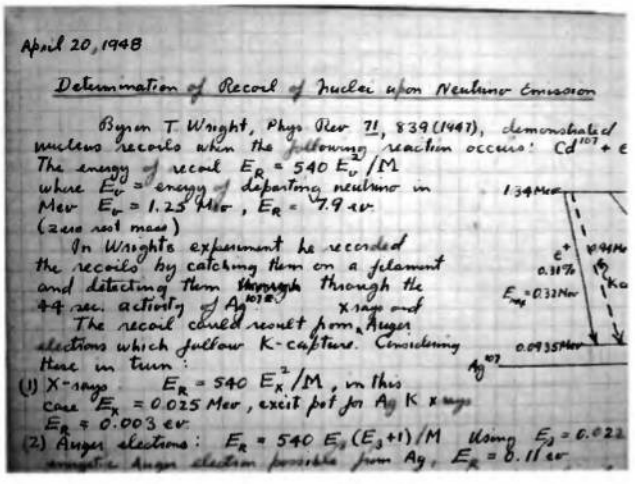
Kiedy zostałem pracownikiem Wydziału Chemii w Brookhaven, zapytałem jego szefa, Dicka Dodsona, co mam robić. Ku mojemu zdziwieniu i radości powiedział mi, żebym poszedł do biblioteki i sam znalazł sobie coś ciekawego. Znalazłem interesującą pracę przeglądową na temat neutrin [2]. Cytat z tej pracy Crane'a pokazuje, że fizyka neutrin była obszarem szeroko otwartym dla badań: „Nie każdy byłby gotów stwierdzić, że wierzy w istnienie neutrin, ale z pewnością można powiedzieć, że nie ma wśród nas prawie nikogo, kto nie wykorzystywałby hipotezy neutrina w myśleniu o rozpadach β". Neutrina pozwoliły mi wykorzystać moje wykształcenie z zakresu chemii fizycznej. Jak wielkim szczęściem było więc dla mnie znalezienie się w Brookhaven, gdzie oczekiwano ode mnie dokładnie tego, co umiałem oraz chciałem robić i jeszcze mi za to płacono! W artykule Crane'a znajduje się szczegółowa dyskusja wykorzystania do badania neutrin doświadczeń z pomiarem cząstki odrzutu. Od razu zainteresowałem się takimi eksperymentami (rys. 1). Pierwszy rok spędziłem pracując nad pomiarem odrzutu ^{107}Ag w rozpadzie ^{107}Cd z wychwytem elektronu, ale te doświadczenia nie przyniosły jednoznacznych wyników.

Moim pierwszym sukcesem doświadczalnym było badanie energii jądra odrzutu ^{7}Li powstającego w rozpadzie ^{7}Be z wychwytem elektronu. W tej reakcji emitowane jest pojedyncze monoenergetyczne neutrino o energii 0,862 MeV, a powstające jądro ^{7}Li powinno mieć charakterystyczną energię odrzutu równą 57 eV. Pomiar tego procesu dostarcza dowodu na istnienie neutrina. W moim doświadczeniu widmo energii jąder odrzutu ^{7}Li, produkowanych w cienkiej warstwie depozytu ^{7}Be na powierzchni próbek, było zgodne z oczekiwaniami dla emisji pojedynczego neutrina [3]. Był to bardzo piękny wynik, ale wyprzedziła mnie grupa z University of Illinois [4].

W roku 1951 rozpocząłem pracę nad eksperymentem radiochemicznym, który miał rejestrować neu-

*Wykład noblowski, wygłoszony 8 grudnia 2002 r. w Sztokholmie, został przetłumaczony za zgodą Autora i Fundacji Nobla [Translated with permission. Copyright © 2002 by the Nobel Foundation].

trina, wykorzystując metodę zaproponowaną przez Pontecorva [5]: wychwyt neutrina w reakcji $^{37}Cl + \nu_e \rightarrow {}^{37}Ar + e^-$. W krótkiej publikacji Bruno Pontecorvo bardzo dokładnie opisał także metodę usuwania argonu przez doprowadzanie do wrzenia czterochlorku węgla (CCl_4) i zliczanie jąder ^{37}Ar w licznikach gazowych. Metoda ta miała wiele wspólnego z techniką, której ostatecznie użyłem. Raport z Laboratorium Chalk River w Kanadzie [5] został uznany za tajny przez amerykańską Komisję Energii Atomowej, ponieważ obawiano się, że opisane w nim metody mogą zostać wykorzystane do pomiarów mocy reaktorów jądrowych. Alvarez [6] zaproponował użycie reakcji chlorowo-argonowej do detekcji neutrin słonecznych w olbrzymim zbiorniku wypełnionym stężonym roztworem chlorku sodu, ale nie zdecydował się na przeprowadzenie takiego eksperymentu. Ponieważ nie było nikogo innego, kto byłby zainteresowany chlorowo-argonową metodą detekcji neutrin, wydawało mi się naturalne i na czasie zajęcie się takim pomiarem.


April 20, 1948

Determination of Recoil of Nuclei upon Neutrino Emission

Byron T. Wright, Phys Rev 71, 839 (1947), demonstrated nucleus recoils when the following reaction occurs: $Cd^{107} + e$

The energy of recoil $E_R = 540\, E_\nu^2/M$

where E_ν = energy of departing neutrino in Mev $E_\nu = 1.25$ Mev, $E_R = 7.9$ ev

(zero rest mass)

In Wrights experiment he recorded the recoils by catching them on a filament and detecting them through the 44 sec. activity of Ag^{107}. X rays and

The recoil could result from Auger

elections which follow K-capture. Considering

these in turn:

(1) X-rays $E_R = 540\, E_x^2/M$, in this

case $E_x = 0.025$ Mev, excit pot for Ag K x rays

$E_R = 0.003$ ev

(2) Auger elections: $E_R = 540\, E_3 (E_3+1)/M$ Using $E_3 = 0.022$

energetic Auger electron possible from Ag, $E_R = 0.11$ ev

1.34 Mev

$E_{max} = 0.32$ Mev

0.0935 Mev

Rys. 1. Pierwsza strona mojego pierwszego zeszytu laboratoryjnego w Narodowym Laboratorium w Brookhaven. Neutrina wciągnęły mnie od samego początku.

W metodzie Pontecorva wychwyt neutrina przez ^{37}Cl powoduje powstanie ^{37}Ar, izotopu promieniotwórczego, który rozpada się z powrotem do ^{37}Cl, z czasem połowicznego zaniku 35 dni, w procesie odwrotnym do wychwytu. Próg energetyczny reakcji wychwytu wynosi 0,814 MeV, co oznacza, że neutrina o energii mniejszej niż 0,814 MeV nie są wychwytywane. Istnieją dwa potencjalne źródła neutrin: reakcje syntezy jądrowej i Słońce, obydwa rozważane przez Pontecorva [5].

W moim pierwszym doświadczeniu z wykorzystaniem reakcji ^{37}Cl–^{37}Ar próbowałem zarejestrować neutrina z reaktora jądrowego, używając jako materiału tarczy czterochlorku węgla [7]. Naświetlałem, przez miesiąc lub dwa, 3800-litrowy zbiornik wypełniony CCl_4 przy badawczym reaktorze grafitowym w Brookhaven, usuwałem z niego argon i liczyłem pojawiające się atomy argonu, używając niewielkiego licznika Geigera–Müllera. Strumień neutrin produkowanych przez reaktor był zbyt mały, aby obserwacja była możliwa w tarczy o takim rozmiarze, i dlatego neutrin nie zaobserwowałem. Poza tym reaktor emituje antyneutrina, a reakcja ^{37}Cl–^{37}Ar wymaga neutrin. W tym czasie nie było wiadomo, czy neutrina i antyneutrina są różnymi cząstkami, ani na czym mogłaby polegać różnica między nimi. Znane są przecież cząstki, które są swoimi antycząstkami, np. foton albo π^0. Tło pochodzące od promieniowania kosmicznego było duże, dlatego aby je ocenić, wykonałem dodatkowy pomiar, umieszczając zbiornik wypełniony 3800 litrami CCl_4 pod ziemią na głębokości 5,8 metra. Na podstawie częstości zliczeń ^{37}Ar, po odjęciu tła, udało mi się uzyskać górną granicę na strumień neutrin wynoszącą 40 000 SNU, 15 tysięcy razy więcej od mojego ostatecznego wyniku 2,56 SNU (jednostka strumienia neutrin słonecznych SNU jest zdefiniowana jako 10^{-36} wychwytów przez pojedynczy atom na sekundę). Jeden z recenzentów mojej publikacji nie był zbyt zadowolony z takiej górnej granicy i skomentował to tak: „Eksperyment, który tak jak ten nie ma wystarczającej czułości, w rzeczywistości niczego nie wnosi do kwestii istnienia neutrin. Aby zilustrować, dlaczego tak uważam, powiem, że nie pisalibyśmy publikacji naukowej na temat doświadczenia, w którym eksperymentator stoi na szczycie góry i próbuje dosięgnąć ręką Księżyca, a następnie wyciąga wniosek, że Księżyc znajduje się dalej niż osiem stóp ponad szczytem góry".

Stało się jasne, że moc reaktora w Brookhaven jest zbyt mała, aby go używać jako źródła neutrin, więc w 1954 r. przygotowałem eksperyment, w którym 3800 litrów CCl_4 umieszczono w podziemiach jednego z reaktorów w Savannah River, najintensywniejszego źródła antyneutrin na świecie.

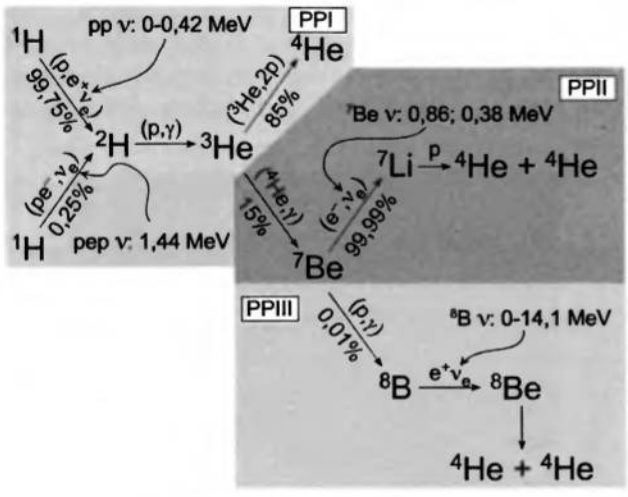
Można obliczyć całkowitą częstość wychwytów przez ^{37}Cl, uwzględniając wszystkie antyneutrina produkowane w reakcjach jądrowych w reaktorze i zakładając, że neutrina oraz antyneutrina to te same cząstki. Czułość detekcji neutrin i ich strumień w Savannah River były wystarczająco duże, aby dostarczyć zasadniczego testu identyczności neutrin i antyneutrin. Nie zaobserwowałem żadnego neutrina z reaktora i stwierdziłem, że częstość wychwytu neutrin była pięć razy mniejsza niż antyneutrin. Później wykonałem eksperyment z 11 400-litrowym zbiornikiem w Savannah River, który obniżył górną granicę dla częstości wychwytu neutrin do wartości 20 razy mniejszej od częstości wychwytu antyneutrin [8]. Podczas mojego pobytu w Savannah River Frederick Reines (Nagroda Nobla z fizyki, 1995 r.) i Clyde Cowan oraz ich asystenci przeprowadzali piękny eksperyment. Była to pierwsza detekcja swobodnego antyneutrina [9,10]. To doświadczenie dostarczyło bezpośredniego dowodu, że neutrino, którego istnienie postulo-

wał Pauli, jest rzeczywistą cząstką. Natomiast mój eksperyment pokazał, że neutrino nie jest swoją własną antycząstką.

Jak już wspomniałem, energia Słońca pochodzi z reakcji jądrowych (syntezy), w których z 4 jąder wodoru tworzy się jądro helu. Chciałbym teraz omówić te reakcje bardziej szczegółowo i ustalić, które z nich mogą produkować neutrina wykrywalne w eksperymencie chlorowo-argonowym. Względną częstość reakcji jądrowych w Słońcu szacuje się na podstawie modelowania temperatury, ciśnienia i obfitości występowania poszczególnych pierwiastków w Słońcu; używa się do tego mierzonych w laboratorium i wyliczanych teoretycznie częstości odpowiednich reakcji. W tabeli i na rys. 2 przedstawiłem najlepsze obecnie oceny. Zmieniały się one z upływem czasu, ale przewidywany strumień neutrin słonecznych niewiele się zmienił od końca lat 60.

Tabela. Reakcje prowadzące do powstawania neutrin w Słońcu.

	Reakcja	Względna częstość	Energia [MeV]	Nazwa
PPI				
	$p + p \rightarrow {}^2H + e^+ + \nu_e$	99,75%	0,0–0,42	p–p
	$p + e^- + p \rightarrow {}^2H + \nu_e$	0,25%	1,44	pep
	${}^2H + p \rightarrow {}^3He + \gamma$	100%	—	
	${}^3He + {}^3He \rightarrow {}^4He + 2p$	85%	—	
PPII				
	${}^3He + {}^4He \rightarrow {}^7Be + \gamma$	15%	—	
	$e^- + {}^7Be \rightarrow {}^7Li + \nu_e$	99,99%	0,86; 0,38	${}^7Be$
	$p + {}^7Li \rightarrow {}^4He + {}^4He$	100%	—	
PPIII				
	$p + {}^7Be \rightarrow {}^8B + \gamma$	0,01%	—	
	${}^8B \rightarrow {}^4He + {}^4He + e^+ + \nu_e$	100%	0–14,1	${}^8B$



Rys. 2. Główne reakcje, w których produkowana jest energia w Słońcu, wraz z towarzyszącymi im neutrinami.

Najczęściej dwa protony reagują ze sobą, tworząc deuteron, pozyton i neutrino elektronowe, ale wytworzone neutrina są poniżej progu dla reakcji wychwytu przez chlor. Raz na 400 przypadków dwa protony reagują z elektronem, tworząc deuteron i neutrino. Te tzw. neutrina pep mają sporą energię, ale jest ich mało. Wszystkie deuterony reagują z protonami, tworząc ^{3}He, a większość jąder ^{3}He reaguje między sobą, tworząc ^{4}He i dwa protony; ostatnia reakcja występuje w 85% przypadków. Ten główny ciąg reakcji jest zwykle nazywany łańcuchem PPI (rys. 2 i tabela).

W 15% przypadków ^{3}He reaguje jednak z ^{4}He, tworząc ^{7}Be. Następnie prawie każde jądro ^{7}Be wychwytuje elektron, tworząc ^{7}Li i neutrino. Potem ^{7}Li oddziałuje z protonem, tworząc dwa jądra ^{4}He jako zakończenie cyklu PPII, ale jedno jądro ^{7}Be na 10 tysięcy wychwytuje proton i tworzy ^{8}B (rys. 2 oraz tabela). Jądro ^{8}B rozpada się, dając ^{8}Be, które też się rozpada, tworząc dwa jądra ^{4}He, pozyton oraz neutrino elektronowe i doprowadzając do końca cykl PPIII. To właśnie neutrina powstające z ^{8}B dają większość sygnału neutrin słonecznych, który obserwowałem, ale jest też wkład od neutrin pep i neutrin z ^{7}Be.

W roku 1950 sądzono, że cykl PPI jest jedynym istotnym źródłem neutrin, ale energia neutrin z dominującego procesu pp jest zbyt mała, aby można ją było wykryć w reakcji z ^{37}Cl. Łańcuch, w którym powstaje ^{7}Be, uważano za nieważny i oceniano, że występuje w 0,015% przypadków. Cykl CNO, w którym 4 protony tworzą jądro ^{4}He, może być źródłem wysokoenergetycznych neutrin z reakcji $^{13}N(e^+,\nu_e)^{13}C$ oraz $^{15}O(e^+,\nu_e)^{15}N$, ale w omawianym czasie nie było jasne, czy cykl ten występuje w Słońcu. Dlatego eksperymenty mające na celu detekcję neutrin słonecznych wydawały się wtedy niewykonalne.

Sytuacja zmieniła się radykalnie w 1958 r., gdy Holmgren i Johnston donieśli [11], że względna częstość

reakcji $^3He + {}^4He \rightarrow {}^7Be + \gamma$ jest 1000 razy większa niż wcześniej sądzono. Od razu zauważono, że przemiany z udziałem ^7Be, teraz zachodzące z częstością 15%, a nie 1:7000, dają istotny wkład. Ponadto ^7Be może reagować z protonem, tworząc ^8B. Te dwa promieniotwórcze izotopy są źródłem wysokoenergetycznych neutrin. Względna częstość wychwytu elektronu i protonu przez ^7Be nie została zmierzona, ale jej oceny dopuszczały możliwość, że niemal wszystkie przypadki to wychwyt protonu z utworzeniem ^8B. Rozpad ^8B do ^8Be zachodzi z emisją neutrina o charakterystycznej energii 7 MeV. Willy Fowler i Al Cameron natychmiast dali mi znać o tych ocenach. Wskazali, że strumień neutrin z tych źródeł być może dałby się zaobserwować metodą chlorowo-argonową [12,13]. Wstępne oceny były bardzo optymistyczne – kilka wychwytów na dzień, jeśli wszystkie jądra ^7Be wychwytują proton, tworząc ^8B; wobec tego ustawiliśmy zbiornik z 3800 litrami perchloroetylenu (C_2Cl_4) w kopalni Barberton Limestone w pobliżu Akron w stanie Ohio. Wstępny wynik naszego pomiaru przyniósł rozczarowanie – nie widzieliśmy żadnego sygnału ^{37}Ar produkowanego przez neutrina.

Bahcall [14] obliczył częstość wychwytu elektronu przez jądra ^7Be, gdy wskazałem na wagę tej reakcji. Mniej więcej w tym czasie Kavanaugh [15] zmierzył częstość reakcji $^7Be(p,\gamma)$, która jest jednym ze źródeł ^8B, i z rozczarowaniem stwierdził, że jest ona bardzo mała. Zniechęcający był względny udział tych dwóch reakcji, w których zużywany jest ^7Be. Gdyby większość ^7Be wychwytywała elektron, tworząc ^7Li, a nie proton, dając ^8B (rys. 2), byłoby nam bardzo trudno zarejestrować oddziaływania neutrin. Reines [10] napisał: „Duże prawdopodobieństwo uzyskania negatywnego wyniku, nawet z detektorem zawierającym tysiące lub wręcz setki tysięcy galonów perchloroetylenu, chyba zniechęca eksperymentatorów do próby pomiaru".

Sytuacja znacznie się wyjaśniła w 1963 r., kiedy John Bahcall starannie obliczył względną częstość wychwytu neutrin z ^8B i wykazał, że jest ona 20 razy większa niż wcześniej oczekiwano. Skłoniło nas to do zaproponowania dużego eksperymentu chlorowego, którego teoria i projekt zostały opisane w równolegle przedstawionych publikacjach [16,17]. Teoria dostarczyła wskazówek, jak duży zbiornik trzeba zbudować: przewidywana wydajność to 4–11 atomów ^{37}Ar na dzień w zbiorniku zawierającym 100 000 galonów (378 000 litrów) perchloroetylenu. Nasze pomiary tła mionowego promieniowania kosmicznego w Barberton dostarczyły informacji, jak głęboko należy umieścić zbiornik.

W wyniku wydarzeń lat 50. i 60. laboratorium w Brookhaven, przy wsparciu Wydziału Chemii w Komisji Energii Atomowej, zbudowało chlorowo-argonowy detektor neutrin o pojemności 100 tys. galonów w kopalni złota w Homestake w Południowej Dakocie. Konstrukcja detektora w latach 1965–66 została szczegółowo opisana w serii artykułów w czasopiśmie *Sharp Bits* publikowanym przez kompanię górniczą w Homestake dla swych pracowników. W kopalni na głębokości 4850 stóp (1478 metrów) został wydrążony duży zbiornik i mniejsza sterownia. Zdjęcie (rys. 3) pokazuje

Rys. 3. Duża komora w kopalni w Homestake, w której później został umieszczony zbiornik, pokazana w trakcie drążenia w 1966 r.

drążenie głównej komory na półmetku prac. Zbiornik zbudowały zakłady w Chicago (Chicago Bridge and Iron Company) specjalizujące się w budowie mostów i konstrukcji stalowych, znane z konstrukcji komunalnych zbiorników wody, obudów reaktorów jądrowych, komór do symulacji lotów kosmicznych i różnych innych typów zbiorników. Konstrukcja musiała być taka, by poszczególne elementy mieściły się w windzie kopalni. Zdjęcie (rys. 4) pokazuje elementy za-

Rys. 4. Części jednego z końców zbiornika rozłożone na podłodze w dużej komorze.

kończenia zbiornika rozłożone jak płatki kwiatu na podłodze pomieszczenia na duży zbiornik w kopalni. Wszystkie spawy były sprawdzane za pomocą prześwietlania promieniami X. Na zdjęciu (rys. 5) gene-

Rys. 5. Źródło promieni X umieszczone na osi zbiornika, do którego ścianek od zewnętrznej strony przytwierdziliśmy rentgenowskie błony fotograficzne, by sprawdzić szczelność wszystkich spawów.

rator rentgenowski jest właśnie umieszczany na osi zbiornika. Rentgenowskie błony fotograficzne mocowano do zbiornika wszędzie wzdłuż miejsc spawania i naświetlano promieniami X ze źródła umieszczonego wewnątrz zbiornika. Następnym krokiem była próba szczelności zbiornika. Cały zbiornik odpompowano za pomocą 12-calowej pompy dyfuzyjnej (rys. 6), a następnie sprawdzono jego szczelność helowym detektorem przecieków. W celu usunięcia argonu ze zbiornika

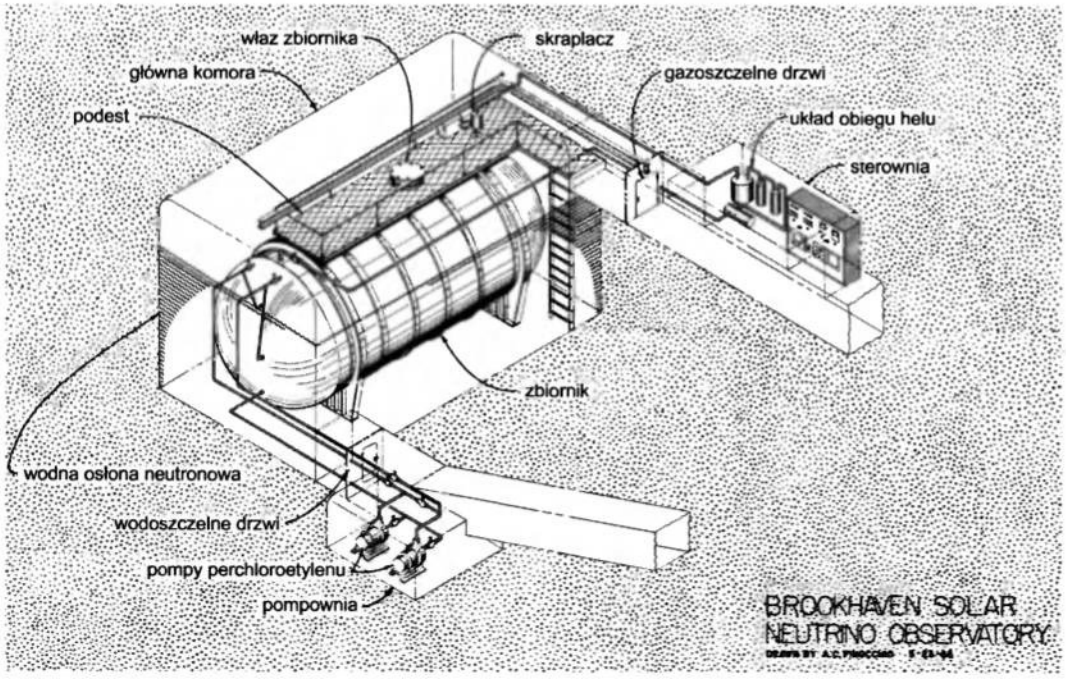
Rys. 6. Szczelność całego zbiornika sprawdzili inżynierowie ze specjalistycznej firmy Chicago Bridge and Iron. Mały spektrometr mas umożliwiający detekcję z dużą czułością podłączyliśmy do pompy próżniowej, a przestrzeń wokół zbiornika wypełniliśmy helem.

przepuszczano hel przez perchloroetylen. Wykonywano to bardzo skutecznie dzięki wykorzystaniu parowej pompy strumieniowej, pokazanej na rys. 7 podczas testów w basenie pływackim laboratorium w Brookhaven. Basen był wypełniony wodą, nie perchloroetylenem. Zdjęcie na rys. 8 przedstawia pompy wewnątrz ukończonego zbiornika.

Rys. 7. Pompy strumieniowe, umożliwiające wydajne mieszanie helu i perchloroetylenu, podczas testowania z użyciem powietrza i wody w basenie pływackim w Brookhaven.

Rys. 8. Podwójny rząd pomp strumieniowych zainstalowanych w zbiorniku.

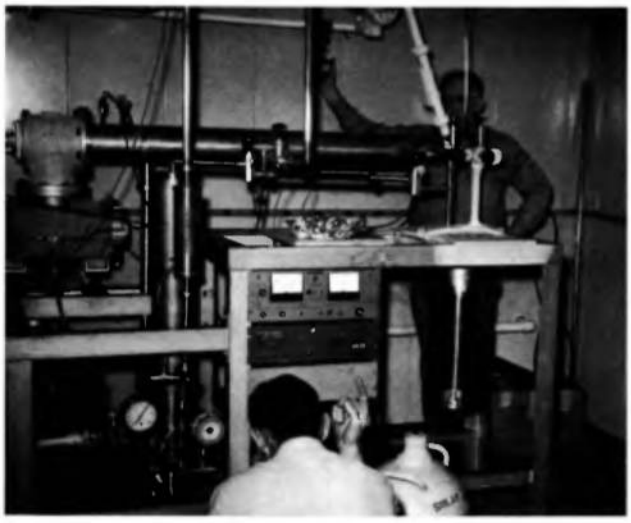
Na rysunku 9 przedstawiono schemat eksperymentu. Podczas ekstrakcji argonu, którą przeprowadzano co 2–3 miesiące, dwie olbrzymie pompy były używane do wymuszenia przepływu perchloroetylenu przez pompy strumieniowe. Prędkość przepływu C_2Cl_4



Rys. 9. Schemat eksperymentu chlorowego.

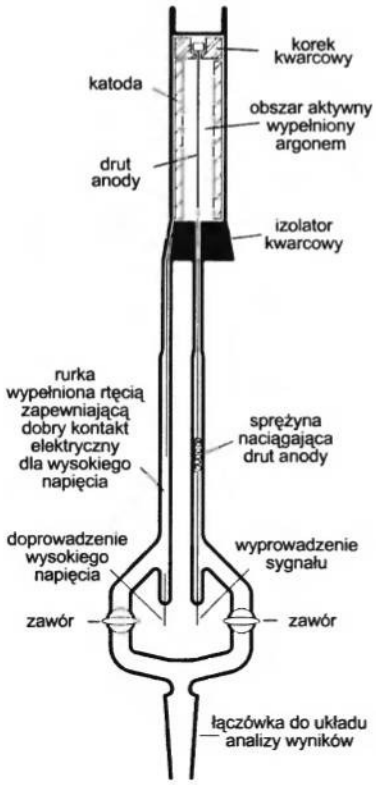
wynosiła ok. 1500 l/min. Podczas przepływu helu przez C_2Cl_4 hel zbierający się w górnych 5% objętości zbiornika, był przepuszczany w tempie 17 000 l/min przez sterownię w celu ekstrakcji argonu. Wielkie skraplacze w pobliżu głównego zbiornika zamrażały perchloroetylen, a pułapki z węgla drzewnego w sterowni (rys. 10) wyłapywały argon. Nad całością układu hydraulicznego czuwano ze sterowni (rys. 11). W ciągu 20-godzinnej cyrkulacji było usuwane ze zbiornika ok. 95% argonu. Po wychwyceniu argonu w pułapkach był on oczyszczany i umieszczany w niewielkich licznikach proporcjonalnych o objętości 0,25 lub 0,5 cm^3 (rys. 12). W początkowych latach próbki były transportowane do Brookhaven i mierzone wewnątrz osłon zbudowanych z luf dział okrętowych wykonanych jeszcze przed powstaniem bomby atomowej (rys. 13). Później aparaturę liczącą przeniesiono do kopalni Homestake, co pozwoliło wykorzystać dużo lepszą osłonę przed promieniowaniem kosmicznym, jaką daje lokalizacja pod ziemią.

Aby możliwie dokładnie przewidzieć częstość wychwytu neutrin w detektorze Homestake, niezbędne



Rys. 10. Argon był wyłapywany w dużej pułapce umieszczonej pod stołem, chłodzonej azotem i wypełnionej węglem drzewnym.

Rys. 11. John Galein, technik z Brookhaven, który pracował ze mną przez wiele lat, i ja przed panelem sterującym. Stąd można było kontrolować przebieg całego doświadczenia.



Rys. 12. Małe liczniki proporcjonalne używane do zliczania ^{37}Ar. Ich całkowita długość wynosiła ok. 20 cm, a obszar aktywny miał długość 30 mm i średnicę 4,5 mm [20].

Rys. 13. Przez pierwszych kilka lat pomiarów liczniki umieszczaliśmy w osłonach zrobionych z luf starych armat. Zdjęcie pokazuje mnie podczas ładowania licznika do takiej lufy.

były pomiary przekrojów czynnych reakcji, w których neutrina są produkowane, i ocena częstości ich zachodzenia we wnętrzu Słońca. Ten wielki wysiłek został podjęty w Caltechu pod kierunkiem Willy'ego Fowlera (Nagroda Nobla z fizyki w 1983 r.). Do podstawowych badań fizycznych, wspierających na tym wczesnym etapie rozwój astronomii neutrin słonecznych, wniosło wkład wielu astrofizyków jądrowych i astronomów. Nasze zadanie w Brookhaven było znacznie łatwiejsze, a budowanie wielkiego detektora i uruchamianie go dało nam (Donowi Farmerowi, Kenowi Hoffmanowi i mnie) wiele radości.

Eksperyment w Homestake rozpoczął się w 1967 r. Już po pierwszym zliczaniu argonu było jasne, że strumień neutrin słonecznych jest mniejszy niż przewidywany. 11 sierpnia 1967 r. napisałem list do Willy'ego Fowlera, który przebywał na Uniwersytecie w Cambridge.

Drogi Willy,

Mam już wstępne wyniki z naszego pierwszego udanego cyklu zbierania danych. Próbka została zebrana 22 czerwca i liczenie trwa do dziś. Teraz wyjmuję próbkę i wracam do pomiaru tła. Mamy więc wynik, o czym w ciągu ostatnich tygodni powiedziałem kilku zainteresowanym osobom. Oczywiście wiele razy rozmawiałem też przez telefon z Johnem.

Zbiornik i układ wypłukiwania helem pracują chyba całkiem dobrze. Pierwszy krok wymagał usunięcia argonu z powietrza i ograniczenia jego poziomu do ok. 1 cm^3 przed przystąpieniem do czułego pomiaru. Udało się to w końcu osiągnąć i 5 maja rozpoczął się pomiar. Tego dnia wprowadzono 0,115 cm^3 znacznika ^{36}Ar i rozpoczęło się pierwsze naświetlenie. Trwało ono 48 dni i 22 czerwca odzyskaliśmy ^{36}Ar z wydajnością 94%. Wyniki dla zliczanej próbki dały widmo wysokości impulsów przedstawione na załączonej kartce. Jak widzisz, nie ma maksimum dla ^{37}Ar (3,0 keV). Na tej kartce jest też pokazane tło dla tego licznika, mierzone tuż przed pomiarem próbki. Porównując te dane, możemy uzyskać następujące wyniki:

Argon w zbiorniku o pojemności 10^5 galonów
$= 16 \pm 4$ zliczenia (łączny czas 39,7 doby)
Tło $= 4 \cdot (39{,}7/11{,}5) = 14 \pm 4$ zliczenia
(łączny czas 39,7 doby)
Nadwyżka $= 2 \pm 5$ zliczeń
Użyto $2{,}1 \cdot 10^{30}$ atomów ^{37}Cl w zbiorniku
Wydajność liczników ok. 0,50
Stąd $\sum \phi\sigma = (0{,}2 \pm 0{,}4) \cdot 10^{-35}$ s^{-1}
$\leqslant 0{,}6 \cdot 10^{-35}$ s^{-1}
Wykorzystując $\sigma(^8\mathrm{B}) = 1{,}35 \cdot 10^{-42}$ (wg Bahcalla)
$\phi(^8\mathrm{B}) \leqslant 0{,}5 \cdot 10^7$ cm$^{-2} \cdot$ s^{-1}

To ograniczenie jest dość niskie, ale według ostatnich obliczeń z prac Bahcalla i Shaviva strumień dla ^{8}B wynosi $1{,}4\,(1 \pm 0{,}6) \cdot 10^7$ cm^{-2} s^{-1}. Mam nadzieję poprawić ten wynik przez zmniejszenie tła w licznikach i zwiększenie statystyki w wyniku dłuższego naświetlenia.

Traktuj proszę ten wynik jako bardzo wstępny. Jest kilka punktów, które powinny być sprawdzone, zanim będziemy pewni, że jest to autentyczna obserwacja. Następną próbkę zbiorę we wrześniu – jesteśmy gotowi, proszę włącz tylko Słońce.

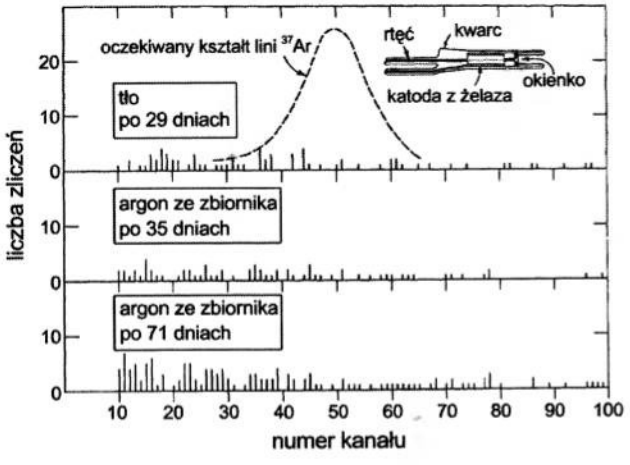
Mam nadzieję, że będę mógł kiedyś pokazać Ci aparaturę. Tutejszej scenerii nie da się porównać z krajobrazem Anglii, ale ma swoje uroki.

Zmierzona częstość odpowiadała jednej trzeciej przewidywań Bahcalla i Shaviva. Z mojej prośby skierowanej do Willy'ego o „włączenie Słońca" widać, że byłem już zaniepokojony.

Pierwsze wyniki przedstawiliśmy we wrześniu 1967 r. na zebraniu Amerykańskiego Towarzystwa Chemicznego, następnie w publikacji [18]. Jej tytuł

brzmiał „Poszukiwanie neutrin ze Słońca". Jak ogólnie wiadomo, jeśli ktoś używa słowa „poszukiwanie" w tytule pracy, to znaczy, że nic nie zostało znalezione. Górna granica wynosiła 3 SNU. W opublikowanej równocześnie pracy Bahcall i in. [19] podają przewidywanie na podstawie standardowego modelu Słońca $7{,}5 \pm 3$ SNU. Późniejsze zbieranie danych przez blisko 30 lat i również 30-letnie poprawianie standardowego modelu Słońca przyniosło znaczną poprawę dokładności: obecny wynik eksperyment chlorowego w Homestake wynosi 2,56 SNU [20], a aktualne przewidywania modelu Słońca to 7,6 SNU [21]. Liczby nie zmieniły się znacznie – Słońce dostarcza jednej trzeciej spodziewanej liczby neutrin. „Problem neutrin słonecznych" urodził się zatem w 1967 r. i żył do przełomu wieków.

Argon-37 rozpada się przez wychwyt elektronu z powłoki K i emisję elektronu Augera o charakterystycznym widmie energii. Widmo z liczników proporcjonalnych przedstawione w pracy [18] pokazano tu na rys. 14. Argon z dwóch cykli zbierania danych w zbiorniku i tło dają mniej więcej taką samą liczbę zliczeń w zakresie energii odpowiadającym rozpadowi ^{37}Ar. Było jasne, że jedynym sposobem poprawienia granicy wykrywalności neutrin ze Słońca jest zmniejszenie tła.



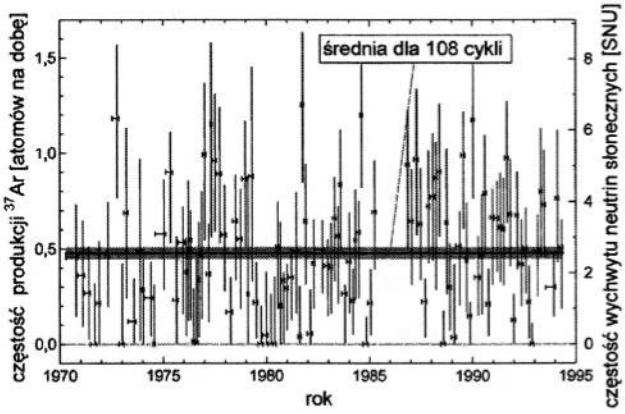
Rys. 14. Widma wysokości impulsów z pierwszych dwóch cykli zbierania danych w eksperymencie chlorowym. W żadnym z nich nie zaobserwowano zliczeń powyżej tła [18].

Veljko Radeka i Lee Rogers, inżynierowie elektronicy z Brookhaven, zaproponowali proste i eleganckie rozwiązanie tego problemu dzięki zaprojektowaniu układu pomiaru czasu narastania sygnału do rozróżniania przypadków pochodzących z rozpadu ^{37}Ar od tła. Jeśli rozpad zdarzy się wewnątrz licznika proporcjonalnego (rys. 12), to tworzą się pary jon–elektron i elektrony, które szybko przemieszczają się w kierunku centralnej anody, tworząc impuls elektryczny. Jego wielkość zależy od liczby wytwarzanych elektronów, która z kolei zależy od energii rozpadu. Dominujący kanał rozpadu ^{37}Ar, wychwyt elektronu z orbity K, pozostawia energię 2,82 keV w gazie licznika w postaci elektronów Augera, pochodzącą ze zmian ułożenia elektronów na orbitach atomowych. Elektrony Augera mają zasięg ok. 100 μm; tworzy się ok. 100 par jon–elektron. Wszystkie elektrony mają mniej więcej taki sam czas dryfu, co daje szybko narastający impuls. Najważniejsze tło pochodzi od oddziaływań promieniowania γ z atomami wewnątrz licznika, w których następuje rozpraszanie comptonowskie na elektronach. Rozpraszanie zachodzi wzdłuż całego toru przecinającego licznik, a to powoduje powstawanie wolniej narastającego impulsu. Nowa elektronika mierzyła nie tylko energię dla każdego rozpadu, ale także czas narastania impulsu. Zaczęliśmy używać tego nowego układu w 1970 r. i po około rocznych obserwacjach widoczny był czysty sygnał pochodzący od neutrin. Podejmowaliśmy też inne próby ograniczenia tła. Przenieśliśmy aparaturę zliczającą rozpady do kopalni, wykorzystując osłonę ok. 1500 metrów skały ograniczającą tło od promieniowania kosmicznego w licznikach. Wypełniliśmy pomieszczenie wodą, aby wyeliminować drugorzędne źródła tła.

Stworzenie układu pomiaru czasu narastania impulsu tchnęło nowe życie w eksperyment Homestake. Częstość produkcji neutrin słonecznych była rzeczywiście trzykrotnie mniejsza od przewidywanej przez model Słońca. Najbardziej prawdopodobnym wyjaśnieniem, według moich poglądów w tamtym czasie, było to, że błędny jest właśnie ten model. Wielu fizyków uważało natomiast, że błąd tkwi w naszych pomiarach. Wykonaliśmy wiele testów, aby poprawić wiarygodność otrzymanego wyniku, i nigdy nie znaleźliśmy powodu, dla którego mierzony strumień neutrin miałby być tak mały. Wprowadziliśmy znaczony chlorem-36 perchloroetylen do małego zbiornika ze zwykłym C_2Cl_4. Chlor-36 rozpada się, dając ^{36}Ar, i odzyskaliśmy spodziewaną ilość ^{36}Ar ze zbiornika. Do dużego zbiornika w Homestake wpuściliśmy rurę, na której końcu umieściliśmy źródło neutronów, produkujące ^{37}Ar w reakcji (n,p) z ^{37}Cl. Odzyskaliśmy spodziewaną ilość argonu. Wprowadziliśmy 500 atomów ^{37}Ar do dużego zbiornika i odzyskaliśmy je w spodziewanej liczbie. W czasie tego testu nie powiedziano mi, aż do chwili zakończenia pomiarów, jaka była liczba wprowadzonych atomów. Wprowadzaliśmy argon jako gazowy nośnik na początku każdego cyklu zbierania danych. Używaliśmy zamiennie izotopów ^{36}Ar lub ^{38}Ar, tak że w każdym cyklu mogliśmy sprawdzać w spektrometrze mas ich odzyskiwanie po zakończeniu zliczania ^{37}Ar. Dominującym izotopem w atmosferze jest ^{40}Ar (99,6% całego argonu), dlatego spektrometryczny pomiar ilości ^{40}Ar umożliwiał sprawdzenie, czy w aparaturze nie ma przecieków. Zmierzona została wydajność każdego licznika. Te i inne testy, podobnie jak standardową procedurę doświadczalną, opisaliśmy w pracy [20].

Niedobór neutrin słonecznych był nierozwiązanym problemem w latach 1967–2001. W tym czasie

ani mierzony strumień, ani przewidywania nie zmieniły się w sposób znaczący. Nigdy nie znalazłem niczego błędnego w moim eksperymencie. John Bahcall nigdy nie znalazł błędu w standardowym modelu Słońca, co więcej, rozwój heliosejsmologii potwierdził profil temperatury z jego modelu. Rozbieżności między teorią a eksperymentem pozostawały uparcie na poziomie czynnika trzy. Praca [20] podsumowuje wszystkie wyniki eksperymentu Homestake. Po wprowadzeniu pomiaru czasu narastania sygnału (rys. 15) przeprowadziliśmy 108 cykli zbierania danych. W okresie ponad 25 lat zliczyliśmy łącznie 2200 atomów ^{37}Ar i otrzymaliśmy strumień neutrin słonecznych $2{,}56 \pm 0{,}16$ (błąd statystyczny) $\pm 0{,}16$ (błąd systematyczny) SNU. Obecne przewidywania ze standardowego modelu Słońca [21] dają $7{,}6^{+1,3}_{-1,1}$ SNU.



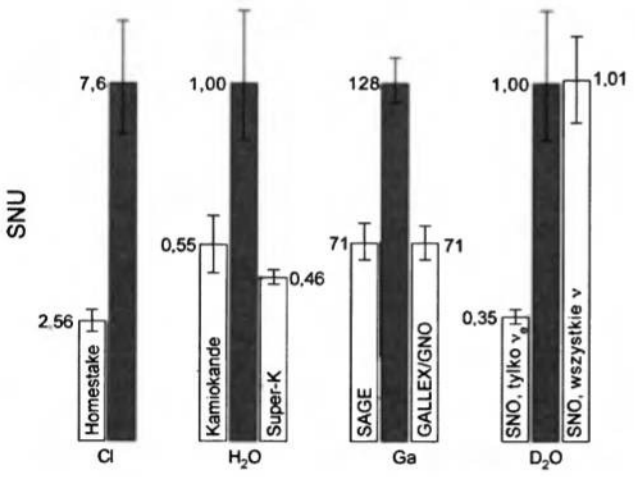
Rys. 15. Zestawienie wyników dla wszystkich cykli zbierania danych w eksperymencie Homestake po wprowadzeniu liczników mierzących czas narastania sygnału. Tło zostało odjęte. W okresie ponad 25 lat zarejestrowano 2200 atomów ^{37}Ar, co odpowiada średniemu strumieniowi neutrin słonecznych 2,56 SNU. Przerwa w roku 1986 była spowodowana awarią obydwu pomp utrzymujących obieg perchloroetylenu [18].

Wyniki eksperymentu Homestake wywołały wielką aktywność wśród teoretyków. Poniżej przedstawię niektóre bardziej interesujące, i z perspektywy czasu zabawne, alternatywy dla standardowego modelu Słońca. Fowler [22] i Sheldon [23] sugerowali istnienie powracającej niestabilności w produkcji energii w centrum Słońca. Światło potrzebuje ok. 10 mln lat do osiągnięcia powierzchni Słońca, natomiast neutrina próbkują rdzeń Słońca taki, jaki był 8 minut temu, a produkcja energii w chwili obecnej może być mała. Gribov i Pontecorvo [24] oraz Wolfenstein [25] sugerowali oscylacje neutrin; ta teoria została dalej rozwinięta przez Mikheyeva i Smirnova [26] do postaci znanej dziś jako efekt MSW. Chociaż teraz oscylacje neutrin wydają się właściwym wyjaśnieniem, trzeba pamiętać, że wtedy większość fizyków uważała tę teorię za elegancką, ale niezbyt prawdopodobną. Niektóre inne możliwości były bardziej fantazyjne, chociaż wszystkie pochodziły od ogólnie szanowanych fizyków i astrofizyków. Libby i Thomas [27] oraz Salpeter [28] sugerowali, że może tu odgrywać rolę kataliza kwarków. Kocharov i Starbunov [29] wysuwali hipotezę występowania nadmiaru ^{3}He we współczesnym Słońcu. Cisneros [30] brał pod uwagę możliwość istnienia znacznego momentu magnetycznego neutrin. Bahcall i in. [31] rozpatrywali hipotezę rozpadu neutrin. Demarque i in. [32] wysuwali przypuszczenie, że wnętrze Słońca obraca się gwałtownie, obniżając własne ciśnienie i temperaturę. Prentice [33] sugerował, że Słońce znajduje się w późniejszej fazie ewolucji, wobec czego wodór już się spalił i jądro naszej gwiazdy jest zbudowane z helu. Clayton i in. [34] rozpatrywali hipotezę, że energia słoneczna nie pochodzi z reakcji jądrowych, lecz z energii uwalnianej na skutek akrecji, czyli przyciągania materii przez czarną dziurę w środku Słońca.

Eksperyment Homestake dostarczył jedynego, na długie lata, pomiaru strumienia neutrin słonecznych. Trzeba było czekać 23 lata, by eksperyment Kamiokande potwierdził, że strumień neutrin słonecznych pochodzących z rozpadu ^{8}B jest mały [35,36]. W latach 90. dwa eksperymenty radiochemiczne, w których wychwytywano neutrina, wykorzystując odwrotny rozpad β ^{71}Ga, SAGE [37,38] i GALLEX [39,40] wykazały, że istnieje rozbieżność między mierzonym strumieniem niskoenergetycznych neutrin z reakcji pp a oczekiwaniami standardowego modelu Słońca. Rozbieżność w eksperymentach galowych wynosiła mniej więcej czynnik dwa.

Problem neutrin słonecznych uważa się za rozwiązany od chwili pierwszego ogłoszenia wyników z Obserwatorium Neutronowego w Sudbury, SNO. Efekt MSW [25,26] polegający na możliwości zmiany zapachu neutrina podczas przechodzenia przez materię jest atrakcyjnym rozwiązaniem problemu neutrin słonecznych już od kilku lat. Teoria ta uzyskała dodatkowe wsparcie w 1998 r., kiedy grupa SuperKamiokande ogłosiła obserwację zmian zapachu, czyli oscylacji wysokoenergetycznych neutrin atmosferycznych produkowanych przez promieniowanie kosmiczne [41]. W roku 2001 grupa z obserwatorium neutrinowego w Sudbury udostępniła dane dotyczące detekcji neutrin elektronowych i po połączeniu tych informacji z wynikami SuperKamiokande wykazała, że neutrina oscylują między stanami o różnych zapachach [42]. W roku 2002 dodatkowe dane z eksperymentu SNO udowodniły ponad wszelką wątpliwość, że neutrina oscylują i że całkowity ich strumień zgadza się z przewidywaniami teoretycznymi [43].

Rysunek 16 przedstawia porównanie wyników wszystkich eksperymentów dotyczących neutrin słonecznych z przewidywaniami standardowego modelu Słońca. Należy zwrócić uwagę, że tylko eksperyment SNO rejestrujący wszystkie rodzaje neutrin zgadza się z tym modelem. Gdy rozpoczynaliśmy eksperyment Homestake poszukując neutrin słonecznych, my-



Rys. 16. Porównanie pomiarów strumienia neutrin słonecznych w eksperymencie chlorowym, dwóch eksperymentach galowych (SAGE i GALLEX/GNO), dwóch eksperymentach wodnych Czerenkowa (Kamiokande i SuperKamiokande) oraz eksperymentu SNO z ciężką wodą, z przewidywaniami teoretycznymi Bahcalla i in. [21]. Wysokość słupków ilustrujących przewidywania teoretyczne jest taka sama, aby ułatwić porównania z doświadczeniami. Rejestracja neutrin o wszystkich zapachach w eksperymencie SNO ostatecznie rozwiązała „problem neutrin słonecznych".

śleliśmy, że rozumiemy jak działa Słońce i że pomiar strumienia neutrin słonecznych potwierdzi teorię. Nie stało się tak, jak planowaliśmy. Zderzenie między eksperymentami neutrinowymi i standardowym modelem Słońca zakończyło się w spektakularny sposób: nie było nic złego ani w eksperymencie, ani w teorii, ale coś złego działo się z neutrinami. W pewnym sensie zachowywały się one w sposób wykraczający poza model standardowy. Astrofizyka neutrin jest dziedziną tętniącą życiem, kilka eksperymentów dotyczących neutrin słonecznych zbiera w tej chwili dane, a inne są w przygotowaniu, warto też wspomnieć o eksperymencie KamLAND [44] badającym oscylacje neutrin produkowanych na Ziemi.

Brookhaven National Laboratory, a później University of Pennsylvania były wspaniałymi miejscami do prowadzenia tych badań. Dostarczały nie tylko wsparcia technicznego dla prowadzonego eksperymentu, ale także stymulującego środowiska intelektualnego. Ta praca nie mogłaby być wykonana bez wsparcia ze strony Komisji Energii Atomowej i agencji będących jej następcami oraz Narodowej Fundacji Nauki (NSF).

John Bahcall godzien jest specjalnej wzmianki. Jest on strażnikiem standardowego modelu Słońca od niemal 40 lat, był i nadal jest główną siłą promującą pomiary częstości odpowiednich reakcji jądrowych, eksperymenty dotyczące neutrin słonecznych i wykonywanie innych testów modelu słonecznego. Jest jasne, że bez punktu odniesienia, jakiego dostarcza standardowy model Słońca, nie byłoby problemu neutrin słonecznych. Zderzenie teorii i doświadczenia przez cały czas życia „problemu" działało na rzecz udoskonalania doświadczenia i ulepszania teorii. Chciałbym także wymienić Kena Landego, który współpracował ze mną wiele lat, a kiedy przeszedłem na emeryturę w Brookhaven w 1984 r., znalazł nową instytucję macierzystą dla mnie i dla eksperymentu Homestake – University of Pennsylvania. Chciałbym także podziękować kilku moim długoletnim współpracownikom; są to: Bruce Cleveland, John Evans, John Galvin, Don Harmer, Keith Rowley, Dutch Stoenner, Jack Ullman i Paul Wildenhain. Jest wielu innych, którzy pracowali ze mną w ciągu tych lat, zbyt wielu, aby ich wymienić, ale wszystkim serdecznie dziękuję.

Na koniec chciałbym podziękować mojemu synowi Andrew M. Davisowi z Uniwersytetu w Chicago za przygotowanie i wygłoszenie tego wykładu.

Tłumaczyła *Ewa Rondio*
Instytut Problemów Jądrowych
Warszawa

Literatura

[1] R. Davis Jr., „The ionization constant of carbonic acid and the solubility of carbon-dioxide in water and sodium chloride solutions from 0 to 50 degrees C", Ph.D. Dissertation, Yale University (1942).

[2] H.R. Crane, „The energy and momentum relations in the beta-decay, and the search for the neutrino", *Rev. Mod. Phys.* **20**, 278 (1948).

[3] R. Davis Jr., „Nuclear recoil following neutrino emission from beryllium 7", *Phys. Rev.* **86**, 976 (1952).

[4] P.B. Smith, J.S. Allen, „Nuclear recoils resulting from the decay of Be^7", *Phys. Rev.* **81**, 381 (1951).

[5] B. Pontecorvo, „Inverse β^- process", Chalk River Laboratory Report PD-205 (1946).

[6] L. Alvarez, „Proposed test of the neutrino theory", Univ. of California Radiation Laboratory Report (1949).

[7] R. Davis Jr., „Attempt to detect the antineutrinos from a nuclear reactor by the $Cl^{37}(\bar{\nu}, e^-)Ar^{37}$ reaction", *Phys. Rev.* **97**, 766 (1955).

[8] R. Davis Jr., „An attempt to observe the capture of reactor neutrinos in chlorine-37", UNESCO Conf., Paris, t. 1 (1958), s. 728.

[9] C.L. Cowan Jr., F. Reines, F.B. Harrison, H.W. Kruse, A.D. McGuire, „Detection of the free neutrino: a confirmation", *Science* **124**, 103 (1956).

[10] F. Reines, „Neutrino interactions", *Ann. Rev. Nucl. Sci.* **10**, 1 (1960); F. Reines, C.L. Cowan Jr., F.B. Harrison, A.D. McGuire, H.W. Kruse, „Detection of the free antineutrino", *Phys. Rev.* **117**, 159 (1960).

[11] H.D. Holmgren, R.L. Johnston, „$H^3(\alpha,\gamma)Li^7$ and $He^3(\alpha,\gamma)Be^7$ processes", *Phys. Rev.* **113**, 1556 (1958).

[12] A.G.W. Cameron, „Modification of the proton-proton chain", *Bull. Amer. Phys. Soc.* **3**, 227 (1958).

[13] W.A. Fowler, „Completion of the proton-proton reaction chain and the possibility of energetic neutrino emission by hot stars", *Astrophys. J.* **127**, 551 (1958).

[14] J.N. Bahcall, „Electron capture and nuclear matrix elements of ^{7}Be", *Phys. Rev.* **128**, 1297 (1962).

[15] R.W. Kavanagh, „Proton capture in Be^7", *Nucl. Phys.* **15**, 411 (1960).

[16] J.N. Bahcall, „Solar neutrinos. I. Theoretical", *Phys. Rev. Lett.* **12**, 300 (1964).

[17] R. Davis Jr., „Solar neutrinos. II. Experimental", *Phys. Rev. Lett.* **13**, 303 (1964).

[18] R. Davis Jr., D.S. Harmer, K.C. Hoffman, „A search for neutrinos from the Sun", *Phys. Rev. Lett.* **20**, 1205 (1968).

[19] J.N. Bahcall, N. Bahcall, G. Shaviv, „Present status of the theoretical predictions for the ^{37}Cl solar-neutrino experiment", *Phys. Rev. Lett.* **20**, 1209 (1968).

[20] B.T. Cleveland, T. Daily, R. Davis Jr., J.R. Distel, K. Lande, C.K. Lee, P.S. Wildenhain, J. Ullman, „Measurement of the solar electron neutrino flux with the Homestake chlorine detector", *Astrophys. J.* **496**, 505 (1998).

[21] J.N. Bahcall, M.H. Pinsonneault, S. Basu, „Solar models: current epoch and time dependences, neutrinos, and helioseismological properties", *Astrophys. J.* **555**, 990 (2001).

[22] W.A. Fowler, w: *Contemporary Physics: Trieste Symposium 1968*, t. 1 (International Atomic Energy Agency, Vienna 1968), s. 359; W.A. Fowler, „What cooks with solar neutrinos?", *Nature* **238**, 24 (1972).

[23] W.R. Sheldon, „Possible relation of a null solar neutrino flux to 11 year solar cycle", *Nature* **221**, 650 (1969).

[24] V. Gribov, B. Pontecorvo, „Neutrino astronomy and lepton charge", *Phys. Lett.* **B28**, 493 (1969).

[25] L. Wolfenstein, „Neutrino oscillations in matter", *Phys. Rev. D* **17**, 2369 (1978).

[26] S.P. Mikheyev, A.Y. Smirnov, „Resonant enhancement of oscillations in matter and solar neutrino spectroscopy", *Sov. Jour. Nucl. Phys.* **42**, 913 (1985); *Yad. Fiz.* **42**, 1441 (1985).

[27] L.M. Libby, F.J. Thomas, „Solar energy without neutrinos: fusion catalysis with quarks", *Nature* **222**, 1238 (1969).

[28] E.E. Salpeter, „Difficulties with fusion catalysis by quarks", *Nature* **225**, 165 (1970).

[29] G.E. Kocharov, Yu.N. Starbunov, *Acta Phys. Acad. Sci. Hung.*, Suppl. to vol. 29 (Proceedings of the Eleventh International Conference on Cosmic Rays, Budapest) **4**, 353 (1970).

[30] A. Cisneros, „Effect of neutrino magnetic moment on solar neutrino observations", *Astrophys. Space Sci.* **10**, 87 (1971).

[31] J.N. Bahcall, N. Cabibbo, A. Yahil, „Are neutrinos stable particles?", *Phys. Rev. Lett.* **28**, 316 (1972).

[32] P. Demarque, J.G. Mengel, A.V. Sweigart, „Solar rotation and the neutrino flux", *Nature* **246**, 33 (1973).

[33] A.J.R. Prentice, „Early inhomogeneities in composition and the solar neutrino problem", *Mon. Not. R. Astron. Sci.* **163**, 331 (1973).

[34] D.D. Clayton, E. Dwek, M.J. Newman, R.J. Talbot, „Solar models of low neutrino-counting rate: the central black hole", *Astrophys. J.* **201**, 489 (1975).

[35] K.S. Hirata i in., „Results from one thousand days of real time, directional solar neutrino data", *Phys. Rev. Lett.* **65**, 1297 (1990).

[36] S. Fukuda i in., „Solar ^{8}B and hep neutrino measurements from 1258 days of Super-Kamiokande data", *Phys. Rev. Lett.* **86**, 5651 (2001).

[37] A.I. Abazov i in., „Search for neutrinos from the Sun using the reaction $^{71}\mathrm{Ga}(\nu_e, e^-)^{71}\mathrm{Ge}$", *Phys. Rev. Lett.* **67**, 3332 (1991).

[38] J.N. Abdurashitov i in., „Measurement of the solar neutrino capture rate by SAGE and implications for neutrino oscillations in vacuum", *Phys. Rev. Lett.* **83**, 4696 (1999).

[39] P. Anselmann i in., „Solar neutrinos observed by GALLEX at Gran Sasso", *Phys. Lett.* **B327**, 376 (1992).

[40] M. Altmann i in., „GNO solar neutrino observations: results for GNO I", *Phys. Lett.* **B490**, 16 (1999).

[41] S. Fukuda i in., „Evidence for oscillation of atmospheric neutrinos", *Phys. Rev. Lett.* **81**, 1562 (1998).

[42] Q.R. Ahmad i in., „Measurement of the rate of $\nu_e + n \to p + p + e^-$ interactions produced by ^{8}B solar neutrinos at the Sudbury Neutrino Observatory", *Phys. Rev. Lett.* **87**, 071301 (2001).

[43] Q.R. Ahmad i in., „Direct evidence for neutrino flavor transformation from neutral-current interactions in the Sudbury Neutrino Observatory", *Phys. Rev. Lett.* **89**, 011301 (2001).

[44] K. Eguchi i in., „First results from KamLAND: evidence for reactor antineutrino disappearance", *Phys. Rev. Lett.* **90**, 021802 (2003).

Po co nam fizyka cząstek elementarnych?

Grzegorz Brona

Instytut Fizyki Doświadczalnej, Uniwersytet Warszawski

Why do we need high energy physics?

Abstract: High energy physics is a branch of science seemingly far away from everyday life. Spending millions of euros and dollars, the governments supporting particle physicists are often criticized by non-physicists' community. In this article the greatest achievements of scientists working in the high energy laboratories that improve everybody's life are indicated. Such topics as Internet, GRID, cancer therapy, lithography, synchrotron radiation, free electron laser and accelerator transmutation of waste are briefly discussed.

Czy inwestowanie w naukę się opłaca? Odpowiedź brzmi: – Tak – nie ma co do tego żadnych wątpliwości. To przecież dzięki nauce mamy szybsze i bardziej pojemne komputery, bezpieczniejszy i szybszy transport, leki na choroby, które dawniej były nieuleczalne itd. – nauka często dostarcza rozwiązań, o których jeszcze 20 lat wcześniej nikomu się nawet nie śniło. Dzięki odkryciom naukowców łączność z osobą znajdującą się po drugiej stronie globu może być nawiązana w niespełna sekundę, a informacje przekazywane są dzięki Internetowi praktycznie bez żadnych ograniczeń. Nie ma więc wątpliwości, że pieniądze z naszych podatków spływające do instytucji naukowych nie są pieniędzmi straconymi. Ale czy aby na pewno powinno się wspierać naukę w każdej jej formie? Czy, na przykład, miliony euro wydawane na lepsze zbadanie świata cząstek elementarnych nie lepiej byłoby przeznaczyć na rozwój onkologii, by odkryć wspaniały lek, który wreszcie pokona nawet najgroźniejsze nowotwory? Po co finansować badania prowadzone z czystej ciekawości, skoro ich rezultaty najprawdopodobniej nie wpłyną na nasz standard życia? Warto zwrócić uwagę na to, że najpotężniejsze państwa Starego Kontynentu najsilniej wspierają owe na pozór jakże jałowe dla gatunku ludzkiego przedsięwzięcia, finansując m.in. funkcjonowanie takich instytucji, jak CERN w Genewie. To największe laboratorium naukowe na świecie zajmuje się badaniami cząstek elementarnych. Jest ono utrzymywane ze środków asygnowanych przez 20 państw europejskich. Największy wkład mają tu Niemcy – 201 milionów franków szwajcarskich – oraz Wielka Brytania – 164 miliony franków. Te astronomiczne wprost sumy są w całości przeznaczane na konstruowanie i utrzymywanie potężnych maszyn do badania najmniejszych składników materii. Dlaczego tak się dzieje, że tak racjonalnie postępujące państwa jak Niemcy i Wielka Brytania wspierają rozwój czysto akademickiej dziedziny nauki? Czy wystarczającym powodem jest chęć zadowolenia wąskiej grupy kilku tysięcy naukowców uprawiających swoje specjalności? A może jednak w tym szaleństwie jest jakaś metoda? Przyjrzyjmy się więc kilku dziedzinom życia i zastanówmy się, czy badania nad strukturą mikroświata coś do nich wniosły.

W ostatnim dziesięcioleciu dokonał się prawdziwy przełom informatyczny. Pierwsze komputery co prawda pojawiły się już po II wojnie światowej, ale przez wiele lat były one przeznaczone jedynie na potrzeby organizacji rządowych i wielkich firm. W prywatnych domach zaczęły funkcjonować dopiero w latach 80., zaś prawdziwą karierę zrobiły w latach 90. Jedną z przyczyn tego przełomu było pojawienie się usługi WWW, do której dostęp był i jest stosunkowo niedrogi. Komputer przestał być postrzegany przez większość ludzi jako bardziej skomplikowana maszyna do pisania i stał się nowym oknem na świat. Co to ma jednak wspólnego z badaniami prowadzonymi w CERN-ie?

Otóż całkiem sporo – World Wide Web narodził się w latach 1989–90 właśnie w laboratoriach CERN-u. Opracowało go dwóch naukowców: Tim Barners-Lee oraz Robert Cailliau. Pierwotnie WWW miał służyć fizykom pracującym w laboratorium do wymiany informacji i prezentacji osiągnięć. Jednak już kilka miesięcy później zarówno oprogramowanie potrzebne do obsługi serwerów WWW, jak i oprogramowanie przeznaczone dla klientów serwerów (pierwsza przeglądarka) zostały udostępnione naukowcom na całym świecie. Zgodnie z dokumentem z 30 kwietnia 1993 r. oprogramowanie WWW opracowane przez CERN i współpracujące z nim instytucje zostało przekazane bez żadnych opłat wszystkim, którzy chcieliby z niego skorzystać.

Serwery WWW zaczęły pojawiać się najpierw na uczelniach, na wydziałach fizyki, które współpracowały z CERN-em. Zbiegło się to w czasie z narodzinami, w marcu 1991 r., polskiego potentata teleinformatycznego – NASK-u (Naukowej i Akademic-

kiej Sieci Komputerowej), którego pierwszym dyrektorem został znany fizyk specjalizujący się w badaniach nad cząstkami elementarnymi – prof. Tomasz Hofmokl. 17 sierpnia tego samego roku nastąpiło pierwsze połączenie przy użyciu protokołu IP między Polską a zachodnią Europą. W listopadzie 1993 r. uruchomiona została zaś, na pierwszym polskim serwerze WWW, Polska Strona Domowa. Nieco wcześniej, bo w grudniu 1991 r., WWW dotarło do Stanów Zjednoczonych. Pierwszy serwer WWW znalazł się tam w jednym z amerykańskich odpowiedników CERN-u – w laboratoriach Stanford Linear Accelerator Center – SLAC. Lawina ruszyła...

Dziś z usług WWW korzysta codziennie wiele milionów ludzi. Powstały tysiące firm związanych z tym obszarem działalności, które dają pracę dziesiątkom tysięcy osób. Potężne korporacje teleinformatyczne prześcigają się w tworzeniu coraz lepszych, coraz bardziej przyjaznych i atrakcyjnych przeglądarek stron oraz innych aplikacji internetowych. Wybierając nowy komputer, kupujący kieruje się m.in. możliwościami dostępu do Internetu, a w tym przede wszystkim do WWW. Większość użytkowników WWW nie zdaje sobie sprawy, że powstało ono w laboratorium CERN, a szybki rozwój Sieci umożliwiony został przez nieodpłatne udostępnienie wynalazku wszystkim zainteresowanym. Nie byłoby to możliwe, gdyby WWW opracowane zostało przez firmę komercyjną. No dobrze, ale co dalej?

Otóż „dalej" okazuje się, że CERN nie powiedział jeszcze ostatniego słowa w sprawie sieci komputerowych. Aktualnie opracowywany jest tam nowy projekt o nazwie GRID. Sieć GRID ma połączyć komputery różnych instytucji naukowych, firm i organizacji, tak aby mogły wspólnie działać przy rozwiązywaniu skomplikowanych zadań. Dzięki temu połączeniu naukowcy (np. szukający leku na raka) potrzebujący potężnej mocy obliczeniowej procesorów będą mogli połączyć się z tysiącami komputerów rozproszonych na całym świecie i użyć ich niewykorzystywanych w danym momencie możliwości. Jeśli, na przykład, pewne laboratorium nie potrzebuje chwilowo swoich komputerów, inny zespół badawczy, pracujący w zupełnie innym miejscu, będzie mógł wykorzystać ów sprzęt do realizacji swoich projektów. Sieć GRID będzie wykorzystywana m.in. przez fizyków cząstek, lekarzy poszukujących nowych leków oraz naukowców zajmujących się obserwacjami Ziemi z przestrzeni kosmicznej. Wprowadzenie tego rozwiązania na szeroką skalę pozwoli znacznie skrócić czas potrzebny na rozwiązanie wielu problemów trapiących ludzkość.

Istnieją też bardziej „bezpośrednie", a przy tym praktyczne osiągnięcia fizyki cząstek elementarnych. Obecnie na całym świecie pracuje ok. 10 tys. różnych akceleratorów cząstek. Ponad połowa z nich jest używana do celów medycznych. Jednym z zadań tych maszyn jest produkcja izotopów promieniotwórczych, które następnie podawane są pacjentowi (badanemu np. pod kątem wykrycia ewentualnego nowotworu). Substancja rozprzestrzenia się w ciele człowieka i wchłaniana jest w różnym stopniu przez poszczególne tkanki i organy. Zwiększenie koncentracji atomów w danym obszarze może świadczyć o zmianach chorobotwórczych (w tym nowotworowych). Koncentracja substancji może być wyznaczona przez rejestrowanie cząstek powstałych w wyniku jej rozpadu, np. fotonów w pozytonowej tomografii emisyjnej (PET). Każdego roku diagnostyce z użyciem radiofarmaceutyków zostaje poddanych ok. 20 mln ludzi. Technologia PET została rozwinięta w Genewskim Szpitalu Kantonalnym, gdzie pierwsze detektory skonstruowali fizycy pracujący w CERN-ie z wykorzystaniem urządzeń stosowanych do badania cząstek elementarnych.

Istnieje również drugi sposób wykorzystania akceleratorów w medycynie – radioterapia. Zamiast posługiwać się skalpelem, lekarze stosują skolimowaną wiązkę wysokoenergetycznych cząstek, za pomocą której z dużą precyzją „wypalają" obszar zajęty przez komórki nowotworowe. Stosowane są tutaj zarówno wiązki promieni X (otrzymywane w czasie wyhamowywania wysokoenergetycznych elektronów), wiązki neutronów (otrzymywane za pośrednictwem zderzania wiązek protonowych z berylem), jak i wiązki elektronowe oraz protonowe pochodzące bezpośrednio z akceleratorów. Stosowanie tego typu zabiegów ma tę wielką przewagę nad standardową chirurgią, że energia padającej wiązki może być tak dobrana, by zniszczyć tylko chore tkanki znajdujące się na konkretnej głębokości w ciele człowieka. Szczególnie precyzyjne są wiązki protonowe, nad których zastosowaniem w medycynie pracuje właśnie CERN.

Czy badania prowadzone w CERN-ie mogą przydać się jeszcze w jakiś inny sposób? Jednym z najpoważniejszych problemów, z którymi boryka się ludzkość, jest zagrożenie ze strony śmiercionośnych wirusów. Na świecie żyje dzisiaj ponad 30 mln ludzi zakażonych wirusem HIV. Od początku epidemii choroba ta zabiła przeszło 16 mln osób. Walka z wirusem toczona jest na wielu frontach, wieloma sposobami. Jednym z nich jest dokładne poznanie struktury owego wirusa. Powszechnie stosowaną metodą badania budowy bardzo małych obiektów (a takim jest również wirus) jest wykorzystywanie promieniowania synchrotronowego – intensywnego promieniowania rentgenowskiego i nadfioletowego. Akceleratory przyśpieszają elektrony lub protony, tak by osiągnęły one wielką energię, a następnie zakrzywiają za pomocą pola magnetycznego tor ich lotu, co powoduje emisję promieniowania elektromagnetycznego. Promieniowanie to jest kierowane na badany obiekt i rozprasza się na nim. Obserwując rozproszone fotony naukowcy są w stanie odtworzyć obraz struktury obiektu. Dziś na całym świecie istnieją 42 synchrotrony przeprowadzające takie badania, a wiele kolejnych jest w budowie.

Obecnie fizycy zajmujący się akceleratorami przygotowują się do następnego kroku. W innym europej-

skim laboratorium cząstek elementarnych – Ośrodku Niemieckiego Synchrotronu Elektronowego (DESY) w Hamburgu – powstaje projekt liniowego akceleratora TESLA. W akceleratorze tym przyśpieszane będą elektrony, które, przechodząc przez specjalne układy składające się z silnych magnesów, będą emitować spójną wiązkę wysokoenergetycznego promieniowania synchrotronowego. Ten tak zwany laser na swobodnych elektronach powinien dać naukowcom nowe narzędzie, dzięki któremu stanie się możliwe badanie struktury mikroobiektów z niespotykaną do tej pory dokładnością. Ultrakrótkie impulsy promieniowania generowanego przez ten laser pozwolą poznać przebieg procesów zachodzących na poziomie atomowym.

Na tym nie koniec możliwości. Według znanego powszechnie prawa Gordona Moore'a moc obliczeniowa dostępnych na rynku procesorów komputerowych podwaja się co 18 miesięcy. Aby sprostać wymaganiom tego prawa, naukowcy zajmujący się układami scalonymi muszą stosować coraz bardziej zawansowane techniki badania i wyrobu procesorów. Muszą oni m.in. z wielką precyzją badać półprzewodniki, które następnie wykorzystają. Własności półprzewodników w bardzo znacznym stopniu zależą od niewielkich domieszek różnych substancji. Domieszki te mogą być specjalnie wprowadzane, aby zmodyfikować charakterystykę danego półprzewodnika. Naukowcy muszą dokładnie wiedzieć, jak rozkłada się ich koncentracja. W tym celu zwykłe domieszki zastępuje się domieszkami promieniotwórczego izotopu tego samego pierwiastka. Obserwując rozpady radioaktywne, do których dochodzi wewnątrz półprzewodnika, można ustalić, jak rozkładają się w nim domieszki. Izotopy te produkowane są za pomocą akcleratorów.

Aby zwiększyć moc obliczeniową procesorów, na krzemowych płytkach umieszcza się coraz więcej elementów. W jaki sposób można je tam umieścić? Zadaniem tym zajmują się wielkie grupy naukowców pracujących dla potężnych przedsiębiorstw wytwarzających układy scalone. Aby wypalić na płytce krzemowej ścieżki o jak najmniejszej szerokości, potrzebne są fale elektromagnetyczne o jak największej energii. Obecnie opracowywane są techniki tzw. litografii synchrotronowej, która pozwoli zmniejszyć kilkukrotnie wielkość elementów nanoszonych na procesor, a tym samym zwiększyć jego wydajność. Dzięki wykorzystaniu akceleratorów, które pierwotnie zostały opracowane przez fizyków cząstek, wymogi stawiane przez prawo Moore'a będą spełnione.

Czy to już wszystkie dziedziny życia i nauki, które wykorzystują technologie opracowane przez fizyków cząstek? Oczywiście nie. Przykłady można by mnożyć. Akceleratory cząstek są wykorzystywane do pokrywania silników samolotowych cienką warstwą chromu zabezpieczającą je przed korozją. Zaczynają być też stosowane na lotniskach, dzięki czemu możliwe staje się wykrywanie bomb, które terroryści ukrywają w bagażu. Używane są do wyjątkowo dokładnej sterylizacji narzędzi i do oblekania protez kości (np. sztucznych stawów biodrowych) specjalnymi warstwami, dzięki którym zmniejsza się ryzyko odrzucenia implantu przez organizm pacjenta. Pojawił się także pomysł zastosowania akceleratorów do przetwarzania odpadów promieniotwórczych w nieszkodliwe substancje. Zagadnieniem tym zajął się między innymi były dyrektor CERN-u i laureat Nagrody Nobla – Carlo Rubbia. Prace nad tym pomysłem są w toku.

Można jednak zadać kolejne pytanie – czy bez finansowania badań nad cząstkami elementarnymi nie opracowano by wymienionych technologii? Po co wydawać miliardy euro na utrzymywanie wielkich ośrodków naukowych, których jedynie ubocznym efektem działalności jest wprowadzanie nowych rozwiązań do innych dziedzin życia? Czy nie lepiej przekazać całą tę kwotę bezpośrednio biofizykom, informatykom czy naukowcom zajmującym się ciałem stałym, a oni sami będą potrafili wypracować owe rozwiązania?

Kraje gotowe przeznaczyć ogromne sumy pieniędzy na rozwój takich ośrodków jak CERN zrozumiały, że odpowiedź na to pytanie brzmi: nie, i że przekazywane pieniądze nie są pieniędzmi „utopionymi" w ambicje garstki szalonych naukowców. Badania nad cząstkami elementarnymi są bowiem awangardą badań naukowych i jako takie wymagają opracowywania wciąż nowych technologii. W ośrodkach badawczych gromadzą się najlepsi fizycy, informatycy i inżynierowie z całego świata. Tutaj mogą wymieniać bez przeszkód myśli, razem szukać rozwiązań. Wszyscy pracują nad zgłębieniem wiedzy z dziedziny fizyki wielkich energii, ale, aby osiągnąć założony cel, muszą rozwikłać tysiące pojawiających się problemów i wymyślić mnóstwo nowych, oryginalnych rozwiązań. Gdyby naukowcy ci pracowali sami, oddzieleni barierami granic, wiele z idei, które „wyeksportowały" takie ośrodki, jak CERN, czekałoby jeszcze na swoich odkrywców. Zrozumieli to nawet ongiś przywódcy po obu stronach żelaznej kurtyny, którzy pozwolili swoim fizykom wielkich energii na praktycznie nieskrępowane kontakty z naukowcami z „wrogiego" obozu. Wielkie laboratoria, takie jak CERN czy DESY, już na długo przed upadkiem muru berlińskiego przyjmowały do siebie fizyków z państw komunistycznych, stając się zarazem dla tych państw jednym z niewielu „okien na świat".

W historii nauki XX wieku można znaleźć dowody na to, że postawienie ambitnego celu przed silną grupą najlepszych naukowców owocuje rozwiązaniem nie tylko danego problemu, ale również licznymi innymi wynalazkami, które znajdują zastosowania w wielu dziedzinach życia. Było tak zarówno w czasie II wojny światowej, jak i w okresie wyścigu na Księżyc. Ośrodki badawcze, takie jak CERN, dają możliwość osiągania rozwoju nauki inaczej – w sposób godny pochwały – w ramach międzynarodowej współpracy i w celach pokojowych.

Jedynie niewielki procent budżetu CERN-u jest „przejadany" przez naukowców tam pracujących.

Reszta, w postaci zamówień dla przemysłu, wraca do krajów inwestujących. Zamówienia te tworzą tysiące miejsc pracy i pozwalają na rozwój licznych gałęzi przemysłu. Do krajów uczestniczących w przedsięwzięciu przepływają technologie z pozostałych państw. W ten sposób takie kraje, jak Niemcy i Anglia, nie inwestują bezpośrednio w swój przemysł, lecz decydują się na inwestowanie w naukę i tym samym zapewniają rozwój przemysłu oraz gromadzenie technologii. A to procentuje, o czym chyba nie trzeba nikogo przekonywać. Wystarczy porównać poziom rozwoju gospodarczego tych państw z poziomem rozwoju chociażby Polski.

W naszym kraju bardzo często porusza się problem finansowania nauki i sensowności rozwoju niektórych jej dziedzin. Często zapomina się o tym, że dana dziedzina nauki, której odkryć nie można w bezpośredni sposób przełożyć na poprawienie jakości życia obywateli, może w ciągu następnych kilkudziesięciu lat okazać się tą dziedziną, która stworzy idee i rozwiązania zmieniające cały świat. A fizyka cząstek, pozostając na froncie badań naukowych, jest właśnie taką dziedziną, która na każdym kroku wymaga dokonywania przełomów i wprowadzania innowacji. Zrozumiały i wykorzystują to największe potęgi gospodarcze świata. Może kiedyś w końcu zrozumie to także Polska.

Lektura uzupełniająca

- Strona domowa NASK-u: www.nask.pl.
- Strona domowa CERN-u: www.cern.ch.
- V.V. Korenkov, E.A. Tikhonenko, „The conception of GRID and computer technologies in the LHC era", *Phys. Part. Nucl.* **32**, 762 (2001).
- Strona projektu GRID: eu-datagrid.web.cern.ch.
- B. Szeless, P. Berra, „Successful high power test of a proton linac booster (LIBO) prototype for hadron therapy", *Proceedings of the 2001 Particle Accelerator Conference, Chicago.*
- Strona domowa akceleratora TESLA: tesla.desy.de.
- G.P. Lawrence, „Transmutation and energy production with high power accelerators", International Conference on High-energy Accelerators (IUPAP), Dallas, Texas, 1–5 May 1995.
- O. Barbalat, „From fundamentals to waste disposal", *Phys. World* **4**, nr 5 (1991), s. 31.

GRZEGORZ BRONA (urodzony w 1980 r.) jest studentem Międzywydziałowych Indywidualnych Studiów Matematyczno-Przyrodniczych UW i obecnie przygotowuje pracę magisterską na Wydziale Fizyki UW. Bierze udział w eksperymencie COMPASS w CERN-ie, starając się wyznaczyć polaryzację gluonów i odkryć nowe, egzotyczne cząstki. Poza tym czasami zajmuje się fizyką neutrin i promieniowaniem kosmicznym. Oprócz fizyki i astronomii interesują go techniki internetowe i dydaktyka – prowadzi zajęcia dla zdolnych uczniów liceów i pisuje artykuły popularnonaukowe. Uwielbia podróżować, a jego największym marzeniem, które połaczyłoby większość jego zainteresowań, byłaby wyprawa na Marsa.

Lew Landau: fizyk i rewolucjonista*

Alexei Kojevnikov

Department of History, University of Georgia, Athens, Georgia, USA

Lev Landau: physicist and revolutionary

Abstract: A near-fatal accident 40 years ago robbed theoretical physics of one its greatest minds. Although Lev Landau was never to work again, he was awarded the Nobel Prize later that year and his legacy lives on to this day.

Landaua przedstawiać nie trzeba. Jest zbyt dobrze znany, choć może nie tak dobrze rozumiany. Kilka pokoleń fizyków-teoretyków uczyło się swego fachu, przedzierając się przez 10 tomów jego słynnego *Kursu fizyki teoretycznej*, popularnie zwanego „Landauem i Lifszycem". Landau nadzorował jego tworzenie, sam jednak nie napisał tam ani jednego słowa. Kilkudziesięciu fizyków, niektórzy z nich niewątpliwie pierwszej klasy, uważało się za członków szkoły Landaua jeszcze długo po tym, jak sami stali się już uznanymi uczonymi.

Jego imię nosi kilkanaście kamieni milowych fizyki. Gdyby trzeba było wskazać jego najistotniejsze osiągnięcia, byłyby to zapewne: jego teoria przemian fazowych (1937), teoria nadpłynności ciekłego helu (1941), Ginzburga i Landaua fenomenologiczna teoria nadprzewodnictwa (1950) oraz Landaua teoria „cieczy Fermiego" (1956). Jego sława jest z pewnością znacznie większa niż mogłyby sugerować tylko te konkretne wyniki, nawet gdybyśmy tu jeszcze dodali inne jego osiągnięcia, jak landauowski diamagnetyzm swobodnych elektronów (1930) czy tłumienie landauowskie w plazmie (1946). Opublikowane artykuły Landaua są tak lakoniczne – składają się głównie ze wzorów i kilku kategorycznych stwierdzeń, co jest słuszne, a co nie, bez dostatecznego wyjaśnienia – że nawet zawodowi fizycy mają często kłopoty ze zrozumieniem, skąd wzięły się jego idee.

Życie i opinie Landaua również były przedmiotem kontrowersji i nieporozumień. Istnieje wiele opowiadań i pośmiertnych wspomnień, lecz bardzo mało zachowało się współczesnych mu dokumentów. Landau ani sam nie pisał listów, ani nie przechowywał otrzymywanej korespondencji. Robił niemal wszystko, by utrudnić zadanie przyszłym historykom. Najbogatszym źródłem są chyba archiwa KGB, których większość udostępniono w 1991 r. Jedną z przyczyn braku źródeł pisanych jest to, że Landau żył w okresie rewolucyjnym, znacznie bardziej burzliwym i niebezpiecznym niż obecny świat. Liczne przejawy jego życia, wyjęte z kontekstu tamtych bardzo trudnych czasów, wydają się więc nam dzisiaj dziwne i paradoksalne.

Fot. 1. Lew Dawidowicz Landau (1908–1968) był jednym z tych fizyków, którzy wywarli największy wpływ na fizykę teoretyczną XX w. Za swoje pionierskie teorie materii skondensowanej otrzymał w 1962 r. Nagrodę Nobla z fizyki. (Dzięki uprzejmości AIP Emilio Segrè Visual Archives).

Buntownik kwantowy

Lew Dawidowicz Landau należał do pierwszej prawdziwie radzieckiej generacji naukowców wykształconych zaraz po rewolucji. Urodził się w 1908 r. w Baku, zakaukaskiej stolicy naftowej, w żydowskiej, należącej do klasy średniej rodzinie inżyniera nafciarza. Był bardzo zdolnym, ale jednocześnie nieznośnym dzieckiem. Te cechy zachował do pewnego stopnia

*Artykuł, opublikowany w *Physics World* **15**, zesz. 6, 35 (2002), został przetłumaczony za zgodą Autora i Wydawcy [Translated with permission. © 2002 IOP Publishing Ltd. Photographs from AIP Emilio Segrè Visual Archives used with a support from the Friends of the Center for History of Physics].

w dorosłym życiu. Mając 13 lat, znał już rachunek różniczkowy i całkowy, rozważał możliwość samobójstwa i nieomal został wyrzucony ze szkoły za swoją buntowniczość. Trudno sobie wyobrazić, jak Landau radziłby sobie w normalnym, zdyscyplinowanym systemie szkolnym. Miał to szczęście, że gdy komuniści objęli władzę na Kaukazie w 1920 r., zniesiono w szkołach dawny, staroświecki system.

Nowa, radziecka szkoła była bardziej otwarta, chaotyczna, podlegała wszelkiego rodzaju radykalnym reorganizacjom i pedagogicznym eksperymentom. Rewolucyjny system edukacyjny nie uznawał np. dyplomów i tytułów akademickich. Można było w zasadzie pójść na uniwersytet nie ukończywszy szkoły średniej, a potem rozpocząć studia podyplomowe nie mając dyplomu, wreszcie zostać profesorem nie mając doktoratu. Dla kogoś takiego jak Landau ten nowy system był bardzo korzystny. Mógł opuścić różne formalne studia – nigdy np. nie napisał rozprawy doktorskiej. W latach 1924–27 uczęszczał jednak regularnie na wykłady na Uniwersytecie Leningradzkim.

W tych właśnie latach dotarła tam z Niemiec nowa teoria – mechanika kwantowa. Landau studiował ją razem ze swoimi kolegami: George'em Gamowem i Dymitrem Iwanienką. Nieco od nich starsi Jakow Frenkel i Władimir Fock zaczęli wykładać nową fizykę. Jeszcze przed końcem studiów, nie pytając o pozwolenie i nie szukając wsparcia profesorów, Landau i jego koledzy zaczęli posyłać swoje prace do *Zeitschrift für Physik*. Teoria kwantów wraz z radykalizmem społecznym i politycznym, brakiem szacunku dla starszych kolegów oraz zamiłowaniem do poezji i robienia kawałów stały się integralną częścią ich młodzieńczej kultury.

W takim młodzieńczym chaosie narodziła się radziecka fizyka teoretyczna. W kraju jej rozwojowi sprzyjała polityka kulturalna bolszewików, przychylniejsza wówczas radykalnym studentom niż ich bardziej konserwatywnym profesorom. W skali międzynarodowej nowa dyscyplina dojrzewała dzięki stypendiom rockefellerowskim, które umożliwiły kilku młodym teoretykom radzieckim – późniejszym wybitnym postaciom dziedziny – staże w głównych ośrodkach fizyki europejskiej. Mając takie stypendium, Landau podróżował ponad rok, odwiedzając Berlin, Lipsk, Cambridge, Zurych i Kopenhagę. Szczególnie wiele nauczył się od Nielsa Bohra i Wolfganga Pauliego. Powrócił do Leningradu w marcu 1931 r., uważając, że jego zadaniem jest stworzenie w Związku Radzieckim „teoretyki", jak nazwał swoją dyscyplinę. W umyśle tego młodego, 23-letniego człowieka rewolucja społeczna w jego kraju i rewolucja w fizyce były dwiema stronami tego samego medalu.

Rewolucyjne pomysły

Młody parweniusz był zjadliwym krytykiem i nic go tak nie zachęcało do pracy badawczej, jak możliwość ujawnienia ograniczeń istniejących teorii lub wykrycia czyjejś pomyłki czy przeoczenia. Najbardziej znanym z jego wczesnych osiągnięć było wykazanie w 1930 r., że „paramagnetyzm spinowy" Pauliego – zgodne ustawianie się spinów w zewnętrznym polu magnetycznym – nie jest jedyną właściwością magnetyczną gazu swobodnych elektronów w ciele stałym. Landau zwrócił uwagę na to, że elektrony mogą wykazywać również przeciwny efekt – diamagnetyzm, wynikający z kwantyzacji ich orbit w polu magnetycznym.

Niektóre inne koncepcje tego młodego radykała szły jednak zbyt daleko, nawet w mniemaniu łaskawych dla niego autorytetów. Z entuzjazmem neofitów on i Rudolf Peierls stosowali zasadę komplementarności Bohra do relatywistycznej elektrodynamiki kwantowej. Dowodzili, że nieskończoności i rozwiązania, w których występuje ujemna energia, w owych czasach uważane za zgubne wady teorii, wynikają z ograniczeń niepewności pomiarów znacznie poważniejszych niż te, które według Bohra występowały w nierelatywistycznej teorii kwantów.

Nie tylko Landau i Peierls uważali, że elektrodynamika kwantowa znajduje się w sytuacji kryzysu. Według Bohra ich wezwanie do nowej rewolucji w podstawowych pojęciach fizyki wybrało sobie jednak zły cel ataku – klasyczne pole elektromagnetyczne. Ponadto Landau prawdopodobnie nie zdawał sobie sprawy, że w Kopenhadze, przeciwnie niż w rewolucyjnym Związku Radzieckim, nadal respektuje się hierarchię akademicką. Wyrafinowana debata o podstawach filozoficznych teorii kwantów była przywilejem Bohra i kilku uznanych mistrzów, a nie nowicjuszy.

Trzy lata zajęło Bohrowi i Léonowi Rosenfeldowi napisanie repliki, która w 1933 r. uprawomocniła pojęcie pola elektromagnetycznego w relatywistycznej teorii kwantów i przekonała większość fizyków. Landau, choć pozostał nieprzekonany, zachował milczenie i po pewnym czasie odwrócił swoją uwagę od podstaw mechaniki kwantowej, a skierował ją ku zastosowaniom. Zanim to jednak nastąpiło, w pracy z 1932 r. wysunął hipotezę, że prawa fizyki kwantowej i zasada zachowania energii załamują się w głębi gwiazd w warunkach olbrzymiej gęstości i temperatury. Bohr również rozważał ideę niezachowania energii, lecz hipoteza Landaua zaniepokoiła marksistów w jego ojczyźnie, którzy uważali, że ociera się ona o idealizm.

Wróciwszy do Leningradu, Landau wyśmiewał Abrama Joffego, nestora radzieckiej fizyki, twórcę jej instytucjonalnego rozwoju. Landau twierdził, że Joffe niedostatecznie zrozumiał najnowsze teorie fizyki. W stosunku do szefa swojego instytutu Landau zachował się niegrzecznie, lecz jego opinia była słuszna. Rozreklamowany projekt Joffego wytwarzania wysokowydajnych izolatorów z cienkich warstw był błędny z punktu widzenia teorii i – jak się okazało – oparty na pewnych niedokładnych pomiarach wstępnych. Joffe, przeciwnie niż Landau, był po staroświecku uprzejmy, o łagodnych manierach, i miał bardziej tradycyjny pogląd na rolę teorii w fizyce. W 1932 r. wraz z innymi,

starszymi doświadczalnikami zablokował próbę utworzenia własnego, oddzielnego instytutu przez zuchwałą bandę młodych teoretyków.

Po tym rozczarowaniu Landau przeniósł się z Leningradu do Charkowa, ok. 400 km na wschód od Kijowa, gdzie dyrekcja nowego i bardziej nowoczesnego Ukraińskiego Instytutu Fizyko-Technicznego chciała skupić znaczącą grupę teoretyków. Próba ściągnięcia tam kogoś starszego, np. Paula Ehrenfesta, nie udała się. Landau w ciągu paru lat stał się głównym teoretykiem Instytutu.

W Charkowie

W Charkowie Landau skupił wokół siebie grupę utalentowanych doktorantów. Wśród nich byli: Aleksandr Kompaniejec, Jewgenij Lifszyc, Izaak Pomerańczuk i Aleksandr Achiezer. Nie namawiał ich, by jak on stali się rewolucjonistami, lecz by opanowali warsztat zawodowy i zajęli się rzeczywistymi zjawiskami. Czasy się już zmieniały i entuzjazm rewolucji kulturalnej zanikał – zaczęto kłaść nacisk na solidne wykształcenie i zdyscyplinowaną fachowość. Począwszy od 1934 r. absolwenci radzieckich uczelni musieli znowu pisać prace doktorskie i zdobywać stopnie naukowe. Publikacje Landaua stały się też bardziej opanowane i dokładniejsze, choć jego zachowanie wciąż nie było bynajmniej uprzejmiejsze. Wraz ze swymi studentami prowadził obliczenia dla różnych zjawisk z dziedziny elektrodynamiki kwantowej – hamowania cząstek, kreacji par, rozpraszania światła na świetle – lecz jego zainteresowanie kierowało się coraz bardziej ku fizyce ciała stałego.

W 1934 r. w Charkowie, pod kierunkiem Lwa Szubnikowa, skroplono hel. Było to pierwsze takie osiągnięcie w Związku Radzieckim. Stworzono dobrze rozwijający się program badań doświadczalnych nadprzewodnictwa i innych zjawisk zachodzących w metalach w niskich temperaturach. Bliska współpraca z doświadczalnikami pomogła Landauowi przewidzieć w 1933 r. zjawisko antyferromagnetyzmu, tj. możliwości występowania w pewnych ciałach stałych antyrównoległego ustawienia sąsiednich momentów magnetycznych.

Próbował także rozwiązać zagadkę nadprzewodnictwa – przepływu prądu elektrycznego bez oporu. Wysunął hipotezę lokalnych prądów nasycenia, które w pewnych warunkach miałyby podlegać uporządkowaniu, podobnie jak momenty magnetyczne w domenach ferromagnetyka ustawiające się zgodnie w polu magnetycznym. Ten mikroskopowy model nie okazał się dobry, ale Landauowi udało się później stworzyć bardziej fenomenologiczną teorię. W 1937 r. opracował zadowalający model stanu pośredniego, opisujący zachowanie się nadprzewodnika w polu magnetycznym poniżej wartości krytycznej, w której zanika nadprzewodnictwo. W modelu Landaua stan ten był utworzony z kolejnych warstw fazy nadprzewodzącej i normalnej. Znacznie później, w 1950 r., wspólnie z Witalim Ginzburgiem sformułował poprawny układ makroskopowych równań nadprzewodnictwa.

Ukoronowaniem osiągnięć Landaua w okresie charkowskim była jego teoria przemian fazowych drugiego rodzaju, w których stan układu, np. energia, zmienia się w sposób ciągły, natomiast symetria – skokowo. Landau chciał w zasadzie opisać tylko przejście od stanu ciekłego do stałego, lecz jego teoria termodynamiczna była tak ogólna, że znalazła bardzo wiele zastosowań. Rozwinął ją, będąc jeszcze w Charkowie, ale gdy praca została opublikowana w 1937 r., autor zdążył już nagle przenieść się do Moskwy.

Ucieczka do Moskwy

Sposób, w jaki Landau opuścił Charków, jest ilustracją surrealistycznej natury czasów stalinowskich. Sprawa zaczęła się w grudniu 1936 r., gdy pokłócił się z rektorem Uniwersytetu Charkowskiego, gdzie dorywczo wykładał. Wychodząc z zebrania, Landau oświadczył, że wkrótce zostanie wyrzucony. Siedmiu jego kolegów i doktorantów, w tym Szubnikow, chcąc wywrzeć nacisk na władze uniwersyteckie, zgłosiło rezygnacje z prowadzenia zajęć w tej uczelni. W miesiąc później ten na pozór drobny incydent nabrał wagi zagrażającej życiu jego uczestników. Fala czystek antytrockistowskich, przelewająca się przez kraj, dotarła do Charkowa i część kierownictwa Uniwersytetu, włącznie z rektorem, zniknęła na zawsze.

W tej zatrutej atmosferze polowania na czarownice, wskazywania winnych i paranoicznego poszukiwania „wewnętrznych wrogów" mówcy na zebraniu otwartym w Charkowie twierdzili, że taka zbiorowa rezygnacja z pracy jest uderzeniem wymierzonym w radziecki ustrój. Landau albo po prostu się przeraził, albo intuicyjnie zorientował, że szybka zmiana miejsca pobytu zwiększy szansę jego przeżycia, i nagle znikł z Charkowa. Kilka tygodni później jego przyjaciele dostali wiadomość, że przeniósł się do Moskwy, gdzie dostał pracę w nowo utworzonym Instytucie Problemów Fizycznych, którego dyrektorem został Piotr Kapica.

Kapica był poprzednio dyrektorem Laboratorium Monda w Cambridge usytuowanego obok słynnego Laboratorium Cavendisha. W 1934 r. rząd radziecki zdecydował, że nie należy już dłużej się zgadzać na pracę Kapicy za granicą, i odmówił mu pozwolenia na powrót do Wielkiej Brytanii. Niespeszony tym Kapica stworzył w 1937 r. nowy instytut w Moskwie, wyposażony w kopie aparatury z Cambridge, i był gotów podjąć swoje badania magnetyzmu oraz zjawisk zachodzących w niskich temperaturach.

Landau był właśnie takim teoretykiem, jakiego Kapica potrzebował na stałe w swoim instytucie. W tym trudnym roku 1937 rozpoczął się dla nich obu wspaniały okres sukcesów naukowych. W lutym Kapica skroplił hel, a w końcu roku mógł już donieść o ważkim odkryciu nowego zjawiska – nadciekłości. Kapica odkrył, że w temperaturze poniżej 2,18 K hel

przepływa przez wąskie kapilary bez mierzalnego tarcia. Dalsze doświadczenia ujawniły więcej szczegółów dziwnego zachowania się nadciekłego płynu i wołały o wyjaśnienie. Landau zajął się teorią nadciekłości i rozwinął ją w 1941 r., a że mógł to zrobić, zawdzięczał Kapicy.

Sześć miesięcy po ucieczce Landaua chaotyczna machina czystek urządziła rzeź w Ukraińskim Instytucie Fizyko-Technicznym. Wielu najlepszych naukowców, wśród nich Szubnikow, zostało aresztowanych, zmuszonych do przyznania się do „szpiegostwa" oraz „sabotażu" i po krótkim procesie skazanych na śmierć i straconych. Nazwisko Landaua występowało w niektórych z tych wymuszonych zeznań, ale fakt, że znajdował się on w innym mieście, opóźnił jego aresztowanie o co najmniej 6 miesięcy. Znalazł się jednak pod obserwacją i 28 kwietnia 1938 r. został wraz z dwoma kolegami i przyjaciółmi aresztowany.

Fot. 2. W czasie największego nasilenia czystek stalinowskich w 1938 r. Landau został uwięziony. Po roku zwolniono go dzięki staraniom Piotra Kapicy. Jego akta, które pozostały w archiwach KGB, są nadal najobszerniejszym źródłem informacji o jego życiu. (Dzięki uprzejmości AIP Emilio Segrè Visual Archives).

Dowodem obciążającym była ulotka pierwszomajowa napisana przez jednego z nich w imieniu urojonego „Moskiewskiego Komitetu Antyfaszystowskiej Partii Robotniczej", wzywająca towarzyszy, aby „ratowali socjalizm przed kryminalną kliką stalinowską". Choć niektórzy z uczniów Landaua stale jeszcze nie są przekonani o autentyczności tego dokumentu, ulotka była prawdopodobnie autentyczna i wydaje się, że to Landau ją podyktował, a co najmniej zaaprobował. Miał jednak sporo szczęścia w tej poważnej sprawie, gdyż w 1938 r. czystki już nieco osłabły, a dochodzenia i procesy nie były już prowadzone tak błyskawicznie. Dało to Kapicy czas, by wyciągnąć Landaua z więzienia.

Zmuszony do pozostania w Związku Radzieckim, Kapica zaczął z całą świadomością nawiązywać dobre stosunki i wykorzystywać okazje, by pisywać do wysoko postawionych polityków o swoich pracach i problemach. W przypadku Landaua Kapica zadziałał natychmiast, wysyłając osobisty list do Stalina. W rok później, nie otrzymawszy ani odpowiedzi, ani żadnych wiadomości, napisał do Wiaczesława Mołotowa, ówczesnego premiera, twierdząc, że potrzebuje pomocy Landaua, aby zrozumieć swoje ostatnie odkrycia dotyczące helu. Tym razem list zadziałał. Pozwolono Kapicy wyciągnąć skazańca z więzienia w zamian za pisemne zobowiązanie, że powstrzyma go od dalszych „antyrewolucyjnych" czynów. Gdyby Landau, bardzo już osłabiony, pozostał dalej w więzieniu, mógłby nie przetrzymać ciężkich warunków więziennego życia.

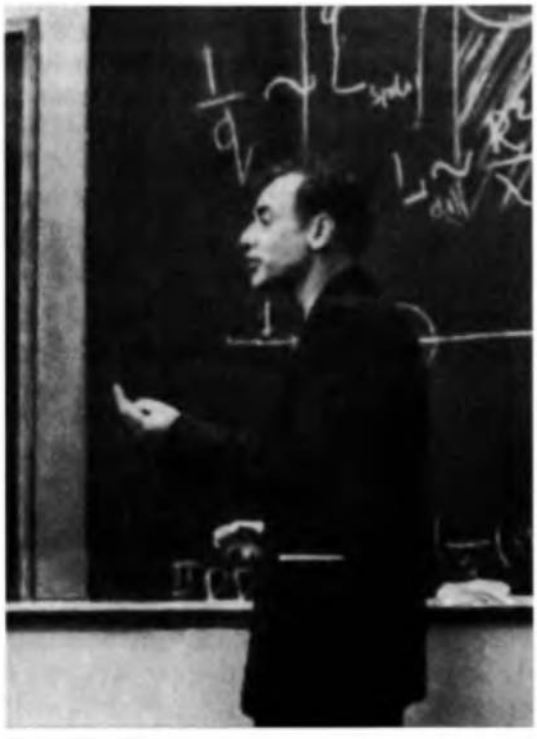
Wzbudzenia kolektywne

Podczas gdy Landau siedział w więzieniu, Laszlo Tisza w Paryżu rozwijał teorię, według której atomy ciekłego helu miały tworzyć dwie frakcje – normalną i nadciekłą. Według Landaua ta „dwucieczowa" teoria niesłusznie zakładała, że część nadciekła jest tym samym co kondensat Bosego–Einsteina w helu gazowym. Uważał, że gaz doskonały nie jest realistycznym modelem ciekłego helu, będącego bardzo gęstym układem, w którym działają duże siły międzyatomowe. Twierdził, że traktowanie atomów helu tak, jakby były swobodnymi cząstkami gazu, jest fizycznie niepoprawne. Zabrał się za tworzenie nieistniejącej wówczas teorii cieczy kwantowych.

W 1941 r. Landau opublikował swoją wersję teorii nadciekłości, opartą na zupełnie innych założeniach. Postulował, że w temperaturach bliskich zera bezwzględnego, czyli w pobliżu stanu podstawowego o najniższej energii, ciekły hel można opisać za pomocą skwantowanych wzbudzeń elementarnych. Właściwości tych wzbudzeń są podobne jak cząstek kwantowych, z tym wyjątkiem, że nie można ich identyfikować z atomami lub grupami atomów. Są one natomiast jednostkami kolektywnego ruchu całego układu, czyli wszystkich atomów razem. Przykładem takich wzbudzeń był dobrze już znany fonon, kwant fal akustycznych czy drgań sprężystych w krysztale. Aby wyjaśnić nadciekłość, Landau założył teraz istnienie dodatkowego typu wzbudzenia – rotonu, czyli kwantu ruchu wirów.

Wiele przewidywań konkurujących ze sobą teorii Landaua i teorii Tiszy było zgodnych, ale istniały też takie, które były ze sobą sprzeczne. Badając, już po wojnie, te niezgodności, fizycy doświadczalni potwierdzili teorię Landaua. Teorie te różniły się jednak najbardziej w odniesieniu do podstawowego obrazu fizycz-

nego. Rozwiązanie Landaua nie ograniczało się do zjawiska nadciekłości, ale dawało ogólny sposób traktowania gęstych układów wielu ciał, rządzonych dużymi siłami. Podstawowe założenie, że niższe stany wzbudzone takich układów można opisać za pomocą wzbudzeń elementarnych, zastosował i Landau, i wielu innych fizyków do różnych problemów związanych z ciałem stałym, plazmą i cieczami. Wyniki były tak zadowalające, że hipoteza wzbudzeń elementarnych stała się, według słów teoretyka Philipa Andersona, „chyba najbardziej owocną koncepcją w całej fizyce ciała stałego".



Fot. 3. Landau w czasie seminarium w latach 50. Wprowadzone przez niego idee stały się kanonem fizyki wielu ciał i materii skondensowanej.

Wzbudzenia kolektywne stały się tak dobrze znane, że dzisiejsi fizycy mogą się dziwić, dlaczego hipoteza Landaua wydawała się początkowo sprzeczna z intuicją ludziom takim, jak Fritz London, który opracowywał inną teorię fizyki niskich temperatur. Od tego czasu w fizyce ciała stałego odkryto wiele nowych rodzajów wzbudzeń. Często uważa się je za synonim kwazicząstek, które są wprawdzie zbliżonym, lecz bardziej ogólnym pojęciem. Inne kwazicząstki, jakie wprowadzono do fizyki w tym samym mniej więcej czasie, to: dziura (Jakow Frenkel, 1926), ekscyton (Frenkel, 1931), polaron (Solomon Piekar, 1945) oraz plazmon (David Bohm i David Pines, 1930). Opracowując swoją teorię nadciekłości, Landau oparł się zwłaszcza na pojęciu fononu, wprowadzonym przez Igora Tamma w 1930 r.

Koncepcje poszczególnych fizyków wprowadzających pojęcia różnych kwazicząstek różniły się, łączył je jednak taki sam stosunek do podstawowego problemu swobody. Głównym wyzwaniem dla fizyków ciała stałego w owym czasie było, jak się wydaje, opracowanie pojęcia stanu swobody cząstek w gęsto upakowanym ciele stałym. Na przykład w teoriach pasmowych przewodnictwa traktowano elektrony w metalach jako cząstki swobodne. W teoriach ferromagnetyzmu natomiast przyjmowano, że te same elektrony są związane z poszczególnymi atomami. Podobne kłopoty pojawiały się w prawie każdym obszarze tej gałęzi fizyki.

Landau, podobnie jak Frenkel, Bohm i kilku jeszcze innych, uważał, że oba przybliżenia – elektronów swobodnych i elektronów związanych – są zbyt grube. Poszukiwali znacznie bardziej złożonych matematycznych modeli swobody uwzględniających kolektywność oddziaływania, w których cząstki byłyby dostatecznie swobodne, lecz nie całkiem niezależne jedne od drugich. Różne znalezione przez nich rozwiązania nazywa się teraz zwykle kwazicząstkami. Stały się one głównym pojęciem w kolektywnym opisie fizyki wielu ciał. Nie jest całkowitym przypadkiem, że większość fizyków, którzy wprowadzali te pojęcia i metody do fizyki, traktowała kolektywizm przychylnie i sympatyzowała z różnymi wersjami idei socjalizmu.

Fizyka i socjalizm

Socjalizm w ujęciu Landaua był wysoce nieortodoksyjny. Nigdy nie był formalnie związany z żadnym ruchem politycznym, lecz jego poglądy grawitowały ku lewicy znacznie bardziej radykalnej niż akceptowana przez radziecką oficjalną linię partyjną. Wyśmiewał się z „materializmu dialektycznego" – oficjalnej radzieckiej filozofii przyrody – zwłaszcza gdy stosowano ją do nauk ścisłych. Uważał jednak „materializm historyczny" – społeczną teorię marksizmu – za podstawowy przykład prawdy naukowej. Jeśli był jakiś radziecki polityk, z którym Landau sympatyzował, to mógł nim być Trocki. Nawet przed swoim aresztowaniem w 1938 r. Landau nienawidził Stalina i podzielał trockistowską lewicową krytykę Stalina.

Roczny pobyt w więzieniu uderzająco zmienił jego ocenę reżimu stalinowskiego. Nie uważał już potem ustroju radzieckiego za socjalistyczny, lecz za faszystowską dyktaturę. Mimo wszystkich przywilejów, szacunku i uznania, jakie zyskał w drugiej połowie życia – w 1941 r. dostał Nagrodę Stalinowską, w 1946 r. został wybrany do Akademii Nauk ZSRR – Landau stale nazywał siebie „naukowym niewolnikiem". Zdawał sobie sprawę, że postawione mu kiedyś zarzuty nigdy nie zostały oficjalnie wycofane i że gdzieś w archiwach KGB figuruje jeszcze jako przestępca polityczny.

Również jego podstawowe przekonania naukowe zmieniły się w okresie, gdy był więziony. Chociaż od początku uważał model swobodnych elektronów w metalu za niezadowalający, to jednak w latach 30. nie mógł uniknąć stosowania go „co najmniej do wyjaśnie-

nia granic stosowalności istniejącej teorii". Później odrzucał tego typu modele – czy był to model Bosego–Einsteina gazu doskonałego dla helu, czy też gazu elektronowego w ciele stałym. Oparł się natomiast na metodzie wzbudzeń kolektywnych. W jego teorii nadciekłości z roku 1941 występowały wzbudzenia podlegające statystyce Bosego–Einsteina.

W 1956 r. opracował inną wersję teorii cieczy kwantowych, w której wzbudzenia elementarne podlegały statystyce Fermiego–Diraca. Od tego czasu w elektronowej teorii metali zamiast modelu gazu elektronowego stosuje się opis oparty na wprowadzeniu kwazicząstek podobnych do elektronów. W 1959 r. uczeń Landaua, Lew Pitajewski, przewidział na podstawie teorii cieczy Fermiego istnienie nadciekłości helu-3. Została ona odkryta doświadczalnie później, na początku lat 70., przez Davida Lee, Douglasa Osheroffa i Roberta Richardsona, za co cała trójka otrzymała w 1996 r. Nagrodę Nobla.

Fot. 4. Wokół Landaua powstała silna grupa współpracowników w Instytucie Problemów Fizycznych w Moskwie, gdzie pracował od 1937 r. aż do tragicznego wypadku w 1962 r. Na zdjęciu widać Landaua w 1956 r. z Jewgenijem Lifszycem, współautorem słynnego podręcznika *Kurs fizyki teoretycznej*. W drugim rzędzie (od lewej): S.S. Gersztejn, L.P. Pitajewski, L.A. Wajnsztejn, R.G. Archipow i I.E. Działoszyński. W pierwszym rzędzie: L.A. Prozorowa, A.A. Abrikosow, I.M. Chałatnikow, L.D. Landau i J.M. Lifszyc. (Dzięki uprzejmości AIP Emilio Segrè Visual Archives).

To właśnie Landau, bardziej niż ktokolwiek inny, uczynił kwazicząstki podstawowym pojęciem współczesnej fizyki. Jego wpływ na rozwój fizyki nie ograniczał się tylko do jego teorii i *Kursu fizyki teoretycznej*. Przewodził także gromadzie wyznawców – młodych fizyków, znanych jako szkoła Landaua, którzy pilnie i spójnie stosowali do rozwiązywania wielu różnych problemów w fizyce podejście Mistrza. Ich imponujące sukcesy przyczyniły się do wytworzenia wzorcowego języka fizyki wielu ciał i fizyki ciała stałego. Jest ironią losu, że nawet fizycy, którzy nigdy nie darzyli sympatią socjalizmu i kolektywizmu, np. pracowali w wielkich korporacjach amerykańskich, zaczynali w sprawach fizyki mówić i myśleć w języku kolektywizmu.

Szkoły naukowe, takie jak landauowska, doskonale pasowały do struktury nauki w ZSRR. Jego grupa funkcjonowała jako kolektyw w radzieckim sensie tego słowa – stanowiła charakterystyczną mieszankę koleżeństwa, zwartości i hierarchii. Sprzyjało to również wytworzeniu się silnego „kultu jednostki", którego obiektem stał się Landau.

Fot. 5. Na piedestale – w ostatnich latach życia Landaua narósł wokół niego silny kult osobowości, głównie dzięki zżytej grupie jego współpracowników. Zdjęcie ukazuje Landaua w 1961 r. w Połądze, bałtyckim uzdrowisku na Litwie, niedługo przed tragicznym wypadkiem. (Dzięki uprzejmości AIP Emilio Segrè Visual Archives).

Tragedia zdarzyła się w 1962 r., gdy Landau był u szczytu wpływów i sławy. Ledwie przeżył wypadek samochodowy i nigdy już nie był w stanie powrócić do pracy. Jego ogromny wkład do nauki został doceniony jeszcze w tym samym roku przyznaniem mu Nagrody Nobla za pionierskie teorie w fizyce fazy skondensowanej, w szczególności za teorię ciekłego helu. Zarówno wypadek, jak i Nagroda jeszcze powiększyły sławę, jaka go otaczała.

Landau zmarł w 1968 r. w wieku 60 lat, lecz jego szkoła nawet po jego śmierci kontynuowała twórczą działalność, przeniósłszy się do Instytutu Fizyki Teoretycznej pod Moskwą. Można powiedzieć, że szkoła Landaua nadal istnieje – nawet po rozbiórce nauki radzieckiej – choć dziś może bardziej w sensie duchowym niż instytucjonalnym.

Tłumaczyła *Barbara Wojtowicz*
Warszawa

Lektura uzupełniająca

- A.A. Abrikosow, *Akademik L.D. Landau* (Nauka, Moskwa 1965).
- G.E. Gorelik, *Meine antisowjetische Tätigkeit: Russische Physiker unter Stalin* (Vieweg, Wiesbaden 1995).
- G.E. Gorelik, „The top secret life of Lev Landau", *Sci. Am.*, sierpień 1997, s. 72; przekład polski Piotra Amsterdamskiego, *Świat Nauki*, nr 10 (1997), s. 56.
- K.P. Hall, „Purely practical revolutionaries: a history of Stalinist theoretical physics", praca doktorska, Harvard University 1999.
- M.I. Kaganow, *Szkoła Landau: Szto ja o niej dumaju* (Trowant, Troick 1998).
- *Landau: The Physicist and the Man: Recollections of L.D. Landau*, red. I.M. Khalatnikov (Pergamon, Oxford 1989).
- A.B. Kojevnikov, „Freedom, collectivism and quasiparticles: social metaphors in quantum physics", *Historical Studies in the Physical and Biological Sciences* **29**, 295 (1999).
- L.D. Landau, *Collected papers of L.D. Landau* (Pergamon, Oxford 1965).
- L.D. Landau, E.M. Lifszic, *Kurs fizyki teoretycznej* (liczne wydania w wielu językach).
- A. Livanova, *L.D. Landau* (Pergamon, Oxford 1985).

Oddział Częstochowski

W dniu 15 lipca 2003 r. w Instytucie Fizyki Politechniki Częstochowskiej odbyło się Walne Zebranie Sprawozdawczo-Wyborcze Oddziału Częstochowskiego PTF.

Wybrano nowy zarząd w składzie: przewodnicząca – Danuta Płusa, członkowie – Zygmunt Bąk, Kazimierz Dziliński, Marian Głowacki, Wojciech Gruhn, Ewa Jakubczyk, Anna Przybył, Józef Świątek, Stanisław Tkaczyk, Bolesław Wysłocki oraz jako przewodniczący Komitetu Okręgowego Olimpiady Fizycznej – Henryk Kołodziej.

W skład Komisji Rewizyjnej weszli: Piotr Brągiel, Ryszard Hrabański i Romualda Pfranger.

Ustalono, że korespondentem Oddziału współpracującym z *Postępami Fizyki* będzie Marian Głowacki, prof. WSP w Częstochowie.

Aktualnie Oddział Częstochowski PTF liczy 66 członków, w tym 47 pracowników naukowo-dydaktycznych dwóch częstochowskich uczelni, 6 nauczycieli, 3 studentów i doktorantów oraz 10 emerytów.

Na największa uwagę zasługuje działalność popularyzatorska obu uczelni. W Instytutach Fizyki WSP i PCz były kontynuowane pokazy doświadczeń fizycznych i zjawisk astronomicznych realizowane przez członków PTF dla uczniów szkół podstawowych, gimnazjów i szkół średnich. Pokazy ciekawych doświadczeń fizycznych przyczyniają się do popularyzacji wiedzy z zakresu fizyki wśród młodzieży i poprawiają wizerunek fizyki jako przedmiotu szkolnego. W Instytucie Fizyki WSP organizowane są w ciągu roku szkolnego co wtorek dwa pokazy (od 1998 r. odbyły się 304 pokazy, w których uczestniczyło 15 226 uczniów), a w Instytucie Fizyki PCz pokazy organizowane są co miesiąc lub częściej.

Również co miesiąc w Instytucie Fizyki PCz organizowane są seminaria interdyscyplinarne z udziałem wielu sław naukowych, bardzo popularne wśród mieszkańców Częstochowy.

Marian Głowacki

Jan Blinowski (1939–2002)

W październiku 2002 r., w tydzień po swoich 63. urodzinach, zmarł profesor Jan Blinowski. Jeszcze w czerwcu nikt nie przypuszczał, że drąży go podstępna, śmiertelna choroba. On sam, nie podejrzewając nic groźnego, zbywał z humorem jej pierwsze objawy oraz związane z tym osłabienie i ból, mówiąc tylko przy coraz częstszych okazjach: „Nie mam siły do tego wszystkiego – czas umierać". Śmiejąc się z tego, nikt z nas nie podejrzewał, że tak szybko będziemy musieli zacząć sobie radzić bez jego wiedzy, mądrości i prawości, bez jego tolerancji i niezwykłej życzliwości dla ludzi, wreszcie bez jego poczucia humoru. Trudno powiedzieć, ile czasu potrzebowalibyśmy my wszyscy: jego rodzina, współpracownicy, studenci, żeby pogodzić się z jego przedwczesnym odejściem, ale na pewno czas, który został nam dany, był na to stanowczo za krótki.

Jan Blinowski praktycznie przez całe swoje zawodowe życie był związany z Wydziałem Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, gdzie od wielu lat kierował Zakładem Teorii Fizyki Ciała Stałego. Był wybitnym fizykiem o ogromnej wiedzy, która nie ograniczała się do wąskiej dziedziny jego specjalizacji, o ogromnej chęci poznania i niezwykłej bystrości. To, co moim zdaniem było jednak zasadniczym wyróżnikiem jego działalności naukowej, to fakt, że swoją rolę teoretyka widział w służbie doświadczeniu – w swoich pracach szukał wytłumaczenia obserwowanych zjawisk, starał się znajdować dla nich wspólny mianownik, wprowadzać ład w pozornie sprzeczne ze sobą wyniki doświadczalne. Miał przy tym tę niezwykłą umiejętność odróżniania rzeczy ważnych od nieważnych, wynikającą z rozległej wiedzy, zdrowego rozsądku, ale też pewnej skromności, czy może lepiej powiedzieć – pokory. Nie chciał być „najlepszym na świecie specjalistą od... niczego", jak złośliwie acz celnie komentował niektóre z ukazujących się w literaturze prac. Nie dobierał tematów swoich prac pod kątem tego, co umocni jego pozycję w danej dziedzinie, lecz szukał takich zagadnień, których rozwiązanie mogłoby być dla kogoś przydatne. Takie były jego fundamentalne prace dotyczące interkalowanego grafitu, takie były też prace dotyczące spinowych oddziaływań w półprzewodnikach półmagnetycznych czy też, ostatnio, oddziaływań między warstwami magnetycznymi w niskowymiarowych strukturach półprzewodnikowych. Dbał przy tym przede wszystkim o to, co się dzieje u nas, szukał tematów w laboratoriach za ścianą, a nie za granicą. Ta skromność sprawiała jednak, że sam często nie doceniał własnych prac – gdy były już zrobione, wydawały mu się zawsze proste i niewarte wysyłania do najlepszych światowych periodyków naukowych. Gdy już wiedział, „jak to jest", dzielił się tą wiedzą z zainteresowanymi na seminariach, konferencjach, pisał jakiś krótki komunikat i zabierał się do czegoś innego. Potem okazywało się, że jego skromne komunikaty cytowano np. w *Science*.

Był osobą znaną i szanowaną nie tylko na Uniwersytecie, nie tylko w środowisku polskich fizyków, ale na całym świecie. Nie dbał o honory i prestiżowe funkcje, ale nigdy się od ich sprawowania nie uchylał – z obowiązku skorzystania z możliwości zrobienia czegoś pożytecznego dla fizyki, dla fizyki w Polsce, dla Uniwersytetu, z poczucia odpowiedzialności. Przez wiele lat pełnił funkcję prodziekana ds. studenckich na Wydziale Fizyki UW, m.in. w trudnych latach stanu wojennego. Do końca, do ostatnich wakacji, był przewodniczącym Rady Naukowej Instytutu Fizyki Teoretycznej UW. Pełnił różne funkcje w Polskim Towarzystwie Fizycznym. Był zapraszany do komitetów programowych wielu międzynarodowych konferencji, w tym najpoważniejszej takiej imprezy w jego dziedzinie, Międzynarodowej Konferencji Fizyki Półprzewodników. Był też przez wiele lat członkiem Komisji Materii Skondensowanej Międzynarodowej Unii Fizyki Czystej i Stosowanej.

To, czym się jednak przejmował najbardziej, co uważał za rzecz podstawowej wagi, to problem kształcenia młodzieży. Na arenie międzynarodowej pracował w Międzyoddziałowej Grupie Edukacji Europejskiego Towarzystwa Fizycznego. W kraju był jednym z tych nielicznych ludzi, którzy nie tylko zgadzają się, że nasza przyszłość zależy od tego, jak wykształcimy młode pokolenie, nie tylko oceniają krytycznie obecny system oświatowy, ale próbują coś na to poradzić. Udzielał się na każdym poziomie kształcenia i w różny sposób. Sam był wybitnym nauczycielem akademickim. Jego wykłady były właściwie trochę ciężkie i suche, nigdy niczym nie kokietował słuchaczy, nigdy sobie nie pozwalał na efektowne uproszczenia – przeciwnie, zawsze przedstawiał dowody, podawał wszystkie przybliżenia i ograniczenia. Ale za to uważny słuchacz wykładu otrzymywał tak logiczny i pełny obraz studiowanego przedmiotu, że prawie nie musiał się go uczyć, wystarczyło przejrzeć notatki (mówię to z własnego doświadczenia – pierwszy raz spotkałam prof. Blinowskiego, gdy jako studentka V roku musiałam zaliczyć jego wykład z teorii ciała stałego).

Jest on też autorem lub współautorem podręczników fizyki na poziomie licealnym: od *Fizyki dla kandydatów na wyższe uczelnie*, wydanej w 1972 r., która doczekała się 8 wydań, przez 3 tomy pięknej książki *Samochodem przez fizykę*, w której wszystkie działy fizyki rozpatrzone są na przykładzie działania i ruchu samochodu, do wydanej w 2002 r. *Fizyki z astronomią*, podręcznika do I klasy, na poziomie rozszerzonym, nowego liceum, który wielu nauczycieli uznało za najlepszy na rynku. Pierwszy tom *Fizyki z astro-*

nomią, autorstwa Jana Blinowskiego i Włodzimierza Zielicza, został wyróżniony „za wybitne walory edukacyjne" Nagrodą Edukacja XXI na 14. Targach Książki Edukacyjnej 2003 r. Nad drugim tomem tego podręcznika pracował do ostatnich tygodni życia – niestety nie zdążył dokończyć tej pracy (książka ta, której autorami są Jan Blinowski, Jan Gaj, Andrzej Szymacha i Włodzimierz Zielicz, jest już dostępna na rynku).

Jan Blinowski z autorką wspomnienia (fot. Tomasz Giebułtowicz)

Niestrudzenie jeździł po Polsce na spotkania autorskie, organizowane przez wydawców jego podręczników, rozmawiał z nauczycielami fizyki, przedstawiał swoje racje. Chciał, by dzieciom w szkole nie wtłaczano do głowy masy niepotrzebnych informacji, by uczono dzieci myśleć, by pokazywano im piękno i przydatność fizyki. Mówił, jak należy próbować to osiągnąć. Miał te sprawy od dawna przemyślane i zdobył solidną wiedzę w dziedzinie systemów szkolnictwa. W latach 1983–2000 był członkiem komitetu redakcyjnego czasopisma dla nauczycieli *Fizyka w Szkole*. W latach 80., gdy niezależna grupa intelektualistów działająca pod szyldem stowarzyszenia „Doświadczenie i Przyszłość" podjęła inicjatywę stworzenia ram do samoobrony społeczeństwa przed postępującą degradacją we wszystkich dziedzinach życia, prof. Blinowski wraz z utworzonym przez siebie zespołem zajął się w DiP-ie pracą nad reformą szkolnictwa. W wyniku powstał raport, opublikowany potem także w podziemnej *Res Publice*, omawiający istniejące na świecie systemy kształcenia, ich wady i zalety oraz wynikające z tego wnioski. Jest to chyba ciągle jeszcze najpełniejsze i najlepsze opracowanie, jakie się u nas pojawiło. W wolnej Polsce, na początku lat 90., próbował (jako przewodniczący zespołu do opracowania podstaw programowych reformy nauczania fizyki w biurze powołanym przy Ministrze Edukacji Narodowej) wcielić te idee w życie. Z ogromnym poświęceniem próbował doprowadzić do tego, by zespoły reprezentujące różne przedmioty, przynajmniej przyrodnicze, przestały walczyć o swoje partykularne interesy, lecz pomyślały bardziej o dzieciach i ich rozwoju oraz spróbowały wypracować jakieś wspólne stanowisko. Zanim to osiągnął, kolejne zmiany polityczne doprowadziły do likwidacji biura i zmarnowania wszystkich jego wysiłków. Mimo że nie wierzył w powodzenie następnych inicjatyw, odpowiadał na każde wezwanie kolejnych ekip decydentów. Pod powłoką sceptycznego racjonalisty krył się w nim bowiem niepoprawny optymista i człowiek prawdziwie ideowy.

Z profesorem Blinowskim, z Jankiem, przyjaźniłam się i współpracowałam 20 lat – opublikowaliśmy wspólnie ponad 40 prac naukowych. Jeden z recenzentów mojej rozprawy habilitacyjnej napisał: „sylwetka naukowa habilitantki została ukształtowana przez wybitnego fizyka, profesora Blinowskiego"; starałam się o to i byłabym niezmiernie dumna, gdyby istotnie tak było. Bez wątpienia Janek nauczył mnie wielu rzeczy, nie tylko z dziedziny fizyki. Pokazał mi, jak rzetelnie, uczciwie i z pokorą uprawiać naukę, jak dochodzić prawdy i, co chyba najważniejsze, nauczył mnie radości z jej odkrywania. Praca z nim była pod każdym względem przyjemnością. Po śmierci Janka prof. Kossut zadał w nekrologu retoryczne pytanie: „Kto teraz będzie korygował nasze błędy?" Jeszcze bardziej dramatyczne wydaje mi się pytanie: czy zdołamy przekazać młodszym kolegom to, czego uczył nas swoją postawą, czy będziemy umieli go zastąpić? Tego by sobie na pewno życzył najbardziej, ale bardzo trudno to sobie wyobrazić.

Perła Kacman
Instytut Fizyki PAN
Warszawa

Wspomnienie Perły Kacman ukazało się także w Fizyce w Szkole (zesz. 2/2003, s. 117).

Smak nauki: o profesorze Janie Blinowskim

Nawet nie wiem, kto dziś pracuje w naszym dawnym pokoju na Hożej. Przez dwanaście lat dzieliliśmy tam z Jankiem Blinowskim zapyziały pokój nr 7 w suterenie Instytutu Fizyki Teoretycznej. Mieliśmy do dyspozycji biurka-giganty pamiętające chyba jeszcze carskie czasy, krzesła zbite przez instytutowych woźnych z desek wziętych z paczek UNRRA. Za oknem widok przesłaniała brudna (tak samo jak dziś) ściana baraku-dziwa mieszczącego część Instytutu Badań Jądrowych (dziś Problemów Jądrowych), pod którym ktoś

postawił trzy metalowe kubły na śmieci oznakowane: złoto, srebro, platyna! W tym pokoju toczyły się godzinami rozmowy i dyskusje o wszystkim, od krytycznej analizy naszych własnych prac naukowych, artykułów publicystycznych – np. raportów DiP-u czy naszego wspólnego pomysłu zastosowania stanów koherentnych do opisu ruchu cząstki naładowanej w zewnętrznym polu magnetycznym. (Okazało się, że problem rozwiązali w latach 30. Darwin i Kennard. My nie opublikowaliśmy naszej pracy, lecz oczywiście idea ta ukazała się w druku, bo ktoś inny miał w końcu to samo skojarzenie, ale w przeciwieństwie do nas nie miał zbytniej ochoty sprawdzać czegokolwiek w książkach – działała już za oceanem zasada „publish or perish"). Lista gości naszego pokoju byłaby dziś uznana za listę kombatantów niejednej partii politycznej. Nasz trzeci, dosadzony w pewnym momencie lokator, Jerzy Krupski, nie miał z nami łatwego życia. Jakimś jednak cudem nie zrujnowaliśmy mu doktoratu, płacht papieru, na których malował diagramy Feynmana, Bóg jeden wie którego rzędu.

W naszym pokoju toczyły się też dyskusje nad rozdziałami podręcznika fizyki pisanego przez Janka razem z Jarkiem Trylskim. Wpadał często Krzysiek Ernst, a wtedy Janek i on wprowadzali mnie w stan przerażenia swoja wiedzą piłkarską i brydżową.

Pierwszy odszedł Jarek Trylski; pamiętam tragiczne zmagania się Janka z jakimiś władcami stanu wojennego, by móc dostać przydział benzyny i pojechać po Danusię Trylską do Gdyni, gdy ta wracała do Polski z urną z prochami Jarka.

Kiedy ja wyemigrowałem z Hożej na Służewiec, moje biurko objął Jerzy Mycielski, nasz przedtem najważniejszy gość. Obawiam się, że wielu młodych kolegów fizyków nie zdaje sobie dziś sprawy z tego, ile fizyka na Hożej i w ogóle w Warszawie zawdzięcza Jankowi i Jurkowi.

Dziś Jurka też już nie ma z nami. Jesienią zeszłego roku odszedł Janek, a zimą pożegnałem Krzyśka. Jest taka amerykańska piosenka wojskowa, grana na niemal wszystkich pogrzebach amerykańskich weteranów: *Old Soldiers Never Die, They Just Fade Away*. To kłamstwo, nikt nie znika powoli, każdy odchodzi nagle i okrutnie. To my zatapiamy się w cichym bólu i im dalej od dnia pogrzebu przyjaciół, tym bardziej zdajemy sobie sprawę z tego, co straciliśmy. Dla tych, którzy go dobrze znali, Janek Blinowski był niezwykle ważny nie tylko dlatego, że był wspaniałym fizykiem, kimś, kto doskonale rozumiał, jak toczą się harmoniki świata, ale dlatego, że miał poczucie „smaku nauki". Bo wiedział, co – nie tylko w fizyce – jest prawdziwe, piękne i ważne, a co jest tylko kolorowymi, tandetnymi koralikami, którymi obwieszają się coraz liczniejsi w naszej profesji szalbierze. Janek wiedział, że bez fizyki nie ma współczesnej cywilizacji i że o tym trzeba przekonać jak najwięcej ludzi. Dlatego pisał świetne podręczniki dla uczniów szkół, dlatego książka napisana z Jarkiem Trylskim *Fizyka dla kandydatów na wyższe uczelnie*, niepokaźny tom wydany na szarym, smutnym, PRL-owskim papierze, jest ciągle wspaniałym podręcznikiem fizyki.

Jan Blinowski

Przez kilkanaście lat mieszkaliśmy z Jankiem niedaleko od siebie. On Za Żelazna Bramą, ja na Senatorskiej. Potem Janek przeniósł się na Mokotów. W ogródku Justyny i Janka spędziliśmy niejeden wspaniały wieczór. Po latach zmieniłem mieszkanie i wylądowałem znowu blisko Janka. Teraz nie mieliśmy już, niestety, tyle czasu, aby spotykać się jak kiedyś, niemal co dnia. Nie było takich spotkań jak – w latach 80. – wieczorna wizyta w mieszkaniu Janka Za Żelazną Bramą, złożona przez rosyjskiego fizyka, jednego z „refuzników". Staliśmy pod oknem, patrząc na ginący w błocie plac przed Halą Mirowską; gość-dysydent powiedział: „Patrzcie, jak pięknie, od razu widać, że to Europa". Niedawno mój gość, amerykański fizyk, patrząc przez moje okno i widząc starannie zadbane kwietniki oraz krążących przy płocie, ubranych na czarno, uzbrojonych w drewniane pałki ochroniarzy, powiedział: „Jak ładnie, zupełnie jak u nas". Ciekaw jestem, Janku, jakbyś na to zareagował; gdziekolwiek teraz jesteś, bardzo chciałbym z Tobą o tym porozmawiać.

Łukasz A. Turski
Centrum Fizyki Teoretycznej PAN
oraz Uniwersytet Kardynała Stefana Wyszyńskiego
Warszawa

Krzysztof Marcin Ernst (1940–2003)

Właśnie mija pół roku od śmierci profesora Krzysztofa Ernsta (fot. 1), byłego prodziekana (1989), a następnie dziekana (1990–96) Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego, a ostatnio, od 1996 r., kierownika Zakładu Optyki w Instytucie Fizyki Doświadczalnej UW. Myślę, że musiało upłynąć co najmniej tyle czasu, abym mogła uwierzyć, że Krzysztof Ernst rzeczywiście opuścił nas bezpowrotnie. Wspomnienie o nim piszę we Włoszech, w Sienie. Na Hożej nie mogłam oderwać się od tkwiącego w mej pamięci widoku Krzysztofa coraz bardziej pogrążającego się w chorobie, a mimo to „robiącego dobrą minę do złej gry". Tu wracają wspomnienia ze wspólnego pobytu w Pizie w 1977 r. (fot. 2) i krótkiego spotkania w Sienie we wrześniu 1993 r. W tym czasie Krzysztof Ernst był gościem LENS (European Laboratory for Non-linear Spectroscopy) na Uniwersytecie we Florencji. Krzysztof kochał Włochy. Doskonale mówił po włosku i rozmowa w tym języku na dowolny temat sprawiała mu ogromną radość. Promieniał szczęściem.

Fot. 1. Krzysztof Ernst, koniec lat 90.

W 1977 r. w Pizie jednocześnie z nami był też Gaspar Orriols, który teraz jest profesorem Autonomicznego Uniwersytetu w Barcelonie. Pracowaliśmy w różnych zespołach. Krzysztof był związany z grupą profesora Franca Strumii, w której m.in. byli Massimo Inguscio, obecnie dyrektor LENS, oraz Paolo Minguzzi, Nadia Ioli i Mauro Tonelli, którzy pozostali na Uniwersytecie w Pizie. Gaspar i ja pracowaliśmy w zespole profesorów Adriana Gozziniego oraz Gerarda Alzetty. Profesor Luigi Moi, obecny dyrektor Dipartimento di Fisica na Uniwersytecie w Sienie, był wtedy najmłodszym członkiem tego zespołu. Jak to czasami bywa, grupy, do których dołączyliśmy, konkurowały ze sobą. Nam to jednak nie przeszkadzało spędzać wspólnie sobotnie wieczory. Krzysztof po mistrzowsku przygotowywał *insalata mista*, w której bardzo ważne jest zachowanie odpowiednich proporcji wszystkich składników. Gaspar był specjalistą od wariacji na temat paelli, a mnie pozostawało już tylko pozmywać. Ciepło, jakie emanowało z Krzysztofa, sprawiało, że – mimo oddalenia od naszych najbliższych – razem czuliśmy się doskonale.

Fot. 2. Krzysztof Ernst z Aleksandrą Kopystyńską i jej synem Wojtkiem, Piza 1977 r.

Poznałam go jesienią 1961 r., kiedy rozpoczęłam pracę w Zakładzie Optyki IFD na Wydziale Fizyki UW. Kierownikiem Zakładu był prof. Tadeusz Skaliński. Krzysztof robił u niego magisterium i jeszcze przed jego zakończeniem zaczął pracować na Uniwersytecie jako asystent techniczny. Pracowaliśmy w jednym pokoju. Wtedy jeszcze Krzysztof nie spotkał swojej przyszłej żony, wielkiej miłości jego życia – pięknej

Marii Żupańskiej, przez rodzinę i przyjaciół nazywanej Dzidką. Był tak przystojny, że studentki zaglądały do naszej pracowni przez dziurkę od klucza, żeby chociaż przez chwilę na niego popatrzyć. Pasjonował się sportem, przede wszystkim piłką nożną, doskonale grał w brydża, pływał i grał w kosza. W zasadzie we wszystkim, co robił, był „the best".

Kariera naukowa Krzysztofa przebiegała bez zakłóceń. Zagraniczne staże naukowe – 1,5 roku w Pizie w latach 1966–68, rok w MIT (1973) i wiele późniejszych krótszych pobytów we Włoszech (Piza, Neapol, Florencja), stopnie i tytuły naukowe – magister (1963), doktor (1970), doktor habilitowany (1982) i profesor (1992) – wszystko to stanowiło dla niego kolejne etapy rozwoju i dojrzewania naukowego.

Krzysztof Ernst jest autorem lub współautorem 31 publikacji naukowych i 29 komunikatów konferencyjnych z zakresu spektroskopii atomowej i cząsteczkowej. Obiektem jego zainteresowań były zagadnienia związane z pompowaniem optycznym, a także formowanie się aerozolu w oświetlonych światłem laserowym parach CS_2 – ten efekt następnie pięknie nazwał „śniegiem laserowym". W swoich pracach z łatwością stosował takie nowe metody badań, jak optoakustykę i optogalwanikę. Zgodnie ze światową tendencją wykorzystania laserów diodowych w spektroskopii, z powodzeniem stosował je w swoich badaniach naukowych. Do jego największych osiągnięć niewątpliwie należy zorganizowanie w latach 1995–97 w Zakładzie Optyki grupy osób prowadzących badania naukowe w ramach zagadnień związanych z lidarem, a następnie przewodzenie jej.

Krzysztof Ernst jest też autorem aż 59 publikacji popularnonaukowych, które dzielą się na artykuły zamieszczone w *Postępach Fizyki*, *Delcie* czy *Wiedzy i Życiu* (12), artykuły wchodzące w skład cyklu „Fizyka sportu" (38) i w skład cyklu „Fizyka zabawek" (9). Ponadto napisał książkę *Fizyka sportu* (Wydawnictwo Naukowe PWN, 1992), którą przetłumaczył na język włoski: *Fisica dello sport* (1998). Napisał też książkę o zabawkach zatytułowaną *Einstein na huśtawce, czyli fizyka zabaw, gier i zabawek* (Prószyński i S-ka, 2002). Brał udział w wielu programach radiowych i telewizyjnych poświęconych popularyzacji nauki.

W przygotowaniu i udziale w widowisku zatytułowanym „Physics of Ping-Pong", przedstawionym w Genewie w listopadzie 2000 r., które na międzynarodowej imprezie „Physics on Stage" zostało entuzjastycznie przyjęte, Krzysztof Ernst uzewnętrznił całą swoją bogatą i ciekawą osobowość.

Choroba spadła na niego jak grom z jasnego nieba. Był styczeń 1996 roku. Właśnie kończyły się uroczystości związane z 75-leciem Fizyki na Hożej. Profesor Krzysztof Ernst był wtedy Dziekanem i z ogromną kulturą, która była jego cechą wrodzoną, celebrował wszystkie uroczystości. Złe samopoczucie kładł na karb zmęczenia, tymczasem to były oznaki choroby, która już wtedy wymagała szybkiej interwencji chirurgicznej. Jego heroiczną walkę z chorobą obserwowaliśmy z najwyższym uznaniem. Nie zszedł z boiska, dopóki piłka była w grze. W dniu 23 listopada 2002 r. podczas plenarnego zebrania Zarządu Głównego osobiście odebrał nagrodę PTF za wybitne osiągnięcia w dziedzinie popularyzacji fizyki. W piątek 22 grudnia 2002 r. uczestniczył we wspólnej Wigilii, jaką co roku organizujemy w Zakładzie Optyki. Zmarł 2 stycznia 2003 r. Bardzo go nam brakuje.

Aleksandra Kopystyńska
Instytut Fizyki Doświadczalnej UW
Warszawa

Jacek Mayer (1944–2003)

Jacek Mayer urodził się 24 stycznia 1944 r. Uczył się w najlepszych krakowskich liceach ogólnokształcących: I LO im. B. Nowodworskiego i II LO im. Jana III Sobieskiego, gdzie w 1961 r. zdał maturę. W latach 1961–66 studiował fizykę na Wydziale Matematyczno-Fizyczno-Chemicznym Uniwersytetu Jagiellońskiego. Pracę dyplomową z fizyki ciała stałego obronił z wynikiem bardzo dobrym, uzyskując tytuł magistra. Od razu został zatrudniony na UJ w Katedrze Badań Strukturalnych Instytutu Fizyki, gdzie szybko awansował na stanowisko starszego asystenta. Zajął się skonstruowaniem i uruchomieniem niskotemperaturowego kalorymetru adiabatycznego do bardzo precyzyjnych pomiarów ciepła właściwego. Analiza zmian ciepła właściwego z temperaturą pozwala wnioskować o przemianach fazowych, a więc o polimorfizmie kryształów. W 1972 r. Jacek Mayer zmienił miejsce zatrudnienia z IF UJ na Instytut Fizyki Jądrowej, gdzie kontynuował pracę naukową w zakresie kalorymetrii.

Stopień doktora nauk fizycznych uzyskał na UJ w 1974 r., broniąc rozprawy „Analiza sytuacji fazowej w plastycznych i ciekłych kryształach", wykonanej pod kierunkiem prof. J. Janika. W pracy tej zbadał polimorfizm fazy stałej MBBA (metoksybenzylidenobutyloaniliny) – pierwszego ciekłego kryształu – w temperaturze pokojowej. Dało to początek badaniom monotropowych przemian fazowych w kryształach molekularnych.

Dwukrotnie, najpierw w latach 1974–78, a potem 1985–91, pracował w Laboratorium Fizyki Neutronów

ZIBJ w Dubnej. Podczas pierwszego pobytu zajmował się spektroskopią rozpraszania neutronów w zastosowaniu do badań materii skondensowanej, głównie kryształów molekularnych oraz wodorotlenków metali.

Drugi pobyt w Dubnej przeznaczył na kontynuację badań neutronowych oraz kierowanie grupą pracowników, której zadaniem była budowa i uruchomienie nowego spektrometru neutronowego o wysokiej zdolności rozdzielczej. Wybrane publikacje, głównie z tego okresu, stały się podstawą jego pracy habilitacyjnej.

Powrót do kraju wiązał się dla Jacka Mayera również z powrotem do kalorymetrii. Szybko nawiązał kontakt z prof. J. Andrewsem, do którego w 1979 r. wyjechał na staż naukowy do pracowni kalorymetrycznej w Kent State University w USA. Doświadczenie tam zdobyte zaowocowało podjęciem prac nad unowocześnieniem i automatyzacją kalorymetru adiabatycznego w IFJ. Prace te zakończyły się sukcesem. Budowa i uruchomienie indukcyjnego mostka do precyzyjnych pomiarów temperatury, stanowiącego najważniejszy element pomiarowy wchodzący w skład kalorymetru, została nagrodzona Nagrodą II stopnia Prezesa PAA.

Jacek Mayer

Habilitował się w IFJ, w 1997 r., na podstawie pracy „Neutronowe badania polimorfizmu ciał stałych". Po uzyskaniu stanowiska docenta jego działalność naukowa w dalszym ciągu przebiegała dwutorowo. W zakresie kalorymetrii nawiązał i rozwinął współpracę z prof. Michio Sorai, dyrektorem Centrum Termodynamiki Uniwersytetu w Osace. Pojechał tam w 2001 r., jako profesor gość, na kilka miesięcy. Współpraca z Japonią zaowocowała nowymi publikacjami, wyjazdami kolejnych osób z IFJ do Osaki, przyjazdami Japończyków do Polski. Badania neutronowe prowadził głównie podczas wyjazdów do Dubnej i Kjeller (Norwegia) z prof. Jerzym Janikiem.

W dorobku naukowym Jacka Mayera jest ok. 60 publikacji o zasięgu międzynarodowym, z pokaźną liczba cytowań. Część prac była wykonywana w ramach kierowanych przez niego grantów KBN.

Jacek Mayer miał ogromny talent dydaktyczny. Nie zakończył tej działalności na prowadzeniu zajęć w I Pracowni Fizycznej na UJ, ale w IFJ prowadził wiele prac magisterskich. Jego referaty na różnych konferencjach naukowych i seminariach wzbudzały ogromne zainteresowanie i żywą dyskusję. Uczył fizyki w IV Liceum Ogólnokształcącym, potem od 1995 r. w VIII Prywatnym LO w Krakowie. Prowadził wykłady z termodynamiki ciała stałego dla studentów wyższych lat Wydziału Chemii UJ specjalizujących się w fizyce chemicznej. W roku akad. 2002/03 był profesorem Akademii Pedagogicznej w Krakowie.

Od 1993 r. był członkiem i sekretarzem Podkomisji (obecnie Komisji) Metod Jądrowych w Fizyce Fazy Skondensowanej Rady ds. Atomistyki.

Był człowiekiem powszechnie lubianym i szanowanym. Miał szczęśliwą rodzinę: żonę i pięcioro zdolnych dzieci. Zmarł 22 maja 2003 r.

Małgorzata Nowina Konopka
Instytut Fizyki Jądrowej
im. H. Niewodniczańskiego
Kraków

Migawki moich wspomnień o Jacku Mayerze

22 maja 2003 r. zmarł doc. dr hab. Jacek Mayer, mój najbliższy współpracownik w Instytucie Fizyki Jądrowej w Krakowie. Po ludzku rzecz biorąc, zmarł przedwcześnie, miał bowiem dopiero 59 lat. Nie bardzo umiem napisać obiektywną, zwartą logicznie charakterystykę, dlatego ten tekst będzie ciągiem szkiców, obrazów rysujących się w moich subiektywnych, rzecz prosta, wspomnieniach.

Przypominam sobie chwilę w 1972 r., gdy dowiedziałem się, że decyzją władz partyjnych zostałem pozbawiony stanowiska na Uniwersytecie Jagiellońskim i muszę zadowolić się jednym etatem w IFJ. Była to szykana za moje zachowanie w 1968 r. Pierwszą moją myślą po otrzymaniu tej wiadomości był pomysł, żeby zwrócić się do najbliższego mi ucznia i kolegi, Jacka Mayera, z prośbą, ażeby wraz ze mną przeniósł się do Instytutu Fizyki Jądrowej, żebyśmy mogli pracować razem. Jacek nie zawiódł, od razu się zgodził, mimo że w ten sposób rezygnował z dydaktyki, która niewątpliwie była jego ogromną pasją. Nigdy nie dowiedziałem się, czy tego nie żałował...

Potem widzę w mych wspomnieniach Jacka, jak razem z dr. Tadeuszem Walugą konstruuje kalorymetr adiabatyczny, urządzenie, które do dzisiaj (po wielu ulepszeniach) jest jednym z ważniejszych w Instytucie. Pamiętam, jak operując różnymi sekwencjami grzania i chłodzenia próbki materiału ciekłokrystalicznego znanego pod nazwą MBBA stwierdził, że materiał ten w pewnym zakresie temperatury może znajdować się albo w odmianie trwałej, albo metatrwałej, o różnych dla każdej z tych odmian właściwościach. To i inne analogiczne odkrycia, które nastąpiły, były stymulacją dla głębokich studiów i przemyśleń Jacka nad termodynamiką oraz jej opisem przemian fazowych w kryształach i ciekłych kryształach. Wiedza Jacka w tej dziedzinie została zauważona w laboratorium kalorymetrycznym Uniwersytetu w Osace, gdzie Jacek przebywał kilkakrotnie. Kondolencje otrzymane z Osaki po śmierci Jacka zawierają słowa najwyższego uznania dla uczonego i kolegi. Ta „japońska linia" działalności Jacka jest poza zakresem moich wspomnień, aczkolwiek obserwowałem ją z zainteresowaniem.

Następnie widzę Jacka w Zjednoczonym Instytucie Badań Jądrowych w Dubnej, gdzie spędził wiele lat swego życia. To jego i dr. Ireneusza Natkańca pomysłem było zbudowanie spektrometru neutronowego o światowej klasie, współpracującego z reaktorem impulsowym IBR-2 w Dubnej. Bywałem wtedy w ZIBJ regularnie co najmniej dwa razy w roku, uczestnicząc w posiedzeniach Rady Naukowej Instytutu. Pamiętam moment, gdy trzeba było podjąć trudną decyzję odłożenia na jakiś czas „radosnej twórczości" naukowej, ponieważ ktoś musiał wykonać niezwykle dokładną pracę ustawienia i złożenia neutronowodów, które w wyniku wewnętrznego odbicia wiązki neutronów nie dopuszczały do jej istotnego osłabienia, mimo przebycia przez neutrony znacznej odległości (100 m) od reaktora do spektrometru. Praca ta musiała być wykonana przez kogoś, kto rozumiał jej ważność. Nie można jej było powierzyć nieczującemu tej ważności robotnikowi. Ale oczywiście nie była to praca pasjonująca – raczej „czarna robota". Jacek Mayer podjął się jej bez wahania i przez wiele miesięcy konstruował neutronowód, który działa do dzisiaj. Na szczęście mógł potem wykonać na tym spektrometrze wiele ciekawych prac naukowych, wykorzystując metody niesprężystego rozpraszania i dyfrakcji neutronów.

Widzę też Jacka, jako mego towarzysza, podczas naszych wspólnych wyjazdów naukowych do Instytutu Technologii Energii w Kjeller, w Norwegii. Widzę, jak razem z dr. Olavem Steinsvollem, naszym norweskim współpracownikiem, mierzymy przy reaktorze JEEP II quasi-sprężyste rozpraszanie neutronów w wielu substancjach krystalicznych i ciekłokrystalicznych, badając, jakie ruchy wykonują molekuły tych substancji. Odkąd Jacek Mayer zaczął mi towarzyszyć w moich podróżach do Norwegii, prace na ten temat podwyższyły zdecydowanie swój standard. Jacek był bowiem nie tylko eksperymentatorem o zręcznych rękach, ale umiał doskonale posługiwać się komputerem i na bieżąco opracowywać dane pomiarowe. Widząc to podniesienie standardu naszej pracy, nie mogłem nie przypomnieć sobie powiedzenia mojego Profesora, Henryka Niewodniczańskiego: „Szczęśliwy ten nauczyciel, którego uczeń prześcignął".

Pamiętam moją wspólną z Jackiem podróż do Kanady na konferencję naukową w Toronto w 1997 r. Przylecieliśmy do Newark, naprzeciwko Manhattanu, i na lotnisku wynajęliśmy samochód, którym planowaliśmy odbyć podróż do Kanady. Na lotnisku spotkaliśmy też naszego współtowarzysza Olava Steinsvolla, który przyleciał z Norwegii. Od razu na początku podróży na północ mieliśmy kłopot. Nie mogliśmy znaleźć wyjazdu na autostradę i błądziliśmy po Newark, od czasu do czasu wjeżdżając do niezbyt bezpiecznych dzielnic. Wreszcie trafiliśmy, już po ciemku, do domu mieszkającej w Stanach Zjednoczonych mojej córki Basi. Samochód prowadziliśmy na zmianę: Jacek i ja. Po dniu odpoczynku pojechaliśmy dalej. Dojechaliśmy do Toronto i uczestniczyliśmy w konferencji, jak należy.

Prawdziwa przygoda zdarzyła się ostatniego dnia konferencji, gdy zabrano nas do wodospadu Niagara, drogą wodną przez jezioro Ontario. Mniej więcej w połowie drogi zerwał się sztorm. Nasz statek huśtał niesamowicie, z wiadomym skutkiem dla pasażerów, nie wyłączając piszącego te słowa. Po wylądowaniu spytałem Jacka, czy nie chorował. Powiedział, że niewiele brakowało, ale wytrzymał. Gdy po powrocie z wycieczki (na szczęście autobusem) byłem śmiertelnie zmęczony, Jacek opiekował się mną troskliwie, pojąc herbatą i karmiąc zaimprowizowaną kolacją. Następnego dnia wyruszyliśmy w drogę powrotną, znowu przez Stany, podziwiając piękną krainę zwaną Finger Lake na północy stanu Nowy Jork. Po krótkim pobycie u Basi dotarliśmy do Newark, a potem do Warszawy.

Pamiętam wreszcie, jak w 2001 r. byliśmy razem (wraz z grupą uczonych polskich) na kolejnym, 11. już Seminarium „Nauka–Religia–Dzieje" w Castel Gandolfo. Seminarium, w którym uczestniczył Jan Paweł II, poświęcone było zagadnieniu „modeli Boga". Jacek był pierwszym referentem. Przedstawił interesujące studium zagadnienia, czym jest model w fizyce. Widzę go w moich wspomnieniach, jak później, po tym referacie, siedzi szczęśliwy podczas wspólnego obiadu obok Ojca Świętego i z nim rozmawia.

Jerzy Janik
Instytut Fizyki Jądrowej
im. H. Niewodniczańskiego
Kraków

Bohdan Grządkowski

Urodził się w Warszawie w 1957 r. Ma żonę Joannę i troje dzieci: Filipa, Magdę i Marysię.

Uczył się w XLV Liceum w Warszawie, gdzie miał świetnego nauczyciela fizyki, mgr. Jacka Łoskota, dzięki któremu podjął studia na Wydziale Fizyki UW. Pracę magisterską obronił w 1981 r. i podjął pracę w Instytucie Fizyki Teoretycznej UW, w Zakładzie Teorii Cząstek i Oddziaływań Elementarnych, gdzie pracuje do dziś. Pracę doktorską, której promotorem był prof. Stefan Pokorski, obronił w 1985 r., habilitował się w 1993, a tytuł naukowy otrzymał 28 marca 2003 r.

Po doktoracie spędził ponad 2 lata (1986–88) na stażu w Max-Planck-Institut für Physik und Astrophysik w Monachium, potem był jeszcze na kolejnym stażu w University of California w Davis. W roku 1992 wyjechał do CERN-u, gdzie pracował przez rok.

Zajmuje się przede wszystkim teorią oddziaływań elektrosłabych. W ciągu ostatnich kilku lat jego specjalnością stały się niestandardowe modele opisujące naruszenie parzystości kombinowanej CP. Wiele jego prac jest poświęconych własnościom kwarku top, a w szczególności możliwości obserwacji naruszenia CP w jego oddziaływaniach. Najczęściej jego prace dotyczą konstrukcji obserwabli, które pozwoliłyby na skuteczne testowanie różnych możliwych uogólnień Modelu Standardowego w istniejących bądź przyszłych akceleratorach. Od kilku lat interesuje się modelami opisującymi oddziaływania elektrosłabe (i ewentualnie grawitacyjne) w teoriach zbudowanych w czasoprzestrzeni o liczbie wymiarów większej niż 4. Są to teoretycznie bardzo atrakcyjne modele, mające szanse na rozwiązanie niektórych problemów Modelu Standardowego. Ma zamiar jeszcze trochę zajmować się tymi, nieco bardziej teoretycznymi, zagadnieniami. Wolny czas najchętniej spędzałby żeglując po Mazurach.

Tadeusz Stacewicz

Urodził się w 1952 r. w Warszawie. Studiował na Wydziale Fizyki UW. Od 1976 r. pracuje w Instytucie Fizyki Doświadczalnej UW, gdzie obecnie jest kierownikiem Zakładu Optyki. Doktorat obronił w 1982 r., a stopień doktora habilitowanego uzyskał w roku 1994. Tytuł naukowy otrzymał 12 marca 2003 r.

Zajmuje się optyką. Do jego zainteresowań należy spektroskopia laserowa, fizyka plazmy wytwarzanej w gazach intensywnym, rezonansowym promieniowaniem laserowym, fizyka zderzeń elektronów z atomami. Pracował także nad propagacją promieniowania rezonansowego w silnie wzbudzonych ośrodkach oraz zjawiskami nieliniowymi pojawiającymi się w takich warunkach. Od 1995 r. zajmuje się również rozwojem metod zdalnego badania własności atmosfery za pomocą technik optycznych, ze szczególnym uwzględnieniem technik lidarowych. Obecnie pracuje nad rozwojem metod badania parametrów aerozolu atmosferycznego.

Na Wydziale Fizyki UW przez wiele lat wykładał elektronikę. Obecnie prowadzi wykłady ze wstępu do optyki i fizyki ciała stałego oraz wykład z fizyki fal.

Jest współautorem około 50 artykułów naukowych, 70 referatów i komunikatów konferencyjnych oraz trzech podręczników i skryptów akademickich. Opiekował się trzema pracami doktorskimi, dwa dalsze przewody doktorskie są w toku. Aktywnie uczestniczy w popularyzacji fizyki, prowadząc wykłady Polskiego Towarzystwa Fizycznego oraz biorąc udział w licznych Piknikach Naukowych w Warszawie i w Festiwalach Nauki. Ostatnio przez dwie kadencje był sekretarzem Zarządu Oddziału Warszawskiego PTF.

Ma żonę Żaninę i trzy córki: Martę, Marię i Irenę.

Fizyka w zastosowaniach

5 czerwca 2003 r. w Auli im. Stanisława Ziemeckiego Wydziału Matematyki, Fizyki i Informatyki UMCS odbyła się kolejna, już V Sesja Naukowa „Fizyka w zastosowaniach". Sesję zorganizowała Komisja Podstaw i Zastosowań Fizyki i Chemii w Technice i Rolnictwie (KPiZ) Oddziału Lubelskiego PAN w Lublinie oraz Oddział Lubelski Polskiego Towarzystwa Fizycznego. W Sesji uczestniczyło kilkadziesiąt osób reprezentujących UMCS, Politechnikę Lubelską, Akademię Rolniczą, Instytut Agrofizyki PAN i Akademię Medyczną w Lublinie. Zebranych gości przywitał prof. Ryszard Walczak, przewodniczący Komisji.

Dalsze obrady poprowadził prof. Stanisław Hałas, zastępca przewodniczącego OL PTF. W pierwszej części Sesji odbyły się trzy wykłady. Pierwszy z nich, „Zastosowanie efektu Starka w badaniach biofizycznych", wygłosił prof. Stanisław Krawczyk z Instytutu Fizyki UMCS. Efekt Starka w badaniach bakterii i układu antenowego roślin wyższych umożliwia uzyskanie widm absorpcji, z których określa się m.in. zmiany elektrycznego momentu dipolowego, współczynniki absorpcji oraz polaryzowalność. Prof. Mirosław Wendeker (PL) w wykładzie „Ogniwa paliwowe – konstrukcje i zastosowania" zaprezentował najnowsze wyniki badań i światowe tendencje rozwoju ogniw paliwowych. Idea Williama R. Groove'a z 1839 r. odwrotnej elektrolizy wody ma szansę już za ok. 25 lat stać się podstawą konstrukcji silników samochodów o sprawności trzykrotnie większej niż obecne silniki spalinowe, spełniając przy tym wymogi ochrony środowiska. Trzeci wykład, „Teoretyczny opis agregacji surfaktantów na granicach międzyfazowych", autorstwa prof. Władysława Rudzińskiego i prof. Jolanty Narkiewicz-Michałek (Instytut Chemii UMCS), wygłosiła ta ostatnia. Model teoretyczny opisuje m.in. procesy agregacji i micelizacji oraz rozmiary i rozkład agregatów na granicy faz roztwór–ciało stałe, a także woda–powietrze. Przedstawiony model ma zastosowanie w nanotechnologii.

Po przerwie młodzi pracownicy i doktoranci zaprezentowali 20-minutowe komunikaty o prowadzonych badaniach. Kolejno wystąpili: dr Halina Krzyżanowska (IF UMCS) – referat „Od mumii egipskich po układy scalone: badania metodą fluorescencji wzbudzonej w całkowitym odbiciu promieni X"; mgr inż. Jarosław Bieniaś (PL) – „Wybrane właściwości i zastosowania materiałów kompozytowych"; mgr Dariusz Niedźwiedzki (IF UMCS) – „Metoda NEXAFS w poszukiwaniu poziomów energetycznych karotenoidów" oraz mgr inż. Jacek Hunicz (PL) – „Badanie procesu spalania w silniku o zapłonie iskrowym z zastosowaniem metod spektrofotometrycznych". Na zakończenie nastąpiła wymiana informacji dotycząca organizowanych konferencji, sesji, warsztatów itp. aktywności naukowej w środowisku lubelskim.

Lubelski Oddział PAN obejmuje swym zasięgiem ośrodki naukowe województw lubelskiego i podlaskiego. Sesje naukowe, odbywające się w pierwszy czwartek czerwca każdego roku, są jedną z form działalności Komisji Fizyki Stosowanej i Techniki PAN, która powstała 1 czerwca 2000 r. z inicjatywy lubelskiego środowiska fizyków i techników, a która przekształciła się w KPiZ w maju 2003 r. Głównym celem spotkań naukowców jest wymiana informacji na temat prowadzonych badań i posiadanej aparatury oraz inicjowanie wspólnych projektów badawczych. V Sesja przyczyniła się do zaprezentowania swoich osiągnięć przez naukowców z różnych ośrodków i nawiązania ściślejszej współpracy. Obrady toczyły się w miłej i koleżeńskiej atmosferze.

Elżbieta Jartych
Instytut Fizyki PL
Lublin

Energia – wyzwanie XXI wieku

Andrzej Hrynkiewicz: *Energia – wyzwanie XXI wieku*, Wydawnictwo Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2002, s. 275.

Jest to monografia, która opisuje różne źródła energii, sposoby jej pozyskiwania oraz związane z tym aspekty ekologiczne i ekonomiczne. Została napisana przez znakomitego erudytę i znawcę omawianej problematyki, który na poruszane problemy patrzy z punktu widzenia fizyka i humanisty. Bez wątpienia prawdziwa jest notatka zamieszczona przez wydawcę: „Jego zainteresowanie problemami energetyki wynika z obawy przed konsekwencjami nierównomiernego dostępu do energii mieszkańców świata, a także z przekonania, że energetyka jest dziedziną ludzkiej działalności, której niewłaściwy kierunek rozwoju może prowadzić do nieodwracalnej dewastacji środowiska naturalnego i zagrożenia zdrowia oraz życia obecnego i przyszłych pokoleń".

Książka przeznaczona jest dla szerokiego kręgu odbiorców, przede wszystkim dla studentów fizyki, chemii, ochrony środowiska oraz kierunków politechnicznych związanych z wytwarzaniem i przetwarzaniem energii. Można ją polecić wszystkim zainteresowanym problemami energetyki. Książka jest skarbnicą faktów pomocnych w prowadzeniu seminariów z zakresu fizyki jądrowej, ochrony przed promieniowaniem jonizującym, szeroko rozumianej energetyki oraz jej społecznych konsekwencji.

Zawiera wiele informacji rozproszonych w różnych wydawnictwach specjalistycznych, które zostały pracowicie zebrane, zestawione i opatrzone krótkim, pojemnym treściowo komentarzem. Autorowi udało się połączyć wiedzę encyklopedyczną z humanistyczną i dalekowzroczną postawą naukowca. W książce przytaczane są dane ze wskazaniem źródeł ich pochodzenia. Dzięki temu interesujące czytelnika informacje można łatwo uzupełnić i rozszerzyć, sięgając do oryginalnych opracowań naukowych.

Istotną zaletą omawianej monografii jest usystematyzowane podawanie informacji. Wyciąganie wniosków pozostawiono czytelnikowi. Drugą bardzo ważną cechą jest równoprawne traktowanie energetyki konwencjonalnej, jądrowej i odnawialnej.

Książka składa się z dwóch części. W pierwszej zostały przedstawione: różne rodzaje energii, jej zasoby i zapotrzebowanie na energię w Polsce i na świecie oraz wpływ energetyki na środowisko naturalne. Druga część poświęcona jest energetyce jądrowej i problemom z nią związanym. Przedstawione są zasady działania reaktora jądrowego, przyczyny dwu głośnych awarii, kolejne generacje reaktorów jądrowych, ekonomiczne i ekologiczne aspekty energetyki jądrowej, unieszkodliwianie i przechowywanie odpadów promieniotwórczych oraz źródła promieniowania jonizującego. Omówiono także militarne oblicze energii jądrowej, niesłusznie kojarzone z energetyką jądrową. Książka zawiera ponadto omówienie jednostek energii oraz wielkości i jednostek dozymetrycznych, ilościowej oceny ryzyka oraz wpływu promieniowania jonizującego na organizmy żywe.

Odrębnego potraktowania wymagają trzy rozdziały: „Smutna historia energetyki jądrowej w Polsce", „Podsumowanie: Czy czeka nas porażka rozsądku?" oraz „Epilog: Apel do ekologów". W rozdziałach tych przejawia się temperament polemisty walczącego o racjonalne spojrzenie na całą energetykę, zarówno konwencjonalną (i odnawialną), jak i na energetykę jądrową.

Kolorowa okładka z dobrze wkomponowanymi zdjęciami zachęca do sięgnięcia po tę wartościową pozycję. Tekst jest czarno-niebieski. Tytuły rozdziałów i napisy na rysunkach są koloru niebieskiego. Ważne stwierdzenia i określenia podane są tłustym czarnym drukiem. Na podkreślenie zasługuje staranne przygotowanie rysunków.

Książka została napisana znakomitą polszczyzną z wykorzystaniem powszechnie zrozumiałych specjalistycznych określeń. Jest starannie zredagowana. Liczne ułatwienia o charakterze dydaktycznym sprzyjają percepcji jej treści. Uzupełnienia z fizyki, termodynamiki itp., niezbędne do pełnego zrozumienia treści, podawane są oddzielnie w wyraźnie zakreślonych ramkach. Książka została opatrzona indeksem rzeczowym i indeksem nazwisk, literaturą źródłową, literaturą cytowaną w formie przypisów, wykazem tabel, a nawet zakładką. Dane podane na zakładce zawierają wykaz różnych jednostek stosowanych w fizyce i energetyce oraz ich wzajemne przeliczenia. Zakładka oprócz funkcji utylitarnej odgrywa rolę mininotatnika, znakomicie ułatwiając lekturę książki. Jest to świetny pomysł, wart upowszechnienia w polskich wydawnictwach naukowo-technicznych. To wszystko czyni tę książkę przyjazną czytelnikowi.

Jedyna uwaga krytyczna dotyczy mało czytelnych wskaźników przy symbolach chemicznych na rys. 4.5, 11.1, 11.3 i 11.4.

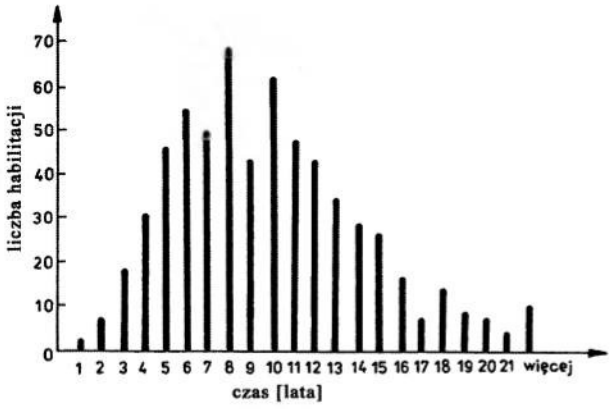
Gorąco polecam recenzowaną monografię wszystkim studentom i nauczycielom akademickim – nie tylko fizykom, chemikom, inżynierom, ale również humanistom.

Profesor Andrzej Hrynkiewicz i Wydawnictwo UJ w Krakowie zasłużyli na wyrazy uznania za przygotowanie tej wartościowej pozycji.

Mieczysław Budzyński
Instytut Fizyki UMCS
Lublin

Kariery naukowe – habilitacje fizyków

Od lat 70. trwa w Polsce dyskusja nad tym, ile lat potrzeba na przygotowanie rozprawy habilitacyjnej. Przytaczane są różne argumenty za i przeciw 9-letniemu okresowi na jej przygotowanie. Aby zobaczyć, jak to wygląda w środowisku fizyków, wykonałem, posługując się opracowaniem *Who is Who in Physics, Poland 1997*, histogram przedstawiony na rysunku i zaskoczył mnie nie fakt, że można go opisać odpowiednią funkcją, ale że maksimum tej funkcji leży w pobliżu 9 lat. Z histogramu wynika, że nakaz administracyjny jest silnym impulsem mobilizującym do opracowania rozprawy habilitacyjnej. Drugi wniosek: po 15 latach od uzyskania stopnia doktora liczba prac habilitacyjnych wyraźnie maleje. Sugeruje to, że nie należy wydłużać okresu na zrobienie habilitacji do 20 czy 30 lat, co niestety zrobiły senaty wielu uczelni.



Zależność liczby habilitacji od czasu jej przygotowania liczonego od uzyskania stopnia doktora.

Czekam na kolejne wydanie *Who is Who*, aby zobaczyć, jak zachodzące zmiany, w szczególności zmniejszające się środki finansowe, wpłynęły na rozwój kadry.

Andrzej Szytuła
Instytut Fizyki UJ
Kraków

O promieniotwórczości α bizmutu

24 kwietnia br. ukazało się w *Nature* doniesienie astrofizyka Pierre'a de Marcillaca ze współpracownikami z Institut d'Astrophysique Spatiale (IAS) w Orsay k. Paryża o doświadczalnym odkryciu (przypadkowo) promieniotwórczości bizmutu-209, o czasie połowicznego rozpadu $(1{,}9 \pm 0{,}2) \cdot 10^{19}$ lat, uważanego dotąd za trwały [1].

Przy tej okazji warto przypomnieć, jako ciekawostkę historyczną, że o takiej promieniotwórczości (wprawdzie bizmutu-208) pisał w 1912 r. Kazimierz Fajans w swej podstawowej pracy o położeniu nuklidów promieniotwórczych w układzie okresowym [2]. W publikacji tej, rozporządzając ówczesnymi nieścisłymi wartościami mas atomowych i niekompletnymi informacjami o właściwościach chemicznych, na podstawie odkrytego przez siebie prawa przesunięć promieniotwórczych ten wybitny polski uczony ustalił położenie w układzie okresowym wszystkich znanych wówczas radionuklidów.

Opierając się na analogii między szeregami promieniotwórczymi torowym i uranowo-uranowym, wysunął przypuszczenie, iż podobnie jak w drugim z tych szeregów rad D ($^{210}_{82}$Pb) w przemianie β przekształca się w rad E ($^{210}_{83}$Bi), w szeregu torowym tor D ($^{208}_{82}$Pb), który Fajans oznacza jako tor D_2, może w takiejż przemianie przekształcić się w $^{208}_{83}$Bi. Fakt zaś, że bizmut ma masę atomową o 4 jednostki większą niż tal, podsunął Fajansowi myśl, iż – w zgodzie z prawem przesunięć promieniotwórczych – bizmut może z kolei w rozpadzie α dawać tal. Szereg torowy nie kończyłby się więc na torze D, lecz miałby przedłużenie:

$$\mathrm{ThC\,(ThC_1)} \begin{array}{l} \overset{\alpha}{\nearrow}\ \mathrm{ThC''\,(ThD)} \\ \underset{\beta}{\searrow}\ \underset{212{,}4}{\mathrm{ThC'\,(ThC_2)}} \end{array} \xrightarrow{\alpha} \underset{208{,}4}{\mathrm{ThD\,(ThD_2)}} \xrightarrow{\beta} \underset{208{,}4}{\mathrm{Bi}} \xrightarrow{\alpha} \underset{204{,}4}{\mathrm{Tl}}\ .$$

W nawiasach podano symbole Fajansa, a pod nimi przytoczone przez niego masy atomowe.

Fajans zaznacza jednak wyraźnie, że jest to tylko hipoteza wymagająca doświadczalnego zbadania. Nie znalazłszy potwierdzenia doświadczalnego, ze swej hipotezy się później wycofał.

Dzisiaj wiedząc, że tor D ma jądro atomowe podwójnie magiczne, trudno byłoby przypuścić, że ulega on przemianie β.

[1] P. de Marcillac i in., *Nature* **422**, 876 (2003).
[2] K. Fajans, *Physik. Z.* **14**, 136 (1913).

Józef Hurwic
Université de Provence
Marsylia, Francja

Tytuły profesorskie

Tytuł naukowy profesora nauk fizycznych, nadany przez Prezydenta Rzeczpospolitej Polskiej, otrzymali w dniu 2 lipca 2003 r.: Andrzej Józef Czopnik (INTiBS PAN, Wrocław), Czesław Zygmunt Rudowicz (City University of Hong Kong) i Jan Wojciech Wąsicki (UAM); w dniu 8 lipca 2003 r. tytuł otrzymali: Józef Franciszek Musielok (UO), Marek Urbanik (UJ), Zbysław Jakub Wilamowski (IF PAN) i Janusz Wolny (AGH).

www.prezydent.pl

Porozumienie CERN–SESAME

SESAME (Synchrotron light for Experimental Science and Applications in Middle East) jest organizacją naukową państw Środkowego Wschodu i ma mieć strukturę podobną do CERN-u. Weszły do niej: Autonomia Palestyńska, Bahrajn, Egipt, Iran, Izrael, Jordania, Pakistan, Turcja i Zjednoczone Emiraty Arabskie. Prezesem Rady SESAME-u jest Herwig Schopper, były dyrektor generalny CERN-u (patrz Kronika 2/03).

W pobliżu Ammanu powstaje budynek źródła promieniowania synchrotronowego wykorzystującego elementy rozebranego synchrotronu BESSY1 z Berlina. Urządzenie ma rozpocząć działanie w 2006 r. Szeroki przedział częstości promieniowania synchrotronowego (od podczerwieni do zakresu rentgenowskiego) umożliwia jego różne zastosowania.

W czerwcu 2003 r., podczas wizyty króla Jordanii Abdullaha II w Genewie, zostało podpisane memorandum w sprawie porozumienia CERN–SESAME o wymianie personelu naukowego i oprzyrządowania między tymi dwoma laboratoriami.

CERN Courier **43**, nr 6 (2003) *B. W.*

Nagroda im. Zdzisława Szymańskiego

Dnia 6 października 2003 r. dziekan Wydziału Fizyki UW wręczył dr. hab. Piotrowi Magierskiemu z Politechniki Warszawskiej Nagrodę im. Zdzisława Szymańskiego za rok 2002, przyznaną „za badanie efektów powłokowych w układach fermionowych od jąder atomowych poprzez układy mezoskopowe po gwiazdy neutronowe". Poniżej krótka informacja o Nagrodzie, o Laureacie i o samej uroczystości.

Profesor Zdzisław Szymański (1926–1999) był w ciągu swojej kariery naukowej pracownikiem Politechniki Łódzkiej, Politechniki Warszawskiej, Polskiej Akademii Nauk, Instytutu Badań Jądrowych, a przede wszystkim Instytutu Fizyki Teoretycznej Uniwersytetu Warszawskiego. Był więc zawsze związany z warszawskim ośrodkiem teorii struktury jądra atomowego. Słynne są historie, krążące do dziś wśród fizyków jądra atomowego, o targach z lat 50. między ośrodkiem warszawskim i krakowskim, kto dostanie cyklotron, a kto – Szymańskiego. Ośrodek warszawski był lepszym negocjatorem i prof. Szymański rozpoczął pracę tutaj. W końcu Warszawa dostała również i cyklotron, który wspaniale dziś działa i przynosi ważne wyniki naukowe, natomiast Zdzisław Szymański był oczywiście niepowtarzalny i nie do skopiowania.

Profesor Szymański był członkiem rzeczywistym Polskiej Akademii Nauk, a Polskie Towarzystwo Fizyczne nadało mu w 1989 r. swoje najwyższe odznaczenie – Medal Mariana Smoluchowskiego. Ale dla nas był po prostu znakomitym nauczycielem i wspaniałym przyjacielem. To on stworzył warszawską grupę teorii struktury jądra atomowego. Trzydzieści lat temu pawilon na Hożej pełen był młodych entuzjastów, zarówno z Warszawy, jak i spoza Warszawy, np. z Lublina, którzy wtedy pracowali pod kierunkiem Zdzisława nad doktoratami, a teraz kierują badaniami w tej dziedzinie, i to nie tylko w Polsce, ale i w kilku ośrodkach zagranicznych. W lutym 2001 r. Instytut Fizyki Teoretycznej UW zorganizował międzynarodową konferencję naukową „High Spin Physics 2001" poświęconą pamięci Zdzisława Szymańskiego. Były podczas niej dyskutowane zagadnienia fizyki jąder atomowych w warunkach szybkiego obrotu, dziedziny, która była polem badań i sukcesów naukowych Szymańskiego. Bliższe informacje o konferencji oraz wiele wspomnień o Zdzisławie można znaleźć na internetowej stronie konferencji, pod adresem www.fuw.edu.pl/~hs2001/.

Właśnie jego uczniowie postanowili działać w kierunku utworzenia Nagrody jego imienia. Nagroda ta ma na celu promowanie badań w tej dziedzinie fizyki i honorowanie najlepszych badaczy tej dziedziny, tak aby dzieło Zdzisława mogło przynosić owoce również i w przyszłości. Jesteśmy niezwykle wdzięczni Dziekanowi i Radzie Wydziału Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego za to, że wsparli naszą inicjatywę swoim autorytetem. W kwietniu ubiegłego roku Rada Wydziału ustanowiła regulamin Nagrody i powołała jej Kapitułę. Na przewodniczącego Kapituły powołany został prof. Zdzisław Wilhelmi, a w jej skład weszli profesorowie Janusz Dąbrowski, Stanisław Grzegorz Rohoziński, Jan Styczeń i Stanisław Szpikowski. Gorące podziękowania należą się prof. Wilhelmiemu za wspaniałe pokierowanie pracami Kapituły, pracami, które doprowadziły do wyłonienia pierwszego laureata Nagrody. Zachęcam gorąco do odwiedzenia strony internetowej Nagrody, pod adresem www.fuw.edu.pl/~szymansk/, gdzie można znaleźć pełne i szczegółowe informacje.

Nagrodę im. Zdzisława Szymańskiego stanowi dyplom cytujący osiągnięcie naukowe laureata lub laureatki oraz roczne stypendium naukowe. Stypendium to finansowane jest ze składek osób prywatnych i instytucji, którym drogie są zarówno cele, dla jakich Nagroda została ustanowiona, jak i pamięć o Zdzisławie. Obsługę finansową Nagrody zapewnia fundacja „Pro Physica". Każdy darczyńca uzyskuje tytuł Fundatora-Założyciela Nagrody i jego nazwisko lub nazwa (za jego zgodą) są publikowane na naszej stronie internetowej. W tym roku zebrane fundusze pozwoliły na wypłacenie Laureatowi sumy 6000 złotych. Dalekosiężnym planem finansowym, do którego

będziemy usilnie dążyć, jest zebranie kapitału założycielskiego, który pozwalałby na wypłacanie Nagrody z odsetek i zapewniłby jej trwałą podstawę na przyszłość. Mamy wielką nadzieję, że podstawę tego kapitału będą stanowić wkłady od instytucji naukowych, z którymi Zdzisław był związany.

Niezwykle ważne są też jednak wpłaty indywidualne. W Polsce nie ma tradycji zbierania funduszy na szczytne cele, tak jak i nie ma tradycji finansowego wspomagania najlepszych naukowców. (W ogóle tradycja płacenia naukowcom za ich pracę szczególnie podupadła ostatnimi laty). Nie mam wątpliwości, że Nagroda będzie przyznawana tak długo, jak długo będą ludzie, dla których jej istnienie nie jest obojętne.

Pierwszy laureat Nagrody, dr hab. Piotr Magierski (Instytut Fizyki Politechniki Warszawskiej) jest młodym, świetnie rozwijającym się i bardzo aktywnym fizykiem struktury jądra atomowego. Mimo młodego wieku jest on współautorem 25 prac opublikowanych (lub będących w druku) w renomowanych czasopismach o zasięgu międzynarodowym. O jego aktywności naukowej świadczą także liczne referaty wygłoszone na konferencjach naukowych. W ubiegłym roku, w wieku zaledwie 33 lat, uzyskał stopień doktora habilitowanego za pracę zatytułowaną „Własności wzbudzeń kolektywnych w układach jądrowych i ich związek ze strukturą powłokową". Praca ta stanowi swoiste podsumowanie jego dotychczasowego dorobku naukowego, który ukierunkowany jest na badanie efektów powłokowych, korelacji typu nadprzewodnikowego oraz efektów kolektywnych w układach fermionowych. Na uwagę zasługuje bogactwo metod wykorzystywanych przez kandydata, jak i szeroki zasięg jego zainteresowań. Z równą biegłością posługuje się metodami teoretycznymi w klasycznych zagadnieniach fizyki jądrowej, jak również w zagadnieniach astrofizycznych, czy też w zagadnieniach z pogranicza fizyki materii skondensowanej. Dyplom Nagrody za rok 2002 wręczony został przez Panią Wiesławę Szymańską w Krzyżach podczas XXVIII Mazurskiej Szkoły Fizyki Jądrowej, gdzie podczas specjalnej sesji laureat wygłosił na zaproszenie referat na temat prowadzonych przez siebie badań.

Uroczystość przyznania Nagrody i wręczenia symbolicznego czeku na stypendium naukowe, jaka odbyła się na Hożej, miała niezwykle bogatą oprawę. Wzięli w niej udział członkowie rodziny Profesora Szymańskiego, a wśród nich syn Paweł, który jest wybitnym polskim kompozytorem muzyki współczesnej. Jego utwór na wiolonczelę „A kaleidoscope for M.C.E." wykonał na zakończenie uroczystości młody i niezwykle utalentowany wiolonczelista Mikołaj Pałosz. Nie przypadkiem ten właśnie utwór został wybrany przez kompozytora dla uświetnienia uroczystości wręczenia Nagrody im. Zdzisława Szymańskiego. Profesor Szymański był bowiem wielbicielem malarstwa Mauritisa Cornelisa Eschera, którego inicjały zakodowane są w tytule utworu. Utwór jest niezwykle trudny do wykonania, ale wyjątkowo przystępny w odbiorze (oczywiście w skali tego, co możemy obecnie usłyszeć na salach koncertowych jako muzykę współczesną). Mimo że kompozytor zdecydowanie odżegnuje się od przypisywania jego muzyce cech ilustracyjnych, struktura utworu jest krystalicznie czystym odbiciem stylu grafik Eschera. Skomplikowane konstrukcje tego utworu stopniowo bowiem zanikają, zamiast dźwięków zaczynają brzmieć pauzy, by wreszcie pauzy mogły przeistoczyć się znów w dźwięki i odrodzić wstępne bogactwo utworu.

Laureat Nagrody Piotr Magierski z czekiem na 6000 złotych wraz z Panią Wiesławą Szymańską i Dziekanem Wydziału Fizyki prof. Janem Bartelskim (fot. B. Sikora).

Nagroda im. Zdzisława Szymańskiego przyznawana będzie każdego roku osobie, która w roku poprzedzającym uzyskała doktorat, habilitację lub tytuł naukowy w dziedzinie teoretycznych lub doświadczalnych badań struktury jądra atomowego. Kandydatów mogą zgłaszać Rady Naukowe i Rady Wydziałów, ale również i specjaliści w tej dziedzinie fizyki, nie wyłączając samej osoby kandydującej. Wszystkich kandydatów zapraszamy do współzawodnictwa o Nagrodę za rok 2003, która będzie przyznana w przyszłym roku.

Jacek Dobaczewski

■ Bezpieczniejsze osłony dla promów kosmicznych

Yuri Estrin z Politechniki w Clausthal (Niemcy) wraz z kolegami z Uniwersytetu Zachodniej Australii, Państwowego Uniwersytetu Moskiewskiego i Międzynarodowego Uniwersytetu w Bremie zaprojektowali płytki, które będą mogły polepszyć wytrzymałość osłony termicznej promów kosmicznych. Nowy typ płytek wykorzystuje „sprzęganie topologiczne", co ma zapewnić ogromną wytrzymałość na wysokie temperatury i uderzenia zewnętrznych przedmiotów.

Dotychczas płytki osłonowe pojazdów kosmicznych były albo spajane ze sobą klejem, co było niekorzystne w bardzo wysokiej temperaturze, jaka powstaje wskutek tarcia przy wchodzeniu w atmosferę, albo mocowane mechanicznie, co może prowadzić do niebezpiecznej koncentracji naprężeń.

Prototyp projektu Estrina i kolegów to płytki z żywicy poliestrowej, które łączą się ze sobą tylko dzięki swojej geometrii. Część wypukła płytki sczepia się z częścią wklęsłą sąsiedniej. Każda płytka jest otoczona przez 6 sąsiadów, dzięki czemu jest unieruchomiona. Ponadto pęknięcia nie przenoszą się z jednej płytki na drugą, bo nie ma „mostów" w postaci warstw kleju lub łączników mechanicznych.

Phys. World **16**, nr 7 (2003) *B. W.*

Astronomia pociąga Amerykanki

Ponad połowa młodych amerykańskich pracowników naukowych uprawiających astronomię to kobiety.

Z przeglądu przeprowadzonego przez Amerykańskie Towarzystwo Astronomiczne wynika, że kobiety stanowią 57% członków Towarzystwa urodzonych w latach 1980–85. W nieco starszej grupie wiekowej (1975–80) jest już tylko 40% kobiet. Jest to jednak i tak znacznie więcej niż średni odsetek kobiet zatrudnionych we wszystkich naukach fizycznych, który według spisu wykonanego w 2002 r. dla National Science Foundation wynosi 23%.

Nature **424**, nr 6944 (2003) *B. W.*

Nagroda z procentem dla doktorantów

Dan David, prezes londyńskiej firmy Photo-Me International produkującej budki fotomatów, założył fundację (umiejscowioną w Tel Awiwie) z kapitałem 100 mln dolarów amerykańskich, która przyznaje doroczne nagrody trzem osobom bądź instytucjom za rozszerzanie wiedzy o przeszłości, teraźniejszości oraz przyszłości.

Tegoroczną nagrodę „za przeszłość" w wysokości 1 mln dolarów otrzymał fizyk John Bahcall, teoretyk z Institute for Advanced Studies w Princeton, za wieloraki wkład do astrofizyki, m.in. interpretację linii absorpcyjnych widm kwazarów, odkrycie towarzysza gwiazdy neutronowej oraz obliczenie strumienia neutrin słonecznych dochodzących do Ziemi, wykazujące, że jest ich 3 razy więcej, niż się obserwuje. To ostatnie zostało, jak wiadomo, wyjaśnione zjawiskiem oscylacji neutrin.

Nagroda Dana Davida opatrzona jest niezwykłym warunkiem: 10% z niej laureaci muszą oddać 20 młodym naukowcom pracującym w ich dziedzinach, przy czym 10 z nich powinno być doktorantami uniwersytetu w Tel Awiwie, a 10 – doktorantami w innych krajach świata.

Phys. Today **56**, nr 5 (2003) *B. W.*

Będzie Nagroda im. Shulla

Na amerykańskiej konferencji nt. rozpraszania neutronów w czerwcu 2002 r. James Rhyne, prezes Amerykańskiego Towarzystwa Rozpraszania Neutronów, ogłosił ustanowienie Nagrody im. Clifforda G. Shulla za badania neutronowe. Nagroda w wysokości 5 000 dolarów będzie przyznawana co 2 lata.

C.G. Shull (1915–2001) otrzymał (wspólnie z Bertramem Brockhousem) w 1994 r. Nagrodę Nobla z fizyki za pionierskie badania rozpraszania neutronów.

IUCr Newsletter **10**, nr 3 (2003) *B. W.*

Uniwersytety hiszpańskie przeciwne badaniom militarnym

Jedenaście hiszpańskich uniwersytetów odmówiło prowadzenia badań podstawowych i stosowanych (R&D) w dziedzinach związanych z wojskiem.

Hiszpania przeznacza na badania militarne co najmniej 1/3 swego rocznego budżetu R&D, którego wysokość sięga ok. 4 mld dolarów amerykańskich. Prowadzą je głównie firmy prywatne, część funduszy jest jednak kierowana do uniwersytetów.

W Autonomicznym Uniwersytecie Madryckim zabroniono prowadzenia badań, które promowałyby „karierę zbrojeniową". Taka polityka może poważnie dotknąć uczelnie techniczne, które stracą wsparcie finansowe prac w dziedzinie komputerów i elektroniki.

Warto dodać, że badacze uniwersyteccy czasami nie zdają sobie sprawy, iż ich praca jest finansowana ze źródeł wojskowych.

Science **301**, nr 5629 (2003) *B. W.*

Fizycy na scenie

Po sztukach teatralnych przedstawiających rozmowę, jaką w czasie wojny przeprowadził Werner Heisenberg z Nielsem Bohrem („Kopenhaga"), oraz życie Lise Meitner („Wspomnienie o pannie Meitner", *PF* 4/03), teraz można się spodziewać opery „Doctor Atomic" o życiu Roberta Oppenheimera. Autorem jest kalifornijski kompozytor John Adams. Premiera ma się odbyć w 2005 r. w San Francisco.

Natomiast osiągnięcia Einsteina (szczególna teoria względności, zjawisko fotoelektryczne, ruchy Browna) będzie ilustrować (jak?) spektakl baletowy zamówiony przez brytyjski Institute of Physics. Premiera również w „Roku Fizyki" 2005 w Londynie.

Nature **423**, nr 6943 (2003) *B. W.*

LII Olimpiada Fizyczna

W zawodach LII Olimpiady Fizycznej, które odbywały się w roku szkolnym 2002/03, uczestniczyło: zawody I stopnia – 1119 uczniów, zawody II stopnia, część teoretyczna – 536 uczniów, zawody II stopnia, część doświadczalna – 134 uczniów, zawody III stopnia – 68 uczniów.

Zawody III stopnia odbyły się w dniach 21–25 kwietnia 2003 r. w Warszawie.

Po zakończeniu zawodów członkowie Komitetu Głównego omówili z uczestnikami zadania olimpijskie i ich rozwiązania, wskazali typowe błędy, a także ciekawe pomysły rozwiązań.

25 kwietnia w auli Instytutu Fizyki PAN odbyło się uroczyste zakończenie LII Olimpiady, ogłoszono wyniki, rozdano dyplomy i nagrody.

Tytuł laureata przyznano 23 uczestnikom, a tytuł finalisty, zgodnie z regulaminem OF, pozostałym 45 uczestnikom zawodów III stopnia. Wszyscy uczestnicy zawodów III stopnia otrzymali nagrody książkowe ufundowane przez wydawnictwa PWN i WNT oraz pamiątkowe

dyplomy. Laureaci i ich nauczyciele otrzymali ponadto nagrody pieniężne ufundowane przez Komitet Główny Olimpiady Fizycznej oraz nagrody książkowe i roczne prenumeraty *Postępów Fizyki* ufundowane przez Polskie Towarzystwo Fizyczne.

Laureaci LII Olimpiady Fizycznej:

1. Szymon Piotr Szafraniec (II LO im. Marii Skłodowskiej-Curie w Gorzowie Wlkp., nauczyciel – mgr Bogumiła Jankowska, klasa IV),

2. Marcin Łukasz Pilipczuk (XIV LO im. Stanisława Staszica w Warszawie, nauczyciel – dr Elżbieta Zawistowska, klasa IV),

3. Krzysztof Iwaszczuk (I LO im. Adama Mickiewicza w Białymstoku, nauczyciel – mgr Mirosława Żuber, klasa IV),

4. Bartłomiej Maciej Szczygieł (II LO im. Cypriana Kamila Norwida w Jeleniej Górze, nauczyciel – mgr Andrzej Jarnuszkiewicz, klasa III),

5. Tomasz Wiktor Kazimierczuk (I LO im. Mikołaja Kopernika w Krośnie, nauczyciel – mgr Barbara Lenert, klasa IV),

Zwycięzca LII Olimpiady Fizycznej, Szymon Szafraniec, i jego nauczycielka, mgr Bogumiła Jankowska. Na drugim planie zdobywca II miejsca, Marcin Pilipczuk, i jego nauczycielka, dr Elżbieta Zawistowska, z lewej przewodniczący KG OF, prof. Jan Mostowski.

6. Leszek Grzegorz Grudzień (II LO im. Jana Śniadeckiego w Kielcach, nauczyciel – mgr Beata Prędota, klasa IV),

7. Piotr Krzysztof Migdał (V LO w Bielsku-Białej, nauczyciel – mgr Ewa Gajda, klasa I),

8. Mateusz Michał Nowaczyk (I LO im. Mikołaja Kopernika w Łodzi, nauczyciel – mgr Hanna Szyburska, klasa III),

9. Jerzy Stanisław Orłowski (XXVII LO im. Tadeusza Czackiego w Warszawie, nauczyciel – mgr Maria Kuśmierek, klasa IV),

10. Damian Koniecki (I LO im. Mikołaja Kopernika w Krośnie, nauczyciel – mgr Grzegorz Depczyński, klasa IV),

11. Kamil Faber (XIV LO im. Stanisława Staszica w Warszawie, nauczyciel – mgr Stanisław Lipiński, klasa IV),

12. Jan Aleksander Gutt (XIV LO im. Stanisława Staszica w Warszawie, nauczyciel – mgr Stanisław Lipiński, klasa IV),

13. Michał Piotr Heller (V LO im. Augusta Witkowskiego w Krakowie, nauczyciel – mgr Ryszard Zapała, klasa IV),

14. Łukasz Piotr Bąk (V LO im. Augusta Witkowskiego w Krakowie, nauczyciel – dr Sławomir Brzezowski, klasa III),

15. Paweł Zbigniew Budzowski (LO im. Komisji Edukacji Narodowej w Stalowej Woli, nauczyciel – mgr Stanisław Szymonik, klasa IV),

16. Artur Jan Fijałkowski (III LO im. Adama Mickiewicza w Katowicach, nauczyciel – dr Halina Broda, klasa IV),

17. Piotr Stawiński (I LO im. Stanisława Dubois w Koszalinie, nauczyciel – mgr Maria Kłysz, klasa IV),

18. Krzysztof Grzegorz Sobczak (V LO im. ks. Józefa Poniatowskiego w Warszawie, nauczyciel – mgr Anna Mazurkiewicz, klasa IV),

19. Paweł Śledź (XIII LO w Szczecinie, nauczyciel – mgr Krzysztof Łyszczek, klasa III),

20. Mateusz Józef Michałek (V LO im. Augusta Witkowskiego w Krakowie, nauczyciel – dr Sławomir Brzezowski, klasa III),

21. Łukasz Pawicki (XIV LO im. Polonii Belgijskiej we Wrocławiu, nauczyciel – mgr Marian Bąk, klasa IV),

22–23. Marek Jerzy Szyprowski (XIV LO im. Stanisława Staszica w Warszawie, nauczyciel – mgr Stanisław Lipiński, klasa IV),

22–23. Adam Jan Latosiński (Społeczne LO im. hetmana Jana Tarnowskiego w Tarnobrzegu, nauczyciel – mgr Jacek Bąk, klasa IV).

Wszyscy uczestnicy Olimpiady (uczniowie i nauczyciele) mieli możność wysłuchać wykładów: „Kryptografia kwantowa" (prof. Czesław Radzewicz, IFD UW) i „Fizyka strzałów z bicza" (prof. Piotr Pierański, Politechnika Poznańska), a również obejrzeć przedstawienie „Rewizora" Gogola w Teatrze Dramatycznym oraz seans w kinie trójwymiarowym Imax.

Paweł Janiszewski

■ Międzynarodowa Olimpiada Fizyczna

W 2003 r. zawody Międzynarodowej Olimpiady Fizycznej odbyły się w Taipei, stolicy Tajwanu. Ze względu

na panującą na wiosnę tego roku epidemię SARS ich termin został przesunięty z lipca na sierpień i ostatecznie odbyły się w dniach 2–11 sierpnia 2003 r., już po odwołaniu przez WHO stanu zagrożenia. W tegorocznej Olimpiadzie wzięło udział 265 zawodników z 55 krajów. Każdy kraj, poza nielicznymi wyjątkami, przysłał pięciu zawodników, uczniów szkół średnich, oraz dwóch opiekunów. Z Polski przyjechali uczniowie, którzy zajęli czołowe miejsca w tegorocznej krajowej Olimpiadzie Fizycznej. Byli to: Szymon Piotr Szafraniec, absolwent II LO w Gorzowie Wielkopolskim, Marcin Łukasz Pilipczuk, absolwent XIV LO w Warszawie, Krzysztof Iwaszczuk, absolwent I LO w Białymstoku, Bartłomiej Maciej Szczygieł, uczeń II LO w Jeleniej Górze oraz Tomasz Wiktor Kazimierczuk, absolwent I LO w Krośnie. Opiekunami byli członkowie Komitetu Głównego Olimpiady Fizycznej, Jan Mostowski i Paweł Janiszewski. Wyjazd na MOF był poprzedzony dziesięciodniowym obozem przygotowawczym, który odbył się w czerwcu w Warszawie.

Zgodnie ze statutem MOF wszystkie zadania są przygotowywane przez organizatorów i zatwierdzane, a często również modyfikowane, przez Międzynarodową Komisję, którą tworzą opiekunowie ze wszystkich uczestniczących krajów. Zadania są przygotowywane w języku angielskim i tłumaczone przez opiekunów drużyn na języki narodowe.

Zawodnicy rozwiązują zadania w swoich ojczystych językach. Jest to duże ułatwienie dla uczestników, stanowi jednak pewną trudność dla osób oceniających. Dlatego też rozwiązania oceniane są zarówno przez organizatorów, jak i opiekunów drużyn poszczególnych krajów; następnie oceny są uzgadniane, przy czym decydujący głos mają organizatorzy, a ewentualne sporne kwestie rozstrzyga kilkuosobowa komisja powoływana przez Komisję Międzynarodową.

W tym roku przyznano 20 złotych medali, 39 srebrnych, 38 brązowych oraz 56 wyróżnień. Absolutnym zwycięzcą Olimpiady został Pavel Batrachenko z USA. Polscy zawodnicy uzyskali następujące wyniki: Marcin Pilipczuk – złoty medal (dziewiąte miejsce w bezwzględnej klasyfikacji); Szymon Szafraniec, Krzysztof Iwaszczuk, Bartłomiej Szczygieł i Tomasz Kazimierczuk – brązowe medale.

Polska ekipa na lotnisku w Taipei. Od lewej: Bartłomiej Szczygieł, Marcin Pilipczuk, Jan Mostowski, Krzysztof Iwaszczuk, Paweł Janiszewski, Tomasz Kazimierczuk, Szymon Szafraniec, Linda Tsou (przewodniczka polskiej ekipy z ramienia organizatorów).

Zgodnie ze statutem Międzynarodowa Olimpiada Fizyczna jest konkursem między poszczególnymi uczestnikami i nie prowadzi się klasyfikacji krajów.

W związku z zakończeniem kadencji odbyły się wybory prezesa Międzynarodowej Olimpiady Fizycznej. Po raz kolejny wybrano na to stanowisko dra Waldemara Gorzkowskiego z Instytutu Fizyki PAN w Warszawie.

Następna Międzynarodowa Olimpiada Fizyczna odbędzie się w lipcu 2004 r. w Korei Południowej.

Więcej informacji można znaleźć na stronie internetowej Międzynarodowej Olimpiady Fizycznej: www.jyu.fi/tdk/kastdk/olympiads/.

Paweł Janiszewski, Jan Mostowski

WARUNKI PRENUMERATY

Cena prenumeraty krajowej w 2004 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 51 10201097 122911128 lub w Biurze Zarządu Głównego PTF. Dostawa *Postępów Fizyki* następuje drogą pocztową pod wskazany adres.

III. ODDZIAŁY PTF

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

INFORMACJE DLA AUTORÓW

Artykuły powinny mieć charakter przeglądowy i być przystępne 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

- *Georgius Antonius Janik doctor honoris causa universitatis studiorum Mickiewiczianae posnaniensis*, Wyd. Naukowe UAM, Poznań 2002, s. 23, cena 7 zł.
- S.W. Hawking, K.S. Thorne, I. Nowikow, T. Ferris, A. Lightman, *Przyszłość czasoprzestrzeni*, z jęz. angielskiego tłum. Piotr Amsterdamski; Zysk i S-ka, Poznań 2002, s. 182, cena 29 zł.
- *Fizyka – spojrzenie na czas, przestrzeń i materię. Encyklopedia PWN*, PWN, Warszawa 2003, s. 192, cena 24,90 zł.
- *Z dziejów polskich badań nad oddziaływaniem promieniowania z materią*, red. Jerzy Kroh; Akademickie Centrum Graficzno-Marketingowe Lodart, Łódź 2003, s. 490, cena 40 zł.
- *Henryk Niewodniczański – 1900–1968*, PAU, seria „W służbie nauki", nr 8, Kraków 2003, s. 120 + 23 wkładki fot., cena 28 zł.
- *Etyka w nauce*, Fundacja na Rzecz Nauki Polskiej, Warszawa 2003.

POSTĘPY FIZYKI W INTERNECIE

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

— szczegółowe spisy treści wszystkich zeszytów wydanych od roku 1993, z możliwością ich przeszukiwania,

— materiały dodatkowe, uzupełniające treść niektórych artykułów,

— materiały XXXV Zjazdu Fizyków Polskich w Białymstoku w 1999 r. (spis treści obu zeszytów dodatkowych *Postępów Fizyki* z 1999 i 2000 r.),

— materiały XXXVI Zjazdu Fizyków Polskich w Toruniu w 2001 r. (PEŁNE TEKSTY WSZYSTKICH ARTYKUŁÓW tomu dodatkowego *Postępów Fizyki*, **53D** (2002), w formacie pdf).

— PEŁNE TEKSTY WYBRANYCH ARTYKUŁÓW:

- Wolfgang Ketterle – Gdy atomy zachowują się jak fale: kondensacja Bosego–Einsteina i laser atomowy (zesz. 1/2003)
- Janusz Zakrzewski – Na 50-lecie odkrycia hiperjąder (zesz. 2/2003)
- Andrzej Krasiński – Jak powstawała teoria względności (zesz. 3/2003)
- Janusz Zakrzewski – Cząstki Modelu Standardowego: co nowego? (zesz. 4/2003)

WKRÓTCE W *POSTĘPACH*

- *Wykłady noblowskie Masatoshiego Koshiby i Riccarda Giacconiego*
- *Anthony P. French – Fizyka XX wieku: moje wspomnienia i fascynacje*
- *Waldemar Tomaszewski i Piotr Pierański o fizyce strzału z bicza*
- *Stanisław Bednarek – Dokąd zmierza fizyka zabawek?*

Fioletowa rewolucja

Ultrafioletowa rewolucja

Lasery
Podzespoły inżynierii fotonicznej
Optyka i optomechanika
Mierniki mocy i analizatory wiązki
Klocki optyczne i układy

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