

# POSTĘPY FIZYKI

Dwumiesięcznik Polskiego Towarzystwa Fizycznego



Bohdan Grządkowski  
**Cząstka Higgsa istnieje?**

**Zawsze robiłem to, co lubię**

Z Profesorem Adamem Strzałkowskim rozmawia Małgorzata Nowina Konopka

Krzysztof Pomorski

**O fizyce prawie wszystkiego w stulecie odkrycia Rutherforda**





1. Prof. Krzysztof Pomorski otrzymuje medal Mariana Smoluchowskiego z rąk Prezesa Polskiego Towarzystwa Fizycznego Wiesława A. Kamińskiego

2. Wiceprezes Niemieckiego Towarzystwa Fizycznego Gerd Litwin (z lewej) wręcza nagrodę Mariana Smoluchowskiego-Emila Warburga prof. Peterowi Fulde z Drezna

3. Prof. Andrzej Kajetan Wróblewski wygłasza referat inauguracyjny Zjazdu

4. Przewodniczący Oddziału Lubelskiego Jerzy Żuk otwiera XLI Zjazd Fizyków Polskich



#### Informacje dla autorów i tłumaczy

Czekamy na artykuły przeglądowe i monograficzne pod warunkiem, żeby były przystępne dla ogółu fizyków. Układ pracy (tytuł, autor, afiliacja, streszczenie po polsku, tytuł angielski, streszczenie po angielsku, tekst, odnośniki literaturowe, podpisy pod ilustracjami itd.) powinien odpowiadać formie przyjętej w Postępkach Fizyki (patrz artykuły w ostatnich zeszytach). Prace złożone w systemie TeX (Microsoft Office, LibreOffice) z ilustracjami o rozdzielczości co najmniej 300 dpi prosimy nadsyłać e-mailem pod adresem [postepy@amu.edu.pl](mailto:postepy@amu.edu.pl) albo [ptomczak@amu.edu.pl](mailto:ptomczak@amu.edu.pl). Prace są recenzowane. Publikowanie w Postępkach Fizyki wiąże się z nieodpłatnym udostępnieniem utworu autorskiego w Internecie na podstawie licencji Creative Commons. Materiałów nie zamówionych Redakcja nie zwraca.

#### Prenumerata:

1. Dla Członków PTF: Redakcja rozsyła kolejne zeszyty do członków PTF, którzy wybrali wydanie typograficzne, natomiast wydanie elektroniczne będzie dostępne natychmiast po powstaniu zeszytu dla tych członków, którzy wybrali dostęp do wydania elektronicznego.

2. Prenumeratę dla osób/institucji, które nie są członkami PTF prowadzi:

RUCH (<http://www.prenumerata.ruch.com.pl>)

ADVANCES IN PHYSICS founded in 1949 is the magazine of the Polish Physical Society, addressed to the Polish community of physicists. Published bimonthly in Polish. For a subscription information visit [www.prenumerata.ruch.com.pl](http://www.prenumerata.ruch.com.pl)

Zdjęcie na okładce dzięki uprzejmości CERN, Copyright by CERN 2012.

#### RADA REDAKCYJNA

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

#### REDAKTOR HONOROWY

Adam Sobiczewski

#### REDAKCJA

Józef Barnaś  
Konrad Kapcia  
Maria Marciniak (sekretarz redakcji)  
Magdalena Staszal  
Piotr Tomczak (redaktor naczelny)

#### ADRES REDAKCJI

Wydział Fizyki UAM  
ul. Umultowska 85  
61-614 Poznań  
postepy@amu.edu.pl

#### KORESPONDENCI ODDZIAŁÓW PTF

Maciej Pięta (Białystok)  
Aleksandra Wronkowska (Bydgoszcz)  
Wojciech Gruhn (Częstochowa)  
Tomasz Jarosław Wąsowicz (Gdańsk)  
Roman Bukowski (Gliwice)  
Beata Kozłowska (Katowice)  
Aldona Kubala-Kukuś (Kielce)  
Małgorzata Nowina Konopka (Kraków)  
Elżbieta Jartych (Lublin)  
Michał Szanecki (Łódź)  
Halina Pięta (Opole)  
Maria Połomska (Poznań)  
Małgorzata Pociask (Rzeszów)  
Małgorzata Kuzio (Szupsk)  
Janusz Typek (Szczecin)  
Winicjusz Drozdowski (Toruń)  
Aleksandra Miłosz (Warszawa)  
Bernard Jancewicz (Wrocław)  
Joanna Borgensztajn (Zielona Góra)

#### POLSKIE TOWARZYSTWO FIZYCZNE

#### ZARZĄD GŁÓWNY

Wiesław A. Kamiński (prezes), Bohdan Grząd-  
kowski (sekretarz generalny), Piotr Rączka (skar-  
bnik), Mariusz P. Dąbrowski, Jacek P. Goc, Zofia  
Gołąb-Meyer, Jerzy Warczewski (członkowie wy-  
konawczy), Jacek M. Baranowski, Maria Dobkow-  
ska, Henryk Figiel, Bernard Jancewicz, Stefan Kru-  
szewski, Andrzej Ślebarski, Andrzej Zięba, Elżbie-  
ta Zipper (członkowie)

#### ADRES ZARZĄDU

ul. Hoża 69,  
00-681 Warszawa,  
tel. (22) 621 26 68

#### PRZEWODNICZĄCY ODDZIAŁÓW

Krzysztof Szymański (Białystok), Stefan Kru-  
szewski (Bydgoszcz), Ewa Mandowska (Czę-  
stochowa), Jarosław Rybicki (Gdańsk), Marcin  
Miczek (Gliwice), Wiktor Zipper (Katowice),  
Małgorzata-Wysocka-Kunisiz (Kielce), Krzysztof  
Fiałkowski (Kraków), Jerzy Żuk (Lublin), Tade-  
usz Wibig (Łódź), Stanisław Waga (Opole), Alina  
Dudkowiak (Poznań), Marian Kuźma (Rzeszów),  
Vlodimir Tomlin (Szupsk), Mariusz Dąbrowski  
(Szczecin), Janusz Szatkowski (Toruń), Mirosław  
Karpierz (Warszawa), Antoni Mituś (Wrocław),  
Marian Olszowy (Zielona Góra)

Czasopismo ukazuje się od 1949 roku.

Wydawca: Polskie Towarzystwo Fizyczne

Skład i łamanie: Paweł Mleczek ([dtp-art.pl](mailto:dtp-art.pl))

Druk i oprawa: Drukarnia Archidiecezjalna w Kato-  
wicach

Nakład: 800 egzemplarzy

ISSN 0032-5430

Szanowni Państwo, drodzy Czytelnicy *Postępów Fizyki*.

Minęło już ponad sześćdziesiąt lat od pojawienia się pierwszego numeru *Postępów Fizyki*. To ponad dwa pokolenia. W tym czasie byliśmy świadkami bezprecedensowego postępu technologicznego i informacyjnego. Dość wymienić rewolucję w sposobie komunikowaniu się i nieznanie wcześniej możliwości uzyskiwania informacji: zmiany w tych obszarach będą równie brzemiennie w skutki jak w piętnastowiecznej Europie odkrycie Gutenberga. Dzisiaj każdy, kto potrzebuje informacji o czymkolwiek, rozpoczyna jej szukanie od wpisania stosownej frazy do *google*. I po sekundzie otrzymuje wyniki poszukiwań.

Jak widzę rolę *Postępów* w tak gwałtownie zmieniającej się rzeczywistości? Dawniej pismo było przede wszystkim źródłem wiedzy: pamiętam do dzisiaj zdania z wykładów noblowskich, które czytałem trzydzieści lat temu w czasie studiów. Teraz tę funkcję przejmuje internet umożliwiający nawet wysłuchanie znakomitych wykładów z fizyki kwantowej.

Obecnie, niemniej istotna jest funkcja *Postępów* jako miejsca komunikowania, organizowania się i kształtowania tożsamości społeczności fizyków w Polsce. Ponadto widzę *Postępy* jako miejsce artykułowania naszego stanowiska w ważnych sprawach, takich jak regulacje prawne dotyczące środowiska, reforma nauczania fizyki, czy – chociażby – ostatnie wydarzenia wokół Olimpiady Fizycznej.

Chciałbym także, aby na łamach *Postępów* była promowana dobra dydaktyka fizyki.

Zachęcam do współpracy korespondentów i proszę o przekazywanie informacji o interesujących środowisko osobach i wydarzeniach. Zachęcam Czytelników do dzielenia się swoim zdaniem i wypowiedzania się w sprawach, które są dla nas istotne.

Na koniec chciałbym zapewnić, że Redakcja dołoży wszystkich starań, aby poziom merytoryczny i edytorski *Postępów Fizyki* był dla Czytelników źródłem satysfakcji, a także o tym, że po początkowym opóźnieniu, pismo będzie pojawiało się we właściwym czasie.

Piotr Tomczak

#### SPIS TREŚCI

M. Nowina Konopka, *Bozon Higgsa zarejestrowany w eksperymentach ATLAS i CMS* • 98

B. Grządkowski, *Cząstka Higgsa istnieje?* • 100

M. Nowina Konopka, *Zawsze robiłem to, co lubię. Rozmowa z Profesorem Adamem Strzałkowskim* • 105

J. Żuk, *XLI Zjazd Fizyków Polskich w Lublinie* • 123

K. Pomorski, *O fizyce prawie wszystkiego w stulecie odkrycia Rutherforda* • 126

J. Mostowski, *Olimpiada Fizyczna 2011/12* • 132

S. Olszewski, *Wspomnienie o Macieju Suffczyńskim (1926–2004)* • 135

M. Nowina Konopka, *Terapia protonowa, cyklotrony AIC 144 i PROTEUS oraz ramie GANTRY czyli Centrum Cyklotronowe BRONOWICE* • 137

M. Sliwińska-Bartkowiak, *4th US–Poland Workshop on Interfacial Phenomena at the Nanoscale: Fluids and Soft Matter* • 141

*Nominacje profesorskie* • 142

POSTĘPY FIZYKI TOM 63 ZESZYT 3 ROK 2012

---

# Bozon Higgosa zarejestrowany w eksperymentach ATLAS i CMS

Małgorzata Nowina Konopka • Instytut Fizyki Jądrowej im. H. Niewodniczańskiego PAN

---

**Streszczenie.** W oparciu o analizę danych zebranych w latach 2011–2012 uzyskano istotny postęp w poszukiwaniach bozonu Higgosa dla Modelu Standardowego. Dotychczasowe wyniki są wystarczające, aby potwierdzić istnienie ulotnej cząstki, przewidzianej teoretycznie w latach sześćdziesiątych XX wieku. Głównym wnioskiem jest, że bozon Higgosa MS istnieje i najprawdopodobniej ma masę około 126 GeV według eksperymentów ATLAS i CMS.

---

Bozon Higgosa to jedyna w Modelu Standardowym cząstka do tej pory nie zarejestrowana doświadczalnie. Opracowany w latach 60-tych XX wieku Model Standardowy jest teorią opisującą zachowanie cząstek elementarnych oraz oddziaływań pomiędzy nimi. Opis ten dotyczy materii widzialnej, z której zbudowane jest zaledwie 4% Wszechświata, natomiast nie obejmuje materii niewidzialnej stanowiącej całą resztę, czyli 96%. Jednym z głównych celów eksperymentów w CERN-ie na wielkim zderzaczach hadronów (LHC), było znalezienie bozonu Higgosa – „boskiej cząstki” nadającej masę wszystkim innym cegiełkom, z których zbudowany jest Wszechświat. Poznanie bozonu Higgosa w MS może stać się kluczem do nowej fizyki wykraczającej poza MS.

W nowszych, głębszych niż Model Standardowy teoriach również istnieją bozony Higgosa, nadające masę cząstkom, ale są one inne. Model supresymetryczny przewiduje istnienie pięciu bozonów Higgosa: jednego neutralnego dwóch ciężkich i dwóch naładowanych. Każdy z nich powstaje w rozpadach o innych przekrojach czynnych niż bozon Higgosa w Modelu Standardowym.

W dniu 13 grudnia 2011 w CERN-ie odbyło się seminarium, podczas którego, po krótkim wprowadzeniu dyrektora CERN Rolf'a Hetera, pani Fabiola Gianotti – rzeczniczka ATLASA i rzeczniczka CMS Guido Tonelli, przedstawili oficjalny stan osiągnięć uzyskanych w poszukiwaniu bozonu Higgosa w Modelu Standardowym.

Na podstawie analizy danych zebranych w 2011 roku stwierdzono istotny postęp w poszukiwaniach, ale nie potwierdzono definitywnie istnienia lub nie tej „boskiej” cząstki.

Bozony Higgosa są bardzo krótko żyjące i rozpadają się na wiele sposobów. Poszukiwania polegały raczej na obserwacji cząstek – produktów rozpadu, niż samych bozonów.

W obu eksperymentach: ATLAS i CMS przeprowadzono badania w zakresie masy 110–600 GeV dla różnych

kanałów rozpadu analizując zderzenia proton-proton przy energii 7 TeV, liczonej względem środka masy.

Wyznaczyliśmy, że najbardziej prawdopodobnym przedziałem masy dla bozonu Higgosa jest przedział 116–130 GeV, a w ostatnich kilku tygodniach zaobserwowaliśmy intrygującą nadwyżkę przypadków wokół masy równej 125 GeV – powiedziała w grudniu 2011 Fabiola Gianotti. Ta nadwyżka może być spowodowana fluktuacją, ale może to być również coś bardziej interesującego. Potrzebujemy więcej badań i więcej danych. Sądząc po wydarzeniach 2011 roku widać, że nie będziemy już długo czekać na wystarczającą liczbę danych i możemy się spodziewać rozwiązania tego puzzle w 2012.

Największe wkłady do zaobserwowanej nadwyżki przypadków przy  $m_H = 125$  GeV pochodziły z następujących kanałów rozpadu:

$$\begin{aligned} H &\rightarrow \gamma\gamma \quad (2,8\sigma), \\ H &\rightarrow WW^{(*)} \rightarrow e\nu\mu\nu \quad (1,4\sigma), \\ H &\rightarrow ZZ^{(*)} \rightarrow 4l \quad (2,1\sigma), \end{aligned}$$

$l$  oznacza tu elektron  $e$  albo mion  $\mu$ .

Nie możemy wykluczyć obecności bozonu Higgosa MS pomiędzy 115 a 127 GeV, ponieważ pojawiła się niewielka nadwyżka przypadków w tym obszarze masy, zupełnie zgodnie w pięciu niezależnych kanałach tłumaczył Guido Tonelli. Nadwyżka ta jest najbardziej kompatybilna z bozonem Higgosa MS w sąsiedztwie 124 GeV i poniżej, lecz skąpa statystyka nie pozwala nic więcej powiedzieć.

W dniu 4 lipca 2012 w wypełnionej po brzegi dużej auli CERN odbyło się kolejne seminarium naukowe, podczas którego dwie niezależne grupy badaczy przedstawiły wstępne wyniki poszukiwania bozonu Higgosa, opracowane na podstawie śladów zarejestrowanych w 2011 i uściślonych o najnowsze dane z roku 2012. Zbiór danych z 2012 roku pochodzi od zderzeń proton-proton z energią środka masy zwiększoną do 8 TeV i chociaż były one zbierane zaledwie trzy miesiące, to ich liczba przewyż-

sza liczbę danych zebranych w ciągu całego 2011 roku. Zebrano i przeanalizowano około kwadrylion (milion milionów) zderzeń proton-proton na wielkim zderzaczu hadronów LHC<sup>1</sup>. Ta nagła kumulacja była możliwa dzięki ogromnemu wysiłkowi grup ludzi pracujących przy LHC.

Stwierdzono, że w obu eksperymentach widać obecność nowej cząstki, którą może być bozon Higgsa o masie 126 GeV.

– Dzisiaj badania są bardziej zaawansowane niż mogliśmy się spodziewać – powiedziała Fabiola Gianotti – Obserwujemy w naszych danych wyraźne oznaki nowej cząstki, na poziomie ufności  $5\sigma$ , w obszarze masy 126 GeV, ale potrzeba jeszcze trochę czasu, aby określić własności nowej cząstki i więcej danych, aby sfinalizować te rezultaty w postaci publikacji<sup>2</sup>. Wyniki są wstępne, ale sygnał z dokładnością  $5\sigma$  przy 125 GeV widzimy bardzo wyraźnie. To jest rzeczywiście nowa cząstka. To musi być bozon i to najcięższy bozon, jaki kiedykolwiek znaleziono powiedział rzecznik CMS Joe Incandela.

Odkrycie cząstki podobnej do bozonu Higgsa otwiera drogę do szczegółowych badań wymagających jeszcze większej statystyki, które potwierdzą własności nowej cząstki i rozjaśnią dalsze tajemnice wszechświata – powiedział dyrektor CERN Rolf Heuer – Zrobiliśmy milowy krok w poznawaniu Natury.

W seminarium uczestniczył oczywiście wzruszony i szczęśliwy Peter Higgs. Gratulował eksperymentatorom i dziękował, że po tylu latach udało się potwierdzić istnienie zaproponowanej przez niego cząstki.

Zebrani fizycy owacją na stojąco przyjęli wiadomość o odkryciu bozonu Higgsa. Brawami dziękowali i cieszyli się z tego ogromnego osiągnięcia wielkiej społeczności

CERN-owskiej oraz tysięcy osób na całym świecie, zaangażowanych w ten gigantyczny eksperyment.

W eksperymencie ATLAS od samego początku pracują Polacy z dwóch instytucji krakowskich mówi prof. Barbara Wosiek z IFJ PAN, kierownik zespołu polskiego eksperymentu ATLAS. Są to pracownicy IFJ PAN, obecnie około 30 osób oraz kilkanaście osób z Wydziału Fizyki i Informatyki Stosowanej AGH. Budowali oni detektor wewnętrzny ATLASA (detektory krzemowe), tworzyli elektronikę do zasilania, odczytu i sterowania, instalowali, uruchamiali, testowali poszczególne elementy. Po awarii brali udział w jej usuwaniu, a obecnie zajmują się utrzymaniem aparatury w ciągłej gotowości do pomiarów prowadzonych przecież ze znakomitą dokładnością. Polacy również zbierają i analizują dane których miliony są produkowane podczas zderzeń.

W eksperymencie CMS pracuje zespół fizyków z Instytutu Fizyki Doświadczalnej Uniwersytetu Warszawskiego.

Władzom CERN niezmiernie zależy na jak najszerszym informowaniu o prowadzonych badaniach oraz ich wynikach. Niemniej widać ogromną ostrożność w oficjalnych komunikatach, żeby uniknąć ewentualnej pomyłki, czy potraktowania jakiegoś artefaktu za prawdziwy. Atmosfera wyścigu o prymat w odkryciu dawno się rozwiązała. Jest skupienie i rzetelna obserwacja oraz mrówcza praca nad zwiększeniem statystyki zaobserwowanych efektów.

W dniach 10–13 września 2012 w Krakowie odbyło się Otwarte Sympozjum mające na celu uaktualnienie dotychczasowej Europejskiej Strategii dla Fizyki Cząstek. Rada naukowa CERN przyjęła tę strategię w 2006 roku z założeniem aktualizacji co 5 lat. Polscy fizycy wygrali konkurs na organizację tego sympozjum.

<sup>1</sup> Te doniesienia można znaleźć na stronie <http://indico.cern.ch/conferenceDisplay.py?confId=197461>.

<sup>2</sup> Zapowiadana tu publikacja już powstała: *Observation of a New Particle in the Search for the Standard Model Higgs Boson with the ATLAS Detector at the LHC* (arXiv:1207.721v2[hep-ex]).

## Cząstka Higgsa istnieje?

Bohdan Grządkowski • Instytut Fizyki Teoretycznej, Wydział Fizyki, Uniwersytet Warszawski

Wielki Zderzacz Hadronów (ang. *Large Hadron Collider* – LHC) jest bezprecedensowym przedsięwzięciem badawczym, jego skala jest ogromna i niespotykana dotychczas w historii nauki. Jest to największy na świecie akcelerator cząstek (hadronów), znajduje się w Europejskim Ośrodku Badań Jądrowych CERN w pobliżu Genewy. LHC przyspiesza i zderza wiązki protonów. Po latach wysiłków i oczekiwań, 4 lipca 2012 roku na wspólnym seminarium w CERN i konferencji *ICHEP 2012* odbywającej się w Melbourne, naukowcy pracujący przy eksperymencie CMS (ang. *Compact Muon Solenoid*) i ATLAS przedstawili wstępne wyniki poszukiwań bozonu Higgsa oparte na danych doświadczalnych zebranych do czerwca 2012 roku [1]. Poinformowano o odkryciu nowego bozonu (cząstki o spinie całkowitym) o masie około 125–126 GeV/c<sup>2</sup>. Jest bardzo prawdopodobne, że zarejestrowana cząstka jest poszukiwanym bozonem Higgsa. Dwa dni wcześniej, w ośrodku badawczym Fermilab, pod Chicago, ogłoszono wyniki badań prowadzonych przez grupy doświadczalne CDF i D0 w akceleratorze Tevatron (akcelerator i zderzacz protonów i antyprotonów), które również poinformowały [2] o obserwacji nadwyżki przypadków zgodnej z hipotezą o istnieniu nowej cząstki o masie w przedziale 115–135 GeV/c<sup>2</sup>.

Dobrze jest umieścić te doniesienia w szerszym kontekście historycznym. Przypomnijmy, 16 grudnia 1994 Rada CERN zatwierdziła rozpoczęcie projektu LHC, akceleratora mającego zderzać przeciwbieżne wiązki protonów o całkowitej energii 14 TeV/c<sup>2</sup>. Zdecydowano, że budowa LHC ruszy po zakończeniu pracy akceleratora LEP, w którym badano cząstki produkowane w zderzeniach  $e^+e^-$ . 2 listopada 2000 zamknięto LEP, a w jego tunelu znalazł miejsce Wielki Zderzacz Hadronów. Po 8 latach, 10 września 2008 uruchomiono akcelerator LHC, wpuszczając wiązkę protonów w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara, a następnie powtórzono eksperyment z wiązką biegnącą w przeciwną stronę. Te pierwsze, testowe wiązki nie były przyspieszane w LHC i miały energię „jedynie” 450 GeV/c<sup>2</sup>. Niestety radość z długo oczekiwanego uruchomienia LHC trwała krótko, bo już 19 września 2008, w podczas testów mocy (odbywających się bez wiązki) nastąpiło zwarcie na wadliwie wykonanym połączeniu elektrycznym między dwoma nadprzewodzącymi magnesami. Powstały łuk elektryczny doprowadził do stopienia się złącza i rozszczelnienia magnesów. Związana z tym

implozja doprowadziła do wyzwolenia się dużej energii, która zniszczyła lub uszkodziła blisko 60 magnesów (w większości 22-tonowych dipoli). Nastąpił wyciek kilku ton ciekłego helu do tunelu. Naprawienie awarii trwało około 14 miesięcy i 20 listopada 2009 LHC wznowił działanie. W marcu 2010 uzyskano wiązki o energii 3,5 TeV/c<sup>2</sup> i wkrótce zaobserwowano pierwsze zderzenia protonów (energia zderzenia 7 TeV/c<sup>2</sup>). Grupy doświadczalne CMS i ATLAS nastawione na poszukiwanie cząstek Higgsa rozpoczęły zbieranie danych. (Oprócz CMS i ATLAS, przy LHC działają dwie mniejsze grupy ALICE i LHCb oraz małe TOTEM, LHCf i MoEDAL). Już w grudniu 2011 ogłoszono, że detektory CMS i ATLAS obserwują wzrost liczby przypadków, które mogą być interpretowane jako rozpady cząstki Higgsa o masie w przedziale 124–125 GeV/c<sup>2</sup>. Sygnał ten mógł jednak, równie dobrze, być efektem tzw. tła (wrócimy do tego poniżej) i nie oznaczać odkrycia nowej cząstki. 4 lipca 2012 roku ogłoszono, że obserwowane wzmocnienie sygnału jest jednak konsekwencją istnienia nowego bozonu o masie  $125,3 \pm 0,6$  GeV/c<sup>2</sup> (dane CMS).

Zanim zajmiemy się bozonem Higgsa, Czytelnikowi należy się krótkie przypomnienie na temat Modelu Standardowego (MS) oddziaływań elektroślabych. Jest on zunifikowaną, kwantową teorią pola opisującą oddziaływania elektromagnetyczne (elektrodynamika kwantowa) i słabe (odpowiedzialne za procesy rozpadu, np. za rozpad mionu  $\mu^- \rightarrow \nu_\mu e^- \bar{\nu}_e$ ).

W ramach MS można, posługując się rachunkiem zaburzeń, obliczyć prawdopodobieństwa rozpadów cząstek, czy też oczekiwaną liczbę cząstek produkowanych w procesach zderzeń, np. w zderzeniach wiązek protonów, tak jak to ma miejsce w LHC.

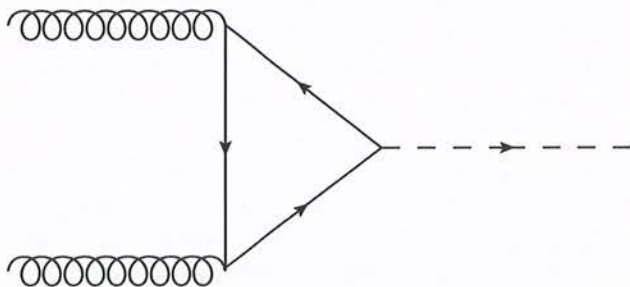
Pierwowzorem MS była elektrodynamika kwantowa, piękna kwantowa teoria pola sprawdzona z ogromną precyzją w wielu doświadczeniach. W elektrodynamice kwantowej istnieją fotony, o których możemy mówić, że pośredniczą w przenoszeniu oddziaływań elektromagnetycznych: naładowane cząstki „wymieniają” jeden lub kilka fotonów i na skutek tego odpowiednio oddziałują ze sobą. Oddziaływania elektromagnetyczne mają bardzo długi zasięg, jest to możliwe dzięki założeniu, że masa spoczynkowa fotonu jest zerowa. Elektrodynamika ma piękną własność symetrii, która gwarantuje zerową masę fotonu: jest to tzw. symetria cechowania. Symetrią cechowania elektrodynamiki jest grupa  $U(1)$ , warunek

symetrii oznacza w tym przypadku, że faza funkcji falowej elektronu (czy innej naładowanej cząstki) może ulegać zmianie zależnej od punktu w czasoprzestrzeni,  $\psi(x) \rightarrow e^{i\theta(x)}\psi(x)$ , bez żadnych konsekwencji fizycznych. Fizycy teoretycy bardzo lubią symetrie ponieważ dostarczają one wyjaśnienia obserwowanych faktów: zamiast powiedzieć, że masa fotonu jest zerowa mówimy, że masa fotonu jest zerowa ponieważ przyroda ma symetrię cechowania. Najczęściej symetrie mają dodatkowe konsekwencje, a nie tylko wyjaśniają znane wcześniej fakty. Właśnie upodobanie do symetrii leży u podstaw MS oddziaływań elektroślabych. Powstał on jako próba rozszerzenia idei symetrii cechowania znanej z elektrodynamiki na oddziaływania słabe. Wiązało się to z hipotezą istnienia bozonów pośredniczących „przenoszących” oddziaływania słabe, tak jak foton przenosi oddziaływania elektromagnetyczne. Również tym razem skorzystano z założenia o symetrii cechowania, tym razem musiała być ona nieco bardziej skomplikowana: grupą symetrii zunifikowanej teorii oddziaływań elektroślabych jest nieprzemienne grupa  $SU(2) \times U(1)$  podczas gdy grupą symetrii elektrodynamiki jest przemienne grupa  $U(1)$ . Taka teoria przewiduje istnienie trzech bozonów pośredniczących ( $W^+$ ,  $W^-$ ,  $Z$ ) odpowiedzialnych za przenoszenie oddziaływań słabych oraz fotonu ( $\gamma$ ) odpowiedzialnego za oddziaływania elektromagnetyczne. Znalezienie grupy symetrii cechowania niezbędnej do opisu oddziaływań elektroślabych nie wystarczyło jednak do zbudowania pełnej, wewnętrznie spójnej oraz zgodnej z danymi doświadczalnymi teorii. Problem polegał na tym, że założenie o symetrii cechowania prowadziło do wniosku, że bozony pośredniczące w oddziaływaniach słabych będą miały zerową masę (tak jak foton w elektrodynamice), a zatem oddziaływania będą miały nieskończony zasięg. Jednak wiadomo było z doświadczeń, że zasięg oddziaływań słabych musi być skończony, rzędu  $10^{-17} - 10^{-16}$  m. Problem wydawał się nie do przezwyciężenia, wyglądało na to, że piękna idea symetrii cechowania, która tak skutecznie pozwoliła się realizować w elektrodynamice nie daje się zastosować w oddziaływaniach słabych. Rozwiązanie właśnie tego problemu zawdzięczamy polu Higgsa, a bardziej precyzyjnie mechanizmowi Higgsa, został on zaproponowany w latach 60-tych przez F. Englerta i R. Brouta, P. W. Higgsa i G. Guralnika, C. Hageny i T. Kibblea [3]. Mechanizm ten jest oparty o zjawisko spontanicznego łamania symetrii, w tym przypadku łamaną symetrią jest właśnie symetria cechowania  $SU(2) \times U(1)$ . Spontaniczne łamanie symetrii ma miejsce w przypadku, gdy teoria (dokładniej jej działanie  $S = \int d^4x L$ ) jest niezmiennicza ze względu na daną transformację, jednak stan o najniższej energii (stan próżni) nie jest niezmienniczy. W przypadku symetrii  $SU(2) \times U(1)$  musimy pamiętać o tym, że po spontanicznym złamaniu symetrii nasza teoria powinna być niezmiennicza ze względu na symetrię cechowania elektrodynamiki,  $U(1)$ . Innymi słowy wyjściowa

symetria  $SU(2) \times U(1)$  nie może być złamana „do końca”; symetria cechowania odpowiedzialna za oddziaływania elektromagnetyczne musi pozostać nienaruszona. Spontaniczne łamanie symetrii zostało zrealizowane poprzez wprowadzenie do teorii dodatkowego skalarnego (o spinie 0) pola (zwanego właśnie polem Higgsa) będącego dubletem (oznacza, to że pole transformuje się zgodnie z 2-wymiarową reprezentacją grupy  $SU(2)$ ). Takie pole ma dwie rzeczywiste składowe górne oraz dwie rzeczywiste składowe dolne, w sumie cztery dodatkowe rzeczywiste pola (podobnie jak spinowa funkcja falowa elektronu). Oddziaływanie tego pola ze sobą (poprzez tzw. potencjał pola skalarnego) powoduje, że możliwa jest sytuacja, w której konfiguracja pola zgodna z symetrią Lorentza (jest to konieczny warunek ponieważ nie chcielibyśmy naruszyć szczególnej teorii względności) o najmniejszej energii nie jest niezmiennicza ze względu na transformację symetrii teorii – czyli ma miejsce spontaniczne naruszenie symetrii (stan o najniższej energii nie jest niezmienniczy ze względu na transformacje symetrii teorii). Okazuje się, że żądanie symetrii cechowania teorii prowadzi do takich oddziaływań pomiędzy bezmasowymi (podobnie jak foton) bozonami cechowania, a polem Higgsa, że w ich wyniku pola cechowania uzyskują masę. Innymi słowy, główna trudność na drodze do budowy zunifikowanej teorii oddziaływań elektroślabych została przezwyciężona – bozony pośredniczące uzyskały masę! Okazuje się, że trzy z owych czterech rzeczywistych składowych dubletu pola Higgsa znikają z teorii, stając się podłużnymi składowymi pól cechowania. Do opisu masywnego pola wektorowego potrzebne są trzy rzeczywiste funkcje, zatem żaden stopień swobody nie zginął: wprawdzie trzy rzeczywiste pola zniknęły z teorii, ale jednocześnie trzy, początkowo bezmasowe pola (dwa stopnie swobody) uzyskały masę (trzy stopnie swobody). W rezultacie, MS przewiduje istnienie zaledwie jednego (fizycznego) pola Higgsa, i co za tym idzie cząstki Higgsa (kwant pola Higgsa) i dlatego jest w pewnym sensie modelem minimalnym (najprostszym). Hipoteza o nadawaniu masy bozonom cechowania poprzez mechanizm Higgsa była odważnym pomysłem, wkrótce okazało się, że posiada on ogromną przewagę nad innymi koncepcjami. Otóż, w 1972 roku, Martinus J. G. Veltman wraz ze swoim doktorantem Gerardusem 't Hooftem pokazali [4], że teorie ze spontanicznym naruszeniem symetrii cechowania są renormalizowalne. Praca ta była na tyle fundamentalna, że w 1999 roku obaj panowie otrzymali za nią Nagrodę Nobla. W wielkim uproszczeniu, własność renormalizowalności polega na tym, że w teoriach renormalizowalnych można stosować rachunek zaburzeń, a w efekcie obliczać precyzyjnie prawdopodobieństwa rozpadów czy przekroje czynne. Natomiast w teoriach nierenormalizowalnych, w rachunku zaburzeń pojawiają się rozbieżności (nieskończoności) utrudniające (bądź uniemożliwiające) prowadzenie obliczeń. Bez wchodzenia w szczegóły doty-

czące renormalizacji trzeba podkreślić, że jest to własność zdecydowanie pożądana, a teorie renormalizowalne są uważane za teorie fundamentalne, w przeciwieństwie do tzw. teorii efektywnych (które zazwyczaj są nierenormalizowalne). W szczególności elektrodynamika kwantowa jest renormalizowalną kwantową teorią pola, a jak pamiętamy to właśnie elektrodynamika była inspiracją i wzorem dla twórców zunifikowanej teorii oddziaływań elektroślabych. Warto przypomnieć, że masy bozonów pośredniczących mogły być wprowadzone do modelu bez spontanicznego naruszenia symetrii i bez mechanizmu Higgsa: masa bozonu wektorowego może być po prostu pragmatycznie dopisana do Lagrangianu. Takie „dopisanie” jest jednak zabiegiem całkowicie sprzecznym z piękną ideą symetrii cechowania, gdyż wyraz masowy łamie tę symetrię w sposób jawny (w przeciwieństwie do spontanicznego naruszenia symetrii). W związku z tym, jeśli obserwowany w LHC bozon rzeczywiście okaże się bozonem Higgsa, który nadaje masy bozonom pośredniczącym  $W^+$ ,  $W^-$ ,  $Z$  będzie to spektakularną ilustracją wyższości estetyki nad pragmatyzmem: Natura po raz kolejny okazałaby się piękna.

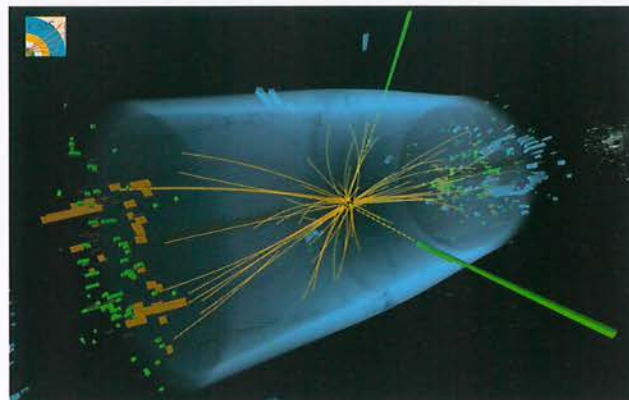
Pole Higgsa nadaje masę bozonom cechowania, natomiast jego wzbudzenia, to właśnie cząstki Higgsa (podobnie jak fotony są kwantami pola elektromagnetycznego). W wysokoenergetycznych zderzeniach cząstek, np. protonów w LHC, można produkować cząstki Higgsa. W ramach MS dominujący mechanizm produkcji cząstek Higgsa w LHC polega na oddziaływaniu dwóch gluonów (każdy pochodzący z jednego protonu) w wyniku którego powstaje bozon Higgsa. Gluony są kolejnym przykładem bozonów cechowania, tym razem są to cząstki przenoszące oddziaływania silne. W tym przypadku grupą symetrii cechowania jest  $SU(3)$ , bozonów pośredniczących jest 8, i podobnie jak w przypadku elektrodynamiki, są one bezmasowe, a symetria cechowania pozostaje tym razem nienaruszona. Diagram Feynmana ilustrujący proces produkcji pokazany jest na rys. 1.



Rys. 1. Dominujący mechanizm produkcji bozonów Higgsa w LHC, tzw. fuzja gluonowa. „Sprężynki” oznaczają gluony (pochodzące z protonów), linie ciągłe to „wirtualne” kwarki (główny wkład pochodzi od kwarku top), przerywana linia oznacza cząstkę Higgsa

Model Standardowy przewiduje, że bozon Higgsa żyje bardzo krótko, po czym rozpada się na wiele innych, dobrze znanych cząstek. W LHC badano pięć podstawowych kanałów rozpadu. W trzech kanałach rozpad następuje

na pary bozonów ( $\gamma\gamma$ ,  $ZZ$ ,  $W^+W^-$ ), a w dwóch na pary fermionów: kwarków ( $b\bar{b}$ ) lub leptonów ( $\tau^+\tau^-$ ). Kanały  $\gamma\gamma$ ,  $ZZ$ ,  $W^+W^-$  są bardzo dogodnie do poszukiwań bozonu Higgsa o masie około  $125 \text{ GeV}/c^2$  i jednocześnie są bardziej czułe niż kanały kwarkowe ( $b\bar{b}$ ) lub leptonowe ( $\tau^+\tau^-$ ). Największa precyzja pomiarów jest możliwa w kanałach  $\gamma\gamma$  i  $ZZ$ . W kanale  $H \rightarrow \gamma\gamma$  masa rozpadającej się cząstki jest wyznaczana z energii i kierunków dwóch wysokoenergetycznych fotonów rejestrowanych przez kalorymetr elektromagnetyczny, rys. 2.

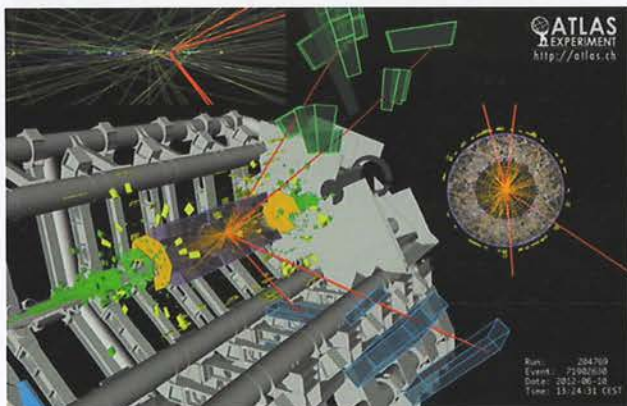


Rys. 2. Przypadek rozpadu cząstki Higgsa na dwa fotony ( $H \rightarrow \gamma\gamma$ ) zarejestrowany w 2012 przez CMS. Fotony oznaczone są przerywanymi żółtymi liniami i zielonymi „słupkami”. Obraz otrzymany dzięki uprzejmości CERN (Copyright by CERN)

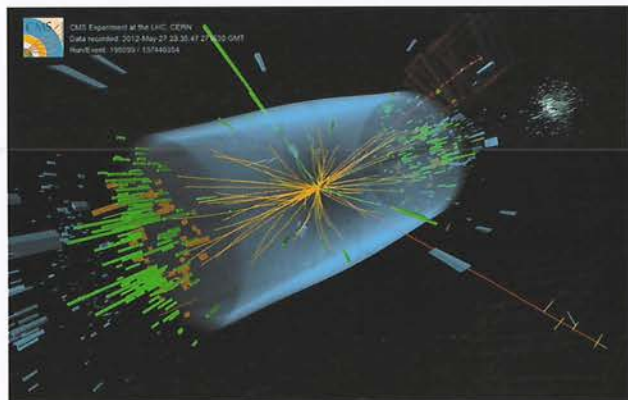
Natomiast w kanale  $H \rightarrow ZZ$  masa jest wyznaczana z rozpadów dwóch bozonów  $Z$  na dwie pary elektronów, dwie pary mionów lub parę elektronów i parę mionów, rys. 3 i 4. Cząstki te są obserwowane w kalorymetrze elektromagnetycznym, wewnętrznym detektorze śladowym i komorach mionowych. Należy zdać sobie sprawę z tego, że nie jest możliwe zaobserwowanie cząstek żyjących tak krótko jak bozon Higgsa lub bozony pośredniczące, jedyne co możemy zrobić to „zobaczyć” produkty ich rozpadów na cząstki żyjące dłużej. Oznacza to, że zazwyczaj istnieją procesy, które prowadzą do takich samych stanów końcowych (tych, które obserwujemy, np.  $\mu^+\mu^-\mu^+\mu^-$ ) zachodzące w tych samych zderzeniach wiązek protonowych, w których poszukujemy cząstki Higgsa, zachodzące jednak bez udziału cząstek Higgsa, jest to tzw. tło. Na przykład, nawet gdyby nie było cząstki Higgsa, moglibyśmy jednak obserwować pewną liczbę par  $\mu^+\mu^-$ , przy czym pary te powstałyby w wyniku procesów, w których nie uczestniczą cząstki Higgsa. Spryt fizyków doświadczalnych (wspomaganych przez teoretyków) polega właśnie na umiejętnym oddzieleniu sygnału pochodzącego od rozpadów bozonu Higgsa (zajęcie praktykowane przez Kopciuszka, jednak współczesne narzędzia są nieco bardziej zaawansowane). Na rys. 5 tło zaznaczono czerwoną przerywaną linią, gołym okiem wyraźnie widać sygnał znacznie przewyższający przewidywania dla tła. Zmierzona masa nowej cząstki to  $125,3 \pm 0,6 \text{ GeV}/c^2$  (dane CMS). Warto podkreślić, że spin obserwowanej cząstki nie jest dotychczas znany, jedyne



co można powiedzieć, to że spin 1 jest wykluczony, ze względu na to, że cząstki o spinie 1 nie mogą się rozpaść na dwa fotony (tzw. twierdzenie Yanga–Landaua).



Rys. 3. Przypadek produkcji i następującego po niej rozpadu cząstki Higgsa na parę bozonów pośredniczących ZZ rozpadających się z kolei na miony (czerwone linie):  $H \rightarrow ZZ \rightarrow \mu^+\mu^-\mu^+\mu^-$ , zarejestrowany przez ATLAS w 2012 roku. Obraz otrzymany dzięki uprzejmości CERN (Copyright by CERN)

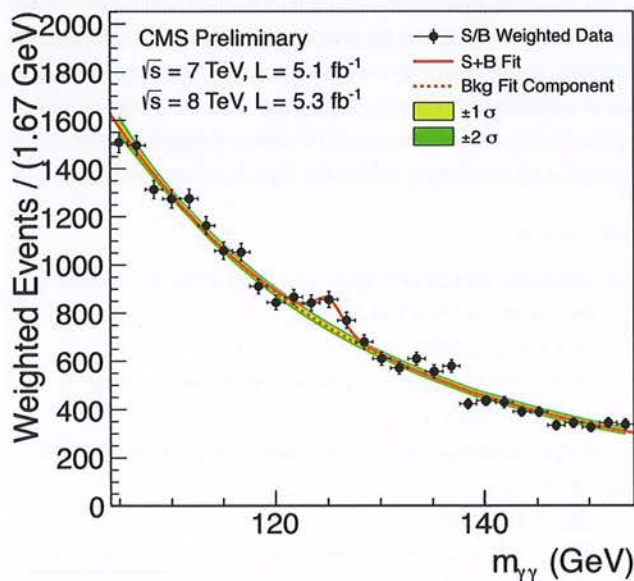


Rys. 4. Przypadek rozpadu cząstki Higgsa na dwa neutralne bozony pośredniczące ZZ ( $H \rightarrow ZZ$ ) zarejestrowany w 2012 przez CMS. Jeden z bozonów Z rozpada się na parę  $e^+e^-$  (grube zielone linie), natomiast drugi rozpada się na parę  $\mu^+\mu^-$  (czerwone linie). Obraz otrzymany dzięki uprzejmości CERN (Copyright by CERN)

W tytule tego artykułu znajduje się znak zapytania. To co nie budzi żadnych wątpliwości, to niezależna obserwacja dokonana przez dwie grupy doświadczalne (CMS i ATLAS) sygnału na poziomie  $5\sigma$  (5 odchyleń standardowych) pochodzącego od rozpadającego się obiektu o spinie całkowitym. Jak wspominałem wcześniej, obserwacja dokonana w LHC jest również potwierdzona przez nieco mniej precyzyjne pomiary przeprowadzone w Tevatron w kanale rozpadu  $b\bar{b}$ . Prawdopodobieństwo fluktuacji tła, które mogłoby wywołać obserwowane w LHC sygnały jest niewiarygodnie małe, wynosi ono około jeden do trzech milionów. Można przyjąć, że nowy bozon został odkryty. Jednak NIE oznacza to jeszcze, że obserwowana cząstka jest bozonem Higgsa, a w szczególności, że jest bozonem Higgsa przewidzianym przez MS!

Biorąc pod uwagę statystyczne i systematyczne niepewności, wyniki uzyskane przez CMS i ATLAS w róż-

nych kanałach rozpadu są zgodne (niesprzeczne) z oczekiwaniami dla bozonu Higgsa w ramach MS. Wprawdzie widać pewne dodatkowe (w stosunku do MS)



Rys. 5. Zaobserwowane przez CMS w roku 2011 i 2012 przypadki rozpadów cząstki Higgsa (odpowiednio znormalizowane) na parę fotonów,  $H \rightarrow \gamma\gamma$  w funkcji masy niezmienniczej  $\gamma\gamma$ . Przerwana czerwona linia oznacza przewidywanie w przypadku nieistnienia cząstki Higgsa. W okolicy masy 125 GeV widać wyraźne wzmocnienie sygnału znacznie przewyższające błędy doświadczalne. Obraz otrzymany dzięki uprzejmości CERN (Copyright by CERN)

wzmocnienie sygnału w kanale  $H \rightarrow \gamma\gamma$ , jednak nie jest to sygnał wystarczająco silny aby można było już teraz powiedzieć, że obserwowana cząstka nie jest bozonem Higgsa przewidzianym przez MS. Dopiero zebranie większej ilości danych pozwoli ustalić, czy ma ona wszystkie własności standardowego bozonu Higgsa, czy też niektóre z jej własności nie pasują do MS, co oznaczałoby istnienie nowej fizyki poza MS. Teoretycy, jak zwykle w takich przypadkach, już teraz starają się doposażać swoje ulubione uogólnienia MS do, ewentualnie potwierzonego, silniejszego sygnału w kanale  $H \rightarrow \gamma\gamma$ . Naturalnym kandydatem na fizykę poza MS jest jego supersymetryczna wersja, czy też proste modele które zakładają istnienie nie jednego (jak w MS), ale dwóch dubletów pól Higgsa. Wobec istnienia wielu fermionów (kwarków, leptonów) i wielu cząstek wektorowych (czyli bozonów o spinie 1, np.  $\gamma$ ,  $W^+$ ,  $W^-$ ,  $Z$ ), wydaje się, że istnienie większej liczby cząstek skalarnych byłoby jak najbardziej naturalne. Taka sytuacja ma miejsce w większości uogólnień MS. Miejmy nadzieję, że już wkrótce pomiary pozwolą skonstruować (bądź wybrać wśród istniejących) właściwą fundamentalną teorię oddziaływań elektroślabych.

Akcelerator LHC pracuje bardzo wydajnie i do końca roku 2012 spodziewamy się ponad trzykrotnego powiększenia zebranej próbki danych. Dzięki temu będzie możliwe dokładniejsze zbadanie natury obserwowanej nowej cząstki. Jeśli jest ona rzeczywiście bozonem Higgsa

z MS, jej własności i wynikające z nich konsekwencje dla MS będą poddane szczegółowym badaniom. Jeśli jednak cząstka ta nie jest standardowym bozonem Higgsa, CMS i ATLAS będą poszukiwały innych przejawów fizyki spoza MS. Może to oznaczać istnienie dodatkowych nieznanych cząstek, które mogą być w zasięgu LHC. Bez względu na to, co w najbliższym czasie usłyszymy z CERN, niewątpliwie wkroczyliśmy w ekscytujący i od dawna oczekiwany okres badań nad strukturą oddziaływań fundamentalnych.

#### Literatura

- [1] Seminarium *Latest update in the search for the Higgs boson* w CERN 4.VII.2012:  
 [a.] J. Incandela,  
<http://cms.web.cern.ch/news/observation-new-particle-mass-125-gev>,  
<http://indico.cern.ch/conferenceDisplay.py?confId=197461>  
 [b.] F. Gianotti,  
<http://www.atlas.ch/news/2012/latest-results-from-higgs-search.html>,  
<http://indico.cern.ch/conferenceDisplay.py?confId=197461>
- [2] TEVNPH Working Group, *Updated Combination of CDF and D0 Searches for Standard Model Higgs Boson Production with up to 10 fb<sup>-1</sup> of Data*,  
[http://tevnphwg.fnal.gov/results/SM\\\_Higgs\\\_Summer\\\_12/index.html](http://tevnphwg.fnal.gov/results/SM\_Higgs\_Summer\_12/index.html),  
 arXiv:1207.0449v2 [hep-ex]  
[http://www.fnal.gov/pub/presspass/press\\\_releases/2012/Higgs-Tevatron-20120702.html](http://www.fnal.gov/pub/presspass/press\_releases/2012/Higgs-Tevatron-20120702.html)
- [3] F. Englert, R. Brout, *Broken symmetry and the mass of gauge vector mesons*, Phys. Rev. Lett. 13 (1964), 321–323, P. W. Higgs, *Broken symmetries and the masses of gauge bosons*, Phys. Rev. Lett. 13 (1964), 508–509, G. Guralnik, C. Hagen, T. W. B. Kibble, *Global conservation laws and massless particles*, Phys. Rev. Lett. 13 (1964), 585–587.
- [4] G. 't Hooft, M. Veltman *Regularization and Renormalization of Gauge Fields*, Nuclear Physics B 44 (1972), 189–219.

---

## Zawsze robiłem to, co lubię.

### Rozmowa z Profesorem Adamem Strzałkowskim

Rozmawia Małgorzata Nowina Konopka • Instytut Fizyki Jądrowej im. H. Niewodniczańskiego PAN

---

Profesor Adam Strzałkowski jest fizykiem, prof. honorowym Uniwersytetu Jagiellońskiego, członkiem Polskiej Akademii Umiejętności, doktorem honoris causa Uniwersytetu Śląskiego, prorektorem UJ w latach 1973–1975, byłym dyrektorem Instytutu Fizyki UJ i wicedyrektorem Instytutu Fizyki Jądrowej, członkiem Polskiego Towarzystwa Fizycznego i Europejskiego Towarzystwa Fizycznego, odznaczonym Krzyżem Komandorskim z Gwiazdą Orderu Odrodzenia Polski.

---

Małgorzata Nowina Konopka: *Panie Profesorze chciałabym pokazać najbardziej osobiste rozterki i przemyślenia, które doprowadziły Pana Profesora do tak cudownie pogodnej i życzliwej światu postawy szczęśliwego mędrca. Jak Pan zapamiętał swoje lata dziecięce, szkoły, nauczycieli?*

Adam Strzałkowski: Dzieciństwo spędziłem w Tenczynku. Mój ojciec Karol Strzałkowski zgodnie z tradycją rodzinną był górnikiem, kierownikiem kamieniołomów w Miękini, potem kopalni węgla w Tenczynku, a wreszcie prowadził własne przedsiębiorstwo górnicze. Niestety umarł, kiedy miałem zaledwie trzy i pół roku.



Ojciec Karol Strzałkowski

Zostałem z mamą, byłem wychowywany – i muszę powiedzieć, że rozpieszczany – przez mamę i jej siostrę, ciotkę Antosię, rezydentkę w naszym domu. Mama Natalia była nauczycielką, a po śmierci mego ojca przejęła jego interesy.



Matka z Grychowskich Natalia Strzałkowska

W Tenczynku chodziłem do szkoły prowadzonej przez siostry szarytki. To była chyba jakaś fundacja, przypuszczalnie Potockich, bo pani Krystyna Potocka z Krzeszowic często ją odwiedzała. To była znakomita szkoła. Muszę powiedzieć, że ja wszystkie moje szkoły, ale szkołę powszechną w szczególności wspominam z dużą wdzięcznością. Atmosfera tam wcale nie była bigoteryjna. Siostrzyczki wtedy nosiły na głowach piękne białe kornety – jak kapelusze ze skrzydłami. Były świetnie przygotowanymi nauczycielkami – dbały o nadzwyczajny poziom kształcenia, a także o wyposażenie w pomoce naukowe. Same np. kopiowały mapy ściennie pożyczane z bogatszej szkoły w Krzeszowicach. Doskonale pamiętam wychowawczynię mojej klasy, siostry: Stanisławę i Teklę, dyrektorkę siostrę Antoninę Krzyżanowską (która podpisywała świadectwa i dlatego znałem jej nazwisko) oraz śliczną, młodsiutką i wesołą siostrę Maryjkę, która uczyła nas tańczyć, a myśmy, chłopaki się w niej kochali.



Z Misiem pod dąbkami

Do gimnazjum chodziłem w Krakowie, bo mama, żeby umożliwić mi dalszą edukację, sprzedała dom w Tenczynku i przenieśliśmy się do Krakowa. Było to Państwowe III Gimnazjum im. Króla Jana Sobieskiego. To znowu bardzo dobra szkoła. Miała znakomitą obsadę nauczycieli. Z dumą podkreślaliśmy, ilu naszych nauczycieli było profesorami czy docentami na uniwersytecie. Uczył Zenon Klemensiewicz, Stanisław Skimina, z którego podręczników łaciny korzystały całe pokolenia. Franciszek Fuchs znakomicie uczył historii, którą bardzo lubiłem. Nasz polonista – Ludwik Skoczylas – wprowadził specjalne lekcje pod nazwą „Ćwiczenia w mówieniu i pisaniu”, podczas których uczył nas, jak mówić i pisać. To dzięki niemu nauczyłem się

Portret Adama Strzałkowskiego  
namalowany przez J. S. Książka

wygłaszać, a nie czytać, wykłady, przemówienia czy referaty i nigdy nie zhańbiłem się korzystaniem z kartki!

Uczący nas fizyki matematyk Roman Leitner był nie tylko znakomitym nauczycielem, ale nawiązał z nami serdeczną przyjaźń. Zabierał nas na wycieczki w Gorce i Pieniny.

Tuż po wybuchu wojny, czyli zanim powstało formalnie tajne nauczanie, zorganizował nam komplety celem kontynuacji nauki i myśmy na tych kompletach całą czwartą klasę przerobili. Jemu zawdzięczam w pewnym stopniu to, że zostałem fizykiem. Rysunków, także mi



Wycieczka do Krakowa 1936 (Adam Strzałkowski czwarty od prawej kłęczący)

bliskich, uczył jeden z najwybitniejszych grafików krakowskich Stanisław Szwarc, a Jan Szczęsny Książek uczył nas co prawda zajęć praktycznych, ale był dobrym malarzem. Jego dzieła są licznie reprezentowane na ścianach mojego mieszkania.

Germanista Józef Szaflarski nauczył mnie efektywnie posługiwać się językiem niemieckim, co bardzo przydało mi się w życiu, a łacinnik Stanisław Patoń dał nam nie tylko podstawy tego języka, ale i wpoił szacunek dla kultury antycznej. Wychowawcą klasy był matematyk Bronisław Oświęcimski. Z jego inicjatywy klasa nasza była członkiem Towarzystwa Miłośników Historii i Zabytków Krakowa i Towarzystwa Przyjaciół Sztuk Pięknych. Obowiązkowo co miesiąc chodziliśmy do teatru, a także na wszystkie wystawy w Pałacu Sztuki.

Dawny kapelan wojskowy ksiądz pułkownik dr Stanisław Meus uczył religii młodzież wyznania rzymskokatolickiego, a rabin – wyznania mojżeszowego. Podczas przerw zwykle razem spacerowali szkolnymi korytarzami i przyjaźnie rozmawiali.

Niestety ta szkoła skończyła się w 1939 roku, kiedy Niemcy zamknęli wszystkie szkoły ogólnokształcące. Zostały tylko szkoły zawodowe i ja zdecydowałem się kontynuować naukę w Krakowskiej Szkole Przemysłowej. Ta szkoła stała się wtedy bardzo dobra, bo zaczęli w niej uczyć profesorowie Akademii Górniczej i Uniwersytetu. Uczyli mnie profesorowie Jan Studniarski i Mieczysław

Jeżewski z AG i dr Tadeusz Nayder – adiunkt z UJ. Ale najważniejszy był inż. Antoni Dzedzic, dziekan Wydziału Elektrotechnicznego, który uczył trzech przedmiotów: naukowych podstaw elektrotechniki, matematyki i mechaniki technicznej. I to uczył znakomicie! Ale można było u niego dostać trzy dwójki za jednym zamachem! Później w czasie studiów oczywiście pogłębiłem teoretycznie i uściśliłem tę wiedzę, ale praktycznie wykonywania obliczeń na przykład z analizy matematycznej czy geometrii analitycznej nie nauczyłem się wiele więcej.

*Wygląda, że był Pan absolutnie zachwycony swoimi szkołami.*

Ja bardzo lubiłem szkołę pewnie również dlatego, że byłem jedynakiem. Moja matka jako wytrawny pedagog, bardzo dbała o to, żebym wychowywał się wśród rówieśników. Na wakacje przyjeżdżał do nas do Tenczynka mój kuzyn Maciek Grychowski, syn brata mojej mamy i siostry mego ojca, czyli niemal brat, a całe dni spędzał ze mną mój szkolny kolega i przyjaciel Karol Jasiołek.

Naprawdę bardzo lubiłem szkołę i potem nie mogłem zrozumieć moich dzieci, które szkoły nie lubiły... Widać to były inne szkoły.

*Zwykle u progu dorosłości najtrudniejsze jest podjęcie decyzji o kierunku wykształcenia. Jaki wpływ na Pana decyzję*



Wycieczka do Tenczynka 1938, zdjęcie przed kościołem. Pierwszy po prawej Bronisław Oświęcimski, drugi od prawej w ostatnim rzędzie Adam Strzałkowski



Z Jasiem Singerem podczas wycieczki do Skały Kmity

*miała moda lub renoma pozycji społecznej przyszłego zawodu? Górnik – nie, inżynier architekt – nie, ale architekt /artysta – tak, uczone/profesor – tak, ale czy historyk, fizyk/matematyk czy astronom, to już chyba poszło „na żywioł” nieprawdaż?*

Ja zawsze miałem bardzo szerokie zainteresowania. Na przykład w gimnazjum interesowałem się bardzo historią. Z moim przyjacielem Jasiem Singerem założyliśmy uczniowskie Koło Historyków, na którym były wygłaszane referaty na bardzo wysokim poziomie. Interesowałem się bardzo sztuką, dużo rysowałem, malowałem. Ale jeden z moich kolegów Marian Szulc robił to znacznie lepiej ode mnie, więc uznałem, że nie mam szans i wtedy mi to przeszło. A Marian Szulc został znanym malarzem.

*Pana praca w Obserwatorium Astronomicznym na stanowisku asystenta miała charakter ściśle naukowy: obserwacje, pomiary, opracowywanie wyników, wreszcie publikacja, która miała być doktoratem. A przecież wtedy nie miał Pan jeszcze matury! Czy nie były to nierealne sugestie profesora Banachiewicza?*

Do profesora Tadeusza Banachiewicza skierował mnie mój przyjaciel Wojtek Zakrzewski, który był jakimś jego powinowatym. Banachiewicz zrobił mi bardzo poważny egzamin i to komisyjny. Beisiterem był przy tym egzaminie profesor Józef Witkowski z Poznania. Egzamin wypadł pomyślnie i zostałem przyjęty na stanowisko asystenta. Banachiewicz nie uważał, by jakieś formalne względy mogły tutaj zaważyć. Co prawda dziekan, filo-

zof prof. Józef Zawirski na Uniwersytecie zupełnie nie mógł tego zrozumieć, niemniej decyzją Banachiewicza zostałem asystentem, nie będąc jeszcze nawet studentem.

*Czy mógłby Pan opowiedzieć, jak wyglądały studia w tamtych latach?*

Studia wyglądały zupełnie inaczej niż teraz. Przede wszystkim były znacznie swobodniejsze. Należeliśmy chyba do ostatniego pokolenia, które naprawdę studiowało, a nie tylko było po szkolnemu uczone.

Obowiązkowe na zaliczenia w indeksie były tylko ćwiczenia rachunkowe i laboratoryjne, na których była sprawdzana obecność. Początek studiów fizycznych to była głównie matematyka. Wykłady odbywały się wspólnie dla fizyków i matematyków. Doskonale były wykłady prof. Tadeusza Ważewskiego. Wykłady prof. Franciszka Leji nie były tak dobre, ale bardzo systematyczne. W Krakowie zgromadziła się wtedy duża liczba profesorów matematyki: był prof. Wacław Sierpiński, prof. Kazimierz Kuratowski, prof. Władysław Nikliborc, prof. Antoni Chromiński, prof. Jan Mikusiński... Ich wykłady odbywały się najpierw na Gołębiej, ale potem Instytut Matematyki dostał od Akademii Umiejętności budynek przy ul. św. Jana. Przeprowadzkę wykonaliśmy na własnych grzbietach – przez Rynek i św. Jana nosząc ławka po ławce. Nas było dużo: na matematyce i fizyce coś powyżej setki! Z tej setki do magisterium przetrwało stosunkowo niewiele, chyba pięcioro fizyków i niewiele więcej matematyków.



Profesor Tadeusz Banachiewicz w gronie współpracowników na tarasie Obserwatorium. Od lewej: Irena Kocjan, Stefan Piotrowski, Aldona Szczepanowska, Józef Ryzner, Halina Jaškowa, Lidia Stankiewicz, Kazimierz Kordylewski

Wykłady astronomii prowadził profesor Tadeusz Banachiewicz. Chociaż nie studiowałem astronomii, tylko pracowałem w Obserwatorium, to oczywiście słuchałem dwa razy w tygodniu wykładów z astronomii. Były znakomite! Banachiewicz na tych wykładach stawiał problemy do rozwiązania, my biegliśmy potem do naszych pracowni, żeby je rozwiązać. W ten sposób powstało wiele prac Obserwatorium, na przykład krakowianowa metoda odwracania szeregów potęgowych dwóch zmiennych opra-

cowana przez Tadeusza Kochmańskiego, w której ja także miałem swój udział.

Nie wszyscy sobie z tego zdają sprawę, że wtedy chodziło się na przeróżne, czasem dość dziwne wykłady. Słuchało się tych profesorów, którzy mieli interesujące wykłady. Ja na przykład słuchałem profesora Adama Krzyżanowskiego niby z ekonomii politycznej, ale to była głównie historia Polski. Ten wykład odbywał się w Collegium Nowodworskiego i tłum był taki, że często siedziałem na oknie lub stałem na krużganku, na który ono wychodziło. Słuchałem wykładów prof. Władysława Szumowskiego o historii medycyny...

Wykłady z fizyki nie były dobre. Profesor Konstanty Zakrzewski był już stary. Chodził po sali, mówił cicho, czasem coś wykrzykiwał. Nie chodziłem na te wykłady. Po jego śmierci profesor Niewodniczański pewnie wykładał by dobrze, ale nigdy nie miał czasu, żeby się przygotować. On organizował Instytut, jeździł z prof. Janem Weysenhoffem do Niemiec, żeby kupować aparaturę i książki dla Instytutu za pieniądze, które Niemcy zostawili w Polsce, a rząd przeznaczył na naukę. Weysenhoff poza tymi wyjazdami spędził też jakiś czas w Szwajcarii u Wolfganga Pauliego, więc nie wykładał. Pierwszy raz w życiu zobaczyłem go na egzaminie.

Słuchałem wykładów profesora Jana Blatona z mechaniki teoretycznej, gdy już miałem dawno wysłuchany wykład kogo innego i zdany egzamin z tego przedmiotu, ale Blaton wykładał tak znakomicie, że wysłuchałem go jeszcze raz. Ciągle mam notatki z tego wykładu. Podobnie z mechaniki kwantowej, którą Blaton wykładał według słynnych wykładów Paula Diraca.

Na Wydziale Filozoficznym było dwóch docentów Uniwersytetu: Arkadiusz Piekara i Mieczysław Jeżewski. Docent, żeby nie tracić tytułu, musiał co dwa lata prowadzić wykład. Obaj mieli wykłady, których słuchałem, bo były bardzo dobre. Piekara przyjeżdżał specjalnie z Poznania.

Fizyków obowiązywały wykłady z chemii i krystalografii. Chemię nieorganiczną wykładał Tadeusz Estreicher, ale ja go nie słuchałem. Nawet po jego podpis w indeksie posyłałem koleżankę, Irenę Królikiewicz. Kiedyś gdy ona zachorowała, musiałem iść sam. Nawet nie wiedziałem, jak Estreicher wygląda. Byłem na tyle bezczelny, że poszedłem po wykładzie. Jakoś inaczej sobie wyobrażałem Estreichera, więc zapytałem jego asystenta, którym był dr Edmund Kurzyniec, czy ten pan z wąsami to jest Estreicher. Gdy Kurzyniec potwierdził, to podsunąłem mu indeks i... uzyskałem podpis.

Musiałem odrobić pracownię chemii analitycznej u słynnej pani dr Józefy Bocheńskiej. Odrobiłem też ćwiczenia z krystalografii.

*A jak odbywały się egzaminy?*

Egzaminy wyglądały różnie. Oczywiście nie było żadnych terminów, gdy było się gotowym, zgłaszało się u pro-

fesora. Można było sobie wybrać egzaminatora. Najbardziej lubiłem egzaminy u Ważewskiego, czego dowodem jest fakt, że zdawałem u niego aż trzy przedmioty: geometrię analityczną wykładaną przez Ważewskiego, algebrę wyższą, którą wykładali Nikliborc i Mikusiński, i mechanikę teoretyczną, którą prowadził dr Bielecki – tego ostatniego nie lubiłem, i on mnie też, więc wolałem unikać u niego egzaminu.

Egzaminów było niedużo: u matematyków zdawało się analizę, algebrę wyższą, geometrię analityczną, mechanikę teoretyczną, poza tym był egzamin z fizyki doświadczalnej i teoretycznej oraz z astronomii ogólnej. No i oczywiście z filozofii.

Fizykę teoretyczną zdawałem u Weysenhoffa, ale ponieważ jego wykładów nie było, musiałem się uczyć z książek, a czasem wręcz z oryginalnych publikacji. Drugim źródłem wiedzy były notatki Bronka Średniawy z przedwojennych wykładów Weysenhoffa, więc z nich też korzystałem. Na egzaminie z teoretycznej termodynamiki pierwszym pytaniem, jakie mi Weysenhoff zadał, była definicja potencjału termodynamicznego. Powiedziałem tę definicję dokładnie, jak zanotował Bronk.

– Ojej, nie, nie, to Pan się tego uczył z Maxa Plancka, a ja tak nie lubię tego Plancka! – skomentował Weysenhoff.

Ale gdy przed wojną wykładał Bronkowi Średniawie, to najwyraźniej go lubił, tylko widać później mu przeszło. No i oblałem ten egzamin. Jedyne w czasie studiów. Po tym oblaniu oczywiście nie było żadnego śladu. W indeksie była nota z całej fizyki teoretycznej i jako średnią dostałem dobrze. Mam chyba wszystko zdane na bardzo dobrze z tym jednym wyjątkiem.

*Jakie były początki Pana pracy w zakresie fizyki?*

Początkiem mojej pracy była oczywiście praca magisterska. Zdecydowałem się z Jerzym Janikiem, że weźmiemy prace magisterskie u doktora Jana Wesołowskiego, który zajmował się badaniem promieni kosmicznych. Profesor Konstanty Zakrzewski jeszcze przed wojną uzyskał z Polskiej Akademii Umiejętności dość dużą subwencję, za którą urządził laboratorium badania promieni kosmicznych w jednej z komór kopalni soli w Wieliczce. Po wojnie Wesołowski zajmował się zagadnieniem składowej neutronowej promieniowania kosmicznego. Stwierdzono, że w promieniowaniu kosmicznym występują neutrony i my z Janikiem konstruowaliśmy aparaturę do ich badania. Zbudowaliśmy liczniki neutronów pokryte borem i aparaturę elektroniczną, To wszystko działało bardzo dobrze.

W 1947 roku odbył się w Krakowie duży międzynarodowy zjazd poświęcony promieniowaniu kosmicznemu. Myśmy z Janikiem zawieźli uczestników tego zjazdu do Wieliczki, żeby im pokazać naszą aparaturę. Jak często się zdarza w takich wypadkach, (Niemcy to nazywają *Vorführungseffekt*), urządzenie przestało działać. Ale ja wiedziałem, że gdy się lekko kopnie w podstawę, na której aparatu-

tura była ustawiona, to liczniki liczą. Wobec tego ja kopałem od czasu do czasu, a wtedy Wesolowski mówił:

– O właśnie w tej chwili przeszedł neutron kosmiczny!

Myśmy zajmowali się różnymi zagadnieniami z promieniowania kosmicznego. Tematem mojej pracy magisterskiej był „Pomiar absorpcji promieniowania kosmicznego w ołowiu”. Zmierzyłem wtedy tę absorpcję i stwierdziłem, że są dwie składowe tego promieniowania o różnym współczynniku absorpcji. Na tejże konferencji Cecil Powell miał referat, w którym przedstawił swoje epokowe wyniki odkrycia dwóch rodzajów mezonów:  $\mu$  i  $\pi$ . Ta moja bardziej przenikliwa składowa promieniowania kosmicznego, to była właśnie składowa mionowa. Tak wyglądała moja praca magisterska.

14-go maja 1948 roku w południe odbierałem dyplom magistra fizyki i w tym samym dniu rano brałem ślub z moją żoną Marychną Bednarkówną.

Pracę z fizyki pod kierunkiem profesora Henryka Niewodniczańskiego rozpocząłem jeszcze pracując jako asystent w Obserwatorium Astronomicznym. Wtedy prof. Niewodniczański postanowił zorganizować grupę, która zajmuje się fizyką jądrową. Mnie ta tematyka bardzo odpowiadała. Włączyłem się w tę pracę. Profesor zaproponował budowanie akceleratorów. Budowaliśmy w instytucie na Gołębiej mały cyklotron o średnicy nabiegunków 48 cm, który nazywał się C48. Ze Stefanem Świerszczewskim budowaliśmy tzw. AJGES, co było wymyślonym przez Niewodniczańskiego akronimem Akceleratora Jonów z Generatorem ElektroStatycznym. Kiedy już się przenieśliśmy z Obserwatorium Astronomicznego do Instytutu Fizyki w 1953 roku, budowałem też aparaturę, na której chciałem mierzyć jedną z pierwszych stwierdzonych reakcji jądrowych, rozbitcia jąder litu na dwie cząstki alfa pod wpływem protonów o niskiej energii, poniżej 50 keV. To miał być temat mojej pracy doktorskiej. Ale w roku 1957 stał się możliwy staż zagraniczny. Profesor Niewodniczański, który miał szerokie stosunki w fizyce światowej lokował nas w różnych doskonałych ośrodkach. Ja ze Stefanem Świerszczewskim wyjechaliśmy do kolegi Niewodniczańskiego z czasów jego pracy w Cambridge – profesora Herberta Skinnera do Liverpoolu.

*Wyjazd na Zachód po 1956 roku był niezwykle atrakcyjny, tak pod względem finansowym jak i naukowym. Ale Polacy mieli wtedy straszliwy kompleks zacofanej prowincji. Czy w Liverpoolu nie czuł się Pan jak człowiek z „trzeciego świata”?*

W tym pytaniu są różne stwierdzenia prawdziwe i nieprawdziwe. Prawdziwe jest to, że pod względem naukowym ten wyjazd był niezwykle korzystny. Liverpool należał wtedy do bardzo dobrych, światowych ośrodków fizyki jądrowej. Jeszcze przed wojną pracował tam James Chadwick, laureat nagrody Nobla za odkrycie neutronu. Chadwick część swej nagrody przeznaczył na budowę cyklotronu. To był pierwszy angielski cyklotron, i ciągle

jeszcze działał, gdy ja przyjechałem do Liverpoolu w 1957 roku... Ale działał tam też akcelerator elektrostatyczny typu Cockrofta–Waltona oraz synchrociklotron na 400 MeV, zbudowany dla Brunona Pontecorvo, który miał zostać profesorem w Liverpoolu, ale nigdy tam nie dotarł, bo uciekł do Rosji. Zdecydowałem się na pracę przy cyklotronie, żeby nabyć doświadczenia i przygotować się do pracy na krakowskim cyklotronie U120 zakupionym wtedy w ZSRR.

Dołączyłem do niezwykle międzynarodowej grupy kierowanej przez Briana Hirda. Oprócz mnie byli tam: Anglik John Cookson, Syjamczyk SamWeesekul, Pakistańczyk Sibtain Bokhari i Irakijczyk Mohamed Al Jeboori.

Druga teza w Pani pytaniu o atrakcyjności finansowej tego wyjazdu jest zupełnie nieprawdziwa. Moje stypendium wynosiło 42 funty miesięcznie, co z dużym trudem wystarczało na utrzymanie. Moja żona z synem przyjechali do mnie i naprawdę było nam ciężko za te pieniądze się utrzymać. To było niezwykle mało. Ja byłem w Liverpoolu w sumie 19 miesięcy i przez ten czas zaoszczędziłem zaledwie 4 funty, które przywoziłem do Polski i w pierwszych dniach po powrocie ktoś mi je z kieszeni marynarki ukradł. Odnośnie kompleksu niższości, o który Pani pyta, to też nie jest prawdziwe. Ja nie miałem absolutnie żadnego kompleksu niższości. W naszej grupie poza Brianem Hirdem, który miał porównywalne doświadczenie, to moje doświadczenie w fizyce, w pracy naukowej było znacznie większe niż tych moich kolegów. Ja przywoziłem już doskonałą praktykę eksperymentalną. Proszę zwrócić uwagę, że w Obserwatorium Astronomicznym skonstruowałem kilka fotometrów, które wykorzystywałem w swojej pracy. Zbudowałem pierwszy w Polsce radioteleskop. W Instytucie Fizyki budowałem cyklotron, elektrostatyczny akcelerator jonów, wykonywałem przeróżne liczniki, w tym liczniki neutronów, które wtedy były naprawdę nowością w fizyce, więc żadnych kompleksów nie miałem. Po prostu wykorzystywałem w tej pracy moje doskonałe, przywiezione z Polski przygotowanie doświadczalne. Tym bardziej, że mając dobrą praktykę warsztatową, jeszcze ze szkoły przemysłowej, gdy potrzebowałem przygotować jakąś część aparatury, to po prostu szedłem do warsztatu i wykonywałem ją na różnych obrabiarkach bez trudu. Mechanicy, którzy obserwowali jak ja się do tego zabieram stwierdzili, że dobrze dają sobie radę i dawali mi wolną rękę. Nie musiałem więc czekać, aż ktoś mi to zrobi, tylko sam wykonywałem potrzebne mi elementy. Znałem języki. Byłem jedynym w grupie, który je znał. Pierwszym moim zadaniem po przyjeździe i dołączeniu do grupy Briana Hirda było przetłumaczenie pracy Hansa Weidenmüllera o polaryzacji cząstek, która się wtedy ukazała po niemiecku.

*Jaka była tematyka naukowa Pana pracy w Liverpoolu?*

Ta grupa zajmowała się zagadnieniem polaryzacji cząstek w reakcjach jądrowych, najmodniejszym wów-



czas w fizyce jądrowej. Wykonywaliśmy pomiary polaryzacji protonów w rozpraszaniu elastycznym. Robiliśmy to w ten sposób, że spolaryzowane protony rozpraszałyśmy na tarczach różnych pierwiastków i mierzyliśmy asymetrię w rozpraszaniu w prawo i w lewo w wyniku oddziaływania spinowego. W ten sposób mierzyliśmy zdolność analizującą, która jest równa polaryzacji, produkowanej w takim oddziaływaniu. Spolaryzowane protony uzyskiwaliśmy w ten sposób, że na wewnętrznej tarczy węglowej w cyklotronie wywoływaliśmy stripping deuteronów. Protony z tego strippingu były spolaryzowane. To było wiadomo. I później te spolaryzowane protony myśmy rozpraszali. Ale z Brianem doszliśmy do wniosku, że deuterony padając na tarczę węglową również się rozpraszają. Powstało więc pytanie: czy może też się polaryzują? Deuterony mają spin 1, dla cząstek o spinie 1 polaryzacji jeszcze nikt nie mierzył. Pomiar jest o tyle skomplikowany, że obok wektorowej polaryzacji może powstawać polaryzacja tensorowa i w jej pomiarze trzeba uwzględnić nie tylko asymetrię w prawo-lewo, ale też góra-dół. Zrobiliśmy taki pomiar i był to rzeczywiście pierwszy pomiar tensorowej polaryzacji deuteronów na świecie. Stwierdziliśmy, że polaryzacja deuteronów istnieje. Co więcej: ukazała się wtedy teoretyczna praca angielskiego teoretyka Raya Satchlera, już wtedy pracującego w Ameryce, który przewidywał, że w strippingu spolaryzowanych deuteronów też wystąpi asymetria w prawo-lewo i myśmy też tę asymetrię doświadczalnie stwierdzili. Od tego czasu zaczęła się moja przyjaźń z Rayem Satchlerem, która trwała aż do jego niedawnej śmierci.

I to były eksperymenty, które wykonałem w Liverpoolu i których wyniki przywiozłem do Krakowa. Z tych wyników się doktoryzowałem w 1960 roku. Promotorem był oczywiście profesor Henryk Niewodniczański.

*Czasy stalinowskie i działacze partyjnych wspomina Pan „z przymrużeniem oka”, a przecież system niszczył ludzi, jednym łamał charaktery, innym utrudniał karierę itp. Czy można się przyjaźnić/współpracować z „nieciekawymi” ludźmi?*

Nie ulega żadnej wątpliwości, że i system był straszny i ten okres był jeszcze gorszy. Natomiast ja muszę powiedzieć, że wolę z takich okresów pamiętać rzeczy zabawne niż te groźne. A wtedy mówiono, że „Polska jest najwzelszym barakiem w obozie”. Pyta Pani o tych ludzi, jak można było z nimi współpracować. Jednym z najbliższych moich współpracowników i przyjaciół był i nadal jest Stefan Świerczewski. On nie tylko był członkiem partii, ale był sekretarzem komórki partyjnej na naszym wydziale. Jak coś działo się nieprzyjemnego, były jakieś prześladowania polityczne, albo braki w zaopatrzeniu, to moja żona przychodziła do Instytutu i wymyślała Stefanowi. I muszę powiedzieć, że on przyjmował to dość potulnie. Razem ze Stefanem Świerczewskim wyjechaliśmy potem do Anglii.

Ja wróciłem, a Stefan wybrał wolność, zmienił nazwisko, na Roman i do tej pory jest w Anglii.



Przed samym moim wyjazdem z Anglii w maju 1959 roku zdjęcie naszej grupy przed wejściem do budynku cyklotronowego. Od lewej stoją: Adam Strzałkowski, Brian Hird, Bill Ward, który był operatorem cyklotronu, Sibtain Bokhari i Mohammed Al Jeboori. To nie cała nasza grupa. Był jeszcze John Cookson, ale wtedy skończył już pracę i zaczął pracować w Aldermaston

W odróżnieniu od chemii czy prawa, na fizyce było bardzo niewiele – dwóch, trzech – partyjnych. Jeden z nich donosił na profesora Niewodniczańskiego. Rektorem wtedy był Teodor Marchlewski, który nie tylko był partyjny, ale był z rodziny komunistów Marchlewskich. Jego stryja Juliana Lenin w roku 1920 wysłał do Polski z Feliksem Dzierżyńskim i Feliksem Konem, aby utworzyli rząd komunistyczny po oczekiwanej zwycięstwie bolszewików. I rektor Marchlewski powiedział wtedy do prof. Niewodniczańskiego:

– Ale wy tam macie nieciekawych współpracowników, Panie Henryku.

I opowiedział dokładnie kto i co donosił na profesora. Tak to wyglądali ci nasi partyjni...

Na przykład Mieczysław Karaś. Był członkiem jakichś wysokich władz partyjnych i ludzie nawet się go trochę bali. W czasie, kiedy on był rektorem zaczął w Polsce działać „Latający Uniwersytet”. Do Krakowa przyjechał Adam Michnik i miał odczyt na ulicy Floriańskiej. Milicja zwinęła uczestników tego odczytu, między innymi studentkę fizyki. Karaś nie wyrzucił jej, jak to robili rektorzy innych uczelni, tylko wezwał mnie i powiedział, że bym z nią porozmawiał i polecił, żeby była ostrożna, bo ona nie tylko siebie naraża, ale Uniwersytet także. Byłem wtedy dyrektorem Instytutu Fizyki. Wezwałem tę dziewczynę i z Lubomirem Gabłą, który był wtedy z ramienia partii wicedyrektorem, odbyliśmy z nią rozmowę zalecając ostrożność. Ja wtedy niewiele wiedziałem o Michniku.

– Ten Michnik musi być niesłuchanie złotousty, skoro Pani się tak naraża, żeby go słuchać? – zapytałem – Jak on kiedyś jeszcze przyjedzie, to ja może bym się też wybrał, żeby go posłuchać!

– To by się pan Profesor rozczarował – odpowiedziała studentka – bo on się haniebnie jąka!

W tym czasie ja już dość dużo jeździłem po Europie. Było zdumiewające – na przykład – porównanie Polaków z Czechami czy z Niemcami. Czesi bali się nawet powiedzieć coś pozytywnego o Aleksandrze Dubczeku, który był przecież komunistą. Pewien Słowak, profesor fizyki teoretycznej, z którym mieszkałem podczas konferencji w Gaussig opowiadał, że przez kilka lat pracował jako konduktor tramwajowy, bo go wyrzucili za poparcie Dubczeka w 1968 r. Coś podobnego nie zdarzało się chyba w Polsce.

Niemcy, co gorsze, traktowali ten cały bzdurny system polityczny szalenie poważnie. Myśmy sobie opowiadali różne dowcipy. Jak pojechałem do Niemiec, byłem prywatnie w domu naszego stażysty Dietera Netzbanda i tam próbowałem opowiedzieć jakiś dowcip polityczny. Oni byli tak przerażeni, że miałem wrażenie, iż z własnego domu by chętnie uciekli, żeby tego dowcipu nie słyszeć.

U nas to zupełnie inaczej wyglądało. Kiedy Karaś był rektorem Uniwersytetu, a ja prorektorem obchodzono jakiś jubileusz Uniwersytetu Padewskiego. Ja na ten jubileusz pojechałem z Karasiem i jego żoną. W ramach rozlicznych uroczystości był wieczorek studencki, na który nas zaprosili. Na tym wieczorku były różne występy, oczywiście po włosku i myśmy nie bardzo rozumieli. Ale między innymi była piosenka „Viva Lenin”. Wychodząc z tego spotkania powiedziałem do rektora:

– Tak mi się coś wydaje, że oni tego Lenina jakoś strasznie szargali.

– Wie Pan – odpowiedział Karaś – w Polsce się mówi, że jak są trzy osoby, to jedna musi być z bezpieczki. Nas jest troje, więc jeżeli to prawda, tośmy strasznie podpadli.

Tak wyglądał ten nasz „barak” w czasach komuny.

Ja miałem na ogół dobre stosunki z sekretarzami partii w Uniwersytecie, z Kaziem Buchałą, z Janem Pawlicą i w ogóle mi do głowy nie przyszło, że mogę się ich bać. Jak miałem do Buchały jakieś pretensje, to szedłem i wyjaśniałem... a czasem go rugałem. Polska była jednak specyficznym krajem...

Pojechałem na posiedzenie zarządu Europejskiego Towarzystwa Fizycznego do Rzymu. I Nino Zichichi, który był prezesem EPS zorganizował audiencję u Ojca Św. Dla mnie to było oczywiste i naturalne, ale jeden z kolegów Czechów przerażony przyszedł z pytaniem, czy idę na to spotkanie.

– Ja się boję, no bo przecież Watykan, to jest inne państwo a ja mam wizę włoską, nie mam żadnej watykańskiej. Czy ja mogę iść?

– Nic się nie przejmuj i chodź – odpowiedziałem. Posłuchał.

Najzabawniejsze, że na wszystkich zdjęciach z tego spotkania, które były później publikowane w różnych gazetach, jest uchwycony ten Czech.



Z Ojcem św. w marcu 1979

*Jak po powrocie z Liverpoolu do Krakowa potoczyła się Pana kariera?*

Pracowałem i w Uniwersytecie i w Instytucie Fizyki Jądrowej, który przecież pomagałem budować, bo gdy powstawał byłem jego wicedyrektorem. Bardzo blisko współpracowałem z profesorem Niewodniczańskim. Cyklotron już wtedy działał. Kazik Grotowski z Andrzejem Budzanowskim zrobili już pierwszy eksperyment: zmierzili polaryzację neutronów ze strippingu, też pierwszy na świecie taki pomiar.

Z Kazikiem Grotowskim i Andrzejem Budzanowskim stworzyliśmy zespół nazywany Świętą Trójcą. Może nie tak całkiem święta była ta Trójca, może raczej Trójca Fizyczna, ale to Słabospickij, nasz stażysta z Charkowa powiedział:

– Wy trochę jesteście jak ta Święta Trójca: Strzałkowski najstarszy, najpoważniejszy jest jak Bóg Ojciec, rzutki i energiczny Grotowski – jak Chrystus, a nad wami, jak Duch Święty unosi się Budzanowski.

Ta Trójca była znana nie tylko w Polsce, ale i w innych krajach. I tak nasz przyjaciel Claus Mayer-Börnicke z Jülich, obserwując naszą znakomitą współpracę postanowił, że u siebie też stworzy podobną trójcę. Zaprosił do niej Otto Schulta i Armanda Faesslera jako teoretyka, ale oni bardzo szybko się pokłócili.

A nasza współpraca działała niebywale dobrze. Myśmy się zresztą bardzo serdecznie przyjaźnili. Niestety Budzanowski, najmłodszy z nas, już odszedł w ubiegłym roku. Razem tworzyliśmy grupę fizyków, która doskonale działała. Ja zbudowałem spektrometr magnetyczny. Z Budzanowskim zbudowaliśmy układ do pomiarów polaryzacyjnych i cały szereg eksperymentów na tym cyklotronie krakowskim wykonywaliśmy.

Jednym z najważniejszych naszych eksperymentów był pomiar rozpraszania elastycznego cząstek alfa. To był największy, wtedy istniejący na świecie zespół takich pomiarów dotyczących oddziaływania cząstek alfa z róż-

nymi jądrami. Zaczęliśmy się wtedy zajmować modelem optycznym, który opisuje oddziaływanie cząstek alfa z jądrami. Opracowaliśmy metodę obliczania części rzeczywistej zespolonego potencjału oddziaływania, jako spłotu rozkładu gęstości nukleonów obydwu oddziałujących jąder i oddziaływania nukleon-nukleon. To był po raz pierwszy zaproponowany taki opis oddziaływań jąder złożonych z wielu nukleonów.



W Łasku Bulońskim „Trójca” czyta gazety (1964) – od lewej Grotowski, Strzałkowski i Budzanowski

Myśmy żyli fizyką. Siedzieliśmy razem w dwóch połączonych pokojach w Instytucie, stale rozmawiając o fizyce i w ten sposób rodziły się pomysły różnych eksperymentów. Ja w dalszym ciągu zajmowałem się oddziaływaniem deuteronów z jądrami. Z tych pomiarów rozpraszania i polaryzacji deuteronów się habilitowałem. Grotowski habilitował się z zagadnień dotyczących pomiarów całkowitego przekroju czynnego na reakcje. Tak więc z tych różnych eksperymentów wybieraliśmy tematy do naszych habilitacji, a potem do doktoratów naszych uczniów.

*Jak wydarzenia warszawskiego marca 1968 roku odbiły się na życiu krakowskich fizyków? Czy odezwa popierająca protest studentów była jedynym udziałem kadry profesorskiej?*

Wydarzenia marca zaczęły się rzeczywiście w Warszawie, ale natychmiast rozeszły się w całej Polsce. We wszystkich ośrodkach akademickich były protesty, również w Krakowie. Szczególnie młodzież była w nich aktywna. Wszędzie profesorowie – zwłaszcza na fizyce – poparli tych młodych ludzi.

Oczywiście odbiło się to na naszej karierze. Na Uniwersytecie doprowadzono do odejścia profesora Janika. Wtedy Andrzej Hrynkiewicz był dyrektorem Instytutu, a ja byłem wicedyrektorem. Któregoś dnia przyszedł pan z Urzędu Bezpieczeństwa i zażądał rozmowy z dyrektorem. Ponieważ Hrynkiewicz akurat gdzieś wyjechał, więc ja go przyjąłem. Przedstawił się od razu, że jest z UB. Przyszedł z pretensją, że profesor Janik dał studentom pieniądze na kwiaty, które złożyli pod pomnikiem Mickiewicza.

– Czy Pan się zastanowił, co Pan mówi? – spytałem.

W odpowiedzi parsknął śmiechem! To też świadczy o tym, jaki to był agent. Robił, co mu kazali. Przecież sam pomysł był idiotyczny. Żeby mieć pretensje do profesora, że daje pieniądze na kwiaty dla Mickiewicza! Ja nie wiem, czy dawał czy nie dawał. Janika wtedy nie wyrzucono, ale zrobiono wszystko, żeby pod presją władz w końcu sam odszedł.

My wszyscy na skutek tego poparcia dla studentów mieliśmy kłopoty. Ja miałem oryginał tego naszego poparcia, które wisiało na tablicy ogłoszeń i dałem go profesorowi Julianowi Dybcowi, który zajmuje się historią Uniwersytetu. To wszystko się odbiło na naszej karierze. Na przykład sprawa mojej profesury: chociaż była już w ministerstwie daleko zaawansowana, została odwołana o trzy lata.

*Jak śmierć profesora Niewodniczańskiego wpłynęła na dalsze losy Pana i fizyki krakowskiej?*

Profesor Niewodniczański zostawił doskonale zorganizowane dwa instytuty: Instytut Fizyki Jądrowej w Bronowicach i Instytut Fizyki Uniwersytetu. Zostawił zespoły, które wspaniale ze sobą współpracowały. Dla nas nie ulegało żadnej wątpliwości, że profesor widzi jako swojego następcę Andrzeja Hrynkiewicza. I nie było z tym żadnego problemu. Pamiętam zaraz po śmierci profesora wzięliśmy mikrobus i pojechaliśmy do Zakopanego, gdzie Boże Narodzenie spędzał minister Stanisław Andrzejewski, pełnomocnik rządu do spraw wykorzystania energii jądrowej. Chcieliśmy z nim uzgodnić sprawy organizacyjne Instytutu po śmierci profesora. Po pewnym czasie opowiadał mi, w jakie zdumienie wprawiła go nasza zgodność w ustaleniu sukcesji po profesorze Niewodniczańskim. On spodziewał się jakichś tarć, rywalizacji, a my byliśmy całkowicie zgodni – Hrynkiewicz został dyrektorem obu instytutów. Ja po Papie Niewodniczańskim przejąłem jego Zakład Fizyki Doświadczalnej na Uniwersytecie. W 1971 roku, kiedy zostałem profesorem, Hrynkiewicz przekazał mi dyrekturę Instytutu uniwersyteckiego i kierownictwo Zakładu Fizyki Jądrowej, a ja Zakład Fizyki Doświadczalnej przekazałem Lubomirowi Gable.

Oba nasze instytuty się rozrastały, pojawiało się coraz więcej ludzi, a my robiliśmy się coraz starsi. Doszliśmy do wniosku, że w pewnym momencie musimy zacząć działać niezależnie od siebie. I tak skończyła się ścisła współpraca naszej „Trójcy”. Ale myśmy się nigdy nie pokłócili. Zawsze stosunki między nami były i są bardzo przyjazne. Natomiast stwierdziliśmy, że wszystko rośnie: rosną zespoły, z którymi współpracujemy i nie ma najmniejszego sensu, żebyśmy wspólnie tymi dużymi zespołami kierowali, że trzeba jednak to podzielić. Wtedy Budzanowski zaczął działać głównie na terenie Bronowic, objął tam Zakład Reakcji Jądrowych, później został dyrektorem Instytutu. Ja w Uniwersytecie działałem w Zakładzie Fizyki Jądrowej współpracując głównie z Lucjanem Jarczykiem, a Gro-

towski, który już miał swój Zakład Elektroniki Fizycznej utworzył tam swój zespół.

*Czasy profesora Niewodniczańskiego wszyscy jego uczniowie wspominają jako cudowny okres. Czy kolejne pokolenia podtrzymały tę atmosferę?*



W listopadzie 1993 „Trójca” świętuje imieniny Andrzeja Hrynkiwicza

Okres działalności profesora Niewodniczańskiego był bardzo specyficzny. Specyfika dotyczyła zarówno osoby profesora jak i czasu, w którym to się działo. On był naszym Mistrzem. Wtedy pojawiła się dość duża liczba młodych, zdolnych ludzi, którzy z różnych względów wychowali się bez ojców. Mój ojciec zmarł, gdy miałem trzy lata, ojciec Kazika Grotowskiego, gdy wojna wybuchła był w wojsku, znalazł się w Anglii i nie wrócił. Ojciec Budzanowskiego założył nową rodzinę. Hrynkiwicza ojciec zmarł, podobnie ojciec Danuty Kuniszówny. Ojciec Janika zginął w Katyniu. Myśmy się wszyscy wychowywali bez ojców. Niewodniczański – Mistrz z charyzmą zastępował nam w jakimś stopniu ojca. Dla mnie Niewodniczański poza moją najbliższą rodziną jest człowiekiem najbliższym na świecie. Ta relacja mistrz – uczeń nie przeniosła się chyba na następne pokolenia, choćby dlatego, że Niewodniczański był jeden. Teraz nas jest olbrzymia liczba. Nawet emerytowanych profesorów fizyki jest obecnie niemal dwa razy więcej niż było dawniej wszystkich pracowników Instytutu łącznie z woźnymi.

Profesor Niewodniczański był nadzwyczajnym człowiekiem. To przyzna każdy z jego uczniów. Przypuszczam, że Ernest Rutherford musiał mieć coś podobnego w sobie. Uczniowie Rutherforda podobnie wspominali swego mistrza. I Papa Niewodniczański dużo przejął od niego. Tworzyli też niemal rodzinę. Stykałem się z wieloma uczniami Rutherforda. Znałem Rudiego Peierlsa, Herberta Skinnera, Johna F. Allena, Maurica Goldhabera, Johna H. Fremlina, K. D. Sinielnikowa, Wiliama E. Burchama, cały szereg tych Rutherfordczyków i za każdym razem, gdy ich spotykałem, to czułem się jak u rodziny, tak byłem przyjmowany. Mówili mi po imieniu, traktowali jako kogoś sobie bliskiego. To było coś nadzwyczajnego. Rutherford był jeden i Niewodniczań-

ski był jeden. Papa zresztą wcale nie krył, że dużo przejął od Rutherforda. Staraliśmy się wytworzyć takie stosunki wśród naszych uczniów. Czy nam się udało? Czy oni również nas uważają za swoich mistrzów? To trudno powiedzieć, należałoby ich zapytać. Czasy się zmieniły... W tej chwili każdy z nas tworzy jakieś grupy i to już nie jest to samo. Grupy tworzy się w większych zespołach. Ta moja grupa nie jest tylko moja, ale również Jarczyka, bo my od lat współpracujemy i razem tworzyliśmy ten zespół.

Czy atmosfera z czasów Papy Niewodniczańskiego przeniosła się na następne pokolenia – to też powinni powiedzieć nasi uczniowie, ale przypuszczam, że nie całkiem.

*Co Pan Profesor uważa za swoje największe osiągnięcie naukowe w Polsce?*

To strasznie trudno powiedzieć, bo ja się zajmowałem wieloma rzeczami. Mogę powiedzieć, które z moich prac ja szczególnie lubię. Lubię moje prace dotyczące rozpraszania światła w atmosferze. To miała być moja praca doktorska, ale wtedy jakoś głupio nie przywiązywałem wagi do tego. To była głupota, bo mogłem się doktoryzować już wtedy u Banachiewicza wiele lat wcześniej. On był już wtedy chory, a ja postanowiłem się przenieść do Niewodniczańskiego i to zaważyło. Ale wciąż uważam za jedną z moich najlepszych, pracę na temat świecenia ziemskiej atmosfery, która jest ciągle cytowana w literaturze światowej.



Na początku lat 60-tych przed budynkiem cyklotronowym na Bronowicach. Stoją od prawej Zenek Wroński, Józek Kuźmiński, Janina Chachurowa (zwana „Cebulką”), Jasia Skalkowa, Wiesiek Czyż, Kazia Pogorzelska, ??, Henryk Niewodniczański, Stefan Sykutowski, Stefan Wiktor, Jarosław Szmider, Ludwik Freindl, ??, ??, Zosia Wróblowa, T. Kozik, Andrzej Hrynkiwicz, Kazik Grotowski, Adam Strzałkowski, Lew Pomorski, Lucjan Jarczyk, ??, Andrzej Budzanowski, Jacuś Hannel

Duże znaczenie ma też to, że zainicjowałem w Polsce radioastronomię. Pierwsze u nas obserwacje radioastronomiczne, to jednak były te, które myśmy w Krakowie zrobili w czasie zaćmienia Słońca w 1954 roku. Może nie były one bardzo wartościowe, ale zaczęliśmy radioastronomię. Zbudowaliśmy z Olegiem Czyżewskim i Jurkiem de Mezerem radioteleskop i aparaturę do tych pomiarów. To było coś.



Pierwszy w Polsce radioteleskop zbudowany przez nas w Krakowie

Dobry zespół naszych prac to były pomiary rozpraszania cząstek alfa. O analizie tych pomiarów bili się znani na świecie teoretycy, bo nie było tak dużego i dobrego zespołu pomiarów jak nasze. Myśmy wtedy opracowali mikroskopowy potencjał oddziaływania cząstek alfa, gdzie policzyliśmy to oddziaływanie z oddziaływania nukleon-nukleon i rozkładów gęstości w tych oddziałujących cząstkach. To było coś nowego i oryginalnego.

Ja myślę, że prace, które z Jarczykiem zainicjowaliśmy w Zurichu dotyczące reakcji z udziałem trzech nukleonów to jest bardzo dobry zespół prac. Myśmy w pewnym momencie postanowili zainwestować w te zagadnienia może najlepszego naszego ucznia – Henia Witałę i posłaliśmy go do Bochum, do teoretyka prof. Waltera Glöckle'go. Wkrótce Henio stał się jednym z najlepszych w skali światowej specjalistą od strony teoretycznej w zagadnieniach układów trzech nukleonów. Przez to nasze pomiary były zawsze analizowane najlepszą istniejącą na świecie teorią.

*Rozwinął Pan bardzo szeroką współpracę z renomowanymi ośrodkami fizyki za granicą. Jaki był/jest status Polaków w tej współpracy?*

W pewnym momencie, to był początek lat 70-tych, stało się dla nas jasne, że nie będzie można w Polsce uprawiać fizyki jądrowej na odpowiednim poziomie. Po prostu nas na to nie stać. Nie udało się uzyskać dla Krakowa dużego cyklotronu. Próbowaliśmy z Hryniewiczem zorganizować w skali międzynarodowej współpracę, żeby w Krakowie powstał międzynarodowy instytut, który by miał duży cyklotron. Niestety nie udało mi się także dostać miliona dolarów, żeby kupić porządny akcelerator Van de Graffa dla Instytutu uniwersyteckiego.

Wtedy zorientowaliśmy się, że musimy postawić na współpracę międzynarodową. Nawiązaliśmy stosunki z dobrymi ośrodkami w Europie. Jednym jest Politechnika Federalna w Zurychu. Znowu zawdzięczamy to w dużej mierze profesorowi Niewodniczańskiemu, który miał doskonałe stosunki ze szwajcarskimi fizykami i lokował tam na stażach Polaków. Tam był Jurek Gierula, Tomek Niewodniczański, Lucjan Jarczyk, Zbyszek Lewandowski.

Myśmy te stosunki podtrzymali i postanowiliśmy je kontynuować. To był jeden z ośrodków, z którymi mieliśmy doskonałą współpracę.

Drugą grupę stanowiły instytuty niemieckie. W roku 1961 byłem na konferencji w Manchesterze z okazji 50-lecia odkrycia jądra atomu przez Rutherforda. Zawsze mówię, że to była opieka Rutherforda nad jego wnukiem naukowym, bo byłem nim jako syn naukowcy Niewodniczańskiej. Dzięki tej opiece, na manchesterskiej konferencji zaprzyjaźniłem się z trzema fizykami niemieckimi. Wszyscy trzej już niestety nie żyją. Jeden to był Ulli Schmidt-Rohr z Heidelbergu, drugi – Claus Mayer-Böricke i trzeci Detlaf Kamke z Bochum. Schmidt-Rohr był najpierw dyrektorem Instytutu w Jülich, potem zdecydował się wrócić do Heidelbergu, gdzie został jednym z dyrektorów Instytutu, a na jego miejsce do Jülich przeniósł się Mayer-Böricke. Kamke został profesorem w Bochum i organizował tam nowy Instytut Fizyki, jak ja w Katowicach. Potem nawiązałem też bliskie kontakty naukowe i przyjaźnie z fizykami w Monachium. Z trzema ośrodkami: Jülich, Bochum i Monachium rozwinęliśmy doskonałą współpracę, która trwa nadal. Moi uczniowie już w kolejnym pokoleniu ją kontynuują.



Ze Staszkiem Kistrynem montowanie detektorów w komorze rozproszeń w Zurichu

We wszystkich tych przypadkach nasza idea była taka, że wchodzimy do współpracy jako równorzędny partner. Przede wszystkim z dużym zespołem ludzi i z naszym zapleczem technicznym, przygotowujemy w Krakowie dużą część aparatury, wreszcie jako zupełnie równorzędny partner występujemy we wszystkich publikacjach. Grupy nasze były zawsze dużymi zespołami, często liczniejszymi od miejscowych. W każdym z tych ośrodków myśmy mieli stałych pracowników, przebywających tam jako nasi dyplomanci, czy doktoranci, jako ci, którzy przygotowywali pracę habilitacyjną, a myśmy z dużym też zespołem dojeżdżali w okresie eksperymentów. Staraliśmy się najczęściej realizować własny program badawczy. Tak na przykład wchodząc we współpracę w Zurychu myśmy zaproponowali program badania reakcji wprost dla poci-

sków słabo związanych, jak jądra  $^9\text{Be}$ , a potem prace nad reakcjami w układach trzech nukleonów. Do tej ostatniej grupy zagadnień wciągnęliśmy też naszych partnerów niemieckich z Bochum. W Jülich myśmy realizowali nasz program najpierw na cyklotronie, a później, gdy został uruchomiony akcelerator COSY, włączyliśmy się w prace w większych już zespołach. Może nie tak dużych jak w CERN-ie, gdzie w publikacjach zamiast autorów wymieniane są na kilku stronach instytucje współpracujące. Tego jeszcze nie było w Jülich, ale zespoły były dość duże, więc nie była to już czysto nasza tematyka. Niemniej zawsze staraliśmy się, żeby nasz udział był znaczący. Część aparatury do realizacji tych projektów przygotowywaliśmy w Krakowie.



Oblewanie zakończenia pomiarów w Katanii

Trzecia grupa instytucji, z którymi współpracowaliśmy to były instytucje włoskie zwłaszcza w Katanii i Mesynie.

Do Instytutu w Katanii myśmy też pojechali z własną tematyką pewnych reakcji wprost. Zawsze wchodziliśmy do rad ustalających programy eksperymentów. Naprawdę, jechaliśmy do tych eksperymentów, jak do własnego Instytutu, zaraz po przyjeździe zaczynaliśmy pracę. Tam siedzieli nasi ludzie, tam były nasze programy na komputerach, nasza aparatura.

*Mówi Pan Profesor, że uprawianie nauki jest hobby, przygodą intelektualną. Czy nie odczuwa Pan czegoś w rodzaju misji, którą badacz Natury spełnia względem ludzkości, podobnie jak nauczyciel czy lekarz? Naukowcy są przecież finansowani przez podatników, którzy oczekują na efekty ich pracy, a pure science jest kosztownym hobby i daje pożytek niekiedy po wielu latach...*

Dla mnie hobby jest czymś, w co jestem bardzo silnie lub całkowicie zaangażowany. Nauka jest dla mnie hobby z dwóch względów: po pierwsze jest czymś, co sprawia mi przyjemność, a ja zawsze starałem się robić to, co mi sprawiało przyjemność; a po drugie: to silne zaangażowanie, które też składa się na hobby. Oczywiście nauka, rozszerzanie naszej wiedzy, poznawanie bliższe przyrody, jest też jakąś misją.

Innym problemem jest praktyczne wykorzystanie badań naukowych. W tym, co nazywamy nauką fundamen-

talną, czy nauką czystą nie zwracamy wielkiej uwagi na to praktyczne wykorzystanie. Po prostu zajmujemy się tymi badaniami dla samego problemu naukowego. Ja zawsze miałem świadomość, że przynajmniej część aktywności naukowej powinniśmy poświęcać na zagadnienia, które mają aspekt użytkowy. Razem z profesorem Jarczykiem, z którym blisko współpracuję, uznaliśmy, że takim dobrym zagadnieniem mogą być zastosowania medyczne. I w pewnym momencie nawiązaliśmy współpracę z medykami. W szczególności z niezującym już prof. Markiem Sychem, specjalistą od anestezjologii i intensywnej terapii i z histologiem prof. Tadeuszem Cichockim. Zaczęliśmy od pewnych zagadnień, które w latach 60–70 stawały się modne. Chodziło o analizę pierwiastkową różnych substancji poprzez badanie promieniowania charakterystycznego X, wywołanego oddziaływaniami jonów. Bombarduje się próbkę protonami, powstaje wzbudzenie atomów, które emitują promieniowanie X, charakterystyczne dla danych pierwiastków i na tej podstawie można wnosić o zawartości pierwiastka w próbce. To nas zainteresowało też z tego punktu widzenia, że nasz mały cyklotron krakowski C48 jeszcze działał i bardzo dobrze się nadawał do takich pomiarów. Zorganizowaliśmy grupę, która się tymi zagadnieniami zajmowała. Najpierw rozwijaliśmy zagadnienia związane z badaniem zawartości pierwiastków w tkankach w wyniku redystrybucji leków w diagnostyce i terapii, opracowaliśmy metodę pomiaru objętości krwi krążącej, a później zajmowaliśmy się zagadnieniami mineralizacji tkanek. Był taki okres, że więcej publikowaliśmy w czasopiśmie medycznych niż fizycznych. Jeden z naszych bardzo dobrych doktorantów Gienio Rokita z tej tematyki się doktoryzował, potem habilitował i w tej chwili już jest profesorem biofizyki w Collegium Medicum i kontynuuje naszą działalność.

Za bezpośrednio użytkową uważam również moją działalność dydaktyczną. Były takie okresy, że uczyłem w szkole. Z przyjemnością prowadziłem dydaktykę. Lubiłem wyklądać i chyba robiłem to nieźle. Na pewno bardzo systematycznie. Nie wiem czy nie nudno. Znany byłem z tego, że bardzo porządnie zapisywałem cztery tablice, które potem studenci fotografowali i ze zdjęć uczyli się, jak ze skryptu. Zawsze starałem się prowadzić ćwiczenia rachunkowe do swoich wykładów.

*Einstein uważał, że każdy powinien mieć swój „zawód szewca” pozwalający na zapewnienie bytu...*

Ja zacząłem zarabiać na życie bardzo wcześnie. W 1942 w Szkole Przemysłowej przyspieszono maturę i całą grupę nowo wykreowanych techników Niemcy zabrali do pracy w Arado Flugzeugwerke w Poczdamie. Mnie się udało ocaleć, ale aby nie narażać się na wywiezienie w przyszłości udało mi się zatrudnić w Generaldirektion der Ostbahn. To była instytucja kriegswichtig, dobrze chroniąca przed mniej przyjemnym losem. Mój szef na kolei Amtmann Kuhn, który mimo że był członkiem NSDAP

i to nie byle jakim, bo miał Parteiabzeichen im Eichenlaub, więc miał może numer partyjny wcześniejszy nawet od Hitlera, okazał się człowiekiem niezwykle przywoitym. Po kilku miesiącach mojej pracy, na prośbę profesora Jana Studniarskiego, zgodził się na moje przejście do organizowanego przez profesora Walerego Goetla w laboratoriach Akademii Górniczej na Krzemionkach, instytutu o nazwie Staatliche Technische Prüfanstalt. Ta praca była nadzwyczajna. Moim głównym zajęciem było cechowanie liczników energii elektrycznej, ale przy okazji starałem się jak najwięcej nauczyć, więc przetłumaczyłem doskonałą monografię na ten temat, wydaną jeszcze przed wojną po niemiecku przez prof. Włodzimierza Krukowskiego z Politechniki Lwowskiej. Po wojnie wydałem to tłumaczenie w PWN, a uzyskane honorarium pozwoliło mi kupić pierwszy samochód.

W Instytucie na Krzemionkach dysponowaliśmy doskonałym laboratorium stworzonym jeszcze przed wojną przez Studniarskiego i kontaktem z pracującymi tam profesorami Akademii Górniczej: Studniarskim, Jeżewskim, inż. Stefanem Fabianim, fizykiem z Uniwersytetu Jagiellońskiego, inż. Władysławem Niesiołowskim. Wiele tam naukowo skorzystałem.

Po wojnie zacząłem pracować jako asystent w Krakowskim Obserwatorium Astronomicznym. Ale pensja asystenta nie wystarczała na przeżycie więc podjąłem dodatkowo posadę nauczyciela w Szkole Przemysłowej, którą ukończyłem przed laty, a ponadto nauczalem elektrotechniki na kursach TUR-u. Równocześnie przygotowywałem się do eksternistycznego egzaminu maturalnego! No i studiowałem fizykę na Uniwersytecie.

Później także podejmowałem działalność w różnych dziwnych dziedzinach, które bywały znacznie bardziej lukratywne niż nauka, ale przede wszystkim dlatego, iż mnie to bawiło.

Zawsze dużo pisałem. Wydałem kilka książek. Oprócz tłumaczenia *Liczników energii elektrycznej* Krukowskiego, napisałem dwa podręczniki: *Wstęp do fizyki jądrowej* i *Matematyczne metody opracowania wyników pomiarów* (z moim asystentem Aleksandrem Śliżyńskim), a także popularną książeczkę *Zasady zachowania w fizyce*.

Ta ostatnia książka przyniosła pewien konkretny pożytek, z którego jestem dumny. Mianowicie przeczytał ją Stanisław Drożdż – wówczas uczeń gimnazjalny z Kolbuszowej – i uznał, że jednak fizyka jest ciekawa. To go skłoniło do podjęcia studiów fizyki na Uniwersytecie Jagiellońskim. W tej chwili jest profesorem fizyki teoretycznej (w IFJ PAN) i zawsze podkreśla, że to moja zasługa. Uważam więc, że jest to moje poważne osiągnięcie i bardzo sobie to cenię. Wychowanie następców i dobrych naukowców jest jednym z ważniejszych naszych zadań.

W pewnym okresie pracowałem przy produkcji filmu popularno naukowego pt. *W pracowniach polskich astronomów*, a także w ramach programu telewizyjnej politechniki prowadziłem „na żywo” wykłady z fizyki

klasycznej. Miałem w życiu cały szereg różnych wykładów popularnych i bardziej naukowych, które wiążą się z różnymi śmiesznymi przygodami.



W Kolonii przed lokalem wyborczym po głosowaniu na prezydenta Polski w 1990 r. od lewej: Lucjan Jarczyk, Adam Strzałkowski, córeczka Drożdża i Staszek Drożdż

*Czy mógłby Pan Profesor o nich opowiedzieć? Bardzo proszę.*

Gdy była modna bomba atomowa, płk Kazimierz Peşte, kierownik naszego studium wojskowego, który został już generałem i chyba dowódcą krakowskiego okręgu wojskowego, poprosił mnie o wygłoszenie wykładów na ten temat dla wojska. To miał być cały cykl referatów.

Pierwszy taki odczyt miałem w koszarach na Rakowickiej. W sali zgromadzeni byli oficerowie. Zanim zacząłem mówić jakiś podporucznik stanął przede mną na baczność i zameldował:

– Podporucznik Taki-a-taki melduje: tyłu a tyłu generałów, tyłu a tyłu pułkowników itd. poprzez majorów, kapitanów do podporuczników – gotowych do wykładu!

Strzelił obcasami, a ja nie wiedziałem, co zrobić. Nigdy nie służyłem w wojsku, więc nie wiedziałem, jak się przyjmuje taki meldunek. Podałem mu rękę, on się zdziwił i speszył, ale ją uściśnił.

Za ten wykład dostałem jak na tamte czasy jakąś astronomiczną kwotę. Ale co najważniejsze, zaczęły się sypać zamówienia na kolejne odczyty. Nie dawałem już rady, więc namówiłem na nie Stefana Świerszczewskiego. Oficerowie płatniczy pytali nas, ile się należy, my wymienialiśmy tę astronomiczną kwotę z mojego pierwszego wykładu i bez szemrania nam ją wypłacano. Najzabawniej było w Korpusie Bezpieczeństwa Wewnętrznego. Jak zwykle oficerowie przyjechali po mnie pod dom samochodem, żeby mnie zabrać do koszar na Krzemionkach. Ale mieli... granatowe otoki na czapkach. Przerażone i zaciekawione sąsiadki przybiegły do mojej żony z wyrazami współczucia:

– I co? Wzięli męża, wzięli?

Po wykładzie oficer płatniczy zapytał, ile się należy. Gdy wymieniłem kwotę ręka mu zadrżała i powiedział:

– A tu nie dawno miał odczyt poseł Adam Polewka i wziął 50 zł...

– No to trzeba było poprosić posła Polewkę o odczyt o bombie atomowej – odpowiedziałem.

– No, ja nic nie mówię – wycofał się szybko i wypłacił żadaną sumę.

Ale wszystko popsuł Olgierd Daszkiewicz. Kiedy ze Świerszczem już nie dawaliśmy rady, wciągnęliśmy do tych odczytów Olgierda. A jemu nasza cena nie mieściła się w głowie i nie chciała przejść przez gardło. Wziął coś około 50 zł i całkiem popsuł interes.

*Czy szerokie zainteresowania są przydatne w pracy badawczej, czy raczej prowadzą do rozproszenia? A jeśli tak, to czy uważa Pan, że koncentracja w wąskiej dziedzinie sprzyja osiągnięciu sukcesów naukowych?*

Ja zawsze miałem bardzo szerokie zainteresowania, co już nie raz podkreślałem. Również w fizyce interesowałem się mnóstwem różnych zagadnień. Zacząłem od astronomii, studiowałem fizykę i matematykę. W pracy naukowej zajmowałem się fizyką jądrową, w tym zagadnieniami reakcji jądrowych i oddziaływań jądrowych. Prowadziłem prace dotyczące reakcji wprost, ale nie tylko, bo również reakcji rezonansowych, przez jądro złożone. Później zajmowałem się problematyką trzech ciał w fizyce, fizyką mezonową, problemami symetrii itd. Lubiałem się zajmować przeróżnymi rzeczami. Gdybym tego nie robił, to pewnie bym się nudził. Czy to jest dobre? Pewnie nie, dlatego, że przez rozproszenie na różne zagadnienia, nie udało mi się zrobić niczego bardziej fundamentalnego w tym, czym się zajmowałem. Niektórzy z moich przyjaciół, na przykład Peter Hodgson z Oxfordu całe życie zajmował się praktycznie tymi samymi zagadnieniami. Może też nie zrobił nic fundamentalnego, ale był przynajmniej szeroko znany, jako wybitny specjalista w swojej dziedzinie. Nie wiem, czy się nie nudził, bo przy końcu życia zajmował się filozofią, a nawet trochę zagadnieniami religijnymi. Ja tego bardzo potrzebowałem żeby zmieniać tematykę i z tym się czułem szczęśliwy.

*Oznacza to, że ważniejszy jest pojedynczy człowiek z jego poczuciem szczęścia i spełnienia niż jakieś górnołotne misje dla ludzkości? Jedni ludzie pracują, żeby żyć, inni żyją, żeby pracować.*

Naciąga mnie Pani na filozoficzne, ogólne rozważania, a ja mam bardzo duży szacunek dla filozofii i unikam udawania filozofa. Ja po prostu zawsze chciałem być szczęśliwy. Staralem się robić to, co mi sprawia przyjemność i tak działałem w nauce i we wszystkich innych swoich działaniach. To jest najważniejsze, bo szczęście człowieka warunkuje jego radość życia. Mnie się to udawało. Miałem dużo szczęścia i w życiu rodzinnym, i w pracy, i w nauce, i w przyjaźniach, co też jest niezwykle istotne.

Jeden z moich uczniów, już profesor, a nawet prorektor naszego Uniwersytetu, Staszek Kistryn ofiarując mi swoją pracę habilitacyjną, w dedykacji napisał, że dziękuje mi za wspólną pracę naukową, która dla niego była również zabawą. Muszę powiedzieć, że to mi sprawiło ogromną przyjemność, gdyż oznaczało, że udało mi się przekazać mu również moje podejście do pracy.

*Jaka jest według Pana Profesora relacja pomiędzy pracą a życiem prywatnym?*

O sprawach prywatnych, nie dotyczących pracy, mniej potrafię mówić. Moja żona studiowała filologię polską i slawistykę. Spośród czterech kandydatów do jej ręki wybrała mnie, bo jedyny nie byłem humanistą. Za test posłużyło jej wieczne pióro Pelikan, które miała jeszcze sprzed wojny. Każdemu z nas po kolei wręczała to pióro z butelką atramentu, abyśmy je napełnili. Tylko ja jeden wiedziałem, jak należy to zrobić...

Po ślubie żona zajmowała się głównie rodziną: prowadziła dom, wychowywała dzieci, chodziła na wywiadowki, ale nigdy nie pracowała zawodowo. W pewnym okresie udzielała lekcji języków obcych. Była ze mną zagranicą w czasie moich wyjazdów naukowych do Liverpoolu, do Zurychu i potem do Katanii. Uważam, że bardzo korzystna jest wymiana myśli dwojga ludzi o różnych specjalnościach, gdyż nie mają oni tych samych nawyków myślenia. Jeśli małżonkowie pracują w tej samej dziedzinie, to jednak musi być nudne. Sprawy rodzinne zawsze wyraźnie oddzielałem od naukowych. Byliśmy bardzo szczęśliwi. Z naszych dzieci Wojtek jest fizykiem, pracującym w informatyce, córka Wanda skończyła studia rolnicze.

*Ważnym etapem w życiu Pana Profesora było utworzenie filii Uniwersytetu w Katowicach.*

Okres mojej pracy w Katowicach wspominam z dużą przyjemnością. Często mówiłem, że gdybym w życiu miał mieć jakiś prywatny biznes, to albo chciałbym mieć szkołę albo fabrykę zabawek. Moja praca w Katowicach to była realizacja tego pierwszego pomysłu, dlatego że organizacja tej placówki była całkowicie w moim ręku i zupełnie ode mnie zależała. To naprawdę była duża frajda, że mogłem to robić. Fabryki zabawek nie miałem, ale muszę powiedzieć, że praca naukowa była dla mnie zawsze zabawą, co słusznie zauważył – jak wspominałem – Staszek Kistryn. Bardzo lubiłem konstruować i budować różne przyrządy. To odpowiadało właśnie temu budowaniu zabawek.

*Władze lokalne przyznały Panu prawo wyłączności w decydowaniu o obsadzie personalnej, ale później przy tworzeniu Uniwersytetu Śląskiego Gomułka tę wyłączność zlekceważył, co spowodowało Pana odejście. Czy nie żałował Pan Profesor tej decyzji?*

W sprawie mego odejścia Gomułka miał niewiele do powiedzenia. On po prostu wyraził zgodę Gierkowi na



utworzenie uniwersytetu w Katowicach. Poprzednio nie dawał na to zgody, więc powstała filia Uniwersytetu Jagiellońskiego. Gierek chciał od razu zorganizować dużą uczelnię, więc połączył filię UJ z Wyższą Szkołą Pedagogiczną w Katowicach z całym dobrodziejstwem „żywego inwentarza”, co mi nie odpowiadało i dlatego odszedłem. Ale zawsze z dużą przyjemnością wspominam okres pracy w Katowicach. Zresztą stosunki z Uniwersytetem Śląskim, nie tylko z fizyką, dobrze wspominam i – w pewien sposób – utrzymuję stale. Są one bardzo żywe i bardzo serdeczne.

W Katowicach starałem się działać podobnie jak profesor Niewodniczański, który stworzył w Krakowie Instytut jako zespół ludzi bardzo ściśle ze sobą powiązanych nie tylko naukowo, ale i uczuciowo. W filii też stosunki ludzkie były niezwykle bliskie i serdeczne. Udało mi się pozyskać dwóch doskonałych współpracowników: teoretyka prof. Andrzeja Pawlikowskiego z Wrocławia i prof. Augusta Chelkowskiego z Poznania, doskonałego specjalistę od fizyki ciała stałego. Oni naprawdę tworzyli doskonały zespół. Później Chelkowski został rektorem Uniwersytetu Śląskiego, a jeszcze później był senatorem i marszałkiem senatu polskiego. Niestety obaj ci profesorowie już nie żyją.



Od lewej Andrzej Pawlikowski, Adam Strzałkowski i August Chelkowski. A za nim Olek Śliżyński. Majówka na Rycerzowej, maj 1967 r.

Być może moje stosunki z powstającym uniwersyte-tem ułożyłyby się dobrze, ale moją ideą było to, że to ja tworzę ten instytut z takich ludzi, z którymi jestem już jakoś związany i chcę współpracować. W tym okresie, kiedy ja organizowałem fizykę na filii Uniwersytetu Jagiellońskiego, były silne naciski, żebym różnych ludzi do pracy przyjmował. Do tej pory mam teczkę, w której mam naciski nawet ze strony najwyższych władz partyjnych i rządowych na przyjmowanie różnych ludzi. Ja nie godziłem się na to, jeśli uważałem, że ci ludzie mi nie odpowiadają. Umowa, którą zawarłem na samym początku z władzami Katowic, że ja decyduję o wszystkich sprawach personalnych była respektowana, aż do momentu automatycznego połączenia filii z Wyższą Szkołą Pedago-

giczną. Ten warunek został złamany z chwilą połączenia ze Szkołą Pedagogiczną i to mi nie odpowiadało.



Wręczenie dyplomu doktora honoris causa. Po lewej Dziekan Jerzy Ziolo trzymający łaciński tekst tej liturgii, po prawej Rektor Józef Sławek

Moje odejście nie zmieniło jednak dobrych stosunków i współpracy z Uniwersytetem Śląskim. Jego władze uznawały i szanowały mój udział w jego tworzeniu. Wygłaszałem pierwszy wykład inauguracyjny w UŚ. Później dostałem doktorat honorowy tego uniwersytetu, który sobie niezwykle cenię. A współpraca moja z Instytutem Fizyki tego uniwersytetu jest niezwykle bliska i serdeczna do tej pory. Ci ludzie już są profesorami i wielokrotnie wspólnie wykonujemy różne prace, więc nie można powiedzieć, że przez moją decyzję odejścia coś się zepsuło albo urwało.

*Bardzo cieszyłam się jak Pan Profesor został prorektorem Alma Mater Jagielloniae. Nie przelałam gratulacji, bo byłam wtedy nieznaną, była studentką, ale miałam przyjemność uczestniczyć w uroczystości nadania tytułu doktora honoris causa Feliksowi Topolskiemu i podziwiać Pana Profesora w todze. To mój Profesor – powiedziałam do przedstawicieli młodzieży polonijnej obok których mnie posadzono. A Pan uważa, że wszystko to w sumie było bez sensu!*

No, niezupełnie wszystko. Na pewno nie doktorat honorowy dla Feliksa. Niezwykle go ceniłem i jego sztukę, a ponadto w wyniku tego zdarzenia powstał mój portret malowany przez Topolskiego, który uważam za jeden z najlepszych w galerii portretów profesorów naszego Uniwersytetu, którą tworzy profesor Stanisław Waltoś.

Oczywiście, niezwykle wysoko sobie ceniłem godność prorektora Uniwersytetu. Wtedy gdy rektor Uniwersytetu, profesor Mieczysław Karaś, zaproponował mi objęcie funkcji prorektora do spraw badań, od razu się zgodziłem. Uważałem to za duży zaszczyt i wiązałem z tym pewne nadzieje. Wydawało mi się, że będę mógł dla naszego Instytutu i dla Uniwersytetu coś zdziałać. To niestety okazało się wielką fikcją. Dlatego, że aby zdziałać coś w dziedzinie organizacji badań, która mi podlegała jako prorektorowi, trzeba mieć odpowiednie środki ma-

terialne, bazę finansową. Ja miałem roczny budżet nie przekraczający 2000 \$, co nie wystarczało nawet na części zamienne dla skromnego wyposażenia w przyrządy instytutów uniwersytetu, wobec tego nic tu nie można było zdziałać. Natomiast ta funkcja była związana z ogromną stratą czasu, z różnymi mniej lub bardziej bzdurnymi czynnościami, które musiałem wykonywać, jak np. udział w różnych zebraniach.



Adam Strzałkowski jako rektor: promocja Freda Budziaka. Promotorem jest Danuta Kunisz, dziekanem – Andrzej Fuliński

Starałem się przeciwdziałać temu w ten sposób, że te zebrania wykorzystywałem do pisania programów komputerowych. I nigdy tyle programów nie napisałem, co na tych zebraniach! To zresztą w tym okresie było moim głównym kontaktem z fizyką. Poza tym opracowałem zupełnie nowe wydanie mojego podręcznika z fizyki jądrowej i wydałem go w PWN. Do tego ograniczyła się wtedy moja działalność jako fizyka. Trzy lata mojej działalności jako prorektora musiałem nadrabiać przez blisko rok, żeby wrócić do pełnej aktywności naukowej.

Celem i działaniem wszystkich prorektorów: moim, prof. Jana Zurzyckiego i prof. Józefa Buszki był również wpływ na partyjnego rektora Karasia, który sam taki układ zaproponował i specjalnie dobrał sobie bezpartyjnych prorektorów. Gdy były naciski komitetu uczelnianego partii, żeby jednym z prorektorów został członek partii, to Karas powiedział do mnie:

– W tym gronie partyjny to mam być tylko ja!

I tak zostało. Ludzie się dość bali Karasia. Uważali, że działa bardzo apodyktycznie i propartyjnie kieruje tym uniwersytetem. Muszę powiedzieć, że to nie było całkiem tak. On się liczył z naszym zdaniem i bardzo często był lojalny. Wspominałem tu na przykład studentkę, zgarniętą z wykładu Michnika. Czasem nie zdążyliśmy powstrzymać go w działaniach, które nam się nie podobały, ale bardzo często byliśmy skuteczni.

*Jak Pan Profesor ocenia sytuację w Uniwersytecie Jagiellońskim i innych wyższych uczelniach po roku 1989?*

Po transformacji ustrojowej zarówno w Uniwersytecie Jagiellońskim jak i w innych uniwersytetach i uczelniach

wyższych autonomia jest w pełni respektowana przez władze państwowe. Istnieje jednak niedobra tendencja zrównywania wszystkich szkół wyższych i nawet nadawania im miana uniwersytetów. Według mnie to jest bardzo szkodliwe. Uważam, że powinien być podział szkół wyższych na bardziej i mniej elitarne, o większym i mniejszym prestiżu, co powinno mieć swoje odbicie również i w nazwie. Było takie prawo w marksizmie i leninizmie, że ilość przechodzi w jakość. I to jest prawda, tylko nie taka, jak wydawało się marksistom. Ilość, która nadmiernie wzrasta prowadzi do inflacji i w konsekwencji do dewaluacji – i tak to też bywa z tymi szkołami. Nadmierny wzrost liczby osób z wyższym wykształceniem obniża wagę ich dyplomów. Ranga społeczna profesora uniwersytetu też się obniżyła, bo tych profesorów jest za dużo. Z drugiej strony pojawił się problem wieloletowości. Nowe szkoły, ażeby mieć prawa nadawania stopni naukowych muszą zatrudniać odpowiednią liczbę profesorów wobec tego zanim wykształcą własnych, ściągają profesorów z innych uczelni na wielokrotne nawet etaty. Bywa, że jeden profesor ma ich kilka, czy nawet kilkanaście. To jest fatalne i ze względów moralnych, i ze względu na jakość nauczania, która obniża się w uczelniach i tych, które ściągają do siebie profesorów, i również w uczelniach macierzystych. Obawiam się jednak, że jest to ogólnoswiatowa tendencja.



Portret Adama Strzałkowskiego pędzla Feliksa Topolskiego

*Zachwycająca jest Pana aktywność w PAU, zwłaszcza w Komisji Historii Nauki. Czym dla Pana Profesora jest historia: czy chodzi o kolejność faktów, czy o rozwój myśli naukowej, czy o jeszcze coś głębszego?*

Ja zacząłem się interesować historią już jako dziecko. Gdy nauczyłem się czytać, to zacząłem od powieści hi-

historycznych. Doskonale pamiętam, jak z moim kuzynem Maćkiem Grychowskim, którego tu już wspominałem, i który wszystkie wakacje spędzał u nas w Tenczynku, czytaliśmy Krzyżaków. Maciek był ode mnie starszy, czytał sprawniej. Czytaliśmy więc leżąc na podłodze, trzymaliśmy pionowo stronicę książki, z jednej strony Maciek czytał dalszą stronę, z drugiej wcześniejszą czytałem ja. Wspominałem już, że w gimnazjum Sobieskiego z moim przyjacielem Jasiem Singerem założyliśmy kółko historyczne, które doskonale działało. Zawsze te zainteresowania miałem. I kiedy profesor Andrzej Białas, prezes Polskiej Akademii Umiejętności, zwrócił się do mnie z propozycją zorganizowania, a raczej wskrzeszenia Komisji Historii Nauki w Akademii, ja do tej działalności podszedłem z entuzjazmem. Zorganizowałem tę komisję i przez szereg lat kierowałem jej pracami. W historii nauki interesowało mnie, jak rozwija się myśl ludzka, jak tworzy się pojmowanie przyrody w naukach przyrodniczych, ale również jak rozwijają się badania naukowe. Interesowało mnie też to, jak ludzie się organizowali, tworzyli różne organizacje i struktury. Jednym słowem i polityczna, i kulturalna działalność w ciągu dziejów. Ciągłość działalności ludzkiej jest niezwykle ważna.

*Wspomina Pan, że profesor Niewodniczański bardzo dbał o rozszerzanie horyzontów swoich współpracowników, zalecał podczas wyjazdów zagranicznych zwiedzanie kraju, poznanie jego kultury, krótko mówiąc zdobywanie wiedzy humanistycznej. Czy fizycy są/powinni być humanistami?*

Profesor Niewodniczański był dla nas wzorem w różnych dziedzinach, również w poznawaniu świata, kultur, ale i geografii czy przyrody. Myśmy dość dużo podróżowali, zwykle z profesorem, ale także sami. Fizycy w ogóle dużo jeździli po świecie. Było nawet takie powiedzenie wzorem sloganów reklamowych: *Join physics, see the world!*

Profesor Niewodniczański zwracał uwagę na to, że nigdy nie powinniśmy ograniczać się w poznawaniu innych krajów innych kultur, poznawaniu świata. Sam bardzo lubił zwiedzać. Zawsze nam powtarzał:

– Kulego, pamiętajcie, że co zobaczycie, to wam zostanie. Jak coś sobie kupicie, zawsze możecie to stracić, ale tego, co zobaczycie nikt wam nie zabierze!

Bywał nawet zazdrosny, gdy myśmy coś widzieli, a on nie mógł zobaczyć. Pamiętam, jak kiedyś byliśmy razem w Rossendorfie. Profesor miał jakieś spotkanie, na którym musiał być obecny.

– A wy, kulego, co w tym czasie będziecie robić? – spytał.

– Pojadę do Moritzburga, bo od dawna chciałem zobaczyć pałac Maurycego Saskiego – odpowiedziałem.

– Nie róbcie mi tego, kulego! Ja też chciałem pojechać do Moritzburga, nie jedźcie sami! – prosił profesor – kiedyś pojedziemy razem!

I rzeczywiście tak się stało. Po jakimś czasie znowu byliśmy w Dreźnie i pojechaliśmy razem do Moritzburga.

Poznanie świata jest bardzo cenne. Edukacja humanistyczna dla przyrodnika jest bardzo potrzebna. To rozszerza nasze pojmowanie, ale też sprawia, że życie nie jest nudne. Badacz przyrody powinien się interesować architekturą, sztuką i literaturą, ale i vice versa humaniści powinni się choć trochę interesować naukami ścisłymi i mieć jakąś orientację w znajomości przyrody.

*Jak Pan Profesor widzi rolę Polskiego Towarzystwa Fizycznego i Europejskiego Towarzystwa Fizycznego?*

Do Polskiego Towarzystwa Fizycznego wstąpiłem zaraz na początku moich studiów. Brałem udział w organizowanych przez PTF zjazdach fizyków, sam organizowałem takie konferencje. Wielkim przeżyciem była, już wspomniana, pierwsza po wojnie, zorganizowana w 1947 roku w Krakowie, z inicjatywy Międzynarodowej Unii Fizyki Czystej i Stosowanej IUPAP międzynarodowa konferencja poświęcona promieniowaniu kosmicznemu. W pewnym okresie przewodniczyłem Komitetowi Fizyki Jądrowej PTF, może nawet byłem wiceprezesem Towarzystwa, ale już nie pamiętam.

Lepiej pamiętam działalność w Europejskim Towarzystwie Fizycznym (EPS), które powstało 1966 roku. Chyba nawet byłem na liście jego członków – założycieli. W 1968 roku utworzona została sekcja Fizyki Jądrowej (*Nuclear Physics Board*), do której zaprosił mnie mój przyjaciel z Liverpoolu – Leslie Green. Razem organizowaliśmy konferencje w Plitvicach w 1972 r. na temat *Intermediate Processes in Nuclear Physics*. W Krakowie w 1976 r. z Andrzejem Budzanowskim zrobiliśmy konferencję *Radial Shape of Nuclei*. We wrześniu 1978 na konferencji w Yorku przejąłem przewodnictwo *Nuclear Physics Board* na roczną kadencję. We wrześniu 1979 z Klaussem Bethge w Darmstadt organizowaliśmy konferencję *Nuclear Physics Methods in Material Research*, a w maju 1981 z Nikolą Cindro, na wyspie Hvar, konferencję *Dynamics of Heavy Ion Collisions*.

Celem Towarzystwa jest stworzenie bliskich kontaktów naukowych – ale i towarzyskich – pomiędzy fizykami. Wymiany poglądów i informacji o tym, co się robi w danej dziedzinie, ale i propagowanie w społeczeństwie wyników badań. Myślę, że oba towarzystwa rozwijają działalność we właściwy sposób. Niestety władze państwowe za mało respektują ich starania w zakresie rozwoju naukowego i edukacyjnego. Ustawicznie jest ograniczana liczba godzin poświęconych na naukę fizyki w szkołach.

Krakowski Oddział Towarzystwa działa bardzo prężnie. Co tydzień w audytorium Niewodniczańskiego przy ul. Reymonta odbywają się konwersatoria i cieszą się dużą frekwencją. Był taki okres, że konwersatoria zamierały, a jak słyszę, że w ostatnich dwóch latach średnia liczba słuchaczy wynosiła ponad 80 osób, to szczerze gratuluję!

Na uznanie też zasługują organizowane co dwa lata zjazdy fizyków. XL Zjazd, który odbył się w Krakowie

w 2009 roku, zgromadził ponad 1200 uczestników i był wydarzeniem dla całego miasta, gdyż przygotowano specjalny program dla młodzieży szkolnej i nauczycieli.

Specyfiką zjazdów polskich fizyków jest to, że referaty obejmują wszystkie gałęzie fizyki uprawiane w Polsce, a jest ich coraz więcej.

W ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat fizyka na całym świecie rozwinęła się lawinowo. Powstały nowe, fascynujące kierunki, które naturalnie przyciągnęły mnóstwo młodych entuzjastów. Polacy uczestniczą w większości najważniejszych kolaboracji międzynarodowych. Mamy z czego być dumni. Zaczyna być trudno to wszystko ogarnąć. Ale równocześnie świat jakby się skurczył. Dzięki sieciom komputerowym ogromne zespoły badawcze, rozsiane po różnych zakątkach kuli ziemskiej, współpracują

ze sobą na co dzień, nie opuszczając fizycznie swoich macierzystych instytucji. Ludzie znają języki, więc porozumiewają się swobodniej, łatwiejsze też są podróże. Dla Polaków w szczególności, gdyż znikły bariery polityczne. W konsekwencji skala kontaktów między fizykami, tak w Polsce jak i na świecie, wzrosła o co najmniej dwa rzędy wielkości. Prestiżowe konferencje, nawet monotematyczne, skupiają zwykle ponad tysiąc uczestników! Są one rzadką okazją spotkania twarzą w twarz na przykład noblistów czy bardzo znanych fizyków. Taka jest współczesna normalność i to z jednej strony bardzo cieszy, z drugiej jednak wymaga rezygnacji z ciepłych, kameralnych klimatów rodzinnych, których trochę żal.

*Bardzo dziękuję za rozmowę.*

# XLI Zjazd Fizyków Polskich w Lublinie

Jerzy Żuk • Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej

W dniach 4–9 września 2011 r. odbył się w Lublinie XLI Zjazd Fizyków Polskich, zorganizowany przez Oddział Lubelski Polskiego Towarzystwa Fizycznego i Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej we współpracy z Politechniką Lubelską, Uniwersytetem Przyrodniczym w Lublinie oraz Instytutem Agrofizyki Polskiej Akademii Nauk. W tym ważnym wydarzeniu wzięło udział 355 osób. Większość uczestników stanowili członkowie Polskiego Towarzystwa Fizycznego. Zagranicznymi gośćmi Zjazdu byli przedstawiciele dziesięciu organizacji skupiających fizyków z Europy, Azji i USA, w tym prezesi towarzystw fizycznych z Białorusi, Japonii i Ukrainy oraz wiceprezes Europejskiego Towarzystwa Fizycznego.

Odbywający się co 2 lata od r. 1923 Zjazd Fizyków Polskich jest głównym forum skupiającym przedstawicieli wszystkich dziedzin fizyki uprawianych w Polsce. Po raz trzeci w historii zjazdów jego organizację powierzono ośrodkowi lubelskiemu (poprzednie odbyły się w Lublinie w latach: 1967 i 1981).

Otwarcie Zjazdu odbyło się w Auli Wydziału Prawa i Administracji UMCS w poniedziałek 5 września o godz. 9.00. Wśród przybyłych gości znajdowali się między innymi: Prezydent Lublina, Biskup Lubelski, władze rektorskie uczelni lubelskich i przedstawiciele urzędu wojewódzkiego i marszałkowskiego. Przewodniczący Komitetu Organizacyjnego (autor niniejszego sprawozdania) gorąco powitał uczestników oraz przybyłych gości Zjazdu. Po ceremonii otwarcia i wygłoszonych przemówieniach prezes PTF Wiesław A. Kamiński wręczył nagrody Polskiego Towarzystwa Fizycznego przyznane za rok 2011<sup>1</sup>: medal Mariana Smoluchowskiego, nagrodę Smoluchowskiego – Warburga, nagrodę naukową im. Wojciecha Rubinowicza, medal i nagrodę im. Krzysztofa Ernsta za popularyzację fizyki, nagrody dla wyróżniających się nauczycieli fizyki, oraz za najlepsze prace magisterskie.

Lubelski Zjazd Fizyków odbywał się w uroczystości obchodzonego roku Patronki naszego Uniwersytetu, co zostało zaakcentowane wykładem inauguracyjnym Zjazdu *Wielkość Marii Skłodowskiej-Curie* wygłoszonym przez Andrzeja K. Wróblewskiego (UW). Następnie uczestnicy Zjazdu wysłuchali referatu laureata Medalu M. Smoluchowskiego – Krzysztofa Pomorskiego (UMCS) pt. *O Fizyce Prawie Wszystkiego w sto lat od odkrycia jądra atomowego*. Ostatni tego dnia wykład w sesji plenarnej zatytu-

lowany *Oddziaływania silne i elektromagnetyczne w zderzeniach jądrowych* wygłosił Andrzej Rybicki (IFJ PAN), laureat nagrody naukowej im. Wojciecha Rubinowicza. Następnie uczestnicy Zjazdu przeszli do pobliskiego budynku Biblioteki Głównej UMCS, gdzie wzięli udział w uroczystym otwarciu obszernej wystawy *Rok Marii Skłodowskiej-Curie*, ilustrującej między innymi związek podwójnej noblistki z Lubelszczyzną. Wystawa ta przygotowana została we współpracy pracowników Muzeum UMCS, Wydziału Chemii UMCS i Muzeum Marii Skłodowskiej-Curie w Warszawie.

Referaty plenarne kontynuowane były w kolejnych dniach. Wtorek Zjazdu rozpoczął się wykładem *Spintronika teraz i tu* Tomasza Dietla (IFJ PAN), laureata medalu Mariana Smoluchowskiego w roku 2010. Następnie Peter Fulde (Max Planck Institute for Physics of Complex Systems, Drezno), zdobywca nagrody polsko-niemieckiej Mariana Smoluchowskiego – Emila Warburga wygłosił referat zatytułowany *Pairing fermions with imbalanced population*. Po przerwie Iwo Białynicki-Birula (CFT PAN) przedstawił *Kwantowe zasady nieoznaczoności*, a Konrad Banaszek (UW i UMK) zapoznał słuchaczy z *Komunikacją kwantową przy użyciu splątanych fotonów*.

Problematyka środowiska sesji plenarnej zdominowana została referatami w dziedzinie badań fundamentalnych dotyczących cząstek elementarnych. Ewa Rondio (IPJ) zapoznała słuchaczy z najnowszymi osiągnięciami fizyki neutrin, natomiast Barbara Wosiek (IFJ PAN) omówiła pierwsze eksperymenty i wyniki uzyskane przy pomocy niedawno uruchomionego Wielkiego Zderzacza Hadronów. W dalszym ciągu sesji Jerzy Kowalski-Glikman (UWr) wygłosił referat pod tytułem *Kwantowa grawitacja i szczególna teoria względności*.

Czwartek przyniósł dwa wykłady plenarne dotyczące nadprzewodnictwa: Dariusza Kaczorowskiego (INTiBS PAN) *Nadprzewodnictwo ciężkofermionowe – stan obecny i perspektywy* oraz Romana Puźniaka (IFJ PAN) *Nadprzewodnictwo w związkach żelaza*. Po przerwie kawowej Zbigniew Klusek (UŁ) przedstawił *Grafen – materiał elektroniki XXI wieku*, natomiast Mieczysław Jałochowski (UMCS) opisał *Koherentne jednowymiarowe struktury na powierzchniach półprzewodników*.

Program ostatniego dnia Zjazdu Fizyków Polskich zawierał wykład plenarny Jerzego B. Pełki (IFJ PAN) za-

<sup>1</sup> Kompletna lista nagród [ptf.fuw.edu.pl/nagr2011.html](http://ptf.fuw.edu.pl/nagr2011.html).

tytułowany *Polski laser na swobodnych elektronach*. Następnie wszyscy uczestnicy Zjazdu mogli uczestniczyć w LII Pokazach z Fizyki – najstarszych w Polsce, bo odbywających się prawie nieprzerwanie od roku 1953. Coroczne pokazy przez 3–4 tygodnie września gromadzą w dwóch aulach Wydziału Matematyki, Fizyki i Informatyki UMCS około 20 tysięcy osób – uczniów i nauczycieli ze szkół Lubelszczyzny oraz z sąsiednich województw. Dużym zainteresowaniem zwiedzających cieszyło się także rozwijane już od ponad 50 lat interaktywne Muzeum Fizyki (prekursor modnej obecnie w świecie idei eksploratorium) zlokalizowane w korytarzach Instytutu Fizyki UMCS.

Nad doбором tematyki naukowej oraz wykładowców XLI Zjazdu Fizyków Polskich czuwał Komitet Naukowy pod przewodnictwem prof. dr hab. Karola I. Wysockiego. Jego członkami zostali:

[Danuta Bauman] (PP), Piotr Bojarski (UG), Jerzy Ciołowski (USz), Marek Demiański (UW), Krzysztof Fiałkowski (UJ), Robert R. Gałązka (IF PAN), Wojciech Gawlik (UJ), Marek Grinberg (UG), Ryszard Horodecki (UG), Ryszard Kępa (URz), Jan Kisiel (UŚ), Stefan Kruszewski (UMK, Collegium Medicum, Bydgoszcz), Marek Kuś (CFT PAN), Roman Micnas (UAM), Stefan Pokorski (UW), Jan Sobczyk (UWr), Józef Sznajd (INT i BS PAN), Józef Szudy (UMK), Tadeusz Wibig (UŁ), Arkadiusz Wójs (PWr), Teresa Urban-Rząca (UW).

W tegorocznym Zjeździe, oprócz przedstawionych powyżej 15 wykładów plenarnych wspólnych dla wszystkich uczestników, wygłoszonych zostało 112 referatów w ramach 12 popołudniowych sesji specjalistycznych. Po raz pierwszy w historii zjazdów miała miejsce Sesja Agrofizyki. Była to sesja wyjazdowa w Instytucie Agrofizyki PAN na Felinie (dzielnica Lublina), połączona z pokazem eksperymentów oraz zwiedzaniem Instytutu.

Poniżej podano nazwy sesji specjalistycznych oraz nazwiska koordynatorów.

- A. Astrofizyka i fizyka cząstek elementarnych – Michał Turała (IFJ PAN), Marek Zrałek (UŚ)
- B. Agrofizyka – K. Konstankiewicz (IA PAN)
- C. Fizyka ciała stałego – Jacek Kossut (IF PAN), Tadeusz Domański (UMCS)
- D. Fizyka jądrowa – Zbigniew Majka (UJ)
- E. Energetyka jądrowa – Mieczysław Budzyński (UMCS)
- F. Fizyka medyczna i biofizyka – Andrzej Dobek (UAM)
- G. Fizyka miękkiej materii – [Danuta Bauman] (PP), Jąd-wiga Tritt-Goc (IFM PAN), Wojciech Łużny (AGH)
- H. Fizyka plazmy – Marek Sadowski (IPJ), Zdzisław Wroński (UMCS), Marek Rabiński (IPJ)
- I. Informatyka kwantowa – Ryszard Horodecki (UG)
- J. Kosmologia i grawitacja – Jerzy Matyjasek (UMCS), Marek Rogatko (UMCS)
- K. Fizyka atomowa, molekularna i optyka – Wojciech Gawlik (UJ), Piotr Bojarski (UG), Tadeusz Stacewicz (UW)

L. Nauczanie i popularyzacja fizyki – Wojciech Nawrocik (UAM), Waldemar Berej (UMCS), Mirosław Trociuk (II LO Włodawa), Wiesława Korczak (UMCS).

Ostatnia z wymienionych sesji odbyła się w ciągu trzech popołudniowych odsłon. Przeważały wyraźnie wystąpienia poświęcone popularyzacji. W tej grupie znaleźli się obaj laureaci nagrody im. Krzysztofa Ernsta za rok 2011: Wojciech Nawrocik (UAM) i Jerzy Stelmach (USz), a także dwaj reprezentanci nie tak dawno otwartego Centrum Nauki Kopernik w Warszawie: Lech Nowicki i Kamil Złoczewski. Pierwszy dzień sesji zakończyło przedstawienie *Alicja w Krainie Kwantów* w wykonaniu uczennic i uczniów III Liceum Ogólnokształcącego im. Unii Lubelskiej z Lublina. Przedstawienie, przygotowane pod kierunkiem nauczycielki fizyki Dominik Brus, zajęło 2 miejsce na festiwalu *Nauki Przyrodnicze na Scenie* w roku 2010. Końcowym punktem drugiego dnia sesji dydaktycznej był specjalny wykład dla nauczycieli i uczniów *Perspektywy fizyki cząstek elementarnych po LHC*, który wygłosił Marek Zrałek (UŚ), znakomicie wywiązując się z trudnego zadania, jakie przyjął do wykonania. W ramach szeroko rozumianej popularyzacji fizyki, ostatniego dnia mówiono m.in. o sztuce przygotowania naukowej informacji prasowej oraz postaci Alberta Michelsona, którą z dużą swadą przedstawił Tomasz Kardaś, nauczyciel fizyki ze Strzelna.

W programie sesji znalazły się tylko nieliczne wystąpienia dotyczące praktyki nauczania. Do tej grupy należało przedstawienie przez Barbarę Sagnowską (Wydawnictwo ZamKor) wniosków z próbnego egzaminu gimnazjalnego z przedmiotów przyrodniczych według nowej formuły oraz prezentacja działań wyższej uczelni podejmowanych w kierunku zwiększenia liczby studentów fizyki, czego na przykładzie Uniwersytetu Warszawskiego dokonał Andrzej Wyszomółek pod prowokującym tytułem *Czy warto studiować fizykę?* Za wieloletni i niepospolity wkład w nauczanie fizyki, organizatorzy zjazdu w sposób szczególny postanowili uhonorować Juliusza Domańskiego z Torunia poprzez wręczenie specjalnego listu gratulacyjnego, przygotowanego przez Prezesa ZG PTF. Ze względu na to, że laureat w ostatniej chwili musiał odwołać swój przyjazd, adres ten skierowano do toruńskiego oddziału PTF. Z działań zjazdowych związanych z popularyzacją, niewątpliwie warto wymienić działalność cyfrowego, przenośnego planetarium, które zostało przywiezione z Urszulina położonego na lubelskim Polesiu, gdzie entuzjasta astronomii Tomasz Zajączkowski rozpoczął budowę Astroparku. W trakcie zjazdu każdy uczestnik mógł wziąć udział w trwającym pół godziny seansie.

W trakcie Zjazdu odbyła się też sesja plakatu, na której przedstawiono 57 prac. Materiały zjazdowe (235 stron) wydrukowano w nakładzie 500 egzemplarzy. Streszczenia prac zjazdowych w języku angielskim umieszczono na stronie internetowej XLI Zjazdu Fi-

zyków Polskich [http://www.ptf.umcs.lublin.pl/zjazd\\_en/materialy.php](http://www.ptf.umcs.lublin.pl/zjazd_en/materialy.php).

W poniedziałek odbyło się zebranie robocze przedstawicieli towarzystw fizycznych IPSEC (*Informal Physical Societies Exchange Conference*). We wtorek, 6 września 2011 miało miejsce Zebranie Delegatów Polskiego Towarzystwa Fizycznego.

W czasie Zjazdu dziesięć firm przedstawiło ekspozycję aparatury badawczej, książek i pomocy dydaktycznych. Zjazd obejmował także imprezy towarzyszące. W przeddzień uroczystego otwarcia obrad odbyło się wieczorem przyjęcie powitalne dla uczestników Zjazdu w sali Katolickiego Uniwersytetu Lubelskiego. Następnego dnia zorganizowano koncert Zespołu Tańca Ludowego UMCS w Sali Widowiskowej Chatki Żaka, który cieszył się dużym zainteresowaniem. W środę uczestnicy Zjazdu zwiedzili Wyższą Szkołę Oficerską Sił Powietrznych oraz twierdzę w Dęblinie. W tym samym czasie inna grupa osób wzięła udział w wycieczce do pałacu Zamoyskich w Kozłówce. W czwartek wieczorem odbyła się uroczysta kolacja w Zemborzycach Tereszyńskich pod Lublinem. Dodatkowo, już po zakończeniu Zjazdu odbyła się fakultatywna wycieczka do Lwowa, z udziałem ponad 40 uczestników, połączona ze złożeniem wieńców przy pomniku pomordowanych polskich profesorów na Wzgórzach Wuleckich oraz na Cmentarzu Orłąt Lwowskich.

Zorganizowanie Zjazdu Fizyków Polskich nie byłoby możliwe bez poparcia władz rektorskich UMCS i udostępnienia przez Uniwersytet bazy lokalowej. Strategicznym sponsorem XLI Zjazdu Fizyków Polskich w Lublinie było Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Na podkreślenie zasługuje liczny udział studentów i doktorantów w pracach związanych z obsługą techniczną XLI Zjazdu. Dzięki daleko idącemu zaangażowaniu bardzo wielu osób Zjazd Fizyków Polskich stał się miejscem wszechstronnej prezentacji kierunków rozwoju polskiej fizyki i jej aktualnego dorobku na tle nauki światowej. Wypełnił także, jak sądzę z powodzeniem swoją misję popularyzacji fizyki.

Pragnę gorąco podziękować wszystkim, którzy przyczynili się do zorganizowania XLI Zjazdu Fizyków Polskich w Lublinie. W imieniu Komitetu Organizacyjnego dziękuję: prezesowi PTF Wiesławowi A. Kamińskiemu za pomoc, Komitetowi Naukowemu pod przewodnictwem Karola I. Wysokińskiego za pracę nad programem Zjazdu. Wszystkim uczestnikom i gościom Zjazdu dziękuję za przybycie do Lublina, świetną atmosferę dni zjazdowych i dobre słowa skierowane do nas. Życzę wielu sukcesów organizatorom następnych Zjazdów Fizyków Polskich, w tym najbliższego, który odbędzie się w r. 2013 w Poznaniu.



W czasie obrad Zjazdu

# O fizyce prawie wszystkiego w stulecie odkrycia Rutherforda \*

Krzysztof Pomorski • Katedra Fizyki Teoretycznej, Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej

**Streszczenie.** Obecny rok Marii Curie-Skłodowskiej jest dobrą okazją do przedstawienia aktualnych problemów fizyki jądra atomowego, zwanej też coraz częściej femtofizyką. Przełomowe odkrycie Rutherforda z 1911 roku zmieniło całkowicie dotychczasowe poglądy na budowę atomów i dało początek temu nowemu działowi nauki. Na naszą obecną wiedzę o budowie jądra atomowego pracowało kilka pokoleń uczonych i nie sposób wymienić tu wszystkich ich zasług. W tym wykładzie przypomnę więc tylko kilka przełomowych odkryć i idei, które stanowiły niejako kamienie milowe w rozwoju fizyki jądrowej. W dalszej części artykułu omówię główne kierunki badań teoretycznych i doświadczalnych w tym dziale fizyki.

W tym opracowaniu chciałbym się skupić na epoce która nastąpiła po historycznych odkryciach Marii Curie a mianowicie okresie od roku 1911 i przełomowego odkrycia Ernesta Rutherforda do chwili obecnej. Pracę tę dedykuję moim nauczycielom profesorom Stanisławowi Szpikowskiemu, Zdzisławowi Szymańskiemu i Adamowi Sobiczewskiemu.

Będę starał się opowiedzieć pokrótce o najważniejszych kamieniach milowych w rozwoju fizyki jądrowej a w dalszej części wykładu skupię się na kilku wybranych zagadnieniach, bo nie sposób jest przedstawić tak obszernego materiału w krótkim opracowaniu. Chciałbym się najpierw usprawiedliwić z tytułu, dlaczego piszę o fizyce prawie wszystkiego? Otóż gdybyśmy wzięli naszą Ziemię i zmierzyli masę wszystkich jąder atomowych w niej znajdujących się i podzielili ją przez masę wszystkich atomów, czyli masę Ziemi, to wyszłaby nam liczba bardzo zbliżona do jedności. Prawie cała masa otaczającego nas świata jest skupiona wewnątrz jąder atomowych. Tylko około 0,03 % masy znajduje się w powłokach elektronowych a prawie cała masa jest w jądrach. Oczywiście wszyscy zdajemy sobie sprawę, że to prawie robi wielką różnicę, to dzięki tym 0,03 % mamy chemię, biologię, czy to piękno które obserwujemy na co dzień np. w kwiatkach. Nie można więc mówić, że fizyka jądrowa objaśnia prawie wszystko, ale też nie można popaść w inną skrajność i lekceważyć to prawie wszystko, bo nas to nie dotyczy. Jądra atomowe istnieją i tam zawarta jest prawie cała materia i trzeba się tym zajmować niezależnie, czy ktoś lubi energię jądrową, czy jest jej przeciwnikiem.

Chciałbym w tym miejscu pokazać fotokopię notatek Marii Curie z 13 lipca 1898 roku w których pojawił się po raz pierwszy symbol Po – nowego pierwiastka polon (rysunek 1, lewa strona). Niemal dokładnie

w sto lat później, dopisano do układu Mendelejewa kolejny 112 pierwiastek z polskim akcentem, Cn – kopernik.

Coup	Temp.	Observations
17	240°	visc au jaune sur place
37	450°	visc au noir sur place
48	650°	
74	820°	on laisse refroidir

15 juillet  
distillation de sulfure Valant 12 f. - 112  
sulf. B, Pb et Po 0,94  
150° sublimé matière jaune fusible partiellement  
et: avec blanc  
220° au dessus sulfure mat brun sur place  
morceau orange et jaune  
200 — 21"  
morceau noir, jaune orange, pas mal noir  
1000 — 10.5  
— 11"  
morceau orange, jaune, un peu noir  
500 — 15.5  
morceau avec un petit peu de noir

Rys. 1. Pojawienie się symbolu Po nowego pierwiastka (polonu) w notatkach Marii Curie dnia 13 lipca 1898 r.

Nazwę tę nadali mu jego odkrywcy z GSI w Darmstadt (rysunek 2, lewa strona), jak to przedstawił prof. Siegurd Hofmann w swoim wykładzie na XVI Polsko-Francuskich Warsztatach Fizyki Jądrowej im. Marii i Piotra Curie

\* Wykład wygłoszony na Zjeździe PTF w Lublinie.



w Kazimierzu Dolnym, w uznaniu zasług tego wielkiego uczonego dla światowej nauki. W okresie tych 100 lat dzielących oba wydarzenia fizyka jądrowa bardzo się rozwinęła.



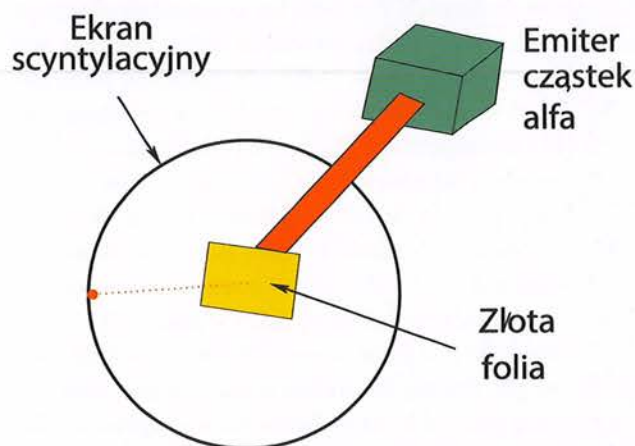
Rys. 2. Nadanie nazwy nowemu pierwiastkowi Cn (kopernik) w GSI Darmstadt (12 lipca 2010 r.)

Właściwie początek fizyce jądrowej dało odkrycie Rutherforda z 1911 roku, który badając rozpraszanie cząstek alfa na folii złota doszedł do wniosku, że w środku atomu, w obszarze o średnicy pięć rzędów wielkości mniejszej niż średnica atomu, jest skupiony cały dodatni ładunek jądra a elektrony znajdują się daleko poza tym obszarem. Odkrycie to zburzyło całkowicie obraz atomu, który miał być wg Thomsona zbudowany z dodatniej materii protonowej w której, jak rodzynki w cieście, tkwią ujemne elektrony, powodując, że cały atom jest obojętny elektrycznie. Do 1911 roku uczeni, w tej liczbie i Maria Curie, nie zdawali sobie sprawy z istnienia jąder atomowych. Promieniowanie wzbudzonych atomów tworzące serie widmowe, np. serię Balmera, było niewyjaśnioną zagadką, którą dopiero na bazie odkrycia Rutherforda wyjaśnił Niels Bohr, tworząc planetarny model atomu. W tamtych czasach przypuszczano też, że w przemianach promieniotwórczych jest naruszana zasada zachowania energii.

Ernest Rutherford i współpracownicy rozpraszali naładowane cząstki alfa na cienkiej folii złota w aparaturze schematycznie przedstawionej na rysunku 3. Gdyby hipoteza Thomsona była prawdziwa, to część uderzających w folię cząstek alfa zostałaaby zatrzymana w materiale, a pozostałe po przejściu przez folię biegłyby w tym samym kierunku co padająca wiązka. Dokładny pomiar wykazał, że tor niektórych cząstek alfa ulega zakrzywieniu, a część z nich nawet zawraca. Prosty model matematyczny, analogiczny do newtonowskiego, opisującego ruchy planet i komet, opracowany przez Rutherforda pozwolił

na ocenę promienia dodatnio naładowanych centrów rozpraszających. Okazało się, że cały ładunek dodatni jest skupiony w jądrze, którego rozmiar oszacowany w tym modelu był rzędu  $10^{-14}$  cm [2].

Narodził się w ten sposób model atomu Rutherforda, w którym elektrony o ładunku ujemnym krążyły na zewnątrz dodatnio naładowanego jądra. Obraz ten był jednak sprzeczny z klasyczną elektrodynamiką, gdyż elektrony krążące po orbitach doznawały przyspieszenia dośrodkowego, powinny zatem wysłać promieniowanie elektromagnetyczne i tracić w ten sposób swoją energię, by po pewnym czasie opaść na jądro. Problem ten został rozwiązany przez Nielsa Bohra w 1913 roku, który wprowadził odpowiednie postulaty, kwantujące moment pędu elektronów na orbitach i zezwalające na emisję promieniowania elektromagnetycznego przy przeskokach elektronu z orbity o wyższej energii na orbitę o niższej energii [3]. Model Bohra doskonale objaśniał obserwowane serie emisyjne atomu wodoru i leży u podstaw teorii budowy bardziej złożonych atomów i cząsteczek. Stał się też jedną z przyczyn sprawczych narodzin mechaniki kwantowej z której, między innymi, postulaty Bohra wynikały już w sposób bardziej naturalny.



Rys. 3. Schemat aparatury Geigera i Marsdena na której przeprowadzono pod kierunkiem Rutherforda pomiary kąta rozpraszania cząstek alfa na folii złota [1]

Okazuje się, że proporcje rozmiarów orbit i jądra są zbliżone do tych występujących w układzie słonecznym. Stosunek promienia Słońca do średniego promienia orbity Ziemi jest tylko ok. dwa razy większy niż odpowiednie stosunki dla jądra  $^{197}\text{Au}$  i najniższej orbity (1s) elektronu. Co więcej, stosunek masy Słońca i Ziemi jest niemal równy stosunkowi masy jądra złota i elektronu. Atom przypomina układ planetarny pomniejszony  $10^{23}$  razy. Na rysunku 4 przedstawiono atom wodoru w skali  $10^{15} : 1$  na tle mapy Polski. W tym powiększeniu jądro wodoru odpowiada rozmiarom człowieka a średnica elektronu (znany jej tylko ograniczenie od góry) jest mniejsza od średnicy łebka od szpilki. Te dwa przykłady pozwalają na uzmysłowienie, jak pusta jest przestrzeń wewnątrz atomu i jak zbudowany jest ten femtoświat jąder atomowych.



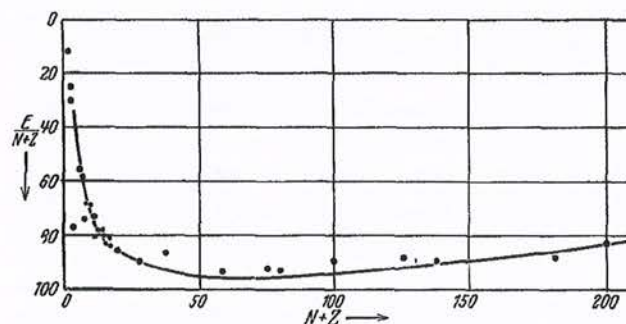
Rys. 4. Atom wodoru Bohra w skali 1000000000000000 : 1 na tle mapy Polski. Jądro wodoru (proton) ma tu średnicę odpowiadającą wzrostowi człowieka (175 cm) a elektron jest nie większy od łebka od szpilki

W modelu Rutherforda musiano przyjąć, że w jądrze o liczbie masowej  $A$  znajduje się  $A$  protonów i  $A - Z$  elektronów tak, że jego ładunek był równy  $Z$  ładunkom elementarnym a masa była około  $A$  razy większa od masy protonu. Model Rutherforda nie wyjaśniał jednak jaka to siła utrzymuje ten układ w całości, pomimo olbrzymiego odpychanie kulombowskiego tak skoncentrowanych ładunków dodatnich. Nie było też zrozumiałe dlaczego niektóre elektrony siedzą wewnątrz jądra, podczas gdy inne orbitują wokół niego. Odkrycie momentu pędu atomów srebra w doświadczeniu Otto Sterna i Waltera Gerlacha [4] i wewnętrznego momentu pędu (spinu) elektronu [5], protonu [6] równych po  $\hbar/2$ , rzuciło nowe światło na budowę jądra. Wykazano, analizując wyniki doświadczeń typu Sterna–Gerlacha, że jądro atomu nie może być zbudowane z  $A + (A - Z)$  cząstek o spinie połówkowym (historię tych odkryć ładnie opisano w pracy [7]).

Dopiero odkrycie przez Jamesa Chadwicka w 1932 roku neutronu [8], cząstki neutralnej o masie nieco większej od protonu pozwoliło na wyjaśnienie ww. sprzeczności. Jądro atomowe okazało się być zbudowane z  $Z$  protonów i  $A - Z$  neutronów połączonych w jeden układ związany dzięki krótkozasięgowym oddziaływaniom silnym. Hideki Yukawa pokazał w 1930 roku, że takie oddziaływanie może pochodzić z wymiany masywnych skalarnych mezonów [9]. Obecnie wiemy, że natura tych oddziaływań jest bardziej złożona, ale sama koncepcja Yukawy sił wymiennych jest nadal aktualna.

Pomiary mas atomowych wykonane na spektrometrach masowych skonstruowanych przez Josepha J. Thomsona doprowadziły do odkrycia izotopów [10]. Spektrometry te ulepszone przez ucznia Thomsona, Francisa W. Astona, posłużyły też do wyznaczenia energii wiązania znanych izotopów. Dane te, w połączeniu z relatywistyczną równoważnością masy i energii Einsteina, pozwoliły między innymi na wykazanie, że w rozpadach promieniotwórczych nie jest naruszona zasada zachowania energii. Okazało się też, że energia wiązania przypadająca na jeden nukleon jest największa dla jąder w oko-

licach nuklidu  $^{58}\text{Fe}$ , dla którego wynosi ona 8,792 MeV, podczas gdy w najcięższym jądrze występującym w przyrodzie  $^{238}\text{U}$  wielkość ta jest równa 7,570 MeV. Te nowe dane doświadczalne stały się silnym impulsem do rozwoju teoretycznych modeli jądrowych. Pierwszy taki model nawiązujący do klasycznej energii naładowanej kropli cieczy został zaproponowany w 1935 roku przez Karla F. von Weizsaeckera [11], chociaż już w 1930 roku George Gamow wspominał o takiej możliwości [12]. Model ten oprócz członu objętościowego, zawierał człon powierzchniowy, pochodzący od napięcia powierzchniowego zmniejszającego energię wiązania kropli i kulombowski, odpowiadający dodatniej energii elektrostatycznej kropli cieczy jądrowej. Obok tych składników typowych dla jednorodnie naładowanej kropli von Weizsaecker wprowadził zależność od względnego nadmiaru neutronów, jak i człon poprawiający klasyczną energię elektrostatyczną ze względu na kwantowo-mechaniczne efekty wymienne pochodzące z dwuciałowego oddziaływania kulombowskiego. Mimo, że ten pierwszy model kropłowy zawierał tylko cztery dopasowywalne parametry, to jednak odtwarzał stosunkowo dobrze energie wiązania jąder z różnych obszarów masowych, co można zaobserwować na rysunku 5 wziętym z oryginalnej pracy von Weizsaeckera [11].



Rys. 5. Absolutna wartość energii wiązania jądra przypadająca na jeden nukleon w funkcji liczby masowej  $A = N + Z$ . Punkty odpowiadają danym eksperymentalnym a linia ciągła przedstawia wyniki 4-parametrowego modelu kropłowego v. Weizsaeckera. Rysunek wzięto z pracy [11]

Oczywiście ten prosty model kropłowy nie był w stanie wyjaśnić szczególnie dużej energii wiązania tzw. jąder magicznych, efektów w tej energii związanych z parzystością liczby protonów i neutronów, czy wreszcie dyskretnych linii obserwowanych w widmach energetycznych kwantów gamma, czy cząstek alfa emitowanych przez jądra. Warto też dodać, że zarówno Weizsaecker, jak i jego bezpośredni kontynuatorzy zakładali, że kropla cieczy jest sferyczna. Było to podobne uproszczenie, *toutes proportions gardées*, jak założenie Kopernika o orbitach planet w kształcie okręgów. Dopiero przyjęcie przez Keplera orbit eliptycznych doprowadziło teorię kopernikańską do dobrej zgodności z danymi obserwacyjnymi. Podobnie eksperyment Otto Hahna i Friza Strassmanna z końca 1938 roku [13] i wyjaśnienie jego wyników przez Lizę Me-

itner i Otto R. Frischa, jako efektu rozszczepienia jąder uranu wzbudzonych poprzez pochłonięcie neutronu, dało asumpt do wprowadzenia deformacji jądra do modelu kroplowego [15].



Rys. 6. Zdjęcie oryginalnej aparatury, na której w latach 1934–38 Otto Hahn, Lisa Meitner i Friz Strassmann przeprowadzali swoje pomiary w Kaiser Wilhelm Institut fuer Chemie w Berlinie

Badania, których wynikiem było odkrycie rozszczepienia, zostały zainicjowane w 1934 roku przez Enrico Fermiego (i współpracowników), który zaproponował syntezę ciężkich jąder poprzez bombardowanie znanych najcięższych pierwiastków neutronami [16]. Utworzone poprzez zaabsorbowanie neutronu, lub nawet kolejnych kilku neutronów, nowe jądra przechodziłyby przy pomocy rozpadu beta w pierwiastki o większej liczbie porządkowej  $Z$ , które emitując cząstki alfa przechodziłyby w lżejsze jądra trwałe. Idea ta zaowocowała w wielu laboratoriach odkryciami nieznanymi wcześniej aktywności, które zaczęto przypisywać nowym pierwiastkom w obszarze aktywności. Hahn i Strassmann, za sugestią Lizy Meitner, przeprowadzili dokładną analizę chemiczną materiału uzyskanego po naświetleniu naturalnego uranu neutronami i doszli do wniosku, który pozwolił sobie zacytować: *nasz izotop radu ma własności baru, więc jako chemicy musimy stwierdzić: mamy tu do czynienia z barem a nie z radem* [13]. Informację o tym odkryciu Hahn przekazał listownie (w połowie grudnia 1938 roku) przebywającej wtedy na emigracji w Szwecji Lizie Meitner, prosząc ją o interpretację niezrozumiałego dlań wyniku. Meitner wspólnie ze swoim siostrzeńcem Otto R. Frischem, wytłumaczyli to zjawisko niestabilnością jąder (wzbudzonych poprzez pochłonięcie neutronu) uranu ze względu na podział na dwa mniejsze jądra. Odwołali się przy tym do modelu kroplowego von Weizsaeckera, dopuszczając jednak deformację kropli cieczy jądrowej, która może doprowadzić do jej rozszczepienia na dwa mniejsze fragmenty. Termin rozszczepienie (ang. *fission*) zaczerpnęli z biologii. Pracę opisującą to nowe zjawisko Meitner i Frisch posłali już 16 stycznia 1939 roku, czyli w około 4 tygodnie po otrzymaniu listu Hahna, do *Nature* [14].

W pracy tej Meitner i Frisch wyraźnie piszą o modelu kroplowym, w którym wzbudzona kropla cieczy jądrowej deformując się, dzieli się na dwie mniejsze krople. Zauważają, że napięcie powierzchniowe tej kropli jest zmniejszane przez jej ładunek i oszacowują, że przy  $Z \approx 100$  napięcie to zmniejszy się do zera (czyli zaniknie kroplowa bariera na rozszczepienie). Przewidują dodatkowo, że całkowita kinetyczna energia fragmentów do rozszczepienia będzie równa około 200 MeV. Według nich rozszczepienia jąder uranu, indukowane poprzez pochłonięcie neutronu, jest procesem klasycznym, do którego nie potrzeba stosować kwantowo-mechanicznego efektu tunelowania, który w tym przypadku jest bardzo mały. Zaskakujące jest, że te wnioski i oszacowanie, powstały w tak krótkim czasie bez przeprowadzania większych rachunków, gdyż oboje autorzy tej epokowej pracy byli wtedy na urlopie.

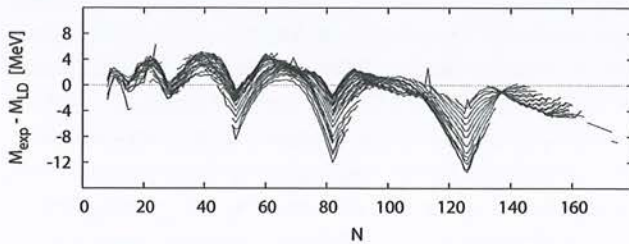
Informacje o tym odkryciu i proponowanym jego wytłumaczeniu przekazał Frisch w pierwszych dniach stycznia 1939 roku Nielsowi Bohrowi, na krótko przed jego wyjazdem do USA. Idea rozszczepienia i deformacji kropli cieczy jądrowej zafascynowała Bohra, który w pół roku później opublikował wspólnie z Johnem A. Wheelerem fundamentalną pracę o rozszczepieniu jąder atomowych [15].

W półtora roku po odkryciu rozszczepienia indukowanego neutronami, G. N. Flerov i K. A. Petrzhak odkryli zjawisko spontanicznego rozszczepienia w naturalnym uranie i określili średni czas życia tych jąder na  $10^{16}$  do  $10^{17}$  lat [17]. Był to wynik bardzo zbliżony do obecnie znanego czasu życia  $^{238}\text{U}$ , który wynosi  $T_{sf} = 8,1 \cdot 10^{15}$  y. W tym przypadku rozszczepienie zachodziło dzięki kwantowo-mechanicznemu tunelowaniu bariery potencjału a nie dzięki efektom statystycznym w rozpadzie wzbudzonych poprzez pochłonięcie neutronu jąder, o których pisali Bohr i Wheeler [15].

Fizycy szybko zdali sobie sprawę ze znaczenia tego nowego odkrycia oraz szans i zagrożeń związanych z praktycznym wykorzystaniem tego zjawiska, o czym świadczy np. memorandum Otto Frischa i Rudolfa Peierlsa z marca 1940 roku, ostrzegające przed możliwością skonstruowania superbomby przez nazistowskie Niemcy. Dalszy ciąg prac nad zastosowaniem techniczno-militarnym rozszczepienia jąder atomowych jest powszechnie znany.

Bardzo szybko się okazało, że model kroplowy, mimo wielu ulepszeń dodanych przez kontynuatorów idei von Weizsaeckera, nie jest w stanie opisać dokładnie energii wiązania znanych izotopów. Szczególnie duże odstępstwa pojawiały się dla jąder o liczbach protonów lub neutronów równych: 2, 8, (14), 20, 28, 50, 82 i 126 dla neutronów, które są znacznie bardziej związane niż sąsiednie izotopy, co można zaobserwować na rysunku 7, w którym parametry kropli wzięto z pracy [18]. Te odstępstwa od modelu kroplowego, jak i dane spektroskopowe sugerowały, że w jądrach atomowych występują silne kwantowe efekty powłokowe. Prosty model powłokowy oparty na central-

nym potencjale, np. oscylatora harmonicznego, nie był w stanie odtworzyć liczb magicznych, odpowiadających zamkniętym powłokom protonowym, czy neutronowym, podobnie jak to dzieje się w zamkniętych powłokach elektronowych w atomach gazów szlachetnych. Dopiero dodanie sprzężenia spin-orbita do uśrednionego potencjału jądrowego pozwoliło Marii Goeppert-Meyer [19] i niezależnie zespołowi kierowanemu przez J. Hansa D. Jensa [20] na wyjaśnienie pochodzenia obserwowanych



Rys. 7. Różnica mas znanych izotopów i ich oszacowań w modelu kroplowym [18]

liczb magicznych, jak i odtworzenie najniższych stanów wzbudzonych jąder o nieparzystej liczbie protonów, czy neutronów. Narodził się w ten sposób model powłokowy jądra atomowego, w którym nukleony poruszały się niezależnie w studni potencjału wytworzonego poprzez pozostałe protony i neutrony.

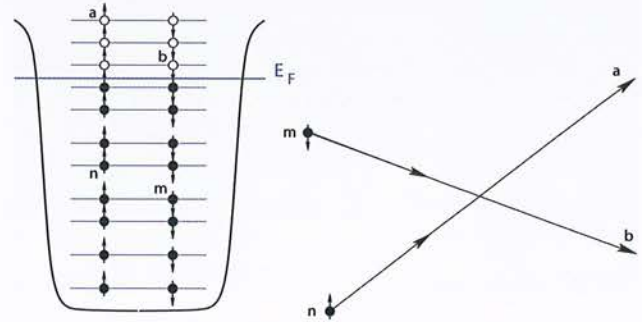
Pozornie może się wydawać, że oba modele: kroplowy i powłokowy są sprzeczne ze sobą, ale tak nie jest. Wynika to z podstawowych praw fizyki: zakazu Pauliego oraz zasad zachowania energii, pędu, czy momentu pędu. Aby lepiej to zrozumieć, prześledźmy zderzenie dwóch nukleonów znajdujących się na orbitach 'm' i 'n', o energiach mniejszych niż energia Fermiego, poniżej której w stanie podstawowym jądra wszystkie stany jedno cząstkowe są obsadzone, jak to przedstawiono na rysunku 8. Po zderzeniu

$$\vec{p}_m + \vec{p}_n = \vec{p}_a + \vec{p}_b; \quad e_m + e_n = e_a + e_b,$$

nukleony mogą zająć nieobsadzone stany 'a' i 'b' znajdujące się ponad poziomem Fermiego ( $e_a > E_F$  i  $e_b > E_F$ ), co jest jednak zabronione przez zasadę zachowania energii. A więc zderzającym się nukleonom nie pozostaje nic innego jak pozostać w swoich pierwotnych stanach kwantowych lub zamienić się miejscami, co jednak nie ma znaczenia, gdyż w mechanice kwantowej cząstki są nierozróżnialne. Oznacza to, że pod powierzchnią Fermiego nie ma zderzeń i cząstki są swobodne, chociaż są upakowane w jądrze z olbrzymią gęstością równą  $0,16$  nukleon/ $\text{fm}^3$ .

Jądra o zamkniętych powłokach, czyli o magicznej liczbie nukleonów są sferyczne, ale dołożenie walencyjnych nukleonów oddziałujących ze sferycznym rdzeniem wywołuje deformację średniego potencjału jądrowego i rozkładu gęstości nukleonów. Dlatego też jądra o liczbach protonów i neutronów dalekich od liczb magicznych są zdeformowane już w stanie podstawowym, o czym świadczy niezerowa wartość ich elektrycznego momentu

kwadrupolowego. W 1955 roku Sven G. Nilsson zastosował zdeformowany potencjał oscylatora harmonicznego z członem odpowiedzialnym za sprzężenie spin-orbita i wyrazem pogłębiającym ten potencjał dla stanów o dużym momencie orbitalnym, do opisu stanów jedno cząstkowych jąder atomowych [21]. Potencjał Nilssona dobrze odtwarzał spiny jąder o nieparzystej liczbie nukleonów oraz ich najniższe stany wzbudzone i był podstawą wielu obliczeń mikroskopowych ze struktury jąder.



Rys. 8. Model Fermiego cząstek niezależnych

Ani model Nilssona, ani inne bardziej zaawansowane uśrednione potencjały jedno cząstkowe (np. Woodsa-Saxona, czy potencjału średniego dla sił Yukawy) nie były w stanie odtworzyć spektrum stanów wzbudzonych jąder o parzystych liczbach protonów i neutronów, w których obserwowano dużą przerwę energetyczną między stanem podstawowym a pierwszym wzbudzonym. Zauważono też, że jądra o parzystej liczbie nukleonów są bardziej związane niż sąsiednie jądra nieparzyste. Aage Bohr, Ben R. Mottelson i David Pines wykazali, że efekty te pochodzą od oddziaływań pairing, kojarzących nukleony w pary, podobne do elektronowych par Coopera w nadprzewodnikach niskotemperaturowych [22]. W ten sposób teoria Bardeena, Coopera i Schrieffer'a (BCS) weszła na stałe do fizyki jądrowej, znacznie zbliżając oszacowania modelowe obserwabli jądrowych do ich wartości doświadczalnych.

Niestety próby znalezienia deformacji równowagi jąder, czy wysokości barier na rozszczepienie, poprzez badanie zależności od deformacji sumy energii jedno cząstkowych obsadzonych stanów w zdeformowanym potencjale Nilssona, czy energii BCS, skończyły się niepowodzeniem [23]. Takie podejście zawierało systematyczny błąd, gdyż podwójne w nim zliczano energię potencjalną pochodzącą od oddziaływań nukleon-nukleon i nawet renormalizacja tych wyników przy pomocy twierdzenia o viriale, niewiele poprawiła. Przełom w obliczeniach energii wiązania jąder przyniósł dopiero model mikroscopowo-makroskopowy zaproponowany w 1966 roku niezależnie przez Williama D. Myersa i Władysława J. Świąteckiego [24] i Vilena M. Strutyńskiego [25].

W modelu makroskopowym energia wiązania jąder jest sumą energii makroskopowej i poprawek mikroscopowych pochodzących od efektów powłokowych i sił

kojarzących nukleony w pary. Składowa makroskopowa energii jest wyznaczana w modelu kropłowym lub jego późniejszych rozwinięciach. Energia powłokowa jest najczęściej obliczana metodą Strutyńskiego [25] jako różnica między sumą energii jednocząstkowych, a energią jądra w którym rozmyto strukturę powłokową. Poprawkę ze względu na oddziaływania pairing wyznacza się w modelu BCS. Współczesne wersje model makroskopowo-mikroskopowego bardzo dobrze odtwarzają energie wiązania jąder i wysokości barier na rozszczepienie (patrz np. [18]).

Alternatywą do podejścia mikroskopowo-makroskopowego są teorie mikroskopowe, w których energię jądra wyznacza się wychodząc z efektywnych oddziaływań nukleon-nukleon w jądrze np. typu Skyrme'a [26], czy Gogny [27], lub wychodząc z poziomu subjądrowego w relatywistycznej teorii średniego pola [28]. Niestety większość z modeli mikroskopowych przy danym zestawie dopasowywalnych parametrów opisuje dobrze tylko pewien typ obserwabli, np. energie wiązania, czy wysokości barier na rozszczepienie lub własności spektroskopowe, albo stosuje się do jąder określonego obszaru masowego. W przypadku oddziaływań Skyrme'a prowadzi to dużej liczby zestawów parametrów (ponad sto!) stosowanych obecnie do opisu różnych własności jąder. Poszukiwanie optymalnego zestawu tych parametrów o ogólniej właściwej postaci jądrowego funkcjonu gęstości energii jest jednym z ważniejszych kierunków rozwoju współczesnej teorii jądra atomowego [29]. Z obecnie stosowanych teorii mikroskopowych stosunkowo najbardziej uniwersalną jest metoda Hartree–Focka–Bogolubova oparta na oddziaływaniu Gogny, odtwarzająca dość dobrze własności zarówno lekkich, jak i ciężkich jąder.

#### Literatura

- [1] H. Geiger, E. Marsden, Proc. Royal Soc. A 82, 495 (1909).
- [2] E. Rutherford, Phil. Magazine, Ser. 6, 21, 669 (1911).
- [3] N. Bohr, Phil. Mag. 26: 1–25, 476–502, 857–875 (1913).
- [4] W. Gerlach, O. Stern, Zeit. Phys. 9, 349 (1922); Ann. Physik 74, 673 (1924).
- [5] G. E. Uhlenbeck, S. Goudsmit, Naturwissenschaften 47, 953 (1925).
- [6] D. M. Dennison, Proc. Royal Soc. A 115, 483 (1927).
- [7] J. Duck, E. C. G. Sudarshan, *Pauli and the spin-statistics*, World Scientific, 1997.
- [8] J. Chadwick, Nature 192, 312 (1932).
- [9] H. Yukawa, Proc. Phys. Math. Soc. Jap. 17, 48 (1935).
- [10] J. J. Thomson, Proc. Royal Soc. A 89, 1 (1913).
- [11] C. F. v. Weizsaecker, Zeit. Phys. 96, 431 (1935).
- [12] G. Gamow, Proc. Roy. Soc. A 126, 63 (1930).
- [13] O. Hahn and F. Strassmann, Naturwiss. 27, 11 (1939).
- [14] L. Meitner and O. R. Frisch, Nature 143, 239 (1939).
- [15] N. Bohr and A. Wheeler, Phys. Rev. 56, 426 (1939).
- [16] E. Fermi, E. Amaldi, B. Pontecorvo, F. Rasetti, E. Segrè, Ricerca scientifica 5, 282 (1934).
- [17] G. N. Flerov, K. A. Petrzhak, Phys. Rev. 58, 89 (1940); Journ. of Phys. (USSR) 3, 275 (1940).
- [18] K. Pomorski, J. Dudek, Phys. Rev. C67, 044316 (2003).
- [19] M. Goepfert-Mayer, Phys. Rev. 75, 1969 (1949).
- [20] O. Haxel, J. H. D. Jensen, H. E. Suess, Phys. Rev. 75, 1766 (1949).
- [21] S. G. Nilsson, Kgl. Danske Videnskab. Selskab., Mat.-Fys Medd., vol. 29, No. 16, 1955.
- [22] A. Bohr, B. R. Mottelson, D. Pines, Phys. Rev. 110, 936 (1958).
- [23] D. R. Bès, Z. Szymański, Nucl. Phys. 28, 42 (1961).
- [24] W. D. Myers, W. J. Świątecki, Nucl. Phys. 81, 1 (1966).
- [25] V. M. Strutinsky, Sov. J. Nucl. Phys. 3, 449 (1966); Nucl. Phys. A95, 420 (1967); *ibid.* A122, 1 (1968).
- [26] T. H. R. Skyrme, Nucl. Phys. 9, 615 (1958); D. Vautherin, D. M. Brink, Phys. Rev. C 5, 626 (1972).
- [27] D. Gogny, *Proc. Int. Conf. on Nucl. Phys., Munich, 1973* eds. J. de Boer, H. J. Mang (North Holland, Amsterdam, 1973) vol. 1, pp. 48; J. Dechargé, D. Gogny, Phys. Rev. C 21, 1568 (1980).
- [28] B. D. Serot, J. D. Walecka, Adv. Nucl. Phys. 16, 1 (1986); P. Ring, Prog. Part. Nucl. Phys. 37, 193 (1996).
- [29] G. F. Bertsch, D. J. Dean, W. Nazarewicz, *Universal Nuclear Energy Density Functional: Computing Atomic Nuclei*, SciDAC Review, Issue 6, 42, 2007, [www.scidacreview.org/0704/html/unedf.html](http://www.scidacreview.org/0704/html/unedf.html)

---

# Olimpiada Fizyczna 2011/12

Jan Mostowski • Instytut Fizyki PAN

Olimpiada Fizyczna została, jak co roku od sześćdziesięciu lat, przeprowadzona przez Polskie Towarzystwo Fizyczne.

Sytuacja OF w ostatnich latach ulegała zmianie. Nie pisaliśmy o tym w Postęпах Fizyki, jest więc może czas na pewne podsumowanie. Wiele problemów dotyczy nie tylko Olimpiady Fizycznej, ale jest wspólnych również dla innych olimpiad przedmiotowych.

Olimpiady finansowane są przez Ministerstwo Edukacji Narodowej. Dbanie o rozwój zdolnej młodzieży poprzez olimpiady przedmiotowe jest jednym z zadań Ministerstwa. Kilka lat temu Ministerstwo uznało, że finansowanie olimpiad musi odbywać się w ramach ustawy o zamówieniach publicznych. W efekcie skupiono się na przetargach na wykonawcę, kosztorysach, sprawozdaniach finansowych itd. Zamiast na wspieraniu zdolnej młodzieży, MEN koncentruje się wyłącznie na stronie formalno-finansowej.

Największe znaczenie dla MEN ma wyłanianie organizatorów w drodze konkursów, kontrola nad wydawaniem pieniędzy zgodnie z harmonogramem i bardzo szczegółowo określonymi poszczególnymi zadaniami. Nie przekłada się to, niestety, w żaden sposób na poziom finansowania. Wprost przeciwnie, MEN twierdzi, że organizatorzy olimpiad powinni znajdować sobie sponsorów. W taki sposób wysocy urzędnicy MEN traktują ustawowy obowiązek organizacji olimpiad i dbania o zdolną młodzież. Uważają, że brak stabilizacji i szczegółowe kontrole finansów przyczynią się do wykształcenia zdolnej młodzieży i zapewnienia jej sukcesów?

Rok 2012/13 jest ostatnim rokiem, gdy Polskie Towarzystwo Fizyczne będzie organizatorem OF. O ile nie zmienią się przepisy, to wkrótce odbędzie się kolejny przetarg na organizatora Olimpiady i wcale nie jest powiedziane, że PTF go wygra. W sytuacji ograniczeń finansowych i braku stabilności organizatorom coraz trudniej jest znaleźć ludzi chętnych do pracy przy Olimpiadzie.

Na czele Olimpiady Fizycznej stoi Komitet Główny z siedzibą w Warszawie. Przewodniczącym Komitetu jest prof. Piotr Kossacki z Uniwersytetu Warszawskiego, nawiasem mówiąc laureat OF w latach 1988 i 1989. W 13 miastach uniwersyteckich działają Komitety Okręgowe Olimpiady Fizycznej. W sumie w działalność Olimpiady zaangażowanych jest około 150 osób z całego kraju.

Olimpiada Fizyczna jest wieloetapowym konkursem. W pierwszej części etapu pierwszego (w okresie od początku roku szkolnego do 15 października), uczestnicy mają rozwiązać, w domu lub pracowni szkolnej, 15 stosunkowo prostych zadań. W przeciwieństwie do zadań typowo szkolnych, te zadania wymagają od uczniów przede wszystkim zrozumienia zagadnień fizycznych. Niektóre z nich są jakościowe (czy dana wielkość wzrośnie czy zmaleje w określonych warunkach). Pewnie dlatego uznawane są przez uczniów za trudne.

Druga część pierwszego etapu polega na rozwiązaniu, w warunkach domowych lub szkolnych, trzech (spośród podanych czterech) zadań rachunkowych oraz dwóch (spośród podanych trzech) zadań doświadczalnych. Jedno z zadań rachunkowych wymaga obliczeń numerycznych, wykonywanych przy użyciu komputera. W ten sposób organizatorzy Olimpiad starają się popularyzować zastosowanie komputerów w fizyce.

Zadania doświadczalne stwarzają dużą trudność uczestnikom. Większość uczniów, uczestników Olimpiady, nigdy nie wykonywała doświadczeń fizycznych ani chemicznych, nie ma więc zupełnie żadnych wskazówek, jak należy je wykonywać i opisywać. Bardzo trudno będzie to zmienić bez współpracy z nauczycielami i wprowadzaniu doświadczeń jako niezbędnego elementu nauki szkolnej.

Zadania pierwszego etapu nie wymagają w zasadzie większej wiedzy niż wymaganej na maturze z fizyki. W moim przekonaniu są one jednak wyraźnie trudniejsze niż zadania maturalne. Ich rozwiązanie wymaga nie tylko pewnego opanowania z prawami fizycznymi, ale również biegłego nimi operowania, często z wielu działów fizyki w jednym zadaniu.

Rozwiązania zadań są sprawdzane przez Komitety Okręgowe Olimpiady Fizycznej. O przejściu do kolejnego etapu decyduje suma uzyskanych punktów. W całym kraju obowiązuje jeden próg punktowy przejścia do drugiego etapu.

W pierwszym etapie wzięło udział 776 uczestników. Jest to nieco więcej niż w poprzednim roku choć mniej niż średnia z poprzednich kilku lat.

Drugi etap odbywa się w warunkach kontrolowanych w 13 okręgach. Składa się z dwóch części – teoretycznej i doświadczalnej. W pierwszej części uczestniczyło 522 osób. Polegała ona na rozwiązaniu trzech za-

dań rachunkowych. Zadania dotyczyły elektromagnetyzmu i ruchu cząstek w polu magnetycznym, mechaniki bryły sztywnej oraz termodynamiki gazów i przemiany gaz–ciecz. Ich poziom trudności był, moim zdaniem, nieco wyższy od zadań stopnia pierwszego. Trudno jest porównywać poziom tych zadań z zadaniami maturalnymi, tu stopień trudności jest wyraźnie wyższy.

Autorzy najlepszych rozwiązań zostali dopuszczeni do części doświadczalnej drugiego etapu. Pierwsza część drugiego etapu stanowi największą selekcję kandydatów, przejście do części doświadczalnej tego etapu jest naprawdę bardzo trudne i wymaga od uczestników dużej wiedzy i umiejętności z fizyki.

W części doświadczalnej drugiego etapu wzięło udział 158 uczestników ze wszystkich okręgów. Uczestnicy mieli rozwiązać jedno zadanie doświadczalne, polegające na pomiarze pola magnetycznego magnesu stałego w funkcji odległości od magnesu w dwóch prostopadłych kierunkach. Używana była metoda kompensacyjna, pole magnetyczne magnesu należało skompensować polem magnetycznym cewki z prądem.

Finał, czyli ostatni trzeci etap Olimpiady Fizycznej odbył się w dniach 14–17 kwietnia 2012 w Warszawie. Pierwszego dnia uczestnicy rozwiązywali zadanie doświadczalne. Zadanie polegało na wyznaczeniu modułu Younga włosa ludzkiego, przy użyciu prostych przyrządów i składało się z kilku elementów. Pierwszy to wyznaczenie przekroju poprzecznego lub średnicy włosa. Tu można było wykorzystać soczewkę wypukłą, która pozwalała na porównanie średnicy włosa ze średnicą wkładu ołówkowego (o podanej średnicy). Druga część polegała na wyznaczeniu wydłużenia włosa pod wpływem danej siły. Jedną z możliwości było wykonanie dźwigni z linijki i obciążanie jej monetami o podanej masie. Na podstawie uzyskanych wyników można było wyznaczyć moduł Younga włosa.

Drugiego dnia zawodów uczniowie rozwiązywali zadania rachunkowe. Pierwsze zadanie polegało na wyznaczeniu pola elektrostatycznego wytworzonego przez naładowaną jednorodnie nić o podanej kształcie. Trzeba było wykorzystać wiedzę szkolną oraz zauważyć i wykorzystać symetrię układu. Drugie zadanie polegało na wyznaczeniu temperatury ciała doskonale czarnego w kształcie walca oświetlonego danym strumieniem światła. Dodatkową trudnością były zwierciadła odbijające zarówno promieniowanie padające na układ jak i promieniowanie pochodzące od rozgrzanego walca. Ostatnie zadanie polegało na badaniu ruchu wahadła składającego się z przewodzącego drutu, przez który płynie prąd i umieszczonego w polu magnetycznym. Pełną treść zadań można znaleźć na stronie [www.kgof.edu.pl](http://www.kgof.edu.pl).

Oprócz zawodów uczestnicy mieli różne atrakcje – wizytę w Centrum Nauki Kopernik, wizytę w Muzeum Powstania Warszawskiego. Bardzo ciekawe było też spo-

tkanie olimpijczyków z członkami Komitetu Głównego, gdzie omówiono zadania, ich rozwiązania i punktację.

W finale wzięło udział 69 uczniów. Rozwiązania zadań były sprawdzone przez członków Komitetu Głównego Olimpiady. Wyłoniono 18 laureatów, pozostali uzyskali tytuł finalisty. Pełną listę można znaleźć na stronie [www.kgof.edu.pl](http://www.kgof.edu.pl). Zwycięzcą Olimpiady został Michał Pacholski, uczeń pana mgra Roberta Stasiaka z XIV LO im. Stanisława Staszica w Warszawie.



Zdobywca I miejsca na 61. Olimpiadzie Fizycznej, Michał Pacholski (po prawej) z XIV LO w Warszawie, uczeń Roberta Stasiaka (po lewej)

Wynik pana Pacholskiego to 84 punkty na 100 możliwych. Ten wynik jest zbliżony do średniej z wielu ostatnich lat. Poziom trudności zadań finałowych nie odbiegał od poziomu z poprzednich lat, można więc wysnuć wniosek, że przygotowanie czołwki naszych uczniów nie zmienia się znacząco.

Ten argument można przeciwstawić powszechnemu odczuciu, że poziom nauczania fizyki w szkołach gwałtownie się obniża. Uważam, że taki pogląd ma swoje uzasadnienie, choć nie jest łatwo wskazać twarde fakty świadczące o takim procesie. Nie sądzę jednak, by dotyczyło to czołwki polskich uczniów. Ich wiedza i umiejętności nie są zależne od średniego poziomu nauczania fizyki w kraju.

Pięciu uczestników Olimpiady Fizycznej, którzy uzyskali najlepsze wyniki zostało zaproszonych do udziału w 43 Międzynarodowej Olimpiadzie Fizycznej. Byli to:

- Michał Pacholski, XIV LO im. Stanisława Staszica w Warszawie
- Bartłomiej Zawalski, XIV LO im. Stanisława Staszica w Warszawie
- Kacper Oreszczuk, VI LO im. Jana Kochanowskiego w Radomiu
- Jan Rydzewski, V LO im. Ks. Józefa Poniatowskiego w Warszawie
- Filip Ficek, V LO im. Augusta Witkowskiego w Krakowie.

Międzynarodowa Olimpiada Fizyczna odbyła się w dniach 15–24 lipca tego roku w Estonii, w Tallinie i Tartu. Organizowana była przez tamtejsze uniwersytety. Wzięło w niej udział 81 krajów. Poszczególne ekipy liczyły najwyżej 5 uczestników. Olimpiada polega na rozwiązaniu trzech zadań rachunkowych i dwóch zadań doświadczalnych przygotowanych przez organizatorów. Treści zadań można znaleźć na stronie [www.ipho2012.ee](http://www.ipho2012.ee). Uczestnicy rozwiązują zadania w swoich językach narodowych. Rozwiązania są oceniane przez organizatorów oraz opiekunów z poszczególnych krajów.

Pierwsze zadanie doświadczalne polegało na wyznaczeniu kształtu powierzchni wody za pomocą pomiaru kąta odbicia promienia laserowego. Pod powierzchnią wody znajdował się silny magnes, który wypychał wodę z obszaru nad magnesem. Powierzchnia wody nie była więc płaska. Drugie doświadczenie polegało na zbadaniu „czarnej skrzynki”, za pomocą pomiarów elektrycznych. Wewnątrz „czarnej skrzynki” znajdowała się między innymi dioda tunelowa, która powodowała nieliniowe zależności między napięciami na zaciskach i natężeniem płynącego prądu.

Zadania rachunkowe dotyczyły termodynamicznych aspektów powstawania gwiazdy, działania „kroplomierza Kelvina”, gdzie moment oderwania się kropli wody regulowany jest napięciem elektrycznym. Trzecie zadanie, uznane za najtrudniejsze, dotyczyło szacowania kilku wielkości fizycznych w danych warunkach. Pełną treść zadań można znaleźć na stronie [www.ipho2012.ee](http://www.ipho2012.ee).

Olimpiada nie prowadzi klasyfikacji drużyn krajowych, nie można więc powiedzieć, która drużyna narodowa wypadła najlepiej. Można tylko powiedzieć ogólnie, że dominują uczestnicy z krajów Azji południowo-wschodniej.

Zwycięzcą Międzynarodowej Olimpiady Fizycznej został Atilla Szabo z Węgier. Przełamał on wieloletnią dominację Chińskich zawodników, choć uczestnicy z Chin

i tym razem wypadli bardzo dobrze. Pełną listę medalistów można znaleźć na stronie [www.ipho2012.ee](http://www.ipho2012.ee).

Polscy uczestnicy uzyskali następujące wyniki:

- Filip Ficek: srebrny medal
- Kacper Oreszczuk: brązowy medal
- Michał Pacholski: złoty medal
- Jan Rydzewski: brązowy medal
- Bartłomiej Zawalski: wyróżnienie.

Należy uznać, że są to bardzo dobre wyniki, tym bardziej, że zadania olimpijskie były bardzo trudne.



Polska drużyna biorąca udział w tegorocznej Międzynarodowej Olimpiadzie Fizycznej. Od lewej: Michał Pacholski, Kacper Oreszczuk, Jan Rydzewski, Filip Ficek, Bartłomiej Zawalski. Na pierwszym planie – przewodniczka z Estonii

Uczestnictwo i medale w Międzynarodowej Olimpiadzie Fizycznej nie dają żadnych bezpośrednich korzyści. Tym niemniej polskie władze oświatowe jak również wiele uniwersytetów bardzo wysoko ceni dobre wyniki na Olimpiadzie.

Kolejna edycja Olimpiady Fizycznej rozpocznie się we wrześniu 2012 i będzie trwać do kwietnia 2013. Międzynarodowa Olimpiada Fizyczna odbędzie się w Danii w lipcu 2013. Gorąco zachęcam uczniów szkół do uczestnictwa w Olimpiadzie.



## Wspomnienie o Macieju Suffczyńskim (1926–2004)

Stanisław Olszewski • Instytut Chemii Fizycznej PAN

Tuż po wojnie fizyka teoretyczna w Warszawie miała dwóch wybitnych przedstawicieli z okresu przedwojennego. Byli to: osiadły w stolicy już od lat dwudziestych ubiegłego wieku Czesław Białobrzewski i repatriowany ze Lwowa po 1945 roku Wojciech Rubinowicz.

Białobrzewski zajmował się głównie termodynamiką oraz podstawami filozoficznymi fizyki, podczas gdy Rubinowicz prowadził – z niewielkim zespołem – przede wszystkim badania z optyki, zarówno klasycznej jak i kwantowej. Wyraźny wzrost liczby osób zajmujących się fizyką teoretyczną nastąpił wraz z powrotem do kraju (około roku 1950-go) Leopolda Infelda. Stał on na czele warszawskiej fizyki teoretycznej, uzyskując jednocześnie możliwość znacznego zwiększenia liczby etatów dla osób zajmujących się tą dziedziną nauki. Jednym z pierwszych asystentów Infelda został, przybyły z Krakowa, Maciej Suffczyński.



Maciej Suffczyński urodził się 25 października 1926 roku jako syn starszego asystenta Kliniki Chirurgicznej Uniwersytetu Jagiellońskiego. Szkołę podstawową – wówczas mówiono „powszechną” – ukończył w Bydgoszczy, a do pierwszej klasy gimnazjum (w roku szkolnym 1938/39) uczęszczał w Łodzi. W czasie okupacji został z rodzicami wysiedlony z polskich terenów przyłączonych do Rzeszy Niemieckiej i przebywał w Piotrkowie Trybunalskim. Tam przerabiał program gimnazjum na tajnych kompletach i w 1944 roku złożył egzamin dojrzałości. Ucząc się pracował jednocześnie w warsztacie krawieckim, aby nie zostać wywiezionym do Niemiec na roboty. Po wojnie,

w październiku 1945 roku zapisał się na Wydział Matematyczno-Przyrodniczy (sekcja fizyki) Uniwersytetu Jagiellońskiego. Po śmierci ojca (w roku 1946) utrzymywał się samodzielnie. 1 września 1947 roku został młodszym asystentem w II-gim Zakładzie Fizyki Doświadczalnej UJ. W lutym 1950 roku uzyskał stopień magistra fizyki i od początku października tego roku objął etat starszego asystenta w II-gim Zakładzie Fizyki Teoretycznej UW.

Początkowo Suffczyński zajął się badaniami dotyczącymi teorii pola i teorii cząstek elementarnych – publikując w ramach swego doktoratu (zwanego wówczas pracą kandydacką i ukończonego już w roku 1952-gim) kilka oryginalnych prac z tego zakresu. Z kolei prowadzona wówczas na warszawskiej fizyce działalność dydaktyczna dała – na podstawie wykładów Infelda z elektrodynamiki – skrypt uniwersytecki z tego przedmiotu, opracowany przez Suffczyńskiego wspólnie z Józefem Werlem oraz Romanem Teisseyrem. W latach późniejszych skrypt ten stał się punktem wyjścia do opracowanego, już samodzielnie przez Suffczyńskiego, obszernego podręcznika *Elektrodynamika* (w 1966 roku wyróżnionego pierwszą nagrodą Ministra Szkolnictwa Wyższego za podręcznik akademicki).

Jednak nie teoria pola miała się stać główną domeną badań Suffczyńskiego w przyszłości. Zajął się on bowiem zupełnie wówczas w Polsce nową dziedziną fizyki, którą była kwantowa teoria ciała stałego, w szczególności teoria pasmowa stanów elektronowych w kryształach. Początkowo główną uwagę skierował Suffczyński na tak zwana metodę wiązania ciasnego i próby jej adaptacji do opisu struktury elektronowej metali przejściowych. Wraz z Marią Miąsek, której pracę doktorską z dziedziny teorii ciała stałego nadzorował, dokonał adaptacji tej metody dla cyny. Był to istotny postęp w zastosowaniach metody ciasnego wiązania, bo dotyczył kryształu o symetrii heksagonalnej, podczas gdy wcześniejsze prace cytowane w literaturze ograniczały się niemal wyłącznie do kryształów o symetrii kubicznej. Niedługo po doktoracie, bo w końcu lat pięćdziesiątych ubiegłego wieku, Suffczyński otrzymał stypendium pozwalające mu na dłuższy (niemal dwuletni) staż naukowy w Imperial College w Londynie. Tam nawiązał współpracę z ówczesnym szefem Wydziału Matematyki Imperial College, Harrym Jonesem, który był wybitnym specjalistą z zakresu kwantowej (pasmowej) teorii metali.

Suffczyński pracował początkowo przy redagowaniu, klasycznej obecnie pozycji książkowej Jonesa, dotyczącej własności stref Brillouina i stref Jonesa w kryształach, uzyskując w przedmowie książki specjalne podziękowanie autora. Następnie podjął własne badania dotyczące przede wszystkim własności optycznych metali. Kontynuował je zarówno w kraju (gdzie głównym polem jego działalności stał się Instytut Fizyki PAN), jak i podczas staży zagranicznych, zwłaszcza długiego stażu na Uniwersytecie w Rochester (USA) współpracując głównie z Davidem L. Dexterem.



Ogólnie biorąc badaniom optycznych własności ciał stałych, zwłaszcza z punktu widzenia symetrii kryształów, Suffczyński pozostał wierny właściwie do końca swej działalności naukowej. Początkowo przedmiotem jego badań były metale, głównie szlachetne, a także uwarunkowania

ich zachowań związane z własnościami przewodzącymi gazu elektronowego. Później przedmiotem zainteresowań Suffczyńskiego stały się ekscytyny w półprzewodnikach. Badając ich własności Suffczyński sięgnął do podstaw zarówno teorii pasmowej (całki wielocentrowe) i teorii oddziaływań (rozszczipienie wymienne w ekscytonach, efekt Zeemana w ekscytonach, oddziaływania pomiędzy nośnikami prądu i stanami nieobsadzonymi). Osobną gałąź zainteresowań stanowią prace dotyczące własności symetrii stanów elektronowych w kryształach oraz reguły wyboru dla przejść optycznych.

Zainteresowania Suffczyńskiego własnościami symetrii obejmowały także zachowanie się grup podwójnych w kryształach oraz obliczanie współczynników Clebscha–Gordana. Osobnym zagadnieniem, rozwiniętym w późniejszej fazie działalności był wpływ jonów ujemnych na odchylenia symetrii biegu wiązek molekularnych.

Jako hobby naukowe Suffczyński traktował swoje zainteresowania historią fizyki, zwłaszcza historią tej dyscypliny w Polsce. Nie były to jednak zainteresowania marginalne skoro w ich wyniku powstały krótkie (ogłoszone w *Postęпах Fizyki*) i chyba trudno dostępne gdzie indziej, biografie – między innymi Mieczysława Wolfkego i Władysława Opęchowskiego.

Cechą charakterystyczną Macieja Suffczyńskiego był ciągle aktywny, dociekliwy umysł badawczy połączony z dużym komponentem krytycyzmu. Formalnie jego kariera naukowa rozwijała się stosunkowo bardzo szybko: docentem zostaje w czerwcu 1956, profesorem nadzwyczajnym we wrześniu 1962, profesorem zwyczajnym w czerwcu 1969 roku. Wypromował 15 doktorów fizyki.

Na zakończenie pozwalam sobie przytoczyć charakterystyczną opinię o Macieju Suffczyńskim, napisaną w dniu 24 maja 1953 roku, a więc jeszcze na początku jego drogi naukowej:

*Opinia. Maciej Suffczyński pracuje w dziale u nas w Polsce b. deficytowym, w teorii ciała stałego. Dobry naukowiec, sumienny, b. prawy. Dobry wykładowca – społecznie b. dobry. Prof. Leopold Infeld.*

Maciej Suffczyński zmarł w Warszawie dnia 3 września 2004 roku.

---

# Terapia protonowa, cyklotrony AIC 144 i PROTEUS oraz ramie GANTRY czyli Centrum Cyklotronowe BRONOWICE

Małgorzata Nowina Konopka • Instytut Fizyki Jądrowej im. H. Niewodniczańskiego PAN

---

**Streszczenie.** W krakowskim Instytucie Fizyki Jądrowej im. H. Niewodniczańskiego PAN powstaje Centrum Cyklotronowe Bronowice. W oparciu o izochroniczny cyklotrom AIC 144 oraz cyklotron Proteus 235 i stanowisko gantry będzie tam prowadzona terapia hadronowa wszelkiego typu nowotworów znajdujących się w dowolnej części ciała ludzkiego. W lutym 2011 r. w IFJ PAN uruchomiono z sukcesem terapię protonową nowotworów gałki ocznej, co jest pierwszym tego typu zabiegiem nie tylko w Polsce, ale i pierwszym w Europie Środkowej.

---

## Wielka inwestycja i kolejne etapy jej realizacji

Rosnąca wciąż liczba zachorowań na nowotwory dzieciętkujące społeczeństwo stała się bodźcem do utworzenia we wrześniu 2006 r. konsorcjum pod nazwą Narodowe Centrum Radioterapii Hadronowej – NCRH, którego członkami zostało 10 znaczących polskich instytucji naukowych i medycznych, a mianowicie: Instytut Fizyki Jądrowej PAN – jako główny koordynator – oraz: Centrum Onkologii – Instytut Marii Curie-Skłodowskiej oddział w Warszawie, Centrum Onkologii – Instytut Marii Curie-Skłodowskiej oddział w Krakowie, Centrum Onkologii – Instytut Marii Curie-Skłodowskiej oddział w Gliwicach, Świętokrzyskie Centrum Onkologii w Kielcach, Uniwersytet Jagielloński, Uniwersytet Warszawski, Uniwersytet Śląski w Katowicach, Warszawski Uniwersytet Medyczny, Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie, Politechnika Warszawska, Instytut Problemów Jądrowych im. Andrzeja Sołtana w Świerku.

Celem NCRH jest kierowanie badaniami związanymi z radioterapią, fizyką medyczną, radiobiologią oraz podejmowanie działań dla rozwoju infrastruktury klinicznej i naukowej dla terapii hadronowej w Polsce.

W 2007 r. konsorcjum NCRH wystąpiło do Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego z wnioskiem o finansowanie projektu z funduszy strukturalnych Unii Europejskiej dla 2007–2013.

Postanowiono, że w IFJ PAN powstanie ośrodek terapii protonowej i będzie miał nazwę Cyklotronowe Centrum Bronowice. Kierownikiem projektu został prof. Paweł Olko – zastępca dyrektora do spraw naukowych IFJ PAN. Celem działalności centrum będzie nieinwazyjne leczenie skomplikowanych nowotworów zlokalizowanych w obszarze całego ciała. Centrum będzie jednocześnie pełniło rolę ośrodka badawczego, w którym prowadzone będą

eksperymenty w zakresie fizyki jądrowej, fizyki radiacyjnej, radiobiologii i inżynierii materiałowej.

Wkrótce plany i zamiary stały się rzeczywistością! Podpisano dwie umowy z Ministerstwem Nauki i Szkolnictwa Wyższego na realizację CCB. W maju 2009 przyznano 117 mln zł na budowę budynku oraz zakup cyklotronu, a w grudniu 2009 na realizację stanowiska gantry kolejne 80 mln zł, czyli razem 197 mln zł. Środki te pochodzą z funduszu Innowacyjna Gospodarka, Narodowa Strategia Spójności oraz z Unii Europejskiej, Europejski Fundusz Rozwoju Regionalnego. Wkrótce rozpisano przetarg na dostawę instalacji cyklotronowej wraz z niezbędną infrastrukturą techniczną, technologiczną i budowlaną. Sama dokumentacja przetargu przekraczała 500 stron różnych specyfikacji.

Przetarg wygrała belgijska firma Ion Beam Application (IBA), z którą drugiego sierpnia 2009 dyrektor IFJ PAN prof. Marek Jeżabek podpisał umowę z o dostawie „pod klucz” cyklotronu Proteus dającego wiązkę protonów o energii 225–250 MeV. Już 10. lutego 2011 uzyskano pozwolenie na budowę.

17. marca 2011 w Instytucie Fizyki Jądrowej PAN odbyła się uroczystość podpisania aktu erekcyjnego i wmurowania go pod budowę Centrum Cyklotronowego Bronowice. W wydarzeniu uczestniczył Prezydent Miasta Krakowa przedstawiciele władz wojewódzkich i kościelnych, dyrektorzy i rektorzy reprezentujący jednostki naukowe i terapeutyczne uczestniczących w NCRH, prezesi... jednym słowem cała śmietanka osobistości. Aula instytutu była wypełniona po brzegi. Najwyraźniej zapalał i zaangażowanie w projekt koordynatorów z IFJ PAN udzieliły się innym. Entuzjazm panujący na sali podgrzała jeszcze emisja filmu dokumentalnego (autorstwa dr. Jerzego Grębosza, IFJ PAN) nakręconego podczas pierwszej radioterapii protonowej. Na akcie erekcyjnym,

który został wmurowany pod fundamenty budynku CCB, złożyli swoje podpisy najważniejsi goście i główni twórcy projektu. Nadeszło szereg listów gratulacyjnych, w szczególności od: Minister Zdrowia Ewy Kopacz, Metropolity Krakowskiego Kardynała Stanisława Dziwisza, Wiceprezesa Polskiej Akademii Nauk Marka Chmielewskiego i innych. Wszystkie listy zostały publicznie odczytane. Zapanowała euforia: kwiaty, okłaski, życzenia... Tylko pogoda nie dopisała, ale i to udało się przezwyciężyć: miejsce wbudowania aktu osłonięto namiotem.

Dzień 17 marca 2011 uznano za datę rozpoczęcia budowy. Harmonogram kolejnych prac przewiduje, że w kwietniu 2012 zostanie zainstalowany belgijski cyklotron, a we wrześniu 2013 centrum ma być oddane do użytku.



Podpisanie umowy z belgijską firmą Ion Beam Application. Od lewej: prof. Jerzy Szwed, podsekretarz stanu w MNiSW, dyrektor IFJ PAN prof. Marek Jeżabek oraz Serge Lamisse, dyrektor ds. sprzedaży IBA

W dniu 9. listopada 2011 w Instytucie Fizyki Jądrowej im. H. Niewodniczańskiego PAN odbyła się kolejna uroczystość: podpisanie umowy z przedstawicielami firmy IBA S.A. na dostawę stanowiska z obracającym ramieniem – tzw. gantry<sup>1</sup>. Centrum Cyklotronowe w krakowskich Bronowicach weszło w ten sposób w drugą fazę budowy. Stanowisko gantry pozwoli na pełne wykorzystanie możliwości nowego cyklotronu, czyli na leczenie guzów nowotworowych umiejscowionych w organizmie ludzkim na dużych głębokościach. Terminem ukończenia budowy CCB wraz z gantry jest rok 2014.

### Specyfika metody

Nasuwa się pytanie, na czym polega nowatorstwo terapii protonowej? Przecież pacjentów z chorobami nowotworowymi zaczęto leczyć przez naświetlanie promieniami rentgenowskimi wkrótce po jego odkryciu, czyli już pod koniec XIX wieku. Odpowiedzią tu jest specyficzne zachowanie protonów.

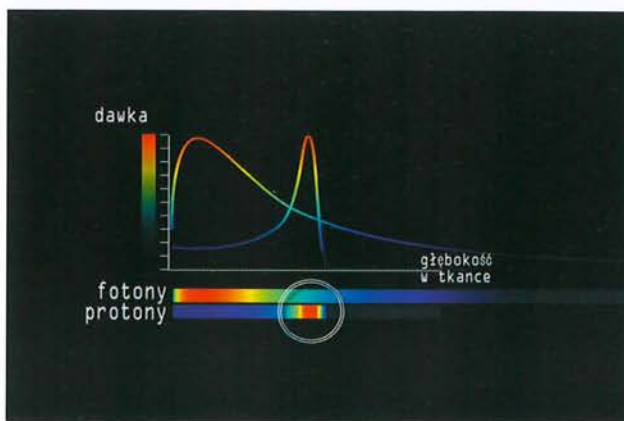
Otóż promieniowanie rentgenowskie wnikając w tkankę stopniowo traci energię. Tuż przy powierzchni tkanki straty energii wiązki są największe, a następnie linio-

wo maleją z głębokością. W konsekwencji wszystkie komórki, zarówno przed jak i za guzem, znajdujące się na drodze promieni rentgenowskich zostają uszkodzone. Natomiast protony rozprężone do pewnej prędkości wchodząc w tkankę tracą początkowo niewiele energii, na pewnej ściśle określonej głębokości ta strata staje się maksymalna, po czym zanika, gdyż protony się zatrzymują. Na wykresie zależności energii od głębokości penetracji powstaje pik, znany jako pik Bragga. Oznacza to, że depozycja energii protonów ma maksimum w wąskim przedziale na końcu zasięgu, czyli protony niszczą tkankę tylko w wybranym obszarze. Na tym właśnie polega ogromna przewaga terapii protonowej w porównaniu z rentgenowską. Można tak dobrać parametry wiązki protonów, żeby zniszczyć wyłącznie komórki nowotworowe, zachowując całkowicie zdrową tkankę wokół guza.

### IFJ PAN koordynatorem projektu

O takim wyborze koordynatora zdecydowało doświadczenie zespołu fizyków i inżynierów z Instytutu Fizyki Jądrowej PAN w pracy z wiązką protonów na cyklotronie AIC 144, oraz odpowiedni teren i zainteresowanie środowiska medycznego.

Do celów medycznych przeznaczono zbudowany w 1992 roku w IFJ PAN cyklotron AIC 144. Maksymalna energia wiązki przyspieszanych protonów, jaką można na nim uzyskać wynosi 60 MeV, co odpowiada zasięgowi 2,5–3 cm w tkance żywej, czyli porównywalnemu ze średnicą oka. Tak więc uruchomienie terapii nowotworów oka stało się pierwszym celem realizowanego projektu.



Straty energii wiązki fotonów i pik Bragga protonów wnikających w głębi tkanki (kadr z filmu J. Grębosza)

Przystosowanie cyklotronu AIC 144 polegało między innymi na optymalizacji parametrów, przebudowie jonowodów, wymianie generatora wysokiej częstotliwości, układu rezonansowego i lampy mocy, usprawnieniu sterowania. Wymieniono też układ chłodzenia, system podający wodór do źródła jonów, układy próżniowe i wykonano wiele jeszcze innych skomplikowanych operacji. W pra-

<sup>1</sup> Gantry z ang. znaczy żuraw, w technice słowo gantry określa konstrukcję wsporczą np. mostu lub zespołu świateł sygnalizacyjnych

cach nad optymalizacją parametrów pola magnetycznego w komorze akceleracji i opracowaniem systemu wprowadzenia wiązki uczestniczyli fizycy ze Zjednoczonego Instytutu Badań Jądrowych w Dubnej.

### Pierwsze eksperymentalne terapie

Budowa stanowiska do radioterapii protonowej trwała sześć lat. Zaczynano od przysłowiowego zera. Najpierw ruszyły prace konstrukcyjne i mechaniczne potem budowa elektroniki obsługującej eksperyment, aż po indywidualne elementy dla pacjenta. Do zakupionego fotela terapeutycznego dostosowano dwa układy RTG dla pozycjonowania pacjenta i zoptymalizowano ich działanie. Do napromienienia tak nietypowo umiejscowionych nowotworów wiązkę szybkich protonów przyspieszonych w cyklotronie izochronicznym AIC 144 formuje się indywidualnie i z ogromną precyzją dla każdego pacjenta. Stanowisko radioterapii wraz z systemami formowania i dozymetrii wiązki protonów zostało skonstruowane przez fizyków, inżynierów i informatyków z IFJ PAN i jednostek współpracujących. W projekcie tym uczestniczyli także fizycy i lekarze z Uniwersytetu Charite w Berlinie.

Przygotowaniem pacjentów do terapii zajęli się lekarze ze Szpitala Uniwersyteckiego Collegium Medicum UJ i Centrum Onkologii w Krakowie. Przed zabiegiem okuliści wszywają choremu do oka znaczniki tantalowe, które jak lusterka odbijają promienie rentgenowskie. Względem tych znaczników ustala się odpowiedni kierunek wiązki protonów. W IFJ PAN przygotowano stanowisko do pracy z pacjentem, gdzie wykonuje się gryzak i maskę dla pacjenta wycina w niej odpowiedni otwór, obrysowuje kontury granic guza, by w formie elektronicznej wprowadzić je do komputera. Wykalibrowano sprzęt dozymetryczny. Dla każdego indywidualnego przypadku projektuje się i weryfikuje kolimatory i modulatory zasięgu oraz oczywiście szczegółowy kształt samej wiązki protonów. Wszystko to wymagało odpowiednich systemów informatycznych i oprogramowania. Uruchomienie stanowiska jest rezultatem pracy wielu specjalistów: fizyków, informatyków, techników i lekarzy.

W dniu 18. lutego 2011 roku w Instytucie Fizyki Jądrowej PAN w Krakowie zakończyła się ostatnia seria napromieniania złośliwego nowotworu, zlokalizowanego wewnątrz gałki ocznej, u dwojga pacjentów. Zależnie od indywidualnych potrzeb seria to 1–3 minutowe nasświetlania wykonywane przez cztery kolejne dni. Chodzi o to, by nie nastąpiła regeneracja lub mutacja nie całkiem zniszczonych komórek rakowych. Podczas całej sesji protony niszcą DNA wszystkich komórek guza. Rehabilitacja polega na stopniowym usuwaniu ich przez organizm.

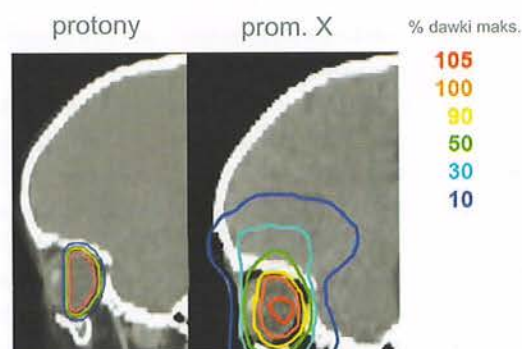
Przeprowadzona seria napromieniania czerniaka (zwanego melanomą) oka jest pierwszym tego typu za-

biegiem nie tylko w Polsce, ale i pierwszym w Europie Środkowej. Wykonały go współpracujące zespoły lekarzy ze Szpitala Uniwersyteckiego w Krakowie, Collegium Medicum UJ i Centrum Onkologii w Krakowie oraz fizyków i techników z Instytutu Fizyki Jądrowej PAN.

Obecnie jest znanych kilka metod leczenia czerniaka oka, a mianowicie: radioterapia czyli brachyterapia i terapia protonowa, termoterapia przezżreniczną, oraz metody chirurgiczne jak: przetwardówkowe wycięcie guza, wyłuszczenie gałki ocznej (enukleacja) i wypatroszenie oczodołu (egzenteracja). Brachyterapia polega na wszczępieniu izotopu promieniotwórczego do wnętrza guza lub w bezpośrednim jego sąsiedztwie. W Krakowie stosuje się tę metodę od 43 lat z użyciem trzech izotopów: 60 Co, 106 Ru i 125 I. Terapia protonowa nie jest metodą alternatywną do brachyterapii, – mówi prof. Bożena Romanowska-Dixon ze Szpitala Uniwersyteckiego CM UJ – ponieważ stanowi jedyną szansę zachowania oka i jego użytecznej funkcji.

Zaletą wdrożonej w Krakowie metody jest niezwykła, nieosiągalna innymi metodami precyzja napromieniania, sięgająca ułamka milimetra. Wiązka protonów poruszająca się z prędkością ok. 100000 km/s wnika w oko pacjenta, zatrzymuje się dokładnie w planowanym miejscu i niszczy komórki nowotworowe. Dzięki nieznacznym rozproszeniom i zjawisku piku Bragga, wiązkę protonów można niemal doskonale uformować i zogniskować w obszarze występowania nowotworu. Oznacza to, że zdrowe tkanki jak np. soczewka, nerw wzrokowy, czy centralna siatkówka (plamka) znajdujące się na drodze do guza są oszczędzone, a niszcząca energia protonów zabija wyłącznie komórki rakowe.

### Porównanie możliwości formowania wiązki: protony i fotony



Porównanie możliwości formowania wiązki protonów i fotonów w oku pacjenta (slajd z prezentacji J. Swakonia)

– Do tej pory terapię przeszło dziewięciu pacjentów a sześć osób zakwalifikowano do niej jeszcze w tym roku. Ci pacjenci są leczeni w ramach eksperymentu medycznego. Teraz problemem jest to, że w katalogu świadczeń

medycznych nie ma jeszcze takiej procedury jak terapia protonowa, nie ma na nią ceny ani tym bardziej decyzji, czy NFZ będzie ją finansował. Instytut Fizyki Jądrowej czeka na stanowisko Agencji Oceny Technologii Medycznych. Liczymy, że sprawa szybko się zakończy i że kolejni pacjenci będą mogli być leczeni – powiedział prof. Paweł Olko.

– Pacjenci, którzy przeszli terapię, obserwowani u nas od sześciu miesięcy czują się dobrze. Efekt leczenia jest taki, jakiego sobie życzyliśmy – guz nie rośnie, a w kilku przypadkach zaczął się obkurczać. Najważniejsze jest jednak to, że guz po napromieniowaniu staje się nieaktywny, więc nie ma zagrożenia przerzutów – mówiła prof. Bożena Romanowska-Dixon, kierownik Kliniki Okulistyki i Onkologii Okulistycznej Szpitala Uniwersyteckiego w Krakowie – Radioterapia protonowa jest bardzo skuteczna i może być stosowana w leczeniu niemal wszystkich nowotworów oka, m.in. czerniaka, naczynek czy siatkówczaka u dzieci.

### Cyklotron Proteus-235

Zasięg protonów w tkance jest liniową funkcją energii. Aby leczyć nowotwory dowolnych narządów głębokość penetracji protonów powinna wynosić około 32 cm, co odpowiada energii wiązki rzędu 230 MeV. Stąd konieczny jest większy cyklotron, przyspieszający protony do takiej energii.

W pierwszej fazie budowy CCB zostanie zainstalowany i uruchomiony cyklotron Proteus-235 wraz z infrastrukturą techniczną. Będzie on służył do radioterapii gałki ocznej. Umożliwi leczenie nowotworów położonych głębiej, w pobliżu nerwu wzrokowego oraz guzów pozagałkowych. Ośrodek będzie przygotowany do świadczenia wysoko wyspecjalizowanych usług medycznych w dziedzinie radioterapii protonowej. Docelowo będzie mógł przyjąć 150 pacjentów okulistycznych rocznie, a 500 z nowotworami innych narządów.

Grubości ścian i sufitu pomieszczenia cyklotronu oraz hal eksperymentalnych będą wynosiły 3–4 m, jak w pełno osłonowym bunkrze, co zapewni całkowitą ochronę ludzi i środowiska przed promieniowaniem jonizującym. Układ zostanie wyposażony w tzw. selektor energii, umożliwiający doprowadzenie do stanowisk eksperymentalnych wiązki o regulowanej energii w zakresie od 60 MeV do 235 MeV, i prądzie wiązki od 1 do 10 nA. Będą zastosowane najnowocześniejsze metody formowania i prowadzenia wiązki z uwzględnieniem zmiany energii i skanowania wiązki.

Wiązka protonów z cyklotronu Proteus-235 zostanie również wykorzystana do prowadzenia eksperymentów w zakresie fizyki jądra atomowego. Badania dotyczyć będą struktury jąder atomowych, gigantycznego rezonansu dipolowego i kwadrupolowego, przekro-

jów czynnych na transmutacje, a także oddziaływania nukleon-nukleon oraz podstawowych symetrii fizyki jądrowej. Będą prowadzone badania względnej skuteczności biologicznej promieniowania silnie jonizującego oraz odporności układów elektronicznych na promieniowanie silnie jonizujące.

### Ramię gantry

Druga faza budowy CCB dotyczy stanowiska gantry, czyli obracanego ramienia służącego do protonoterapii najtrudniej do leczenia zlokalizowanych nowotworów. Ramię gantry umożliwi skierowanie monoenergetycznej wiązki protonowej o średnicy paru mm w pełnym zakresie kątów napromienienia wokół wybranej osi poziomej tzw. osi izocentrum. Inaczej mówiąc pacjent leżący na stole będzie mógł być napromieniowany z dowolnej strony, czyli tej z której dojdzie do guza jest dla niego najkorzystniejsze.

Gantry stanowi zestaw magnesów o masie 10 ton umocowanych na konstrukcji stalowej ważącej 150 ton. Średnica konstrukcji wynosi 11 m. Urządzenie pozwala na napromieniowanie powierzchni określonej z dokładnością lepszą niż 1 mm<sup>2</sup>. Oprócz filtrów i kolimatorów urządzenie jest wyposażone w niezwykle czułą tzw. wiązkę skanującą, dzięki której można napromieniać nieregularne objętości tarczowe polami o modulowanej intensywności wiązki (IMPT) wewnątrz objętości o wymiarach do 40 × 30 × 30 cm<sup>3</sup>. Przemiatanie wiązkami protonowymi będzie wkrótce powszechnie stosowane w radioterapii, gdyż najlepiej nadaje się do kompensacji ruchu narządów w trakcie ich napromieniania (np. ruchy oddechowe przy leczeniu nowotworów płuc).

Tak nowoczesne stanowiska gantry są stosowane w zaledwie kilku ośrodkach w USA, Japonii, Niemczech i Szwajcarii. Koszt tej części projektu to ok. 95 mln zł, z czego 67,5 mln zł to środki UE. Całkowity koszt budowy Centrum Cyklotronowego Bronowice to ok. 240 mln zł, z czego ponad połowa będzie pochodzić z unijnego dofinansowania w ramach Programu Innowacyjna Gospodarka. Pozostałe pieniądze przekaże budżet państwa. Instalacja tego typu sprzętu sprawi, że znajdziemy się w ścisłej czołówce ośrodków stosujących i rozwijających tę technikę eksperymentalną i radioterapeutyczną.

### Postscriptum

Realizacja harmonogramu budowy odbywa się ze szwajcarską precyzją. Już 10. maja cyklotron Proteus – „serce” projektu CCB został przywieziony do IFJ, a w kolejnych dniach rozpoczęło się jego montowanie w nowym budynku. Transport z Belgii odbył się drogą lądową. Części urządzenia o masie 240 ton zostały przywiezione na dwóch specjalnych, 120 kołowych platformach.

---

## 4th US–Poland Workshop on Interfacial Phenomena at the Nanoscale: Fluids and Soft Matter

Małgorzata Sliwińska-Bartkowiak • Wydział Fizyki UAM

W Poznaniu w dniach 20–24 czerwca br odbyła się konferencja *4th US-Poland Workshop on Interfacial Phenomena at the Nanoscale: Fluids and Soft Matter* będąca czwartym już spotkaniem z cyklu *US-Poland Workshop on Nanoscience*, organizowana i finansowana wspólnie przez National Science Foundation USA i Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu, Wydział Fizyki. Pierwsze takie spotkanie: *US-Poland Workshop on Nanoscience and Nano-Structured Materials* miało miejsce w roku 2006 również w Poznaniu, następne: *US-Poland Workshop on Interfacial Phenomena and Advanced Materials* organizowane było przy współudziale Politechniki Gdańskiej w 2008 roku w Gdańsku i *US-Poland Workshop on Nanoscale Phenomena in Materials and at Interfaces* w Krakowie w roku 2010, przy współudziale Instytutu Katalizy i Fizykochemii Powierzchni im. J. Habera Polskiej Akademii Nauk. Celem tych spotkań jest nawiązanie ścisłych naukowych kontaktów i długotrwałej współpracy naukowej badaczy amerykańskich i polskich, zarówno w dziedzinie teorii jak i eksperymentu. Udział w tych spotkaniach bierze zwykle około 17–20 wybitnych naukowców ze strony amerykańskiej, około 20 znanych specjalistów w dziedzinie nanotechnologii ze strony polskiej prezentujących wykłady, a także polscy doktoranci i młodszy pracownicy nauki, przedstawiający wyniki swoich badań w formie posterów. Możliwość obustronnej prezentacji tematyki badań w szerokim zakresie istotnych obecnie zagadnień nanotechnologii, jakie stanowi uzyskiwanie, własności i charakterystyka nowych nanomateriałów wraz z możliwością bezpośredniej dyskusji zainteresowanych stron, zaowocowała już utworzeniem wielu polsko-amerykańskich grup badawczych w dziedzinie badań nanostrukturalnych.

Również ostatni: *4th US-Poland Workshop on Interfacial Phenomena at the Nanoscale: Fluids and Soft Matter*

stanowił efektywne forum dla dyskusji i wzajemnych kontaktów naukowych w zakresie zjawisk międzyfazowych w cieczech i materii miękkiej. Wykłady wygłosili wybitni naukowcy z obu stron; ze strony amerykańskiej m.in. wykład pt. *Hard, Soft and Supersoft Nanostructured Materials* wygłosił prof. Krzysztof Matyjaszewski (Carnegie Mellon University), wykład pt. *Pressure Enhancement in Nanopores and Effects on Adsorbent Structure* prof. Keith Gubbins (North Carolina State University), prof. Paul Van Tassel (Yale University) wykład pt. *Polyelectrolyte Nanofilm Biomaterials: Optimizing Mechanical Rigidity and Bioactivity*, czy prof. Fernando Escobedo (Cornell University): *Thermodynamics and Kinetics of Transitions from Metastable States at Nanoscale Interfaces: Droplets and Bubbles*. Ze strony polskiej m.in. wykłady wygłosili: prof Robert Holyst (Instytut Chemii Fizycznej PAN), który przedstawił wykład pt. *Biologistics: Scale Dependent Viscosity and Mobility in Cells*, prof. Zbigniew Adamczyk (Instytut Katalizy i Fizykochemii Powierzchni PAN) wykład pt. *Protein Adsorption Mechanisms Revealed by Electrokinetic and Microscopic Studies*, prof. Józef Barnaś (UAM): *Spin Hall Effect in Graphene and Other Two-Dimensional Systems* a prof. Stefan Sokołowski (UMCS) wykład pt. *Dissipative Particle Dynamics Study of Nanostructures in Binary Mixtures Confined in Slit-like Pores with Walls Decorated with Tethered Polymer Brushes*.

W ramach organizowanego *4th US-Poland Workshop* podobnie jak w roku 2010 przewidziane też było rozdzielnie kilku krótkoterminowych grantów, ufundowanych przez NSF dla polskich doktorantów i młodszych pracowników nauki uczestniczących w konferencji, na pobyt w dowolnie wybranym przez nich ośrodku naukowym w USA, celem bliższego zapoznania się z tematyką badawczą tych ośrodków. Około 9 osób spośród aplikujących młodych badaczy uzyskało takie granty.

---

## Nominacje profesorskie

---

Z rąk Prezydenta RP nominacje profesorskie w dziedzinie nauk fizycznych otrzymało 10 uczonych. Byli to: 15 lutego 2012 – Mariusz Dąbrowski (USz), Wiesław Płaczek (UJ), Vinh Hung Tran (INTiBS PAN Wrocław); 26 kwietnia 2012 – Zenon Janas (UW), Zbigniew Łodziana (IFJ PAN Kraków), Paweł Machnikowski (PWr), Grażyna Nowak (IFJ PAN Kraków), Ryszard Trawiński (UMK), Beata Ziaja-Motyka (IFJ PAN Kraków); 31 maja 2012 – Stanisław Kistryn (UJ).

---

### Stanisław Kistryn

Stanisław Kistryn urodził się w Krakowie w 1960 r. Studiował na Uniwersytecie Jagiellońskim w latach 1979–1984 (Wydział Matematyczno-Fizyczny, kierunek Fizyka, specjalność Fizyka Jądrowa). Podjął studia doktoranckie, w ramach których przebywał na 4-letnim stypendium w Instytucie Średnich Energii Politechniki Federalnej (ETH) w Zurychu. Będąc asystentem w Zakładzie Reakcji Jądrowych Instytutu Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego, uzyskuje w 1990 r. stopień doktora fizyki. W 2007 r. habilitowany za rozprawę *Three-Nucleon Force Effects in the Deuteron-Proton Breakup Reaction*. W latach 1992–2009 adiunkt, a od 2009 r. profesor nadzwyczajny w Zakładzie Reakcji Jądrowych Instytutu Fizyki UJ. Członek Polskiego Towarzystwa Fizycznego (od 2009 r.) oraz Europejskiego Towarzystwa Fizycznego (od 2012 r.).



Obszary działań naukowych: badania dynamiki oddziaływania w układach kilkunukleonowych w precyzyjnych eksperymentach z wykorzystaniem spolaryzowanych wiązek i tarcz; testowanie fundamentalnych symetrii oddziaływań elementarnych; badanie mechani-

zmów reakcji jądrowych; zastosowania metod i technik fizyki jądrowej w różnych dziedzinach badań (archeologia, medycyna, biologia, geologia); układy modularnej elektroniki pomiarowej oraz logiki programowalnej we współczesnych eksperymentach fizyki jądrowej.

Pełnił i pełni wiele funkcji, wśród nich: wicedyrektor Instytutu Fizyki ds. naukowo-badawczych (2008–2012), członek Komitetu Ewaluacji Jednostek Naukowych przy MNiSW (2011–2012), wiceprzewodniczący Rady Użytkowników Centrum Cyklotronowego Bronowice (2011–), członek zespołu specjalnego MNiSW do oceny czasopism naukowych (2012–), prorektor Uniwersytetu Jagiellońskiego ds. badań naukowych i funduszy strukturalnych na kadencję 2012–2016.

Współautor 85 prac w czasopismach naukowych z tzw. listy filadelfijskiej; współautor ponad 140 komunikatów w materiałach konferencyjnych oraz ponad 200 przyczynków w raportach rocznych różnych instytucji, Ponad 30 referatów zaproszonych na konferencjach międzynarodowych. Współrealizator 16 projektów badawczych krajowych i międzynarodowych. Koordynator międzynarodowej grupy eksperymentalnej fizyki kilku nukleonów, obejmującej badaczy z Polski (4 ośrodki), Holandii, Niemiec, Włoch, Portugalii, Japonii, Indii, USA.

Czas wolny poświęca książkom (w tym ważne miejsce fantastyki naukowej), turystyce górskiej oraz podróżom. W domu chętnie wróciłby do zarzuconego majsterkowania użytkowego (produkcja własnych prostych mebli). Tymczasem próbuje uchronić ogród od całkowitego zdziczenia.

Żona – Małgorzata Nykiel (od 1990 r.).

### Paweł Machnikowski

Paweł Machnikowski urodził się we Wrocławiu w 1971 r. W 1995 r. obronił dyplom z fizyki stosowanej na Wydziale Podstawowych Problemów Techniki Politechniki Wrocławskiej. Cztery lata później uzyskał stopień



doktora w Instytucie Fizyki Politechniki Wrocławskiej, gdzie jest zatrudniony do dzisiaj. W latach 2003–2004 uzyskał stypendium Fundacji Alexandra von Humboldta



im. Henryka Niewodniczańskiego w Instytucie Fizyki Jądrowej (Kraków), 2004–2006 – stypendystka Fundacji Humboldta w HASYLAB, DESY.



i odbył staż w Instytucie Teorii Ciała Stałego Uniwersytetu w Münster. Stopień doktora habilitowanego w dziedzinie fizyki otrzymał w 2007 r. za rozprawę pt. *Fononowa dekoherencja stanów ładunkowych i spinowych w półprzewodnikowych kropkach kwantowych*. Od 2009 r. pracuje na stanowisku profesora nadzwyczajnego. Jest liderem grupy badawczej zajmującej się fizyką półprzewodników, a w szczególności kropkami kwantowymi, efektami fononowymi, optyką kwantową kropek kwadratowych, implementacją informatyki kwantowej w układach półprzewodnikowych, zjawiskami dekoherencji w strukturach półprzewodnikowych oraz modelowaniem ogniw fotowoltaicznych na kropkach kwantowych. W obszarze tej tematyki kieruje projektem naukowym pt. *Semiconductor nanostructures for renewable energy, information processing and communication technologies*, realizowanym w ramach IV edycji programu „Team” Fundacji na rzecz Nauki Polskiej. Należy do Polskiego Towarzystwa Fizycznego. Jest szczęśliwym mężem i ojcem półtorarocznej córki. W rzadkich wolnych chwilach podróżuje, najchętniej po górach, lub zajmuje się własnym ogrodem.

### Beata Ziaja-Motyka

Beata Ziaja-Motyka urodziła się w 1970 r. w Krakowie. Studia na Uniwersytecie Jagiellońskim ukończyła w 1993 r. Cztery lata później doktoryzowała się w zakresie fizyki teoretycznej wysokich energii i fizyki statystycznej. W 2004 r. uzyskała habilitację z wyróżnieniem w Instytucie Fizyki Jądrowej w Krakowie z fizyki teoretycznej wysokich energii, badań z użyciem laserów na swobodnych elektronach.

Wielokrotnie wyróżniana nagrodami, m.in.: 1997 – stypendium badawcze Fundacji Nauki Polskiej, 2000 – stypendium Fundacji Stefana Batorego, 2002 – nagroda szwedzkiej Fundacji Wenner–Grenska, 2003 – nagroda

Początkowe lata kariery naukowej Beata Ziaja-Motyka poświęciła badaniom z zakresu fizyki teoretycznej wysokich energii. Jej specjalizacją była chromodynamika kwantowa w przybliżeniu perturbacyjnym, w szczególności zagadnienia produkcji wielocząstkowej i spinowe funkcje struktury. Prace nad ostatnim zagadnieniem zakończyły się habilitacją w roku 2004 w Instytucie Fizyki Jądrowej im. H. Niewodniczańskiego Polskiej Akademii Nauk w Krakowie.

W roku 2000 w czasie pobytu badawczego w Uppsali B. Ziaja-Motyka dołączyła do grupy prof. J. Hajdu, pracującej nad wykorzystaniem femtosekundowych impulsów intensywnego promieniowania z lasera na swobodnych elektronach do obrazowania dyfrakcyjne pojedynczych makromolekuł. Ten temat zainspirował ją do interdyscyplinarnych studiów teoretycznych, dotyczących badania tolerancji na promieniowanie różnych obiektów, a w szczególności ilościowej analizy kontrybuujących procesów fizycznych i dynamiki wewnątrz napromieniowanych obiektów. Te badania kontynuuje ona do dzisiaj, od 2004 r. w DESY w Hamburgu.

Jej najważniejsze osiągnięcia w tej dziedzinie dotyczą:

- badań ilościowych uszkodzenia radiacyjnego przez wtórne elektrony powstałe w wyniku napromieniowania ciał stałych laserem na swobodnych elektronach.
- dynamiki jonizacji i ekspansji klastrów atomowych wskutek naświetlania krótkimi, intensywnymi impulsami promieniowania z lasera na swobodnych elektronach.

Obecnie Beata Ziaja-Motyka pracuje nad szeregiem zagadnień istotnych dla zrozumienia ultraszybkich przemian zachodzących w naświetlanych obiektach o złożonej strukturze, takich jak klastry atomowe, kryształy, ciała amorficzne, biomolekuły, a także nad badaniem i projektowaniem komponent zestawów eksperymentalnych

pod kątem ich tolerancji na promieniowanie z lasera na swobodnych elektronach.

B. Ziaja-Motyka jest kierownikiem samodzielnej grupy badawczej *Modelling of complex systems* w obrębie Sekcji Teorii centrum CFEL w DESY w Hamburgu.

Opublikowała 49 artykułów naukowych; wygłosiła 39 prozonych referatów i wykładów; kierowała 5 projektami naukowymi i grantami. Liczba cytowań wg bazy SPIRES and ISI Web of Knowledge – 1010.

Zamężna, dwoje dzieci.





2011 - Rok Marii Curie-Skłodowskiej

# XLI Zjazd Fizyków Polskich

4 - 9 września 2011  
Lublin



**UMCS**  
UNIWERSYTET MARII CURIE-SKŁODOWSKIEJ  
W LUBLINIE



[www.ptf.umcs.lublin.pl/zjazd/](http://www.ptf.umcs.lublin.pl/zjazd/)