

TWÓRCA KRAKOWSKIEGO OŚRODKA FIZYKI JĄDROWEJ

W naukowym świecie fizyków Kraków jest dzisiaj powszechnie znany jako miejsce uprawiania fizyki jądrowej. Zawdzięczamy to prof. Henrykowi Niewodniczańskiemu. Jak to się stało, że Niewodniczański, mając w wieku zaledwie trzydziestu kilku lat wielkie osiągnięcia w fizyce atomowej, które przyniosły mu rozgłos i uznanie międzynarodowe, zdecydował się zająć fizyką jądrową i że po wojnie znalazł się w Krakowie? Nie było to wcale oczywiste, zdecydował o tym ostatecznie szczęśliwy dla Krakowa zbieg okoliczności.

W 1934 roku Henryk Niewodniczański, wychowanek i młody pracownik Uniwersytetu Stefana Batorego w Wilnie, otrzymał stypendium Rockefellera i wraz z żoną Ireną i malutkim synem Tomaszem wyjechał do Cambridge, aby w Mond Laboratory, kierowanym przez Piotra Kapicę, studiować własności elektryczne metali w niskich temperaturach. Współpracując z Henrym A. Boorsem, skończył pracę *The Electrical Resistance of Aluminium at Low Temperatures*. Ale już w sierpniu 1934 roku Kapica wyjechał w odwiedziny do Związku Radzieckiego i decyzją Stalina uniemożliwiono mu powrót do Cambridge. Ernest Rutherford zdecydował się przekazać zatrzymanemu w Rosji Kapicy jego aparaturę. Jednocześnie zaproponował Henrykowi Niewodniczańskiemu pracę w dziedzinie fizyki neutronowej w kierowanym bezpośrednio przez niego Cavendish Laboratory. To właśnie tam, trzy lata wcześniej, James Chadwick odkrył istnienie neutronu – nukleonu pozbawionego ładunku elektrycznego. Musimy pamiętać, że Cambridge i Cavendish Laboratory były wówczas „świętym miejscem” rodzącej się fizyki jądrowej, a Ernest Rutherford jej „wielkim kapłanem”.

Niewodniczański natychmiast przystąpił do pracy w nowej dla niego dziedzinie i wspólnie z C.H. Westcottem badał absorpcję powolnych neutronów w różnych substancjach w temperaturze ciekłego azotu (77°K) i ciekłego wodoru (20°K). Spowalnianie neutronów zachodzi w chłodzonym bloku parafiny, a wzbudzana przez neutrony sztuczna promieniotwórczość jest ich detektorem¹.

Jednak w 1935 roku stypendium Rockefellera dobiegło końca i Niewodniczańscy wrócili do Wilna. Warto zauważyć, że Henryk Niewodniczański, mimo że już od trzech lat po habilitacji, był wówczas tylko asystentem. Z radością przyjął więc sygnalizowaną przez jego szefa prof. Wacława Dziewulskiego wiadomość, że awansował go na stanowisko adiunkta, i dziękując, napisał: [...] *pozwala to na zupełnie inne poświęcenie się pracy naukowej, bez potrzeby stalego rozpraszania się na zajmowanie się sprawami z pracą naukową nie wspólnego nie mającymi, jak akwizytorska działalność przedstawiciela handlowego*.

Henryk Niewodniczański z zapałem przystąpił do organizowania w Wilnie laboratorium do badań w fizyce jądrowej. O nastroju

świadczy list wysłany jakiś czas po przyjeździe do prof. Jana Weysenhoffa: *Nastawiam się na przygotowanie do najwłaściwszego zużycia zasłku [z Funduszu Kultury Narodowej] w wysokości zł 14.500, który jest przeznaczony na zakup 50 mg radu i na rozmaite przyrządy i materiały do pracy nad neutronami i indukowaną promieniotwórczością. Obecnie już adaptujemy domek w podwórzu Zakładu na locum do przechowywania bromku radu i pobierania i oczyszczania radonu. Może więc już za pół roku, lub nawet wcześniej, zaczniemy konkurować z Cavendish Lab., z Joliot'ami itd.*

Trzeba przyznać, że trzydziestopięcioletniemu Henrykowi nie brakowało fantazji!

A tymczasem los zdecydował inaczej. Władze Uniwersytetu w Poznaniu zaproponowały Henrykowi Niewodniczańskiemu stanowisko profesora i kierownika Katedry Fizyki Doświadczalnej. Dla adiunkta na Uniwersytecie Stefana Batorego była to propozycja nie do odrzucenia. Niewodniczańscy przenieśli się więc do Poznania. Henryk miał wówczas

36 lat. Przystąpił do ciężkiej pracy organizowania wszystkiego od nowa. A miał wielkie zamierzenia. W kierowanej przez niego katedrze miała być uprawiana optyka atomowa, fizyka jądrowa i badanie powierzchni metali i stopów metodą dyfrakcji elektronów. Dzięki swojej znakomitej reputacji udało mu się zgromadzić wokół siebie grupę młodych zdolnych fizyków z Poznania, Wilna i Krakowa. Na potrzeby fizyki jądrowej przeniósł do Poznania część organizowanego w Wilnie laboratorium.

W liście do przyjaciół pisał o przytłaczającym ogromie obowiązków, lecz również donosił: [...] *pięknie pracują teraz u nas komory jonizacyjne ze wzmacniaczami proporcjonalnymi (ładnie idzie jedna praca z fotoneutronami), kończy się montaż własnej budowy komory Wilsona etc.*

Wyteżona praca przyniosła rezultaty. Do druku przygotowane zostały dwie publikacje: *O absorpcji powolnych neutronów w borze i licie* oraz *O kątowym rozkładzie par elektronów materializacji promieni gamma radu C*. Rękopisy tych prac spłonęły podczas wojny w Wilnie. Po niemal dziesięciu latach ślady zawartych w nich idei można było znaleźć w tematach prac Jerzego Janika i Andrzeja Hryniewiczza, pierwszych prac doktorskich wykonanych po wojnie pod kierunkiem prof. Henryka Niewodniczańskiego.

Nadszedł rok 1938. W sierpniu umarł prof. Wacław Dziewulski i w następnym roku Uniwersytet Wileński zaproponował prof. Niewodniczańskiemu objęcie po nim I Katedry Fizyki Doświadczalnej. Przed Henrykiem Niewodniczańskim stała konieczność podjęcia kolejnej dramatycznej decyzji. Przeważała miłość do rodzinnego Wilna i macierzystej uczelni. Zdecydował się na jeszcze jedną zmianę. Zostawił Poznań i owoce kilku lat ciężkiej pracy.



Prof. Kazimierz Grotowski

W lipcu 1939 roku Niewodniczański wrócili do Wilna. Wybuchła druga wojna światowa. Uniwersytet został zamknięty. W 1945 roku Irena i Henryk Niewodniczańscy wraz z synami Tomaszem i Jerzym opuścili Litwę i przekroczyli granicę Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej. Profesor otrzymał propozycje z kilku polskich wyższych uczelni: w Łodzi, Lublinie, Wrocławiu i Krakowie. Ostatecznie wybrał Uniwersytet Jagielloński. Namówił go do tego kierujący tam Katedrą Fizyki Teoretycznej prof. Jan Weysenhoff. Również na Kraków zdecydował się Jan Błaton, z którym Henryk od lat się przyjaźnił i współpracował. Dodatkowym czynnikiem były względy rodzinne. Profesorem UJ był Roman Prawocheński, ojciec Ireny Niewodniczańskiej.

Kierownikiem Katedry Fizyki Doświadczalnej UJ był od przed wojny prof. Konstanty Zakrzewski. Zajmował się kriogeniką, optyką metali, pomiarami stałej dielektrycznej, zjawiskiem Kerra, dyfrakcją elektronów, rozchodzeniem się fal elektromagnetycznych. Rozpoczął również badania promieni kosmicznych, przerwane niespodziewaną śmiercią w 1948 roku. Profesor Henryk Niewodniczański został kierownikiem utworzonej dla niego II Katedry Fizyki Doświadczalnej. Miała, zgodnie z jego zainteresowaniami, zajmować się optyką atomową, fizyką ciała stałego i fizyką jądrową, której dotychczas w Krakowie nie było.

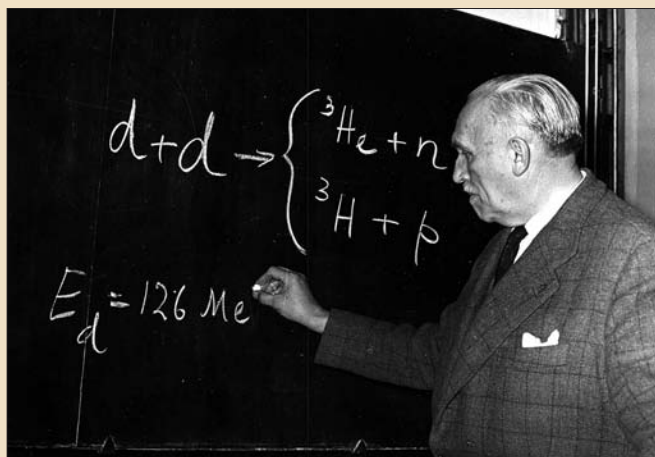
I tak w 1946 roku, po raz trzeci w życiu, w wieku 46 lat, zaczął od nowa organizować ośrodek naukowy.

Rozpoczął od przyjmowania do pracy ludzi – na ogół młodych, czasem studentów. Jak to przedstawił prof. Strzałkowski, spotykało się to z nieśmiałymi protestami prof. Zakrzewskiego, przerażonego skalą tego przedsięwzięcia.

Druża wojna światowa odcięła fizyków polskich od informacji naukowej, a był to okres kolosalnego postępu w fizyce jądrowej. Niewodniczański rozpoczął swoje działanie na tym polu od intensywnej nauki. Profesorowie, asystenci, a także niektórzy studenci razem uczyli się nowoczesnej mechaniki kwantowej i fizyki jądrowej. Opierano się na podręcznikach Leonarda Schiffa, Johna Blatta i Victora Weisskopfa. Towarzyszyło temu kupowanie zachodnich książek, często w tłumaczeniu rosyjskim. Aby możliwie szybko nadrobić zaległości, Niewodniczański zorganizował dla swoich ludzi dłuższe wyjazdy za granicę, do znanych ośrodków fizyki jądrowej. Kolosalne znaczenie miał fakt, że należał on do nieformalnego, międzynarodowego klubu uczniów Rutherforda. „Rutherfordczycy” kierowali w tamtych latach znaczną liczbą ośrodków fizyki jądrowej na świecie. W pierwszym okresie Wiesław Czyż wyjechał do Instytutu Nielsa Bohra w Kopenhadze, Adam Strzałkowski, Stefan Świerszczewski, później Andrzej Budzanowski wyjechali do Liverpoolu, Kazimierz Grotowski do Birmingham. Lucjan Jarczyk i Jerzy Gierula do Zurychu, Andrzej Hryniewicz do MIT, Zbigniew Lewandowski do Bazylei.

W tamtych czasach fizyka zajmowała Collegium Witkowskiego, budynek przy ul. Gołębiej 13, zdewastowany i ogołocony przez

Niemców z aparatury. Do legendy przeszły wyprawy do Niemiec Niewodniczańskiego i Weysenhoffa, w towarzystwie asystentów Jerzego Gieruli i Ryszarda Kołodziejskiego. Jan Weysenhoff służył jako kierowca. Przywożone „łupy”, zakupione za zostawione przez Niemców marki, przechowywane były w magazynach nazywanych przez nas „Berlin” i „Norymberga”. Wyjątkowo wówczas niedostępne materiały, jak na przykład specjalne lampy radiowe czy wysokonapięciowe kondensatory, prof. Niewodniczański przechowywał u siebie, a ich wydawanie wiązało się ze szczególnym rytuałem. W tamtych czasach brakowało dosłownie wszystkiego i na przykład po potrzebne w warsztacie aluminium jeździliśmy na pozostawione przez Niemców składowisko wraków i niedokończonych samolotów w pobliżu Oświęcimia.



Prof. Henryk Niewodniczański w czasie wykładu o generatorach neutron

Eksperymentalna fizyka jądrowa nie może odbywać się bez detektorów różnego typu promieniowania. A więc przystąpiono do ich konstruowania. W ciągu kilku lat pojawiły się w budynku przy ul. Gołębiej 13 egzemplarze praktycznie wszystkich używanych wówczas detektorów: liczniki Geigera–Müllera, liczniki scyntylacyjne, komory jonizacyjne, liczniki proporcjonalne, liczniki iskrowe, emulsje jądrowe, detektory neutronów, komora Wilsona, komora dyfuzyjna. Zajmowali się tym: Andrzej Budzanowski, Kazimierz Grotowski, Andrzej Hryniewicz, Jerzy Janik, Zbigniew

Lewandowski, Adam Strzałkowski, Jan Szymakowski, Stefan Świerszczewski, Tadeusz Waluga, Maria Wielowiejska, Stefan Wiktor. Henryk Niewodniczański samodzielnie się podobnymi problemami zajmował i tego również od nas oczekiwał. Procedura była prosta. Wzywał do siebie delikwenta i oznajmiał mu, czego od niego oczekuje. Ewentualnie szli do biblioteki i razem znajdowali odpowiednią literaturę. Oprócz detektora należało oczywiście zbudować potrzebną elektronikę, ewentualnie układ próżniowy czy układ zasilania gazem. Nie można ich było kupić w sklepie. Część mechaniczną zasadniczo wykonywał warsztat, a elementy ze szkła nasz szklarz Staszek Moroz.

W miarę upływu czasu zaczęła się pojawiać znacznie bardziej skomplikowana aparatura. Magnetycznym rezonansem jądrowym zajmowali się Andrzej Hryniewicz, Jacek Hennel i Wawrzyniec Cichocki, a budowę aparatury do efektu Mössbauera zapoczątkował Edwin Łożyński, następnie przejął ją Andrzej Hryniewicz. Ważną rolę w tych przedsięwzięciach odgrywał Olgierd Korybut Daszkiewicz, specjalista od elektroniki. Przygotowaniami do pracy w spektroskopii jądrowej zajmowali się Marian Gąsior i Jan Kormicki.

Oczywiście, nie można uprawiać nowoczesnej fizyki jądrowej bez akceleratorów. Profesor Niewodniczański zdawał sobie z tego sprawę, jak również z innej niż w przypadku detektorów skali finansowej. Był on jednak wielkim optymistą. Zdecydował się zacząć od czegoś skromniejszego.

Niemal równolegle w czasie przystąpiono do trzech projektów. Adam Strzałkowski, Stefan Świerszczewski, Leon Pomorski, Lucjan Jarczyk i Edwin Łożyński zabrali się do budowy AJGES-u

– akceleratora jonów z generatorem elektrostatycznym. Ponad połowę pracowni Adama Strzałkowskiego zajmował transformator, który wraz prostownikiem, wielkimi kondensatorami Ducati, rurą próżniową i źródłem jonów wysokiej częstotliwości pozwalał przyspieszać protony do energii 60 keV. Można było badać reakcję $p + {}^7\text{Li} \rightarrow 2\alpha$. Zajmowali się tym Adam Strzałkowski i Jan Nurzyński.

Ale największym realizowanym projektem była budowa w podziemiach Collegium Witkowskiego małego cyklotronu, C-48. Te podziemia to dwa piętra piwnic. W dolnej, najgłębiej położonej części, wszyscy, z Henrykiem Niewodniczańskim na czele, kopali dół pod fundamenty elektromagnesu, który miał ważyć ponad cztery tony. Jacek Hennel

znalazł przy tym skarb – garnek z monetami z czasów Kazimierza Wielkiego, przekazany do Muzeum Historycznego Miasta Krakowa. Zgodnie z wolą prof. Niewodniczańskiego Hennel objął w decydującej fazie kierownictwo tego przedsięwzięcia (nie udowodniono wpływu znalezienia skarbu na decyzję profesora). Miał do pomocy Aleksandra Garnysza, Andrzeja Hrynkiwicza, Jerzego Janika i Adama Strzałkowskiego. Jacek Hennel tak opisuje uruchomienie cyklotronu C-48: *Obecni skupili się wokół stołu sterowniczego, na którym stała opornica regulująca natężenie pola magnetycznego i galwanometr podłączony do tarczy. Przesunąłem suwak opornicy. W pewnym jego położeniu, a zgodnie z uprzednim obliczeniem, galwanometr wychylił się, wskazując istnienie wiązki wewnętrznej padającej na tarczę. Pierwszy w Polsce cyklotron zaczął funkcjonować. Była to dla nas wszystkich chwila wielkiego szczęścia. Profesor sięgnął po butelki wina.*

Mały cyklotron przyspieszał protony do energii około 2 MeV, przeniesiony do Instytutu w Bronowicach – przez długie lata służył do badań kulombowskiego wzbudzenia jąder atomowych i w dziedzinie fizyki stosowanej. Zajmował się tym głównie Stefan Kopta i Stanisław Szymczyk.

Można by powiedzieć, że w ówczesnej sytuacji naszego zrujnowanego kraju budowanie rozlicznej aparatury do badań w fizyce jądrowej było w znacznym stopniu przesadzane, z uwagi na nikłą szansę zainstalowania w Krakowie akceleratora z prawdziwego zdarzenia lub reaktora jądrowego. Ale zwyciężyły intuicja i wielki optymizm Henryka Niewodniczańskiego. Związek Radziecki, ze względów propagandowych, zaproponował krajom swojego obozu zakupienie cyklotronu i reaktora. Zdecydowały się one przyjąć propozycję i zainstalować te urządzenia w pobliżu stolic. Było wysoce prawdopodobne, że podobnie stanie się w naszym kraju. I wtedy okazało się, jak dalekowzroczną była polityka Henryka Niewodniczańskiego. W Krakowie zorganizowano ogólnopolską konferencję poświęconą eksperymentalnym metodom fizyki jądrowej. Okazało się, że właśnie Kraków jest najlepiej przygotowany do pracy z cyklotronem. To, oczywiście, nie wystarczało i bardzo ważnymi okazały się stosowane przez Niewodniczańskiego zabiegi

dypomatyczne. Zapadła decyzja. Cyklotron U120 został zainstalowany w Krakowie, a reaktor w pobliżu Warszawy. Cyklotron ulokowano w Bronowicach i początkowo władze mówiły wyłącznie o wybudowaniu dla tego celu tylko jednego budynku. Profesor sprzeciwił się temu stanowczo i tak powstało to, co po latach nazwano Instytutem Henryka Niewodniczańskiego. A zaczęło się od utworzenia w Instytucie Fizyki UJ Zakładu Fizyki Jądra Atomowego Instytutu Fizyki PAN, przekształconego następnie w Zakład II Fizyki Jądra Atomowego IBJ-u i w Ośrodek Fizyki Jądrowej w Krakowie (zainteresowanych szczegółami odsyłam do artykułu prof. Adama Strzałkowskiego opublikowanego w „Postęпах

Fizyki”). Te administracyjne przepychanki trwały wiele lat, ale nie miały większego znaczenia, bo niekwestionowanym gospodarzem, zarówno na Uniwersytecie, jak „na Bronowicach” był prof. Henryk Niewodniczański, a nasze naukowe życie przebiegało równolegle w tych dwóch miejscach.

Tymczasem rozpoczęły się przygotowania. Do Kijowa wyjechał zespół: Adam Strzałkowski, Wojciech Zakrzewski, Jerzy Huczkowski, Jerzy Majer, Stefan Świerzczewski, Jerzy Sokołowski i Leon Pomorski. Ich zadaniem było zapoznanie się

z obsługą cyklotronu U120. Napotkało to na rozliczne trudności ze strony ukraińskiej. Ostatecznie skierowano ich do Leningradu, gdzie pracował znacznie starszy cyklotron. Kazimierz Grotowski został wysłany do Leningradu, aby zapoznać się z radziecką elektroniką, która w owych czasach była znacznie zaawansowana.

Uruchomienie cyklotronu U120 w Krakowie nastąpiło w listopadzie 1958 roku i natychmiast przystąpiono do wykonywania pierwszego eksperymentu: pomiaru polaryzacji neutronów z reakcji strippingu deuteronów na węglu przy energii 12,9 MeV. Jego celem było uzyskanie informacji o oddziaływaniu spin-orbita. W tym czasie problem ten interesował dwóch teoretyków: Wiesława Czyży i Jerzego Sawickiego. Autorami publikacji opisującej ten eksperyment byli: Andrzej Budzanowski, Kazimierz Grotowski, Henryk Niewodniczański i Jan Nurzyński². Kilka miesięcy wcześniej w USA po raz pierwszy zmierzono polaryzację neutronów z reakcji strippingu deuteronów, ale zrobiono to przy energii zaledwie kilku megaelektronowoltów, gdzie udział sprzężenia spin-orbita jest słaby. Nasz pomiar był drugi na świecie.

Od samego początku, po uruchomieniu cyklotronu U120, w naszej działalności w fizyce jądrowej można było wyróżnić dwa kierunki: spektroskopię jądrową i reakcje jądrowe. Zamierzeniem obydwu jest poszerzenie wiedzy o strukturze i mechanizmach rządzących światem jąder atomowych.

W tym celu spektroskopia studiuje własności emitowanego przez wzbudzone jądra promieniowania, głównie beta i gamma. W Krakowie zastosowano ją do szerokiego wachlarza zagadnień. Wystarczy wymienić tytuły publikowanych wówczas prac: *Energy Levels in ${}^{166}\text{Er}$ Nucleus* (E. Bożek, H. Niewodniczański, S. Ogaza,



Cyklotron C-48 zbudowany własnymi siłami Instytutu Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego

S. Szymczyk, Y.V. Norsejew), *Gamma Vibrational Levels in ^{166}Er* (E. Bożek, H. Niewodniczański, S. Ogaza, S. Szymczyk, T. Walczak, I.A. Yutlandow), *Własności elektrycznego przejścia monopolowego o energii 811 keV w jądrze ^{238}U* (E. Łożyński, praca doktorska), *The Attenuation of the Angular Correlation of ^{181}Ta 133–482 keV Cascade in Liquids* (E. Bożek, A.Z. Hryniewicz, Z. Konieczny, S. Ogaza, M. Rybicka, S. Szymczyk), *Nuclear g-Factor of the 113 keV Rotational State in Hf^{177}* (E. Bożek, A.Z. Hryniewicz, Z. Konieczny, M. Rybicka, S. Szymczyk), *g-Factor of the 482 keV Level of Ta^{181} Measured with the Differential Method* (E. Bożek, A.Z. Hryniewicz, J. Styczeń), *Some Experiments on the Electric Monopole Transition in U^{234}* (E. Łożyński, H. Niewodniczański), *Gamma-Gamma Directional Correlation in ^{146}Eu* (E. Bożek, H. Niewodniczański, S. Ogaza, M. Rybicka, J. Styczeń), *The Half Life of the 57 keV First Excited State in Pr^{143}* (E. Bożek, A.Z. Hryniewicz, S. Ogaza, M. Rybicka, J. Styczeń), *Magnetic Interaction of the ^{155}Gd Nucleus in the 87 keV Excited State with the Electronic Shell* (E. Bożek, A.Z. Hryniewicz, S. Ogaza, J. Styczeń), *Coulomb Excitation of Bismuth with Alpha-particles* (A. Hryniewicz, S. Szymczyk, T. Walczak, G. Zaspalski, F. Baldeweg, G. Stiller), *Elektron Conversion Spectrum of ^{153}Tb* (J. Kormicki, H. Niewodniczański, Z. Stachura)³.

Na osobną uwagę zasługuje kilka prac, w których metody spektroskopii optycznej zastosowano do fizyki jądrowej: *Nuclear Electric Quadrupole Moment of ^{123}Sb* (F. Leś), *Nuclear Electric Quadrupole Moment of Radioactive Nucleus ^{152}Eu Obtained by the Isotope Shift Effect in the Atomic Spectrum* (L. Gąbła).

Drugim kierunkiem uprawianej wówczas w Krakowie fizyki jądrowej było badanie reakcji jądrowych. Tutaj kinematyka reakcji informuje nas o typach wzbudzeń jąder atomowych i ich własnościach. Zaczęło się to na dobre na początku lat 60., w ramach wieloletniej współpracy Adama Strzałkowskiego, Andrzeja Budzanowskiego i Kazimierza Grotowskiego. Właśnie wróciliśmy z pobytów w Wielkiej Brytanii, bogaci w nowe doświadczenia. Rozpoczęliśmy badania nad mechanizmem reakcji bezpośredniego oddziaływania inicjowanego przez deuterony i cząstki alfa. Reakcje te umożliwiają w sposób selektywny wzbudzanie stanów określonego typu, jak na przykład rotacyjne i oscylacyjne w niesprężystym rozpraszaniu, jedno- czy wielocząstkowe w reakcjach strippingu, a jedno- czy wielodziurowe w reakcjach pickupu. Przykładem może tutaj być *A Study of (α, d) Reaction on ^{40}Ca nuclei* (J. Benisz, L. Freindl, K. Grotowski, W. Karcz, A. Jasielska, T. Panek, S. Wiktor) czy *A Study of ($d, 3\text{He}$) Reaction leading to ^{26}Mg* (F. Pellegrini, S. Wiktor). Aby w skuteczny sposób użytkować wyniki pomiarów i uzyskiwać na tej drodze informacje o strukturze jąder atomowych, trzeba je porównywać z obliczeniami wykonywanymi metodą DWBA czy sprzężonych kanałów. Dla tego celu niezbędna była dokładna znajomość potencjałów oddziaływania w wejściowym kanale reakcji. Z tego okresu (do 1968 r.) pochodzi 21 publikacji. We wszystkich tych pracach brali udział nasi koledzy i uczniowie: Jerzy Benisz,

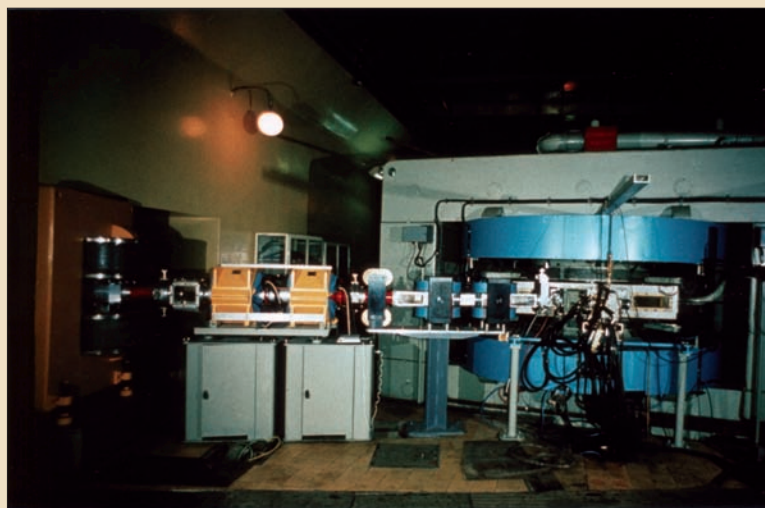
Anna Bobrowska, Irena Chwaszczewska, Henryk Dąbrowski, Alicja Dudek, Rafał Dymarz, Ludwik Freindl, Lucjan Jarczyk, Anna Jasielska, Nina Kolonko, Tomasz Kozik, Józef Kuźmiński, Krzysztof Kwiatkowski, Barbara Łazarska, Zbigniew Majka, Maria Makowska-Rzeszutko, Jan Nurzyński, Stanisław Micek, Tadeusz Panek, Roman Płaneta, Jerzy Śliż, Mieczysław Słapa, Stefan Sykutowski, Jarosław Szmider, Jan Szymakowski, Stefan Wiktor, Janusz Wilczyński, Henryk Wojciechowski, Roman Wolski, Zofia Wróbel.

Henryk Niewodniczański nie uznawał „dopisywania się” do prac. Czuliśmy się szczególnie wyróżnieni, gdy czasami profesor zgadzał się wziąć udział w niektórych naszych badaniach. Oczywiście, nie miał dyżurów na cyklotronie, ale prowadził z nami interesujące dyskusje, sugerując różne rozwiązania. Był poza tym nieoceniony na etapie pisania publikacji.

Nadszedł też czas, gdy do Krakowa zaczęli przyjeżdżać, aby brać udział w eksperymentach na cyklotronie U120, zagraniczni fizycy lub współpracując z nami, wykonywali dla nas u siebie obliczenia modelowe, tłumaczące nasze wyniki doświadczalne. Można tutaj na przykład wymienić: Włocha Fausto

Pellegriniego, dwóch Jugosłowian – Nikołę Cindro i Micho Cerineo, Niemca Dietera Netzbanda, dwóch Anglików Petera Hodgsona i Raya Rooka, i Amerykanina Raya Satchlera.

Znaczną ilość czasu poświęciliśmy w tym początkowym okresie, wejściowemu kanałowi reakcji, badając szczegółowo sprężyste rozpraszanie tych cząstek, ich polaryzację, mierząc całkowity przekrój czynny na reakcje i prowadząc coraz bardziej zaawansowane obliczenia za pomocą modelu optycznego. Trudno mi tu opisać szczegółowo wszystkie prowadzone wtedy badania. W formie przykładu przedstawię problem sprężystego rozpraszania cząstek alfa. Dla małych kątów mamy, znaną od dawna, strukturę oscylacyjną dla dyfrakcji pakietów fal de Broglie’a materii, rozpraszanych na jądrze atomowym. Dla pośrednich kątów rysuje się szerokie maksimum, lepiej widoczne dla większej energii rozpraszania, które, jak pokazał David Goldberg, odpowiada załamaniu tych fal na powierzchni jądra atomowego, podobnie jak to obserwujemy w zjawisku tęczy. Odrębną strukturę oscylacyjną z wyraźnym maksimum znaleźliśmy dla kąta wstecznego rozpraszania 180 stopni. Było to możliwe dzięki specjalnym półprzewodnikowym detektorom (wówczas nowość) produkowanym w pracowni Stanisława Micka. Okazało się⁴, że obserwujemy efekt glorii, znany dla światła rozpraszanego wstecznie na powierzchni kropelki wodnej mgły. Zachodzi on wtedy, gdy na półokręgu powierzchni kropelki mieści się całkowita liczba fal światła, dając spójną interferencję i w efekcie maksimum natężenia. W naszym przypadku były to fale materii i jądra atomowe. Jak dowiedliśmy w kolejnych pracach, cały proces rozpraszania cząstek alfa wraz z efektem glorii opisuje model optyczny, jeśli tylko zastosujemy potencjał z odpowiednim



Cyklotron U120 zakupiony w ZSRR i zainstalowany w Instytucie Fizyki Jądrowej

form faktorem części rzeczywistej. Pokazaliśmy⁵, że powinien on mieć kształt wyliczony metodą podwójnego splotu rozkładów gęstości materii w cząstkach alfa i w jądrach atomów tarczy, z potencjałem oddziaływania nukleon–nukleon. Później nauczyliśmy się przybliżać ten form faktor kwadratem funkcji Saxona–Woodsa. Dla cząstek alfa obserwowano wówczas również, niewyjaśniony przez dłuższy czas, tak zwany efekt ALAS – anomalnie duży średni przekrój czynny dla kątów większych od 90 stopni, dla rozpraszania na jądrach atomowych w pobliżu liczb magicznych. Wy tłumaczył to zjawisko w swej pracy doktorskiej Roman Płaneta, pokazując, że dla liczb magicznych powierzchniowa część urojonego potencjału absorpcji jest najmniejsza. Dzięki temu fale materii obiegające jądro atomowe w quasi-molekularnej rotacji czy zjawisku glorii ulegają najmniejszej absorpcji. Z kolei zależność od energii rozpraszania tego urojonego potencjału wytłumaczył w swej pracy doktorskiej Zbigniew Majka, wiążąc ją z częściową nielokalnością potencjału.

Opisane wyżej badania dyskutowane były na wielu międzynarodowych konferencjach, w tym dwóch organizowanych przez nas, w Krakowie i w Louvain-la-Neuve.

Z fizyki jądrowej uprawianej przez nas wówczas w Krakowie wyrosły jeszcze dwa ważne działy: fizyka medyczna (Eugeniusz Rokita) i fizyka neutrin (Marcin Wójcik).

I tak doszliśmy do końca lat 60. ubiegłego wieku, naznaczonego niespodziewaną śmiercią profesora, który był człowiekiem o wy-

bitnych uzdolnieniach naukowych, obdarzonym wielką intuicją i wielkim optymizmem, który nie opuszczał go w najtrudniejszych sytuacjach. Profesor miał ciepły i sprawiedliwy stosunek do ludzi. Miał również specjalną cechę, którą najlepiej opisał Ben Mottelson, którego po latach spotkałem w Berkeley. Opowiadał o wycieczce w Krakowie wraz z Aage Bohrem, zakończonej wycieczką do Bukowiny Tatrzańskiej, gdzie profesor miał willę Turzyma. *Pokazywał nam Tatry – opowiadał Mottelson. – „Widzicie! Tutaj jest taki szczyt, a tam taki szczyt!”. Naprawdę była mgła i mało było widać. Ale on miał wyjątkową zdolność przekonywania.*

Kazimierz Grotowski

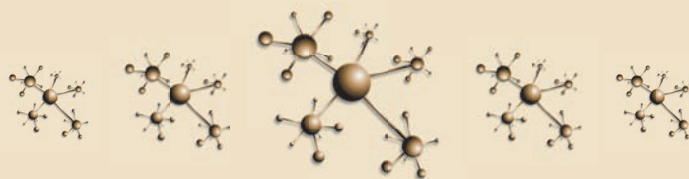
¹ C.H. Westcott B.A. and H. Niewodniczański Ph.D., *Some Experiments with Neutrons Slowed Down at Different Temperatures*, „Proceedings of the Cambridge Philosophical Society”, vol. XXXI, Pt. IV, 1935.

² A. Budzanowski, K. Grotowski, H. Niewodniczański et J. Nurzyński, *La Polarisation des Neutrons de la Réaction de Stripping $^{12}C(d,n)^{13}N$* , „Le Journal de Physique et le Radium”, tome 21, Mai 1960, p. 366.

³ A. Strzałkowski, *Fizyka jądrowa niskich energii w ośrodku krakowskim w latach 1945–1964*, [w:] „Postępy Fizyki”, XV (4), 1964.

⁴ A. Budzanowski, A. Dudek, R. Dymarz, K. Grotowski, L. Jarczyk, H. Niewodniczański, A. Strzałkowski, *Glory Effect in the Optical Model Analysis of the $^{39}K(\alpha,\alpha)$ Elastic Scattering*, [Nuclear Physics A126,369 (1969)].

⁵ A. Budzanowski, A. Dudek, K. Grotowski, A. Strzałkowski, *Real Part of the Alpha-Nucleus Potential Obtained by the Double Folding Procedure*, Physics Letters 32B (1970) 431.



POCZĄTKI BADAŃ NAUKOWYCH ZAINICJOWANYCH PRZEZ PROFESORA HENRYKA NIEWODNICZAŃSKIEGO W DZIEDZINIE FIZYKI MATERII SKONDENSOWANEJ

W 1948 roku prof. Henryk Niewodniczański zasugerował, żebym w ramach pracy nad doktoratem zajął się absorpcją neutronów. Odbyło się to w typowy dla profesora sposób: do mnie należało zatroszczenie się o źródło neutronów, skonstruowanie aparatury detekcyjnej, a także zdecydowanie, co właściwie mam mierzyć. Nie było oczywiście mowy o jakiejś postawie roszczeniowej z mojej strony. Wiedziałem natomiast, że profesor udzieli pomocy każdej mojej rozsądnej inicjatywie.

A więc przede wszystkim sprawa źródła neutronów. Na świecie zaczynały już funkcjonować reaktory badawcze. Nie było jednak możliwe, przynajmniej na razie, uzyskanie dostępu do takiego reaktora. Skonstruowałem zatem źródło neutronów oparte na reakcji (γ, n) w berylu, korzystając z wypożyczonych, dzięki pomocy profesora, igieł radowych z Instytutu Onkologii w Krakowie.



Prof. Jerzy A. Janik

Znacznie korzystniejsze byłoby wykorzystanie reakcji (α, n), ale wydobycie radu z igieł było niemożliwe. To radowo-berylowe źródło neutronów umieszczone zostało ostatecznie w piwnicy Instytutu Fizyki przy ul. Gołębiej 13.

Już nie pamiętam dokładnie, w którym roku cofnięto nam zgodę na wypożyczenie radu. Wtedy całą aparaturę zainstalowałem w wydzielonym dla nas na pewien czas pomieszczeniu w Instytucie Onkologii.

Aparatura detekcyjna została skonstruowana przeze mnie, na podstawie literatury. Bez dostatecznej znajomości elektroniki po prostu skopiowałem opisaną tam aparaturę – z komorą jonizacyjną, przedwzmacniaczem, wzmacniaczem kilkustopniowym i urządzeniem liczącym neutrony. Działała, chociaż nie była to optymalna konstrukcja. Można było zrobić to lepiej, jak później uczynili to Kazimierz Grotowski i Andrzej Budzanowski.