

# BADANIA W DZIEDZINIE FIZYKI ATOMOWEJ ZAINICJOWANE PRZEZ PROFESORA HENRYKA NIEWODNICZAŃSKIEGO W INSTYTUCIE FIZYKI UNIwersYTETU JAGIELLOŃSKIEGO

Fizyka atomowa stała się tematyką badań w aż dwóch zakładach utworzonego przez prof. Henryka Niewodniczańskiego Instytutu Fizyki Uniwersytetu Jagiellońskiego: w Zakładzie Optyki Atomowej i Zakładzie Fizyki Doświadczalnej. Kierownikiem obu został w początkowym okresie prof. Niewodniczański.

Instytut rozwijał się bardzo szybko. Spektakularną tego ilustracją może być załączone zdjęcie, wykonane po promocji doktorskiej wiosną 1961 roku. Liczba wypromowanych wtedy doktorów nie odbiega od obecnych osiągnięć – o ileż większego – Instytutu. Postać profesora w centrum zdjęcia pozwala łatwo zrozumieć, dlaczego przez swoich uczniów nazywany był Papą.

Tematyką badań Zakładu Optyki Atomowej była początkowo klasyczna spektroskopia atomowa. Jego kierownikiem została w roku 1962, po swej habilitacji, Danuta Kunisz. Badane były sprzężenia elektronów w różnych atomach poprzez pomiary prawdopodobieństw przejść atomowych, mocy oscylatorów linii widmowych i czasów życia stanów wzbudzonych. Stosując przybliżone metody obliczeń prawdopodobieństw przejść, wnioskowano z ich porównania z wynikami doświadczalnymi o wpływie sprzężenia spin-orbita elektronu świecącego na względne wartości tych prawdopodobieństw (Danuta Kunisz, Anna Białas-Zabawa, Krystyna Gabła, Irena Królas, Teresa Lubowiecka, Anna Muryn, Ewa Nizioł, Maria Szynarowska). Profesor Danuta Kunisz badała zależność natężenia linii widmowych od zawartości tzw. pierwiastków trzecich w plazmie w związku z problemami ilościowej analizy spektralnej. W bliskiej współpracy z prof. Bronisławem Średniawą studiowała też warunki, w których do wyliczania prawdopodobieństw przejść atomowych może być stosowane przybliżenie kulombowskie.

W latach 60. obserwowaliśmy renesans fizyki atomowej, związany z odkryciem i praktyczną realizacją różnego typu laserów oraz z odkryciem pompowania optycznego. Możliwe stały się badania optyki nieliniowej, optyki kwantowej, pomiary spektroskopowe wysokiej zdolności rozdzielczej i ich liczne zastosowania (zegary atomowe).

Tematyka taka pojawia się też w Zakładzie Optyki Atomowej jeszcze za życia prof. Niewodniczańskiego, początkowo dość nieśmiało, by w późniejszych latach zdominować zainteresowania pracowników Zakładu.

Pierwsze prace dotyczyły holografii, interferometrii holograficznej zastosowanej do diagnostyki plazmy łukowej (Alfred Budziak, Karol Musioł) i filtracji optycznej zastosowanej do analizy sejsmogramów (Tomasz Dohnalik, Wojciech Winiarczyk). Nieco później rozpoczęto prace nad

pompowaniem optycznym w polu modulowanym polem radiowej częstości, efektem Hanlego i rozproszeniem światła do przodu.

Po śmierci prof. Kunisz w 1979 roku to ja zostałem kierownikiem Zakładu Optyki Atomowej i pełnię tę funkcję do chwili obecnej, z przerwą w latach 1991–1993. W Zakładzie utworzona została bardzo silna grupa teoretyczna, z której wyrosli obecni jej liderzy – profesorowie Jakub Zakrzewski i Karol Życzkowski. Pojawiła się tematyka teoretycznej optyki kwantowej, optyki nieliniowej, chaosu kwantowego, teorii zimnych atomów i kondensatu Bosego–Einsteina, podstaw informacji kwantowej. Kontynuowane są zaawansowane obliczenia struktur atomowych dla potrzeb kilku fundamentalnych doświadczeń prowadzonych przez zespoły międzynarodowe. Tematyka eksperymentalna ewoluuje zgodnie ze światowymi kierunkami rozwoju fizyki atomowej (diagnostyka plazmy przy użyciu mieszania czterech fal, dudnienia kwantowe, fizyka zimnych atomów, badania cząsteczek van der Waalsa).

W ostatnich latach zakres badań prowadzonych przez Zakład Optyki Atomowej jeszcze się rozszerzył. Z sukcesem rozwijają się badania nad procesem polaryzacji optycznej helu3 i jej zastosowania do obrazowania płuc, przy korzystaniu z technik obrazowania magnetycznym rezonansem (MRI).

Zespół do badań zimnych atomów w ZOA ukierunkowuje swoje prace na badania atomów przy powierzchni ciała stałego, korzystając z własności fali zanikającej i budując przy jej użyciu tzw. dipolowe optyczne lustro atomowe. Układ ten umożliwia zarówno prowadzenie badań fundamentalnych, a w szczególności obserwację efektów przewidywanych jedynie w mechanice kwantowej, badanie oddziaływania zimnych atomów i powierzchni dielektrycznych, jak i prac stosowanych w celu skonstruowania efektywnej mikroplatformy, wiążącej w kontrolowany sposób światło i atomy, tak aby można było w niej wykonywać obliczenia kwantowe.

W roku 2003 z Zakładu Optyki Atomowej wydzielony został Zakład Fotoniki, którego kierownikiem został prof. Wojciech Gawlik; w jego skład wszedł też zespół prof. Karola Musioła.

W roku 2002 przy bardzo dużym „krakowskim” udziale powstało Krajowe Laboratorium Fizyki Atomowej Molekularnej i Optycznej (KL FAMO) w Toruniu. Korzystając z ogromnych możliwości stworzonych dla całego polskiego środowiska fizyków atomowych przez nowo powstałe laboratorium, zespół kierowany przez prof. Gawlika otrzymał pierwszy „polski” kondensat Bosego–Einsteina. W chwili obecnej KL FAMO przystępuje do budowy atomowego zegara pracującego w op-



*Prof. Tomasz Dohnalik*

tycznym zakresie częstotliwości. Jednym z jego istotnych elementów, budowanym przez Zakład Fotoniki, jest referencyjny wzorzec częstotliwości pracujący na zimnych atomach strontu na jednym z przejść wzbronionych w tym atomie. Przypomnijmy tutaj, że największym osiągnięciem prof. Niewodniczańskiego było właśnie odkrycie w roku 1934 przejść wzbronionych! W Krakowie tematyka Zakładu Fotoniki poszerza się dodatkowo o magnetometrię optyczną.

Dużo bardziej złożona jest historia Zakładu Fizyki Doświadczalnej, kierowanego przez prof. Niewodniczańskiego aż do jego śmierci w 1968 roku. Początkowo Zakład ten zajmował się też klasyczną spektroskopią atomową, głównie badaniem stosunków natężeń linii atomów i jonów (Zofia Leś, Andrzej Kisiel, Tadeusz Kornalewski) oraz przejść wzbronionych w atomach lekkich (Tadeusz Kornalewski, Jerzy Pietruszka), jak rów-

nież przygotowaniem bazy pomiarowej do badań struktury nadsubtelnej linii widmowych z użyciem etalonu Fabry-Perota (Franciszek Leś). W poszukiwaniu nowych kierunków zastosowania spektroskopii optycznej, po kilkuletnim zainteresowaniu badaniami stosunków natężeń linii w jonach aluminium i krzemu, prof. Kisiel rozwinął nowe badania struktury elektronowej półprzewodników metodami spektroskopii optycznej. Profesor Niewodniczański akceptował ten kierunek i w roku 1965 powstało Laboratorium Spektroskopii Optycznej Półprzewodników. Badanie półprzewodników metodami optycznymi w szerokim zakresie widma, od bliskiej podczerwieni do obszaru nadfioletu próżniowego, stało się jednym z głównych tematów badań eksperymentalnych i teoretycznych utworzonej w tym Laboratorium grupy fizyków. Warto wspomnieć w momencie podejmowania budowy synchrotronu elektronowego w Krakowie, że zespół ten realizował wiele swoich badań, używając już od roku 1975 jako źródła światła właśnie promieniowania synchrotronowego, oczywiście z synchrotronów poza granicami Polski.

W zbliżonym okresie z Zakładu Fizyki Doświadczalnej wyodrębniła się też grupa prof. Franciszka Lesia, tworząc Zakład Spektroskopii Wysokiej Zdolności Rozdzielczej. Zajmował się on badaniem struktury nadsubtelnej, efektem izotopowym oraz przejściami wzbronionymi. Zakład ten nie uzyskał jednak akceptacji Ministerstwa

Szkolnictwa Wyższego, które w tamtym czasie aż tak dalece kontrolowało uczelnie, i w jego miejsce – przez połączenie grup z Zakładu Spektroskopii Wysokiej Zdolności Rozdzielczej i Laboratorium Spektroskopii Optycznej Półprzewodników – powstał Zakład Fizyki Ogólnej, którego kierownikiem w roku 1973 został prof. Andrzej Kisiel. W tematyce tego nowego Zakładu dominowały optyczne badania struktury elektronowej półprzewodników, a prof.

Zofia Leś ze swoim zespołem kontynuowała w nim badania struktury nadsubtelnej atomów oraz rozpoczęła badania własności i zastosowań cienkich warstw dielektrycznych (lustra i filtry dielektryczne).

Oczywiście, nadal istniał Zakład Fizyki Doświadczalnej kierowany przez prof. Niewodniczańskiego. Po jego śmierci w roku 1968 kierownikiem Zakładu został prof. Adam Strzałkowski, a po objęciu przez

niego Zakładu Fizyki Jądrowej – prof. Lubomir Gabła. Powoli zmieniła się tematyka prac tego Zakładu. Stawały się nią badania procesów oddziaływania wiązek jonów z powierzchnią ciała stałego poprzez analizę wzbudzeń optycznych. I tutaj więc, podobnie jak w przypadku optyki półprzewodników, badane były obszary z pogranicza fizyki atomowej i fizyki ciała stałego.

Po odejściu prof. Gabły na emeryturę Zakład Fizyki Doświadczalnej został powierzony prof. Markowi Szymońskiemu, a zakres badań związanych z fizyką powierzchni i fizyką atomową został bardzo mocno rozszerzony. Po odejściu prof. Kisiele na emeryturę w roku 2002 Zakład Fizyki Ogólnej włączony został do Zakładu Fizyki Doświadczalnej, tworząc bardzo dużą i mocną jednostkę, i wracając tym samym do struktury zorganizowanej 40 lat wcześniej przez prof. Niewodniczańskiego!

W roku 2007 prof. Marek Szymoński zmienił nazwę Zakładu na Zakład Fizyki Nanostruktur i Nanotechnologii. Tak obecna terminologia nazywa badane pogranicze fizyki powierzchni i fizyki atomowej. Gdyby dodać w nazwie Zakładu rozszerzenie: „nanostruktur atomowych i molekularnych”, to oddałaby ona dokładnie zakres badań Zakładu, nie uwzględniając jednak bardzo ciekawych badań nad zastosowaniami nanotechnologii w medycynie.

Zapoczątkowane przez prof. Henryka Niewodniczańskiego w Krakowie badania w dziedzinie zwanej w swym początkowym okresie fizyką atomową rozwijają się nadal pięknie i szeroko.

**Tomasz Dohnalik**



Po promocji doktorskiej na wiosnę 1961 r. z prof. Niewodniczańskim (w centrum) stoją od lewej nowi doktorzy: Kazimierz Grotowski, Jacek Hennel, Adam Strzałkowski, Stanisław Ogaza, Jerzy Pietruszka, Zofia Leś, Adam Wanic, Franciszek Leś i Andrzej Kisiel

