



## Nagrody Nobla z fizyki przyznane przed pół wiekiem

*Maria Średniawa*

*II LO, Kraków*

W 1954 roku Nagrodę Nobla z fizyki przyznano dwóm fizykom niemieckim. Otrzymali ją: teoretyk Max Born *za fundamentalne badania w dziedzinie mechaniki kwantowej, w szczególności za interpretację statystyczną funkcji falowej*, oraz fizyk doświadczalny Walther Bothe *za metodę koincydencji i odkrycia dokonane za jej pomocą*. Wyniki ich prac rozwiewały wątpliwości, jakie powstały podczas badań nad budową atomu i wytyczyły drogę dalszych poszukiwań.

**Max Born** (1882–1970) urodził się we Wrocławiu. Studiował fizykę we Wrocławiu, Heidelbergu, Zurychu i w Getyndze. Po studiach wyjechał na dwa lata do Cambridge. Po powrocie do Getyngi został wkrótce wykładowcą na tamtejszym uniwersytecie. Pracował wówczas nad teorią względności i strukturą kryształów. Lata pierwszej wojny światowej spędził na Uniwersytecie Berlińskim. Po wojnie powrócił, w 1921 roku, jako profesor do Getyngi, gdzie pracował do 1933 roku, kiedy to został zmuszony do wyjazdu z hitlerowskich Niemiec.



Lata spędzone w Getyndze były najbardziej owocne w jego życiu. Były to dla fizyki lata intensywnych badań nad budową atomów. Po sformułowaniu w 1909 roku przez Ernesta Rutherforda modelu planetarnego atomu Niels Bohr zaproponował (w 1913 roku) swój model atomu wodoru. Model wprowadzał postulaty kwantowe i jako pierwszy satysfakcjonująco opisywał budowę atomu. Jego ograniczeniem był jednak fakt, że stosował się wyłącznie do opisu atomu jednoelektronowego. Trudności, jakie powstały przy próbach zastosowania modelu Bohra do atomów innych pierwiastków, pobudziły fizyków do dalszych poszukiwań. Głównymi ośrodkami badań w dziedzinie fizyki atomowej stały się uniwersytety w Kopenhadze, gdzie badania prowadzono pod kierunkiem Nielsa Bohra, i w Getyndze, pod kierownictwem Maxa Borna.

Wyjście z trudności, jakie przeżywała wówczas teoria atomu, znalazł w 1925 roku ówczesny asystent Borna Werner Heisenberg, który podczas pobytu na wyspie Helgoland sformułował podstawy mechaniki kwantowej w świetle rachunku macierzy. Born podjął myśl Heisenberga i wspólnie z nim i drugim swoim współpracownikiem Pascuaelem Jordanem rozwinął w kilku pracach podstawy mechani-

ki kwantowej. Mechanikę kwantową z powodzeniem zastosowano do opisu konkretnych zagadnień fizyki atomowej.

Fizycy zajmujący się wówczas mechaniką kwantową przeżyli, jak pisze Born w swoim wykładzie noblowskim, dramatyczną niespodziankę: Erwin Schrödinger, profesor uniwersytetu w Zurychu, opierając się na hipotezie fal de Broglie'a, sformułował w 1926 roku w alpejskiej miejscowości Arosa podstawy mechaniki falowej i wykazał, że w zastosowaniu do zjawisk atomowych daje ona te same wyniki co mechanika kwantowa Heisenberga, Borna i Jordana. W mechanice falowej najważniejszą rolę gra zespolona funkcja falowa miejsca i czasu  $\psi(x, y, z, t)$ . Aby określić jej znaczenie fizyczne, Schrödinger założył, że elektron nie jest cząstką punktową, lecz rozciąga się na całą przestrzeń, a wielkość  $e|\psi(x, y, z, t)|^2$ , gdzie  $e$  jest ładunkiem elektronu, określa gęstość tego ładunku w miejscu  $(x, y, z)$  w chwili  $t$ . Ta interpretacja Schrödingera nie dała się jednak utrzymać dla zjawisk rozpraszania elektronów na atomach. Z jednej strony, obraz dyfrakcyjny sugeruje, że elektron rozpada się na części, z drugiej strony, rozpraszana wiązka elektronów badana za pomocą liczników Geigera zachowuje się jak zbiór niepodzielnych cząstek. Aby pokonać tę trudność, Born powołał się na wcześniej wypowiedzianą ideę Einsteina, według której natężenie fali elektromagnetycznej w danym miejscu należy interpretować jako prawdopodobieństwo gęstości prądu fotonów w tym miejscu. W 1926 roku Born zinterpretował  $|\psi(x, y, z, t)|^2$  elektronu jako funkcję określającą gęstość prawdopodobieństwa przebywania elektronu w miejscu  $(x, y, z)$  w chwili  $t$ . Biorąc tę interpretację za podstawę, Born rozwinął kwantową teorię rozpraszania, zwaną metodą Borna.

Interpretacja Borna, przyjęta przez szkołę getyngęńską i kopenhaską, stała się podstawą rozwinięcia tzw. kopenhaskiej interpretacji mechaniki kwantowej, akceptowanej przez większość fizyków.

Tej interpretacji sprzeciwili się jednak wielcy twórcy mechaniki kwantowej: Einstein, Schrödinger i de Broglie. Jako wynik podnoszonych wątpliwości w słuszność interpretacji kopenhaskiej rozwinęła się trwająca do dzisiaj z różnym natężeniem dyskusja nad podstawami mechaniki kwantowej.

Opuściwszy hitlerowskie Niemcy, Born wykladał przez trzy lata w Cambridge, później, do chwili przejścia na emeryturę w 1953 roku, był profesorem na uniwersytecie w Edynburgu. Pracował nad elektrodynamiką nieliniową i zagadnieniami mechaniki kwantowej. Po przejściu na emeryturę powrócił do Niemiec.

**Walther Bothe** (1891–1957) urodził się w Oranienburgu koło Berlina. Studiował w Berlinie, po czym pracował tam w Państwowym Instytucie Fizykalno-Technicznym. W 1930 roku został profesorem uniwersytetu w Giessen. Stamtąd przeniósł się w 1932 roku na uniwersytet w Heidelbergu, gdzie kierował też instytutem fizyki w Instytucie Maxa Plancka.

W Berlinie współpracował z Hansem Geigerem. W 1929 roku ogłosił swoją metodę koincydencji, której zastosowanie pozwoliło mu na dokonanie ważnych odkryć i która stała się ważnym narzędziem pracy doświadczalnej w fizyce atomowej, jądrowej i fizyce promieni kosmicznych. Metoda koincydencji polega na równoczesnej rejestracji wyładowań w dwóch licznikach, do których wpadają różne cząstki, lub na rejestracji jednej szybkiej cząstki, przebiegającej drogę pomiędzy licznikami tak szybko, że różnicę chwil wyładowań w obu licznikach można zaniedbać. W początkowych doświadczeniach Bothego „równoczesność” ustalano z dokładnością  $10^{-4}$ s, po udoskonaleniu aparatury z dokładnością sięgającą  $10^{-11}$ s.

W 1924 roku ukazała się teoretyczna praca Bohra, Kramersa i Slatera, której autorzy uważali, że zasada zachowania energii nie musi się stosować w elementarnych aktach zjawisk atomowych, lecz stosuje się średnio do zjawisk, na które składa się wiele aktów elementarnych. Bothe i Geiger, badając metodą koincydencji odkryte w 1923 roku zjawisko Comptona, stwierdzili słuszność prawa zachowania energii w pojedynczych aktach elementarnych.

W 1929 roku Bothe wraz z austriackim fizykiem Wernerem Kolhörsterem przystąpili do badania promieni kosmicznych stosując metodę koincydencyjną. Stwierdzili, że pierwotne promieniowanie kosmiczne nie składa się z fotonów gamma, lecz ma charakter korpuskularny. Odkryli istnienie przenikliwej składowej promieniowania kosmicznego, docierającego do dolnych warstw atmosfery ziemskiej, i prowadzili badania pęków tego promieniowania.

Od końca lat dwudziestych Bothe i jego współpracownicy stosowali metodę koincydencji do badania reakcji jądrowych, otrzymując wiele ważnych dla fizyki jądrowej wyników. Jednym z ważnych rezultatów tych prac było odkrycie w 1930 roku przez Bothego i Herberta Beckera bardzo przenikliwego promieniowania, emitowanego przez jądra berylu  $^9\text{Be}$  (a także jądra boru lub litu) bombardowanego przez cząstki alfa, emitowane przez rad. To doprowadziło Jamesa Chadwic-ka w 1932 roku do odkrycia neutronu (Nagroda Nobla z fizyki w 1935 roku).

