

Płynność nagród

W październiku 2003 roku przyznano kolejne Nagrody Nobla. Nie po raz pierwszy trudno oprzeć się wrażeniu, że przyznający nagrody z poszczególnych dziedzin działali „wspólnie i w porozumieniu”.

Peterowi Agre i Roderickowi MacKinnonowi (obaj Stany Zjednoczone), **za odkrycie kanałów transportu wody i jonów przez błony komórkowe**, przyznano Nagrodę Nobla z Chemii, bo Nagroda Nobla z Fizjologii i Medycyny trafiła do Paula C. Lauterbura (Stany Zjednoczone) i szlachetnego Petera Mansfielda (Wielka Brytania) za „**ich odkrycia, dotyczące obrazowania metodą rezonansu magnetycznego**”. Dostali oni tę właśnie nagrodę, a nie Nagrodę Nobla z Fizyki, bo ta okazała się zarezerwowana dla Alexeia A. Abrikosova (Rosja i Stany Zjednoczone, amerykańska pisownia nazwiska), Vitaly’ego L. Ginzburga (Rosja, pisownia jw.) i Anthony’ego J. Leggetta (Wielka Brytania i Stany Zjednoczone). Przyznano ją za „**pionierski wkład w teorię nadprzewodnictwa i nadciekłości**”.

Wszystkie trzy nagrody dotyczą fizyki płynów, a w pierwszych dwóch przypadkach chodzi po prostu o wodę.

Prace Agre pozwoliły odnaleźć proteiny odpowiedzialne za, poszukiwany od ponad stu lat, mechanizm szybkiego transportu wody przez błony komórkowe. Z kolei MacKinnonowi jako pierwszemu udało się dokładnie odtworzyć przestrzenną strukturę kanału potasowego, odgrywającego kluczową rolę w przewodzeniu nerwowym.

Natomiast panowie Lauterbur i Mansfield doprowadzili technikę jądrowego rezonansu magnetycznego do postaci niezwykle użytecznego obrazowania metodą rezonansu magnetycznego. Po drodze zgubili niewygodny przymiotnik „jądrowy” (i chyba za karę nie dostali Nobla z Fizyki). Gubienie było jak najbardziej świadome. Na początku lat siedemdziesiątych, gdy rozpoczęto rozwijanie metody, przymiotnik ten już „źle się kojarzył”, więc uznano, że lepiej go pominąć. Tymczasem magnetyczny rezonans jądrowy nie ma, jak Czytelnicy *Delta* świetnie wiedzą, nic wspólnego z promieniowaniem jądrowym. Chodzi o oddziaływanie zewnętrznego pola magnetycznego z magnetycznym momentem jądrowym. Wykorzystując odpowiednio modulowane pole magnetyczne można uzyskać mapę gęstości występowania jakiegoś jądra, a więc i zawierającego je atomu. W rozpatrywanej metodzie diagnostycznej chodzi po prostu o wyznaczenie mapy obecności jąder wodoru (protonów) wchodzących w skład cząsteczek wody, z której w siedemdziesięciu procentach składa się ludzkie ciało.

Rutynowe (przynajmniej w bogatych krajach, u nas ciągle raczej „reglamentowane”) stosowanie „rezonansu”, jak w medycznym żargonie nazywa się takie badanie, nie byłoby jednak możliwe bez bardzo silnych, ale stosunkowo niedużych i niedrogich (nie bardzo drogich) magnesów. Te z kolei nie powstałyby bez nadprzewodników. I tu dochodzimy do naprawdę dziwnych płynów.

Wszystko zaczęło się od Duńczyka Heike Onnesa, który w 1908 roku skroplił hel (gaz o najniższej temperaturze skraplania), a w 1911 roku odkrył, że drut rtęciowy,

w temperaturze ciekłego helu, przewodzi prąd bez oporu. Zjawisko to nazwał właśnie nadprzewodnictwem. Już w 1913 roku otrzymał Nagrodę Nobla z Fizyki, ale przyznano mu ją głównie za samo skroplenie helu, które przez wiele lat nikomu się nie udawało. Nadprzewodnictwo było przecież wtedy zjawiskiem całkowicie niezrozumiałym. Były to jednak czasy, gdy dość dosłownie traktowano testament Nobla, który nakazywał nagradzanie użytecznych osiągnięć. Prawdopodobnie spodziewano się po tym odkryciu czegoś równie pożytecznego, jak po wynalazku nagrodzonego rok wcześniej Gustafa Daléna, który rozwiązał problem tak przejmująco opisany w 1882 roku w noweli „Latarnik” (przez noblistę z 1905 roku). Gdybyż tytułowy bohater dysponował był wynalezionym przez Daléna automatycznym włącznikiem światła latarnianych...

Wróćmy jednak do nadprzewodnictwa. Obecnie wiemy, że jest to jeden z najbardziej spektakularnych makroskopowych efektów kwantowych, który nie daje się opisać na gruncie mechaniki klasycznej. W 1913 roku nie było więc żadnych szans na zrozumienie tego zjawiska. Przecież sama mechanika kwantowa powstała dopiero dekadę później. Na zadowalającą teorię najprostszej wersji nadprzewodnictwa trzeba było poczekać pół wieku, a pełnej teorii wszystkich aspektów tego zjawiska nadal nie ma.

Prześledźmy tę historię. W 1924 roku Einstein pomógł Satyendra’owi Bosemu opublikować pracę, która pokazywała, jak z pierwszych zasad można wyprowadzić widmo promieniowania ciała doskonale czarnego, odgadnięte przez Plancka ćwierć wieku wcześniej. Einstein pogłębił ideę Bosego rozważając cząstki o skończonej masie (zamiast bezmasowych fotonów) i przewidział, że w bardzo niskiej temperaturze część takich cząstek powinna znaleźć się w stanie o najniższej energii i pozostawać w nim, czyli poruszać się bez oporu. Zjawisko to nazwano kondensacją Bosego–Einsteina, a cząstki mogące w nim uczestniczyć *bozonami*. Później okazało się, że cząstki materii, takie jak elektrony, protony i neutrony, podlegają tzw. zakazowi Pauliego zabraniającemu dwóm identycznym cząstkom przebywania w tym samym stanie kwantowym. Cząstki te nazwano *fermionami*. O tym, czy cząstka jest fermionem czy bozonem, decyduje spin, czyli wewnętrzny moment pędu. Jeżeli jest całkowity (w jednostkach \hbar), to jest to bozon, a jeżeli połówkowy – to fermion. Układ parzystej liczby fermionów może również zachowywać się jak bozon.

Oczywiście nasi Czytelnicy domyślili się już (jeżeli nie wiedzieli tego uprzednio), że nadprzewodnictwo jest rodzajem kondensacji Bosego–Einsteina. Problemem jest tylko to, że nośnikami prądu w nadprzewodnikach są elektrony, a więc fermiony. Rozwiązanie tego problemu zajęło pół wieku... więc nie ma się co dziwić, że i dokończenie tej historii ukaże się w *Delcie* dopiero za miesiąc[†]...

Piotr ZALEWSKI

[†] dokończenie jest już dostępne w Internecie
<http://www.mimuw.edu.pl/delta/artykuly/delta0204/aktualnosci.html>