



Nobel 2004 z fizyki: nagroda po latach

Krzysztof Fiałkowski

Nagrodę Nobla z dziedziny fizyki w roku 2004 otrzymali trzej fizycy amerykańscy: **David J. Gross**, **H. David Politzer** i **Frank Wilczek**, „za odkrycie asymptotycznej swobody w teorii silnych oddziaływań”. Dla niefachowców to uzasadnienie brzmi zapewne bardzo dziwnie: jak można „odkryć” coś w teorii, która jest przecież dziełem fizyków, a nie zjawiskiem naturalnym? Okazuje się jednak, że konstrukcje matematyczne budowane przez fizyków teoretyków bywają tak złożone, że pewne ich własności objawiają się dopiero po żmudnych badaniach – i to często nie tym, którzy byli autorami pomysłu leżącego u podstaw konstrukcji. Tak właśnie było tym razem.



David J. Gross



H. David Politzer



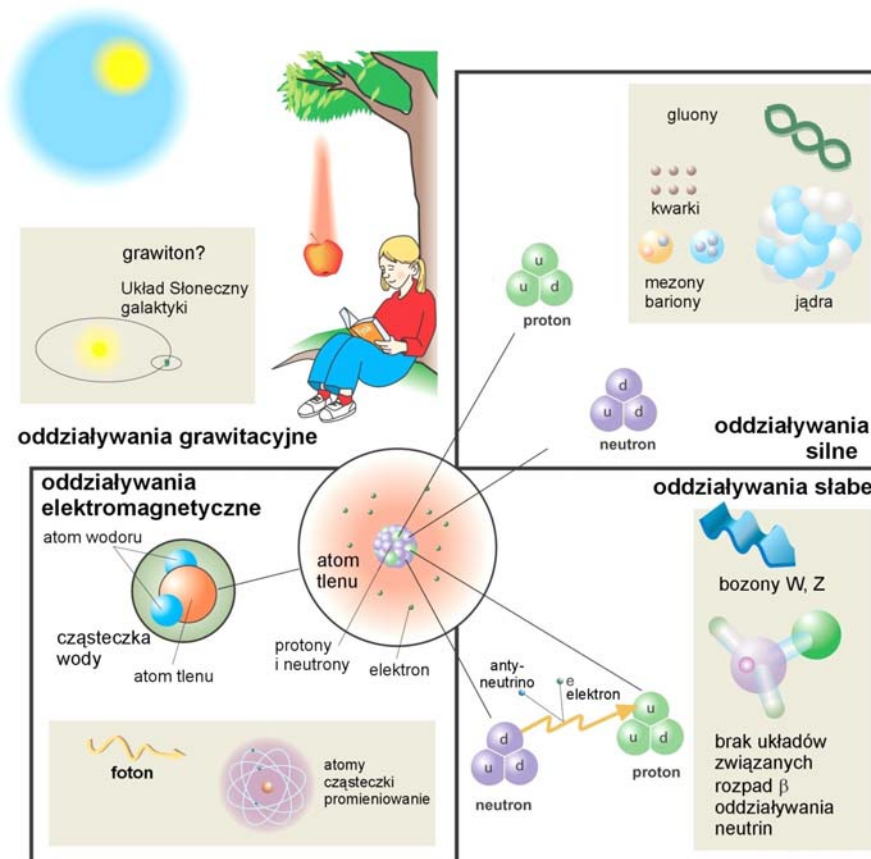
Frank Wilczek

A rozważany problem był jednym z najważniejszych w historii fizyki. Jak wiadomo już od lat trzydziestych XX wieku, do opisu jąder atomowych i zachodzących w nich procesów należało wprowadzić dwa nowe rodzaje oddziaływań (oprócz znanych wszystkim oddziaływań grawitacyjnych i elektromagnetycznych): tzw. oddziaływania silne i słabe.

Oddziaływania słabe, odpowiedzialne za tzw. rozpady β jąder (a więc pośrednio za skład stabilnej materii) opisał najpierw Enrico Fermi, a obowiązującą do dziś teorię stworzyli w latach sześćdziesiątych Sheldon Glashow, Abdus Salam i Steven Weinberg, wyróżnieni za to Nagrodą Nobla już po kilkunastu latach (w roku 1979).

Stworzenie teorii oddziaływań silnych, odpowiedzialnych za istnienie jąder atomowych i za reakcje, dzięki którym świeci Słońce i inne gwiazdy, okazało się

trudniejsze. Pierwszą próbę konstrukcji takiej teorii przeprowadził w latach trzydziestych Hideki Yukawa, ale w porównaniu z powstającą równocześnie nowoczesną teorią oddziaływań elektromagnetycznych, elektrodynamiką kwantową (na której wzorowali później swoją teorię Glashow, Salam i Weinberg), teoria Yukawy była bardzo niezadowolająca. Okazało się, że główną przyczynę trudności stanowił fakt, że oddziałujące silnie cząstki (takie jak wchodzące w skład jąder protony i neutrony, obejmowane zwykle wspólną nazwą nukleonów) nie są elementarne, lecz stanowią układy związane obiektów elementarnych – kwarków. Za sformułowanie modelu kwarków Nagrodę Nobla otrzymał już w 1969 roku amerykański fizyk Murray Gell-Mann, ale do rozwiązania pozostało trudniejsze zadanie: stworzenie szczegółowej teorii silnych oddziaływań kwarków.



Podstawowa trudność polegała na tym, że kwarków nie dało się zarejestrować w żadnym doświadczeniu. Po serii bezowocnych poszukiwań fizycy zgodzili się, że najwyraźniej kwarki nie istnieją jako cząstki swobodne: są trwale uwięzione w takich cząstkach, jak nukleony. Musiały je więc tam więzić niezwykle potężne siły. Równocześnie jednak wiele właściwości nukleonów i ich oddziaływań opisywano poprawnie, zakładając, że kwarki w nukleonach zachowują się tak jak cząstki „prawie swobodne”. Wydawało się to nierozwiązywalnym paradoksem.

Rozwiązanie podane przez tegorocznych laureatów w 1973 roku (niezależnie w dwóch pracach opublikowanych równocześnie: jednej Grossa i Wilczka, a drugiej Politzera) było zaskakujące. Nie wchodząc w szczegóły, można powiedzieć, że analiza matematycznej struktury rozważanej przez nich teorii (zwanej dziś chromodynamiką kwantową) wykazała, że oddziaływanie silne między zderzającymi się kwarkami jest tym słabsze, im większa jest ich energia. Ten właśnie efekt nazywamy asymptotyczną swobodą silnych oddziaływań. Jest on związany z faktem, że siły tych oddziaływań nie maleją ze wzrostem odległości. Kwarki położone blisko siebie oddziałują stosunkowo słabo, jednak „wyrwanie” kwarku z nukleonu na nieograniczoną odległość wymaga nieograniczonej energii (czyli jest niemożliwe).

Dlaczego Nagrodę Nobla przyznano laureatom dopiero dziś, po trzydziestu latach? Szczerze mówiąc, trudno odpowiedzieć na to pytanie. W ostatnich latach nie zdarzyło się nic, co istotnie zwiększyłoby wagę opisanych wyników (skądinąd ogromną). Można przypuszczać, że przyczyną opóźnienia był nadmiar kandydatów do nagrody wśród ludzi, którzy przyczynili się do rozwoju chromodynamiki kwantowej. Wprawdzie większość fizyków uważała już dawno prace Grossa, Wilczka i Politzera za najważniejsze, ale być może uznano, że na laureatów są zbyt młodzi: w chwili publikacji tylko Gross miał ponad 30 lat, a Wilczek i Politzer nie zdążyli nawet uzyskać stopnia doktora. Dziś czas usunął już tę „wadę”, a wielu z konkurentów wyeliminowała natura...

Polskich czytelników zastanawia zapewne niedwuznacznie polskie nazwisko jednego z laureatów. Niestety, jednak trudno zaliczyć go do grona „prawie naszych” laureatów Nagrody Nobla. Frank Wilczek urodził się w USA i nie włada językiem polskim. Z Polski wyemigrowali rodzice jego ojca. Niemniej Frank Wilczek utrzymuje kontakty naukowe z wieloma fizykami z Polski, a w 1998 roku brał udział w dorocznej Krakowskiej Szkole Fizyki Teoretycznej, wygłaszając na niej wykłady.