

Redaguje Jan KALINOWSKI

Piękny barion odkryty

Pod koniec ubiegłego roku grupa doświadczalna UA1 z CERNu (Genewa) doniosła o odkryciu barionu (cząstki zbudowanej z trzech kwarków) zawierającego kwark piękny. Znamy już pięć kwarków oznaczanych literami u (up - górny), d ($down$ - dolny), s ($strange$ - dziwny), c ($charm$ - powabny), b ($beauty$ - piękny).

Najpowszechniej występujące bariony: protony i neutrony, są zbudowane z kwarków u i d - proton = uud , neutron = udd . Kwark s został odkryty pod koniec lat 40., chociaż pojęcie kwarku zostało wprowadzone znacznie później, bo w połowie lat 60. Zaobserwowano wówczas dziwnie zachowujące się cząstki, które zawsze produkowane były parami - stąd nazwa cząstki dziwne i odpowiadający im kwark s . Np. barion $\Lambda = uds$, a „najdziwniejszy” barion to $\Omega = sss$. Następny kwark c został odkryty wraz z zaobserwowaniem mezonu (układu kwark-antykwar) $J/\psi = c\bar{c}$. Kwark powabny c był oczekiwany i przewidziano nawet jego masę. Kwarku b nikt się nie spodziewał. Został odkryty w 1977 r. przez obserwację mezonu $\Upsilon = b\bar{b}$. Teraz oczekujemy odkrycia szóstego (ostatniego?) kwarku t (top - ?). Wiadomo jedynie, że jest on cięższy co najmniej 90 razy od protonu ($m_p = 938$ MeV). Jeśli istnieje kwark b , to powinny istnieć też bariony piękne zawierające kwark b . Zderzenia protonów i antyprotonów przy wysokich energiach są dobrym źródłem produkcji cząstek pięknych. Jednak zaobserwowanie pojedynczej cząstki pięknej w gąszczu innych cząstek produkowanych w tym samym zderzeniu nie jest łatwe. Dopiero kilkuletnia analiza danych doświadczalnych zebranych w latach 1988-89 pozwoliła na wyselekcjonowanie odpowiednich przypadków. Szukano przypadku w rozpadzie barionu $udb \rightarrow \Lambda + J/\psi$. Cząstka J/ψ identyfikowana jest przez rozpad na parę leptonów: $J/\psi \rightarrow \mu^+ \mu^-$, natomiast Λ rozpada się na proton i ujemnie naładowany mezon π^- . Znalaziono 16 ± 5 takich przypadków. Na ich podstawie oceniono, że masa pięknego barionu wynosi $5640 \pm 50 \pm 30$ MeV.

Chłodzenie światłem

Fakt, że światło oddziałując z jakimkolwiek układem może spowodować jego ogrzanie, jest dla nas intuicyjnie zrozumiały i nie budzi żadnych zastrzeżeń. Ochłodzenie czegoś poprzez skierowanie na nie wiązki światła wydaje się raczej niemożliwe. Tymczasem „światłny” mechanizm chłodzenia nie tylko działa, ale doprowadził do uzyskania zadziwiająco niskich temperatur.

Przejdźmy od razu do konkretnego przykładu. Niech układem naszym będą atomy sodu w fazie gazowej, a chłodzącym światłem wiązka laserowa o tak dobranej częstotliwości promieniowania, aby mogła być absorbowana przez atomy sodu o danej prędkości. Jak pamiętamy, częstota rezonansowa zależy (w wyniku efektu Dopplera) od prędkości atomu. Każdemu aktowi wzbudzenia atomu będzie towarzyszyło przekazanie mu pędu fotonu. Jest to po prostu konsekwencja zasady zachowania pędu. Kierując wiązkę światła przeciwnie do kierunku poruszającego się atomu spowodujemy w ten sposób zwolnienie jego ruchu. Każdy akt absorpcji zmniejszy jego prędkość bardzo nieznacznie, bo zaledwie o 3 cm/s. Jednakże wzbudzony atom po czasie równym 10^{-8} s wysyła foton, powraca do stanu podstawowego i jest ponownie gotów do kolejnego aktu absorpcji zwalniającego jego ruch.

Jeśli przyjmiemy, że termiczna prędkość atomu jest rzędu 10^5 cm/s, to po około 30 tysiącach aktów absorpcji i reemisji atom zostanie zahamowany. A przecież zwolnienie ruchu atomów wchodzących w skład naszego układu oznacza właśnie jego ochłodzenie. W ten sposób podstawy fizyczne chłodzenia atomów przy użyciu światła mamy już opanowane, co nie znaczy, że wiemy już wszystko, co potrzeba, aby móc takie doświadczenie przeprowadzić. Konieczne dla pełnego sukcesu są dwie bardzo istotne uwagi techniczne.

W opisywany wyżej sposób możemy zwalniać ruch atomów w jednym tylko wymiarze, a nawet kierunku. Ochłodzenie wszystkich atomów możemy zrealizować w konfiguracji sześciu wiązek biegnących po dwie (przeciwnie do siebie) wzdłuż trzech osi prostokątnego układu współrzędnych. Ponadto musimy pamiętać o tym, że atomy zwalniając zmieniają swoją częstotliwość rezonansową i aby umożliwić im absorpcję fotonów, musimy w rytm zwalniania ich biegu zmieniać częstotliwość wiązki laserowej.

Na zakończenie wynik opisanego wyżej doświadczenia: udało się ochłodzić atomową parę sodu do temperatury poniżej 10^{-3} K! Wynik ten pozostawiamy bez komentarza.

Krzysztof ERNST

Pękające rury

Zimą często się zdarza, że pękają zamrożone rury. Wydaje się, że nie ma w tym nic dziwnego. Słoik lub butelka z wodą wystawione zimą na dwór też pękają. Wiadomo, że przy zamrażaniu woda rozszerza się, szkło nie wytrzyma i pęka. Zamrażająca woda rozsada też skały. Ale w przypadku rur zastanawiające jest to, że rury zwykle pękają nie w miejscu, w którym woda zamarza, lecz gdzieś indziej. Poznać to można choćby po tym, że z rury w miejscu pęknięcia leje się woda, a nie wylatuje lód. Co w takim razie powoduje pęknięcia rur? Niektórzy zalecają też, żeby nie zakręcać szczelnie kranów zimą, gdyż zapobiega to pękaniu rur. Czy jest w tym sens?

Rzeczywiście, rury (i nie tylko rury) pękają na skutek zamrażania wody, ale czynnikiem rozrywającym jest woda, a nie lód. Lód tworzy się najpierw przy samej rurze i postępuje radialnie do środka rury, aż w końcu zablokuje rurę. Nic się złego na razie nie dzieje, gdyż zamrażająca woda wypycha wodę w głąb rury i ciśnienie lodu na rurę jest równe ciśnieniu wody. Dopiero dalsze, postępujące wzdłuż rury zamrażanie wody, gdy utworzy się już blokada, powoduje znaczny wzrost ciśnienia wody w rurze. Jeśli woda nie ma ujścia, to wówczas rura pęka w najsłabszym miejscu. Może to być tuż przy zamrożonym fragmencie, a może być w zupełnie innym miejscu. Widać więc, że zostawienie lekko niedokręconego kranu nie uratuje rury przed zamrażaniem, ale może uratować przed pęknięciem nie dopuszczając do wytworzenia się zbyt wysokiego ciśnienia. Chyba że rura zamrażnie w kilku miejscach, wtedy i ciekący kran nie pomoże. Zresztą słoiki i butelki też rozsada woda, a nie lód. Najpierw zamraża woda na powierzchni blokując wodę i postępujące w głąb zamrażanie doprowadza do pęknięcia naczynia.

Jan KALINOWSKI