



Przykład kraty kwarkowo-gluonowej używanej do obliczania masy barionów i mezonów w teorii QCD

Obliczenia mas protonów, neutronów i innych cząstek o silnych oddziaływaniach zwanych barionami doszły za pomocą samego QCD do punktu, w którym obliczone masy różnią się o kilka procent od rzeczywistych mas tych cząstek. Wyniki potwierdzają, że tylko niewielka część masy barionów, około 1%, pochodzi z masy samych kwarków. Pozostałe masy pochodzą z energii, którą kwarki przenoszą ze względu na wzajemne powiązania lub ograniczone przez gluony wewnątrz barionu. Obliczona masa nukleonów (protonów lub neutronów) wynosi 936 MeV z niepewnością wynoszącą 22 MeV, natomiast znana masa protonu i neutronu to odpowiednio 938 i 940 MeV.



Enrico Fermi stwierdził, że słaba interakcja jest prawdziwą siłą natury, podobnie jak elektromagnetyzm

SŁABA INTERAKCJA

Silna interakcja jest dość intuicyjna, gdyż można ją nadal traktować jako siłę, która łączy ze sobą rzeczy jak grawitacja, z kolei słaba interakcja wydaje się dziwną siłą, która nie tworzy w ogóle przyciągania ani odpychania. Po raz pierwszy jej efekty odkrył w 1896 roku Henri Becquerel (1852–1908). Nie uznawano jej za siłę aż do roku 1933, gdy Enrico Fermi (1901–1954) wykorzystał niektóre techniki opracowane przez Diraca do sformułowania kwantowej teorii pola dla rozpadu nuklearnego.

Słaba siła sprawia, że niektóre cząstki takie jak neutrony i mezony π rozpadają się na inne, lżejsze i bardziej stabilne cząstki ze stałą transmisją śliskiej nowej cząstki zwanej neutrinem. Fermi stwierdził, że w słabej interakcji pośredniczy cząstka zwana

bozonem pośrednim, który czasami jest też znany jako Uxyl, Schozon lub cząstka W, X lub Z. Zgodnie z metodą szacowania masy Yukawy cząstka ta musi być 100 razy cięższa od protonu, a zgodnie z oryginalnym schematem Juliana Schwingera muszą być dwie takie cząstki. W 1960 roku Sheldon Glashow zaproponował trzecią neutralną cząstkę, więc bozon pośredniczący składał się z cząstek W^+ , W^- oraz Z^0 , a każda z nich miała taki sam spin kwantowy jak foton, ale była przy tym bardzo masywna.

SPONTANICZNE PRZEŁAMANIE SYMETRII

Do lat sześćdziesiątych XX wieku podjęto kilka prób połączenia sił słabych i elektromagnetycznych. Konstrukcja kolejnych próbnych modeli zajmowała czas wielu teoretykom, aż do momentu, gdy w 1967 roku fizycy ogłosili odkrycie nowej, zaskakującej, spójnej wewnętrznie teorii „elektrosłabej”. Steven Weinberg (1933–), Sheldon Glashow (1932–) oraz Abdus Salam (1926–1996) odkryli, że dzięki wykorzystaniu teorii Yanga-Millsa i dziwnego mechanizmu zwanego spontanicznym przełamaniem symetrii wprowadzonego w 1964 roku przez Petera Higgsa (1929–) mogli stworzyć teorię łączącą QED i słabą interakcję w jedno matematyczne ramy zwane teorią oddziaływań elektrosłabych. Przewidzieli oni, że powinny istnieć trzy cząstki pośredniczące przy siłach (W^+ , W^- , Z^0) i że energie powyżej 100–300 GeV elektromagnetycznych i słabych interakcji powinny się mieszać i stać się w efekcie nierozróżnialne.

Początkową reakcją społeczności fizyków była głucha cisza.

Patrząc po cytowaniach tego artykułu, to do roku 1970 miał jedno odwołanie, w 1972 były już 64 cytowania, a w 1973 – 163. Niektóre z nich to cytaty samego Weinberga, który w 1971 roku nazwał swoją własną teorię „odrażającą”. W 1972 roku zaszło wszakże coś, co ją pobudziło. Gerard 't Hooft z Uniwersytetu w Utrechcie udowodnił ważne twierdzenie matematyczne związane z teoriami podobnymi do teorii Weinberga. Dziwny mechanizm przełamujący symetrię, który był sercem teorii Weinberga, *nie* burzył zdolności takich teorii do podania skończonych odpowiedzi. Teoretycy mogli teraz wykorzystywać te teorie spontanicznie przełamywanej symetrii i nie musieli się martwić, że narażą się na plagę takich samych nieskończoności, które 25 lat wcześniej nękały QED. W 1984 roku, jakieś pięć lat po tym jak Weinberg, Salam i Glashow otrzymali Nagrodę Nobla, Carlo Rubbia (1934–) i Simon van der Meer (1925–2011) otrzymali własną Nagrodę Nobla za odkrycie w CERN bozonów W i Z.