

Jak odkryliśmy hiperjądra atomowe

Prof. dr Jerzy PNIEWSKI, członek rzeczywisty PAN

Artykuł ten oparty jest na wspomnieniach przedstawionych przeze mnie w jednej z audycji telewizyjnych w roku 1971. Materiały te udostępniłem również wydawnictwu Towarzystwa Naukowego Płockiego, pt. *Notatki płockie* (3—1973)

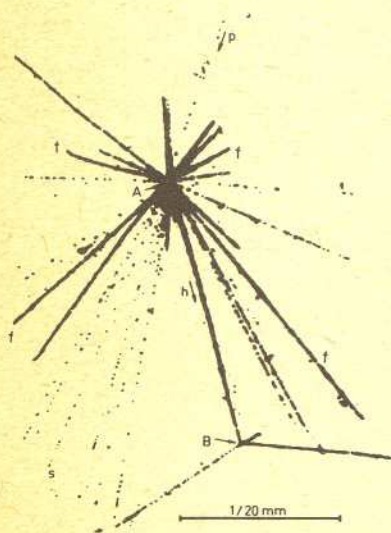
Podobno w starożytnej Grecji przeciętny rzemieślnik znał się na poezji. Przed paru wiekami nie wypadało nie znać łaciny. W latach mojej młodości kompromitował się człowiek, który nie znał na wylot dzieł naszych romantyków. Dziś w wieku atomu nie wypada nie wiedzieć, że jądra atomowe są zbudowane z protonów i neutronów; tłumaczenie tego faktu mam więc z głowy i mogę tylko dodać, że Heisenberg jako pierwszy ten pogląd do opisu jądra wprowadził w roku 1932. Ponieważ w ciągu ostatnich dwudziestu paru lat fizycy odkryli wielką liczbę nowych cząstek uznanych za elementarne, chciałoby się zadać pytanie, czy któraś z tych cząstek na równi z protonem i neutronem nie mogłaby również stać się cegiełką materii jądrowej. Tak, dziś wiemy, że to jest możliwe, ale jak się okazuje, może nią być jeszcze tylko jedna cząstka, zwana hiperonem lambda. Taki hiperon jest cięższy od protonu mniej więcej $1/5 - 1/6$ jego masy. Tak więc mamy 3 podstawowe cegiełki tworzące jądra atomowe, z tym, że jądra zawierające ów hiperon nazywane są hiperjądrami. Posiadają one analogiczne nazwy jak zwykle jądra. Istnieją zatem hiperjądra helu, wodoru, węgla. Wszystkie są nietrwałe oraz, powiedziałbym, w pewien specjalny sposób promieniotwórcze i z tego względu raczej żyjące krótko. W roku 1952 liczba podówczas znanych cząstek elementarnych nie była jeszcze duża, w istocie było ich zaledwie kilkanaście, znany już był jednak hiperon lambda, z tym że nazywano go wtedy cząstką V zero. O cząstkach elementarnych tak mało wówczas wiedziano, że nawet ich nazwy dobierano dość przypadkowo.

Możliwość istnienia materii hiperjądrowej i pierwszy przypadek hiperjądra wykryliśmy wspólnie z Marianem Danyszem w tymże roku 1952. Współpraca nasza rozpoczęła się dwa lata wcześniej w czasie pobytu za granicą, w Anglii. Pracowaliśmy tam wspólnie przez kilka miesięcy. Marian Danysz wracając w roku 1952 z Bristolu przywiózł blok emulsji fotograficznej naświetlonej promieniami kosmicznymi w locie balonowym do stratosfery, zorganizowanym przez ośrodek bristolski. We wrześniu tego roku po konferencji fizyków w Spale przeglądaliśmy wieczorem pod mikroskopem przywiezione przezeń klisze, powiedziałbym niezbyt systematycznie, raczej orientując się, jaki materiał jest do dyspozycji i co ciekawego da się zauważyć.

W tej chwili nie jestem tego pewien, ale chyba był to piątek, a zatem 19 września, kiedy pod mikroskopem ujrzelśmy przypadek reprodukowany na załączonej fotografii. Wysokoenergetyczna cząstka promieniowania kosmicznego, znacząca tu swój ślad nikłymi plamkami, rozbija jądro bromu lub może srebra, jakich jest wiele w każdej emulsji fotograficznej. Widoczny jest cały pęk jakichś cząstek, również szybkich, oraz wiele czarnych torów cząsteczek powolnych, na ogół drobnych fragmentów uderzonego jądra. Jednak jeden z torów, bardziej czarny, swym wyglądem wskazywał, że jest to ślad fragmentu cięższego, fragmentu, który po przebiegnięciu drogi 90 mikronów (tzn. około $1/10$ mm; na fotografii mikroskopowej droga ta jest wielokrotnie powiększona) zatrzymał się i rozpadł z wydzieleniem bardzo znacznej energii. Fakt ten wydał nam się niezwykły. Każdy fragment rozbitego jądra jest również jądrem, tylko mniejszym; jeśli ten przebiegł drogę 90 mikronów, to musiał „żyć” co najmniej tyle czasu, ile potrzeba na przebycie tej drogi, a że się prawdopodobnie zatrzymał, to mógł „żyć” nawet znacznie dłużej, o czym nie mieliśmy już żadnej informacji. Wszystkie znane podówczas fakty fizyki jądrowej wskazywały, że wysoko wzbudzone jądra żyją co najmniej miliard razy krócej.

Rozpoczęliśmy długie dyskusje prowadzone przez wiele dni w każdej wolnej chwili. Przede wszystkim zaczęliśmy zastanawiać się, czy to nie jest złośliwy przypadek nałożenia się dwóch niezależnych zdarzeń mający nas swą niezwykłością. Szybko jednak oszacowaliśmy, że taka przypadkowa koincydencja w warunkach owego naświetlania bloku jest niezwykle mało prawdopodobna.

Wtedy wysunęliśmy drugą hipotezę roboczą. Czy możliwe jest wyprodukowanie fragmentu jądrowego o takiej wewnętrznej strukturze, by był w stanie przechować dużą energię przez bardzo długi czas? Dziś dobrze wiadomo, że jest to założenie zgoła nierealne, jednak podówczas niewiele wiedziano o procesach jądrowych zachodzących przy zderzeniach bardzo wielkich energii i *a priori* nie wolno nam było odrzucić żadnej hipotezy, nawet niezwyklej, gdy sam przypadek był tak nietypowy. Mimo to nie mogliśmy znaleźć żadnego rozsądnego modelu takiego wzbudzenia jądra, mimo że wróciliśmy z konferencji, na której jeden z nas miał referat o nowych modelach jądra atomowego.



Pierwsze hiperjądro odkryte w roku 1952 w fotograficznej emulsji jądrowej
p — tor cząstki pierwotnej (wysokiej energii) promieniowania kosmicznego
A — miejsce oddziaływania z jądrem bromu lub srebra napotykanym w emulsji fotograficznej
s — pęk torów kilku szybkich cząstek wtórnych
f — tory fragmentów rozbitego jądra
h — tor fragmentu hiperjądrowego
B — miejsce rozpadu hiperjądra i wychodzące z niego tory produktów rozpadu

Powiększenie: 400 razy

Dyskusje trwały i jednocześnie wykonywaliśmy pomiary, które podówczas nie miały tej precyzji, co obecnie, wobec niemożności śledzenia torów poza obrębem jednego płata emulsji fotograficznej. W każdym razie ustaliliśmy, że nawet przy niekorzystnym założeniu wydzielona energia jest co najmniej 10 razy większa niż najwyższe energie wzbudzenia spotykane w procesach jądrowych analizowanych powszechnie.

W tej nie wyjaśnionej sytuacji dwa razy dziennie chodziliśmy na kawę do nowo otwartej w Warszawie kawiarni na MDM, do „Niespodzianki”. I właśnie tam, w tej „Niespodziance”, przy którejś z rzędu kawie, nagle zaświtała nam myśl, że ta energia niewiele się różni od energii odpowiadającej anihilacji masy spoczynkowej mezonu pi, cząstki elementarnej odkrytej parę lat wcześniej. Wtedy wzięliśmy pod rozwagę nową hipotezę, że mezon pi związany siłami elektrycznymi jak elektron w atomie jest wyniesiony razem z fragmentem, a następnie unicestwia się wyzwalamąc właśnie tak dużą energię. Hipoteza była niezwykle atrakcyjna, ale szanse wyniesienia tak związanego mezonu wydały nam się znów zbyt małe, choć nie byliśmy w stanie tego wówczas dobrze obliczyć.

Od tej jednak hipotezy już tylko krok dzielił nas od założenia, że to hiperon lambda rozpadający się na mezon i proton jest niezależnym trzecim składnikiem jądrowym w zaobserwowanym fragmencie. I tu otwarcie trzeba przyznać, że założenie nasze było ryzykowne, bo według ówczesnych przewidywań sądzono, iż ów hiperon, czy, jak go wówczas nazywano, cząstka V zero, wyprodukowany w szybkim akcie zderzenia, powinien równie szybko rozpaść się po znalezieniu się w innym jądrze.

Znów przyznam się, że trochę zlekceważyliśmy te obawy, może dlatego, że tak niewiele wiedziano wówczas o cząstkach elementarnych, a może dlatego, że wszystkie inne wyjaśnienia wydawały się nam znacznie mniej sensowne.

Przygotowaliśmy raport do druku i rozesłaliśmy listy do czołowych fizyków kilku krajów; nie pamiętam już do ilu, ale chyba do sześciu. Odpowiedziało niewielu. Pamiętam trzy odpowiedzi. Heisenberg napisał po prostu: „To bardzo interesujący pomysł”. Jeden ze znanych fizyków radził, by w całej dyskusji skreślić pomysł wiązania cząstki V zero, z której to sugestii na szczęście nie skorzystaliśmy. Trzeci napisał ciepły list, ale dopiero po roku, gdy naszą hipotezę potwierdzały już 3 inne obserwacje.

Powiem na koniec, że słuszność naszego zlekceważenia możliwości szybkiego rozpadu hiperonu znalazła wkrótce uzasadnienie w pięknych pracach Paisa i Gellmanna, którzy zauważyli, iż hiperony mają pewną specjalną cechę, nazwaną „dziwnością”, chroniącą je od szybkiego rozpadu. To chyba zamyka historię, którą miałem tu przedstawić.

Sądzę, że to opisałem może zbyt fachowo i że niejednemu z Czytelników przypomina to „Kobrę”, ale rzeczywiście jak w „Kobrze” dość często rozwiązanie poważnego problemu fizycznego wymaga długiej i wielostronnej analizy, eliminującej kolejno różne dopuszczalne interpretacje.



Zadania

Redaguje mgr Andrzej MAKOWSKI

M 28. Udowodnić, że jeżeli x jest taką liczbą naturalną, że $2x^2 + 7$ jest liczbą pierwszą, to x jest liczbą złożoną.

Rozwiązanie na str. 16.

M 29. Niech a będzie daną liczbą rzeczywistą różną od zera. Udowodnić, że jeżeli funkcje rzeczywiste zmiennej rzeczywistej f i g spełniają warunek $f(x) + f(a-x) = xg(x)$ dla każdej liczby rzeczywistej x , to funkcja g przyjmuje dla pewnego x wartość 0.

Rozwiązanie na str. 7.

M 30. W wiosce A jest 60 dzieci w wieku szkolnym, w wiosce B — 90. Gdzie należy zbudować szkołę (tylko dla dzieci z tych dwóch wiosek), tak by suma odległości przebywanych przez wszystkie dzieci w drodze do szkoły była najmniejsza (odległość wewnątrz każdej wsi pomijamy).
Rozwiązanie na str. 3.

Redaguje dr Andrzej ZIEMIŃSKI

F 10. Wiadomo, że na powierzchni przewodników panuje stały potencjał pola elektrostatycznego. Dzięki tej własności, nawet nie naładowany przewodnik umieszczony w polu elektrostatycznym wytwarza wokół siebie dodatkowe pole pochodzące od ładunków indukowanych na jego powierzchni. Rozważmy na przykład, jak zmieni się jednorodne pole elektrostatyczne, jeżeli umieścimy w nim nie naładowany przewodnik o kształcie kuli. Wykażcie, że w tym wypadku to dodatkowe pole jest równe polu, jakie wytwarzałby dipol umieszczony w środku kuli i skierowany zgodnie z kierunkiem pola jednorodnego. Obliczcie wartość momentu dipolowego p , jeżeli promień kuli równa się r_0 , a natężenie pola jednorodnego E_0 .

Jak jest rozłożony ładunek indukowany na powierzchni kuli? Rozwiązanie na str. 15.

