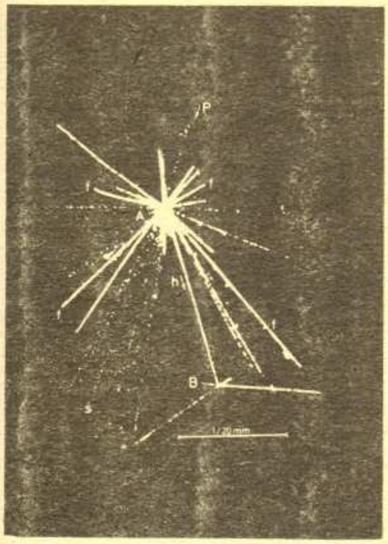
Jak odkryliśmy hiperjądra atomowe

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).

W wieku atomu nie wypada nie wiedzieć, że jądra atomowe są zbudowane z protonów i neutronów; tłumaczenie tego faktu mam więc z głowy. 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. Jak się okazuje, może nią być jeszcze tylko jedna cząstka, zwana hiperonem lambda. Tak więc mamy 3 podstawowe cegiełki tworzące jądra atomowe, z tym że jądra zawierające ów hiperon nazywane są hiperjądrami. Te ostatnie są nietrwałe, 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. Możliwość istnienia materii hiperjądrowej i pierwszy przypadek hiperjądra wykryliśmy wspólnie z Marianem Danyszem w tymże roku 1952. 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 przeglądaliśmy wieczorem pod mikroskopem przywiezione przezeń klisze, powiedziałbym niezbyt systematycznie, raczej orientując się, jaki materiał jest do dyspozycji i co ciekawego da się zauważyć.

Chyba był to piątek, a zatem 19 września, kiedy pod mikroskopem ujrzeliśmy 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 wysokowzbudzone jądra żyją co najmniej miliard razy krócej.



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 szybkich cząstek wtórnych,
— tory fragmentów rozbitego jądra,
h — tor fragmentu hiperjądrowego,
B — miejsce rozpadu hiperjądra i wychodzące z niego tory produktów rozpadu.
Powiększenie: 400 razy

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 mamiący nas swą niezwykłością. Szybko jednak oszacowaliśmy, że taka przypadkowa koincydencja w warunkach owego naświetlania bloku jest niezwykle mało prawdopodobna.

Dyskusje trwały i jednocześnie wykonywaliśmy pomiary, które podówczas nie miały tej precyzji, co obecnie. 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. I właśnie tam, 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 uwagę nową hipotezę, że mezon pi związany siłami elektrycznymi jak elektron w atomie jest wyniesiony razem z fragmentem, a następnie unicestwia się wyzwalając 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 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. Słuszność naszego zlekceważenia możliwości szybkiego rozpadu hiperonu znalazła wkrótce uzasadnienie w pięknych pracach Paisa i Gell-Manna, którzy zauważyli, iż hiperony mają pewną specjalną cechę chroniącą je od szybkiego rozpadu. To chyba zamyka historię.

Wielościany z minimalną liczbą powtórzeń

Małgorzata ZALEWSKA

W artykule tym będziemy zajmować się wielościanami wypukłymi. Ustalmy najpierw terminologię. Będziemy mówili, że ściany są tego samego rodzaju, gdy mają tę samą liczbę boków. Jeżeli oznaczymy liczbę ścian wielościanu $\mathscr{W}$ przez $s(\mathscr{W})$, a liczbę rodzajów ścian przez $r(\mathscr{W})$, to $s(\mathscr{W}) - r(\mathscr{W})$ nazywać będziemy liczbą powtórzeń w tym wielościanie.
Jak można wykazać, każdy wielościan ma dwie ściany tego samego rodzaju. My udowodnimy nawet więcej — a mianowicie: dla każdego wypukłego wielościanu $\mathscr{W}$

$$s(\mathscr{W})-r(\mathscr{W}) \geqslant 3.$$

Dowód: Załóżmy, że w danym wielościanie $\mathscr{W}$ ścianą o największej liczbie krawędzi jest $k(\mathscr{W})$-kąt. Ścian w tym wielościanie musi być co najmniej $k(\mathscr{W})+1$, więc $s(\mathscr{W}) \geqslant k(\mathscr{W})+1$. Rodzajów ścian może być co najwyżej $k(\mathscr{W})-2$, gdyż i-kąt może być ścianą tego wielościanu tylko dla $i = 3, 4, \ldots, k(\mathscr{W})$, więc

$$r(\mathscr{W}) \leqslant k(\mathscr{W})-2, \text{ stąd}$$

$$s(\mathscr{W})-r(\mathscr{W}) \geqslant k(\mathscr{W})+1-(k(\mathscr{W})-2) = 3,$$

a więc w każdym wielościanie są co najmniej trzy powtórzenia. Postaramy się znaleźć wszystkie (z dokładnością do homeomorfizmów, zachowujących własność „być wierzchołkiem" i „być krawędzią") wielościany z trzema powtórzeniami. Ponieważ dalej będziemy zajmować się tylko wielościanami z trzema powtórzeniami, mówiąc „wielościan" będziemy mieli na myśli taki właśnie wielościan. Umówmy się, że wielościan, w którym ścianą o największej liczbie boków jest k-kąt, będziemy nazywać „wielościanem z k-kątem". Z powyższych rozważań łatwo wynikają następujące własności:

1. Dla wszystkich $i = 3, 4, \ldots, k$ wielościan z k-kątem zawiera ściany, będące i-kątami.

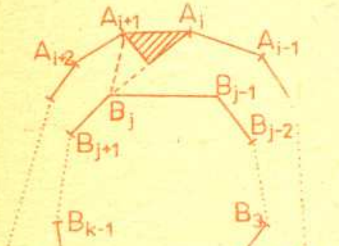
2. W wielościanie z k-kątem każda ściana ma krawędź wspólną z k-kątem.

3. W wielościanie z k-kątem dokładnie jedna ściana nie ma krawędzi wspólnej z $(k-1)$-kątem.

Następne własności są nieco mniej oczywiste, dlatego dla przykładu przytoczymy dowód jednej z nich:

4. W wielościanie z co najmniej dwoma k-kątami (oznaczmy je $A_1 A_2 \ldots A_k$, $B_1 B_2 \ldots B_k$)
a) wielokąty te mają wspólną krawędź (np. $A_1 = B_1$, $A_2 = B_2$),
b) ściana zawierająca krawędzie $\overline{A_1 A_k}$ i $\overline{A_1 B_k}$ jest trójkątem, podobnie jak ściana zawierająca krawędzie $\overline{A_2 A_3}$ i $\overline{A_2 B_3}$ (wł. **2**).

5. Jeżeli $A_1 A_2 B_3 \ldots B_{k-1}$ jest ścianą wielościanu z dokładnie jednym k-kątem $A_1 A_2 \ldots A_k$, to ściana zawierająca krawędzie $\overline{A_2 A_3}$ i $\overline{A_2 B_3}$ lub $\overline{A_1 A_k}$ i $\overline{A_1 B_{k-1}}$ jest trójkątem (wł. **2** i **3**).



Rys. 1

6. W wielościanie z dokładnie jednym k-kątem $A_1 A_2 \ldots A_k$ każda ściana, która nie ma krawędzi wspólnej z $(k-1)$-kątem $A_1 A_2 B_3 \ldots B_{k-1}$ jest trójkątem.
Dowód: Oznaczmy k-kąt i $(k-1)$-kąt jak na rys. 1.
Ściana zawierająca krawędź $\overline{A_i A_{i+1}}$ nie ma krawędzi wspólnej z $(k-1)$-kątem $A_1 A_2 B_3 \ldots B_{k-1}$.