

Powrót pierwiastka zero

Gdy w tym roku na Kijów zaczęły spadać pierwsze rosyjskie bomby, mało kto miał ochotę świętować dziewięćdziesięciolecie odkrycia neutronu. Mimo szacownego wieku ta cząstka elementarna nie ujawniła jeszcze fizykom wszystkich swoich sekretów. Żaliłem się już na łamach *Delty*, że są sprzeczne doniesienia na temat tego, ile neutron właściwie średnio żyje w stanie swobodnym. Ale to nie koniec prostych pytań bez dobrych odpowiedzi. Nie wiadomo również, czy neutron potrafi się trwale związać z innymi podobnymi cząstkami.

Można powiedzieć, że w jądrach atomowych, które są układami związanymi nukleonów: protonów i neutronów, te ostatnie pełnią rolę stabilizującą. Oddziałując silnie, przyciągają się z innymi nukleonami, obce jest im jednak oddziaływanie elektrostatyczne, które wzajemnie odpycha protony.

Czy jednak dwa neutrony, bez towarzystwa protonów, mogą stworzyć stabilny stan związany? A trzy? A może cztery? Z technicznych powodów dobrze znanych fizykom teoretycznym bardzo trudno jest opisać, jak oddziałują silnie cząstki elementarne o małych prędkościach. Na pewno istnieją we Wszechświecie stabilne obiekty zbudowane z (prawie) samych neutronów – gwiazdy neutronowe. Jednak są to układy dość duże, bo zawierające coś między nonylijonem (10^{54}) a decylijonem (10^{60}) cząstek. Mniej wiadomo o innych izotopach takiego „pierwiastka zero” – bo układ związany neutronów ma przecież zerową liczbę atomową.

Nieistnienie związanych par neutronów (i protonów) można uzasadnić odwołaniem się do zakazu Pauliego – podstawowej kwantowej zasady głoszącej, że cząstki o spinie połówkowym, czyli fermiony, jakimi są neutrony, nie mogą znajdować się w takich samych stanach. Analogiczne rozważania można prowadzić dla układów trzech i pięciu neutronów.

A co z neutronowym *ménage à quatre*? Tu zdania są podzielone. Teoretycy nie bardzo umieją sobie wyobrazić – czyli stworzyć działający model – że takie *tetraneutronium* mogłoby istnieć. Tymczasem na początku tego roku fizycy doświadczalni z Politechniki w Monachium opublikowali pracę [1], w której donoszą o możliwym zaobserwowaniu układu związanego czterech neutronów. W akceleratorze Tandem w Garching bombardowano tarczę wykonaną z dwutlenku litu-7 wiązką jąder litu-7 o energii kinetycznej 46 MeV. Ponieważ w takim eksperymencie pociski i tarcze zawierają po trzy protony i cztery neutrony, więc można wyprodukować jądra węgla-10, zawierające sześć protonów i cztery neutrony, i pozostaną wtedy cztery nadmiarowe neutrony. Gdyby neutrony te opuszczały miejsce zderzenia nie wszystkie razem, rozkład energii jąder węgla powinien być płaski – w przeciwnym razie występowałby w nim wyraźny garb.

Pomiary wykonane przez autorów opisywanej pracy wskazują na drugą z tych możliwości, a szacowany czas życia rzekomego tetraneutronium ma wynosić aż kilka minut, czyli ekstremalnie długo jak na cząstkę elementarną. Jest to wynik o tyle ciekawy, że poprzednie doniesienia o odkryciu tetraneutronium, sprzed sześciu lat, pochodzące z ośrodka RIKEN w Japonii, mówiły o czasie życia rzędu 10^{-21} sekundy. Jako że wszystkie dotychczasowe doniesienia o wyprodukowaniu tej cząstki zostały odłożone do lamusa odkryć niepotwierdzonych, ciekawe będzie zobaczyć, jaki los spotka ten najnowszy wynik. Jeśliby się jednak potwierdził, przed teorią oddziaływań silnych stanie nowe niebanalne wyzwanie.

Krzysztof TURZYŃSKI

[1] Thomas Faestermann, Andreas Bergmaier, Roman Gernhäuser, Dominik Koll, Mahmoud Mahgoub, *Indications for a bound tetraneutron*, *Physics Letters B* **824** (2022) 136799.