

Pół minuty wieczności

Z Dubnej pod Moskwą doniesiono o udanej syntezie nowego, 114 pierwiastka. Okazał się niezwykle trwały - jego jądro atomowe żyło aż pół minuty, co w świecie najcięższych pierwiastków graniczy niemal z wiecznością. Dopłynięto tedy do wyspy stabilności, której istnienie teoretycy sugerowali już przeszło 30 lat temu.

Stanisław Mrówczyński

Pierwszy, wcześniej nieznan pierwiastek otrzymano w laboratorium w 1940 r. Uran 238, którego jądro atomowe zbudowane jest z 92 protonów i 146 neutronów ($92+146=238$), bombardowano pochodzącymi z reaktora neutronami. Prowadziło to do powstania uranu 239, mającego 147 neutronów. Po pewnym czasie jeden z neutronów zamieniał się (na skutek tzw. rozpadu beta) w proton, w rezultacie czego powstawało jądro atomowe o 93 protonach. Razem z 93 elektronami tworzyło ono atom wcześniej nieznanego, 93 pierwiastka, który teraz zwie się neptunem, tak jak planeta za Uranem. Neptun jest nietrwały i podlega dalszym przemianom beta. Wśród produktów tych przemian odkryto 94 pierwiastek, który, odwoławszy się ponownie do analogii z planetami, nazwano plutonem. Później okazało się, że śladowe ilości neptunu i plutonu występują w naturalnych złożach rud uranowych. Natomiast kolejnych sztucznie wytworzonych pierwiastków w przyrodzie zaobserwować się nie udało. 95 element tablicy Mendelejewa to ameryk, który po raz pierwszy zsyntetyzowano w 1944 r., bombardując uran cząstkami alfa. Podobnie otrzymano 96 pierwiastek, nazwany kiurem na cześć małżeństwa Curie. Nieoczekiwanie odkryto kolejne pierwiastki: 99 i 100 - einstein i ferm. Stwierdzono ich obecność w materiale pozostałym po wybuchu ładunku termojądrowego Mike, który zdetonowano w 1952 r.

Pierwiastki sztucznie wytworzone w latach 40. i 50., choć nietrwałe, żyją stosunkowo długo. Np. czas połowicznego zaniku, w którym rozpadowi ulega połowa jąder z danej próbki, wynosi dla najtrwałszego izotopu fermu około stu dni. Jest on na tyle długi, że można zgromadzić dostatecznie wiele atomów, a następnie przebadać ich własności chemiczne. To one właśnie stanowiły podstawę identyfikacji nowych elementów tablicy Mendelejewa. Odkrywanie pierwiastków gdzieś od numeru 103 nie następowało już tak szybko. Syntetyzowanie nowych jąder było coraz trudniejsze, a czasy ich życia stawały się coraz krótsze. I tak okres połowicznego zaniku najtrwałszego izotopu 103 pierwiastka wynosi 3 minuty, a 104 zaledwie dziesiąte części sekundy. Nowo odkryte pierwiastki identyfikowano już nie metodami chemicznymi, lecz analizując przemiany, którym podlegały wytworzone niestabilne jądro. W listopadzie 1994 r., po dziesięcioletniej przerwie w otrzymywaniu kolejnych pierwiastków, doniesiono z Instytutu Ciężkich Jonów (GSI) w Darmstadt o obserwacji 110, zaraz potem 111, a w lutym 1996 r. 112 elementu tablicy Mendelejewa. Pierwszy z nich wytworzono zderzając przyspieszone w akceleratorze jądra niklu z ołowiem. Otrzymane jądro 110 pierwiastka w ciągu ułamka sekundy emitowało kolejno kilka cząstek alfa, przekształcając się w znane już wcześniej jądro atomowe. Rekonstruując cały ciąg owych przemian można było stwierdzić, co było na początku. Pierwiastki 111 i 112 odkryto w sposób bardzo podobny. Za każdym razem w rezultacie wielotygodniowych pomiarów rejestrowano zaledwie kilka czy kilkanaście jąder atomowych nowych pierwiastków.

Wszystkie znane jądra atomowe można umieścić na mapie, gdzie długość geograficzna mierzona jest liczbą neutronów, zaś szerokość liczbą protonów. Jądra całkowicie trwałe, czyli te o nieskończeniu długim czasie życia, tworzą na naszej mapie wąski pasek. W pobliżu jąder całkowicie stabilnych układają się jądra o długich czasach życia. Im dalej od jąder trwałych, tym krótsza żywotność. W obszarze wytworzonych sztucznie pierwiastków nie ma już stabilnych izotopów, a jądra mają bardzo krótkie czasy życia, rzędu tysięcznej części sekundy. W jądrze atomowym przyciągające siły jądrowe przeważają nad elektrostatycznym odpychaniem między dodatnio naładowanymi protonami. Już w roku 1939 Niels Bohr argumentował, że liczba protonów w jądrze nie może istotnie przekraczać setki, gdyż przyciąganie nie skompensuje odpychania. Bardzo krótkie czasy życia najcięższych jąder zdawały się być zgodne z tą argumentacją. Jednak w latach 60. teoretycy - wśród nich polski fizyk Adam Sobieczewski - sugerowali istnienie względnie stabilnych jąder superciężkich w pobliżu hipotetycznego jądra o 114 protonach i 184 neutronach. Sformułowano tedy hipotezę istnienia niewielkiej wyspy stabilności w morzu zupełnie nietrwałych jąder. Wydaje się, że hipoteza ta została właśnie potwierdzona doświadczalnie.

W Zjednoczonym Instytucie Badań Jądrowych w Dubnej przeprowadzono we współpracy z kalifornijskim Lawrence Livermore National Laboratory niezwykle trudny eksperyment, w którym sztucznie otrzymany pluton 244 bombardowano bardzo rzadkim izotopem wapnia 48. Uczestnicy eksperymentu twierdzą, że w ciągu wielotygodniowych pomiarów udało im się zaobserwować pośród miliardów produktów najróżniejszych reakcji pozostałości po rozpadzie jądra o 114 protonach i 175 neutronach. Najbardziej zdumiewające jest, że owo jądro nowego pierwiastka żyło aż 30 sekund, nim wyemitowało pierwszą cząstkę alfa. Dla porównania odpowiedni czas dla jąder 112 elementu tablicy Mendelejewa jest sto tysięcy razy krótszy. Doniesienie z Dubnej wymaga oczywiście potwierdzenia, lecz trudno powstrzymać się już teraz od spekulacji o możliwych konsekwencjach odkrycia. Istnienie jądra o tak dużym czasie życia każe przypuszczać, że we wspomnianym obszarze stabilności mogą istnieć jeszcze trwalsze, czy też zupełnie trwałe izotopy. A wtedy można już fantazjować o wytwarzanych sztucznie superciężkich

materiałach, których własności trudno sobie nawet teraz wyobrazić. Dla fizyki jądrowej i chemii otwiera się przeto zupełnie nowy obszar poszukiwań.

Autor jest fizykiem, pracuje w Instytucie Problemów Jądrowych w Warszawie i Wyższej Szkole Pedagogicznej w Kielcach.