

${}^7\text{Be}@C_{60}$

Ten tajemniczy tytuł to nie fragment SMSa, tylko oznaczenie berylu o siedmiu nukleonach, uwięzionego w cząsteczce fullereny o sześćdziesięciu atomach węgla. Otrzymanie takiej hybrydy w dość dużej ilości nie jest proste. Autorzy pracy [1] posłużyli się mieszaniną węglanu litu Li_2CO_3 i oczyszczonego fullereny (tak, odkryte tak niedawno fullereny można już wytwarzać prawie na skalę przemysłową). Cienką warstwę tej mieszaniny naświetlili wiązką protonową. Proton, uderzając w lit, może zamienić się w neutron, jednocześnie zmieniając uderzane jądro w beryl i nadając mu pewną energię kinetyczną. Energia ta jest wystarczająca do umożliwienia implantacji powstającego berylu do wnętrza fullereny. Ten sprytny sposób jest ciekawy sam w sobie, ale to dopiero początek.

Dość prosty pojęciowo opis struktury atomowej materii jest możliwy dzięki temu, że wiązania chemiczne praktycznie nie zależą od składu izotopowego, czyli od szczegółów budowy jąder. I odwrotnie, to w jakim związku chemicznym znajduje się atom, nie ma zauważalnego wpływu na własności jądra, takie jak np. czas połowicznego zaniku jąder promieniotwórczych. (Właściwie jedyną własność jądra, którą daje się zaobserwować w fizyce atomowej – oprócz całkowitego ładunku wynikającego z liczby protonów i determinującego, z jakim pierwiastkiem mamy do czynienia – jest spin, od którego zależy, czy atom jako całość jest bozonem czy fermionem.) Od każdej reguły są jednak wyjątki. Autorzy pracy [1] po to uwięzili beryl w węglowych klatkach, żeby sprawdzić, czy nie zmieni się jego czas życia. W tym celu na zmianę mierzyli aktywność próbki ${}^7\text{Be}@C_{60}$ i kontrolnej próbki metalicznego berylu wzbogaconego w izotop ${}^7\text{Be}$. Każdy pomiar trwał 6 godzin i tak, na zmianę, mierzono przez... 170 dni. Okazało się, że aktywność ${}^7\text{Be}@C_{60}$ spada szybciej. Ostatecznie określono, że czas życia w klatce jest o 0,83% krótszy niż w stadzie (w stanie metalicznym).

Oczywiście, nie świadczy to o tym, że zamknięte w klatkach atomy berylu żyją krócej, bo tęsknią. Węglowa klatka musi jednak jakoś wpływać na własności jądra. Nigdy wcześniej nie udało się zaobserwować aż tak dużej zmiany czasu życia jądra w wyniku modyfikacji zewnętrznych warunków.

Żeby zrozumieć, dlaczego zmiana jest tak wyraźna, należy przypomnieć sobie, że nieprawdą jest, jakoby elektrony krążyły wokół jądra atomowego, tak jak planety krążą wokół Słońca. Atom berylu ma cztery elektrony. W stanie podstawowym wszystkie one mają zerowy orbitalny moment pędu, czyli zajmują sferycznie symetryczne orbitale, dla których punktem przestrzeni o największej gęstości prawdopodobieństwa znalezienia elektronu, jest środek jądra. Właśnie dzięki temu, że prawdopodobieństwo znalezienia elektronów we wnętrzu jądra izotopu ${}^7\text{Be}$ jest skończone, jądro to się rozpada. Kanalem rozpadu jest tzw. wychwytywanie elektronu, czyli reakcja, w wyniku której jeden z protonów, łącząc się z elektronem, staje się neutronem, emitując neutrino elektronowe.

Okazuje się, że klatka węglowa ścisła orbitale elektronowe berylu tak, że prawdopodobieństwo znalezienia elektronu w jądrze znacząco rośnie.

Jest to piękny dowód na to, że z wyrokowaniem o tym, co nie może mieć wpływu na wynik, należy uważać.

Piotr ZALEWSKI

[1] T. Ohtsuki, H. Yuki, M. Muto, J. Kasagi, K. Ohno, *Enhanced Electron-Capture Decay Rate of ${}^7\text{Be}$ Encapsulated in C_{60} Cages*, Phys. Rev. Lett. **93**(2004)112501, 10 września 2004