

Fizycy uwolnili energię ze wzbudzonych jąder atomowych

12 lutego 2018

Po raz pierwszy zaobserwowano wymuszone uwolnienie energii ze wzbudzonych jąder atomowych. Może to pomóc w lepszym zrozumieniu procesów zachodzących wewnątrz gorących gwiazd, a w przyszłości doprowadzić np. do opracowania niezwykle wydajnych baterii jądrowych.

Mówiąc o zjawisku NEEC (ang. Nuclear Excitation by Electron Capture), naukowcy mają na myśli proces wzbudzenia jądra atomowego poprzez wychwyt elektronu na niezapełnioną powłokę elektronową atomu.

„Jądro atomowe w stanie wzbudzonym, może +rozpaść się+, np. emitując promieniowanie gamma, lub też poprzez tzw. konwersję wewnętrzną, czyli poprzez przekazanie przez jądro atomowe energii elektronom z różnych powłok atomowych” – tłumaczy w rozmowie z PAP dr Jacek Rządkiwicz z Narodowego Centrum Badań Jądrowych, jeden z autorów badania.

„W przypadku zjawiska NEEC mamy do czynienia z procesem odwróconym w czasie w stosunku do procesu konwersji wewnętrznej: jądro atomowe ulega wzbudzeniu w wyniku wychwytu elektronu, który przekazuje część swojej energii potrzebnej do wzbudzenia” – opowiada badacz.

Szczególnie interesującym przypadkiem dla naukowców jest wzbudzenie jądra będącego w stanie izomerycznym, czyli w stanie wzbudzonym o długim czasie życia, który może gromadzić ogromne ilości energii. Odpowiednio wzbudzając takie stany można prowadzić do ich wymuszonej depopulacji (czyli wzbudzenia izomeru tak, aby mógł się rozpaść) i uwalniania zgromadzonej tam energii.

„Aby lepiej zobrazować tę sytuację, możemy wyobrazić sobie

jabłko leżące na zawieszanej wysoko nad ziemią, bardzo cienkiej folii” – opowiada rozmówca PAP. – „Jabłko to nie spada, pomimo tego, że działa na nie siła grawitacji. Jeżeli jednak choć trochę je podrzucimy, to najprawdopodobniej zrobi ono w cienkiej folii dziurę i spadnie”.

Badacz zauważa jednak, że nie jest to analogia pełna. „Jabłko przedziurawi cienką folię nawet, jeśli dostarczymy dużo większą energię. W przypadku izomeru dostarczona energia musi mieć ściśle określoną wartość. Jeżeli będzie ona za duża, to stan izomeryczny jej nie przyjmie i nie ulegnie depopulacji – takie ograniczenie wynika z praw fizyki kwantowej” – zaznacza.

Jak opowiada fizyk z NCBJ, charakterystyczną cechą stanu izomerycznego jest fakt, że zgromadzona w nim ogromna ilość energii uwalniana się w postaci małych porcji (kwantów) przez bardzo długi czas. „Najdłuższe stany izomeryczne żyją ponad wiele miliardów lat” – dodaje.

Dzisiaj nie potrafimy jeszcze kontrolować uwalniania energii ze stanów izomerycznych. Dr Rzakiewicz podkreśla jednak, że ogromnym osiągnięciem jest już samo zaprezentowanie takiej możliwości. Od ponad 40 lat badacze z całego świata rywalizowali o to, kto jako pierwszy zaobserwuje zjawisko NEEC dla jakiegokolwiek izomeru. „To był pierwszy eksperyment, który potwierdził, że w ogóle coś takiego jest możliwe” – stwierdza.

Kiedy już to wiadomo, badania tego typu procesów mogą przyczynić się do ich praktycznego zastosowania. „Ponieważ stany izomeryczne gromadzą nawet ok. miliona razy więcej energii, niż najbardziej wydajne baterie elektryczne – można sobie wyobrazić, że kontrolowane uwalnianie energii z izomerów doprowadzi do budowy niezwykle wydajnych baterii jądrowych, które mogą być wykorzystane np. długotrwałych w misjach kosmicznych” – opowiada fizyk.

Podkreśla równocześnie, że zaobserwowanie procesów NEEC może

pomóc nam w lepszym zrozumieniu zachodzących we Wszechświecie procesów, w tym produkcji i depopulacji izomerów różnych pierwiastków wewnątrz gwiazd.

Teoretyczny opis scenariusza zajścia procesu NEEC został przedstawiony w marcu 2017 roku w pracy zespołu polskich i amerykańskich naukowców. Dwóch naukowców z polskich instytucji – dr Rządziejewicz oraz prof. Marek Polasik z Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu – uczestniczyło również w zaprojektowaniu i przeprowadzeniu najnowszego eksperymentu oraz interpretacji jego wyników. Eksperyment przeprowadzono w Stanach Zjednoczonych na liniowym akceleratorze ATLAS w Laboratorium Narodowym w Argonne.

Jego wyniki naukowcy zaprezentowali w artykule zatytułowanym „Isomer depletion as experimental evidence of nuclear excitation by electron capture”, który ukazał się w najnowszym numerze prestiżowego czasopisma „Nature”. Autorami publikacji, oprócz wspomnianych Polaków, są naukowcy stanowiący szesnastoosobowy międzynarodowy zespół z USA, Australii, Włoch i Rosji.

Jak poinformowały NCBJ i UMK w przesłanej PAP informacji prasowej, zjawisko NEEC zostało po raz pierwszy zarejestrowane dla izotopu molibdenu ^{93}Mo w jądrowym stanie izomerycznym. Czas jego połowicznego zaniku wynosi 6,85 godziny; w stosunku do stanu podstawowego gromadzi on również ogromną energię. Kiedy w wyniku procesu NEEC izomerycznemu jądro ^{93}Mo została dostarczona niewielka energia, rzędu 4,85 keV, przeszedł on do innego, tym razem krótkożyciowego stanu wzbudzonego. Niemal natychmiast stan ten uległ deekscytacji do stanu podstawowego, dzięki czemu została uwolniona energia 500 razy większa od dostarczonej, tj. rzędu 2,5 MeV.

Autorstwo: Katarzyna Florencka

Źródło: NaukawPolsce.PAP.pl