

Pęsety z antymaterii do edycji nuklearnej

Precyzyjne manipulowanie pojedynczymi atomami za pomocą pęsety optycznej umożliwia naukowcom konstruowanie niestandardowych struktur na poziomie atomowym. Na poziomie molekularnym łańcuchy DNA można precyzyjnie edytować za pomocą techniki genomowej CRISPR-Cas9. Istnienie tych precyzyjnych narzędzi zapoczątkowało nowe dziedziny badań na pograniczu nanotechnologii i biologii.

Na poziomie subatomowym nie mamy takich narzędzi, które pozwoliłyby nam manipulować jądrami. Bloki budulcowe znanej materii jądrowej, protony i neutrony, są utrzymywane razem przez oddziaływanie silne, a do zerwania tych wiązań potrzebne są ogromne energie. Głównymi technikami wytwarzania radioizotopów są naturalne łańcuchy rozpadu i procesy oparte na akceleratorach cząstek, takie jak fragmentacja i spalacja jądra w zderzeniach wysokoenergetycznych protonów lub jonów. We wszystkich przypadkach mechanizmy te nakładają istotne ograniczenia na rodzaje produkcji i czas życia możliwych izotopów.

Proponujemy precyzyjne narzędzie do rzeźbienia jąder za pomocą antymaterii. Antyprotony są antymaterialnymi partnerami protonów. Mają taki sam ładunek elektryczny jak elektrony. W niektórych przypadkach mogą je zastąpić w atomie, który staje się podtypem egzotycznych atomów zwanych atomami antyprotonowymi. Ze względu na swoją naturę antyproton anihiluje na powierzchni jądra. Kiedy proces ten zachodzi z uwięzionymi atomami schłodzonymi do zaledwie kilku K powyżej zera absolutnego, powstałe wybrane fragmenty mogą zostać wychwycone przez silne pola elektromagnetyczne. Umożliwiłoby to produkcję szerokiej gamy izotopów zimnych jąder zarówno o długim, jak i o krótkim czasie życia, już pozbawionych elektronów, uwięzionych i gotowych do dalszych eksperymentów lub akumulacji.

CERN, Europejska Organizacja Badań Jądrowych z siedzibą w Genewie, jest jednym z największych i najbardziej szanowanych ośrodków naukowo-badawczych na świecie. Laboratorium przyczyniło się do zrozumienia fizyki fundamentalnej w skalach ekstremalnie niskich i wysokich energii. Antymateria jest rzadkością w naszym Wszechświecie, a jedyne na świecie sztuczne źródło antyprotonów znajduje się w obiekcie Antiproton Decelerator w CERN. Dostarcza wiązkę antyprotonów do eksperymentów prowadzących badania nad antymaterią. Wśród nich eksperyment AEGIS jest szczególnie odpowiedni do proponowanego badania. Detektor posiada zestaw dwóch nadprzewodzących magnesów wykorzystywanych do wychwytywania i gromadzenia antymaterii oraz innych cząstek i atomów, a także duży zbiornik z ultra wysoką próżnią i lasery do badania wytwarzania radioizotopów.

Ten nowy schemat manipulowania jądrami za pomocą antymaterii może otworzyć nową drogę w fizyce jądrowej, umożliwiając naukowcom dostęp do szerokiej gamy izotopów w czystym i kontrolowanym środowisku próżni. Wykonane na zamówienie jądra stanowiłyby istotny krok na drodze do precyzyjnej edycji i projektowania materii jądrowej w skali sub-nano.