

Badanie oddziaływań pomiędzy nukleonami stanowi istotną gałąź fizyki jądrowej. Prawie cała masa materii, z której jesteśmy zbudowani, skupiona jest w jądrach atomowych. Już choćby z tego powodu zrozumienie oddziaływań pomiędzy ich podstawowymi składnikami, zwanymi nukleonami (czyli pomiędzy protonami i neutronami), jest bardzo istotne i to nie tylko dla rozwoju fizyki jądrowej. Od tych oddziaływań zależy np. energia wyzwolana podczas reakcji rozszczepienia w reaktorach i reakcji syntezy w gwiazdach. Znajomość oddziaływań jądrowych pozwala prawidłowo wyliczyć wielkość dawki w radioterapii, zaprojektować źródło spalacyjne neutronów, które są wykorzystywane do badań materiałowych, czy określić parametry urządzeń do transmutacji radionuklidów, które pozwalają na „unieszkodliwienie” odpadów radioaktywnych. Warto więc walczyć o wysoką precyzję i uwzględnienie każdego aspektu tego oddziaływania, nie tylko z czystej ciekawości badawczej.

Początkowo oddziaływanie między wieloma nukleonami traktowano jako sumę oddziaływań pomiędzy parami nukleonów. Jednak przy tym założeniu pewne obliczenia dla układów trójciałowych wykazywały zauważalne odchylenia w stosunku do wielu niezależnych pomiarów. Nie jest to porażka opisu teoretycznego – trzy nukleony stanowią nową jakość. Wprowadzono zatem do teorii pojęcie siły trójciałowej, która pojawia się w obecności co najmniej trzech nukleonów. Oddziaływanie między nimi to coś więcej, niż oddziaływanie każdej z par, tworzących trójkę. Najprościej możemy zrozumieć ten fakt, analizując ruch satelity wokół księżyca. W układzie Ziemia-Księżyc-satelita można wyróżnić oddziaływania Ziemia-Księżyc, Ziemia-satelita i Księżyc-satelita, i na tej podstawie uzyskać opis ruchu satelity. Ale taki opis będzie prawdziwy wyłącznie dla mas punktowych. Ponieważ Księżyc na pewno nie jest obiektem punktowym, więc np. jego kształt może się zmienić pod wpływem oddziaływania z Ziemią. Zniekształcony Księżyc będzie inaczej oddziaływał z satelitą, niż gdyby Ziemi nie było w pobliżu. Czyli oddziaływania trzech ciał niebieskich, to nie tylko oddziaływania parami - jest jeszcze coś ponadto, co możemy nazwać siłą trójciałową. Podobnie nukleony nie są cząstkami elementarnymi, ale obiektami zbudowanymi z kwarków. Choć są niewyobrażalnie dla nas małe, mają swoją wewnętrzną strukturę i mogą np. ulegać wzbudzeniu, stając się na chwilę inną cząstką. Siła trójnukleonowa jest właśnie wynikiem takiego wzbudzenia jednego z nich podczas oddziaływania z dwoma pozostałymi.

Reakcja rozbicia (breakup) deuteronu (składającego się ze związanych z sobą dwóch nukleonów: protonu i neutronu) na nukleonie (proton albo neutron), dająca w wyniku trzy nukleony, została uznana za najlepsze narzędzie badawcze do testów wpływu siły trójciałowej. Wraz z rozwojem metod teoretycznych uzyskiwano coraz dokładniejsze dane, zmierzone m.in. w laboratoriach KVI Groningen (Holandia) oraz FZ Jülich (Niemcy). Pozwoliło to stwierdzić, że im wyższa prędkość początkowa, tym większe odchylenia pomiędzy eksperymentem, a przewidywaniami różnych teorii.

Dla niskich energii dane odwzorowują dostępne teorie z bardzo dużą dokładnością. Wyjątek stanowi tzw. konfiguracja gwiazdy, w której nukleony po rozbiciu rozbiegają się pod kątem  $120^\circ$  względem siebie. W tym przypadku, jeśli rozbijamy deuteron na neutronie, reakcja zachodzi z prawdopodobieństwem nawet o 30% wyższym, niż przewidywania teoretyczne, a w razie rozbicia deuteronu na protonie eksperymentalne wyniki są o 15% niższe od teorii. Żadna teoria nie przewiduje, aby różnica w ładunku elektrycznym pomiędzy tymi reakcjami miała aż taki wpływ na prawdopodobieństwo zajścia reakcji. Nie wiadomo również, czy anomalia ta zanika wraz ze wzrostem energii (użyciem szybszych cząstek), ponieważ pewne zakresy energetyczne nie zostały jeszcze zbadane.

Celem tego projektu jest pomiar prawdopodobieństwa wytworzenia konfiguracji gwiazdy w reakcji rozbicia deuteronu na protonie, z wykorzystaniem danych uzyskanych przy użyciu układu pomiarowego BINA na wiązce akceleratora AGOR w KVI Groningen (Holandia). oraz wykonanie odpowiednich pomiarów z wykorzystaniem akceleratora Proteus C-235 w Centrum Cyklotronowym Bronowice.

Pozwoli to na głębsze zrozumienie zachodzących procesów, a także przetestowanie aktualnych teorii oddziaływań pomiędzy nukleonami.