

Większość (ponad 99,9%) obserwowanej przez nas materii jest zbudowana z jąder atomowych, więc zrozumienie struktury jąder i reakcji jądrowych ma znaczenie zarówno fundamentalne, jak i praktyczne, w energetyce, medycynie czy badaniach materiałów. Podstawę do zrozumienia jąder atomowych stanowi właściwy opis oddziaływań jądrowych, które wiążą składniki jąder – nukleony. Nukleony, czyli protony i neutrony, nie są cząstkami elementarnymi, więc również oddziaływanie między nimi nie ma charakteru fundamentalnego. Jest ono konsekwencją znacznie potężniejszych oddziaływań pomiędzy kwarkami budującymi nukleony, tzw. oddziaływań silnych. Niestety opis oddziaływań jądrowych wyprowadzony wprost z teorii oddziaływań silnych, chromodynamiki kwantowej, jest niezwykle skomplikowany i jeśli nawet kiedyś stanie się numerycznie wykonalny, to pozostanie bardzo niepraktyczny. Obecnie istnieją różne modele oddziaływania jądrowego oparte na tzw. wymianie mezonów. Najnowsze podejście do problemu oddziaływań jądrowych opiera się na Chiralnej Efektywnej Teorii Pola, która stanowi pomost pomiędzy tradycyjnymi modelami a chromodynamiką kwantową. Dogłębne zrozumienie oddziaływań jądrowych i ich prawidłowy opis są niezbędne do opisu procesów zachodzących w gwiazdach, struktury gwiazd neutronowych czy symulacji powstawania supernowych i czarnych dziur.

Aby sprawdzić jakość modeli oddziaływania jądrowego trzeba zacząć od najprostszych układów złożonych z dwóch, trzech lub czterech nukleonów. Nawet w tym przypadku obliczenia teoretyczne są bardzo złożone. Reakcja, w której proton uderza w deuteron rozbijając go na jego składowe: proton i neutron, jest idealnym poligonem do badania oddziaływań jądrowych. Po zajściu tej reakcji rozbicia (*breakup'u*) deuteronu dostajemy trzy swobodne nukleony: dwa protony i jeden neutron, które mogą bardzo różnie podzielić się energią i pędem dostępnym w reakcji. Mogą więc występować w bardzo różnych konfiguracjach kinematycznych opisanych kątami wylotu i energiami tych nukleonów. Jeśli zarejestrujemy w eksperymencie setki takich konfiguracji i porównamy z obliczeniami teoretycznymi, to łatwo możemy zidentyfikować ewentualne słabości modelu. Pierwszym sprawdzeniem są precyzyjne pomiary przekroju czynnego, czyli najogólniej mówiąc prawdopodobieństwa określonego przebiegu reakcji. Obecne modele uwzględniające tzw. siłę trójnukleonową zwykle bardzo dobrze zdają ten egzamin, choć pojawiają się gdzieś tam niepokojące różnice między teorią a danymi eksperymentalnymi. Znacznie większym wyzwaniem dla teorii jest precyzyjny opis tzw. obserwabli polaryzacyjnych, czyli wielkości zależnych od ustawienia spinów oddziałujących nukleonów. Niestety na świecie przeprowadzono dotąd bardzo niewiele takich pomiarów, a tylko jeden dotyczył polaryzacji protonu wytworzonej w reakcji rozbicia deuteronu i odnosił się zaledwie do kilku punktów przy jednej energii wiązki. Proponujemy pomiar tej dotąd niemal zupełnie niezbadanej wielkości. Będzie on kontynuacją wcześniejszych pomiarów przekrojów czynnych tej reakcji prowadzonych w Centrum Cyklotronowym Bronowice (IFJ PAN) w Krakowie.