

Celem przedstawionego projektu jest badanie struktury egzotycznych izotopów helu. Zrozumienie otaczającego nas świata, jego początków i ewolucji, jest ściśle uzależnione od postępów w fizyce jądrowej. Jednym z podstawowych pytań dotyczących fizyki jądrowej, a ciągle pozostającym bez satysfakcjonującej odpowiedzi, jest pytanie o siły wiążące nukleony w jądrze atomu. Badania lekkich jąder z pogranicza stabilności przyniosły ostatnio wiele zaskakujących wyników sugerujących konieczność poważnej rewizji naszej wiedzy o tych siłach, opartej dotąd o badania jąder stabilnych. Badania te wykazały między innymi znaczną rolę oddziaływań trójciałowych co jest sytuacją unikalną w przyrodzie. Osiągnięte wyniki sprawiają, że przyszłość fizyki jądrowej zorientowana jest na badania nuklidów spoza ścieżki stabilności i na budowę nowych laboratoriów dysponujących bardzo szerokim wyborem radioaktywnych wiązek o dużej intensywności i różnych energiach. Dotychczasowe badania lekkich jąder z pogranicza stabilności przyniosły wiele zaskakujących wyników. Jednym z nich jest odkrycie tzw. jąder „halo”, struktur złożonych z niewielu nukleonów, ale o dużych rozmiarach, zbliżonych do rozmiarów najcięższych jąder. Najintensywniej badanymi z nich są izotopy helu ( ${}^{6,8}\text{He}$ ), litu ( ${}^{9,11}\text{Li}$ ) i berylu ( ${}^{7,11}\text{Be}$ ). Podyktowane jest to faktem, że izotopy te są obecnie wytwarzane i przyspieszane w kilku laboratoriach, a intensywność przyspieszonych wiązek, choć wciąż bardzo niska, pozwala na prowadzenie prac eksperymentalnych. Badaniom izotopów helu poświęcony też jest niniejszy projekt. Zgodnie z przewidywaniami teoretycznymi opartymi o modele trójciałowe jądra  ${}^6\text{He}$  składają się ze zwartego centrum o rozmiarach typowych dla jąder stabilnych i dwóch neutronów znacznie odseparowanych od owego centrum (neutronowego halo). Przewidywania oparte o dotychczasową znajomość sił jądrowych mówią, że w przypadku  ${}^6\text{He}$  jego stan podstawowy składa się z dwóch podstawowych konfiguracji cząstki alfa (rdzenia) i obu walencyjnych neutronów – konfiguracji typu „cygaro”, w której to owe dwa neutrony pozostają daleko od siebie, oraz konfiguracji typu „dineutron”, w której dwa walencyjne neutrony tworzą rodzaj cząstki – dineutronu. Tu pojawia się problem – obliczenia „ab initio” własności mikroskopowych nie przewidują istnienia stanu związanego dwóch neutronów. To jednak nie koniec kłopotów. Oprócz struktury cząstki alfa + dwa neutrony, by reprodukcować w obliczeniach energię wiązania  ${}^6\text{He}$ , potrzebny jest istotny wkład od zupełnie innej konfiguracji nukleonów – tryt + tryt (t+t). Tzn., na jądro  ${}^6\text{He}$  składają się w tym przypadku dwa jądra trytu. Konfrontacja tych przewidywań z wynikami doświadczalnymi prowadzi do wniosku, że znajomość sił jądrowych, na których bazują te przewidywania jest niezadowalająca.

Projekt zakłada analizę danych uzyskanych w Zjednoczonym Instytucie Badań Jądrowych w Dubnej w Rosji. Na podstawie danych uzyskany zostanie różniczkowy przekrój czynny na reakcję elastycznego rozpraszania helu-6 na deuterze. Ponadto badany będzie różniczkowy przekrój czynny na reakcję nieelastycznego rozpraszania, w której to reakcji następuje wzbudzenie jądra  ${}^6\text{He}$  i jego natychmiastowy rozpad. Rejestracja produktów rozpadu pozwoli na wyznaczenie stanów wzbudzonych tego jądra. Podczas eksperymentu zarejestrowano również reakcję przekazania neutronu na jądro deuteru - powstaje niestabilne jądro  ${}^5\text{He}$  i tryt. Jednoczesna rejestracja cząstki alfa, na którą rozpada się  ${}^5\text{He}$ , i trytu pozwoli na zbadanie struktury tego egzotycznego jądra.