

Rozpad beta jest jednym z fundamentalnych procesów, którym ulegają nietrwałe jądra atomowe. Jest on jednym z najbardziej rozpowszechnionych przemian, występujący również wśród radioaktywnych izotopów występujących naturalnie na Ziemi, jak i zarazem wciąż skrywający tajemnice i niezbadany.

Historia badań nad przemianami beta sięga końca XVIII wieku, gdy pionierskie prace Ernsta Rutheforda położyły podwaliny pod naszą wiedzę na ten temat. Kolejne badania ujawniły, że w przemianie beta dochodzi do zamiany jednego nukleonu w inny - protonu w neutron z emisją pozytonu (przemiana beta plus) lub neutronu w proton z emisją elektronu (przemiana beta minus). Z czasem zaobserwowano, że przemianie beta może towarzyszyć emisja cząstek opóźnionych, najczęściej protonów lub neutronów. Są one emitowane wtedy, gdy jądro powstałe po rozpadzie beta znajduje się w stanie wzbudzonym o energii większej niż energia wiązania tej cząstki. Rozpad beta okazał się też kluczowym elementem powstawania pierwiastków cięższych od żelaza, wyznaczając granice zachodzenia procesu wychwyty protonów i neutronów.

Niniejszy projekt koncentruje się na badaniu przemiany beta jąder z okolic jąder ^{132}Sn oraz ^{70}Ni . Są to jądra bardzo neutrono-nadmiarowe, czyli takie, które mają więcej neutronów niż stabilne jądra tego samego pierwiastka. W obydwu tych rejonach jądra ulegają przemianie beta minus, której może towarzyszyć emisja neutronów opóźnionych. Do niedawna sądzono, że jeśli jądro po rozpadzie beta znajdzie się na poziomie o energii większej niż energia separacji neutronów, nastąpi natychmiastowa emisja tej cząstki. Niedawne badania pokazały, że niezamierzonym, konkurencyjnym procesem jest emisja promieniowania gamma z tychże stanów. Jest to dość zaskakujące i poddaje pod wątpliwość rozumienie procesu emisji neutronów ze stanów neutrono-niezwiązanych. Zrozumienie mechanizm emisji neutronów oraz konkurencji neutron-gamma jest jednym z głównych celów projektu.

Badanie tak egzotycznych jąder jest możliwe tylko w kilku najnowocześniejszych laboratoriach na świecie. Wyzwaniem jest zarówno ich produkcja, jak i separacja i wreszcie ich detekcja. W przypadku jąder z okolic ^{132}Sn unikalne możliwości dostarcza laboratorium ISOLDE w CERN. Dzięki połączeniu wysokoenergetycznej wiązki protonów, separatora masowego oraz selektywnej, laserowej technice jonizacji możliwe jest osiągnięcie bardzo czystych wiązek interesujących jąder. Jądra $^{68-70}\text{Co}$ zostaną zmierzone w laboratorium Facility for Rare Isotope Beams przy Michigan State University w USA, jednym z najnowocześniejszych laboratoriów jądrowych na świecie.

W opisywanych badaniach skorzystamy z dość niszowej, ale wyjątkowej techniki detekcji, jaką jest spektroskopia pełnej absorpcji. Spektrometry pełnej absorpcji to najczęściej pokaźne kryształy scyntylacyjne zaprojektowane tak, aby otaczać mierzoną próbkę z każdej strony. Najważniejszą cechą tej techniki jest jej bardzo duża wydajność na detekcję promieniowania gamma, dzięki czemu nawet bardzo subtelne efekty, słabe przejścia gamma, mogą zostać dostrzeżone i zmierzone.

Oczekuje się, że zaproponowany projekt uzupełni brakujące informacje o przemianie beta jąder z okolic ^{132}Sn i ^{70}Ni i pomoże lepiej zrozumieć mechanizm emisję neutronów opóźnionych rozpadem beta.