

---

---

# Badanie przemiany beta produktów rozszczepienia z wykorzystaniem spektrometru pełnej absorpcji

## Streszczenie

Prezentowana praca przedstawia wyniki badań przemiany  $\beta$  ośmiu produktów rozszczepienia, tj.  $^{86}\text{Br}$ ,  $^{89,90}\text{Kr}$ ,  $^{89,90gs,90m,92}\text{Rb}$  i  $^{139}\text{Xe}$ , z wykorzystaniem Modularnego Spektrometru Pełnej Absorpcji (MTAS).

Detektory pełnej absorpcji dzięki dużej wydajności na detekcję promieniowania  $\gamma$  stanowią unikalne narzędzie do badania rozpadów  $\beta$ , a dokładnie rozkładu prawdopodobieństw zasilenia poziomów wzbudzonych w jądrze córki. Znajomość schematu rozpadu została wykorzystana do określenia średniej energii promieniowania  $\gamma$  i  $\beta$  a także rozkładu antyneutrin emitowanych w rozpadzie. Te zaś stanowią podstawę do obliczenia ciepła powyłączniowego, czyli energii emitowanej z produktów rozszczepienia oraz całkowitego strumienia antyneutrin reaktorowych, w tym także spodziewanej liczby oddziaływań antyneutrin z materią.

Opisane badania wykonano w Holifield Radioactive Ion Beam Facility (HRIBF) w Oak Ridge National Laboratory (ORNL). Wykorzystano protonową wiązkę o energii 40 MeV, która zderzając się z tarczą z  $^{238}\text{UC}_x$ , indukowała rozszczepienie. Produkty rozszczepienia były selekcyonowane z użyciem separatora masowego OLTF, implantowane na taśmę, a następnie wprowadzane do środka detektora MTAS, gdzie mierzono ich rozpady. Ważnym elementem pracy było opracowanie metody analizy danych, obejmujące stworzenie modelu detektora MTAS z wykorzystaniem pakietu Geant4, w celu znalezienia jego funkcji odpowiedzi na promieniowanie  $\gamma$  i  $\beta$  oraz zaimplementowanie algorytmu dopasowującego zasilenie przejść  $\beta$  do danych eksperymentalnych.

Dla większości zmierzonych nuklidów uwzględnienie danych z detektora MTAS spowodowało wzrost zasilenia wysoko leżących poziomów, a w konsekwencji zwiększenie średniej energii promieniowania  $\gamma$  w rozpadzie i zmniejszenie energii cząstek  $\beta$  i antyneutrin. Zmiana energii antyneutrin doprowadziła do redukcji przewidywanej liczby oddziaływań tych cząstek z materią.

Uzyskane wyniki zostały wykorzystane do określenia rozkładu ciepła powyłączniowego towarzyszącego rozszczepieniu  $^{235}\text{U}$  i  $^{239}\text{Pu}$ , nieznacznie poprawiając zgodność elektromagnetycznego komponentu z punktami eksperymentalnymi, wyrażoną w funkcji  $\chi^2$ , z 211 do 167 dla  $^{235}\text{U}$  oraz z 152 do 146 dla  $^{239}\text{Pu}$ . Ponadto potwierdzono oczekiwaną tendencję wzrostu elek-

romagnetycznego komponentu ciepła powyłączeniowego po uwzględnieniu wyników pomiarów techniką pełnej absorpcji.

Obliczenia całkowitej liczby oddziaływań antyneutrino reaktorowych z materią przyniosły jej spadek w stosunku do wyników obliczeń bazujących na dotychczasowych schematach rozpadów o: 1,5%; 0,7%; 0,9%; 0,6% odpowiednio dla rozszczepienia:  $^{235}\text{U}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{239}\text{Pu}$  i  $^{241}\text{Pu}$ .