

POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU

Celem prezentowanego projektu jest badanie rozpadu beta produktów rozszczepienia uranu oraz udoskonalenie, na użytek przyszłych eksperymentów, wykorzystywanego do tego celu modularnego spektrometru pełnej absorpcji .

Uzyskane wyniki pozwolą usunąć rozbieżności pomiędzy danymi doświadczalnymi i teoretycznymi uzyskiwanymi dla ciepła powyłaczeniowego oraz tzw. niedoboru obserwowalnych antyneutrino reaktorowych.

Ciepło powyłaczeniowe (*ang. decay heat*) jest to ciepło generowane w reaktorach jądrowych poprzez rozpad beta produktów rozszczepienia. Ze względu na swój opóźniony charakter i w przeciwieństwie do reakcji rozszczepienia, niemożliwość zatrzymania/wygaszenia, stanowi znaczne źródło ciepła utrzymujące się po wyłączeniu reaktora jądrowego. Istnienie takiego opóźnionego źródła znacznego ciepła wymagającego podtrzymywania chłodzenia paliwa jądrowego po wyłączeniu pracy reaktora, może być źródłem wypadków jądrowych w przypadku utraty chłodzenia reaktora (np. wypadek elektrowni Fukushima po trzęsieniu ziemi w Japonii). Wartości całkowitego ciepła powyłaczeniowego zostały zmierzone dla pracujących reaktorów i są znane inżynierom z dokładnością przez nich wymaganą. Gdy jednak spojrzeć na bardzo dokładne pomiary ciepła powyłaczeniowego wykonane w warunkach laboratoryjnych dla poszczególnych izotopów rozszczepialnych (uranu czy plutonu) okazuje się, że nie są one odtwarzane przez rachunki opierające się tylko i wyłącznie na dostępnych danych dotyczących rozpadów beta. Niezgodności te, mogą utrudniać szczegółowe komputerowe modelowanie różnych scenariuszy związanych z pracą reaktora oraz składowaniem wypalonego paliwa jądrowego. W przypadku ciepła powyłaczeniowego oczekiwaną poprawę w zgodności uzyskuje się usuwając braki i błędy w schematach rozpadów będące wynikiem efektu pomiarów tych rozpadów detektorami o niskiej wydajności.

Terminem niedobór antyneutrino reaktorowych (*ang. reactor anti-neutrino anomaly*) określa się deficyt obserwowanych antyneutrino przez detektory umieszczone w pobliżu reaktorów jądrowych. Dla detektorów umieszczonych w odległości ok. 100m od rdzenia reaktora, od roku 2011 podawana jest wartość ok.94% jako stosunek liczby neutrino obserwowanych czyli oddziałujących w detektorze do liczby neutrino oczekiwanych w pomiarach w . Ze względu na konstrukcje detektorów występuje próg na oddziaływanie antyneutrino na poziomie 1,8 MeV. Poniżej tego progu antyneutrino nie mogą być zarejestrowane.

Oczekiwane widmo antyneutrino jest konstruowane na podstawie analizy pomiarów cząstek beta z naświetlanych folii uranowych i plutonowych. W analizie tej wykorzystuje się dane dotyczące rozpadów beta licząc widmo *ab – initio* uzupełnione przez wiele uśrednionych typów rozpadów mających przybliżać i niwelować błędy systematyczne związane z brakami w bazie danych. Zawyżanie (skutkiem błędów związanych z pomiarem detektorami o małej wydajności) zasilania beta do stanów nisko leżących powoduje również zawyżanie energii produkowanych w rozpadach antyneutrino. Ze względu na zawyżoną w ten sposób liczbę antyneutrino powyżej progu 1.8 MeV uzyskuje się zawyżoną liczbę oczekiwanych rejestracji neutrino w ten sposób generując niedobór obserwowalnych antyneutrino. Analiza danych dla izotopów ^{86}Br i ^{139}Xe potwierdza wstępnie tę koncepcję.

Wyniki analizy danych proponowanych w ramach przedstawianego projektu powinny w sposób znaczący usunąć rozbieżności pomiędzy obliczeniami a pomiarami dla ciepła powyłaczeniowego oraz tzw. niedoboru mierzonych antyneutrino reaktorowych. Nowy detektor zbudowany w ramach projektu udoskonali istniejący układ MTAS przygotowując go do nowych pomiarów przewidzianych w ośrodkach wiązek radioaktywnych w USA. Po testach stanowić będzie bazę wyjściową do zbudowania polskiego spektrometru pełnej absorpcji do wykorzystania w pomiarach w europejskich ośrodkach fizyki jądrowej. Rezultaty prac projektowych będą stanowić podstawę jednego doktoratu i jednej pracy magisterskiej wykonanych na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego.