

Zrozumienie procesów jądrowych zachodzących przy niskich energiach ( $\leq 1$  MeV) i obserwowalnych w laboratoriach ma ogromne znaczenie dla współczesnej fizyki cząstek elementarnych, astrofizyki i kosmologii. Prowadzone obecnie eksperymenty dotyczą m.in. badań właściwości neutrin, ewolucji gwiazd, poszukiwań niebarionowej ciemnej materii, rozpadu protonu lub podwójnego bezneutrinowego rozpadu beta. Odkrycie niezerowej masy neutrin oraz ich oscylacji jest już obecnie dobrze ugruntowane, jednakże absolutna skala ich mas ciągle nie jest znana. Nie jest również wiadomo czy neutrino jest cząstką Diraca czy Majorany, czyli czy jest swoją własną antycząstką. Te fundamentalne problemy można rozstrzygnąć np. poprzez badanie podwójnego rozpadu beta. W klasycznym rozpadzie beta neutron znajdujący się w jądrze atomowym rozpada się na proton, któremu towarzyszy elektron i antyneutrino elektronowe. Jednak dla niektórych izotopów rozpad beta nie może zajść ze względu na zasadę zachowania energii. Mimo to równoczesna konwersja dwóch neutronów jest możliwa i proces taki został zarejestrowany dla szeregu różnych izotopów. Pomiar wykonany z bardzo dużą precyzją pozwolił wyznaczyć czasy połowicznego zaniku ze względu na wspomniany proces na poziomie  $10^{18} - 10^{24}$  lat, mamy więc do czynienia z jednym z najrzadszych rozpadów jaki kiedykolwiek zaobserwowano. Jeżeli neutrino byłoby cząstką Majorany, powinien zachodzić także podwójny rozpad bezneutrinowy, z jeszcze mniejszym prawdopodobieństwem. Jest on możliwy tylko wtedy, gdy neutrino i antyneutrino są cząstkami identycznymi (materia i antymateria byłyby tym samym bytem), przy równoczesnym niezachowaniu liczby leptonowej. Na podstawie najnowszych danych eksperymentalnych wiemy, iż czas połowicznego zaniku dla podwójnego rozpadu bezneutrinowego wynosi co najmniej  $10^{26}$  lat.

Innym niezwykle ekscytującym problemem jest budowa Wszechświata. Szereg obserwacji astronomicznych wskazuje na to, iż gwiazdy w galaktykach oraz gromady galaktyk zanurzone są w halo nieświecącej materii, posiadającej masę co najmniej o rząd wielkości większą niż masa materii widzialnej. Mimo, iż pośrednio istnienie ciemnej materii jest dość dobrze udokumentowane, jej natura (sposób oddziaływania, masa itp.) ciągle nie jest znana. Teorie rozszerzające Model Standardowy sugerują możliwość bezpośredniej rejestracji cząstek ciemnej zimnej materii (określanych wspólnym mianem słabo oddziałujących cząstek masywnych: Weakly Interacting Massive Particles – WIMPs), poprzez oddziaływania (głównie) z jądrami atomowymi.

Odkrycie WIMP-ów, podwójnego bezneutrinowego rozpadu beta lub rozpadu protonu miałyby ogromne znaczenie dla współczesnej fizyki. Poszukiwania tych procesów są jednak bardzo trudne ze względu na fakt, iż oczekiwany sygnał jest niezwykle słaby. Masy czynne pracujących obecnie detektorów są rzędu kilkuset kilogramów i zasadniczo do tej pory w żadnym z nich nie zarejestrowano bezspornie pozytywnego sygnału. W przygotowywanych eksperymentach nowej generacji masy czynne będą na poziomie wielu ton. Jednakże aby znacząco poprawić ich czułość, równocześnie ze zwiększeniem masy, obniżone musi zostać tło detektorów. Tło, czyli sygnał generowany przez sam detektor, pochodzi głównie od rozpadów wszechobecnych naturalnych radioizotopów zawartych np. w materiale tarczy. Rozpady te są ponad miliard razy częstsze niż procesy, których poszukujemy, dlatego też minimalizacja i identyfikacja zdarzeń tła jest jednym z najtrudniejszych zadań. Rejestracja niezwykle rzadkich procesów wymaga ponadto zastosowania wyrafinowanych technik analizy danych, które pozwalają na wyeliminowanie zaburzających pomiar sygnałów pochodzących od promieniowania kosmicznego czy też od lokalnego otoczenia.

W przypadku przygotowywanych obecnie oraz planowanych eksperymentów, których celem jest poszukiwanie neutrina Majorany lub oddziaływań cząstek ciemnej zimnej materii, oczekujemy, iż głównym źródłem tła będą radioaktywne izotopy znajdujące się powierzchniach elementów konstrukcyjnych detektorów (tzw. aktywność powierzchniowa). Aktualnie ogromny wysiłek kładziony jest na opracowanie metod pozwalających w efektywny sposób pozbyć się tych resztkowych zanieczyszczeń. Równocześnie potrzebujemy narzędzi pozwalających na weryfikację uzyskanej czystości powierzchni. Projekt, budowa i testy takiego urządzenia są przedmiotem niniejszego wniosku. Planujemy, że skonstruowany przez nas spektrometr będzie 100 razy bardziej czuły niż używane obecnie urządzenia. Aby zminimalizować jego bieg własny (tło) musi on być zbudowany ze starannie wyselekcjonowanych materiałów, praktycznie wolnych od promieniotwórczości. Wyeliminowanie wpływu promieniowania kosmicznego wymaga umieszczenia detektora w laboratorium podziemnym. Aby uzyskać odpowiednią radio-czystość materiałów urządzenia jego aktywnym elementem będzie ciekły argon, który jako gaz może zostać bardzo efektywnie oczyszczony. Dodatkowo aby wyeliminować niepożądane resztkowe sygnały opracujemy odpowiednie algorytmy do ich rozpoznawania i usuwania.