

Precyzyjne pomiary przekrojów czynnych reakcji wywołanych przez neutrony są niezwykle istotne w wielu obszarach fizyki jądrowej, począwszy od badań podstawowych do praktycznych zastosowań. Jedną z najbardziej interesujących tematów badań astrofizyki jądrowej jest gwiazdna nukleosynteza. Precyzyjne badanie reakcji jądrowych indukowanych przez neutrony zachodzących w gwiazdach i środowisku gwiazdnym umożliwi lepsze zrozumienie ewolucji pierwiastków we Wszechświecie. Odnosnie technologii jądrowej, wznowione zainteresowanie produkcją energii jądrowej zapoczątkowało nowe badania mające na celu opracowanie przyszłych systemów jej wytwarzania, które rozwiązałyby poważne problemy związane z bezpieczeństwem, proliferacją i odpadami jądrowymi.

Nasz zespół planuje wykonać pomiary przekrojów czynnych na reakcje ważne dla astrofizyki i rozwoju technologii jądrowej, dla energii neutronów do około kilkuset keV. Zamierzamy przeprowadzić badania następujących reakcji jądrowych wywołanych przez neutrony: $^{26}\text{Al}(n,\alpha)$, $^{26}\text{Al}(n,p)$, $^{77,78}\text{Se}(n,\gamma)$, $^{68}\text{Zn}(n,\gamma)$, $^{50,53}\text{Cr}(n,\gamma)$ i $^{239}\text{Pu}(n,\gamma)$. Wyznaczenie prawdopodobieństw wymienionych reakcji wywołanych przez neutrony dla izotopu ^{26}Al oraz wychwyty radiacyjnego dla izotopów selenu i cynku pozwoli na zwiększenie dokładności w przewidywaniu obfitości średniociężkich pierwiastków we Wszechświecie. Kolejnymi celami projektu są badania reakcji jądrowych $^{239}\text{Pu}(n,\gamma)$ i $^{50,53}\text{Cr}(n,\gamma)$. Natomiast wyniki tych badań są niezwykle istotne przy projektowaniu nowych typów reaktorów jądrowych.

Pomiary będą wykonywane w CERN, przy wykorzystaniu spalacyjnego źródła neutronowego o unikalnych w skali światowej parametrach. Program naukowy międzynarodowej Współpracy n_TOF wystartował w 2001 r. W trakcie pierwszego okresu badań było dostępne jedno stanowisko pomiarowe (EAR1) zlokalizowane w odległości 185 m od źródła neutronów. Drugie stanowisko pomiarowe w odległości 20 m od tarczy (EAR2) zbudowane w 2014 r. rozszerzyło znacznie możliwości pomiarowe tego spektrometru neutronów.

Jednym z ważnych zadań jest wyznaczenie przekrojów czynnych reakcji $^{26}\text{Al}(n,\alpha)$ i $^{26}\text{Al}(n,p)$ w zakresie energii odpowiadającej gwiazdnym temperaturom. W tym celu zamierzamy zastosować teleskop cząstek naładowanych zbudowany z detektorów krzemowych z dedykowaną elektroniką przygotowaną w Uniwersytecie Łódzkim. Kolejnym ambitnym celem jest wyznaczenie przekroju czynnego reakcji $^{239}\text{Pu}(n,\gamma)$, ze względu na to, że reakcja rozszczepienia jest dominująca w oddziaływaniu neutronów z tym izotopem. Emisja fotonów gamma ze wzbudzonych fragmentów rozszczepienia wnosi duże tło gamma, które w detektorze promieniowania elektromagnetycznego można wyeliminować za pomocą sygnałów od fragmentów rozszczepienia. Do rejestracji fragmentów rozszczepienia zastosujemy wielosekcyjną komorę jonizacyjną, która będzie skonstruowana w Uniwersytecie Łódzkim.