

Streszczenie

Wyznaczenie stosunku węgla do tlenu wyprodukowanego na koniec fazy spalania helu w gwiazdach stanowi istotne wyzwanie dla astrofizyki jądrowej. Odpowiadające za stosunek reakcje mają miejsce poniżej bariery kulombowskiej, przez co pomiar bezpośredni jest bardzo wymagający i obarczony znaczącymi niepewnościami.

Ostatnimi czasy wykorzystanie wiązek γ o wysokiej intensywności stworzyło nowe możliwości do zbadania reakcji $^{12}\text{C}(\alpha, \gamma)^{16}\text{O}$, odpowiadającej za wartość stosunku węgla do tlenu, poprzez pomiar odwróconej w czasie reakcji — fotodezintegracji $^{16}\text{O}(\gamma, \alpha)^{12}\text{C}$. Metoda ta posiada szereg przewag nad metodami stosowanymi do tej pory, między innymi niższy poziom tła i inne niepewności systematyczne.

W celu wykorzystania tej obiecującej metody na Wydziale Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego opracowany został dedykowany detektor Warsaw TPC będący komorą projekcji czasowej o aktywnej tarczy. Detektor został zaprojektowany i zoptymalizowany do przeprowadzania szeroko zakrojonych badań z wiązkami γ o wysokiej intensywności. Detektor wykorzystuje elektroniczny nadmiarowy odczyt paskowy, system akwizycji danych (DAQ) oparty na General Electronics for TPCs (GET) oraz trzy folie Gas Electron Multiplier (GEM) do wzmocnienia ładunku.

W roku 2022 detektor Warsaw TPC został wykorzystany w serii pomiarów w ośrodku High Intensity Gamma-Ray Source (HI γ S) należącym do Triangle Universities Nuclear Laboratory (TUNL) w Durham w stanie Karolina Północna w Stanach Zjednoczonych. Celem tych eksperymentów było zbadanie procesu fotodezintegracji $^{16}\text{O}(\gamma, \alpha)^{12}\text{C}$ z wykorzystaniem wiązki γ o wysokiej intensywności i energiach środka masy z przedziału 1.35–6.7 MeV.

W rozprawie zawarto pierwszą analizę fizyczną zebranego materiału eksperymentalnego będącą jednocześnie jedną z pierwszych analiz z detektorem Warsaw TPC. Rezultaty w postaci względnych przekrojów czynnych dla przejść o multipolowości E1 i E2, jak również kąta mieszania E1-E2 zostały uzyskane na ograniczonej statystyce ręcznie zrekonstruowanych danych.

Zebrane rezultaty dowodzą, że detektor Warsaw TPC oraz proponowane techniki przetwarzania i analizy danych mogą być efektywnie wykorzystane do badań reakcji jądrowych wywołanych wiązkami γ .