

Jedną z największych zagadek współczesnej nauki jest zrozumienie, z czego składa się nasz Wszechświat i dlaczego wygląda tak, a nie inaczej. Neutrino należą do najbardziej tajemniczych cząstek w przyrodzie. Są niezwykle lekkie, prawie nie wchodzi w interakcje z materią i co sekundę przenikają przez nasze ciała w liczbie setek miliardów, pozostając zasadniczo niezauważone. Naukowcy wierzą, że lepsze poznanie właściwości neutrino może pomóc odpowiedzieć na najbardziej fundamentalne pytania współczesnej fizyki.

Bardzo rzadki rozpad jądrowy, tzw. podwójny bezneutrinowy rozpad beta, może pomóc rozwiązać zagadkę neutrino. Jego występowanie dowodziłoby, że neutrino jest swoją własną antycząstką - tzw. cząstką Majorany. Ponadto jedna z podstawowych zasad fizyki - zasada zachowania liczby leptonowej byłaby złamana. Co najważniejsze, potwierdzenie ww. procesu pomogłoby wyjaśnić, dlaczego Wszechświat składa się głównie z materii, a nie z równych ilości materii i antymaterii.

LEGEND to duży, międzynarodowy eksperyment, którego celem jest wykrycie podwójnego bezneutrinowego rozpadu beta. Wykorzystywane są w nim wyjątkowo czułe detektory wykonane z germanu wzbogaconego w Ge-76, który może ulegać ww. rozpadowi. Kryształy germanowe umieszczone są w ciekłym argonie, który je chłodzi oraz chroni przed lokalnym promieniowaniem, stanowiącym niepożądane tło. Detektory LEGEND zlokalizowane są w podziemnym laboratorium (1300 m pod szczytem górskim), dzięki czemu eliminowany jest wpływ promieniowania kosmicznego na wyniki eksperymentu. Eksperyment jest realizowany w dwóch etapach: LEGEND-200 (200 kg germanu), który już zbiera dane, oraz LEGEND-1000 (1000 kg germanu), który jest aktualnie w budowie.

Kluczowym problemem w eksperymencie LEGEND są identyfikacja i eliminacja tła – sygnału, który imituje podwójny bezneutrinowy rozpad beta, ale pochodzi z innych źródeł, np. od rozpadów promieniotwórczych. Kluczową metodą rozróżnienia sygnału od tła jest analiza kształtu impulsów elektronicznych w detektorze (PSD). Techniki te są rozwijane dziś przy użyciu uczenia maszynowego - jednej z form sztucznej inteligencji. W ramach niniejszego projektu opracowane zostaną metody analizy kształtu impulsu pozwalające na identyfikację i eliminację impulsów pochodzących od cząstek alfa. Rozpady alfa, pochodzące od śladowych zanieczyszczeń detektorów germanowych, stanowią bowiem jedno z głównych źródeł tła detektora LEGEND-200. Jego minimalizacja pozwoli na podniesienie czułości detektora LEGEND, a co za tym idzie przybliży nas do potencjalnego odkrycia podwójnego bezneutrinowego rozpadu beta.