

ZAREJESTROWAĆ CIEMNĄ MATERIEŃ WSZECHŚWIATA

Szereg obserwacji astronomicznych wskazuje na to, iż gwiazdy w galaktykach oraz gromady galaktyk zanurzone są w halo nieświecącej materii, o masie co najmniej o rząd wielkości większej niż masa materii widzialnej. Natura cząstek „ciemnej materii” nie jest jednak znana, ponieważ do tej pory nie udało się zarejestrować ich bezpośrednich oddziaływań. Dr Grzegorz Zuzel z Wydziału Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej UJ w Krakowie chce to zmienić.

„Teorie rozszerzające Model Standardowy sugerują możliwość rejestracji cząstek ciemnej zimnej materii, jednak oczekiwany sygnał jest bardzo słaby, poniżej kilkudziesięciu zdarzeń na rok w detektorze o masie rzędu 1 tony. Poszukiwanie igły w stogu siana jest zatem zadaniem wprost trywialnym w porównaniu z ich detekcją. Trudność ich rejestracji wynika m.in. z wszechobecnej naturalnej promieniotwórczości, która jest zazwyczaj o wiele rzędów wielkości intensywniejsza od poszukiwanego sygnału” – mówi dr Grzegorz Zuzel.

Podobny problem występuje przy badaniach tzw. podwójnego rozpadu beta neutronów w jądrach, który jak dotąd został zarejestrowany dla dziesięciu różnych izotopów. Jest to jeden z najrzadszych rozpadów, jaki kiedykolwiek zaobserwowano, i występuje ponad miliard razy rzadziej niż rozpady naturalnych radioizotopów. „Nasze prace koncentrują się na poszukiwaniach podwójnego bezneutrinowego rozpadu beta, który, o ile występuje, byłby o kolejne rzędy wielkości słabszy. Detekcja tak rzadkich procesów jądrowych jak (bezneutrinowy) podwójny rozpad beta czy oddziaływania cząstek ciemnej materii wymaga zastosowania niezwykle czułych detektorów, w których zminimalizowany jest wpływ sygnałów zaburzających pomiar, mogących pochodzić np. od promieniowania kosmicznego czy też lokalnego otoczenia. Aby wyeliminować wpływ promieniowania kosmicznego, detektory umieszcza się w odpowiednio głębokich laboratoriach podziemnych. Poziom lokalnego promieniowania (w podziemnych laboratoriach jest on zazwyczaj wyższy niż na powierzchni) jest z kolei minimalizowany poprzez stosowanie masywnych osłon wykonanych z odpowiednio radio-czystych materiałów. W ramach grantu naukowego, otrzymanego w programie TEAM 2/2016 Fundacji na rzecz Nauki Polskiej, zamierzam opracować nowatorskie metody uzyskiwania materiałów praktycznie wolnych od naturalnych izotopów promieniotwórczych, co pozwoli na skonstruowanie detektorów promieniowania jądrowego nawet o trzy rzędy wielkości czulszych w stosunku do obecnie stosowanych. Rejestracja niezwykle rzadkich procesów wymaga również zastosowania wyrafinowanych technik analizy danych, pozwalających zidentyfikować i odrzucić zdarzenia niepożądane (zakłócenia). Metody takie, umożliwiające podniesienie czułości już istniejących systemów detekcyjnych, również planujemy opracować i wdrożyć” – przekonuje dr Grzegorz Zuzel.

Co ważne, rezultaty tych badań będą kluczowe nie tylko dla dalszego rozwoju fizyki czy kosmologii. Będzie można je także wykorzystać w życiu codziennym, np. poprawiając czułość urządzeń medycznych pracujących w oparciu o detekcję promieniowania (jak PET), czy też systemów wczesnego ostrzegania przed skażeniem promieniotwórczym w środowisku.

Dr Grzegorz Zuzel ukończył studia na Wydziale Matematyki, Fizyki i Informatyki UJ. Doktorat obronił przebywając na stażu naukowym w Instytucie Fizyki Jądrowej im. Maksa Plancka w Heidelbergu. Obecnie pracuje w Instytucie Fizyki UJ. Uczestniczy w międzynarodowym projekcie DarkSide, którego celem jest bezpośrednia detekcja cząstek ciemnej zimnej materii. Jest współautorem szeregu prac opublikowanych w renomowanych czasopismach, w tym dwóch prac opublikowanych w „Nature”.

Projekt realizowany w ramach grantu uzyskanego w programie TEAM FNP jest współfinansowany ze środków Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój.