

## **Zrozumienie mechanizmów opóźnionej (fałszywej) emisji w dwufazowych TPC dla poszukiwań ciemnej materii**

**Tajemnica ciemnej materii.** Obecność ciemnej materii (DM) we Wszechświecie jest obecnie uznanym, ale wciąż tajemniczym paradygmatem: rozszyfrowanie jej istoty jest obecnie jednym z najbardziej fascynujących zadań fizyki fundamentalnej.

Ciemna materia stanowi 23% gęstości masy i energii obserwowalnego Wszechświata (podczas gdy zwykła materia stanowi tylko 4,6%, a resztę przypisuje się ciemnej energii). Jednak dokładna natura ciemnej materii (i ciemnej energii) jest wciąż nieznana, a jej pochodzenie jest obecnie jednym z najważniejszych pytań w fizyce. Obecnie preferowaną hipotezą jest to, że ciemna materia składa się ze słabo oddziałujących masywnych cząstek (WIMP), które jak dotąd nie zostały wykryte. Bezpośrednie wykrycie cząstek ciemnej materii byłoby wyraźnym znakiem nowej fizyki wykraczającej poza Model Standardowy fizyki cząstek, znacznie przyczyniłoby się do naszego zrozumienia Wszechświata, podstawowych praw fizyki i poprowadziłoby społeczność naukową w kierunku bardziej kompletnej teorii.

**Bezpośrednie poszukiwania ciemnej materii.** Przekonujące astrofizyczne i kosmologiczne dowody na istnienie ciemnej materii (DM) doprowadziły do licznych eksperymentów bezpośredniej detekcji DM poszukujących kandydatów na cząstki, w tym DarkSide, XENON, LZ itp. Eksperymenty te opierają się na sygnałach indukowanych przez elastyczne rozpraszanie WIMP-ów na jądrach w detektorach opartych na skroplonych gazach szlachetnych wrażliwych na scyntylację próżniową w ultrafiolecie (VUV) lub scyntylację i jonizację. Eksperymenty oparte na takich detektorach prowadzą obecnie bezpośrednie poszukiwania DM z najbardziej rygorystycznymi górnymi limitami w zakresie mas WIMP-ów 1000 GeV.

**Znaczenie znajomości tła.** Ze względu na rzadkość spodziewanych oddziaływań, eksperymenty te wymagają ścisłej kontroli i minimalizacji tła nieodróżnialnego od sygnału DM. Wraz z poprawą czułości w zakresie niskich energii, wiele detektorów zaczyna obserwować dużą liczbę niezidentyfikowanych zdarzeń niskoenergetycznych. Widma zdarzeń obserwowanych w detektorach cieczy szlachetnych często gwałtownie rosną w kierunku niskich energii, przy czym liczba tych niskoenergetycznych zdarzeń jest większa niż spodziewane oddziaływania neutrin lub ciemnej materii. Sygnały obserwowane w tym przypadku pochodzą od pojedynczych/nielicznych elektronów uwięzionych pod granicą faz gaz-ciecz, które powodują opóźnioną (fałszywą) emisję scyntylacyjną. Zrozumienie podstawowych mechanizmów odpowiedzialnych za te zdarzenia, przy jednoczesnym zaproponowaniu metod poprawy ich odrzucania, wyznaczy nowe limity dla modeli sub-GeV DM.

**Cele projektu.** Niniejszy wniosek ma na celu wniesienie kluczowego wkładu w zrozumienie mechanizmów leżących u podstaw powstawania tego tła, a mianowicie opóźnionej (fałszywej) emisji scyntylacyjnej pochodzącej od pojedynczych/nielicznych elektronów uwięzionych pod granicą faz gaz-ciecz, przy jednoczesnym zaproponowaniu metod poprawy jej tłumienia/odrzućcia, co wyznaczy nowe limity dla modeli DM sub-GeV, poprzez: **(i)** symulację procesów transportu ładunku i mechanizmów produkcji scyntylacji w interfejsach gaz-ciecz, **(ii)** badania i rozwój nad nowymi strukturami wzmacniającymi w celu zminimalizowania efektu fałszywych emisji oraz **(iii)** badanie scyntylacji powstającej w dwufazowych TPC, przy użyciu tradycyjnych siatek i nowych struktur wzmacniających.