

# Opracowanie detektora ciemnej materii o największej czułości z ciekłym argonem

## ABSTRAKT

Istnieje szeroki zakres dowodów obserwacyjnych, włączając fluktuacje mikrofalowego tła kosmicznego, wielkoskalowa struktury Wszechświata i nukleosynteza Wielkiego Wybuchu, sugerujących, że materia barionowa stanowi jedynie  $\sim 5\%$  całkowitego budżetu masowo-energetycznego Wszechświata, podczas gdy  $\sim 27\%$  przypisuje się nieświecącej, ale oddziałującej grawitacyjnie ciemnej materii, a pozostałą część ciemnej energii. Żadna cząstka w Modelu Standardowym nie spełnia tych astrofizycznych i kosmologicznych obserwacji i dotychczas żadna taka cząstka nie została odkryta w laboratorium. Ciemna materia jest pierwszym niepodważalnym dowodem na istnienie fizyki poza Modelem Standardowym, będącym najlepszą wiedzą o naszym wszechświecie. Jej odkrycie miałyby charakter przełomowy.

Bezpośrednie poszukiwania ciemnej materii polegają na poszukiwaniu odrzutów powstałych w wyniku zderzeń galaktycznej ciemnej materii z materiałem docelowym w laboratorium, którym w naszym przypadku jest ciekły argon. W społeczności badań nad ciemną materią rośnie zainteresowanie małomasowymi kandydatami na ciemną materię, które oddziałują poprzez sprzężenia o zakresie mniejszym niż słaba skala. Badanie przestrzeni parametrów dla kandydatów na ciemną materię o małej masie wymaga detektorów o wyjątkowo niskich progach energii i poziomach tła. Niedawno wykazaliśmy zdolność dwufazowej komory projekcyjnej z ciekłym argonem (TPC) do wyszukiwania takich cząstek, wykorzystując bardzo wysoką wydajność ekstrakcji elektronów i nieodłączny zysk sygnału jonizacji za pomocą detektora DarkSide-50, uzyskując dolny poziom czułości na poziomie pojedynczego zjonizowanego elektronu. Komora TPC, stworzona specjalnie do śledzenia sygnałów o niższej energii poprzez skupienie się na kanale jonizacyjnym, może realistycznie obniżyć czułość eksperymentalną na ciemną materię o małej masie do poziomu, na którym nieredukowalne zdarzenia tła ze spójnego elastycznego rozpraszania neutrin zdominują częstość zdarzeń.

Chociaż technologia TPC z ciekłym argonem jest dość dojrzała, istnieje kilka nierozstrzygniętych problemów technicznych, które należy rozwiązać przed zastosowaniem komory TPC z ciekłym argonem do zoptymalizowania pod kątem wyszukiwania cząstek ciemnej materii o małej masie.

Projekt ten dotyczy redukcji tła i poprawy czułości wykrywania na trzy sposoby: (i) zmniejszając zanieczyszczenia w materiale docelowym LAr, (ii) zmniejszając radioaktywność w fotodetektorze opartym na fotopowielaczu krzemowym (SiPM), (iii) zwiększając wiedzę na temat odpowiedzi ciekłego argonu w detektorze.