

Femtoskopia par nieidentycznych zawierających deuteron i badania oddziaływań nukleonów z materią dziwną

Wioleta Rzęsa, mgr inż.

Niniejsza rozprawa koncentruje się na trzech głównych tematach badawczych. Po pierwsze, badania dotyczą właściwości czasoprzestrzennych źródeł i mechanizmu produkcji lekkich jonów produkowanych w relatywistycznych zderzeniach ciężkich jonów, w których obecna jest plazma kwarkowo-gluonowa. Po drugie, bada dynamikę i oddziaływanie cząstek prostych (pion, kaon, proton) i złożonych (deuteron). Po trzecie, mierzy parametry oddziaływania silnego między najprostszymi mezonami dziwnymi a pojedynczymi i związanymi nukleonami.

Metoda badawcza zastosowana w tej rozprawie do analizy wyżej wymienionych zagadnień jest znana jako femtoskopia, która bada korelacje dwóch cząstek w przestrzeni pędu. Niniejsza praca przedstawia korelacje pędów zmierzone za pomocą detektora ALICE w zderzeniach Pb–Pb przy energii zderzenia $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV. Analiza skupia się na pomiarze i interpretacji femtoskopowych korelacji pomiędzy różnymi parami cząstek, w tym pionami i deuteronami, protonami i deuteronami, kaonami i protonami, a także kaonami i deuteronami. Wszystkie te pary można odpowiednio opisać za pomocą oddziaływań obejmujących zarówno siły Coulombowskie, jak i oddziaływania silne. Oddziaływania te są zdefiniowane przy użyciu różnych technik, takich jak rozwiązania oparte na równaniu Schrödingera, parametryzacji numerycznej, podejścia dwu- i trójciałowego, i uwzględniając funkcje falowe wyżych pędów orbitalnych. Badanie określa femtoskopowe rozmiary źródeł nieidentycznych par dwóch cząstek przy różnych centralnościach zderzeń. W szczególności, analizy pion–deuteron i proton–deuteron dostarczają pierwszych pomiarów femtoskopowych rozmiarów źródeł deuteronów w zderzeniach Pb–Pb. Pomiar ten nie był wcześniej możliwy w bezpośrednich badaniach deuteron–deuteron ze względu na niewystarczającą statystykę zebranych danych. W rezultacie niniejsza rozprawa oferuje unikalny pomiar wartości źródeł cząstek złożonych z więcej niż jednego nukleonu. Wartości te są następnie porównywane z wartościami cząstek prostych, takich jak piony i protony, w celu zbadania ich kolektywnego zachowania, które jest efektem napędzającym dynamikę femtoskopowych źródeł. Przeprowadzona analiza proton–deuteron wskazuje na ograniczony wpływ dynamiki trójciałowej, ponieważ dane eksperymentalne mogą być dobrze opisane zarówno przez oddziaływanie dwu-, jak i trójciałowe. Z kolei badanie kaon–proton pokazuje, że w źródłach zderzeń ciężkich jonów efekty sprzężonych kanałów odgrywają znikomą rolę w określaniu funkcji korelacji. Co więcej, badania kaon–proton i kaon–deuteron przedstawiają pierwsze pomiary parametrów rozpraszania oddziaływania silnego dla analizowanych systemów przy użyciu femtoskopii, dostarczając wartości, które są unikalne w skali globalnej. Pomiar długości rozpraszania kaon–deuteron dla oddziaływania silnego jest pierwszym tego rodzaju pomiarem dotychczas wykonanym. Badanie to umożliwia wyznaczenie parametrów zależnych od izospinu dla najprostszyc cząstek dziwnych, co daje również wgląd w oddziaływanie kaon–neutron — oddziaływanie trudne do zbadania bezpośrednio ze względu na brak ładunku neutronu. Wszystkie zmierzone parametry zostały porównane z oczekiwaniami i dostępnymi pomiarami. Niniejsza praca dostarcza także kilku spostrzeżeń dotyczących zależności wielkości źródeł w funkcji masy poprzecznej nieidentycznych cząstek oraz przyszłych kierunków badań.

Wioleta Ręsa