

Badanie produkcji $K^*(892)^0$ dla zderzeń proton-proton dla energii akceleratora SPS

Najmniejsze i niewidoczne części materii są nazywane cząstkami elementarnymi i są uwzględnione w Modelu Standardowym. Ten model zawiera: sześć kwarków i antykwarków, sześć leptonów i antyleptonów, bozon Higgsa (odpowiedzialny za masę cząstki) i nośników oddziaływań takich jak: foton (oddziaływanie elektromagnetyczne), gluon (oddziaływanie silne), bozony W^+ , W^- i Z^0 (oddziaływania słabe). Oddziaływanie silne jest najsilniejszym oddziaływaniem dlatego kwarki są uwięzione w: mezony (para kwark-antykwar), baryony (3 połączone kwarki) i antybariony (3 połączone antykwarki). Aczkolwiek, plazma kwarkowo-gluonowa (QGP) może powstawać w wysokich temperaturach, wewnątrz której kwarki i gluony są niezwiązane. Warunki do produkcji QGP są osiągalne podczas zderzeń ciężkich jonów. Największe ośrodki naukowe, w których QGP jest badana, to Europejska Organizacja Badań Jądrowych (CERN, Geneva) i Narodowe Laboratorium Brookhaven (BNL, USA).

Eksperyment NA61/SHINE jest położony w CERN. Jego program fizyczny skupia się na szukaniu punktu krytycznego i badaniu właściwości przejścia fazowego (onset of deconfinement). Skan diagramu fazowego silnie oddziałującej materii jest wykonywane poprzez zmianę energii zderzeń jonów (z 13A do 150/158A GeV) i poprzez zmianę rozmiaru systemu (z p+p do Pb+Pb). Głównym problemem przy badaniu QGP jest to, że nie może być ona obserwowana bezpośrednio gdyż tylko cząstki wyprodukowane w końcowym stadium mogą być rejestrowane przez detektor. Hadronizacja, wymrozenie chemiczne i kinetyczne występują po QGP. Pierwsze zjawisko powoduje wiązanie kwarków w hadrony, po którym oddziaływania nieelastyczne pomiędzy cząstkami ustają (chemiczne wymrozenie). Skład cząstek jest ustalony ale kinetyczne właściwości cząstek mogą być modyfikowane aż do wymrozenia kinetycznego. Z tego powodu zrozumienie zjawisk następujących po QGP jest ważne w kontencie badań sygnatur QGP.

Oprócz badań nad sygnaturami plazmy kwarkowo-gluonowej, istnieje wiele ciekawych zjawisk występujących po zderzeniu nukleonów. Jednym ze stanów, w którym właściwości cząstek mogą być zmieniane, jest faza gazu hadronowego. Skala modyfikacji zależy od czasu pomiędzy chemicznym i kinetycznym wymrozeniem. Możliwe są dwie sytuacje. Pierwsza to stan z jednym wymrozeniem bez wystąpienia fazy gazu hadronowego. Druga możliwość to stopniowe wymrozenia z fazą gazu hadronowego podczas którego elastyczne oddziaływania są możliwe. Pomimo wielu lat badań nad tym procesem, pytanie dotyczące pojedynczego lub stopniowych wymrożeń jest wciąż otwarte. Model z pojedynczym wymrozeniem, w którym chemiczne i kinetyczne wymrozenie współistnieje, był używany w celu opisu widm i produkcji cząstek zarejestrowanych przez RHIC. Z drugiej strony, ostatnie wyniki z ALICE wskazują znacznie mniejszą temperaturę wymrozenia kinetycznego (T_{kin}) niż obserwowana dla najwyższych energii RHIC. Jednym z najprostrzych wyjaśnień jest obecność fazy hadronowej pomiędzy wymrozeniami, której czas życia rośnie wraz z energią środka masy. Głównym celem projektu jest analiza krótkożyciowych rezonansów, w szczególności produkcja $K^*(892)^0$, które mogą pomóc w sprawdzeniu czy istnieje faza gazu hadronowego pomiędzy wymrozeniami. A z powodu krótszego czasu życia rezonansu $K^*(892)^0$ ($\tau = 3.88 fm/c$) niż oczekiwany czas życia pomiędzy wymrozeniami ($\tau = 5 fm/c$), sygnał i dystrybucja mogą być wrażliwe na czas trwania wymrożeń i obecność fazy gazu hadronowego pomiędzy nimi. Unikatowym sposobem zbadania co zachodzi pomiędzy wymrozeniami jest analiza produkcji wystarczająco krótkożyciowych rezonansów do produkcji cząstek nierezonansowych z podobnym składem kwarkowym ($K^*(892)^0/K^-$) w funkcji liczby naładowanych cząstek i energii środka masy.

Innym interesującym parametrem jest widmo masy poprzecznej cząstek $K^*(892)^0$, który umożliwi znacząco poprawę funkcji dopasowania w ramach modelu Blast-Wave, które są używane do wyznaczenia parametrów wymrozenia kinetycznego takich jak: temperatura (T) i prędkość poprzecznego pływu (β_T).

Model statystyczny gazu hadronowego korzysta z produkcji cząstek lub stosunków wyprodukowanych cząstek do wyznaczenia parametrów wymrozenia chemicznego, takich jak: temperatura wymrozenia chemicznego (T), potencjał barionowy (μ_B), współczynnik nienasylenia dziwności (γ_S), objętość systemu (V) itd. Informacja o produkcji $K^*(892)^0$ dla oddziaływań p+p dla energii SPS umożliwi przygotowanie bardziej precyzyjnych funkcji dopasowań w ramach modelu gazu hadronowego i znacząco przyczyni się do naszego zrozumienia diagramu fazowego silnie oddziałującej materii.