

Streszczenie popularnonaukowe

Badanie równania stanu silnie oddziaływującej materii w programie STAR-BES

Nowoczesne eksperymenty ciężko-jonowe takie jak STAR w BNL czy eksperymenty realizowane na LHC w CERN, pozwoliły nam wytworzyć a następnie badać plazmę kwarkowo-gluonową (QGP). Jest to stan materii w którym kwarki zachowują się jak swobodne cząstki – nie zaś związane w formie hadronów (jak w „zwykłej” materii). Wiele eksperymentów dziś zajmuje się badaniem właściwości tej materii. Jednakże, studia te głównie ograniczają się do zderzeń o dosyć dużych energiach co odpowiada materii o bardzo dużej energii ale niskiej gęstości barionowej. Zderzanie ciężkich jonów przy mniejszych energiach pozwala badać materię gdzie gęstość barionowa jest większa.

Podczas kolizji ciężkich jonów o niskich energiach warunki jakie panują przypominają te jakie są we wnętrzach gwiazd neutronowych. Zderzenia o wysokich energiach tworzą warunki podobne do tych jakie miały miejsce w początkowych fazach istnienia Wszechświata. Spodziewamy się, że materia w zależności od warunków powinna zachowywać się inaczej, przykładowo dla wysokich energii zderzeń przemiana fazowa między QGP a materią hadronową powinna być łagodną przemianą typu cross-over, dla niższych energii spodziewamy się przejścia fazowego pierwszego rzędu. Zrozumienie natury równania stanu jest więc ważne zarówno jeśli chcemy zrozumieć wczesne etapy istnienia Wszechświata, ale także gdy chcemy zrozumieć gwiazdy neutronowe.

Proponujemy użycie pomiarów femtoskopowych do badań właściwości silnie oddziaływującej materii jak właśnie równanie stanu. Femtoskopia to technika pomiarów używająca korelacji par cząstek do pomiarów źródła emitującego cząstki. Metoda ta pozwala mierzyć obszary o rozmiarach porównywalnych do rozmiaru protonu. Femtoskopia jest czuła nie tylko na rozmiary geometryczne źródła, pozwala ona badać dynamikę procesu zderzenia jak np. czas emitowania cząstek.

Proponujemy dokonanie analizy danych zebranych przez eksperyment STAR w ramach programu Beam Energy Scan, w programie tym zarejestrowano kolizje o szerokim zakresie energii zderzeń. W ramach tych analizy chcielibyśmy przeprowadzić nowatorski typ pomiarów – pomiary trójwymiarowej funkcji korelacyjne par protonów. Jest to metoda znacznie bardziej złożona ale daje więcej informacji o procesach które chcemy badać. Nasza praca będzie też używać szeroko modeli teoretycznych aby badać wpływ równania stanu na obserwowalne femtoskopowe od strony teoretycznej, praca ta z pewnością przyczyni się do ulepszenia tych modeli.

Nasza praca powinna w istotny sposób poszerzyć naszą wiedzę na temat równania stanu silnie oddziaływującej materii. Zrozumienie tego fenomenu powinno nam lepiej zrozumieć wczesne etapy ewolucji wszechświata oraz poznać lepiej naturę gwiazd neutronowych. Metodologia jaką chcemy stworzyć w ramach projektu (analizy z użyciem trójwymiarowych funkcji korelacyjnych dla par proton-proton) mogą też znaleźć zastosowania na innych polach – np. przy badaniu oddziaływań między hadronami.