

Zależność energetyczna produkcji mezonów π w zderzeniach jądro-jądro

Michał Naskręt

Według aktualnej wiedzy fizycznej protony, neutrony oraz inne hadrony zbudowane są z mniejszych cząstek - kwarków i gluonów. Kwarki i gluony są podstawowym budulcem materii, która nas otacza. Nie jest jednak możliwa obserwacja swobodnych kwarków, są one zawsze związane w większych grupach w hadronach. Jedynym sposobem, aby doświadczalnie zbadać ich właściwości jest "roztopienie" protonów i neutronów. Jest to proces podobny do roztopiania lodu do postaci ciekłej, czyli wody. Hadrony roztopiamy zderzając ze sobą z wielkimi energiami zjonizowane jądra atomów, które składają się właśnie z protonów i neutronów. Zupa, w której po takim zderzeniu swobodnie pływają kwarki i gluony nazywana jest plazmą kwarkowo-gluonową. Jest to bardzo ciekawy stan skupienia, gdyż prawdopodobnie wszechświat krótko po wielkim wybuchu był właśnie taką zupą. Według astrofizyków materia w tym stanie może znajdować się też w jądrach gwiazd neutronowych.

Plazma kwarkowo-gluonowa została po raz pierwszy zarejestrowana w ośrodku badawczym CERN na początku tego tysiąclecia. Duży wkład w to odkrycie miał eksperyment NA49, którego następcą dziedziczącym dużą część aparatury jest NA61/SHINE. Obecnie fizycy (również z NA61/SHINE) starają się zbadać, w jakich warunkach ten tajemniczy stan materii powstaje. Próbuje odpowiedzieć na pytanie, jaka jest minimalna temperatura i gęstość, w której kwarki i gluony uwalniają się z hadronów. W tym celu zderzają ze sobą z różnymi energiami atomy różnych pierwiastków. Dzięki różnym energiom można regulować temperaturę systemu. Używając różnych pierwiastków można zmieniać liczbę protonów i neutronów, a więc gęstość. Najmniejszą gęstość osiąga się zderzając ze sobą same protony (czyli zjonizowane atomy wodoru), a największą zderzając ciężkie pierwiastki, jak na przykład ołów.

Projekt ma na celu zbadanie, czy i dla jakiej energii powstaje plazma kwarkowo-gluonowa w zderzeniach atomów argonu z atomami skandiu. Pomiary zderzeń Ar+Sc nie są obarczone niepożądanymi efektami znanymi ze zderzeń cięższych jonów, a jednocześnie w istotnych dla fizyki kwestiach zachowują się podobnie. Jest to bardzo obiecujący system, gdyż z dostępnych danych wnioskuje się, że może być bliski najmniejszemu, dla którego kwarki i gluony uwalniają się. W tym celu dokonuje się analizy zgromadzonych przez eksperyment danych, szukając w nich sygnałów istnienia plazmy. Ponieważ są one bardzo słabe, analiza musi być wykonana z niezwykłą precyzją i brać pod uwagę sporą liczbę poprawek.