

Badanie czasoprzestrzennych korelacji energii i ładunku w relatywistycznych zderzeniach jądrowych na podstawie obserwacji eksperymentalnych

Zderzenia ciężkich jąder atomowych przy prędkościach bliskich prędkości światła pozwalają, przez bardzo krótki okres czasu, wytwarzać temperatury rzędu 10^{12} kelwinów. Dla porównania, w środku naszego Słońca temperatura wynosi około 10^7 kelwinów. W zderzeniach jądra atomowe oddziałują ze sobą, co prowadzi do zdeponowania bardzo dużej energii w bardzo małej objętości, co w konsekwencji przekłada się na olbrzymie temperatury. Temperatura rzędu 10^{12} kelwinów panowała zaraz na początku Wszechświata. Z tego powodu zderzenia jąder atomowych przy dużych energiach często nazywa się małymi wybuchami (little bang) w analogii do teorii Wielkiego Wybuchu (Big Bang). Obliczenia teoretyczne w ramach chromodynamiki kwantowej, aktualnie najbardziej fundamentalnej teorii fizycznej, wskazują, że przy takich temperaturach znana nam materia ulega całkowitemu stopieniu i powstaje nowy stan materii zwany plazmą kwarkowo-gluonową. Eksperymenty takie przeprowadza się w Brookhaven National Laboratory (BNL) w Nowym Jorku (np. jądra złota) oraz w laboratorium CERN na LHC w Genewie (np. jądra ołowiu). Wyprodukowana plazma kwarkowo-gluonowa szybko się ochładza i zamienia na znane nam cząstki (piony, protony itp.), których liczba może sięgać nawet kilku tysięcy. Trudność badań nad plazmą kwarkowo-gluonową polega na próbie zbadania jej poprzez obserwacje tych cząstek. Jest to zadanie trudne, wymagające dużej pomysłowości. Okazuje się, że plazma kwarkowo-gluonowa powstaje nie tylko w zderzeniach ciężkich jonów. Dane eksperymentalne sugerują, że nowy stan materii powstaje również w zderzeniach proton-jądro i proton-proton. Celem projektu jest lepsze poznanie i zrozumienie mechanizmu tworzenia się i własności plazmy kwarkowo-gluonowej. W tym celu będziemy badać długozasięgowe korelacje końcowych cząstek, które niosą informacje o wczesnym etapie zderzeń ciężkich jąder atomowych, a tym samym niosą informacje o plazmie kwarkowo-gluonowej. Jednym z ciekawszych pytań jest natura potencjalnego przejścia fazowego pomiędzy znaną nam materią hadronową a plazmą kwarkowo-gluonową. Duża część projektu poświęcona jest temu zagadnieniu. Badania nad plazmą kwarkowo-gluonową należą do badań fundamentalnych. Ich celem jest odpowiedź na pytanie, jakie własności miała materia obecna w pierwszych momentach istnienia Wszechświata oraz jak powstają cząstki i materia jaką znamy z życia codziennego.