

Badanie fundamentalnych właściwości materii jądrowej w eksperymencie ALICE na Wielkim Zderzaczu Hadronów LHC w CERN

Zwykła materia złożona jest z atomów, z których każdy składa się z jądra otoczonego chmurą elektronów. Jądra składają się z protonów i neutronów, które z kolei składają się z kwarków. Według dzisiejszego stanu wiedzy kwarki wydają się być elementarnymi składnikami materii. Żaden kwark nie został zaobserwowany w izolacji; kwarki, podobnie jak gluony, wydają się być trwale związane między sobą i uwięzione wewnątrz cząstek złożonych, takich jak protony i neutrony. Efekt ten nazywa się uwięzieniem. Szczegółowy mechanizm, który je wywołuje, pozostaje nieznanym.

Współczesna teoria oddziaływań silnych przewiduje, że przy bardzo wysokich temperaturach i bardzo wielkich gęstościach energii kwarki i gluony powinny nie być już związane wewnątrz cząstek złożonych. Powinny one istnieć jako swobodne w nowym stanie materii zwanym Plazmą Kwarkowo-Gluonową. Sytuacja taka występuje gdy temperatura przekroczy wartość krytyczną ocenianą na ok. 2000 miliardów stopni, około 100000 razy wyższej niż temperatura rdzenia Słońca. Takie temperatury nie istniały w przyrodzie od narodzin Wszechświata. Uważa się, że w czasie kilku milionowych części sekundy po Wielkim Wybuchu temperatura przewyższała wartość krytyczną i cały Wszechświat znajdował się w stanie Plazmy Kwarkowo-Gluonowej.

Przez wywołanie czołowych zderzeń ciężkich jąder (takich jak jądra atomów ołowiu), przyspieszonych w LHC do prędkości bliskiej prędkości światła, otrzymujemy, chociaż w bardzo małej objętości, zaledwie bliskiej rozmiarom jądra, i na krótkotrwałą chwilę, kropelkę takiej pierwotnej materii i obserwować jak ona powraca do zwykłej materii poprzez rozprężenie i schłodzenie. Następuje to, gdy Plazma rozpręża się i schładza do temperatury 10^{12} K, zaledwie 10^{-23} sekundy od momentu zderzenia.

Przez badanie takich zderzeń na LHC, eksperyment ALICE powinien uzyskać możliwość wglębnienia się w fizykę uwięzienia, sondowania własności próżni i powstawania masy w oddziaływaniach silnych, i ujrzeć jak zachowywała się materia bezpośrednio po Wielkim Wybuchu.

Używany do badania Plazmy Kwarkowo-Gluonowej, ważący 10000 ton, wysoki na 16 metrów i długi na 26 metrów detektor ALICE jest wielkim i skomplikowanym urządzeniem składającym się z 18 sub-detektorów dla śledzenia i identyfikacji dziesiątek tysięcy cząstek produkowanych w każdym zderzeniu ciężkich jonów. Aby zarejestrować do 8000 zderzeń na sekundę detektor ALICE zbudowany jest z wykorzystaniem najnowocześniejszych technologii:

- wysoce precyzyjnych układów dla detekcji i śledzenia cząstek;
- ultra-zminiaturyzowanych układów dla przetwarzania sygnałów elektronicznych;
- wykorzystania ogólnoswiatowych zasobów komputerowych dla analizy danych (GRID)

Współpraca ALICE skupia ponad 1500 współpracowników, z kilkudziesięciu krajów świata. Zespoły polskie uczestniczą w eksperymencie ALICE od jego powstania i należą do grupy założycieli współpracy. W ramach tej współpracy uzyskujemy dostęp do unikalnej i najbardziej zaawansowanej aparatury badawczej, jaka została kiedykolwiek zbudowana. Takich możliwości nie daje żaden narodowy ośrodek badawczy, nawet w najbogatszych krajach świata.

W Projekcie wykorzystane zostaną znakomite możliwości eksperymentalne ALICE, szczegółowa eksperymentalna wiedza i doświadczenie realizującego Projekt Zespołu Naukowego, jego międzynarodowa renoma, oraz bardzo ścisła współpraca z wiodącymi fizykami teoretykami w tej dziedzinie.

Uzyskiwane wyniki są upowszechniane w postaci publikacji w czasopiśmie naukowych, referatów na międzynarodowych konferencjach naukowych oraz na seminariach krajowych i zagranicznych. Wzbogacają one istniejącą wiedzę o fundamentalnych własnościach stanu materii wytworzonego w tych zderzeniach.