

Struktury krytyczne w oddziaływaniach silnych

Marek Gaździcki

Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach,

Uniwersytet Goethego, Frankfurt nad Menem

Jednym z ważnych zagadnień współczesnej fizyki jest zrozumienie oddziaływań silnych, w szczególności zbadanie własności silnie oddziałującej materii w stanie równowagi. Powszechnie uważa się, że materia o bardzo dużej gęstości może istnieć w stanie w którym kwarki i gluony poruszają się swobodnie - plazmy kwarkowo-gluonowej. Czy plazma istnieje w naturze? Jak wygląda przejście fazowe między stanem silnie oddziałującej materii o niskiej gęstości, w którym kwarki i gluony są uwięzione w hadronach, a stanem plazmy kwarkowo-gluonowej? Czy jest ono podobne do przejścia między fazą ciekłą wody i parą wodną, tj. czy linia przejścia fazowego pierwszego rodzaju jest zakończona punktem krytycznym drugiego rodzaju i występuje płynne przejście powyżej punktu krytycznego? Jak wygląda przejście od nierównowagowego układu powstającego w nieelastycznych oddziaływaniach proton-proton do układu w równowadze powstającego w centralnych zderzeniach ciężkich jonów?

Celem projektu jest poszukiwanie odpowiedzi na powyższe pytania poprzez badanie wysokoenergetycznych zderzeń jądrowych w ramach międzynarodowego zespołu badawczego NA61/SHINE. Zespół ten prowadzi pomiary używając detektora NA61/SHINE przy akceleratorze Super Proton Synchrotron (SPS) w laboratorium Europejskiej Organizacji Badań Jądrowych (CERN) w Genewie. Badania zostały zainicjowane i są prowadzone przez prof. dr hab. Marka Gaździckiego.

Projekt składa się z dwóch części:

1. **Struktury krytyczne i protony.** W części tej przeprowadzona zostanie analiza produkcji protonów w zderzeniach jądrowych przy wysokich energiach. Analizowane będą unikalne w skali światowej dane uzyskane przez NA61/SHINE przy różnych energiach zderzenia i dla różnych liczb masowych zderzających się jąder.

2. **Struktury krytyczne i powab.** Ta część projektu zostanie poświęcona modernizacji detektora eksperymentu NA61/SHINE. Będą prowadzone działania mające na celu opracowanie i skonstruowanie nowego systemu zbierania danych. Nowy system będzie w stanie rejestrować zderzenia z 10-krotnie większą szybkością niż system obecny. Tak duża szybkość jest niezbędna do pomiarów rzadko produkowanych hadronów powabnych.

Część pierwsza projektu może bezpośrednio prowadzić do odkrycia punktu krytycznego silnie oddziałującej materii oraz dowodów na istnienie minimalnej wielkości systemu potrzebnej do powstania silnie oddziałującej materii w stanie równowagi. Część druga może pośrednio prowadzić do przyszłych odkryć w oparciu o systematyczne dane dotyczące produkcji hadronów powabnych w zderzeniach ciężkich jąder. Pionierskie pomiary uzyskane przez NA61/SHINE będą w przyszłości kontynuowane w nowo powstających laboratoriach, FAIR w Niemczech, J-PARC-HI w Japonii i NICA w Rosji. W szczególności można oczekiwać nowego dowodu na istnienie minimalnej energii zdarzających się jąder potrzebnej do powstania plazmy kwarkowo-gluonowej.

Niezależnie od możliwych odkryć projekt zapewni unikalne, systematyczne rezultaty dotyczących produkcji protonów i otworzy nowe perspektywy unikalnych pomiarów produkcji hadronów powabnych w zderzeniach jądrowych na akceleratorze CERN SPS.

Projekt będzie administrowany przez Uniwersytet Jana Kochanowskiego w Kielcach. Zakłada się uczestnictwo w projekcie fizyków z kilku polskich grup pracujących w ramach współpracy NA61/SHINE.