

POPULARNONAUKOWE STRESZCZENIE PROJEKTU

Fizyka wysokich energii (ang. High Energy Physics, HEP) bardzo gwałtownie rozwinęła się w ciągu ostatnich kilku dekad głównie za sprawą akceleratorów cząstek umożliwiających zderzenia z coraz większą energią w układzie środka masy nukleon-nukleon. Obecnie najpotężniejszym akceleratorem jest Wielki Zderzacz Hadronów (ang. Large Hadron Collider, LHC działający od 2010r.), który umożliwia zderzenie ciężkich jonów ołowiu o energii 5.02 TeV w układzie środka masy nukleon-nukleon (od 2015r. - wcześniej energia zderzenia była równa 2.76 TeV). Uzyskana energia przewyższa ok. 25 razy energię dostępną w zderzeniach jąder złota na Relatywistycznym Zderzacz Ciężkich Jonów (ang. Relativistic Heavy Ion Collider, RHIC działający od 2000r.) Podczas ultrarelatywistycznych zderzeń ciężkich jonów przy odpowiednio wysokich energiach, kwarki i gluony osiągają stan swobody asymptotycznej i zachowują się jak cząstki niezwiązane. Materia wyprodukowana w tym procesie nazywana jest plazmą kwarkowo-gluonową (ang. Quark Gluon Plasma, QGP). Jej właściwości są tematem gruntownych badań zarówno teoretycznych jak i eksperymentalnych. Obecnie przyjmuje się, że w milionowych częściach sekundy, zaraz po Wielkim Wybuchu, wszechświat był wypełniony skrajnie gorącą i bardzo gęstą zupą kwarkowo-gluonową. Taki stan materii może występować również wewnątrz gwiazd neutronowych oraz podczas wybuchu supernowych.

Po zderzeniu, w bardzo krótkim czasie obszar oddziaływania QGP ochładza się. Swobodne kwarki i gluony łączą się w cząstki zwykłej materii (hadrony), które poruszają się we wszystkich kierunkach i są rejestrowane w poszczególnych częściach detektora. Analiza zmierzonych energii czy pędów tak wyprodukowanych cząstek dostarcza wielu cennych informacji o początkowej fazie układu.

Jednym, z podstawowych i charakterystycznych zjawisk towarzyszących występowaniu plazmy jest azymutalny przepływ wyprodukowanych podczas zderzenia ciężkich jonów. Materia wykazuje własności charakterystyczne dla idealnej cieczy z bardzo małą lepkością, dlatego też dobrym źródłem informacji o plazmie jest badanie kolektywności przepływu cząstek wyprodukowanych w zderzeniach. Pomiar azymutalnego przepływu cząstek naładowanych pozwala na eksperymentalne poznanie zachowania plazmy, jej ewolucję w czasie oraz zależność od warunków początkowych. Dodatkowo stwarza możliwość lepszego zrozumienia chromodynamiki kwantowej - teorii oddziaływań silnych. Powszechnie uważa się, że źródłem anizotropii azymutalnej jest asymetryczny kształt początkowego obszaru oddziaływania dwóch jąder. Asymetria kształtu obszaru oddziaływania prowadzi do powstania gradientów ciśnień wewnątrz QGP, w wyniku których obserwuje się wzmożoną produkcję cząstek w kierunku płaszczyzny reakcji. W zależności od kąta azymutalnego pod którym emitowane są partony (tj. kwarki i gluony), przemieszczając się przez ośrodek, osiągają one inne drogi do przebycia, a w konsekwencji tracą różne ilości energii. Prowadzi to między innymi do azymutalnej anizotropii w produkcji cząstek o wysokich pędach. Rozkład kątów azymutalnych takich cząstek względem płaszczyzny reakcji opisywany jest poprzez szereg Fouriera.

Przedmiotem badań jest wyznaczenie drugiej oraz wyższych harmonicznych rozwinięcia Fouriera, v_n . Współczynniki v_n zostaną wyznaczone w szerokim zakresie pędów poprzecznych, aż do kilkuset GeV, pseudorapidity $|\eta| < 2.5$, a także centralności zderzeń jonów. Pomiar azymutalnego przepływu będzie przeprowadzony przy pomocy dwóch metod badawczych: metody iloczynu skalarnego (ang. Scalar Product, SP) oraz funkcji dwucząstkowych korelacji (ang. Two Particle Correlation, 2PC). Rezultaty zostaną porównane z innymi eksperymentami oraz wynikami uzyskanymi przy niższej energii zderzenia. Do wyznaczenia azymutalnego przepływu będą wykorzystane dane zarejestrowane podczas zderzeń jąder ołowiu przy energii środka masy układu nukleon-nukleon równej 5.02 TeV. Proponowany projekt, poprzez pomiar efektów kolektywnych w oddziaływaniach Pb+Pb, w istotny sposób przyczyni się do uzyskania kluczowych informacji o warunkach początkowych układu, a także do zrozumienia dynamicznej ewolucji plazmy kwarkowo-gluonowej. Ponadto niniejszy projekt wiąże się z bezpośrednim badaniem zjawiska tłumienia dżetów, które jest jednym z głównych sygnałów plazmy kwarkowo-gluonowej.