

W akceleratorach RHIC w Brookhaven National Laboratory i LHC w CERN-ie zderza się jadra atomowe przy pieszonych do najwyższych energii. W zderzeniach tworzy się kropla bardzo gęstej materii, tzw. plazma kwarkowo-gluonowa. Materia wytworzona w zderzeniu jest tak gęsta, że zachowuje się jak płyn, kropla podlega ekspansji. Takie zachowanie pozwala na wyznaczenie własności tego płynu. Dynamikę rozszerzającej się kropli opisujemy modelem hydrodynamiki relatywistycznej. Stwierdzono, że tworzy się płyn o bardzo małej lepkości.

Początkowy rozkład gęstości powstaje w pierwszych chwilach reakcji, w wyniku nieperturbacyjnych procesów chromodynamiki kwantowej. Rozkład gęstości nie jest bezpośrednio obserwowany w eksperymentach. Pojawienie się ekspansji kolektywnej pozwala na zbadanie rozkładu materii w kropli. Przepływ kolektywny płynu jest widoczny w widmach rejestrowanych cząstek. Tym samym analiza rozkładów cząstek da możliwość odtworzenia profilu gęstości i jego fluktuacji. Można na przykład analogicznie do badania rozkładu materii we wczesnym Wszechświecie na podstawie szczegółowego rozkładu mikrofalego promieniowania tła. Przewidywania rachunków modelowych otrzymane w projekcie będą porównane z wynikami eksperymentalnymi. Pozwoli to na szczegółowe odtworzenie rozkładu materii we wszystkich trzech kierunkach.

Silny przepływ kolektywny oznacza, że cząstki emitowane z niewielkiego elementu płynu mają podobne prędkości. Badanie korelacji cząstek o bliskich prędkościach umożliwia wyznaczenie obszaru produkcji takiej pary cząstek. Emisja pary identycznych cząstek (bozonów) podlega korelacji Bosego-Einsteina i rozmiar obszaru emisji może być odtworzony. W projekcie wykorzystamy to zjawisko do zbadania obszaru emisji w zderzeniach małych układów, proton-ołów, deuteron-złoto oraz hel-złoto. Przewidywania dla korelacji pion-pion i kaon-kaon pozwolą na zweryfikowanie obserwacji o istnieniu przepływu kolektywnego, również w takich małych układach.

Prawie zupełnie nieznaną jest dynamika tworzenia hadronów na końcu reakcji. Opis tego nieperturbacyjnego procesu w ramach chromodynamiki kwantowej jest niemożliwy. Proponujemy wyznaczenie jednej z ważnych charakterystyk dla tego procesu, zasięgu korelacji w hadronizacji. Jeżeli tworzona jest cząstka niesieca pewną liczbę kwantów ładunku elektrycznego, liczbę barionów lub dziwność, to musi się tworzyć cząstka niesieca odpowiedni ładunek. W układzie, w którym istnieje silny przepływ kolektywny, para cząstek niesiecych ładunek i odpowiedni antyładunek ma silnie skolimowane prędkości. Ta kolimacja jest tym silniejsza, im mniejszy jest zasięg korelacji, a silniejszy przepływ. Badając dwucząstkowe korelacje w układach o różnych rozmiarach różnicy i o różnej sile przepływu kolektywnego oszacujemy zasięg, na jakim tworzona jest para ładunek i antyładunek.