

Streszczenie rozprawy doktorskiej

Exploration of Baryon Number Factorial Cumulants in the Context of the Quantum Chromodynamics Phase Diagram

Michał Barej

12.09.2023

Diagram fazowy materii oddziałującej silnie nie jest jeszcze dobrze zbadany. W szczególności poszukiwanie spodziewanego przejścia fazowego i punktu krytycznego pomiędzy gazem hadronowym (protony, neutrony itp.) i plazmą kwarkowo-gluonową (nieuwięzione kwarki i gluony) jest jednym z największych wyzwań w dzisiejszej fizyce jądrowej i fizyce wysokich energii. Badania teoretyczne przewidują, że fluktuacje liczby barionowej, ładunku elektrycznego i dziwności są czułe na takie przejście fazowe i punkt krytyczny. Te fluktuacje są opisywane ilościowo przez kumulanty faktorialne, kumulanty i momenty faktorialne, które są mierzone eksperymentalnie w największych zderzaczach cząstek. Kumulanty naturalnie pojawiają się w mechanice statystycznej oraz obliczeniach numerycznych na sieciach. Z drugiej strony kumulanty faktorialne są użyteczne w badaniu korelacji wielocząstkowych. Najnowsze wyniki kolaboracji STAR i HADES mogą być interpretowane jako przejaw zjawisk krytycznych. Jednakże potrzebna jest zarówno większa statystyka, jak i staranne zbadanie różnych efektów, takich jak zasada zachowania liczby barionowej, czy fluktuacje objętości.

W niniejszej rozprawie obliczono analitycznie kumulanty faktorialne i kumulanty pochodzące z różnych efektów. Najpierw otrzymano mieszane protonowo-antyprotonowe kumulanty faktorialne z globalnej zasady zachowania liczby barionowej. Zawierają one więcej informacji niż często badane kumulanty wypadkowej liczby protonowej. Co więcej, mogą one być pomocne w rozróżnieniu pomiędzy efektami anihilacji barionów z lokalnym zachowaniem liczby barionowej i innym scenariuszem zakładającym tylko globalne zachowanie liczby barionowej. Następnie w tej rozprawie otrzymano kumulanty faktorialne i kumulanty liczby barionowej w części układu, zakładając globalne zachowanie liczby barionowej oraz korelacje krótkozasięgowe. Fakt, że kumulanty te są wyrażone przez kumulanty bez zachowania liczby barionowej, może pozwolić na uwzględnienie tego efektu przy korygowaniu danych eksperymentalnych lub wyników numerycznych. W kolejnym kroku opracowano metodę obliczania poprawek do kumulantów z zachowania liczby barionowej i korelacji krótkozasięgowych. Jest to ważne szczególnie dla małych układów. W ostatniej części wyprowadzono wzory na kumulanty faktorialne i kumulanty wynikające z fluktuacji szerokości rozkładu gęstości protonów w pośpieszności (ang. *rapidity*). Spodziewać się można, że są one spowodowane na przykład fluktuacjami energii deponowanej przez zatrzymane protony. Skutkują one podłużnymi fluktuacjami gęstości gorącej materii. Zauważono, że ten efekt jest potencjalnie ważny w badaniu kumulantów liczby protonowej lub barionowej.

Michał Barej