

Рецензія

на дисертаційну роботу Аджимамбетова Мусфера Даніяровича
“Спектри та кореляції частинок в ядро-ядерних і протон-протонних
зіткненнях з високою енергією та множинністю”
подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії
за спеціальністю 104 – Фізика та астрономія

Актуальність роботи:

Однією із важливих задач сучасної фізики є дослідження властивостей сильновзаємодійної матерії – системи сильновзаємодіючих частинок у локальній термодинамічній рівновазі. Розробка теорії сильних взаємодій, квантової хромодинаміки (КХД), призвела до очікувань, що речовина з дуже високою густиною енергії повинна існувати у стані квазівільних кварків і глюонів – кварк-глюонної плазми (КГП). На сьогодні, основним інструментом вивчення властивостей такої матерії є експерименти по зіткненню важких ядер. Деякі сигнали утворення КГП спостерігалися також в експериментах по зіткненню протонів ультра-релятивістських енергій на Великому Адронному Колайдері (LHC). Дослідженням саме цих актуальних напрямків фізики присвячена дисертація Аджимамбетова М.Д. Про актуальність досліджень також свідчить їх зв'язок з багатьма конкурсними темами Національної академії наук України останніх років. Окрім того, результати дисертації опубліковані у багатьох високо рейтингових міжнародних журналах, що додатково свідчить про їх важливість та актуальність.

Структура дисертації:

Дисертація складається з анотації на українській та англійській мовах, вступу, чотирьох розділів та списку використаних джерел, що включає 126 найменувань. Загальний обсяг рукопису складає 145 сторінок.

Перший розділ присвячений просторово-часовій еволюції системи в ультрарелятивістських ядро-ядерних зіткненнях, а також розрахунку основних адронних спостережуваних у рамках інтегрованої гідро-кінетичної моделі. На основі отриманих результатів у другому розділі проведено фемтоскопічний аналіз чотирьох різних

ультрарелятивістських експериментів по зіткненню важких іонів. У третьому розділі також розглядаються питання фемтоскопічної інтерферометрії, але вже у малих системах, що народжуються у протон-протонних зіткненнях на LHC. Зокрема, обговорюються фундаментальні питання утворення та термалізації кварк-глюонної плазми у таких системах. Цій же проблемі присвячений четвертий розділ дисертації, в якому досліджуються ефекти що пов'язані з Бозе конденсацією у системах з великою множинністю народження частинок, а також сильним гідродинамічним розширенням.

Серед основних результатів отриманих у дисертації можна виділити:

1. Модифікація та подальше застосування інтегрованої гідро-кінетичної моделі для симуляцій ультрарелятивістських ядро-ядерних зіткнень. Обчислення основних адронних спостережуваних в області малих поперечних імпульсів для різних класів центральності зіткнення ядер. Такі дослідження на сьогодні є вкрай важливими та актуальними, оскільки побудова повної динамічної картини еволюції системи у ядро-ядерних зіткненнях є основним інструментом для перевірки нових теорій та моделей.
2. Встановлення нових зв'язків між рівнянням стану сильновзаємодійної матерії, темпами її термалізації, а також початковим станом нерівноважної матерії що народжується у ядро-ядерних зіткненнях. Здобуті у дисертації результати показують, що деякі висновки щодо властивостей сильновзаємодійної матерії можуть вимагати додаткових уточнень та поправок на нерівноважні процеси в період формування КГП.
3. Передбачення для довжин однорідності випромінювання піонів та каонів для експериментів по зіткненню ядер золота за енергії 200 GeV на прискорювачі RHIC, а також розрахунок часів максимального

випромінювання найлегших мезонів на основі як результатів модельних симуляцій, так і експериментальних даних. Оскільки інтерферометричні спостережувані несуть інформацію про випромінювання частинок із системи, такі результати є вкрай важливими розуміння часових масштабів адронної стадії у ядро-ядерних зіткненнях.

4. Перевірка гіпотези скейлінгу у фемтоскопічній інтерферометрії. Зокрема, у дисертації було проведено симуляції чотирьох різних експериментів з різними початковими умовами, що забезпечують однакову множинність народження заряджених частинок. При цьому було показано, що інтерферометричні об'єми таких системи відрізнялися на величину більшу за експериментальну похибку. Окрім того, було встановлено кореляцію між початковими геометричними та кінцевими інтерферометричними розмірами системи, що є важливим уточненням до тези вищезгаданої гіпотези.

5. Інтерпретація експериментальних результатів фемтоскопічного аналізу протон-протонних зіткнень за найвищих енергій. Для таких експериментів було запропоновано сценарії еволюції системи в яких низьке значення інтерсепту кореляційних функцій ідентичних частинок є наслідком сильних квантово-статистичних ефектів у малих системах, а не відсутністю локальної термодинамічної рівноваги. Дійсно, багато останніх експериментальних результатів вказують на наявність стадії КГП у протон-протонних зіткненнях з великими множинностями народження частинок. Проте, як зазначено у дисертації, все ще існує немало результатів, що вказують на якісні відмінності між системами, що утворюються в ядро-ядерних та протон-протонних експериментах. Послідовне пояснення причин відмінностей між результатами у великих та малих системах має стати важливим кроком до розуміння процесів термалізації сильновзаємодійної матерії.

Разом з тим в дисертаційній роботі є ряд недоліків:

1. На сьогодні існує чимало моделей, що здатні описувати ядро-ядерні зіткнення за енергій LHC. Деякі з них згадуються у вступі до першого розділу, проте жодного порівняння передбачень різних моделей надалі не наведено.

2. Похибки модельних розрахунків відсутні на більшості графіків у перших двох розділах.

3. У третьому та четвертому розділах зазначені лише деякі експериментальні результати щодо сигналів формування КГП у протон-протонних зіткненнях за енергії LHC. Для кращого розуміння проблеми та її важливості було б добре у вступі зробити короткий огляд всіх експериментальних результатів на цю тему.

Однак, вказані недоліки та побажання стосуються лише викладення та презентації результатів і ніяким чином не применшують їх важливості.

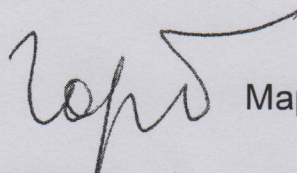
Висновок:

Вважаю, що дисертація на тему «Спектри та кореляції частинок в ядро-ядерних і протон-протонних зіткненнях з високою енергією та множинністю» є завершеною самостійною науковою роботою, що містить нові обґрунтовані результати та за актуальністю, змістом, науковою новизною та достовірністю відповідає вимогам встановленим відповідно наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», та постанови Кабінету Міністрів України від 12.01.2022 № 44 зі змінами від 21.03.2022 «Про затвердження Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», а її автор Аджимамбетов

Мусфер Даніярович, безумовно, заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 104 – Фізика та астрономія.

Рецензент

доктор фіз.-мат. наук, професор,
завідувач відділу
фізики високих густин енергії
Інституту теоретичної фізики
ім. М.М. Боголюбова НАН України



Марк ГОРЕНШТЕЙН

Підпис М.І. Горенштейна засвідчую:

Вчений секретар

Інституту теоретичної фізики

ім. М.М. Боголюбова НАН України



Сергій ПЕРЕПЕЛИЦЯ