

## Рецензія

на дисертацію на здобуття ступеня доктора філософії

за спеціальністю 104 Фізика та астрономія

Мінаєва Павла Євгенійовича «Динаміка кварк-глюонної плазми в присутності сильних магнітних полів у стандартній моделі елементарних частинок»

Представлена дисертаційна робота присвячена опису процесів, які відбуваються у кварк-глюонній плазмі за високих температур, зокрема на ранніх етапах існування Всесвіту.

Ранній Всесвіт був гарячою системою, яка з часом розширювалась та охолоджувалася. В процесі охолодження відбулася ціла низка фазових переходів, результатом яких став сучасний Всесвіт та його сучасна структура.

До основних фазових переходів слід віднести електрослабкий фазовий перехід та фазовий перехід деконфайнменту. Умови за яких відбулися вказані переходи грають важливу роль у формуванні Всесвіту таким яким ми його бачимо сьогодні. Тому дослідження цих переходів є важливим для сучасної фізики.

Робота над дисертацією велась у рамках держбюджетних науково-дослідних робіт, які виконувались на кафедрі теоретичної фізики Дніпровського національного університету ім. Олеся Гончара: «Нові стани матерії та ефективні взаємодії в експериментах на Великому гадронному колайдері» (№ держреєстрації 0119U100767, термін виконання 01.01.2019 – 31.12.2021). Отримані результати доповідалися на великій кількості конференції, та є широко апробованими.

Наведемо нові наукові результати отримані в дисертації:

- 1) Досліджено можливість генерації магнітних та хромоманітних полів при фазовому переході деконфайнменту за рахунок кваркових петель. Показано можливість народження полів у всьому об'ємі плазми за високої температури.

- 2) Досліджено вплив магнітних полів на електрослабкий фазовий перехід на ранніх етапах еволюції Всесвіту. Показано неможливість фазового переходу першого роду у стандартній моделі в присутності полів;
- 3) Оцінено напруженості магнітних та хромагнітних полів, що генеруються у кварк-глюонній плазмі;
- 4) Оцінено напруженості магнітних та хромагнітних полів, що генеруються при електрослабкому фазовому переході.

Наступні результати було модифіковано та удосконалено

- 1) Модифіковано та досліджено самоузгоджений ефективний потенціал усіх полів Стандартної моделі при високій температурі для подальшого використання при аналізі фазових переходів;
- 2) Проведено комп'ютерне моделювання параметричного простору подвійного розширення Стандартної моделі для подальшого вивчення фазових переходів в ній.

Результати, отримані в дисертаційній роботі, варто враховувати при дослідженнях раннього Всесвіту на початкових етапах його еволюції. Можливо у подальшому наявність магнітних полів та урахування гравітаційних особливостей дозволить пояснити явища, що відбувалися в перші секунди після Великого Вибуху.

Хотілося б вказати на наявність деяких стилістичних недоліків при оформленні формул в дисертації. Також варто було б навести більш детальний опис еволюції Всесвіту та вказати роль отриманих результатів на беріогенезес та параметри сучасних галактик. Зокрема роль та можливість спостереження міжгалактичних магнітних полів, народження яких може бути пов'язане з полями генерованими в кварк-глюонній плазмі. Але вказані недоліки не зменшують науковій вклад дисертанта та наукові результати наведені в дисертації.

Враховуючи актуальність, новизну та обґрунтованість отриманих автором наукових результатів, вважаю, що дисертаційна робота «Динаміка кварк-глюонної плазми в присутності сильних магнітних полів у стандартній моделі

елементарних частинок» повністю відповідає вимогам пп. 14, 15 та 16 «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України №44 від 12.01.2022, а її автор, Мінаєв Павло Євгенійович, заслуговує на присудження йому ступеня доктора філософії за спеціальністю 104 Фізика та астрономія.

Рецензент

кандидат фізико-математичних наук,  
доцент кафедри теоретичної фізики  
факультету ФЕКС ДНУ



Андрій ТУРІНОВ

Вчений секретар



Тетяна ХОДАНЕН