

“УТВЕРЖДАЮ”

Проректор по научной работе
Санкт-Петербургского
государственного университета
профессор С.В.Аплонов

сентября 2018 г.



ОТЗЫВ

ведущей организации
на диссертацию Бойды Дениса Леонидовича
«Исследование сильновзаимодействующих систем методами
квантовой теории поля на решетке»,
представленной на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 01.04.02 – теоретическая физика

Диссертационная работа Бойды Д.Л. посвящена исследованию динамики квантовых систем численными методами квантовой теории поля в области сильной связи. Теоретическое исследование систем в режиме сильной связи является сложной математической задачей: их свойства во многих случаях не удается определить, используя теорию возмущений по константам взаимодействия. Для этих систем применяется численное Монте-Карло моделирование, основанное на методе квантовой теории поля, определенной на дискретном множестве пространственно-временных точек (на решетке). Это позволяет делать расчеты с заданными погрешностями.

Актуальность выбранной темы обусловлена широким спектром задач, для которых могут быть применены полученные в диссертации алгоритмы и предсказания с их помощью свойств сильновзаимодействующих систем. В физике ядра и элементарных частиц такой системой является адронная либо кварк-глюонная ма-

терия, две формы которой проявляются при нормальных и экстремальных значениях температуры (плотности энергии при рассеянии тяжелых ионов). На Большом адронном коллайдере (LHC) и Релятивистском коллайдере тяжелых ионов (RHIC) активно ведутся исследования переходов между этими формами ядерной материи. Новый этап изучения ядерной материи планируется при высоких плотностях барионного заряда. Исследование фазовой диаграммы ядерной материи при более высоких плотностях важно не только для физики частиц, но и для астрофизики и космологии для понимания процессов рождения нашей вселенной. Для изучения плотной ядерной материи в Объединенном институте ядерных исследований (Дубна) планируется эксперимент NICA, в Германии - FAIR (GSI) и в Японии - J-PARC(КЕК/JAEA).

Однако, проведение теоретических расчетов для конечных барионных плотностей, вызывает значительные трудности для существующих суперкомпьютеров, так как требует недостижимой точности и чрезвычайно больших компьютерных ресурсов, если не использовать специальные алгоритмы для моделирования систем с большими химическими потенциалами. Поиски таких алгоритмов и расчеты характеристик систем с большими химическими потенциалами, составили программу диссертации.

Другая интересная сильнодействующая система, рассмотренная в диссертации, это – графен, материал, имеющий много применений в современной твердотельной технологии, и, с другой стороны, позволяющий моделировать некоторые явления физики высоких энергий на лабораторном столе.

Диссертация изложена на 91 странице, содержит 82 библиографические ссылки.

Во **введении** обоснована актуальность и научная значимость темы диссертации, приводится краткий литературный обзор использования. Изложено краткое содержание диссертации и приведены положения, выносимые на защиту.

В **первой главе** предложен новый способ вычисления термодинамических величин сильнодействующих систем при конечных плотностях; в диссертации приводятся результаты проведения Монте-Карло моделирования

барионной/кварковой плотности в мнимой области химического потенциала; получены новые данные численного измерения барионной/кварковой плотности в области мнимого химического потенциала для разных температур и найдены функции параметризации; вычислен ряд функций канонического распределения, вычислена барионная/кварковая плотность и более высокие моменты для действительного химического потенциала в фазе конфайнмента и в фазе деконфайнмента при определенных значениях отношения барионного химпотенциала к температуре; показано, что сопоставление решеточных данных, полученных в работе, позволяет определить температуру кварк-глюонной и/или адронной материи, образовавшейся в экспериментах по столкновению тяжелых ионов.

Вторая глава посвящена исследованию сильновзаимодействующих систем в физике твердого тела. Дается литературный обзор работ, посвященных теоретическому исследованию графена методом КТП на решетке, и обсуждается одна из открытых проблем - вопрос вклада радиационных поправок в проводимость свободных частиц. Далее показывается, как в низкоэнергетическом приближении графен может быть описан эффективной теорией поля с двумерными Дираковскими фермионами, взаимодействующими посредством электромагнитного поля. Разработан метод вычисления транспортных коэффициентов и на его основе вычислен полный спектр проводимости графена во всей области частот и установлено, что эффекты взаимодействия не приводят к значительному изменению спектра; показано, что полный вклад многочастичных эффектов в оптическую проводимость графена составляет несколько процентов.

В заключении сформулированы основные результаты, полученные в диссертации.

В целом диссертационная работа может быть охарактеризована как законченное самостоятельное научное исследование термодинамических свойств сильновзаимодействующих систем методами квантовой теории поля на решетке. Наиболее значимыми являются следующие новые результаты, полученные в диссертации: зависимость функций канонического распределения от кваркового/барионного числа (химического потенциала) при различных температурах в фазах конфайн-

мента и деконфайнмента; определение влияния многочастичных эффектов в оптическую проводимость графена.

Существенных замечаний к диссертации нет. Неизбежное, но незначительное количество опечаток и жаргонных терминов не снижает ее высокой оценки.

Материалы диссертации прошли апробацию на известных российских и международных конференциях. Результаты исследований по теме диссертации опубликованы в 7 печатных работах и 9 опубликованных докладах в трудах конференций (все журналы входят в список ВАК).

Диссертация выполнена на хорошем математическом уровне. Ее результаты являются новыми и достоверными, своевременно опубликованы в ведущих рецензируемых научных журналах, прошли апробацию в форме докладов и обсуждений на российских и международных конференциях и семинарах. Результаты диссертации могут найти применение на физическом факультете СПбГУ, НИЦ "Курчатовский институт" – ИГЭФ и ПИЯФ, в МИ РАН, ОИЯИ и других научных учреждениях Российской Федерации. Автореферат правильно и полностью отражает содержание диссертации.

Таким образом, диссертация Бойды Д.Л. на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – теоретическая физика, является научно-квалификационной работой, в которой содержится решение задач, имеющих существенное значение для физики высоких энергий и элементарных частиц. Она соответствует требованиям п. 7 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», а её автор Бойда Денис Леонидович заслуживает присуждения ему степени кандидата физико-математических наук.

Отзыв заслушан и одобрен на заседании кафедры физики высоких энергий и элементарных частиц Санкт-Петербургского государственного университета 18 сентября 2018 года (протокол № 3).

Заведующий кафедрой физики
высоких энергий и элементарных частиц

физического факультета СПбГУ
доктор физ.-мат. наук, профессор

М.В.Иоффе

Профессор кафедры физики
высоких энергий и элементарных частиц
физического факультета СПбГУ
доктор физ.-мат. наук, профессор

А.А.Андреанов

Сведения о ведущей организации:

ФБГОУ ВО "Санкт-Петербургский государственный университет"

Адрес: 199034 г. Санкт-Петербург, Университетская наб. 7/9. Тел. +7(812)328-20-00

эл. почта: spbu@spbu.ru, сайт: spbu.ru



Документ подготовлен
в порядке исполнения
трудовых обязанностей