

“УТВЕРЖДАЮ”

Проректор по научной работе
Новосибирского государственного
технического университета,
доктор технических наук, профессор,

А. Г. Вострецов

14 февраля 2018 г.



ведущей организации о диссертации Калиниченко Игоря Степановича

«Высокотемпературные разложения большого термодинамического потенциала в фоновых полях», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – Теоретическая физика

Релятивистская теория поля при конечной температуре развивается с 60-х годов прошлого столетия. Причиной начала активных исследований в данной области послужила возможность описания фазового перехода в ранней Вселенной в электрослабом секторе стандартной модели. Другим активно развивающимся направлением, использующим формализм квантовой теории поля при конечной температуре, является описание деконфайнмента и образования кварк-глюонной плазмы при высоких температурах, создающихся при столкновениях ультрарелятивистских тяжелых ионов. При описании релятивистских систем особое значение приобретают именно высокотемпературные разложения термодинамических потенциалов. Такие разложения были известны еще с 70-80-х годов. Однако они были получены в отсутствие фона, в то время как большинство реальных физических систем находится под воздействием классических гравитационных и электромагнитных полей. Именно этим и мотивировано изучение в диссертационной работе И. С. Калиниченко высокотемпературных разложений термодинамических потенциалов в фоновых полях различных конфигураций, а именно, делается важный шаг в этом направлении: выводится общая формула для полного высокотемпературного разложения большого термодинамического потенциала (потенциала Ландау) в различных фоновых полях; кроме того, детально анализируются два частных случая фоновых полей – постоянное однородное магнитное поле, а также стационарное медленно меняющееся в пространстве гравитационное поле.

Работа состоит из введения, трех глав, списка литературы и четырех приложений. Объем диссертации – 127 страниц печатного текста. Библиографический список содержит 123 наименования.

Во введении обоснована актуальность проводимых исследований, сформулированы основные цели и задачи диссертации, а также подробно описана структура и содержание работы.

В первой главе вводится понятие дзета-функции для оператора типа Клейна-Гордона, который преобразован по Фурье относительно времени. С ее помощью записывается однопетлевая поправка в потенциал Ландау. Далее выводится асимптотическая по обратной температуре формула разложения большого термодинамического потенциала, содержащая в себе непертурбативные по фоновым полям вклады.

Во второй главе рассматриваются частицы в постоянном однородном магнитном поле. Построены различные разложения термодинамического потенциала и найдены непертурбативные вклады. Анализируется газ релятивистских бозонов, находящихся в постоянном магнитном поле; изучается намагниченность системы и зависимость индукции магнитного поля от его напряженности, по результатам проведенных вычислений явно строится график зависимости напряженности магнитного поля от индукции. В последнем параграфе главы изучается намагниченность системы бозонов с самодействием. Ключевой особенностью здесь является учет «кольцевых» диаграмм. Показано, что при достаточно высокой плотности частиц система переходит в ферромагнитное состояние.

Третья глава представляет собой применение общих формул из первой главы к случаю стационарной гравитационной фоновой метрики, обладающей времениподобным вектором Киллинга. Описан математический прием, позволяющий не делать $3+1$ разбиение и сводящий исходную трехмерную задачу к четырехмерной с сохранением явной общей ковариантности. Получены новые результаты, касающиеся зависимости коэффициентов высокотемпературных разложений свободной энергии от вектора Киллинга. Строится приближенное выражение для теплового ядра, которое позволяет восстановить экспоненциально подавленные вклады в свободную энергию и изучить их зависимость от вектора Киллинга.

В заключении сформулированы основные результаты, полученные в работе и выносимые на защиту.

В работе имеется некоторое количество мелких опечаток и грамматических неточностей. В качестве замечаний и вопросов по работе отметим следующее.

1. Для полноты картины имело бы смысл выполнить аналогичные рассмотренным в диссертации высокотемпературные разложения термодинамического потенциала и свободной энергии с учетом и сильных электрических фоновых полей, отметив наличие или отсутствие принципиально новых моментов по сравнению с рассмотренным случаем чисто магнитных полей. Или изучение соответствующих эффектов в сильных электрических полях не представляет интереса?

2. Поясните в физических терминах, как вычисляемые в главах 2 и 3 непертурбативные поправки, исправляют и/или улучшают вклады в термодинамический потенциал, получаемые по теории возмущений и как все это связано с явной зависимостью соответствующих величин от вектора Киллинга.

Приведенные замечания не снижают общей положительной оценки работы, которая представляет собой законченное научное исследование, свидетельствующее о достаточной квалификации и подготовленности автора. Сделанные в диссертации выводы являются новыми и имеют существенное значения для науки и практики. Результаты диссертации опубликованы в ведущих реферируемых международных научных изданиях, докладывались на различных конференциях, известны специалистам и цитируются. Автореферат правильно отражает содержание диссертации. Результаты работы можно рекомендовать для использования в научных и учебных организациях, в которых ведутся исследования по квантовой теории поля и теории гравитации: в Московском, Казанском, Санкт-Петербургском университетах и других.

На основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что диссертационная работа Калиниченко Игоря Степановича «Высокотемпературные разложения большого термодинамического потенциала в фоновых полях» удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 - теоретическая физика.

Отзыв обсуждён и одобрен на заседании кафедры прикладной и теоретической физики физико-технического факультета НГТУ, протокол № 1/18 от 28 декабря 2017 г.

Отзыв составил:

заведующий кафедрой прикладной
и теоретической физики ФГБОУ ВО «НГТУ»,
доктор физико-математических наук
(01.04.02 – Теоретическая физика), профессор

 Дубровский Владислав Георгиевич

Сведения об организации:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Новосибирский государственный технический университет»
почтовый адрес: 630073, г. Новосибирск, пр-т К. Маркса, 20;
телефон: (383) 346-50-01;
e-mail: rector@nstu.ru
сайт: www.nstu.ru

Дата: 14 февраля 2018 г.

ПОДПИСЬ

30.01.2018 10:00:00



О. К. Пустовалова