



«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор МФТИ,

доктор физ.-мат. наук, член-корр. РАН

/ Кудрявцев Н. Н. /

« 03 » декабря 2015 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации — федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)» — на диссертационную работу Бутлицкого М. А. «Термодинамика ультрахолодной ридберговской плазмы», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.14 — теплофизика и теоретическая теплотехника

Диссертация Бутлицкого М. А. «Термодинамика ультрахолодной ридберговской плазмы» посвящена теоретическому исследованию термодинамики сильно неидеальной ридберговской плазмы методами компьютерного эксперимента. Объектом исследования выбрана ридберговская плазма, наблюдавшаяся в уникальных экспериментальных работах по созданию ионизованных атомных систем, охлажденных лазером до низких температур. В качестве объекта численных экспериментов используется кулоновская двухкомпонентная система. Ее свойства исследуются в рамках псевдопотенциальной модели и модели «кулон с полочкой». Особенностью используемой псевдопотенциальной модели является учет электрон-ионного взаимодействия в парном приближении из первых принципов в разложении по водородным волновым функциям. Методом Монте-Карло исследуется термодинамика равновесной системы, при этом, на основании оценок времен релаксации температуры и рекомбинации, задается характерный временной интервал, в котором могут проявляться полученные свойства модельных систем.

Диссертация состоит из пяти глав, заключения и списка литературы. В первой главе (введении) показана актуальность теоретического исследования ультрахолодной ридберговской плазмы, формулируются задачи и цели диссертации, кратко перечисляются выбранные методы решения задач, указаны новизна и научная значимость работы, изложены основные положения, выносимые на защиту.

Вторая глава посвящена обзору существующих работ по исследованию ридберговской плазмы. Перечислены основные эксперименты, в которых обнаружены необычные свойства объекта исследования, такие как аномальное замедление рекомбинации, формирование кластеров из ридберговских атомов и др.

В третьей главе описана физическая модель, использованная для решения задачи расчета термодинамических и корреляционных свойств неидеальной ридберговской плазмы. Правомерность расчёта термодинамики неравновесной системы обусловлена прежде всего замедлением рекомбинации, что позволяет рассматривать систему находящейся в неполном термодинамическом равновесии, а кроме того — исключить возможность образования связанных состояний ридберговских атомов ниже определенного уровня дискретного спектра. В сформулированной таким образом модели численно по волновым функциям рассчитаны псевдопотенциалы взаимодействий. Показана существенная зависимость свойств модели от уровней, исключенных из дискретного спектра.

В четвертой главе численным методом Монте–Карло рассчитаны термодинамические свойства и структура ридберговской плазмы в широкой области параметров. Описан алгоритм расчёта. Наиболее интересным результатом этой главы можно считать обнаруженную область формирования квазикристаллической структуры из зарядов обоих знаков. Сделано предположение о возможности существования метастабильных периодических структур в ридберговской плазме.

В пятой главе исследована более общая модель двухкомпонентной плазмы «кулон с полочкой». Предсказывается возможность фазового перехода первого рода типа «газ–жидкость» и рассчитаны параметры критической точки, найдены бинадаль и спинодаль, как вероятные границы области фазового сосуществования и метастабильных состояний в ультрахолодной ридберговской плазме.

В диссертации впервые для расчета термодинамики ультрахолодной плазмы использована модифицированная псевдопотенциальная модель, где вклад во взаимодействие связанных состояний ридберговских атомов учтен из первых принципов в разложении по водородным волновым функциям. Впервые исследована в широком диапазоне параметров модель плазмы «кулон с полочкой». В этой модели впервые обнаружен фазовый переход типа «газ–жидкость». Это определяет научную новизну и теоретическую значимость работы.

Достоверность научных результатов определяется применением современных методов статистической физики, согласием полученных результатов с известными расчетными и аналитическими данными других авторов в тех областях, где существуют такие данные.

Всего по результатам диссертационного исследования опубликовано 13 печатных работ, в том числе 5 — в рецензируемых журналах, входящих в перечень ВАК. Результаты диссертации были подробно изложены на российских и международных конференциях и семинарах — 21-й и 29-й международных конференциях «Уравнения состояния вещества» (Эльбрус, 2006 и 2014), 22-й и 30-й международных конференциях «Взаимодействие интенсивных потоков энергии с веществом» (Эльбрус, 2007 и 2015), научной сессии РАН «Исследования неидеальной плазмы (NPP)» (Москва, 2013), семинарах теор. отдела им. Л. М. Бибермана ОИВТ РАН и др.

По содержанию диссертационной работы можно высказать следующие замечания и пожелания:

- новые теоретические выводы работы носят, в основном, предсказательный характер, и им не достает убедительного сравнения с экспериментальными результатами;
- интересным было бы выявить вероятное изменение термодинамических свойств ридберговской плазмы при повышении ее концентрации, как эффект вырождения плазмы.

Сделанные замечания носят рекомендательный характер и не снижают общей положительной оценки работы.

Выводы диссертационной работы теоретически обоснованы, выглядят объективно и соответствуют сформулированным целям и задачам исследования. Диссертационная работа написана квалифицировано и аккуратно оформлена, можно отметить лаконичный стиль изложения работы. Автореферат диссертации вполне отражает содержание всей диссертационной работы.

Результаты диссертации могут быть использованы в экспериментах по неидеальной невырожденной плазме, например, для диагностики структурных свойств. А разработанные алгоритмы расчетов термодинамических свойств и псевдопотенциалов могут представлять интерес как инструменты численного счета и моделирования равновесной плазмы, построенные из первых принципов. Все это определяет практическую значимость результатов работы, которые могут быть рекомендованы к использованию в Объединенном институте высоких температур Российской академии наук, Институте проблем химической физики Российской академии наук, Московском физико-техническом институте и других.

Диссертационная работа заслушана и обсуждена на научном семинаре кафедры физической механики Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)» 13 ноября 2015, протокол № 1.

Диссертационная работа Бутлицкого Михаила Анатольевича «Термодинамика ультрахолодной ридберговской плазмы» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует всем критериям, установленным п. 9


Положения о порядке присуждения ученых степеней № 842 от 24.09.2013 г., а ее автор, Бутлицкий Михаил Анатольевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.14 — теплофизика и теоретическая теплотехника.

Отзыв составил:

Доктор физико-математических наук, профессор, декан факультета проблем физики и энергетики Московского физико-технического института

Леонов Алексей Георгиевич

«3» 12 2015 года

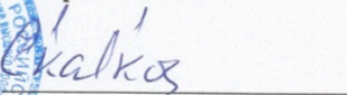


141700, Московская область, г. Долгопрудный, Институтский пер., 9,
Московский физико-технический институт (государственный университет),
Факультет проблем физики и энергетики,
тел.: +7 (495) 331-21-66, e-mail: leonov@phystech.edu

Подпись А. Г. Леонова заверяю.

Ученый секретарь Московского физико-технического института,
кандидат физико-математических наук, доцент **Скалько Юрий Иванович**

«3» декабря 2015 года



141700, Московская область, Долгопрудный, Институтский пер., 9,
Московский физико-технический институт (государственный университет),
тел.: +7 (498) 744-64-50, e-mail: skalko@mail.mipt.ru

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)», 117303, г.Москва, ул.Керченская, д.1 «А», корп.1,
тел.: 8 (495) 408-57-00, эл. почта: info@mipt.ru