Протокол № 13

заседания диссертационного совета 24.2.288.03

от 15.12.2022

Состав диссертационного совета утвержден в количестве 26 человек. Присутствовали на заседании 18 человек.

Председательствующий председатель совета д.ф.-м.н., профессор Овчинников Олег Владимирович

Присутствовали: д.ф.-м.н. Овчинников О.В. (*1.3.6*), д.ф.-м.н. Фролов М.В. (*1.3.3*), д.ф.-м.н. Терехов В.А. (*1.3.8*), к.ф.-м.н. Голощапов Д.Л. (*1.3.8*), д.ф.-м.н. Даринский Б.М. (*1.3.8*), д.ф.-м.н. Домашевская Э.П. (*1.3.8*), д.ф.-м.н. Дрождин С.Н. (*1.3.8*), д.ф.-м.н. Клюев В.Г. (*1.3.6*), д.ф.-м.н. Копытин И.В. (*1.3.3*), д.ф.-м.н. Курганский С.И. (*1.3.8*), д.ф.-м.н. Латышев А.Н. (*1.3.6*), д.ф.-м.н. Манаков Н.Л. (*1.3.3*), д.ф.-м.н. Меремьянин А.В. (*1.3.3*), д.ф.-м.н. Овсянников В.Д. (*1.3.3*) д.ф.-м.н. Переселков С.А. (*1.3.3*), д.ф.-м.н. Середин П.В. (*1.3.6),* д.ф.-м.н. Турищев С.Ю. (*1.3.8*), д.ф.-м.н. Чернов В.Е. (*1.3.6*)

Повестка дня: Защита диссертационной работы Червинской Анастасии Сергеевны «Спектроскопические характеристики и динамика процессов в ридберговских атомах и полярных молекулах», представленная на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3. Теоретическая физика.
По рассматриваемой специальности присутствовали 6 докторов наук.

Официальные оппоненты:

Пальчиков Виталий Геннадьевич, доктор физико-математических наук, Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений», главный метрологический центр государственной службы времени и частоты, главный научный сотрудник;

Рябцев Игорь Ильич, член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики полупроводников им. А. В. Ржанова СО РАН, лаборатория нелинейных резонансных процессов и лазерной диагностики, заведующий;

Ведущая организация:
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Институт общей физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук», г. Москва.

Слушали:

Защиту диссертационной работы Червинской Анастасии Сергеевны «Спектроскопические характеристики и динамика процессов в ридберговских атомах и полярных молекулах», представленная на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3. Теоретическая физика.

Вопросы по защищаемой диссертации задали:

д.ф.-м.н. Даринский Б.М., д.ф.-м.н. Домашевская Э.П., д.ф.-м.н. Овчинников О.В., д.ф.-м.н. Манаков Н.Л., д.ф.-м.н. Овсянников В.Д., д.ф.-м.н. Копытин И.В., д.ф.-м.н. Фролов М.В.

В дискуссии приняли участие:

д.ф.-м.н. Манаков Н.Л., д.ф.-м.н. Овсянников В.Д., д.ф.-м.н. Домашевская Э.П., д.ф.-м.н. Овчинников О.В.

(*стенограмма заседания прилагается*)

Постановили:

1) На основании протокола № 1 счетной комиссии считать, что диссертация Червинской Анастасии Сергеевны отвечает всем требованиям, предъявляемым ВАК РФ к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3. Теоретическая физика

Результаты тайного голосования по вопросу присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук Червинской Анастасии Сергеевне:

«за» - 18

«против» - нет,

недействительных бюллетеней – нет.

(*протокол счётной комиссии прилагается*)

2) Принять заключение диссертационного совета по диссертации Червинской Анастасии Сергеевны на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук.

(*заключение диссертационного совета прилагается*)

Председатель
диссертационного совета _____ /Овчинников О.В./

Учёный секретарь
диссертационного совета _____ /Голощапов Д.Л./

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.2.288.03,
созданного на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет» Минобрнауки России по диссертации на соискание ученой степени кандидата наук

Аттестационное дело № _____

Решение диссертационного совета от 15.12.2022 № 13

О присуждении Червинской Анастасии Сергеевне, гражданке Российской Федерации, ученой степени кандидата физико-математических наук.

Диссертация «Спектроскопические характеристики и динамика процессов в ридберговских атомах и полярных молекулах» по специальности 1.3.3. Теоретическая физика принята к защите 13 октября 2022 (протокол заседания №12) диссертационным советом 24.2.288.03, созданным на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет», Минобрнауки России, 394018, г. Воронеж, Университетская пл. 1, приказ Минобрнауки России №105/нк от 11.04.2012.

Соискатель Червинская Анастасия Сергеевна, 15 ноября 1995 года рождения, в настоящее время не работает.

В 2018 г. окончила очную магистратуру федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет».

В 2022 г. окончила очную аспирантуру федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет».

Диссертация выполнена на кафедре математической физики и информационных технологий физического факультета Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Воронежский государственный университет», Минобрнауки России.

Научный руководитель – доктор физико-математических наук, доцент, Чернов Владислав Евгеньевич, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», физический факультет, кафедра математической физики и информационных технологий, профессор – специалист в области теоретической спектроскопии, в том числе в части спектроскопии атомных и молекулярных ридберговских состояний. В 2015 г. он защитил докторскую диссертацию по специальности 01.04.05 - Оптика. Под руководством и при непосредственном участии В.Е. Чернова осуществлялась постановка целей и задач диссертационного исследования, выполнялся расчет энергий состояний и сил осцилляторов переходов между ними с использованием диполь-кулоновского

приближения и модельных потенциалов, производилась оценка их точности и сопоставление с имеющимися литературными данными, обсуждались полученные в ходе работы результаты и их возможные спектроскопические приложения.

Научный консультант – кандидат физико-математических наук, Дорофеев Дмитрий Львович, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет», физический факультет, кафедра математической физики и информационных технологий, доцент.

Назначение научного консультанта по представленной диссертации обусловлено междисциплинарным характером диссертационной работы, в которой исследования по оптической спектроскопии ридберговских состояний (молекулярные термы, силы осцилляторов) существенным образом опираются на методы теоретической физики (разделение переменных в уравнении Шрёдингера, асимптотика его решений, построение модельного потенциала трёхчастичного взаимодействия для ридберговской молекулы).

Д.Л. Дорофеев – автор работ по квантовой теории ридберговских состояний полярных молекул и динамике многоступенчатых переходов между ридберговскими состояниями, вызванных влиянием внешних полей. В 1998 г. он защитил кандидатскую диссертацию по специальности 01.04.02 Теоретическая физика. Благодаря консультациям Д.Л. Дорофеева диссертантом был разработан метод учета асимптотического вклада мультипольных моментов молекулярного остова в угловые части волновых функций ридберговских состояний и исследована их зависимость от выбора начала координат, проанализированы особенности возбужденных термов эксимерных молекул, выполнен качественный анализ уравнений диффузионного перераспределения заселенности ридберговских состояний под действием излучения с непрерывным спектром.

Официальные оппоненты:

1. Пальчиков Виталий Геннадьевич, доктор физико-математических наук, Федеральное государственное унитарное предприятие «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений», главный метрологический центр государственной службы времени и частоты, главный научный сотрудник;
2. Рябцев Игорь Ильич, член-корреспондент РАН, доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физики полупроводников им. А. В. Ржанова СО РАН, лаборатория нелинейных резонансных процессов и лазерной диагностики, заведующий,

дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр «Институт общей

физики им. А.М. Прохорова Российской академии наук», г. Москва, в своем положительном отзыве, подписанном Гусейн-Заде Намиком Гусейновичем, доктором физико-математических наук, главным научным сотрудником, заведующим теоретическим отделом, указала, что диссертация представляет собой самостоятельное и целостное исследование, выполненное на актуальную тему и на высоком профессиональном уровне. Автореферат полно отражает содержание диссертации. Работа отвечает требованиям к диссертациям, представляемым на соискание ученой степени кандидата наук, установленным Положением о порядке присуждения научных степеней №842 от 24.09.2013 г., а ее автор А.С. Червинская заслуживает за теоретические и расчетные исследования спектроскопических и динамических характеристик ридберговских состояний атомов и молекул присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.3. Теоретическая физика.

Соискатель имеет 15 опубликованных работ, в том числе по теме диссертации опубликовано 8 работ, из них в рецензируемых научных изданиях опубликовано 5 работ. Работы посвящены исследованию спектроскопических и динамических характеристик ридберговских состояний атомов и молекул. Авторский вклад составляет 80%. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем ученой степени работах. Общий объем научных изданий составляет 3.37 п.л.

Наиболее значительные работы:

1. Elfimov S.V, Dorofeev D.L, Chervinskaya A.S, Zon B. A. Spectroscopic constants and potential-energy curves for the Rydberg states of NaHe // Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer. - 2019. - Vol. 235. - P. 120-126.
2. Chervinskaya A.S., Dorofeev D.L., Elfimov S.V., Zon B.A. Optimisation of the dipole-Coulomb approximation for high-l Rydberg states of polar molecules // Molecular Physics. - 2020. - Vol. 118. - P. e1659433.
3. Chervinskaya A. S., Dorofeev D. L., Zon B. A. Redistribution of the Rydberg State Population Induced by Continuous-Spectrum Radiation // Atoms. - 2021. - Vol. 9. - P. 55.

На диссертацию и автореферат отзывы не поступили.

Выбор официальных оппонентов и ведущей организации обосновывается их компетенцией по специальности 1.3.3. Теоретическая физика, способностью определить научную, теоретическую и практическую ценность диссертации, а также наличием публикаций по теме диссертации в рецензируемых научных журналах.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований:

разработан метод расчета спектроскопических характеристик эксимерных молекул с использованием модельного потенциала, позволивший рассчитать основные спектроскопические характеристики (термы, глубину потенциальной ямы, силы осцилляторов) для стационарных состояний молекулы NaHe,

предложены аналитические оценки для временной динамики заселенности ридберговских состояний в пространстве квантовых чисел n и l и для скорости ионизации при воздействии на ридберговский атом излучения с непрерывным спектром,

доказано, что наличие в потенциале молекулярного остова высших мультипольных моментов, в частности квадрупольного момента, существенно влияет на угловую часть волновой функции ридберговских состояний.

Теоретическая значимость исследования обоснована тем, что:

определено оптимальное положение начала отсчета для вычисления дипольного момента заряженной системы в теории диполь-кулоновского приближения в геометрическом центре данной системы, определяемом как центр минимальной сферы, включающей в себя все заряды системы;

применительно к проблематике диссертации эффективно использован метод Ботчера и Далгарно для построения модельного гамильтониана эксимерной молекулы MRg с учетом трёхчастичного взаимодействия M–Rg–ридберговский электрон (на примере M=Na, Rg=He);

изучена диффузионная динамика ридберговского состояния в поле излучения с непрерывным частотным спектром, при этом было проведено сопоставление диффузионного приближения с численным решением кинетических уравнений на примере атома натрия; **усовершенствован метод** диффузионного приближения для анализа временно́й динамики заселенности ридберговских состояний.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что: **разработаны** методы, повышающие точность расчета спектроскопических характеристик ридберговских состояний (молекулярных термов, энергий состояний, сил осцилляторов, профилей линий и т.д.) и позволяющие проанализировать динамику переходов между данными состояниями (изменение заселенности состояний, скорость ионизации и т.д.); **продемонстрирована** методика практического расчета спектроскопических характеристик эксимерных молекул, достаточно точная и при этом существенно менее вычислительно сложная, чем имеющиеся методики *ab initio*; **представлены** рекомендации по использованию результатов исследования диффузионной динамики ридберговских состояний в поле теплового излучения для планирования экспериментов с ридберговскими атомами в электростатических и магнито-оптических ловушках.

Оценка достоверности результатов исследования выявила, что расчеты, проведенные разработанным в рамках диссертации методом для эксимерной молекулы NaHe, **хорошо согласуются** с результатами, полученными в теоретических и экспериментальных работах других авторов для рассчитанных ранее состояний. В частности, в рамках расчета обнаруживается небольшая потенциальная яма, обусловленная взаимодействием Ван-дер-Ваальса. **Теория**, дающая учет вклада высших мультипольных моментов в угловую часть волновой функции ридберговских состояний, построена на основе хорошо известного метода квантового

дефекта. Аналитические выражения, полученные в третьей части диссертации для оценки временно́й динамики заселенности ридберговских состояний и для скорости ионизации при воздействии на ридберговский атом излучения с непрерывным спектром, **хорошо согласуются** с результатами моделирования на основе численного решения кинетических уравнений, а также методом Монте-Карло. Надежность и обоснованность научных положений, выносимых на защиту, подтверждены независимыми экспертными оценками рецензентов научных журналов, в которых опубликованы статьи, содержащие основные результаты работы. Апробация диссертационной работы выполнена на международных и всероссийских научных конференциях.

Личный вклад соискателя состоит в построении теоретических моделей и методов, выполнении всех необходимых расчетов, как аналитических, так и численных, формулировке основных выводов диссертации и научных положений, выносимых на защиту. Обсуждение полученных результатов, их интерпретация, подготовка публикаций и докладов выполнялась совместно с соавторами.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было. Соискатель Червинская А.С. ответила на задаваемые ей в ходе заседания вопросы и привела собственную аргументацию, основанную на проведенных исследованиях.

На заседании 15.12.2022 г. диссертационный совет принял решение: за решение научной задачи, состоящей в разработке теоретических методов, повышающих точность расчета спектроскопических характеристик ридберговских состояний (нахождение корректной асимптотики волновой функции ридберговского электрона на больших расстояниях, модификации метода модельного потенциала для эксимерных молекул), и позволяющих проанализировать динамику переходов между данными состояниями (усовершенствование метода диффузионного приближения), присудить Червинской А.С. ученую степень кандидата физико-математических наук.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 человек, из них 6 докторов наук по специальности рассматриваемой диссертации, участвовавших в заседании, из 26 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за 18, против нет, недействительных бюллетеней нет.

Председатель диссертационного совета — Олег Владимирович Овчинников

Ученый секретарь диссертационного совета — Дмитрий Леонидович Голощапов

15 декабря 2022