

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и  
стратегическому развитию  
Московского физико-технического  
института (государственного  
университета),  
доктор физико - математических наук



Аушев Тагир  
Абдул - Хамидович

«15» апреля 2016 г.

### ОТЗЫВ

ведущей организации на диссертацию Никитиной Елизаветы Андреевны  
«Оптические свойства ридберговских ионов щелочноземельных элементов»,  
представленную на соискание ученой степени кандидата физико-  
математических наук по специальности 01.04.02 - «Теоретическая физика»

#### **Актуальность работы.**

В диссертации Никитиной Елизаветы Андреевны рассматривается изменение оптических свойств высоковозбужденных уровней ионов щелочноземельных элементов в поле теплового излучения. В диссертационной работе получены простые асимптотические формулы, описывающие термоиндуцированные штарковский сдвиг и уширение, а также полное время жизни ридберговского состояния в зависимости от температуры излучения и номера энергетического уровня, указан количественный критерий, определяющий корректность численных расчетов термоиндуцированных переходов. Актуальность работы определяется возможностью применения полученных численных результатов для планирования прецизионных экспериментов с щелочноземельными ионами в ионных ловушках; качественные закономерности и выводы, изложенные в диссертационной работе, полезны для дальнейшего развития моделей атомных потенциалов, а также

теоретического описания действия теплового излучения на ридберговские уровни атомов и ионов.

### **Структура и содержание диссертации.**

Диссертация Е. А. Никитиной содержит 111 страниц, включая 22 таблицы и 4 рисунка. Она состоит из введения, трех глав, заключения и списка литературы из 96 наименований.

Во введении сформулированы цель диссертации, актуальность и научная новизна работы, анализируется возможность практического применения результатов диссертации, дан краткий обзор исследований, для которых востребована информация об оптических свойствах ридберговских уровней. Изложены выносимые на защиту научные положения, оговаривается личный вклад Никитиной Е. А. в диссертацию и публикации по теме работы, представлена информация об апробации работы и публикациях автора.

В главе 1 дано теоретическое описание воздействия теплового поля на энергетический уровень, определяемое комплексным штарковским сдвигом. Приведены основные формулы для численных расчетов спонтанных и термоиндуцированных уширений, а также теплового сдвига, сформулирована цель дальнейшего исследования – подбор и анализ модели атомного потенциала, позволяющей выполнить аналитический расчет амплитуд радиационных переходов.

Вторая глава посвящена анализу и сравнению известных полуэмпирических моделей атомных потенциалов. Исследована применимость метода квантового дефекта и метода модельного потенциала Фьюса в расчетах естественного времени жизни, термоиндуцированных сдвига и уширения, полного времени жизни ридберговского уровня. В работе выявлено отклонение сумм сил осцилляторов, рассчитываемых с волновыми функциями модельного потенциала Фьюса, от правила Томаса-Райхе-Куна, что приводит к существенным погрешностям в расчетах тепловых сдвигов и уширений возбужденных уровней. Определена зависимость указываемого отклонения от параметров нелокальной части модельного потенциала Фьюса.

В конце главы приведено сравнение времен жизни низковоzbужденных состояний, рассчитанных с волновыми функциями МКД и МПФ, демонстрирующее хорошее согласие с наиболее достоверными теоретическими и экспериментальными данными, имеющимися в научной литературе.

В третьей главе приведены результаты численных расчетов спонтанных ширин, термоиндуцированных уширений, тепловых сдвигов ридберговских уровней ионов щелочноземельных элементов, представлен анализ полученных результатов. Определены асимптотические свойства сдвигов и ширин, зависимости от главных квантовых чисел высоковозбужденных состояний, рассмотрены относительные вклады скоростей спонтанных распадов, а также термоиндуцированных распадов, возбуждений и ионизации в полную ширину ридберговского уровня.

В заключении подведены итоги диссертационной работы, обсуждается практическая применимость полученных результатов.

#### **Научная новизна и практическая значимость.**

Диссертация Е. А. Никитиной представляет собой цельное, обладающее новизной и потенциалом практического применения исследование по направлению, широко известному в научном сообществе. Новизна наиболее существенных результатов заключается в следующем: предложен количественный критерий применимости полуэмпирических атомных потенциалов для описания термоиндуцированных процессов в атомах и ионах, проанализировано изменение полного времени жизни состояния с ростом главного квантового числа уровня в зависимости от температуры окружающей среды, предложена оценка вкладов переходов в состояния непрерывного спектра в полное уширение и тепловой сдвиг уровня, произведен анализ вклада переходов разных типов в полную ширину ридберговских уровней щелочноземельных ионов.

Таблицы численных данных, приведенные в работе, могут быть востребованы для дальнейших исследований процессов взаимодействия

теплового излучения с ионами в высоковозбужденных состояниях, а применение правила сумм к исследованию адекватности моделей атомных потенциалов может быть полезно для дальнейшего совершенствования атомных моделей и теоретического описания влияния внешних полей на оптические характеристики атомов и ионов.

Результаты диссертации могут быть использованы в Санкт-Петербургском государственном университете, Московском государственном университете им. М. В. Ломоносова, Национальном исследовательском центре «Курчатовский институт», Институте прикладной физики РАН, ВНИИ физико-технических и радиотехнических измерений (ВНИИФТРИ), Новосибирском государственном университете, Воронежском государственном университете и других научных центрах.

#### **Достоверность и обоснованность результатов, выводов и положений.**

Научная обоснованность результатов диссертации определяется применением апробированного математического аппарата квантовой теории и известных теоретических подходов. Достоверность подтверждается широким обсуждением результатов работы на международных конференциях, а также согласием полученных данных с наиболее достоверными данными, имеющимися в научной литературе, а также согласием полученных приближенных аналитических формул с известными результатами квазиклассического приближения. По материалам исследования имеется 14 публикаций, 5 из которых рекомендованы перечнем ВАК РФ.

По диссертационной работе имеются следующие **замечания**:

1. В работе не проведен анализ матричных элементов для штарковского сдвига, и поэтому не была проведена физическая интерпретация полученных результатов.
2. Не приведено сравнение результатов диссертации по щелочноземельным ионам с известными расчетами оптических свойств щелочных атомов.

3. Введение не полностью соответствует содержанию основной части работы.

Представленные замечания не снижают общего положительного впечатления о диссертации Е. А. Никитиной. Диссертация Никитиной Е. А. «Оптические свойства ридберговских ионов щелочноземельных элементов» представляет собой законченную научно-квалификационную работу, которая соответствует паспорту специальности 01.04.02 – «Теоретическая физика», а также удовлетворяет требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук, представленным в Положении о порядке присуждения ученых степеней (Постановление от 24.09.2013). Автореферат полностью и точно отражает содержание диссертации. Считаем, что автор диссертации заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 – «Теоретическая физика».

Отзыв на диссертацию составлен доктором физико-математических наук, профессором Крайновым Владимиром Павловичем и обсужден на научном семинаре кафедры теоретической физики МФТИ «15» апреля 2016 г., протокол № 12.

Профессор кафедры теоретической физики МФТИ,  
доктор физ. – мат. наук, проф.

Крайнов  
Владимир Павлович

Заведующий кафедрой теоретической физики  
МФТИ, доктор физ. – мат. наук, проф.

Подпись <i>Крайнов В.П.</i> <i>Белоусов Ю.М.</i>
Заверяю Зав. канцелярией <i>Ю.М.</i>

Белоусов  
Юрий Михайлович

Почтовый адрес: 141700, Московская область, г. Долгопрудный, Институтский пер., 9

Телефон: 8 (495) 408-75-90

Адрес электронной почты: theprphys@phystech.edu

Организация – место работы: федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский физико-технический институт (государственный университет)»