

Отзыв

на автореферат диссертационной работы С.Н.Мохненко "Межатомные и радиационные эффекты на ультрахолодных атомах", представленной на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 "теоретическая физика".

Диссертационная работа С.Н.Мохненко посвящена теоретическому исследованию ван-дер-ваальсовского взаимодействия атомов щелочных металлов в ридберговских состояниях, радиационных свойств ридберговских атомов в циркулярных состояниях, а также нелинейно-оптическим, мультипольным и ангармоническим эффектам в стандартах частоты на основе нейтральных атомов магния в оптических решетках. Эта область исследований актуальна для спектроскопии высокого разрешения и ее применений в современной атомной физике, квантовой информатике, астрофизике и фундаментальной метрологии.

В первой главе диссертации изложена теория возмущений для описания дальнедействующих взаимодействий между ридберговскими атомами. Численно рассчитаны энергии взаимодействия Ван-дер-Ваальса для двух атомов щелочных металлов в ридберговских состояниях, в том числе, с учетом ориентации атомов и их магнитных моментов. Результаты расчетов представлены в виде аппроксимационных зависимостей от главного квантового числа для неприводимых компонент тензора Ван-дер-Ваальса, которые могут быть полезны экспериментаторам для быстрой оценки энергий взаимодействий ридберговских атомов в различных условиях.

Во второй главе рамках теории возмущений для вырожденных состояний ридберговских атомов определены условия перехода от взаимодействия Ван-дер-Ваальса к диполь-дипольному взаимодействию в условиях резонанса Фёрстера. Такие резонансы возникают в случае, когда частоты электродипольных переходов в двух взаимодействующих атомах совпадают (в одном атоме – для перехода вниз по энергии, а в другом атоме – вверх). Они могут настраиваться как постоянным электрическим полем, так и обнаруживаться случайно для определенных ридберговских состояний. Выполнены расчеты для резонансного взаимодействия ридберговских атомов рубидия и определены расстояния, на которых должны возникать резонансы Фёрстера. На основе таких резонансов экспериментаторами могут быть реализованы двухкубитовые квантовые операции с нейтральными атомами.

В третьей главе изучаются радиационные свойства атомов в циркулярных ридберговских состояниях в поле окружающего теплового излучения. Рассчитаны амплитуды дискретно-дискретных и дискретно-пороговых переходов из циркулярных состояний, выведена аналитическая зависимость сечения пороговой ионизации циркулярных состояний от главного квантового числа. Показано, что основной вклад в скорость спонтанного распада и депопуляции, индуцированной тепловым излучением, дают переходы в ближайшие верхние и нижние ридберговские состояния. Поскольку в настоящее время обсуждается возможность создания квантовых симуляторов на основе атомов в циркулярных ридберговских состояниях [T.L.Nguyen et al., Phys. Rev. X **8**, 011032 (2018)], полученные результаты могут представлять интерес для определения скорости декогеренции в таких симуляторах.

В четвертой главе изложена теория нелинейных, недипольных и ангармонических эффектов для оценки неопределенности частоты оптического стандарта на атомах магния, индуцируемой взаимодействием атома с полем оптической решетки магической частоты. Неопределенность частоты стандарта связана с различием

энергий колебаний нормального и метастабильного атома в поле стоячей световой волны оптической решетки. Определены верхние и нижние границы интенсивности поля оптической решетки, обеспечивающих точность измерения частоты на уровне 17-18 десятичного знака. Эти результаты важны для увеличения точности оптических атомных стандартов частоты, которые вскоре должны прийти на смену атомным СВЧ-стандартам частоты.

Оценивая работу в целом, следует отметить актуальность поставленных задач, большой объем проведенных теоретических исследований, получение как численных, так и аналитических результатов. Научная ценность работы и высокий уровень проведенных исследований подтверждается публикациями в ведущих физических журналах. В качестве замечания можно отметить отсутствие в автореферате сравнения с какими-либо экспериментальными данными, если таковые имеются, однако данное замечание не влияет на общую положительную оценку диссертационной работы.

Диссертация С.Н.Мохненко выполнена на высоком теоретическом уровне, имеет большую научную и практическую значимость. Диссертация соответствует всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а С.Н.Мохненко заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 "теоретическая физика".

Заведующий "Лабораторией нелинейных резонансных процессов и лазерной диагностики" Федерального государственного бюджетного учреждения науки Института физики полупроводников им. А.В.Ржанова Сибирского отделения Российской академии наук (ИФП СО РАН), доктор физико-математических наук, член-корреспондент РАН



Рябцев Игорь Ильич

Ученый секретарь
ИФП СО РАН, к.ф.-м.н.



02.03.2018



С.А.Аржанникова

Адрес: 630090, Новосибирск, проспект Лаврентьева 13, тел. (383) 333-24-08
E-mail: ryabtsev@isp.nsc.ru