

ОТЗЫВ

председателя диссертационного совета на диссертацию Тумакова Дмитрия Андреевича на тему: «Расчеты полных и дифференциальных вероятностей ионизации атомов и ионов короткими лазерными импульсами», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 — Теоретическая физика.

- . Диссертационная работа Тумакова Дмитрия Андреевича посвящена изучению взаимодействия атомов и ионов с короткими лазерными импульсами.
- . За последнее время оптические технологии неоднократно совершенствовались, открывая новые области атомной, молекулярной, твёрдотельной физики и химии. Также появилась возможность проводить эксперименты с высокой интенсивностью лазерного излучения, в частности, с аттосекундными лазерными импульсами. Одним из приложений подобных экспериментов является наблюдение электронной динамики в атомных системах. В рамках диссертации разработан ряд методов для расчёта дифференциальных вероятностей ионизации атомов и ионов при взаимодействии в сильном лазерном излучении. Актуальность темы диссертации определяется значительным прогрессом в экспериментальном изучении таких процессов.
- . В первой главе диссертации разработан численный метод для решения временного уравнения Дирака с использованием конечного базисного набора. В качестве базисного набора использовались полиномы Лагранжа. Для описания временной зависимости волновых функций использовались метод сплит-оператора и метод Кранка-Николсона. Дискретизация пространства проводилась в сферической системе координат как только для радиуса r , так и для радиуса θ и полярного угла θ .
- . Во второй главе разработанный метод применяется для описания ионизации ионов и атомов лазерным полем. Рассматривались атом аргона и аргоноподобный ион ксенона. Для описания межэлектронного взаимодействия использовалась теория функционала плотности. На основе метода, описанного в первой главе, и теории функционала плотности был разработан оригинальный метод для описания процессов ионизации лазерными импульсами многоэлектронных ионов и атомов. Произведён расчёт полных вероятностей ионизации многоэлектронных ионов и атомов как функции пиковых интенсивностей лазерного излучения. Необходимо отметить, что развитый в работе метод является релятивистским. Из проведённого сравнения полученных результатов с результатами нерелятивистских расчётов видна значимость релятивистских эффектов для рассматриваемых систем.
- . В третьей главе представлен метод для вычисления дифференциальных (по энергии и углу) вероятностей ионизации. Амплитуды процесса рассчитывались как проекции функций, полученные в рамках метода описанного в первой главе, на точные волновые функции, описывающие рассеянный электрон на потенциале с кулоновской асимптотикой.
- . В четвёртой главе разработанные методы применяются для описания ионизации атома лития лазерным полем с частотой соответствующей возбуждению $2s-2p$ уровней.

Атом рассматривается в рамках модели одного активного электрона. В работе был произведён расчёт дифференциальных вероятностей ионизации: спектры энергий электронов после многофотонной ионизации и их угловое распределение.

. В пятой главе представлен метод разделения волновой функции для расчёта дифференциальных вероятностей ионизации. В этом методе пространство разделяется на область вблизи атомного ядра и внешнюю область. Во внутренней области временная зависимость волновой функции получается численно с помощью методов, разработанных в предыдущих главах диссертации. Во внешней области временная зависимость волновой функции получается с помощью функций Волкова. Разработанный метод применён для расчёта спектров ионизации атома водорода и водородоподобного иона ксенона лазерным импульсом.

. В диссертация Тумакова Д.А. были разработаны релятивистские методы для описания ионизации ионов и атомов сильным лазерным полем. Разработанные методы позволяют описывать широкий круг процессов взаимодействия атомов и ионов с лазерными излучением. Диссертация Тумакова Д.А. представляет собой значительный вкладом в теоретическое изучение таких процессов.

Диссертация написана очень хорошо, но имеется несколько замечаний, не влияющих на высокий уровень диссертации.

Замечания:

1. Результаты применения разработанных методов мало сравниваются с экспериментальными данными.
2. В конце главы 2 делается вывод «учет динамического отклика многоэлектронной мишени на внешнее поле может существенно понизить вероятность ионизации». Этот вывод неочевиден.
2. В главе 3 диссертации не приведены результаты численных расчётов. В этой же главе не указывается происхождение функции Psi в формулах (99), (100).

Диссертация Тумакова Дмитрия Андреевича на тему: «Расчеты полных и дифференциальных вероятностей ионизации атомов и ионов короткими лазерными импульсами» соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 01.09.2016 № 6821/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Тумаков Дмитрий Андреевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.02 — Теоретическая физика. Пункт 11 указанного Порядка диссертантом не нарушен.

Председатель диссертационного совета

Доктор физико-математических наук, без у/з, доцент

28 января 2021 г.

