

ОТЗЫВ

на автореферат на автореферат диссертации Поповой Марии Михайловны «Когерентный контроль при ионизации атомов электромагнитными полями кратных частот», представленной на соискание учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.6. Оптика

Диссертационная работа Поповой М.М. посвящена теоретическому исследованию фотоионизации атомов под действием интенсивного когерентного полихроматического излучения. Автором рассмотрены различные комбинации частот и поляризаций спектральных компонент излучения, воздействующего на атомы. При этом предполагается, что или все, или почти все эти спектральные компоненты лежат в ВУФ диапазоне, который в последние годы активно осваивается благодаря развитию лазеров на свободных электронах (ЛСЭ) и источников на основе генерации гармоник высокого порядка (ГГВП). Предметом исследования в диссертации являются энергетические и угловые распределения фотоэлектронов, возникающих в результате взаимодействия атомов с падающим на них излучением, и выяснение чувствительности этих распределений к характеристикам воздействующих на атомы полей. Конечными целями таких исследований являются как выяснение возможностей управления результатами воздействия полихроматического излучения указанного типа на атомы, так и измерение характеристик импульсов такого излучения. В значительной мере рассмотренные автором задачи (в особенности в последней части работы) имеют прямое отношение к аттосекундной физике — мультидисциплинарной области исследований, связанных с генерацией, измерением и применением импульсов электромагнитного излучения аттосекундной длительности ($1 \text{ ас} = 10^{-18} \text{ с}$). Экспериментальные достижения, заложившие основы аттосекундной физики, удостоены Нобелевской премии по физике 2023 года. Исследования в этом направлении продолжают активно развиваться, что красноречиво указывает на актуальность исследования, представленного в диссертации М.М. Поповой.

В диссертационной работе на основе изложенных в ней теоретических методов, в том числе оригинальных, и с использованием большого набора спектроскопических данных, в том числе полученных самим автором путём численных расчётов, рассмотрены два круга актуальных задач когерентного контроля и аттосекундной метрологии. Первый круг задач связан с процессами ионизации атомарных мишеней бихроматическим полем, содержащим две спектральных компоненты с кратными частотами (« $\omega+2\omega$ » - схема). Второй круг рассмотренных задач относится к описанию взаимодействия атомов с комбинацией низкочастотного лазерного поля и набора из конечного числа его высоких гармоник (схема типа RABBITT).

Среди результатов исследований, представленных в данной работе, можно выделить следующие:

- Создана теоретическая модель для описания многофотонной ионизации в полихроматическом поле, опирающаяся на формализм статистических тензоров и дипольное приближение. Далее в работе эта модель использовалась для решения основных прикладных задач диссертации, соответствующих как « $\omega+2\omega$ »-схеме, так и схеме типа RABBITT. В частности, для обоих классов задач были получены и затем применены аналитические выражения как для интегральной вероятности фотоэмиссии, так и для вероятностей, разрешенных по углам вылета и ориентациям спина фотоэлектронов. Развитый подход обладает большой общностью и может быть применен и к другим атомарным и ионным мишеням и схемам полихроматической ионизации, кроме тех, что рассмотрены в данной работе.

- Создано программное обеспечение для проведения численных расчётов в рамках всех развитых в работе подходов, а также для генерации необходимых спектроскопических данных, относящихся к дипольным переходам между различными типами состояний (включая состояния как дискретного, так и непрерывного спектра) исследуемых мишеней. Эти спектроскопические данные впоследствии использовались автором в проводимых им многочисленных расчётах по теме диссертации в рамках различных пертурбативных подходов.

- С использованием развитого математического аппарата и программного обеспечения исследован ряд важных аспектов ионизационных процессов в « $\omega+2\omega$ »-схеме и когерентного контроля над результирующими наблюдаемыми величинами. В частности, был рассмотрен ряд не исследовавшихся ранее геометрий полей, составляющих суммарное двухцветное поле; на основе детальных исследований для различных таких геометрий выявлены оптимальные пути достижения максимальной эффективности когерентного контроля. Одним из наиболее интересных результатов в этом разделе исследований явились выяснение возможности высокой степени контроля над поляризацией спина фотоэлектронов и объяснение механизма появления такой поляризации. В разделе, посвященном схеме типа KAVIPITT, стоит отметить исследования, направленные на выяснение роли дискретных состояний в формировании и свойствах спектров фотоэлектронов и их временных развёрток в припороговой области энергий.

По результатам исследований опубликовано 11 статей в рецензируемых научных журналах, в том числе в таких высокорейтинговых изданиях, как Physical Review X, Physical Review Research, Physical Review A, Symmetry, Photonics, Atoms, ЖЭТФ и др.

Принимая во внимание объём и качество проделанной работы, а также уровень представленных публикаций, можно с уверенностью сказать, что вклад автора в теорию ионизационных процессов в атомарных газах под действием интенсивного когерентного излучения весьма значителен.

Работа соответствует специальности 1.3.6. «Оптика» (по физико-математическим наукам), а также критериям, определённым пп. 2.1–2.5 «Положения о присуждении учёных степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова», предъявляемым к кандидатским диссертациям, и оформлена согласно приложениям № 8 и 9 «Положения о совете по защите диссертаций на соискание учёной степени кандидата наук, на соискание учёной степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова», а её автор — Киселев Максим Дмитриевич — заслуживает присуждения учёной степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.6. «Оптика».

Ведущий научный сотрудник ИПФ РАН

к.ф.-м.н.

(шифр научной специальности 1.3.4)

_____ Рябикин М.Ю.
подпись, дата 04.10.2024

Данные об авторе отзыва:

Рябикин Михаил Юрьевич, кандидат физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова Российской академии наук»

Адрес:

603950, г. Нижний Новгород, ул. Ульянова, 46

Контакты:

e-mail: mikhail.ryabikin@opfran.ru

телефон:

Я, Рябикин Михаил Юрьевич, даю свое согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета МГУ.013.6 и их дальнейшую обработку _____

подпись, дата

Подпись Зайцева Сергея Александровича удостоверяю:

Учёный секретарь ИПФ РАН

к.ф.-м.н.

_____ Корюкин И.В.