

Схема расчета вероятностей фотовозбуждения и фотоионизации атома водорода под действием ультракоротких импульсов

А. Б. Бычков, А. А. Митюрева, В. В. Смирнов

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

эл. почта: minotaur-mail@mail.ru

Областью исследований данной работы является взаимодействие мощных ультракоротких электромагнитных импульсов с атомами, и особый интерес здесь представляют процессы фотовозбуждения и фотоионизации. Обычно речь идет об импульсах с длительностями десятки-сотни фемтосекунд и амплитудами полей порядка внутриатомных. С прикладной точки зрения возникает проблема теоретического описания таких процессов, и, в частности, расчета их вероятностей и сечений.

В настоящей работе представлена теоретическая схема, позволяющая рассчитать вероятности и сечения динамических процессов фотовозбуждения и фотоионизации атома водорода при взаимодействии с мощным ультракоротким импульсом. Схема основана на представлении вероятностей Фейнмановскими траекторными интегралами. Расчет этих интегралов основан на дискретизации траектории и применении гауссовых аппроксимаций, используя которые можно заменить затратные по времени вычисления простыми и быстрыми линейными матричными операциями [1, 2]. Стоит добавить, что схема позволяет рассчитать указанные процессы для широкого интервала параметров импульса, как по длительности, так и по амплитуде. К достоинствам можно отнести также физическую наглядность проводимых операций.

В схеме используется описание электромагнитного импульса на основе теории Максвелла. В качестве модели взаимодействия атома и импульса берется электрическое дипольное взаимодействие.

В работе приведены результаты расчетов сечений и вероятностей нескольких основных оптических переходов в атоме водорода, полученных с использованием схемы. Эти результаты сравниваются с расчетами, которые получены методом прямого численного решения нестационарного уравнения Шредингера, а также с расчетами, полученными с использованием теории возмущений (в случае небольших амплитуд полей импульса) [3].

В целом полученные результаты позволяют предположить целесообразность использования аналогичных приведенным в данной работе методов для расчета процессов фотоионизации и фотовозбуждения более тяжелых атомов.

Литература

1. А. А. Митюрева, В. В. Смирнов. Оценка сечений электронного возбуждения переходов $1s \rightarrow 2s, 2p, 3s, 3p, 3d$ атома водорода на основе гауссовой аппроксимации фейнмановского интеграла. *Опт. и спектр.*, т. 101, 366 (2006)
2. V. V. Smirnov. Test of a path-integral approach for the computation of scattering cross sections on an exactly solvable model. *Phys. Rev. A* 76, 052706 (2007)