

УДК 535.015

Численное моделирование наведенного поглощения лазерного излучения органическими соединениями

Ахатова А. Д. (Московский физико-технический институт), **к. ф.- м. н. Болдарев А. С.**
(ИПМ им. М. В. Келдыша РАН)

Научный руководитель – к. ф.- м. н., Колдунов Л.М.
(Московский физико-технический институт)

В работе исследовано наведенное поглощение лазерного излучения органическими соединениями. Получено численное решение системы кинетических уравнений и уравнения распространения лазерного излучения через вещество в приближении тонкого и толстого образца.

Введение

Наведенное поглощение лазерного излучения органическими соединениями активно исследуется с конца прошлого века. Данные исследования имеют как практическое применение (например, создание ограничителя мощности лазерного излучения), так и самостоятельный фундаментальный интерес, как один из вопросов взаимодействия лазерного излучения с веществом.

На данный момент в литературе можно найти подробный теоретический анализ данного явления в стационарном приближении. При рассмотрении нестационарной модели обычно исследуются численные решения систем скоростных уравнений. Данные работы, как правило, имеют своей целью аппроксимацию экспериментальных данных и не ставят себе задачи поиска тех параметров молекулы, которые определяют эффективность наведенного поглощения в нестационарном приближении. Кроме того, большинство исследований проводится в приближении тонкого образца, что не всегда соответствует условиям эксперимента.

Среди основных механизмов наведенного поглощения выделяют синглет-синглетное поглощение, характерное для полиметиновых соединения, а также триплет-триплетное поглощение, которое можно наблюдать на фталоцианиновых и порфириновых соединениях. Важно отметить, что последние два типа органических соединений проявляют как синглет-синглетное, так и триплет-триплетное поглощение. То, какой механизм будет давать основной вклад определяется длительностью импульса, его интенсивностью и параметрами самой молекулы.

Целью данной работы является исследование различных моделей наведенного поглощения лазерного излучения органическими соединениями и решение уравнения распространения излучения через вещество в приближении как тонкого, так и толстого образца и выявление тех параметров молекулы, которые определяют эффективность наведенного поглощения в нестационарном приближении, а также поиск параметров, которые будут определять при каких условиях будет доминировать тот или иной механизм наведенного поглощения.

Основная часть

Нами была проанализирована трех- и пятиуровневая схема поглощения лазерного излучения и уравнение распространения излучения через вещество в различных приближениях. В частности, была проанализирована модель синглет-синглетного поглощения, модель Свешникова-Ермолаевой и другие. Численное решение системы уравнений было построено методом Эйлера, лазерный импульс был прямоугольной формы наносекундной или пикосекундной длительности.

В качестве контроля корректности решений использовалось стационарное приближение, которое имеет аналитическое решение, а также сравнение результатов численного расчета с результатами экспериментальных исследований, которые представлены в литературе.

В результате исследований были получены численные решения, которые хорошо аппроксимируют экспериментальные данные, а также выявлен ряд определяющих параметров, таких как: критическая плотность потока фотонов, длительность импульса при котором происходит переключение между различными механизмами наведенного поглощения (синглет-синглетного и триплет-триплетного) в различных схемах поглощения, которые реализуются в органических соединениях.

Выводы

Получено численное решение системы кинетических уравнений и уравнения распространения излучения через вещество для случая синглет-синглетного и триплет-триплетного поглощения в приближении тонкого и толстого образца, которые успешно аппроксимируют экспериментальные данные. Получены численные оценки моментов переключения механизма наведенного поглощения.

Ахатова А.Д. (автор)

Подпись

Колдунов Л.М. (научный руководитель)

Подпись