539.196(049.3)

МНОГОФОТОННОЕ ВОЗБУЖДЕНИЕ И ДИССОЦИАЦИЯ МНОГОАТОМНЫХ МОЛЕКУЛ

Multiple-Photon Excitation and Dissociation of Polyatomic Molecules/Ed. C. D. Cantrell.—Berlin; Heidelberg; New York; London; Paris; Tokio: Springer-Verlag, 1986.— 288 p.— (Topics in Current Physics. V. 35).

Книга посвящена взаимодействию мощного инфракрасного излучения, источником которого является импульсный CO_2-лазер, с многоатомными молекулами (число атомов 5—10). ИК излучение возбуждает эти молекулы на высокие колебательные уровни, а при определенных условиях производит не только возбуждение, но и диссоциацию молекул. Это явление, обнаруженное более 15 лет назад, продолжает интересовать многих исследователей, поскольку, во-первых, возможны технологические приложения, например, в области разделения изотопов или нетеплового стимулирования химических реакций; во-вторых, физика явления очень интересна и не вполне понятна даже сейчас.

Рецензируемая книга является сборником статей. Она состоит из первой главы, содержащей сравнительно краткое популярное предисловие редактора, и семи последующих независимых глав, авторы которых *) описывают свои исследования, обращаясь к специалистам, работающим в той же области.

В первой главе редактор, в частности, пишет, что за последние 15 лет молекулярная физика переживает ренессанс, связанный с появлением мощных ИК лазеров. Возникла совершенно новая интересная область молекулярной физики, часть направлений которой представлена в книге.

Вторая глава содержит обширный экспериментальный материал относительно возбуждения и диссоциации 44 различных молекул в условиях, когда молекулы находятся в газовой фазе в кювете и подвергаются одночастотному облучению одним CO_2-лазером. Имеется обзор литературы, где даны 294 ссылки. Авторы отмечают, что различные молекулы под действием мощного импульсного ИК излучения проявляют примерно одни и те же свойства.

В третьей главе описаны эксперименты по одночастотному облучению молекул в молекулярных пучках. Тем самым полностью устраняется возможное влияние столкновений на возбуждение и диссоциацию. Эти эксперименты указывают, что перераспределение энергии из возбуждаемой колебательной моды по всем другим колебательным модам происходит лишь на весьма высоких колебательных уровнях вблизи порога диссоциации.

Четвертая глава посвящена двухчастотным экспериментам, когда ИК излучение первого лазера возбуждает молекулы на низколежащие колебательные уровни, а затем более мощное ИК излучение второго лазера или УФ излучение производит диссоциацию возбужденных молекул. Такая схема имеет много преимуществ, в частности, резонансное ИК излучение первого лазера может быть сравнительно слабым, что позволяет производить диссоциацию даже тех молекул, полосы поглощения которых лежат в стороне от частот мощных CO_2-лазеров. Двухчастотная схема применяется

---

*) Авторами соответствующих глав являются: I — C. D. Cantrell (Center for Applied Optics, University of Texas at Dallas); II — J. L. Lyman, G. P. Quigley, 0. P. Judd; III — A. S. Sudbo, P. A. Schulz, Б. R. Shen, Y. T. Lee; IV — P. B. Амбарцумян; V — С. С. Алимпиев, Н. В. Карлов, Е. М. Хохлов, С. М. Никифоров, А. М. Прохоров, В. Г. Сартаков, А. Л. Штарков; VI — M. F. Goodman, J. Stone, E. Thiele; VII — G. L. Peterson, C. D. Cantrell; VIII — F. P. Mattar, P. R. Berman, A. W. Matos, Y. Claude, C. Goutier, C. M. Bowden.

для диссоциации молекул, содержащих тяжелые элементы и имеющих малый изотопический сдвиг.

В пятой главе экспериментально изучаются узкие резонансы в спектре многофотонного поглощения молекул SF_6, охлажденных газодинамическим способом до температуры около 30 K. Наличие таких резонансов еще раз указывает, что заметного перераспределения колебательной энергии на низких уровнях нет.

В шестой главе развиваются некоторые теоретические модели, включающие в себя возбуждаемую колебательную моду и термостат, состоящий из других колебательных мод. Подробно обсуждается переход от когерентного описания, учитывающего недиагональные элементы матрицы плотности, к более простому некогерентному описанию, учитывающему только населенности уровней, т. е. только диагональные элементы. Дан обзор теоретических работ, содержащий 154 ссылки.

Седьмая глава посвящена теоретическому изучению адиабатического инвертирования в многоатомных молекулах. Адиабатическое инвертирование позволяет полностью опустошить нижний уровень и перебросить всю населенность на верхние уровни. Этот процесс, впервые изучавшийся в связи с ядерным магнитным резонансом, можно осуществлять в оптическом диапазоне путем медленного изменения интенсивности лазерного излучения при его неизменной частоте. Большая селективность адиабатического инвертирования делает его полезным для разделения изотопов.

В восьмой главе излагаются результаты численного счета распространения ИК излучения с учетом его возможной самофокусировки и самодефокусировки. Одновременно обсуждается сверхфлуоресценция трехуровневой системы. Эта глава сравнительно слабо связана с остальными.

Обзорной статьи, в которой бы обобщались результаты отдельных глав, в книге нет. Некоторые интересные вопросы, например стохастичность внутримолекулярной динамики, почти не рассматриваются. Но зато все, что рассматривается, изложено очень подробно и квалифицированно. Книга представляет большой интерес для специалистов.

В. Н. Сазонов