

ОРИЕНТАЦИЯ АТОМОВ В ПРОЦЕССЕ ФОТОДИССОЦИИАЦИИ МОЛЕКУЛ

О.С.Васютинский

Установлено существование эффекта ориентации атомов в процессе фотодиссоциации молекул циркулярно поляризованным светом. Обнаружены ориентированные атомы цезия, образовавшиеся при фотодиссоциации молекул CsI ультрафиолетовым излучением, поляризованным по кругу.

Хорошо известно явление оптической ориентации атомов [1, 2], заключающееся в том, что при взаимодействии атомной системы с циркулярно поляризованным (ЦП) резонансным излучением осуществляется передача углового момента от света к ансамблю атомов. Установлено также, что в реакции ионизации, происходящей при столкновениях молекул водорода с оптически ориентированными 2^3S_1 атомами гелия, электронный угловой момент передается от атомов гелия атомам водорода, образующимся в результате реакции [3].

В настоящей работе впервые показано, что существует совершенно иной механизм передачи углового момента от света к атомам. Ориентированный ансамбль атомов может быть получен в процессе фотодиссоциации молекул ЦП светом. При этом угловой момент, вносимый в молекулярную систему поляризованным по кругу излучением, через неустойчивые возбужденные состояния молекул должен передаваться атомам, которые образуются в результате фотодиссоциации. Важную роль при этом играет то обстоятельство, что время жизни молекул в неустойчивом состоянии обычно существенно меньше, чем время, характеризующее связь электронного момента молекул с их вращением

[4]. Поэтому электронная ориентация, созданная в возбужденном состоянии молекул, должна практически без потерь передаваться продуктам фотодиссоциации.

Были обнаружены ориентированные в основном состоянии атомы цезия, образовавшиеся при фотодиссоциации молекул иодистого цезия ЦП ультрафиолетовым излучением в реакции:



Методика эксперимента состояла в следующем (см. рис.1). Поглощающая ячейка (ПЯ) содержащая пары CsI при давлении $p \approx 10^{-2}$ Тор и $p \approx 10$ Тор неона помещалась в постоянное магнитное поле $H_0 \approx 0,3 \text{ Э}$.

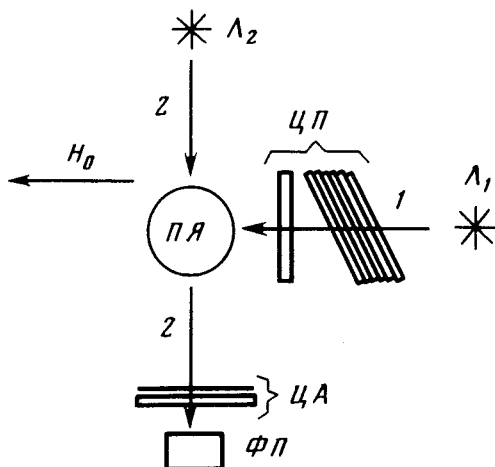


Рис.1. Схема эксперимента: L_1 – лампа ДРШ-1000, L_2 – цезиевая лампа, 1 – луч накачки, 2 – луч регистрации, ЦП – циркулярный поляризатор, ЦА – циркулярный анализатор, ФП – фотоприемник, ПЯ – поглощающая ячейка

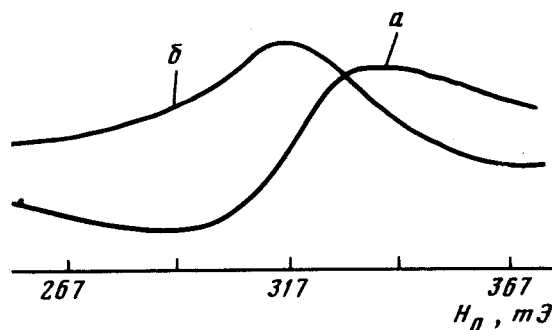


Рис.2. Сигнал магнитного резонанса в $6^2S_{1/2}$ состоянии атомов цезия, ориентированных в процессе фотодиссоциации молекул CsI циркулярно поляризованным излучением: a – синфазная составляющая сигнала, b – квадратурная составляющая сигнала

Излучение накачки, создаваемое ртутной лампой сверхвысокого давления ДРШ-1000 (L_1) и распространяющееся вдоль направления магнитного поля, проходило через циркулярный поляризатор (ЦП) и затем фокусировалось на ячейку. При этом в ячейке осуществлялась фотодиссоциация CsI по реакции (1). Для обнаружения ориентации полученных таким образом атомов создавались условия магнитного резонанса в системе подуровней основного состояния атомов цезия. Это приводило к изменению циркулярного дихроизма паров цезия, что и регистрировалось с помощью неполяризованного резонансного луча света от цезиевой

лампы (L_2) проходящего через ячейку в направлении перпендикулярном магнитному полю H_0 и сфокусированного затем на фотоприемник (ФП), перед которым был установлен циркулярный анализатор (ЦА) [5]. Сигнал с ФП усиливался и потом детектировался синхронным детектором. Синфазная (a) и квадратурная (b) составляющие сигнала, полученного при медленном изменении магнитного поля H_0 , приведены на рис.2. Величина ширины резонансных кривых, приведенных на этом рисунке, в основном обусловлена деполяризацией атомов цезия при столкновениях с молекулами CsI.

Эксперимент показал, что ориентированные атомы образуются в ячейке только в том случае, если излучение накачки поляризовано по кругу. Установлено также, что наблюдаемый эффект обусловлен только коротковолновой частью излучения накачки, которая вызывает диссоциацию молекул CsI ($\lambda \leq 360$ нм [6]). Эти факты свидетельствуют о том, что атомы цезия ориентируются непосредственно в ходе реакции (1). Для оценки эффективности рассматриваемого механизма ориентации атомов был проведен эксперимент, отличие которого от эксперимента, описанного выше, состояло в том, что для получения атомов цезия в реакции (1) использовалось неполяризованное излучение лампы ДРШ-1000, а ориентация этих атомов создавалась с помощью дополнительного ЦП луча света от цезиевой лампы. Оказалось, что величины сигналов, полученных таким образом, близки к величинам сигналов, изображенных на рис.2. Следовательно, степень ориентации атомов, достигаемая в процессе диссоциации молекул, близка к степени ориентации, которая может быть достигнута при непосредственном взаимодействии атомов с ЦП резонансным излучением при тех же условиях релаксации.

Следует отметить, что эффект образования ориентированных атомов при фотодиссоциации молекул ЦП излучением, рассмотренный в настоящей работе, носит, по-видимому, достаточно общий характер и должен наблюдаться при взаимодействии ЦП излучения с различными молекулами, имеющими полосы поглощения, приводящие к диссоциации.

Таким образом, в настоящей работе установлено существование эффекта ориентации атомов в процессе фотодиссоциации молекул ЦП излучением.

Автор благодарит Р.А.Житникова за интерес к работе и обсуждение ее результатов, Е.Б.Александрова за консультацию по поводу создания экспериментальной установки, А.И.Юкуневича за полезные дискуссии.

Физико-технический
институт им.А.Ф.Иоффе
Академии наук СССР

Поступила в редакцию
26 февраля 1980 г.

Литература

- [1] А.Кастлер. J. Phys. Radium., 11, 255, 1950.
- [2] W.Нарпер. Rev. Mod. Phys., 44, 169, 1972.
- [3] С.П.Дмитриев, Р.А. Житников, В.А.Каргошкин, Г.В.Клементьев, А.И.Юкуневич. Письма в ЖЭТФ, 28, 442, 1978.
- [4] Г.Герцберг. Спектры и строение двухатомных молекул. ИИЛ, 1949.

[5] C. Cohen-Tannoudji, F. Lalöe. J. de Phys., 28, 505, 722, 1967.

[6] P. Davidovits, D.C. Brodhead. J. Chem, Phys., 46, 2968, 1967.
