

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

ОПТИКА И СПЕКТРОСКОПИЯ

УДК 535.37

К ИНТЕРПРЕТАЦИИ ЭМИССИОННОЙ ПОЛОСЫ 180 нм, ОБНАРУЖЕННОЙ В СПЕКТРАХ РАЗРЯДНОЙ ПЛАЗМЫ СОСТАВА Kr + ДОНОР ИОДА

И. С. Лакоба, С. П. Чернов, П. Б. Эссельбах

(кафедра квантовой радиофизики)

В эмиссионном спектре разрядной плазмы криптона с примесями иодных соединений зарегистрирована континуальная полоса с максимумом интенсивности вблизи 180 нм. На основании анализа экспериментальных данных высказано предположение о том, что она может быть объяснена до сих пор не отмечавшимся для других моногалогенидов инертных газов квазипересечением потенциальных кривых возбужденных состояний молекулы KrI .

В ходе исследования спектров свечения плазмы, создаваемой следующими с частотой 50 Гц короткими (~ 10 нс) импульсами электрического разряда в газовых

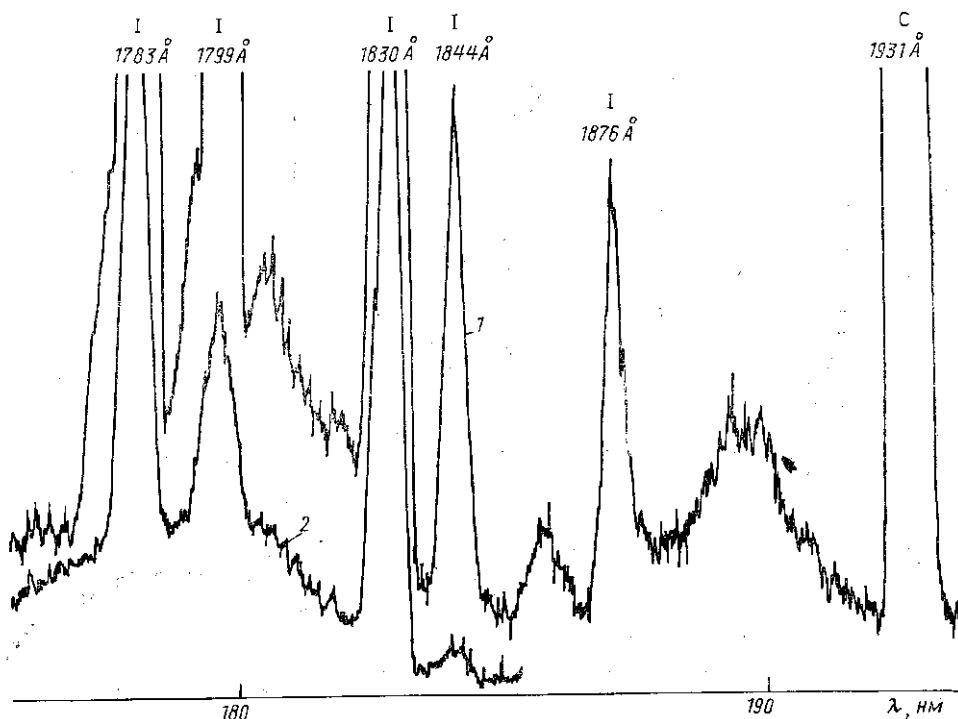


Рис. 1. Участок спектра эмиссии криптон-иодной плазмы: 1 — смесь $Kr+CF_3I$ в соотношении 200:1 (давление 0,7 атм, ширина щелей монохроматора 0,35 мм); 2 — смесь криптона с насыщенными парами молекулярного иода (давление 0,8 атм, ширина щелей 0,3 мм)

смесях, содержащих криптон с добавками соединений — доноров атомарного иода (I_2 и CF_3I), был обнаружен устойчиво воспроизводимый континуальный сигнал с

максимумом интенсивности вблизи $\lambda \approx 180$ нм. Контур континуума охватывает крылья линий атомарного иода 1783, 1799 и 1830 Å, его кажущаяся спектральная ширина на полувысоте составляет ~ 4 нм (рис. 1). Значительно реже и только в случае смесей, содержащих CF_3I , в спектрах присутствовала полоса с пиком интенсивности вблизи $\lambda \approx 190$ нм, идентифицированная ранее [1] как сигнал перехода $B \rightarrow X$ ($\Omega = \frac{1}{2} \rightarrow \Omega = \frac{1}{2}$, Ω — спин-орбитальное квантовое число) эксиплекса (KrI)^{*}.

Авторами работы [1] зарегистрированы также полосы других, менее интенсивных переходов молекулы KrI ($C \rightarrow A$ и $B \rightarrow A$), сдвинутые относительно перехода $B \rightarrow X$ в сторону более длинных волн. Излучающие состояния B ($\Omega = \frac{1}{2}$) и C ($\Omega = \frac{3}{2}$) являются кулоновскими, т. е. имеют диссоциационный предел: $\text{Kr}^+({}^2P_{3/2})$ и $\text{I}-({}^1S_0)$.

К группе нижних кулоновских состояний относится и состояние D ($\Omega = \frac{1}{2}$), коррелирующее с комбинацией атомных термов $\text{Kr}^+({}^2P_{1/2}) + \text{I}-({}^1S_0)$. Радиационный переход $D \rightarrow X$ некоторых молекул моногалогенидов инертных газов наблюдался экспериментально (см., напр., [2, 3]). Однако обнаруженный континуум 180 нм не может быть отнесен к переходу $D \rightarrow X$ молекулы KrI , поскольку разность энергий переходов $D \rightarrow X$ и $B \rightarrow X$ обычно превышает [2, 3] величину энергии спин-орбитального расщепления основного терма иона инертного газа, которая в случае Kr^+ составляет $\sim 0,67$ эВ.

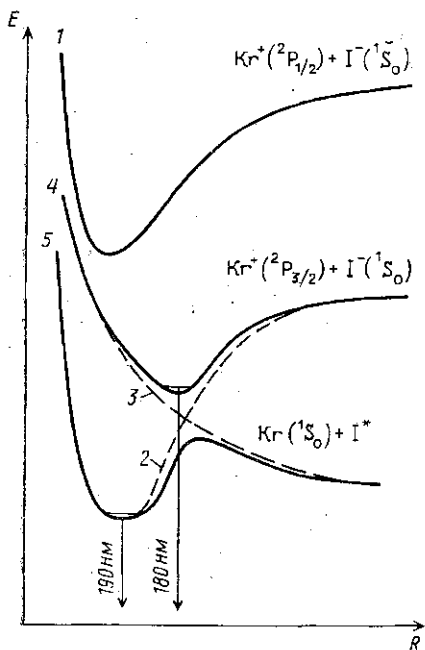


Рис. 2. Предполагаемая схема взаимодействия возбужденных состояний молекулы KrI . Кривые потенциальной энергии: 1 — состояния D , 2 — невозмущенного кулоновского состояния (B или C), 3 — невозмущенного отталкивательного состояния, коррелирующего с возбужденным атомом иода, 4 и 5 — состояний, возникших в результате взаимодействия и излучающих континуумы 180 и 190 нм; R — межъядерное расстояние, E — энергия

Континуум 180 нм (и континуум 190 нм) не наблюдался, если вместо криптона возбуждаемые среды содержали гелий, аргон и ксенон. Это означает, что его происхождение не может быть объяснено эмиссией молекул (KrI)^{*} из связанных молекулярных состояний, коррелирующих при бесконечном удалении атомов с возбужденными уровнями атома иода, поскольку тогда в спектрах смесей ксенон+донор иода должен был бы проявляться аналогичный континуальный сигнал, смещенный в длинноволновую область и, возможно, более интенсивный (вследствие более высокой поляризуемости атома Xe). Такая тенденция отмечена, в частности, для эксиплексов (ArOH)^{*}, (KrOH)^{*} и (XeOH)^{*}, коррелирующих с нижним возбужденным состоянием гидроксила [4].

В исследованных средах наиболее вероятными неконтролируемыми примесями могли быть газы воздуха, включая водяной пар, и летучие углеводороды, способные образовываться, в частности, в результате деструкции материалов клеевых соединений разрядной ячейки и уплотнительных прокладок при их контакте с частицами плазмы. Ранее [5] было установлено, что влияние углеводородов на спектры плазмы разряда в инертных газах ограничивается появлением линий атомарного углерода. Преднамеренный напуск атмосферного воздуха ($\sim 1\%$) в смеси $\text{Kr} + \text{донор}$ иода приводил к тушению континуума 180 нм. Оценки, проведенные на основании анализа данных [2, 3, 6], позволили аналогично [5] предположить, что источником обнаруженного сигнала мог бы быть переход эксиплекса (KrOH)^{*} из нижнего кулоновского состояния Kr^+OH^- в несвязанное основное. Однако добавление к криптон-иодным смесям паров таких доноров гидроксила, как вода и муравьиная кислота, сопровождалось только падением интенсивности обсуждаемого континуума. Следовательно, едва ли его происхождение может быть обусловлено образованием эмитирующих электронно-возбужденных соединений криптона с фрагментами молекул указанных неконтролируемых примесей.

В принципе не исключено, что источником сигнала 180 нм могут быть молекулы I_2^* или их ван-дер-ваальсовы комплексы с атомами криптона (сведений об этом в литературе найти не удалось), если допустить, что возбужденные атомы или димеры криптона в столкновениях селективно заселяют какое-то из связанных состояний молекулы I_2^* . Но тот факт, что континуум 180 нм наблюдается и в случае смесей $Kr+CF_3I$, заставляет с сомнением отнестись к данной версии.

Пожалуй, непротиворечивым представляется объяснение, согласно которому источником обнаруженного спектрального сигнала являются все же молекулы $(KrI)^*$, а состояние, излучающее в указанном континууме, возникло как следствие взаимодействия одного из низших кулоновских состояний (B или C) и отталкивательного I^*Kr (коррелирующего с возбужденным уровнем атома иода), имеющих одинаковую спин-орбитальную симметрию, в соответствии с правилом непересечения термов. Схема потенциальных кривых, иллюстрирующая происхождение такого состояния, изображена на рис. 2. По-видимому, подобного рода взаимодействия могут служить причиной ненаблюдаемости переходов $B \rightarrow X$ (и других) молекул моногалогенидов неона (кроме NeF) и монооксида аргона. По оценкам длина волны перехода $B \rightarrow X$ эксиплекса $(ArI)^*$ должна быть ~ 150 нм, однако обнаружить сигнал, который можно было бы отнести к этому переходу, не удалось. Побочным результатом работы можно считать наблюдение достаточно интенсивных континуумов переходов $B \rightarrow X$ молекул KrF и ArF в смесях $Kr+CF_3I$ и $Ar+CF_3I$.

Условия проведения экспериментов, в том числе экспериментальная установка, были практически идентичными описанным ранее [5, 7]. Использовались инертные газы повышенной чистоты. Давление паров I_2 в разрядной ячейке не превышало 0,15 Тор. В смесях $Kr+CF_3I$ (а также He , Ar , $He+CF_3I$ и Kr +донор OH) молярное соотношение компонентов составляло 100:1—200:1. Давление газа в ячейке варьировалось от 0,05 до 0,8 атм.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Casassa M. P., Golde M. F., Kvaran A.// Chem. Phys. Lett. 1978. 59, N 1. P. 51. [2] Dunning T. H., Hay P. J.//J. Chem. Phys. 1978. 69, N 1. P. 134. [3] Hay P. J., Dunning T. H.//J. Chem. Phys. 1978. 69, N 5. P. 2209. [4] Goodman J., Brus L. E.//J. Chem. Phys. 1977. 67, N 11. P. 4858. [5] Власенко А. А., Лакоба И. С., Чернов С. П., Эссельбах П. Б.//ДАН СССР. 1986. 289, № 1. С. 79. [6] Hutchinson M. H. R.// Chem. Phys. Lett. 1978. 54, N 2. P. 359. [7] Лозовский П. М., Чернов С. П., Эссельбах П. Б.//Квант, электроника. 1977. 4, № 7. С. 1606.

Поступила в редакцию
02.12.92

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 3, ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ. 1993. Т. 34, № 6

АКУСТИКА И МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

УДК 534.12

ВЛИЯНИЕ БОКОВОЙ ВОЛНЫ НА СТРУКТУРУ АКУСТИЧЕСКОГО ПОЛЯ В ЖИДКОМ СЛОЕ

А. В. Кондрашова, К. А. Пестов, О. С. Тонаканов

(кафедра акустики)

Теоретически рассмотрена горизонтальная и вертикальная структура звукового поля боковой волны, а также суммарное поле первой нормальной волны и боковой. Показано, что при некоторых условиях эксперимента существует необходимость учета влияния боковой волны на картину звукового поля.

Обычно при рассмотрении акустического поля в жидком слое ограничиваются дискретным спектром (суммой нормальных волн). Однако известно, что при нахождении поля точечного источника в слое методом разложения сферических волн на плоские кроме суммы мод имеется еще один член — так называемый сплошной спектр, который формирует дополнительный волновой процесс на границе вода—грунт, именуемый боковой волной.