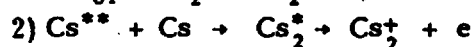
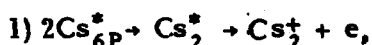


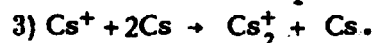
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИОННОГО СОСТАВА В ПЛАЗМЕ ДУГОВОГО РАЗРЯДА В ПАРАХ ЦЕЗИЯ

Н.Д.Маргулис, Ю.П.Корчевой

Одной из важнейших проблем, связанных с физическими свойствами широко применяемой в настоящее время неравновесной ($T_e > T_0$) разрядной плазмы в парах цезия, является природа происходящих в ней ионизационных процессов [1]. В частности, весьма спорным является обсуждаемый сейчас вопрос о возможности существования в подобной плазме молекулярно-ассоциативной ионизации, идущей по какой-либо из следующих схем:



или



Здесь Cs_{6P}^* и Cs^{**} атомы цезия, возбужденные на резонансный уровень $6p$ с энергией $1,4 \text{ эв}$ и на высокие уровни с энергией $\geq 3,2 \text{ эв}$.

Поэтому представляется необходимым выяснить путем непосредственного опыта роль этого процесса, приводящего, в отличие от всех других возможных случаев, к образованию в плазме молекулярных ионов цезия. Кстати, отметим заодно: 1) показанную в [2] возможность создания бестоковой, очевидно, молекулярно-цезиевой плазмы, путем облучения ее паров резонансной радиацией цезия же и 2) известную [3] возможность наличия в плазме в инертных газах заметного количества молекулярных ионов.

Для выяснения этого важного вопроса нами был использован непосредственный метод масс-спектрометрического анализа состава ионов в плазме дугового разряда в парах цезия при разных давлениях p . С этой целью был изготовлен единый цельнопаянный стеклянный прибор, состоявший из двух секций: 1) лампы дугового разряда, снабженной зондом для определения концентрации n_e и температуры T_e электронов исследуемой плазмы и 2) времяпролетного масс-анализатора с электронным умножителем внутри и осциллографом С1-17 на выходе. Обе эти секции были разделены глухой перегородкой с очень узким отверстием $\sim 0,1 \text{ мм}$, через которое осуществлялось вытягивание ионов из плазмы в пространство дрейфа анализатора. Отношение амплитуд сигналов на выходе $I_2/I_1 \approx n_2/n_1$ должно приблизительно характеризовать отношение концентрации молекулярных n_2 к атомарным n_1 ионам цезия в плазме ($n_1 + n_2 = n_e$), а их времена дрейфа должны у нас состав-

лять 46 и 33 $\mu\text{сек}$. Наконец, как показывает расчет, в наших условиях относительная доля нейтральных молекул в парах цезия должна быть весьма малой ($\ll 1\%$); поэтому заметное появление в плазме молекулярных ионов может быть вызвано практически только ассоциативной ионизацией.

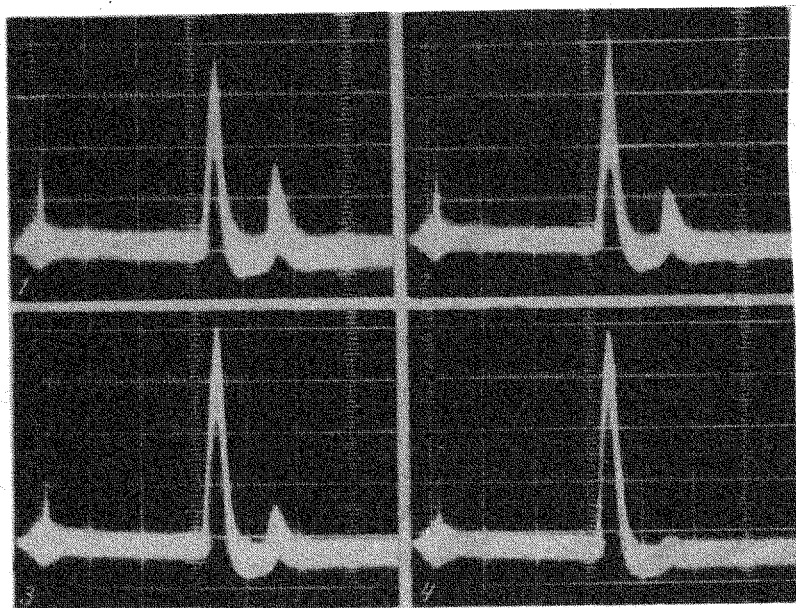


Рис.1

Произведенные нами измерения, в типичной области значений ρ и n_e (см. ниже), позволили сразу обнаружить не только атомарные, но и молекулярные ионы цезия. Для иллюстрации этого на рис. 1 представлены четыре последовательно определенных осциллограммы с масштабом 10 $\mu\text{сек}/\text{см}$ для случая, соответствующего точкам I – 4 кривой II на рис. 2; здесь левый сигнал соответствует атомарным, а правый – молекулярным ионам цезия. Затем на рис. 2 сведены результаты всех измерений зависимости отношения I_2/I_1 от $\lg n_e$, для четырех значений $\rho = 0,007$ (I), 0,02 (II), 0,05 (III) и 0,1 (IV) мм рт.ст. Из этого рисунка видно следующее:

1. Количество молекулярных ионов цезия в разрядной плазме может действительно достигать заметной величины, даже превышая иногда количество атомарных ионов. Это означает, в частности, необходимость определенного пересмотра современных представлений о доминирующей роли в подобной плазме обычной ступенчатой ионизации с образованием только атомарных ионов цезия.

2. Количество этих ионов заметно падает с ростом концентрации электронов в плазме n_e и растет с ростом давления паров цезия $p = n_a kT_a$; здесь следует отметить, что с ростом величины n_e , особенно при малых p , может происходить также и соответственное уменьшение температуры электронов.

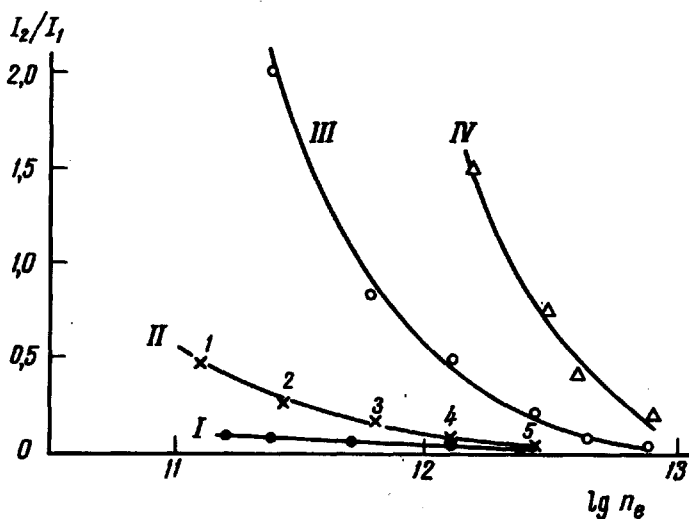


Рис.2

Не касаясь пока еще, за недостатком данных, окончательного выбора действующего у нас механизма ионизации (см. выше), укажем все же предварительно на третий из них. В самом деле, из баланса между скоростями подобной условно ассоциативной ионизации и обычной диссоциативной рекомбинации $\beta n_1 n_a^2 = \alpha n_2 n_e$ следует $n_2/n_1 = \beta/\alpha n_a^2/n_e$, где β и α — коэффициенты ионизации и рекомбинации. Это выражение, как легко убедиться, находится в весьма удовлетворительном соответствии с большинством представленных на рис. 2 экспериментальных зависимостей, приводя, например, при $\alpha \approx 1 - 2 \cdot 10^{-8} \text{ см}^3/\text{сек}$ к правдоподобному порядку величины $\beta \approx 10^{-26} \text{ см}^6/\text{сек}$, и т.д. Все эти интересные факты и стимулируют наше дальнейшее исследование этого важного вопроса.

Киевский
государственный университет
им. Т.Г.Шевченко

Поступило в редакцию
9 июля 1968 г.
После переработки
25 июля 1968 г.

Литература

- [1] Н.Моргулис, Ю.Корчевой, В.Лукашенко. Укр.физ.журн., 12, 1362, 1967.
- [2] Н.Моргулис, Ю.Корчевой, А.Пржонский. ЖЭТФ, 53, 417, 1967.
- [3] И.Мак-Даниель. Процессы столкновений в ионизованных газетах. Изд. Мир, М., 1967, стр. 528