

*Письма в ЖЭТФ, том 18, вып. 7, стр. 417 – 420*

*5 октября 1973 г.*

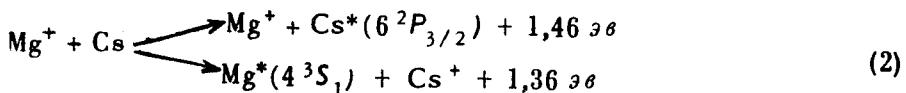
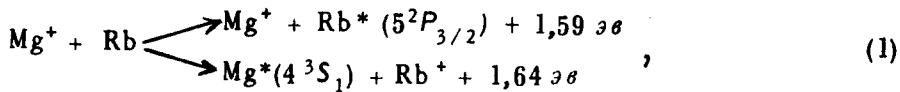
## **ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫЕ ЭФФЕКТЫ ПРИ СТОЛКНОВЕНИЯХ ИОНОВ МАГНИЯ С АТОМАМИ РУБИДИЯ И ЦЕЗИЯ**

*А. Н. Завилупло, И. П. Запесочный, Г. С. Панев,  
О. А. Скалко, О. Б. Шпеник*

В нашей лаборатории впервые поставлены эксперименты по исследованию неупругих столкновений ионов щелочноземельных элементов с атомами щелочных металлов. В настоящей работе сообщаются резуль-

таты по возбуждению некоторых спектральных переходов, возникающих при столкновениях ионов магния с атомами рубидия и цезия. Экспериментальная установка и методика описаны в работе [1].

Для каждой пары сталкивающихся частиц изучены два неупругих канала:



в области энергий налетающих ионов от 4 до 1000 эв. На рис. 1, а и 2, а представлены зависимости эффективных сечений возбуждения изученных переходов от обратной скорости относительного движения взаимодействующих партнеров.

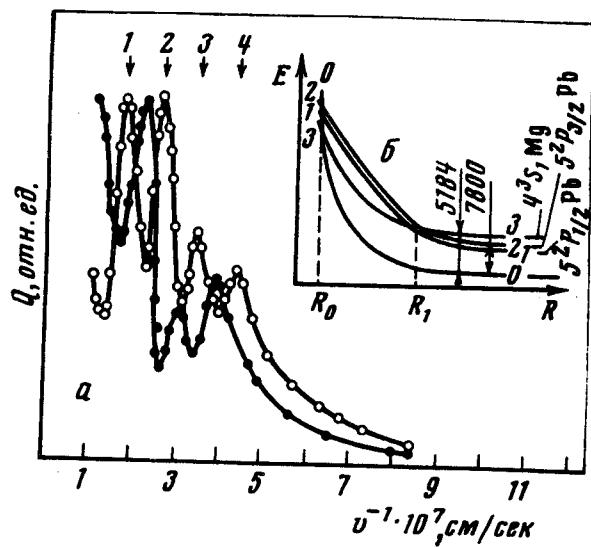
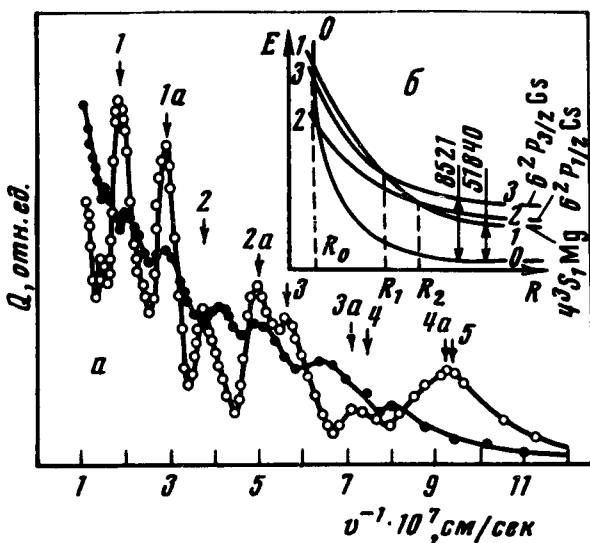


Рис. 1. а -- Относительные сечения возбуждения линий  $\text{Mg} \lambda = 5184 \text{ \AA}$  (белые кружки) и  $\text{Rb} \lambda = 7800 \text{ \AA}$  (черные кружки) в масштабе  $1/v$ , б -- схема термов квазимолекулы  $(\text{Mg}^+\text{Rb})$

Как видно из рисунков, полные сечения возбуждения исследованных уровней осциллируют и максимумы на кривых расположены в определенном порядке. Так, для пары  $\text{Mg}^+ + \text{Rb}$  (рис. 1, а) экстремумы (максимумы и минимумы) для обоих переходов  $4^3S_1 - 3^3P_1$  атома  $\text{Mg} (\lambda = 5184 \text{ \AA})$  и  $5^2P_{3/2} - 5^2S_{1/2}$   $\text{Rb} (\lambda = 7800 \text{ \AA})$  эквидистантны с периодом  $\Delta v^{-1} = 8,5 \cdot 10^{-8} \text{ сек/см}$  и находятся в противофазе. Обращает на себя внимание большая амплитуда осцилляций и четкость противофазы между максимумами и минимумами на полных сечениях возбуждения интерферирующих уровней.

Еще более интересным является поведение сечений возбуждения уровней для другой пары  $Mg^+ + Cs$ . Функция возбуждения того же самого перехода  $4^3S_1 - 3^3P_i$ , перезарядившегося атома магния в этом процессе, подвержена двум различным осцилляциям с периодами эквидистантности  $\Delta\nu_1^{-1} = 18 \cdot 10^{-8}$  сек/см и  $\Delta\nu_2^{-1} = 21,4 \cdot 10^{-8}$  сек/см. Далее, минимумы на функциях возбуждения перехода  $6^2P_{3/2} - 6^2S_{1/2}Cs$  ( $\lambda = 8521\text{ \AA}$ ) находятся в противофазе с максимумами первого периода (рис. 2, a) на сечении возбуждения  $4^3S_1$  – уровня магния. Несколько известно авторам, два регулярных периода осцилляций полных сечений возбуждения энергетических уровней при ионно-атомных столкновениях до сих пор никем не наблюдалось.



и разность энергии  $\Delta E$  между двумя конкурирующими термами в точке их пересечения с основным, можно определить расстояние  $\Delta R = R_1 - R_0$  (рис. 1, б), на котором возбужденные термы интерферируют, по формуле [3]

$$\Delta E \Delta R = \frac{2\pi h}{\Delta v^{-1}} . \quad (3)$$

Так как экспериментальные пороги определены нами с большой точностью, можно найти по ним  $\Delta E$ , которое для пары  $Mg^+ + Rb$  равно  $0,4 \text{ эв}$ , получаем  $\Delta R = 24 \text{ ат. ед.}$

Для пары  $Mg^+ + Cs$   $4^3S_1$ -уровень  $Mg$  лежит ниже резонансных уровней  $6^2P_{1/2}$  и  $6^2P_{3/2}$  атома цезия <sup>1)</sup> расстояние между которыми равно  $0,07 \text{ эв}$ . В этом случае при разлете частиц происходит последовательное пересечение потенциальной кривой 1 кривыми 3 и 2 при  $R_1$  и  $R_2$ , находящихся на значительном удалении друг от друга (см. рис. 2, б). Это вызывает появление в полном сечении возбуждения  $4^3S_1$ -уровня  $Mg$  двух периодов эквидистанности, и поэтому, в противоположность паре  $Mg^+ + Rb$ , взаимодействие между собой термов, соответствующих возбужденным  $6^2P_{1/2}$  и  $6^2P_{3/2}$ -уровням  $Cs$  и  $4^3S_1$ -уровню  $Mg$ , необходимо рассматривать независимо. Тогда, согласно закона сохранения вероятностей заселения возбужденных состояний, четкая противофаза должна быть и на функции возбуждения линии  $\lambda = 8943 \text{ \AA}$   $Cs$ , исходный уровень которой  $6^2P_{1/2}$  энергетически отстоит от интерферирующего с ним  $4^3S_1$ -уровня атома магния всего лишь на  $0,031 \text{ эв}$  и естественно допустить более сильное взаимодействие между этими уровнями.

Расчет по формуле (3) расстояний пересечения (псевдопересечения) потенциальных кривых для пары  $Mg^+ + Cs$  дает значения  $\Delta R_1 = 10,4 \text{ ат.ед.}$  и  $\Delta R_2 = 8,4 \text{ ат. ед.}$  (при  $\Delta E = 0,5 \text{ эв}$ ).<sup>1)</sup>

Таким образом, впервые обнаруженные нами два периода осцилляций являются прямым экспериментальным подтверждением теоретических выводов работы [3] о возможности появления нескольких мод колебаний в полных сечениях возбуждения уровней при медленных ионно-атомных столкновениях, обусловленных взаимодействием нескольких неупругих каналов.

Ужгородский  
государственный университет

Поступила в редакцию  
30 июля 1973 г.<sup>1)</sup>

### Литература

- [1] О.Б.Шпеник, А.Н.Завилопуло, И.П.Запесочный. ЖЭТФ, 62, 379, 1972.
- [2] H. Rosenthal H. Foley. Phys. Rev. Lett., 23, 1484, 1969.
- [3] В.А.Анкудинов, С.В.Бобашев, В.И.Перель. ЖЭТФ, 60, 906, 1971.

<sup>1)</sup> Переход с энергетически более близкорасположенного к  $4^3S_1$ -уровню  $Mg$   $6^2P_{1/2}$ -уровня  $Cs$  ( $\lambda = 8943 \text{ \AA}$ ) из-за отсутствия чувствительных приемников в этой области спектра измерить не удалось.