

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗБУЖДЕНИЯ АТОМОВ СТРОНЦИЯ ЭЛЕКТРОННЫМ УДАРОМ ИЗ МЕТАСТАБИЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ

*И.И. Шафранюш, И.С. Алексанин, И.П. Запесочный*

Методом пересекающихся электронного и атомного пучков осуществлены эксперименты по ступенчатому возбуждению атомов стронция из метастабильных состояний. Возбужденные атомы образовывались при прохождении атомного пучка через импульсную газоразрядную камеру. Исследовано возбуждение четырех триплетных уровней с основного и возбужденных состояний. На примере сравнения функций возбуждения перехода  $5^3P_2 - 6^3D_2$  из основного и метастабильных состояний показано их существенное отличие по характеру поведения. Столь резкое различие в форме кривых объясняется тем, что возбуждение исследованных уровней происходит из начальных состояний, обладающих различной мультиплетностью.

В известной нам литературе до сих пор отсутствуют прямые эксперименты по возбуждению атомов из возбужденных состояний (так называемое ступенчатое возбуждение). Имеющаяся информация об эффективности таких процессов [1] основывается на исследованиях параметров газоразрядной плазмы (косвенные данные), а какие-либо сведения о характере энергетических зависимостей сечений ступенчатого возбуждения вообще отсутствуют. Что же касается теоретических расчетов, то они проведены для единичных случаев [2], к тому же степень их достоверности неизвестна.

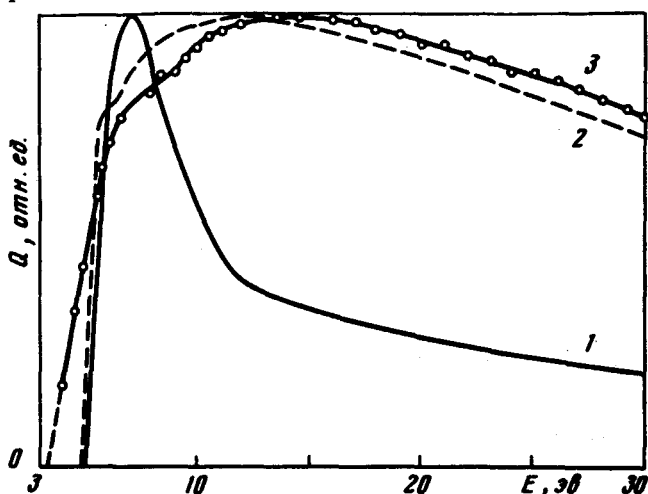


Рис. 1. Энергетические зависимости возбуждения спектральных переходов с основного (кривые 1 и 2) и метастабильных состояний (кривая 3): 1 -  $\lambda = 403,2 \text{ нм}$  ( $5^3P_2 - 6^3D_2$ ), 2 -  $\lambda = 554,3 \text{ нм}$  ( $5^1P_1^o - 6^1D_2$ ), состояния 3 -  $\lambda = 403,2 \text{ нм}$  ( $5^3P_2 - 6^3D_2$ )

В нашей лаборатории впервые осуществлены опыты по непосредственному изучению ступенчатого возбуждения одного из элементов щелочно-земельной группы - стронция в пересекающихся электронном и атомном пучках. Суть метода заключается в использовании импульсной газоразрядной камеры на пути атомного пучка, которая обеспечивает в нем появление двух компонент в зоне пересечения пучков: постоянной - атомы в основном состоянии и переменной - метастабильные атомы<sup>1)</sup>. Детектирование наблюдаемого излучения проводилось в режиме селективного усиления на частоте модуляции разряда.

В результате проведенных исследований нами изучены энергетические зависимости возбуждения наиболее интенсивных спектральных переходов с триплетных уровней ( $7^3S_1$ ,  $5p^2\ ^3P_2$ ,  $6^3D_2$ ,  $4^3F_4$ ) как с основного, так и с метастабильного состояний в интервале энергий электронов от порога процессов до 30 эв. В данном сообщении мы остановимся лишь на возбуждении линии  $\lambda = 403,2 \text{ нм}$  ( $5^3P_2 - 6^3D_2$ ), функция ступенчатого (и прямого) возбуждения которой представлена на рис. 1.

<sup>1)</sup> Короткоживущие атомные состояния радиационно распадаются, не достигая области пересечения пучков.

Прежде чем перейти к анализу полученных результатов, заметим, что атом стронция обладает не одним, а тремя низколежащими долгоживущими состояниями ( $\tau \sim 10^{-4}$  сек):  $4^1D_2$ ,  $5^3P_0$  и  $5^3P_2$  (см. рис. 2).

По-видимому, в пучке возбужденных атомов присутствуют как те, так и другие. В силу этого однозначно, определить сейчас, из каких метастабилей происходит возбуждение верхнего уровня указанной линии, затруднительно (без привлечения дополнительной информации).

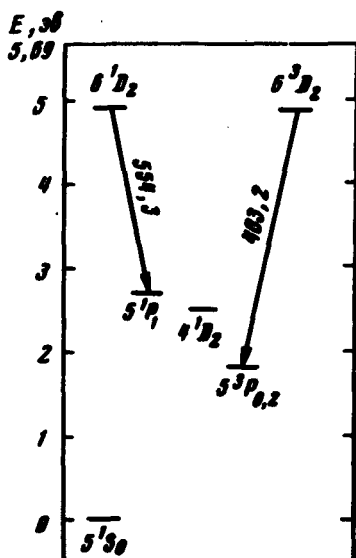


Рис. 2

Однако это не мешает нам констатировать следующее. Функции возбуждения уровней из основного (кривая 1) и метастабильных состояний (кривая 3) имеют существенно различный характер. Столь резкое различие в форме этих кривых, по-видимому, можно объяснить тем, что возбуждение  $6^3D_2$  уровня электронным ударом происходит из начальных состояний, обладающих различной мультиплетностью. В случае возбуждения с основного состояния (см. рис. 1) переход осуществляется путем электронного обмена: для таких переходов максимум процесса наступает при энергии электронов, близкой к порогу возбуждения, а затем быстро падает с ростом энергии (см. кривую 1). При возбуждении с метастабильных уровней, по всей вероятности, переход осуществляется без обмена.

Хорошо известно [3], что процессы, происходящие без обмена, характеризуются пологой энергетической зависимостью с максимумом при трех – четырех пороговых единицах энергии. Как раз такую картину мы и наблюдаем на кривой 3. На этом же рисунке приведена функция возбуждения синглетной линии  $\lambda = 554,3$  мк (кривая 2), верхний уровень которой  $6^1D_2$  возбуждается из основного состояния без изменения мультиплетности. Сравнение кривых 2 и 3 показывает их подобие<sup>1)</sup>.

Более подробные сведения об установке, методике относительных и абсолютных измерений сечений ступенчатого возбуждения будут опубликованы в дальнейшем.

<sup>1)</sup> Аналогичная картина наблюдается и для других изученных уровней,

Авторы благодарят В.П.Стародуба, А.А.Белоногова за помощь в проведении эксперимента.

Ужгородский  
государственный университет

Поступила в редакцию  
22 января 1974 г.

### Литература

- [ 1 ] Спектроскопия газоразрядной плазмы. Сб. под ред. С.З. Фриша, М., изд. Наука, 1970.
  - [ 2 ] Физика атомных столкновений. Сб. под ред. Д.В.Скобельцына, М., изд. Наука, 1970.
  - [ 3 ] Н.Мотт, Г.Месси. Теория атомных столкновений М., изд. Мир, 1969.
-