

YbIV относительно основного состояния атома $E=43.4$ эВ [6] представляется неверным.

Наличие структуры на измеренных нами функциях возбуждения спектральных линий свидетельствует о сложном механизме их возбуждения. В частности, на всех функциях возбуждения наблюдается минимум при энергии $E \sim 55$ эВ, положение которого соответствует энергии связи $5s$ -электрона в атоме Yb [3] и, кроме того, порогам возбуждения спектральных линий, соответствующих переходам $4f^{12}5d \rightarrow 4f^{13}$ в системе YbIV [4, 5].

В отличие от Eu [1] не были обнаружены группы спектральных линий, соответствующие переходу типа $5p^5 4f^k 6s^2 \rightarrow 5p^6 4f^{k-1} 6s^2$.

Литература

- [1] В. Л. Голдовский, Л. Л. Шимон. Опт. и спектр., 41, 1095, 1976.
- [2] Л. Л. Шимон, В. С. Вукстич, В. Л. Голдовский, И. П. Запесоцкий, Н. М. Эрдеви. Опт. и спектр., 40, 643, 1976.
- [3] W. Lotz. J. Opt. Soc. Am., 60, 206, 1970.
- [4] B. W. Bryant. J. Opt. Soc. Am., 55, 771, 1965.
- [5] G. H. Dieke, H. M. Crosswhite, B. Dunn. J. Opt. Soc. Am., 51, 820, 1961.
- [6] K. L. Vander Sluis, L. J. Nugent. J. Chem. Phys., 60, 1927, 1974.

Поступило в Редакцию 14 марта 1977 г.

ОБ ИССЛЕДОВАНИИ СПЕКТРОВ ЭМИССИЙ Ва В ОБЛАСТИ 50÷90 НМ ПРИ ВОЗБУЖДЕНИИ АТОМОВ ЭЛЕКТРОННЫМ УДАРОМ

И. С. Алексахин, Г. Е. Богачев и С. Ю. Угрин

В настоящей работе сообщается об изучении спектров эмиссии бария в вакуумном ультрафиолете, а также функций возбуждения наиболее интенсивных спектральных линий. Экспериментальные исследования проводились методом пересекающихся

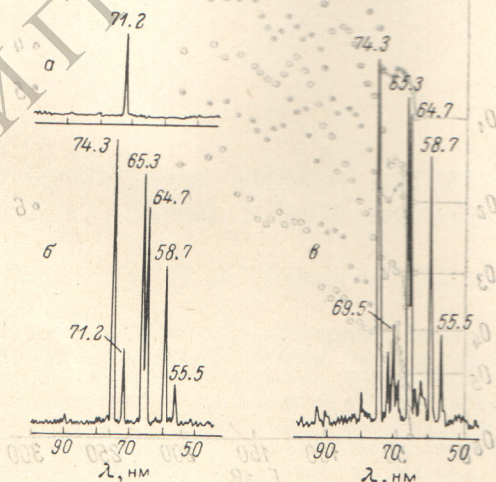


Рис. 1. Спектр излучения бария в области 50÷90 нм.

а — 26, б — 50, в — 100 эВ.

электронного и атомного пучков с регистрацией излучения методом счета отдельных фотоэлектронов [1]. В качестве спектрального прибора был использован вакуумный монохроматор, построенный по схеме Сейя-Намиока, в котором была установлена дифракционная решетка с $R=0.5$ м и 1200 штр./мм. Детектором излучения служил фотоэлектронный умножитель открытого типа. Электронный пучок круглого сечения формировался трехэлектродной электронной пушкой. Плотность тока составляла $10^{-3} \div 10^{-2}$ А/см², при энергетической неод-

порядности ~ 1.5 эВ для 90% электронов. Для получения атомного пучка использовался метод печи. Формирование пучка осуществлялось с помощью двух щелей. Концентрация атомов в месте пересечения пучков достигала 10^{12} см $^{-3}$. В камере столкновений поддерживался вакуум не хуже 10^{-6} тор.

Нами исследованы спектры бария, возбуждаемые при столкновениях атомов с электронами различных энергий. На рис. 1 показаны спектры, записанные на электронном потенциометре, при энергиях электронов 26, 50 и 100 эВ. Как видно из рис. 1, при 100 эВ возбуждается наиболее богатый спектр, в котором уверенно наблюдаются следующие линии: 74.3, 65.3, 64.7, 58.7, 55.5, 71.2 и 69.5 нм. Данные по длинам волн и порогам возбуждения всех исследованных линий собраны в таблице. Там же даны значения энергий, при которых функции возбуждения линий имеют максимумы, и идентификация тех линий, которые удалось отождествить.

Данные по длинам волн, порогам возбуждения и идентификация исследованных спектральных линий

λ , нм	$E_{\text{возб.}}$, эВ	E_{max} , эВ	Верхний уровень
74.3	31.89	50, 120, 180	$5p^5d^3P_1$
65.3	34.18	65, 110, 200	$5p^5d^3D_1$
64.7	34.36	80, 110, 190	$5p^5s^3\frac{3}{2} [^3\frac{3}{2}]$
58.7	36.31	75, 120, 190	$5p^5s^1\frac{1}{2} [^1\frac{1}{2}]$
55.5	37.53	70, 120, 190	$5p^5d^1P_1$
71.2	23.3	27	?
69.5	88.3	120, 190	?

Примечание. Ошибка в измерении длины волны составила не более ± 0.2 нм, а в измерении порога возбуждения — не более ± 0.5 эВ (для 69.5 нм — ± 1 эВ).

Большинство линий (см. таблицу) легко удается отождествить с известными спектральными линиями двухзарядного иона бария [2], представляющими собой комбина-

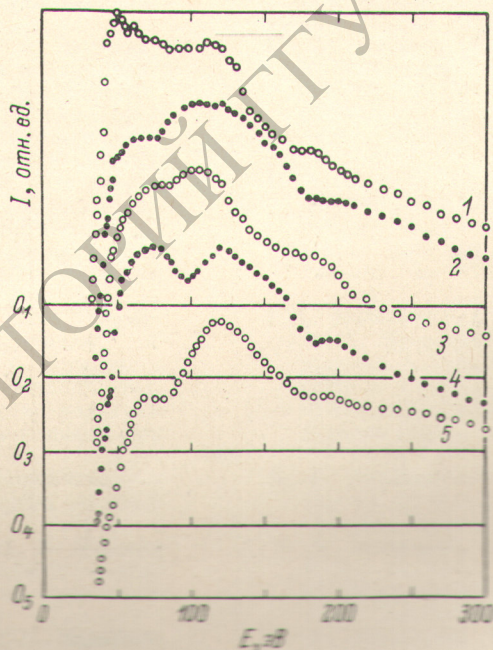


Рис. 2. Функция возбуждения резонансных линий Ba III электронным ударом.

1 — 74.3 нм ($5p^5d^3P_1 - 5p^5d^3P_0$), 2 — 65.3 нм ($5p^5d^3D_1 - 5p^5d^3D_0$), 3 — 64.7 нм ($5p^5s^3\frac{3}{2} [^3\frac{3}{2}] - 5p^5s^3\frac{3}{2} [^3\frac{3}{2}]$), 4 — 58.7 нм ($5p^5s^1\frac{1}{2} [^1\frac{1}{2}] - 5p^5s^1\frac{1}{2} [^1\frac{1}{2}]$), 5 — 55.5 нм ($5p^5d^1P_1 - 5p^5d^1P_0$).

ции основных состояний этих ионов с основными конфигураций $5p^5d$, $5p^5s(6s')$. Однако спектральные линии 71.2 и 69.5 нм не могут быть ни отождествлены с какими-

нибудь из известных спектральных линий бария,¹ ни отнесены за счет возможных примесей.

Измеренные функции возбуждения резонансных линий Ва III представлены на рис. 2. Все они имеют более или менее сложную структуру, которая говорит о многообразии процессов, приводящих к возбуждению этих линий. Характерны три группы максимумов с энергиями ~ 60 , ~ 120 и ~ 190 эВ; наиболее выражены максимумы при 120 эВ. Заметим, что величины энергий связи $5s$, $4d$ и $4p$ -электронов в атоме бария, согласно [3], близки к наблюдаемым порогам включения обнаруженных максимумов. Это позволяет сделать вывод о существенном влиянии возбуждения подболочек $5s^2$, $4d^{10}$ и $4p^6$ на процессы возбуждения $5p^6$ -подболочки, приводящие к образованию двухзарядного иона бария. С этой позиции понятно, почему максимумы при ~ 120 эВ доминируют. Стоит лишь принять во внимание результаты работ [4-6] по фотопоглощению атомов Ва и Cs, в которых обнаружена преобладающая роль поглощения $4d^{10}$ -подболочки.

Что касается самого механизма этого влияния, то пока нет возможности прийти к ясному его пониманию. В этом отношении можно только высказать предположения. Весьма возможно, что за наблюдаемые максимумы несут ответственность соответствующие межбололочные взаимодействия [6]. Не исключено также, что эти максимумы есть результат каскадных переходов с уровней возбуждения указанных внутренних подболочек, которые происходят с испусканием быстрых электронов (автоионизации).

Авторы благодарны И. П. Запесочному за постоянное внимание к работе и обсуждение полученных результатов.

Литература

- [1] И. С. Алексахин, В. С. Вукстич, И. П. Запесочный. ЖЭТФ, 66, 1973, 1974.
- [2] J. Reader, G. L. Epstein. J. Opt. Soc. Am., 65, 638, 1975.
- [3] К. Зигбан. Электронная спектроскопия, «Мир», 1971.
- [4] J. P. Connerade, M. W. D. Mansfield. Proc. Roy. Soc., A341, 267, 1974.
- [5] H. Petersen, K. Rodler, B. Sonntag, R. Haensel. J. Phys. B, 8, 31, 1975.
- [6] M. Ja. Amusja, V. K. Ivanov, L. V. Chernysheva, IX ICPEAC, Abstracts of Papers. Seattle, p. 1135, 1975.

Поступило в Редакцию 14 марта 1977 г.