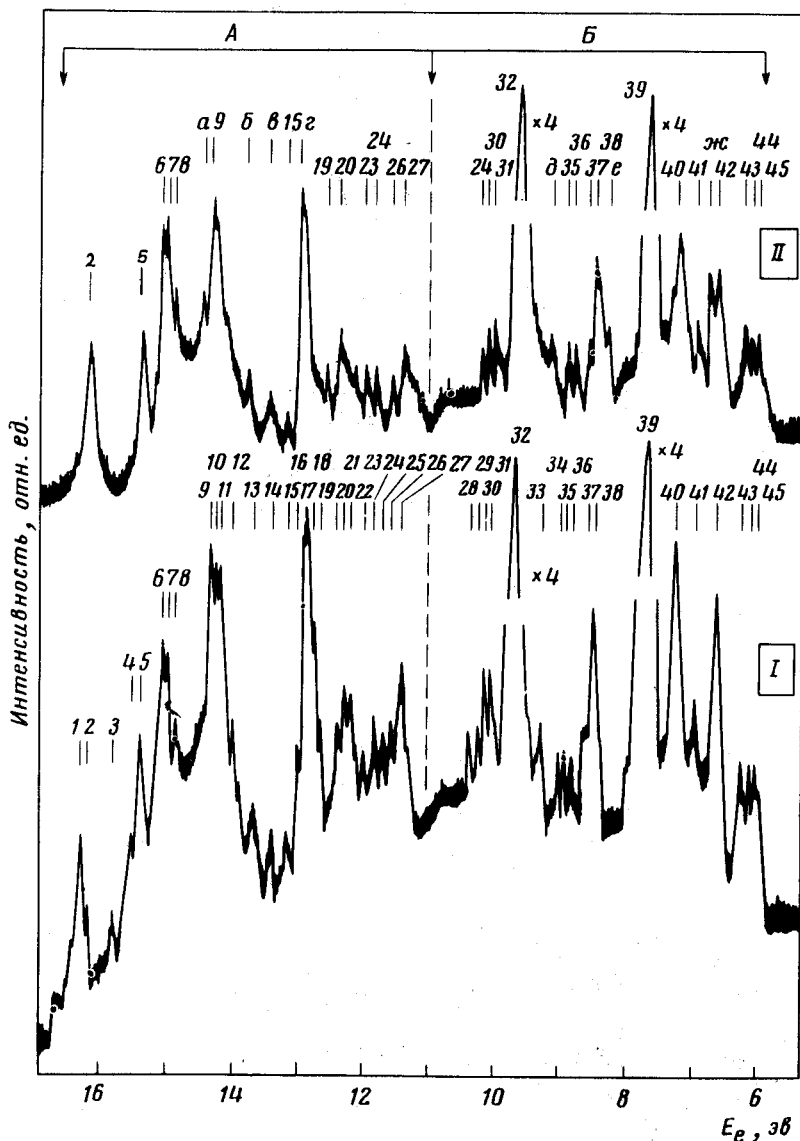


ЭЛЕКТРОННЫЕ СПЕКТРЫ
АВТОИОНИЗАЦИОННЫХ СОСТОЯНИЙ БАРИЯ
НАБЛЮДАЕМЫЕ В ЭЛЕКТРОННО-АТОМНЫХ СТОЛКНОВЕНИЯХ

И.С.Алексахин, А.А.Боровик, И.П.Запесочный

Методом электронной спектроскопии с использованием техники пересекающихся электронного и атомного пучков впервые изучены спектры электронов, испущенных атомами бария. Установлено, что наблюдаемые в спектре дискретные группы электронов с энергиями $6 + 16$ эв соответствуют распаду возбужденных автоионизационных состояний Ba и Ba^+ .

В настоящем сообщении приводятся впервые полученные результаты по исследованию возбуждения автоионизационных состояний бария электронным ударом. В работе применялась методика электронной спектроскопии и техника пересекающихся электронного и атомного пучков. Для анализа энергий электронов использован 180-градусный полусферический электростатический конденсатор с разрешением 0,05 эв. Регистрация электронных спектров проводилась под углом 90° к направлению движения падающего электронного пучка. В качестве детектора испущенных электронов использовался каналный электронный умножитель.



Спектры испущенных электронов атомов бария для энергий падающих электронов: I — $E_p = 110$ эв; II — $E_p = 500$ эв

На рисунке приведены энергетические спектры электронов, испущенных атомами бария, для энергий падающих электронов 110 и 500 эв, а

в таблице даны энергии испущенных электронов. Ввиду отсутствия надежных экспериментальных и теоретических данных об энергетическом положении автоионизационных состояний бария, в работе приведена экспериментальная шкала энергий.

Энергии испущенных электронов при распаде автоионизационных состояний бария

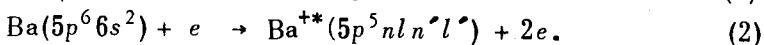
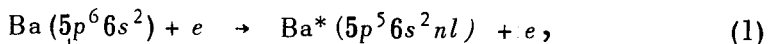
№ линии в спектре ¹⁾	$E_e^{2)}, эв$	№ линии в спектре	$E_e, эв$	№ линии в спектре	$E_e, эв$
1	16,33	16	13,03	33	9,34
2 ₊	16,22	г	12,97	д	9,19
3	15,84	17	12,88	34	9,03
4	15,56	18	12,78	35 ₊	8,93
5 ₊	15,46	19 ₊	12,65	36 ₊	8,82
6 ₊	15,08	20 ₊	12,41	37 ₊	8,65
7 ₊	15,03	21	12,32	38 ₊	8,53
8 ₊	14,89	22	12,24	е	8,38
а	14,57	23 ₊	12,02	39 ₊	7,76
9 ₊	14,34	24 ₊	11,84	40 ₊	7,28
10	14,29	25	11,79	41 ₊	6,99
11	14,21	26 ₊	11,62	ж	6,81
12	14,01	27 ₊	11,45	42 ₊	6,67
б	13,83	28	10,37	43 ₊	6,33
13	13,72	29 ₊	10,27	44 ₊	6,19
в	13,55	30 ₊	10,17	45 ₊	6,09
14	13,42	31 ₊	10,05	—	—
15 ₊	13,21	32 ₊	9,78	—	—

При возрастании энергии падающих электронов E_p от 110 до 500 эв характер спектра испущенных электронов заметно меняется: падает интенсивность линий в спектре (приблизительно в два раза) и уменьшается их количество (до 35). Последний факт можно понять, если предположить, что при энергии $E_p = 110$ эв эффективно происходит возбуждение автоионизационных состояний, соответствующих как оптически разрешенным, так и оптически запрещенным переходам с основного состояния атома бария. Вследствие резонансного характера процесса возбуждения запрещенных состояний их роль при энергии $E_p = 500$ эв становится незначительной.

¹⁾ Индекс "+" указывает, что эти линии присутствуют в спектрах как при 110 эв, так и при 500 эв.

²⁾ Погрешность абсолютной энергии $\pm 0,2$ эв.

Для обсуждения полученных результатов, в первую очередь рассмотрим наиболее вероятные процессы возбуждения внутренних электронов атома бария в автоионизационные состояния, распад которых может привести к испусканию дискретных групп электронов:



Каждое из указанных автоионизационных состояний может распадаться с образованием ионов как в основном, так и возбужденном состояниях. Это существенно усложняет интерпретацию электронных спектров.

Анализ полученных спектров совместно с имеющимися данными [1-5] позволяет выделить в них две группы линий: группа *A* с энергией электронов $11 \div 16$ эв и группа *B* с энергией $6 \div 11$ эв. Испущенные электроны группы *A* отражают процесс распада возбужденных атомных автоионизационных состояний (реакция 1) с образованием иона Ba^+ . Наблюдаемое в этой части спектра уширение линий объясняется тем, что автоионизационные состояния атома распадаются не только с образованием иона в основном состоянии, но и в возбужденных.

Линии группы *B* с энергией $6 \div 11$ эв в отличие от группы *A* более четко выражены в спектрах. Соответствующие им автоионизационные состояния образуются за счет ионизации p^6 -электрона атома бария (реакция 2). В этом случае наиболее интенсивные линии при энергиях 7,76 эв (№39) и 9,78 эв (№32) соответствуют распаду ионных автоионизационных состояний с энергией 22,97 и 24,99 эв. Энергия наиболее высоколежащего ионного автоионизационного состояния бария, определенная по спектру в группе *B*, составляет 25,58 эв (№28), что меньше энергии первого возбужденного состояния Ba^{++} [6]. Отсюда следует, что автоионизационные состояния иона Ba^+ распадаются только в основное состояние дзукратного иона Ba^{++} . Отсутствие многоканальности распада в этом случае и объясняет "чистоту" спектра в группе *B*.

Сравнение интенсивностей линий в группах *A* и *B* показывает, что наиболее эффективно возбуждаются автоионизационные состояния иона Ba^+ , которые распадаются с образованием Ba^{++} . Этот факт подтверждает высказанное ранее предположение [1, 4] о доминирующей роли ионных автоионизационных состояний в образовании Ba^{++} при электронно-атомных столкновениях.

Что касается дискретных групп электронов $a - ж$, присутствующих в спектре 11 ($E_p = 500$ эв), то их происхождение, возможно, связано с распадом автоионизационных состояний, образованных за счет возбуждения более глубоких $5s^2$ -, $4d^{10}$ -электронов атома бария.

Более детальный анализ энергетического положения автоионизационных состояний бария и их классификация будут проделаны после изучения спектров испущенных электронов в области пороговых энергий возбуждения.

Авторы благодарят В.К.Сусиденко и В.И.Шлепещкого за техническую помощь.

Литература

- [1] B.Peart, J.G.Stevenson, K.Dolder. J.Phys. B: Atom . Molec. Phys ., 6, 146, 1973.
 - [2] D.H.Grandall, P.O.Taylor, Gordon, H.Dunn. Phys. Rev. 10, 141, 1974.
 - [3] И.С.Алексахин, И.П.Запесочный, И.И.Гарга, В.П.Стародуб. Оптика и спектроскопия , 38, 228, 1975.
 - [4] Sadayuki Okudaira. J. Phys. Soc. Jap., 29, 409, 1970
 - [5] W.R.S.Garton, F.R.S. and W.H.Parkinson. Proc. R.Soc. Lond. A., 341, 45, 1974.
 - [6] J.Reader, G.L.Epstein. J. Opt. Soc. Amer., 65, 638, 1975.
-