

Письма в ЖЭТФ, том 18, вып. 10, стр. 613 – 616 29 ноября 1973 г.

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБНАРУЖЕНИЕ ЭМИССИОННЫХ ЛИНИЙ
С АВТОИОНИЗАЦИОННЫХ УРОВНЕЙ ЦЕЗИЯ**

*И. С. Алексахин, Г. Г. Болачев, В. С. Вукстич,
И. П. Запесочный*

До сих пор информация об автоионизационных состояниях атомов, обусловленных возбуждением внутренних электронов, в основном извлекается из экспериментов по фотопоглощению. Есть также ряд экспери-

ментов, в которых такие состояния изучаются по наблюдению спектров оже-электронов и спектров энергетических потерь электронов, испытавших столкновения с атомами.

Что касается распада автоионизационных уровней, то считалось, что он происходит главным образом путем автоионизации, и поэтому в подавляющем большинстве случаев радиационный распад их не принимался во внимание. Во всяком случае, о реальности наблюдения излучательных переходов с таких уровней ни в одной из монографий по атомной физике или спектроскопии атомов ничего не говорится.

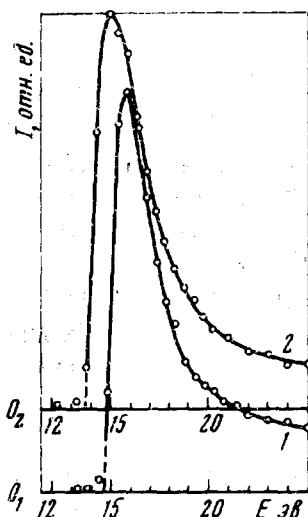


Рис. 1. Функция возбуждения эмиссионных переходов в атоме цезия: 1 — $\lambda = 960 \text{ \AA}$, 2 — $\lambda = 1085 \text{ \AA}$

Однако, детальные исследования по ионизации [1] и возбуждению [2, 3] атомов цезия (как и других щелочных элементов) электронным ударом, выполненные ранее в нашей лаборатории, содержали сильные (хотя и косвенные) доказательства значительной вероятности излучательных переходов с автоионизационных уровней на обычные возбужденные уровни этих атомов. Для осуществления эксперимента по прямому наблюдению такого излучения, как показал анализ проблемы, необходима установка с пересекающимися электронным и атомным пучками в соединении с вакуумным монохроматором и соответствующей регистрацией излучения, попадающего в далекую ультрафиолетовую область спектра.

В настоящее время в нашей лаборатории создан и действует один из вариантов такой установки. На ней был тщательно промерен участок спектра в интервале длин волн $750 - 1150 \text{ \AA}$, возбуждаемого электронным ударом в атомах цезия при различных энергиях электронов. Исследование этого спектра, полученного при давлении остаточных газов в камере столкновений ниже 10^{-6} тор , показало отсутствие каких-либо заметных спектральных линий или полос, обусловленных остаточными газами. Поэтому единственным источником наблюдавшихся семи линий могли быть только атомы цезия (в нейтральном или ионизированном состояниях).

Три наиболее интенсивные линии $\lambda = 813 \text{ \AA}$, $\lambda = 901 \text{ \AA}$ и $\lambda = 926 \text{ \AA}$, полностью исчезающие в спектре при энергии электронов $E \leq 17 \text{ эВ}$, уда-

ется легко отождествить как переходы Cs II с резонансных уровней $6s^1 [1/2]^0$, $5d [1^{1/2}]^0$ и $6s [1^{1/2}]^0$ на основные состояния иона. Что же касается остальных четырех линий ($\lambda = 960 \text{ \AA}$, $\lambda = 1060 \text{ \AA}$, $\lambda = 1085 \text{ \AA}$ и $\lambda = 1100 \text{ \AA}$), то отнести их также к ионам цезия не представляется возможным. Для двух из них, а именно — $\lambda = 960 \text{ \AA}$ и $\lambda = 1085 \text{ \AA}$ — были

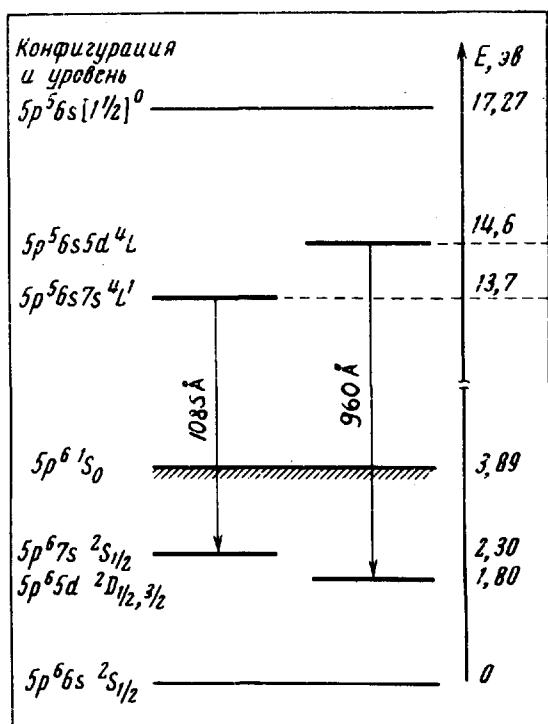


Рис. 2. Схема уровней цезия, объясняющая происхождение наблюдаваемых эмиссионных линий

измерены зависимости их интенсивностей от энергии электронов, которые представлены на рис. 1. Учитывая энергетический разброс электронов в данном эксперименте ($\Delta E \sim 1 \text{ эв}$), можно констатировать близкий к резонансному характер возбуждения их верхних уровней вблизи порога. Это дает возможность с достаточной надежностью оценить экспериментальные пороги возбуждения, которые равны 14,6 и 13,7 эв соответственно для линий $\lambda = 960 \text{ \AA}$ и $\lambda = 1085 \text{ \AA}$.

Поскольку энергия самого нижнего возбужденного уровня иона Cs^+ (резонансного уровня) значительно больше и равна 17,2 эв, то нельзя не прийти к заключению, что единственной возможностью появления этих линий может быть только образование состояний, обусловленных возбуждением электронным ударом одного из электронов внешней замкнутой оболочки $5p^6$ и лежащих выше потенциала простой ионизации атома цезия. Тогда, учитывая данные настоящего эксперимента по длинам волн наблюдавших линий, энергетическим порогам их появления в спектре и соответствующие правила отбора для автоионизационных уровней, можно отождествить эти линии как результат излучательных переходов с уровнем $5p^5 6s n\ell (^4L)$ на самые нижние уровни побочных серий атома цезия, обусловленных возбуждением валентного $6s$ -электрона (см. рис. 2).

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что радиационный распад автоионизационных состояний атома может происходить со значительной вероятностью. Обнаружение и исследование таких эмиссионных спектров открывает новые возможности в познании механизма возбуждения внутренних оболочек атомов и резко расширяет арсенал атомной спектроскопии в излучении строения вещества.

Ужгородский
государственный университет

Поступила в редакцию
8 октября 1973 г.

Литература

- [1] И.П.Запесочный, И.С.Алексахин. ЖЭТФ, 55, 76, 1968.
 - [2] И.П.Запесочный, Л.Л.Шимон. Оптика и спектроскопия, 20, 753, 1966.
 - [3] Е.Н.Постой, И.С.Алексахин, И.П.Запесочный. Оптика и спектроскопия., 35, 386, 1973.
-