

И. П. ЗАПЕСОЧНЫЙ, В. В. СОВТЕР, О. Б. ШПЕНИК,
А. Н. ЗАВИЛОПУЛО

РЕЗОНАНСЫ И АНТИРЕЗОНАНСЫ НА ПОЛНЫХ СЕЧЕНИЯХ ЭЛЕКТРОННОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ УРОВНЕЙ КАДМИЯ

(Представлено академиком Р. З. Сагдеевым 26 X 1973)

В работах (¹, ²) при исследовании прохождения моноэнергетических электронов через инертные газы и пары ртути были обнаружены острые экстремумы — «резонансы» в упругом сечении рассеяния. В экспериментах другого рода, с использованием электронных спектрометров высокого разрешения (³⁻⁵), наблюдались подобные резонансы также на энергетических зависимостях сечений неупругого рассеяния под различными фиксируемыми углами (0—135°) на атомах гелия и некоторых молекулах.

Весьма плодотворными являются поиски экстремумов на энергетических кривых полного неупругого рассеяния электронов — конкретно в сечениях возбуждения энергетических уровней — с помощью спектроскопического метода (в котором детектируются фотоны вместо неупруго рассеянных электронов). Ранее этим методом были обнаружены узкие максимумы на функциях возбуждения ртути и гелия (⁶) и гелия (⁷, ⁸).

В настоящее время в нашей лаборатории выполняется цикл исследований элементарных процессов возбуждения и ионизации различных атомов медленными электронами повышенной энергетической однородности. В частности, впервые детально изучена тонкая структура функций возбуждения спектральных линий кадмия, характеризующаяся целым рядом экстремумов. Эти исследования выполнены на установке, аналогичной описанной нами в (⁶), однако отдельные узлы ее существенно усовершенствованы.

Во-первых, регистрация излучения возбужденных атомов осуществлялась намного более чувствительным способом — методом счета отдельных фотоэлектронов в режиме модуляции электронного пучка, а для выделения измеряемой спектральной линии использовался светосильный монохроматор МДР-2. Во-вторых, атомы кадмия возбуждались столкновениями электронов внутри паронаполненной ячейки — миниатюрной камеры столкновений, в то время как эмиссия и формирование электронов в монохроматический пучок происходили вне этой ячейки, в условиях глубокого вакуума.

Все это дало возможность провести прецизионные исследования в исключительно благоприятных условиях эксперимента, когда ток электронного пучка в объеме столкновений был не более $2 \cdot 10^{-8}$ а, давление паров кадмия — менее $5 \cdot 10^{-3}$ тор, а энергетический разброс электронного пучка составлял всего 0,08 эв. Погрешность калибровки энергии электронов в пучке составляла $\pm 0,03$ эв, а неопределенность положения экспериментальных точек на функциях возбуждения по ординате не превышала 3% в максимуме кривых. Особенно тщательно исследовано поведение сечений возбуждения четырех спектральных линий кадмия вблизи порога процесса, верхние энергетические уровни которых суть 5^1P_1 , 6^3S_1 , 7^3S_1 и 5^2D_{123} .

Детальный анализ полученных кривых (рис. 1) показывает, что большинство экстремумов непосредственно отражает характер возбуждения

верхнего уровня данной спектральной линии. (Только максимум при $E=7,37$ эв на функции возбуждения линии) $\lambda=5086$ Å и максимумы при $E=8,18$ и $E=8,40$ эв для $\lambda=3133$ Å можно интерпретировать как результат каскадных переходов с расположенных выше уровней). Следовательно, можно считать, что нами установлено существование резонансов — острых максимумов при возбуждении триплетных уровней, а именно $E_1^{\max}=7,22$ эв для 6^3S_1 -уровня и $E_2^{\max}=7,95-7,98$ эв для уровней 7^3S_1 ,

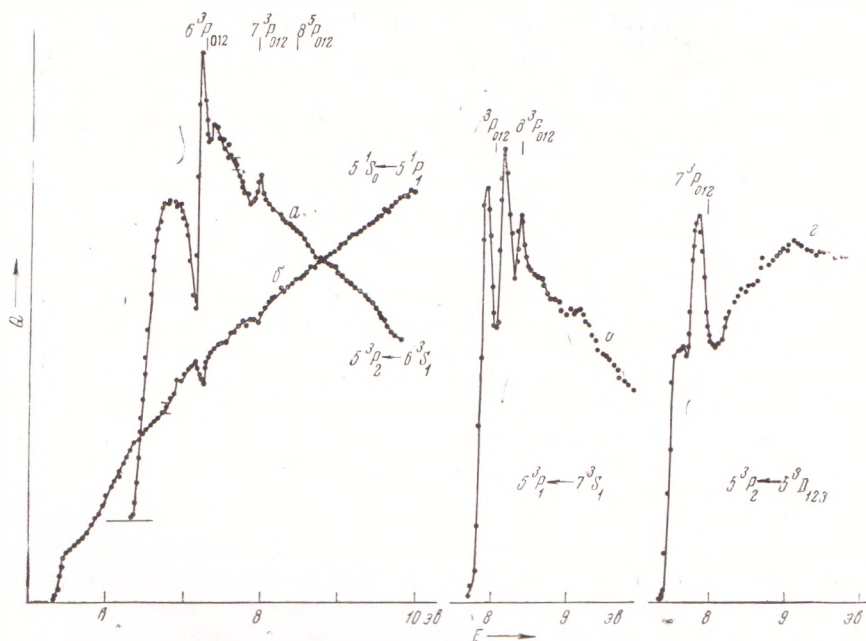


Рис. 1. Энергетическая зависимость сечений возбуждения спектральных линий атома кадмия (А): а — 5086, б — 2288, в — 3133, г — 3610/12/14

6^3S_1 и 5^3D_{123} . Для возбуждения синглетного 5^1P_1 -уровня, наоборот, характерными являются два узких минимума — «антирезонанса», энергетическое положение которых ($E_1^{\min}=7,23$ и $E_2^{\min}=7,96$ эв), а также ширина удивительно точно совпадают с соответствующими резонансами на функциях возбуждения триплетов. Другими словами, они находятся в противофазе. Такое явление противофазы экстремумов — резонансов и антирезонансов в полных сечениях электронного возбуждения различных уровней атома обнаружено также впервые.

Существование резонансов в сечениях возбуждения триплетных уровней кадмия, по-видимому обусловлено дополнительным заселением соответствующих уровней через промежуточные короткоживущие состояния отрицательного иона (Cd^-)* по схеме



Что касается эффекта противофазы экстремумов на триплетных и синглетном уровнях, то можно предположить, что здесь имеет место конкуренция двух элементарных процессов — возбуждение атомов кадмия в состояние 5^1P_1 и образование тех состояний отрицательного иона кадмия, распад которых дополнительно заселяет возбужденные триплетные

состояния атома. Существенно, однако, что такая конкуренция происходит в очень узкой области относительных скоростей взаимодействия электронов и атомов кадмия.

Ужгородский государственный
университет

Поступило
12 II 1973

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ G. I. Schulz, Phys. Rev., **136**, 3A, A650 (1964). ² C. E. Kuyatt, J. A. Simpson, S. R. Mielczazec, Phys. Rev., **138**, A385 (1965). ³ G. E. Chamberlain, Phys. Rev. Lett., **14**, № 5, 581 (1965). ⁴ H. Ehrhardt, K. Wilman, V ICPEAC, Abstracts of Papers, Leningrad, 1967, p. 486. ⁵ F. Linder, H. Schmidt, Zs. Naturforsch., **26a**, 1617 (1972). ⁶ И. П. Запесочный, О. Б. Шпеник, ЖЭТФ, **50**, 890 (1966). ⁷ R. R. Keesing, M. Kurepa, V Yugoslav. Symposium and Summer School on the Physics of Ionized Gases, Contrib. Papers, 21, Hercag-Novi, Yugoslavia, (1970). ⁸ H. G. M. Heideman, W. Dalfsen, C. Van Smit, Physica, **51**, № 2, 215 (1971).