

первого мультиплета и небольшого максимума в области 12 эВ — в случае второго. Происхождение этих особенностей на функциях возбуждения остается пока не выясненным.

### Литература

- [1] П. А. Бохан, В. М. Климкин, В. Е. Прокопьев. Квантовая электроника, 1, 1365, 1974.
- [2] П. А. Бохан, В. М. Климкин, В. Е. Прокопьев, В. И. Соломонов. Квантовая электроника, 4, 152, 1977.
- [3] Э. И. Непийнов, Л. Л. Шимон. УФЖ, 18, 539, 1973.
- [4] H. N. Russell, W. Albertson, D. N. Davis. Phys. Rev., 60, 644, 1944.

Поступило в Редакцию 13 апреля 1977 г.

УДК 537.52 : 546.49

## ВЫСТРАИВАНИЕ УРОВНЕЙ HgI В ПЛАЗМЕ ПОЛОЖИТЕЛЬНОГО СТОЛБА РАЗРЯДА

Э. А. Алипова и Е. Н. Котликов

В последнее время для исследования высоковозбужденных состояний инертных газов широко применяется явление выстраивания атомов в плазме положительного столба разряда [1-4]. Данным методом были определены времена жизни и сечения деполаризующих соударений ряда уровней He, Ne, Ar, Kr, Xe. Как известно [2], выстраивание в разряде образуется вследствие анизотропии распространения и поглощения света ансамблем атомов. Практически распространение света анизотропно для всех видов разряда и можно ожидать образования выстраивания в разряде на большом классе объектов. В настоящей работе описывается выстраивание в разряде на ряде уровней конфигурации  $n^3P_{1,2}$  и  $7^3S_1$  Hg I.

Экспериментальная установка обычно для экспериментов по выстраиванию в разряде [2, 4, 5]. Разряд постоянного тока на парах ртути поддерживался в трубке длиной 35 см и внутренним диаметром 0.4 см. Спонтанное излучение на исследуемой линии выделялось монохроматором, на выходе которого стояла интерференционная призма, разделявшая свет на два пучка с ортогональными поляризациями [2]. Регистрация сигнала выстраивания в разряде производилась на многоканальном анализаторе импульсов [5]. Для поддержания фиксированного значения давления паров ртути разрядная трубка термостабилизировалась.

Сигналы выстраивания обнаружены на большинстве уровней конфигураций S, P и D HgI. Большинство сигналов имело ширину около 1 Э. При такой ширине лабораторное магнитное поле порядка 0.5 Э может вызвать значительное искажение и уширение сигнала, поэтому проводилась тщательная компенсация лабораторного магнитного поля. Для этого непосредственно в точке наблюдения магнитное поле контролировалось по минимуму ширины наиболее узких сигналов выстраивания с уровней  $6^3P_{1,2}$  [2]. Таким образом, удавалось скомпенсировать лабораторное магнитное поле по абсолютному значению до величины около 0.05 Э, что приводило к погрешности измерения контура выстраивания с шириной 0.5 Э не более 2%.

В большинстве экспериментов магнитное поле накладывалось перпендикулярно оси трубки вдоль направления наблюдения. При такой геометрии эксперимента сигналы выстраивания при наблюдении в ортогональных поляризациях (параллельно и перпендикулярно оси трубки) должны иметь вид лоренцевских контуров с различными знаками. На всех переходах наблюдаемые сигналы выстраивания в двух ортогональных поляризациях представляли собой сумму интерференционного сигнала (описываемого лоренцевским контуром), знак которого зависел от наблюдаемой поляризации, и монотонно изменяющейся подложки, приблизительно одинаковой для сигналов в обоих ортогональных поляризациях. От подложки частично избавлялись, используя дифференциальную схему регистрации [2]. Сигналы выстраивания были также зарегистрированы при наложении магнитного поля, направленного вдоль оси трубки. Это показывает, что характер образования сигналов выстраивания может быть такой же, как и в разряде на инертных газах, т. е. перепоглощение света в излучающем объеме [1, 2].

Подробное изучение сигналов выстраивания проводилось на уровнях  $7^3S_1$ ,  $8^3P_{1,2}$ ,  $9^3P_{1,2}$ ,  $10^3P_{1,2}$ . В эксперименте исследовались зависимости ширины сигналов выстраивания от давления ртути в области от 3 до 35 мтор и от токов в разрядной трубке в пределах от 10 до 50 мА. За исключением уровня  $10^3P_{1,2}$ , эти зависимости носили линейный характер. Из этих измерений были определены сечения деполаризующих соударений с атомами ртути в основном состоянии, уширения деполаризующими соударениями

Уровень	$\tau_{\text{рад.}}, \text{нс}$	$\gamma_{\text{ст}(2)}/P, \text{МГц/тор}$	$\gamma_{\text{ст}(2)}/j, \text{МГц/А.см}^{-2}$	Уровень	$\tau_{\text{рад.}}, \text{нс}$	$\gamma_{\text{ст}(2)}/P, \text{МГц/тор}$	$\gamma_{\text{ст}(2)}/j, \text{МГц/А.см}^{-2}$
$7^3S_1$	$12 \pm 1$	$\leq 1$	$7 \pm 5$	$9^3P_2$	$41 \pm 5$	$90 \pm 40$	$18 \pm 3$
$8^3P_1$	$61 \pm 5$	$\leq 25$	—	$10^3P_1$	$126 \pm 11$	$110 \pm 50$	—
$8^3P_2$	$95 \pm 6$	$51 \pm 8$	$0.7 \pm 0.4$	$10^3P_2$	$44 \pm 8$	$100 \pm 100$	$21 \pm 3$
$9^3P_1$	$79 \pm 9$	$20 \pm 20$	$3.7 \pm 0.5$				

с электронами и заряженными частицами и радиационные времена жизни. Примеры экстраполяции по давлению и току приведены на рис. 1 и 2. Результаты измерений сведены в таблицу.

Измерение ширины лоренцовских контуров проводилось на ЭВМ по методу наименьших квадратов в предположении, что записанные сигналы аппроксимируются

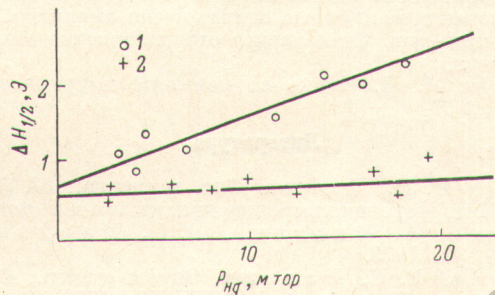


Рис. 1. Зависимости ширины сигналов выстраивания в разряде от давления паров.

1 — данные относятся к уровню  $8^3P_2$ , 2 — данные относятся к уровню  $8^3P_1$ .

функцией вида  $\alpha + \beta H + \gamma H^2 + \Delta/(\varepsilon^2 + H^2)$  [4]. Погрешности единичных измерений составляли, как правило, величину (2—15)%. Приведенные в таблице погрешности определялись методом наименьших квадратов по разбросу измерений при линейной экстраполяции ширины сигналов выстраивания по току и по давлению.

В литературе отсутствуют данные по измерению радиационных времен жизни и сечений деполяризующих столкновений уровней  $n^3P_{1,2}$  Hg I. Полученное нами зна-

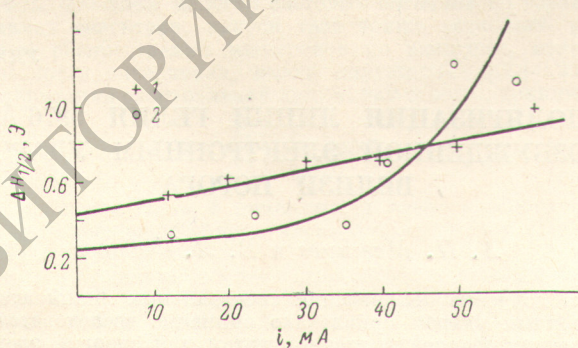


Рис. 2. Зависимость ширины сигналов выстраивания в разряде от тока.

1 — данные относятся к уровню  $9^3P_2$ , 2 — данные относятся к уровню  $10^3P_1$ .

чение радиационного времени жизни для уровня  $7^3S_1$  в пределах погрешности совпадает с данными, полученными другими авторами различными методами:  $11.2 \pm 2$  [7],  $10.4 \pm 0.4$  [8],  $11.16 \pm 0.2$  [9].

Как уже упоминалось выше, для всех уровней, за исключением  $10^3P_2$ , была получена линейная зависимость ширины сигнала выстраивания от давления паров ртути и плотности тока. Нелинейную зависимость ширины сигнала выстраивания уровня  $10^3P_1$  от тока (рис. 2) можно приписать переносу когерентности спонтанным излучением с расположенных выше уровней при больших плотностях тока [3, 4].

Сложная форма сигналов выстраивания (имеющих вид разности двух лоренцовских контуров с резко отличающимися полуширинами) была зарегистрирована на переходах с уровня  $7^3S_1$ . Широкий контур обусловлен выстраиванием уровня  $7^3S_1$ , а узкий — переносом когерентности спонтанным излучением с более высоко расположенных уровней. В работе [6] на основании изучения функций возбуждения утверждается, что уровень  $7^3S_1$  в разряде постоянного тока заселяется преимущественно за счет каскадных переходов с  $7^3P_2$ -уровня. В этом случае ширина узкого контура обусловлена временем жизни уровня  $7^3P_2$ .

В литературе отсутствуют данные по уровням  $7^3P_{1,2}$ . По-видимому, это связано с тем обстоятельством, что все переходы с этих уровней лежат либо в инфракрасной области спектра, либо в области вакуумного ультрафиолета.

Нами была сделана попытка наблюдения сигналов выстраивания с уровнем  $7^3P_{1,2}$ . Фотоприемником служил германиевый фотодиод типа ФД-10Г, имеющий максимум чувствительности в области 1.5 мкм. Сигнал выстраивания с уровня  $7^3P_1$  на переходе  $7^3P_1-7^3S_1$  ( $\lambda=1.37$  мкм) ни при каких условиях эксперимента зарегистрирован не был. С уровня  $7^3P_2$  на переходе  $7^3P_2-7^3S_1$  ( $\lambda=1.52$  мкм) при разрядном токе 80 мА после четырехчасового накопления сигнала на анализаторе импульсов был зарегистрирован сигнал выстраивания при отношении сигнал/шум 1.5/1. Сигнал имел вид разности двух лоренцовских контуров с одинаковыми амплитудами и ширинами, отличающимися в два—три раза. Однозначное отождествление этого сигнала с каким-либо уровнем невозможно.

Авторы благодарны М. П. Чайке за полезные научные консультации.

### Литература

- [1] Х. В. Каллас, М. П. Чайка. Опт. и спектр., 27, 694, 1969.
- [2] М. П. Чайка. Интерференция вырожденных атомных состояний. ЛГУ, Л., 1975.
- [3] С. А. Казанцев, А. Кислинг, В. П. Марков, М. П. Чайка. Вестн. ЛГУ, 10, 33, 1975.
- [4] С. А. Казанцев, Е. С. Ползик. Опт. и спектр., 41, 1092, 1976.
- [5] Е. Н. Котликов. Депонировано ВИНТИ, 1772-76.
- [6] T. Anderson, L. Richard. Phys. Rev., 157, 31, 1967.
- [7] E. Brannen, F. Hurt, R. Adlington. Nature, 175, 810, 1955.
- [8] А. Л. Ошерович, Е. Н. Борисов, М. Л. Бурштейн, Я. Ф. Веролайнен. Опт. и спектр., 39, 820, 1975.
- [9] J. Agarbiceanu, J. Kikurekianu, T. Popescu, V. Vasiliu. Compt. Rend., 127B, 2264, 1963.

Поступило в Редакцию 14 апреля 1977 г.

УДК 539.186.2 : 546.291

## ПОЛЯРИЗАЦИЯ ЛИНИИ ГЕЛИЯ 5876 Å, ВОЗБУЖДЕННОЙ ЭЛЕКТРОННЫМ УДАРОМ ВБЛИЗИ ПОРОГА

А. П. Мезенцев и В. Л. Федоров

Долгое время изучение поляризации спектральных линий атомов при их возбуждении электронным ударом привлекало внимание исследователей качественным несоответствием между теорией и экспериментом для энергий электронов, близких к порогу возбуждения линий [1]. В то время как по закону сохранения моментов поляризация линий для энергий электронов, близких к пороговой, должна иметь экстремальное значение, экспериментальные работы давали монотонное уменьшение поляризации [2]. В целом ряде работ, в частности для гелия [3, 4], это несоответствие было устранено, но интерес к изучению поляризации при электронном ударе сохранился в силу целого ряда причин. Так, до сих пор нет количественного согласия между предсказаниями теории и экспериментальными данными для порога возбуждения спектральных линий [4]. Был предпринят целый ряд теоретических попыток объяснения этого расхождения с помощью включения в рассмотрение эффектов, связанных с учетом тонкой и сверхтонкой структуры атомных линий [5], обменного взаимодействия электронов атома с электронами в пучке [6], изотопического состава исследуемого газа [7]. Кроме пороговой области для гелия представляется интересным измерение поляризации в области энергий электронов пучка 56–62 эВ с целью обнаружения резонансного образования иона гелия [8].