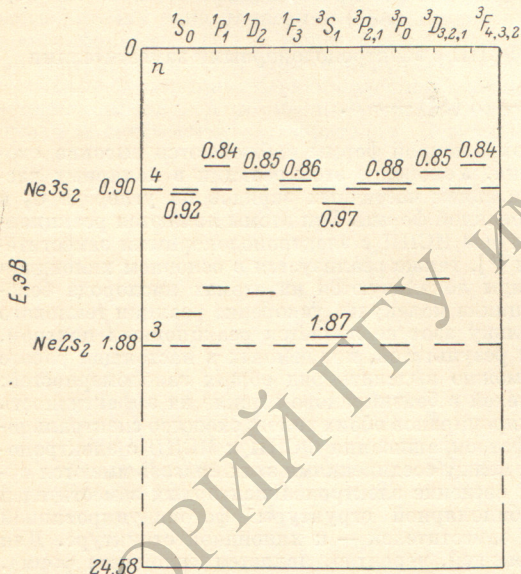


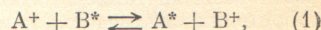
О РОЛИ ПЕРЕЗАРЯДКИ В ФОРМИРОВАНИИ ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЛАЗМЫ НА СМЕСИ ГАЗОВ

А. М. Шухтин

Вопрос о механизме взаимодействия компонентов смеси газов в условиях электрического разряда, приводящего к инверсии заселенности уровней, давно привлекает к себе внимание. Так, в 1961 г. Джаван с соавторами [1] на основе сопоставления схем энергетических уровней атомов предположили, что столкновения второго рода атомов гелия в состояниях 2^3S_1 и 2^1S_0 с атомами неона в нормальном состоянии приводят к инверсии заселенности уровней неона конфигурации $2p^54s$ и $2p^55s$ относительно уровней конфигурации $2p^53p$. Такое объяснение теперь стало уже привычным, но его трудно признать единственным и достаточно полным. Представляется уместным обратить внимание на возможность селективного заселения указанных уровней также в процессе перезарядки ионов на возбужденных атомах. На рисунке показано расположение уровней атома He с $n=3$ и $n=4$ относительно границы ионизаций (сплошные линии) и положение уровней $Ne3s_2$, $Ne2s^1$ (штриховые линии). Как видно, уровень $Ne2s_2$ расположен весьма близко к уровню $Ne3^3S_1$, а уровень $Ne3s_2$ — к ряду уровней He с $n=4$ (сумма статистических весов этих уровней гелия равна 64). Дальнейший анализ



указывает также на совпадение ряда других уровней Ne и He, расположенных выше уровня $Ne3s_2$. В условиях плазмы при соударениях иона одного компонента с возбужденным атомом другого будет происходить перезарядка ионов по схеме (1)



A^* и B^* — возбужденные частицы с близко расположенными уровнями. Отношение потоков образующихся возбужденных частиц компонентов A и B может оказаться больше, меньше или равным единице

$$\frac{Q_{A^+B^*n_A+n_B^*}}{Q_{A^*B^+n_A^*n_B^+}} \cong 1, \quad (2)$$

Положение уровней гелия и неона относительно границы ионизации.

где Q — эффективные сечения перезарядки при прямом и обратном процессах; их отношение легко определить на основе принципа детального равновесия. Данных о величине самих сечений в литературе обнаружить не удалось. Однако сечения резонансной перезарядки (A и B одинаковые атомы) для состояний, соответствующих потенциалу ионизации 1 эВ, согласно данным работы [2], достигают значений $Q = 4 \times 10^{-13}$ см². Значение отношения (2), равное единице, соответствует равновесию, а отклонение от единицы в ту или другую сторону характеризует направление процесса. Величину и знак отношения (2) можно изменять, варьируя конкретные условия опыта.

Перезарядка на собственных атомах в высоко возбужденных состояниях может существенно влиять на распределение заселенности их близко расположенных уровней. При наличии уровней с близкими значениями энергии, отсчитанной от границы ионизации, перезарядка по схеме (1) может происходить в смесях, компоненты которых имеют не только близкие, но и сильно различные потенциалы ионизации. Различие в структуре взаимодействующих частиц также не должно препятствовать протеканию процесса.

Анализ схем уровней атомов смесей газов, используемых для получения индуцированного излучения, показывает, что обычно верхний из инверсно заселенных уровней располагается сравнительно близко к границе ионизации атома, т. е. там, где сечения перезарядки велики, уровни расположены тесно и оказывается вероятным близкое расположение уровней, принадлежащих частицам различных газов. Таким образом, перезарядка как механизм селективного заселения и разрушения определенных энер-

¹ Уровни неона обозначены по Пашену.

гетических уровней частиц компонентов смеси оказывается процессом весьма универсальным. Его эффективность определяется составом смеси и условиями опыта. Высокую эффективность можно ожидать при большой плотности плазмы на смесях с существенно различными потенциалами ионизации компонентов, например пары металла—газ.

Литература

- [1] L. A. Javan, W. R. Bennet, Jr., D. R. Harriott. Phys. Rev. Lett., 6, 106, 1961.
 [2] Б. М. Смирнов. ЖЭТФ, 59, 1225, 1970.

Поступило в Редакцию 28 ноября 1978 г.

УДК 539.184.24 : 546.35

ИЗМЕРЕНИЕ ШТАРКОВСКОГО СДВИГА ЛИНИИ $6^2P_{1/2}-5^2S_{1/2}$ РУБИДИЯ МАГНИТНЫМ СКАНИРОВАНИЕМ

Е. С. Ползик и М. П. Чайка

В работах [1, 2] описан метод магнитного сканирования в применении к измерению уширений и сдвигов спектральных линий давлением постороннего газа.

В настоящей работе этот метод применен для измерения штарковского сдвига линии рубидия $6^2P_{1/2}-5^2S_{1/2}$ и нахождения поляризуемости α уровня $6^2P_{1/2}$.

Основные черты экспериментальной установки, изображенной на рис. 1, такие же, как и в работах [1, 2]. В отличие от нее резонансная ячейка, служившая источником света с известным контуром спектральной линии в упомянутых выше работах, в нашей установке имела внутренние электроды. Сдвиг спектральной линии излучения резонансной ячейки, вызванный электрическим полем, являлся параметром задачи, а поглощающая ячейка в магнитном поле служила прибором-анализатором.

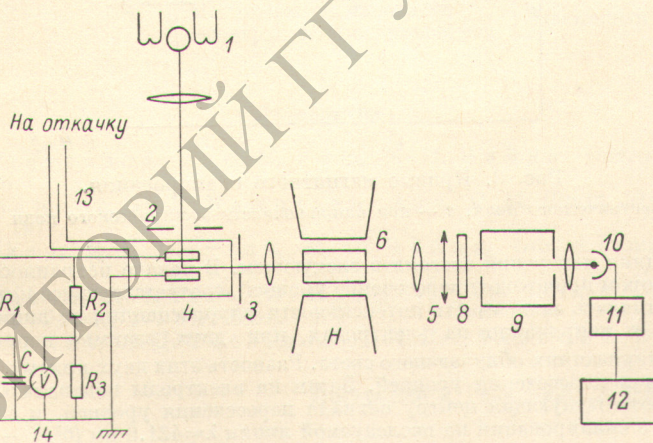


Рис. 1. Блок-схема экспериментальной установки.

1 — лампа; 2, 3 — маски; 4 — кювета с электродами; 5 — поляризатор; 6 — поглощающая кювета; 7 — фильтр; 8 — монохроматор; 9 — ФЭУ; 10 — ФЭУ; 11 — схема счета фотонов; 12 — частотомер; 13 — магнитный затвор; 14 — вольтметр ВК7-10А; R_1 — защитное сопротивление; R_2, R_3 — делитель.

Конструкция резонансной ячейки с внутренними электродами такая же, как в работе [3]. Диаметр ее составляет 40 мм, диаметр электродов-дисков из стекла 30 мм, расстояние между ними $d=7.3 \pm 0.1$ мм. Параллельность, т. е. угол между рабочими поверхностями, не больше $5 \cdot 10^{-3}$. Кювета наполнена изотопом рубидия 87. Примесь Rb^{85} , согласно паспорту, менее 3%. От вакуумной установки ячейка отделена магнитным затвором 13, что позволяло весь объем, занятый парами рубидия, кроме специального отростка, поддерживать при одной и той же (порядка 100°C) температуре. Отросток, содержащий металлический рубидий, поддерживался при температуре 60°C , стабилизированной с точностью лучше, чем 0.1 К. Такая конструкция исключала концентрацию металлического рубидия на стенках ячейки.