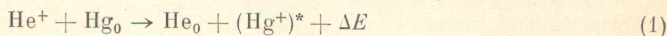


ИЗМЕРЕНИЕ СЕЧЕНИЯ НЕРЕЗОНАНСНОЙ ПЕРЕЗАРЯДКИ He⁺—Hg₀ ПРИ ТЕПЛОВЫХ ЭНЕРГИЯХ

В. А. Картазаев, Ю. А. Пиотровский и Ю. А. Толмачев

Реакция нерезонансной перезарядки



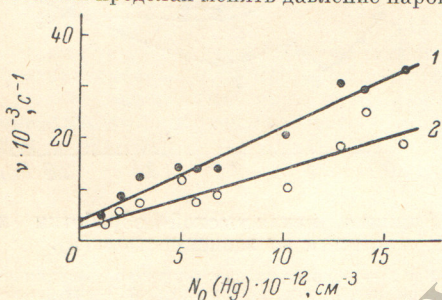
используется для селективного возбуждения группы уровней иона ртути в He—Hg газоразрядном лазере [1, 2]. В работах [3–5] было определено эффективное сечение этого процесса из анализа послесвечения импульсного разряда в смеси He—Hg. Концентрация нормальных атомов ртути N_0 (Hg) во всех указанных работах определялась по упругости насыщенных паров. Однако известно, что в положительном столбе разряда концентрация N_0 (Hg) может существенно отличаться от найденной таким образом величины вследствие катафореза. В связи с этим нами был поставлен эксперимент по определению константы скорости реакции перезарядки, в котором концентрация нормальных атомов ртути определялась по поглощению линии Hg I $\lambda=253.7$ нм.

Кварцевая разрядная трубка диаметром 20 мм, длиной 210 мм заполнялась смесью гелия ($p_{\text{He}}=6$ тор) и ртути. Перегнанная в вакууме ртуть находилась в отростке, помещенном в холодильник, регулируя температуру которого можно было в значительных пределах менять давление паров. Для измерения концентрации трубка просвечивалась в поперечном направлении излучением высокочастотной шариковой лампы.

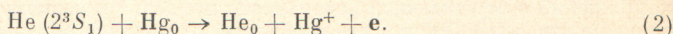
Система регистрации свечения исследуемой смеси состояла из монохроматора с дифракционной решеткой, фотоумножителя ФЭУ-79, работающего в режиме счета фотонов, схемы задержанных совпадений и пересчетного устройства. Возбуждение смеси производилось импульсами тока длительностью 40 мкс, сила тока в импульсе не превышала 100 мА. Наблюдалось послесвечение линий He, Hg I и Hg II, также измерялась концентрация метастабильных атомов He (2^3S_1) по поглощению линии He I $\lambda=388.9$ нм.

Для определения константы скорости перезарядки использовался тот факт, что состояние $\text{Hg}^+(7p^2P_{3/2})$ в послесвечении заселяется главным образом в результате

Зависимость вероятности разрушения ионов He⁺ (1) и метастабильных атомов He(2^3S_1) (2) от концентрации N_0 (Hg).

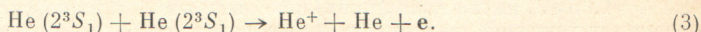


реакции (1) [5]. Следовательно, яркость линии Hg II $\lambda=615.0$ нм, испускаемой при переходе с этого уровня, пропорциональна произведению концентраций $N(\text{He}^+) \cdot N_0(\text{Hg})$. Концентрация нормальных атомов ртути в послесвечении может отличаться от исходной вследствие ионизации при столкновениях с быстрыми электронами, а также в результате реакции



Оценки показывают, что при начальной концентрации $N_0(\text{Hg}) \approx 10^{13} \text{ см}^{-3}$ изменение ее вследствие указанных эффектов не должно превышать 1%. Следовательно, яркость линий $\lambda=615.0$ нм можно считать пропорциональной $N(\text{He}^+)$.

В начальной стадии послесвечения разряда ($t < 100$ мкс) эффективно происходит образование ионов He⁺ вследствие реакции парных столкновений метастабильных атомов гелия [6]



В связи с этим для определения константы скорости реакции (1) использовались результаты измерения яркости линии $\lambda=615.0$ нм для времен, когда роль процесса (3) становится пренебрежимо мала. В этом случае спад яркости $\lambda=615.0$ нм происходит по экспоненциальному закону и уравнение баланса для ионов He⁺ можно представить в виде

$$\frac{dN(\text{He}^+)}{dt} = -N(\text{He}^+) [\alpha^{\text{диф}} + KN^2(\text{He}) + k_1N_0(\text{Hg})], \quad (4)$$

где $\alpha^{\text{диф}}$ — вероятность диффузионных потерь, K — константа конверсии атомарных ионов в молекулярные при тройных столкновениях [7], $k_1 = \langle \sigma_1 v \rangle$ — константа скорости реакции (1).

Поскольку первые два члена суммы, стоящей в квадратных скобках, могут быть вычислены достаточно точно, измеренная вероятность разрушения заселенности He⁺ позволяет определить k_1 . С целью повышения надежности результатов опыта измерения были проведены при различных концентрациях нормальных атомов ртути (см. рисунок).

Полученные данные хорошо ложатся на прямую и соответствуют $k_1 = (1.9 \pm 0.1) \times 10^{-9} \text{ см}^3 \cdot \text{с}^{-1}$. Отсюда эффективное сечение реакции имеет величину $\sigma_1 = 1.5 \cdot 10^{-14} \text{ см}^2$.

Одновременно с измерением сечения перезарядки получена константа скорости реакции (2). По спаду концентрации He (2^3S_1) в позднем послесвечении определялась вероятность тушения метастабильных атомов гелия атомами ртути. Соответствующие экспериментальные результаты также показаны на рисунке. Константа скорости реакции (2), по нашим данным, имеет величину $k_2 = (1.2 \pm 0.2) \cdot 10^{-9} \text{ см}^3 \cdot \text{с}^{-1}$, $\sigma_2 = 0.9 \cdot 10^{-14} \text{ см}^2$. Полученные значения величины k_1 находятся в хорошем соответствии с данными работ [4, 5].

Литература

- [1] H. Kano, T. Goto, S. Hattori. J. Phys. Soc. Japan, 38, 596, 1975.
- [2] J. A. Piper, C. E. Webb. Optics commun., 13, 122, 1975.
- [3] D. J. Dyson. Nature, 207, 361, 1965.
- [4] В. С. Алейников, В. В. Ушаков. Опт. и спектр., 33, 116, 1972.
- [5] H. Kano, T. Shay, G. J. Collins. Appl. Phys. Lett., 22, 610, 1975.
- [6] B. J. Garrison, W. H. Miller, H. F. Shaefter. J. Chem. Phys., 59, 3193, 1973.
- [7] R. A. Gerber, G. F. Sauter, H. J. Oskam. Physica, 32, 2173, 1966.

Поступило в Редакцию 6 июля 1976 г.

УДК 535.2

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ФОРМЫ СИГНАЛОВ СВЕТОВОГО (ФОТОННОГО) ЭХА

С. О. Елютин, С. М. Захаров и Э. А. Манькин

1. Ранее было теоретически [1-3] и экспериментально [4] показано, что в резонансной среде для сильно неоднородно уширенных спектральных линий форма сигналов сверхизлучения и фотонного эха существенно зависит от спектральных характеристик резонансного перехода. В ряде работ [5, 6] было подтверждено то, что форма линии

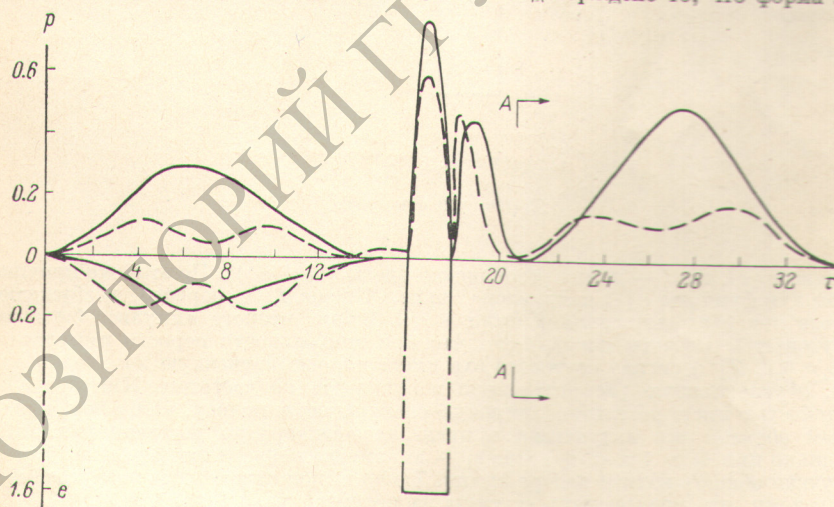


Рис. 1.

«Аномальное» фотонное эхо. Первые возбуждающие импульсы и соответствующие поляризации представлены одинаковыми по начертанию кривыми. Область справа от прямой А—А — область светового эха. Параметр $\tau = 10^{-9}$ [с]. Величины e , p и t — безразмерные.

сверхизлучения и фотонного эха становится довольно сложной. Последние эксперименты [7, 8], по-видимому, указывают на существование корреляции формы первого возбуждающего импульса и контура светового эха. «Аномальное» фотонное эхо впервые наблюдалось в эксперименте [7] в кристалле рубина при длительностях первого возбуждающего импульса $\sim 7-10$ нс, при этом время обратимой релаксации поляризации T_2^* оценивалось $\sim 10^{-9}$ с.