

- [1] М. А. Ковнер, Ю. С. Коростелёв, В. И. Березин. *Опт. и спектр.*, 10, 457, 1961.
 [2] В. И. Березин, М. Д. Элькин. *Изв. вузов*, № 2, 114, 1972.
 [3] В. И. Березин, М. Д. Элькин. *Изв. вузов*, № 3, 160, 1972.
 [4] J. H. S. Green, W. Kynaston, H. Paislay. *Spectrochim. Acta*, 19, 549, 1963.
 [5] H. R. Stephenson. *J. Chem. Phys.*, 22, № 11, 1954.
 [6] E. Spinner. *J. Chem. Soc.*, 3860, 1963.
 [7] C. W. N. Cumber. *Trans. Farad. Soc.*, 54, 1266, 1958.
 [8] G. Erlandsson. *Arkiv. Fysik*, 7, 189, 1954.
 [9] G. Erlandsson. *Arkiv. Fysik*, 8, 341, 1954.
 [10] T. Yuzava, M. Yamaha. *Bull. Chem. Soc. Japan*, 26, 414, 1953.
 [11] S. Schorpe. *Z. Phys. Chem.*, B34, 461, 1936.
 [12] В. И. Березин. *Канд. дисс.*, Саратов, 1964.

Поступило в Редакцию 5 апреля 1971 г.

РАЗРУШЕНИЕ СОСТОЯНИЯ 2^3S_1 В ПОСЛЕСВЕЧЕНИИ ГЕЛИЯ

УДК 537.53

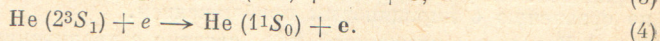
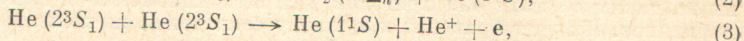
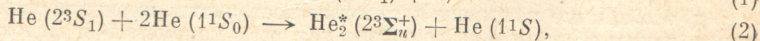
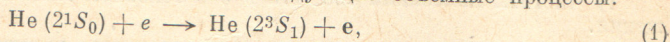
Г. Н. Герасимов, Г. П. Старцев и М. С. Фриш

Наиболее долгоживущим метастабильным состоянием в гелии, как известно [4], является состояние 2^3S_1 . Нами исследовалось разрушение этого состояния в послесвечении импульсного электрического разряда в диапазоне давлений от 1 до 15 мм рт. ст. и диапазоне электронных концентраций от 10^{10} до 10^{24} см $^{-3}$.

Во всех экспериментах использовалась стеклянная разрядная трубка диаметром 35 мм и длиной 400 мм. Перед напуском гелия трубка откачивалась до давления $5 \cdot 10^{-7}$ мм рт. ст. Гелий очищался путем пропускания его через активированный уголь, находящийся при температуре жидкого азота.

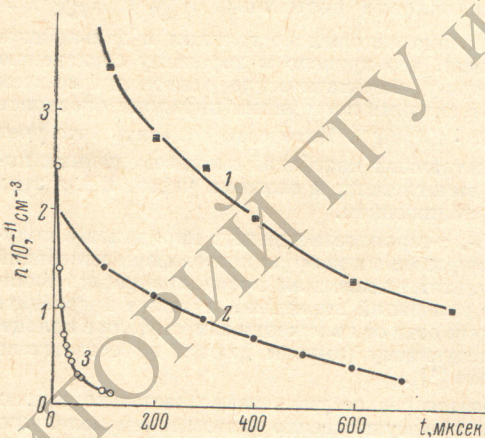
Определение концентрации метастабильных атомов проводилось по поглощению линий, для которых метастабильные уровни являются конечными. Параметр α , равный отношению полуширины линии поглощения к полуширине линии испускания [8], определялся по изменению поглощения при однократном и двукратном прохождении света через поглощающую кювету; он оказался близким к единице. Одновременно измерялись концентрации атомов в состояниях 2^1S_0 и 2^3S_1 . Концентрация электронов определялась по измерению электрической проводимости плазмы в послесвечении [1]. На рисунке в качестве иллюстрации показано изменение во времени концентрации атомов в состояниях 2^1S_0 , 2^3S_1 , и концентрации электронов.

При анализе разрушения триплетного метастабильного состояния наряду с диффузией и заселением этого состояния за счет рекомбинации нами учитывались следующие объемные процессы:



Уравнение, описывающее разрушение этого состояния в послесвечении, записывается следующим образом:

$$dN_3/dt = \beta N_1 n(t) + \gamma n^2(t) - \frac{D_m}{\lambda^2 p} N_3 - \Theta N_3^2 - Z p^2 N_3 - k n(t) N_3, \quad (5)$$



Зависимости изменения плотностей электронов и метастабильных атомов гелия в послесвечении (давление 12.5 мм рт. ст.).

1 — концентрация электронов, 2 — концентрация метастабильных атомов в состоянии 2^3S_1 , 3 — концентрация метастабильных атомов в состоянии 2^1S_0 , увеличенная в 10 раз.

ания за счет рекомбинации нами учитывались следующие объемные процессы:

где N , N_3 , N_1 , $n(t)$ — концентрации нормальных атомов, атомов в состояниях 2^3S_1 и 2^1S_0 , концентрация электронов; β — коэффициент скорости реакции 1, равный $3 \cdot 10^{-7}$ см³/сек. [6]; γ — парциальный коэффициент рекомбинации, приводящий к заселению состояния 2^3S_1 ; D_m — коэффициент диффузии метастабильных атомов, равный 470 ± 25 см²/сек. [2]; λ — диффузионная длина разрядной трубки; p — давление гелия в трубке в мм рт. ст.; θ — коэффициент скорости реакции 3, равный $\sim 2 \times 10^{-9}$ см³/сек. [3]; z — коэффициент скорости реакции 2, равный $3 \cdot 10^{-3}$ сек.⁻¹ мм⁻² [4]; $k = \langle \sigma v \rangle$ — коэффициент скорости реакции 4; σ — сечение реакции 4; v — скорость электрона.

Нашей целью было определение сечения разрушения состояния 2^3S_1 неупругими ударами с электронами. Интерес к этому процессу вызван тем, что величины сечений, найденные в ряде работ [8, 7, 9], отличаются друг от друга более чем в 10 раз. Для определения этого сечения уравнение 5 решалось относительно k и γ . Выбирались различные условия экспериментов и составлялись пары алгебраических уравнений с двумя неизвестными. В исследуемом интервале давлений гелия и концентраций электронов было найдено сечение ударов второго рода электронов с метастабильными атомами гелия в состоянии 2^3S_1 $\sigma = (1.6 \pm 1) \cdot 10^{-15}$ см². Парциальный коэффициент рекомбинации был достаточно мал и колебался в пределах от $5 \cdot 10^{-10}$ до $3 \cdot 10^{-9}$ см³/сек.

Наложением слабого электрического поля на разрядную трубку после обрыва импульса тока было показано, что величина σ не изменяется при повышении средней энергии электронов в послесвечении. Этот вывод хорошо согласуется с результатами работы [9]. Полученное значение для σ находится в удовлетворительном согласии с соответствующим значением, полученным в работах [6, 9], а величина γ не противоречит ранее найденной величине полного коэффициента рекомбинации [1], равной $7 \cdot 10^{-9}$ см³/сек.

Литература

- [1] Г. Н. Герасимов, Р. И. Лягущенко, Г. П. Старцев. Опт. и спектр., 30, 606, 1971.
- [2] И. Я. Фуголь. Усп. физ. наук, 97, 429, 1969.
- [3] И. Я. Фуголь, П. Л. Пахомов, Ю. Ф. Шевченко. Опт. и спектр., 21, 741, 1966.
- [4] A. V. Phelps, J. P. Molnar. Phys. Rev., 89, 1203, 1953.
- [5] A. V. Phelps. Phys. Rev., 99, 1304, 1955.
- [6] E. R. Mosburg, Jr. Phys. Rev., 152, 166, 1966.
- [7] E. E. Ferguson, M. Schluter. Planet Space Sci., 9, 701, 1966.
- [8] А. Митчел, М. Земанский. Резонансное излучение и возбужденные атомы, ОНТИ, 1937.
- [9] И. Я. Фуголь, О. Н. Григоращенко, Д. А. Мышкис. ЖЭТФ, 60, 659, 1971.

Поступило в Редакцию 14 мая 1971 г.

УДК 533.9.082.5

О ДИАГНОСТИКЕ ПЛАЗМЫ В ИМПУЛЬСНОМ РАЗРЯДЕ В СМЕСИ, СОДЕРЖАЩЕЙ ВОДОРОД

В. С. Бородин, В. Д. Гебеков и Ю. М. Каган

В предыдущих работах [1-3] был рассмотрен метод определения параметров водородной плазмы в импульсном разряде, основанный на измерении среднего по времени контура линии H_β и временного хода интенсивности в центре линии. Этот метод может быть обобщен и на тот случай, когда водород является компонентой бинарной смеси. При этом если водород является основным источником ионов в смеси, то полностью применимы наши предыдущие рассуждения. На практике встречается и другой случай, когда водород находится в смеси с легко ионизуемым газом, который является основным источником ионов.

В этом случае в предположении термодинамического равновесия компонент смеси имеет соотношения

$$N_e^2 = 2 \frac{g_i}{g_0} N \left(\frac{2\pi m k}{h^2} \right)^{3/2} T^{3/2} e^{-E_i/kT}, \quad (1)$$

$$I = A N_H h \nu \frac{g_k}{g_{0H}} e^{-E_k/kT}, \quad (2)$$

где индексы N , E_i , g_i , g_0 относятся к концентрации атомов, потенциалу ионизации и статическим весам легко ионизуемой компоненты, а N_H , E_k , g_k , g_{0H} — концентрации атомов, потенциал возбуждения уровня водорода, статистические веса верхнего и