

данные по влиянию обменного взаимодействия триплетных экситонов на их спектры ЭПР не всегда удается описать введением одного параметра ω_{ex} [см. (4)]. Уравнения (9)–(13) дают более полное описание процессов фазовой релаксации экситонов благодаря спиновому обмену и позволяют описать имеющиеся экспериментальные данные (см. [1, 2]).

В работе [2] получен такой интересный результат: частота передачи спинового возбуждения меньше частоты обмена фазы между триплетными экситонами в некоторых нон-радикальных солях на основе тетрацианхинодимера. Из таблицы видно, что анизотропия процессов спинового обмена, обусловленная энергией расщепления в нулевом поле или анизотропным характером собственно обменного спин-гамилтониана, $J \neq J_0$, дает $Zp \leq ZR_{p1}$ в качественном согласии с данными работы [2].

Литература

- [1] M. I. Jones, D. V. Chesnut. J. Chem. Phys., 38, 1311, 1963.
- [2] П. А. Стунжас, В. А. Бендерский, Л. А. Блюменфельд, Е. А. Соколов. Опт. и спектр., 28, 278, 1970.
- [3] К. М. Салихов, А. Б. Докторов. Тр. XVI амперовского коллоквиума, Бухарест, 1970.
- [4] K. M. Salikhov, A. B. Doktorov, Ju. N. Molin, K. I. Lama-raev. J. Magn. Res., 5, 189, 1971.
- [5] R. M. Lynden-Bell. Molec. Phys., 8, 71, 1964.
- [6] П. А. Стунжас, В. А. Бендерский. Опт. и спектр., 30, 1041, 1971.

Поступило в Редакцию 7 июня 1972 г.

УДК 539.186.1 : 537.523/527

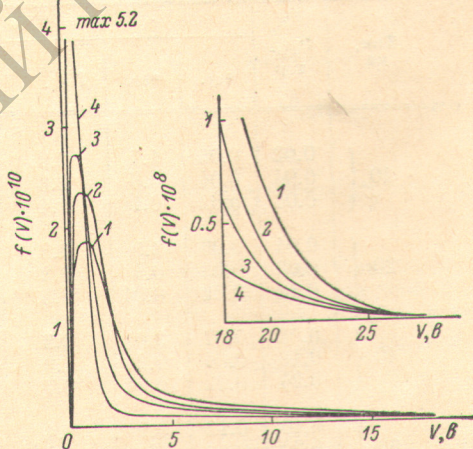
ВОЗБУЖДЕНИЕ СМЕСИ He—Ne—H₂ В РАЗРЯДЕ В ПОЛОМ КАТОДЕ. III

Ю. М. Казан и А. С. Тароян

В наших предыдущих работах [1, 2] были исследованы электрические и оптические характеристики разряда в полой катоде в гелии и в смеси гелия с неоном. В настоящей работе проделаны аналогичные измерения и расчеты для тройной смеси He—Ne—H₂. Измерения велись при постоянном давлении гелия $P_{He} = 1$ тор и неона $P_{Ne} = 0.1$ тор. Давление водорода менялось от 0.02 до 0.3 тор. Токи брались равными $i = 10, 20, 40, 60$ ма. Использовался полый катод $\varnothing 20$ мм и длиной 100 мм.

На рисунке представлены типичные функции распределения электронов в центре полого катода, нормированные на концентрацию электронов для тока $i = 40$. Из рисунка видно, что полная концентрация электронов с добавлением водорода меняется незначительно и что добавление водорода вызывает уменьшение числа электронов с энергиями от 3 до 25 эв.

В табл. 1 представлена измеренная методом поглощения концентрация возбужденных атомов гелия на уровнях $2^3S, 2^1S, 2^3P, 2^1P$. (В таблице они обозначены как N_1, N_2, N_3, N_4). Из таблицы видно, что при добавлении водорода концентрации падают в несколько раз. Измерялись числа квант, испускаемых с уровней с $n=3$ и $n=4$ одиночных. Сравнение с соответствующими числами квант в смеси He—Ne показывает, что имеет место некоторое уменьшение числа квант. Расчет полного числа квант с этих уровней велся по формулам работы [1]. Из расчета видно, что добавление водорода уменьшает роль ступенчатых процессов в заселении верхних уровней. Для расчетов концентрации атомов гелия на уровнях $2^3S, 2^1S, 2^3P, 2^1P$ использовались уравнения



Функция распределения электронов при $i = 40$ ма.

1 — $P_{H_2} = 0$, 2 — $P_{H_2} = 0.08$, 3 — $P_{H_2} = 0.16$, 4 — $P_{H_2} = 0.24$ тор.

Таблица 1

| Ток, ма | $P_{H_2, тор}$ | $N_1 \cdot 10^{-10}$ | | $N_2 \cdot 10^{-10}$ | | $N_3 \cdot 10^{-10}$ | | $N_4 \cdot 10^{-10}$ | |
|---------|----------------|----------------------|------|----------------------|------|----------------------|------|----------------------|------|
| | | эксп. | выч. | эксп. | выч. | эксп. | выч. | эксп. | выч. |
| 10 | 0.02 | 5.2 | 11.2 | 1.3 | 1.8 | 0.9 | 0.5 | 0.7 | 0.3 |
| | 0.04 | 4.3 | 7.3 | 0.9 | 1.2 | 0.9 | 0.4 | 0.6 | 0.3 |
| | 0.08 | 1.4 | 3.6 | 0.5 | 0.6 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.2 |
| 20 | 0.04 | 4.0 | 9.2 | 1.4 | 1.4 | 0.9 | 0.5 | 0.7 | 0.3 |
| | 0.08 | 2.3 | 4.5 | 0.9 | 0.8 | 0.6 | 0.4 | 0.4 | 0.2 |
| | 0.12 | 0.8 | 2.3 | 0.6 | 0.5 | 0.2 | 0.3 | 0.3 | 0.2 |
| 40 | 0.08 | 1.9 | 4.7 | 1.1 | 1.3 | 1.0 | 0.6 | 0.7 | 0.4 |
| | 0.16 | 1.1 | 2.3 | 0.4 | 0.6 | 0.2 | 0.3 | 0.2 | 0.3 |
| | 0.24 | 0.7 | 1.7 | 0.4 | 0.4 | 0.1 | 0.2 | 0.2 | 0.2 |
| 60 | 0.10 | 1.8 | 3.5 | 0.8 | 1.0 | 0.9 | 0.7 | 0.7 | 0.5 |
| | 0.20 | 1.3 | 1.9 | 0.3 | 0.6 | 0.2 | 0.4 | 0.2 | 0.3 |
| | 0.30 | 0.8 | 1.4 | 0.2 | 0.4 | 0.1 | 0.3 | 0.1 | 0.1 |

(16)—(19) работы [1]. При этом в уравнениях (16) и (17) добавлялись в правой части не только члены, учитывающие удары второго рода возбужденных атомов гелия с атомами неона [2], но и члены вида $N/\tau_{ион. Пенн}$, учитывающие ионизацию молекулы водорода при ударах с метастабильными атомами гелия. Роль этих процессов оказывается существенной. Сечение этих соударений бралось из работы [3].

Методом поглощения измерялись концентрации атомов неона на уровнях $2p^53s$ неона. Уравнение баланса для всех четырех уровней писалось аналогично уравнению (1) работы [2]. При этом в первую часть добавлялся член, учитывающий ионизацию молекул водорода при столкновении с возбужденными атомами неона на уровнях $2p^53s$. Сечение этих соударений бралось из работы [3]. Вследствие малости мы пренебрегали процессами ступенчатого возбуждения и ионизации.

Для системы уровней $2p^53p$ уравнение баланса писалось аналогично уравнению (2) из работы [2]. В табл. 2 приведены результаты, из которых видно, насколько хорошо выполняются уравнения баланса для уровней $2p_4$ и $3s_2$ неона. Эти уравнения писалось аналогично уравнениям (3)—(5) работы [2].

Таблица 2

| Ток, ма | $P_{H_2, тор}$ | $2p_4$ | | | | | $3s_2$ | |
|---------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|---------------------------|------------------------------------|-----------------|------------------------------------|
| | | $\alpha_{пр.}$ | $\alpha_{ст.}$ | $N_{KB.}^{\lambda=6328}$ | $N_{KB.}^{\lambda=11523}$ | $\sum_{\lambda} N_{KB.}^{\lambda}$ | β_{He-Ne} | $\sum_{\lambda} N_{KB.}^{\lambda}$ |
| 10 | 0.02 | 0.05 | 1.7 | 2.9 | 9.6 | 15.0 | 12.8 | 17.4 |
| | 0.04 | 0.04 | 0.3 | 2.8 | 7.8 | 13.8 | 9.1 | 16.8 |
| | 0.08 | 0.02 | 0.1 | 1.4 | 2.6 | 6.5 | 5.3 | 8.4 |
| 20 | 0.04 | 0.06 | 2.0 | 3.3 | 7.5 | 14.0 | 13.1 | 19.5 |
| | 0.08 | 0.03 | 0.4 | 3.2 | 4.3 | 13.2 | 8.2 | 18.9 |
| | 0.12 | 0.02 | 0.04 | 1.5 | 1.5 | 6.3 | 5.2 | 8.8 |
| 40 | 0.08 | 0.07 | 2.0 | 2.3 | 3.4 | 8.5 | 9.5 | 13.8 |
| | 0.16 | 0.04 | 0.2 | 1.9 | 1.8 | 6.6 | 3.9 | 11.4 |
| | 0.24 | 0.02 | 0.04 | 0.7 | 1.2 | 3.4 | 3.3 | 4.2 |
| 60 | 0.10 | 0.12 | 0.9 | 1.4 | 3.1 | 5.9 | 6.9 | 8.5 |
| | 0.20 | 0.06 | 0.1 | 1.2 | 2.2 | 5.7 | 2.5 | 7.2 |
| | 0.30 | 0.04 | 0.04 | 0.5 | 1.3 | 3.3 | 1.8 | 3.0 |

Примечание. $\alpha_{пр.}$ — число прямых возбуждений, $\alpha_{ст.}$ — число ступенчатых возбуждений, β — число ударов второго рода He—Ne. Все значения величин α , β и $N_{KB.}$ необходимо умножить на 10^4 .

Уменьшение функции распределения при добавлении водорода уменьшает значительно (в 1.2—2 раза) число прямых возбуждений уровней с $n=3$ и $n=4$ гелия. Вместе с тем концентрация на уровнях 2^3S и 2^1S меняется сильнее, в 3—4 раза (табл. 1). Это связано с возрастанием роли ионизации Пеннинга. Спад концентрации на уровнях

2^3S и 2^1S с добавлением водорода уменьшает роль ступенчатого возбуждения при возбуждении уровней с $n=3$ и $n=4$. По этой же причине уменьшается и число ударов второго рода с атомами неона и, следовательно, роль каскадных переходов в балансе для уровней $2p^3s$ и $2p^53p$. Для неона число прямых возбуждений меняется несколько сильнее, чем для гелия. Это связано с характером спада функции распределения (см. рисунки).

Литература

- [1] Ю. М. Каган, А. С. Тароян. Опт. и спектр., 35, в. 2, 1973.
 [2] Ю. М. Каган, А. С. Тароян. Опт. и спектр., 35, наст. вып., 1973.
 [3] Д. Ж. Хастед. Физика атомных столкновений. Изд. «Мир», М., 1963.

Поступило в Редакцию 5 июля 1972 г.

УДК 535.32 : 553.62

ОПТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ α, β -ПЕРЕХОДА В КВАРЦЕ С ПРИМЕСЬЮ Al

В. К. Семенченко и И. Т. Боднарь

При изучении поведения показателей преломления n_0 обыкновенного и n_e необыкновенного лучей в искусственном кварце вблизи точки α - β -перехода был обнаружен ряд интересных явлений [1]. Поэтому мы решили исследовать кварц, заведомо содержащий примесь Al, чтобы определить изменения, обусловленные ею. Температурная зависимость n_0 и n_e для зеленой линии Hg 5461 Å измерялась для искусственного кварца со структурной примесью Al, облученного на γ -источнике дозой $10^4 \times 300$ р/сек. Методика измерений показателей преломления и установка описаны в работе [1]. Измеряемый образец в виде призмы помещался внутри цилиндрической печи с двумя окошками, расположенными под углом 41° , для входа и выхода световых лучей.

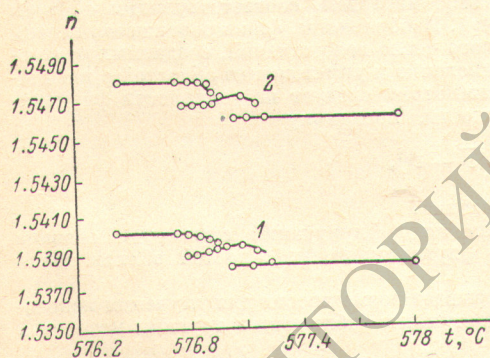


Рис. 1. Температурная зависимость показателей преломления обыкновенного (1) и необыкновенного (2) лучей зеленой линии ртути 5461 Å для искусственного кварца со структурной примесью Al в области перехода.

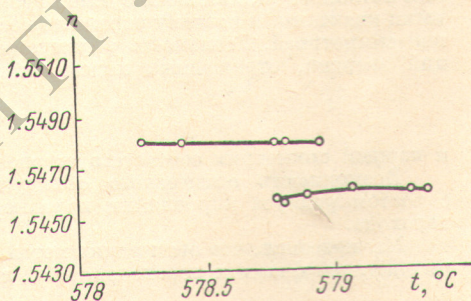


Рис. 2. Температурная зависимость показателя преломления для необыкновенного луча зеленой линии ртути 5461 Å при α - β -переходе в природном кварце.

Источником света служила ртутная лампа ДРШ-500. Угол наименьшего отклонения измерялся в процессе непрерывного нагревания или охлаждения. Скорость нагрева вблизи температуры перехода составляла ~ 0.02 град./мин. Температура измерялась платино-платинородиевой термопарой, рабочий спай которой располагался вблизи верхнего основания призмы и практически касался ее.

Переход был сходен с фазовым превращением в искусственном кварце без примеси Al, но имел более сложный характер. Начало перехода характеризовалось появлением справа от каждой основной линии, т. е. со стороны меньших показателей преломления, ряда тонких побочных линий. При повышении температуры появляются новые основные линии, принадлежащие, возможно, некоторой промежуточной фазе x . В некотором интервале температур, равном 0.2° C (рис. 1), линии α - и x -фаз существуют одновременно, причем линии α фазы постепенно затухают до полного исчезновения. Таким об-