

5. Ребане К. К., Техвер И. Ю., Тр. Ин-та физ. и астрон. АН ЭССР, № 29, 54 (1964).
6. Дзюб И. П., Лубченко А. Ф., ФТТ, 3, 3602 (1961).
7. Ребане К. К., Сильд О. И., Техвер И. Ю., Тр. Ин-та физ. и астрон. АН ЭССР, № 27, 23 (1964).
8. Федосеев В. Г., Хижняков В. В., Тр. Ин-та физ. и астрон. АН ЭССР, № 29, 90 (1964).
9. Давыдов А. С., Квантовая механика, М., Физматгиз, 1963.

*Academy of Sciences of the Estonian SSR,
Institute of Physics and Astronomy*

Received
Feb. 2, 1968

EESTI NSV TEADUSTE AKADEEMIA TOIMETISED. XVII KOIDE
FÜSIKA * МАТЕМАТИКА. 1968, NR. 2

ИЗВЕСТИЯ АКАДЕМИИ НАУК ЭСТОНСКОЙ ССР. ТОМ XVII
ФИЗИКА * МАТЕМАТИКА. 1968, № 2

<https://doi.org/10.3176/phys.math.1968.2.14>

A. LAISAAR

ВЛИЯНИЕ ДАВЛЕНИЯ НА ВРЕМЯ ЗАТУХАНИЯ ЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ O_2^- -ЦЕНТРОВ В KBr

A. LAISAAR. ROHU MOJU O_2^- -TSENTRITE LUMINESTSENTSI KUSTOMISAJALE KAALIUM-BROMIIDIS

A. LAISAAR. EFFECT OF PRESSURE ON THE DECAY TIME OF LUMINESCENCE OF THE O_2^- CENTRES IN KBr

В последнее время все больший интерес вызывают молекулярные центры свечения (O_2^- , S_2^- , NO_2^- и др.) в щелочногалогидных кристаллах. В частности, было изучено температурное тушение люминесценции примесных молекул O_2^- в различных основаниях [1-3]. Было установлено, что в тушении свечения этих систем существенную роль играют изоэнергетические безызлучательные переходы, идущие со значительным нарушением классического принципа Франка—Кондона («электронно-колебательные туннельные» переходы). При комнатной температуре свечение кислородных центров оказывается в значительной мере потушенным.

Нами было впервые изучено влияние высокого гидростатического давления на время затухания люминесценции τ центров O_2^- в KBr при комнатной температуре, т. е. в области температурного тушения.

Для определения τ использовалась методика осциллографирования единичных импульсов люминесценции [4, 5]. Монокристалл KBr- O_2^- , выращенный по методу Киропулоса, возбуждался через светофильтры УФС-1 и водный раствор $NiSO_4$ очень короткими импульсами конденсированной медной искры. Импульсы люминесценции принимались фотоумножителем M12FQS35 через светофильтры ЖС-4 и ЖС-16. Сигналы с нагрузочного сопротивления фотоумножителя подавались через катодный повторитель на вход скоростного осциллографа ДЭСО-1. С экрана

последнего фотографировались отдельные импульсы. Образец находился в камере высокого давления с окошками из плавленного кварца [6, 7] и подвергался всестороннему сжатию в *n*-гептане.

Время затухания τ для каждого сфотографированного импульса люминесценции определялось графически по зависимости $\ln I_0/I$ от t , исходя из предположения, что затухание свечения центров O_2^- следует экспоненциальному закону $I = I_0 \exp(-t/\tau)$. Для определения τ использовалась конечная часть кривой затухания, начиная с момента, когда импульс возбуждающей искры, налагающийся на более длительный импульс люминесценции, имел уже практически нулевую интенсивность. Для искры τ определялось отдельно; оно оказалось равным примерно $2 \cdot 10^{-8}$ сек.

В результате многократных измерений было получено для люминесценции центров O_2^- в КВг при комнатной температуре и нормальном давлении значение $\tau = (3,2 \pm 0,2) \cdot 10^{-8}$ сек. При повышении давления до 6000 ат τ увеличивалось на 50%, достигая значения $(4,8 \pm 0,3) \times 10^{-8}$ сек.

Возрастание τ при всестороннем сжатии кристалла можно объяснить смещением функции $\rho(x)$ — распределения вероятности различных значений колебательной координаты центра O_2^- — в сторону, соответствующую уменьшению объема системы, т. е. к меньшим значениям x (на рисунке смещение $\rho(x)$ в положение $\rho(x, p)$). Такое смещение $\rho(x)$ в исходном электронном состоянии является отправной точкой так называемого термодинамического приближения Джонсона—Вильямса, объясняющего вызываемые давлением сдвиги спектральных полос [8, 9].

В результате смещения $\rho(x)$ уменьшается вероятность туннельных безызлучательных переходов на потенциальную кривую E_T второго возбужденного для объяснения опытов по температурному тушению [3] (см. также [10]). Действительно, при этом уменьшается интеграл перекрывания колебательных волновых функций $\psi_1(x)$ и $\psi_2(x)$, приближенно определяющий, как известно (см., напр., [11]), вероятность безызлучательных электронно-колебательных переходов. (На рисунке вместо $\psi_1(x)$ показан ее квадрат $|\psi_1(x)|^2 \equiv \rho(x)$; для нулевого колебательного уровня гармонического осциллятора $\psi(x)$ и $|\psi(x)|^2$ имеют одинаковую, гауссову, форму.) При уменьшении вероятности безызлучательных переходов время жизни возбужденного состояния, естественно, возрастает.

Таким образом, увеличение τ с давлением подтверждает принятую

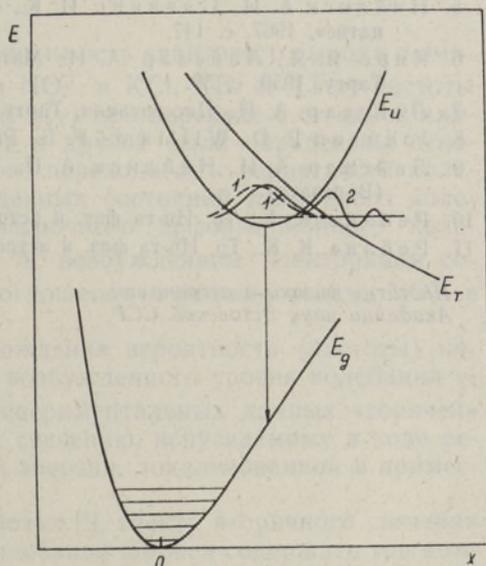


Схема потенциальных кривых центра O_2^- в кристалле.

Кривая 1 — функция распределения колебательной координаты $\rho(x)$, кривая 1' — то же при повышенном давлении $\rho(x, p)$, кривая 2 — колебательная волновая функция $\psi_2(x)$ для электронного состояния E_T . Прямая стрелка изображает излучательный переход $E_U \rightarrow E_g$, а пунктирная стрелка — безызлучательный переход $E_U \rightarrow E_T$.

в работах [8, 3] схему расположения потенциальных кривых O_2^- -центров в том смысле, что актуальная для безызлучательных переходов $E_u \rightarrow E_T$ область расположена при больших значениях x , чем минимум потенциала E_u .

Автор выражает глубокую благодарность К. К. Ребане за обсуждение работы, а также И. Плявинь и А. Нийлиску за участие в эксперименте.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ребане К. К., Лайсаар А. И., Ребане Л. А., Сильд О. И., Изв. АН СССР, сер. физ., **31**, 2010 (1967).
2. Ребане К. К., Ребане Л., Авармаа Р., Изв. АН ЭССР. Физика * Математика, **16**, № 1, 118 (1967).
3. Ребане Л. А., Авармаа Р. А., Тр. Ин-та физ. и астрон. АН ЭССР, № 37. (В печати).
4. Плявинь И. К., Тринклер М. Ф., Опт. и спектр., **12**, 654 (1962).
5. Нийлиск А. И., Плявинь И. К., В сб.: Радиационная физика, V, Рига, «Зинатне», 1967, с. 147.
6. Кирс Я. Я., Лайсаар А. И., Материалы VII Совещания по люминесценции, Тарту, 1959, с. 59.
7. Лайсаар А. И., Диссертация, Тарту, 1965.
8. Johnson P. D., Williams F. E., Phys. Rev., **95**, 69 (1954).
9. Лайсаар А. И., Нийлиск А. И., Тр. Ин-та физ. и астрон. АН ЭССР, № 37. (В печати).
10. Ребане К. К., Тр. Ин-та физ. и астрон. АН ЭССР, № 37. (В печати).
11. Ребане К. К., Тр. Ин-та физ. и астрон. АН ЭССР, № 7, 62 (1958).

*Институт физики и астрономии
Академии наук Эстонской ССР*

Поступила в редакцию
26/I 1968