

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 548.0:535

А. Я. ГОЙХМАН

### «ПРИМЕСНЫЕ» ЭКСИТОНЫ В КРИСТАЛЛАХ БЛАГОРОДНЫХ АТОМОВ

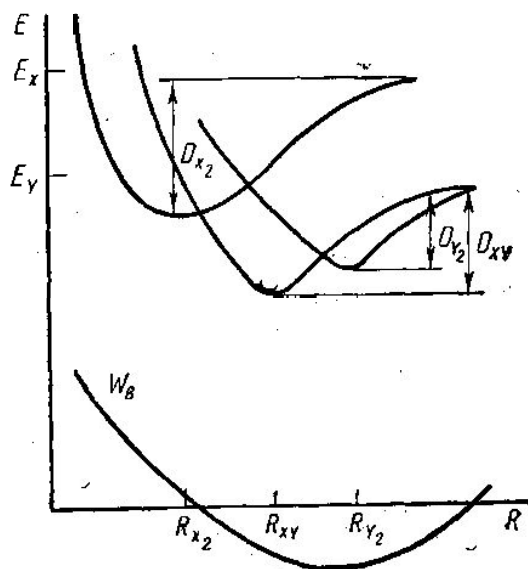
В работе [1] показано, что экситоны в кристаллах благородных атомов представляют собой возбужденную двухатомную молекулу, слабо деформированную окружающими атомами. В случае, когда возбуждение возникает или передается примесному атому, например Кг в кристалле Аг, возбужденное состояние также вырождено и принадлежит неприводимому представлению  $F_{1u}$ . Это означает, что снятие вырождения будет обусловлено взаимодействием с тем же самым неполносимметричным колебанием  $F_{2g}$ . В силу принципа изозлектронности молекулярные орбитали молекулы  $X_2^*$ , соответствующие экситону основного вещества, должны перейти в аналогичные орбитали молекулы  $XY^*$  ( $Y$  — примесный атом). Поэтому целесообразно подобное образование назвать «примесным» экситоном.

На рисунке схематически изображены потенциальные кривые возбужденных молекул  $X_2^*$ ,  $Y_2^*$  и  $XY^*$ , для последней приводится и потенциальная кривая основного состояния. Из рисунка видно, что положение максимума полосы люминесценции определяется следующим выражением:

$$\hbar\omega_{\text{изл}} = \min \{E_X, E_Y\} - D_{XY} - W_B(R_{XY}), \quad (h)$$

Положение максимума полосы  
люминесценции примесных экс-  
тонов,  $\omega_{\text{изл}}$  ( $\text{см}^{-1}$ )

Примесь	Кристалл		
	Аг	Кг	Хе
Аг	79370	65420	55150
Кг	65420	65450	55900
Хе	55150	55900	58140



Адиабатические потенциалы молекул  
 $X_2^*$ ,  $XY^*$ ,  $Y_2^*$  и  $XY$

где  $E_X, E_Y$  — первые потенциалы возбуждения атомов  $X$  и  $Y$ ,  $W_B(R) = be^{-aR} - \frac{d}{R^6}$  соответствует ван-дер-ваальсовскому взаимодействию атомов  $X$  и  $Y$ ,  $D_{XY}$  — энергия диссоциации молекулы.

Для оценки энергии диссоциации и равновесного расстояния между ядрами в молекуле  $XY^*$  можно воспользоваться соответствующими данными для молекул

$X_2^*$  и  $Y_2^*$ . Действительно, считая связь в молекуле  $XY^*$  чисто ковалентной, что следует из изoeлектронности атомов и близости энергий диссоциации молекул  $X_2$  для всех благородных газов, исключая He и Ne [2], имеем

$$R_{XY} = \frac{R_{X_2} + R_{Y_2}}{2} \quad (2)$$

$$D_{XY} = \sqrt{D_{X_2} D_{Y_2}} \quad (3)$$

Так как в литературе нет достоверных значений  $R_{X_2}$ , то целесообразно пренебречь в (1) ван-дер-ваальсовским взаимодействием, заменив  $D_{XY}$  на  $\Delta_{XY}$  — величину стоксового сдвига полосы люминесценции. В таком случае

$$h\nu_{изл} = \min \{E_X, E_Y\} - \sqrt{\Delta_{X_2} \Delta_{Y_2}} \quad (4)$$

Рассчитанные по этой формуле положения полос люминесценции некоторых «примесных» экситонов приведены в таблице.

Анализ результатов приводит к следующим выводам: во-первых, передача возбуждения примесному атому энергетически выгодна, однако следует рассмотреть отдельно кинетику подобного процесса; во-вторых, спектр люминесценции примесных экситонов несколько сдвинут в красную область, но этот сдвиг незначителен — он одного порядка с шириной полосы люминесценции.

Автор благодарен Ю. М. Попову за ценные замечания.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Гойхман А. Я. «Вестн. Моск. ун-та», физ. астрон., 12, 104, 1971.
2. Топака У. J. Opt. Soc. Am., 45, 710, 1955.

Поступила в редакцию  
23.3 1970 г.

НИИЯФ

УДК 537.525.1

В. А. ГОДЯК, А. А. КУЗОВНИКОВ, М. А. ХАДИР

#### К ВОПРОСУ О «ПАРАДОКСЕ ЛЕНГМЮРА»

В настоящей работе изучается вид функции распределения электронов по энергиям в плазме положительного столба разряда низкого давления в связи с так называемым «парадоксом Ленгмюра».

В настоящее время вопрос о «парадоксе Ленгмюра» носит лишь дискуссионный характер. Имеющиеся экспериментальные данные не позволяют сделать определенных заключений о механизме этого явления.

Исследовалась плазма положительного столба разряда постоянного тока в парах ртути при давлении  $p = 1 \cdot 5 \cdot 10^{-3}$  мм рт. ст. В разрядную трубку с внутренним диаметром 25 мм и длиной 1 м были впаяны кольцевой зонд вплотную к стенке трубки шириной 16,5 мм и напротив него центральный цилиндрический зонд диаметром 0,3 мм и длиной рабочей части 8 мм на расстоянии 600 мм от накаленного оксидного катода. С помощью универсального прибора для зондовой диагностики плазмы (II) по методике (I) и обычной зондовой схемы измерялись зондовая характеристика центрального зонда  $I_0(V)$ , вторая производная зондового тока  $I_0''(V)$ , концентрация и температура электронов по методике Ленгмюра  $V_e$ , а также непосредственно измерялась температура быстрых электронов  $V_e$ . Этот метод определения температуры [1] дает точные абсолютные значения  $V_e$  только для плазмы с максвелловским распределением. В противном случае значение  $V_e$  характеризует параметр распределения электронов по энергиям вблизи плавающего потенциала зонда, т. е. соответствует «температуре» быстрых электронов.

На рис. 1 представлены зависимости электронных компонентов зондового тока (кривая 1) и их вторых производных (кривая 2) в полудогарифмическом масштабе