

В. ПЛЕХАНОВ

## ТЕПЛОВОЕ УШИРЕНИЕ ЭКСИТОННЫХ УРОВНЕЙ В $\text{PbBr}_2$

V. PLEKHANOV. EKSIKONTASEMETE TERMILINE LAIENEMINE  $\text{PbBr}_2$ -s

V. PLEKHANOV. THERMAL BROADENING OF EXCITON LEVEL IN  $\text{PbBr}_2$

Согласно теории [1], знание формы экситонных полос поглощения и ее температурной зависимости может дать полезную информацию о силе экситон-фононного взаимодействия.

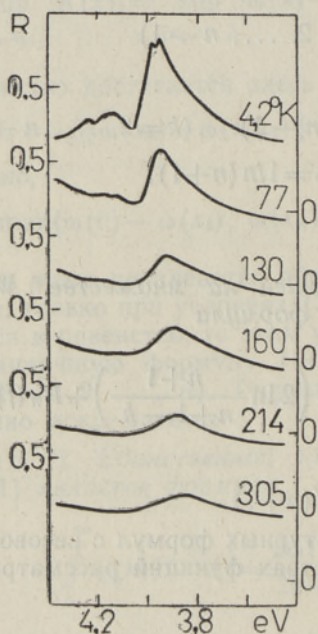


Рис. 1. Спектры отражения  $\leftarrow$   $\text{PbBr}_2$  при разных температурах.

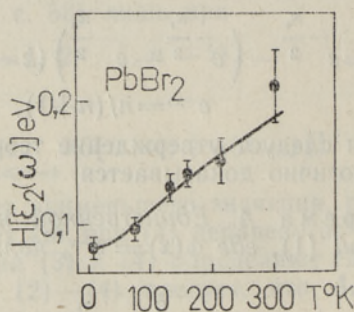


Рис. 2. Температурная зависимость  $\epsilon_2(\omega)$ . Сплошная линия — теоретически рассчитанная; точки — экспериментальные значения.

Ранее выполненные исследования [2, 3] проводились на тонких поликристаллических пленках в основном при двух значениях температур (4,2 и 80° K), что не позволило изучить тепловое уширение основного состояния экситона. Вследствие очень большого значения коэффициента поглощения ( $\kappa \sim 10^6 \text{ см}^{-1}$  [2]) форму пика поглощения более удобно исследовать измерением отражения на толстых кристаллах. С целью исследования теплового уширения спектры отражения (рис. 1) полированного по плоскости (001) кристалла  $\text{PbBr}_2$  измерялись в интервале температур 4,2 — 305° K при угле падения света, равном 45°. Экспериментальная установка описана ранее [2]. Кристаллы устанавливались осью  $a \parallel \langle 100 \rangle$  параллельно вертикальной оси криостата. Как видно

из рис. 1, при  $4,2^\circ\text{K}$  наблюдается расщепление экситонной полосы: оно, как уже отмечалось ранее, составляет  $\sim 30$  мэв и в дальнейшем не учитывается.

С использованием интегральных соотношений Крамерса—Кронига (описание метода расчета будет дано отдельно) получена мнимая часть диэлектрической постоянной  $\varepsilon_2(\omega)$ . Приведенные ниже значения полуширины полосы поглощения  $\varepsilon_2(\omega)$  слагаются из трех подполос согласно модели катионного экситона: переходы  $A_{1g} \rightarrow B_{1,2,3u}$  в ионе  $\text{Pb}^{2+}$ . На рис. 2 приведены полученные таким образом значения полуширины экситонной полосы поглощения для измеренных температур (см. рис. 1). Большая полуширина экситонной полосы поглощения, а также ее гауссова форма при  $293^\circ\text{K}$  [3] указывают на наличие сильной экситон-фононной связи в  $\text{PbVg}_2$ . Согласно теории [1], в этом случае температурная зависимость полуширины экситонной полосы поглощения для модели Эйнштейна описывается формулой

$$H(T) = H(0) \sqrt{\text{cth} \frac{\hbar\omega_{\Phi}}{2kT}}.$$

Величина  $H(0)$  соответствует полуширине полосы поглощения при  $0^\circ\text{K}$ ,  $\hbar\omega_{\Phi}$  — энергия фонона, с которым учитывается взаимодействие экситонов. Хорошее согласие теории с экспериментом получено при следующих значениях параметров формулы:  $H(0) = 80$  мэв,  $\hbar\omega_{\Phi} = 10$  мэв\*. Кратко остановимся на анализе полученной энергии фонона. Из спектров комбинационного рассеяния можно определить частоты предельных оптических фононов, которые в случае  $\text{PbVg}_2$  лежат в интервале частот  $23\text{—}122$   $\text{cm}^{-1}$  [4]. Найденное значение энергии фонона лежит в этом интервале частот. Следует заметить, что радиус экситонов основного состояния в кристаллах  $\text{PbVg}_2$  мал [2] и, следовательно, вклад в полуширину полосы вносит взаимодействие экситонов со всеми колебательными модами. Учитывая это, можно считать, что найденное значение  $\omega_{\Phi}$  хорошо соответствует характеристической частоте фонона.

Выражаю благодарность Г. С. Завту за помощь при расчете  $\varepsilon_2(\omega)$  и Г. Г. Лийдя за интерес к работе.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Toyozawa J., *Progr. Theor. Phys.*, **20**, 53 (1958).
2. Лийдя Г., Плеханов В., *Изв. АН ЭССР, Физ. Матем.*, **21**, 193 (1972);  
Плекханов В., *Phys. Stat. Sol.*, (b) **57**, к 55 (1973).
3. Крамаренко Н. Л., Милославский В. К., Набойкин Ю. В., *УФЖ*, **16**, 1240 (1971); *Тр. ФТИНТ, Харьков*, 1970, с. 173.
4. Willemsen B., *J. Inorg. and Nucl. Chem.*, **33**, 3963 (1971).

Институт физики  
Академии наук Эстонской ССР

Поступила в редакцию  
17/VI 1974

\* Выделение элементарных полос приведет, по-видимому, к уменьшению параметров  $H(0)$  и  $\hbar\omega_{\Phi}$ . С этой точки зрения представляет значительный интерес исследование спектров отражения в поляризованном свете в широкой области температур.