

В заключение отметим, что здесь рассмотрено линейное «затягивание» поляризации. Более детальные исследования могут дать информацию о нелинейном «затягивании», обусловленном эффектом насыщения.

Литература

- [1] W. Kulshaw, I. Kanneland. Phys. Rev., 133, 691, 1964.
 [2] И. М. Бетеров, В. П. Чеботаев. Письма в ЖЭТФ, 9, 216, 1969.
 [3] И. М. Бетеров, Ю. А. Матюгин, В. П. Чеботаев. Опт. и спектр., 28, 357, 1970.
 [4] И. М. Бетеров, Ю. А. Матюгин, С. Г. Раутиан, В. П. Чеботаев. ЖЭТФ, 58, 1243, 1970.
 [5] И. М. Бетеров. Канд. дисс., СО АН, Новосибирск, 1970.
 [6] М. И. Дьяконов. ЖЭТФ, 49, 1169, 1965.
 [7] Х. Каллас, М. Чайка. Опт. и спектр., 27, 694, 1969.

Поступило в Редакцию 30 декабря 1970 г.

УДК 535.34

ЭФФЕКТ ФАНО В ЭКСИТОННОМ СПЕКТРЕ PbCl_2

В. Г. Плеханов

Как было показано Фано [1], спектр поглощения, отвечающий переходу в дискретное состояние, налагающееся на непрерывный континуум, имеет при наличии конфигурационного взаимодействия между уровнем и континуумом характерную асимметричную форму, сопровождающуюся антирезонансом. Такая форма наблюдалась в широком классе объектов: спектры автоионизации благородных газов [1, 2], экситонный спектр твердого ксенона [3], спектры примесного поглощения в молекулярных [4] и ионных [5] кристаллах, рентгеновские спектры щелочно-галогидных кристаллов [6]. В данной работе сообщается о наблюдении аналогичного явления в экситонном спектре PbCl_2 .

На рисунке (кривая 1) показана мнимая часть диэлектрической постоянной $\varepsilon_2(E)$, вычисленная с помощью дисперсионного соотношения из спектра поглощения тонкого напыленного в вакууме слоя [7] в области 2—6 эВ при температуре жидкого гелия. Видно, что при $E = 4.775$ эВ в точке, лежащей «выше» экситонного перехода, $\varepsilon_2(E) = 0$ и имеет в сторону длинных волн характерную асимметричную форму.

Для сравнения с теорией Фано [1] используем простейший вариант последней, учитывая одно дискретное возбужденное состояние, взаимодействующее с одним континуумом, поскольку в изотропном поглощении наблюдается одна полоса. В этом случае теория дает

$$\varepsilon_2(E) = \frac{[q\Gamma - 2(E_0 - E)]^2 \varepsilon_2^{(0)}(E)}{\Gamma^2 + 4(E_0 - E)^2}, \quad (1)$$

где Γ — ширина дискретного (в нашем случае экситонного) уровня, обусловленная взаимодействием с континуумом; q — отношение вероятностей перехода в модифицированное (за счет взаимодействия с континуумом) дискретное состояние к вероятности перехода в невозмущенный континуум; E_0 — энергия перехода в дискретное состояние, перенормированная за счет взаимодействия с континуумом; $\varepsilon_2^{(0)}(E)$ — мнимая часть диэлектрической постоянной для переходов в континуум, причем в расчетах положено $\varepsilon_2^{(0)}(E) = \text{const}$.

В общем случае параметры Γ , q и E_0 зависят от энергии E , однако для узких полос этой зависимостью можно пренебречь. Тогда (1) можно представить в виде

$$\varepsilon_2(E) = \frac{(E - E_{\text{мин.}})^2 \varepsilon_2^{(0)}(E)}{(E_0 - E_{\text{мин.}})(E_{\text{м}} - E_0) + (E_0 - E)^2}, \quad (2)$$

где $E_{\text{м}}$ — энергия максимума экситонного пика поглощения, наблюдаемая в эксперименте (для PbCl_2 [7] при 5°K $E_{\text{м}} = 4.690$ эв); $E_{\text{мин}}$ — энергия минимум в спектре поглощения (для PbCl_2 $\varepsilon_2(E) = 0$ при $E = 4.775$ эв);
 причем

$$\left. \begin{aligned} \Gamma &= 2 \sqrt{(E_0 - E_{\text{мин.}})(E_{\text{м}} - E_0)}, \\ q &= \frac{2(E_0 - E_{\text{мин.}})}{\Gamma}. \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Кривая (2) на рисунке рассчитана по формуле (2). Как видно, кривая Фано почти точно описывает наблюдаемую зависимость $\varepsilon_2(E)$. Значения параметров кривой (2) следующие: $\Gamma = 51.9 \pm 0.5$ мэв, $q = -2.85$, $E_0 = 4.701 \pm 0.002$ эв.

Таким образом, при температуре жидкого гелия уширение экситонного уровня вызвано, по всей видимости, не экситон-фононным взаимодействием, а рассмотренным конфигурационным взаимодействием.

Обсудим далее возможные причины появления состояний непрерывного спектра в области экситонных переходов.

1. Непрямые переходы зона—зона. В этом случае, однако, $\varepsilon_2^{(0)}(E)$ должна иметь сильную зависимость от энергии, это дало бы существенное расхождение между $\varepsilon_2(E)_{\text{теор.}}$ и $\varepsilon_2(E)_{\text{экспер.}}$

2. Тепловой «хвост» плотности состояний в зоне проводимости. Он должен быть мал при низких температурах.

3. «Хвост» плотности состояний в зоне проводимости, обусловленный неупорядоченностью решетки [8]. Действительно, исследованиями ЭПР [9] было показано, что кристаллы PbCl_2 имеют очень разупорядоченную решетку.

Таким образом, наличие явления антирезонанса в экситонном спектре кристалла PbCl_2 указывает на то, что экситонный уровень наложен на непрерывный спектр, обусловленный, возможно, разупорядочением решетки.

Автор глубоко признателен Г. Г. Лийдя за полезные обсуждения, Г. С. Завту за стимулирующие дискуссии и постоянный интерес к работе.

Литература

- [1] U. Fano. Phys. Rev., 124, 1866, 1961.
- [2] U. Fano, J. W. Cooper. Rev. Mod. Phys., 40, 441, 1968.
- [3] K. P. Jain. Phys. Rev., 139, A544, 1965.
- [4] E. S. Pusk, S. A. Rice, J. Fortner. Phys. Rev. Lett., 15, 289, 1965.
- [5] В. А. Архангельская, П. П. Теофилов. Опт. и спектр., 28, 1219, 1970.
- [6] F. C. Brown, Ch. Gähwiler, H. Fujita, A. V. Kunz, W. Scheiffler, preprint, University of Illinois. Urbana, 1970 (Phys. Rev., B2, 2136, 1970).
- [7] Г. Лийдя, В. Плеханов, А. Малышева, Изв. АН ЭССР, сер. физ.-мат., 19, 328, 1970; Г. Г. Лийдя, В. Г. Плеханов. Опт. и спектр., 32, 86, 1972.
- [8] B. I. Halperin, M. Lax. Phys. Rev., 148, 722, 1966; Phys. Rev., 153, 802, 1967.
- [9] J. Arends, J. F. Verwey. Phys. Stat. Sol., 23, 137, 1967; J. F. Verwey, Thesis, Utrecht, 1967.

Поступило в Редакцию 31 декабря 1970 г.

УДК 621.373 : 535 (206.3)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДЛИНЫ ВОЛНЫ ГЕНЕРАЦИИ ГЕЛИЙ-КАДМИЕВОГО ЛАЗЕРА ДЛЯ ЦЕНТРА ПРОВАЛА ЛЭМБА

А. И. Лохматов, П. Я. Белоусов и В. П. Коронкевич

Освоение коротковолнового диапазона видимого спектра позволит расширить число физических и технических задач, которые можно решить при помощи лазерных интерферометров. В этой связи представляет интерес построение лазерного интерферометра, работающего в фиолетовой области спектра. Наиболее подходящим источником, пригодным для этой цели, является гелий-кадмиевый лазер, работающий на длине волны 441.5 нм.