

Член-корреспондент АН СССР Е. Ф. ГРОСС, Б. П. ЗАХАРЧЕНЯ и Н. М. РЕЙНОВ

ЭФФЕКТ ЗЕЕМАНА В СПЕКТРЕ ЭКСИТОНА КРИСТАЛЛА ЗАКИСИ МЕДИ

Как показывают исследования, спектр поглощения света в кристалле закиси меди при низких температурах очень сложен. При температурах жидкого гелия ($T = 4,2^\circ\text{K}$ и $T = 1,3^\circ\text{K}$) ⁽¹⁾ опытами было установлено, что в кристалле Cu_2O наблюдается около 30 узких линий поглощения. Таким образом, система электронных уровней кристалла Cu_2O достаточно сложна и содержит много уровней, расположенных в сравнительно узком интервале шириной около 0,4 эв в непосредственной близости к свободной зоне кристалла. Происхождение всего этого многообразия уровней еще неясно.

В выяснении вопроса о происхождении линий поглощения в Cu_2O и их интерпретации могут помочь исследования поведения линий спектра в электрических и магнитных полях. Мы уже сообщали ^(2,3) об эффекте Штарка, наблюдаемом нами на линиях спектра экситона в кристалле Cu_2O , а также о предварительных исследованиях влияния магнитного поля на спектр экситона ⁽²⁾.

Как и следовало ожидать, эффект Зеемана у экситона оказался значительно меньше, чем эффект Штарка, подобно тому, как это наблюдается в спектре атома водорода. В магнитных полях, достигающих до 28000 эрст., мы не могли заметить влияния магнитного поля на линии спектра экситона, за исключением первого члена желтой серии $k=1$, у которого можно было наблюдать расширение в магнитном поле.

В настоящей работе мы предприняли дальнейшие исследования эффекта Зеемана у линий поглощения желтой серии экситона в кристалле Cu_2O с более совершенной аппаратурой. Предварительные опыты мы вели с призмным спектрографом сравнительно большой дисперсии, которая, однако, оказалась недостаточной для тонких исследований явления Зеемана. Для того чтобы иметь возможность лучше наблюдать зеемановское расщепление, мы увеличили дисперсию спектрального аппарата. В новых опытах в нашем распоряжении был спектрограф с дифракционной решеткой с дисперсией 4 Å/мм. Исследования явления Зеемана велись как в неполяризованном свете, так и в поляризованном с применением поляризующих призм, пропускающих свет с электрическим вектором, направленным перпендикулярно или параллельно направлению магнитного поля. Все эти опыты производились при температуре жидкого азота ($77,3^\circ\text{K}$).

Применение спектрального аппарата большей дисперсии позволило нам обнаружить расщепление первого члена $k=1$ желтой серии экситона в магнитном поле. Наиболее отчетливую картину зеемановского расщепления мы получили при исследовании явления в поляризованном свете. При таком положении поляризующей призмы-анализатора, когда свет поляризован с электрическим вектором перпендикулярно направлению магнитного поля (σ -компоненты), зеемановское расщепление первого члена желтой серии экситона имеет вид дублета, составляющие которого расположены симметрично относительно первоначального

положения линии $k=1$ при отсутствии магнитного поля. При другой поляризации (π -компоненты) наблюдается линия поглощения, расположенная на месте первоначальной линии при отсутствии поля, но значительно более расширенная. Без поляризующей призмы-анализатора при наложении π - и σ -компонент картина расщепления неотчетлива, и поэтому трудно установить, имеется ли здесь триплет или же более сложное расщепление. Вышеуказанное расширение линии π -компоненты также наводит на мысль о неразрешенной более сложной структуре этой линии. Для выяснения этого вопроса требуются дальнейшие исследования.

Таблица 1
Величина зеемановского расщепления первого члена желтой серии экситона (σ -компоненты)

H в эрст.	$\Delta\lambda$ в Å	$\Delta\nu$ в см ⁻¹	$\frac{\Delta\nu}{H} \cdot 10^4$
26000	0,9	2,4	92
32000	1,1	2,9	91

На рис. 1 (а, б, в, г) (на вклейке) приведены фотографии зеемановского расщепления первого члена желтой серии экситона.

Величина расщепления зависит от силы магнитного поля H . В табл. 1 приведены численные значения расстояний между составляющими дублета σ -компонент, полученные нами при магнитных полях 26000 и 32000 эрст. Из данных табл. 1 следует, что расщепление $\Delta\nu$, как и должно было быть в эффекте Зеемана, пропорционально магнитному полю H .

А. Г. Самойлович и Л. Л. Коренблит рассмотрели магнитооптические свойства экситона. Рассматривая экситон как совокупность дырки и электрона, авторы вывели формулу для зеемановского расщепления в спектре экситона для случая сильных полей, когда имеет место эффект Пашена — Бака:

$$\Delta\nu = \frac{\Delta m}{M} \frac{eH}{2\mu c} \Delta m_l; \quad \Delta m_l = 0, \pm 1, \dots, \quad (1)$$

где e — заряд электрона; c — скорость света; H — величина магнитного поля; $M = m_1 + m_2$; $\Delta m = m_1 - m_2$; $\mu = \frac{m_1 m_2}{M}$, где m_1 и m_2 — эффективные массы электрона и дырки.

Как указывают авторы, расщепление Зеемана линий экситона с одной стороны и оптический спектр экситона без влияния магнитного поля дают возможность определить эффективные массы экситона и дырки в отдельности.

Допуская, что наблюдаемое нами зеемановское расщепление $\Delta\nu$ первого члена желтой серии экситона в Si_2O соответствует нормальному триплету (формула (1)) и пользуясь данными для μ , определенными из оптического спектра экситона (⁴), мы вычислили эффективные массы электрона и дырки в кристалле Si_2O . Они оказались равными $m_1 = 0,84 m$; $m_2 = 0,95 m$.

Ленинградский физико-технический институт
Академии наук СССР

Поступило
6 VIII 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Е. Ф. Гросс, Б. П. Захарченя, Н. М. Рейнов, ДАН, 92, 265 (1953); 99, № 2 (1954). ² Е. Ф. Гросс, Б. П. Захарченя, Н. М. Рейнов, ДАН, 97, № 1 (1954). ³ Е. Ф. Гросс, Б. П. Захарченя, Н. М. Рейнов, ДАН, 97, № 2 (1954). ⁴ Е. Ф. Гросс, Н. А. Каррыев, ДАН, 84, 471 (1952).

К статье Гросса, Захаричи, Рейнова,
стр. 527

$$K=1$$

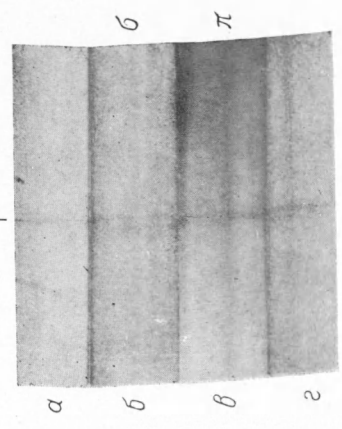


Рис. 1. Эффект Зеемана у пер-
ного члена $K=1$ желтой серии
экситона в магнитном поле
 $H=32000$ эрст. α — первый член
серии в отсутствие магнитного
поля H ; β , γ — σ -компоненты маг-
нитного расщепления; δ —
 π -компоненты магнитного рас-
щепления; z — магнитное рас-
щепление без поляризации



Рис. 1. Общий вид Nucleus praesopticus на про-
дольном срезе мозга сазана. Наблюдается харак-
терное постепенное увеличение размеров кле-
точных элементов в дорзентральном направле-
нии. Самые мелкие нейроны расположены в
непосредственной близости от эпителиальной вы-
стилки дорзальной стенки Recessus opticus
(R. opt.). Микрофотография. Ок. 5, об. 8.
Окр. азур + эозин