

Рис. 2. Теплеровские картины, наблюдаемые в гелии II.  
I —  $T = 2,172^{\circ}\text{K}$ ;  $t_+ = 0,28$  мсек; II<sub>0</sub> —  $T = 2,157^{\circ}\text{K}$ ;  
 $t_- = 0,30$  мсек; III<sub>0</sub> —  $T = 2,143^{\circ}\text{K}$ ;  $t_+ = 0,37$  мсек; IV —  
 $T = 2,138^{\circ}\text{K}$ ;  $t_+ = 1,10$  мсек

## РАСШЕПЛЕНИЕ ЛИНИЙ ПОГЛОЩЕНИЯ КРИСТАЛЛОВ КИСЛОРОДА В МАГНИТНОМ ПОЛЕ

*А.Ф.Прихотько, Т.П.Птуха, Л.И.Шанский*

Нами исследовалось влияние внешнего магнитного поля на поглощение света кристаллическим кислородом при 1,5°К. Узость линий поглощения охлажденной до такой температуры антиферромагнитной  $\alpha$ -модификации [1] позволяет вести наблюдения при дисперсии спектрального прибора 2 Å/мм. Магнитное поле напряженностью до 60 кэ создается сверхпроводящим соленоидом, который был изготовлен в ФТИ АН УССР. Неоднородность поля в рабочем объеме не превышает нескольких сотых процента. Направления распространения света и магнитного поля совпадают.

Полосы поглощения, на которых наблюдалось действие поля, расположены в видимой и в близкой ультрафиолетовой области спектра. Это поглощение нацело отсутствует в свободных молекулах и возникает лишь при их взаимодействиях. Молекула кислорода, поглощая фотон, может перейти из основного  $^3\Sigma$  – состояния в одно из низко лежащих возбужденных –  $^1\Delta_g$  или  $^1\Sigma_g$ . Если молекулы связаны друг с другом, как это имеет место в кристалле, то в эти же состояния одним фотоном могут возбудиться две молекулы. Взаимодействие возбужденных молекул приводит к "смещению" электронных состояний, энергия которых близка к суммарной энергии двух одиночных возбуждений, но не равна ей. Такие состояния обозначаются  $\Delta\Delta$  и  $\Sigma\Sigma$ , если молекулы переходят в одинаковые  $\Delta$  или  $\Sigma$  состояния, и  $\Delta\Sigma$ , если – в разные. Каждому из них отвечают свои собственные значения частоты внутримолекулярного колебания, на повторениях которых строятся электронно-колебательные серии исследуемого спектра.

Из трех таких серий только одна, отвечающая переходу  $^3\Sigma \rightarrow \Delta\Delta$ , оказалась чувствительной к влиянию внешнего магнитного поля. Оно сказывается лишь на электронно-колебательных состояниях. Обязанная электронному переходу начальная полоса серии не изменяется под действием поля.

Для примера на рис.1 *a-z* (см.вкл.) приведена полоса поглощения, отвечающая второму электронно-колебательному кванту серии  $^3\Sigma \rightarrow \Delta\Delta$  (зеленая полоса  $\alpha$ -кислорода). Спектры на этих снимках прочерчены горизонтальными полосами с разной степенью почернения, получающимися из-за разной эффективной толщины отдельных блоков поликристалла, растущего из жидкой фазы. Для одного и того же значения магнитного поля при этом получается целый ряд спектров, обусловленных различной ориентацией отдельных блоков относительно направления поля. Значения частот линий, равно как и точки на рис.2, соответствуют одному и тому же блоку, отмеченному скобкой на рис. 1 *z*.

При  $H = 0$  в спектрах видна группа из трех линий – сильной с частотой  $\nu = 18813 \text{ см}^{-1}$  и двух слабых:  $\nu = 18810 \text{ см}^{-1}$  и  $\nu = 18807 \text{ см}^{-1}$ .

По мере нарастания поля эти линии расщепятся, так что при 60 кэ наблюдается шесть линий. Проследить за судьбой каждой из них трудно,

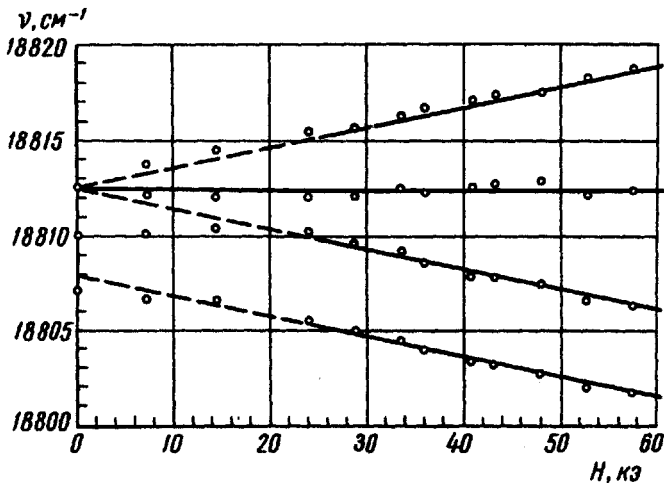


Рис.2. Зависимость частот линий поглощения  $\alpha$ -кислорода от напряженности поля

в частности, из-за того, что близко расположенные линии, расщепляясь подходят вплотную друг к другу; сливаясь, они расширяются, их форма искажается, что затрудняет как измерения спектра, так и трактовку результатов. Можно, однако, видеть, что сильная линия  $\nu = 18813 \text{ см}^{-1}$  расщепляется полем на три компоненты. Частота средней линии этого триплета не зависит от величины поля; частоты двух других линейно связаны с его значением, что отчетливо выражено, начиная от 24 кэ и выше.

Как это видно из рис.2, расщепление  $\Delta\nu$  симметрично относительно центральной компоненты  $\nu_0$ ; при 60 кэ его величина равна  $\pm 6 \text{ см}^{-1}$ .

Следует заметить, что, начиная от значения поля порядка 40 кэ, интенсивность линии  $\nu_0$  резко падает; одновременно вблизи нее появляются две слабые линии  $\nu = 18811 \text{ см}^{-1}$  и  $\nu = 18815 \text{ см}^{-1}$ .

На рис. 1 *z* видна также линия с частотой  $\nu = 18802 \text{ см}^{-1}$ . Это компонента расщепления одной из слабых длинноволновых линий исходной по-

лосы поглощения  $\nu = 18807 \text{ см}^{-1}$ ; остальные на данных снимках не обнаруживаются, но наблюдаются в других опытах.

Расширенная линия  $\nu = 18833 \text{ см}^{-1}$ , одна из линий-спутников сильной линии, относимых обычно к колебаниям решетки, остается к влиянию поля безразличной.

Таким образом, в данной работе обнаружено расщепление линий поглощения молекулярных кристаллов  $\alpha$ -кислорода под действием магнитного поля. Величина расщепления  $\Delta\nu$  отвечает формуле

$$\Delta\nu = e\hbar H / mc,$$

где  $e$  и  $m$  – заряд и масса электрона,  $c$  – скорость света. Расщепление наблюдается только на линиях, относящихся к электронно-колебательным состояниям. Оно обязано снятию вырождения возбужденных состояний кристалла под воздействием магнитного поля.

Авторы глубоко признательны Л.С.Лазаревой и Б.Г.Лазареву за изготовление и предоставление сверхпроводящего соленоида, а также за участие в обсуждении результатов этой работы.

Институт физики  
Академии наук  
Украинской ССР

Поступило в редакцию  
28 марта 1967 г.

#### Литература

[1] M.F.Collins. Proc. Phys. Soc., 89, 415, 1966.