

Рис. 2. Теплеровские картины, наблюдаемые в гелии II.
I — $T = 2,172^{\circ}\text{K}$; $t_+ = 0,28$ мсек; II₀ — $T = 2,157^{\circ}\text{K}$;
 $t_- = 0,30$ мсек; III₀ — $T = 2,143^{\circ}\text{K}$; $t_+ = 0,37$ 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 $1,5^\circ\text{K}$. Узость линий поглощения охлажденной до такой температуры антиферромагнитной α -модификации [1] позволяет вести наблюдения при дисперсии спектрального прибора $2 \text{ \AA}/\text{мм}$. 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 Δ или Σ 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 α -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 расщепляются, так что при 60 кэ наблюдается шесть линий. Проследить за судьбой каждой из них трудно,

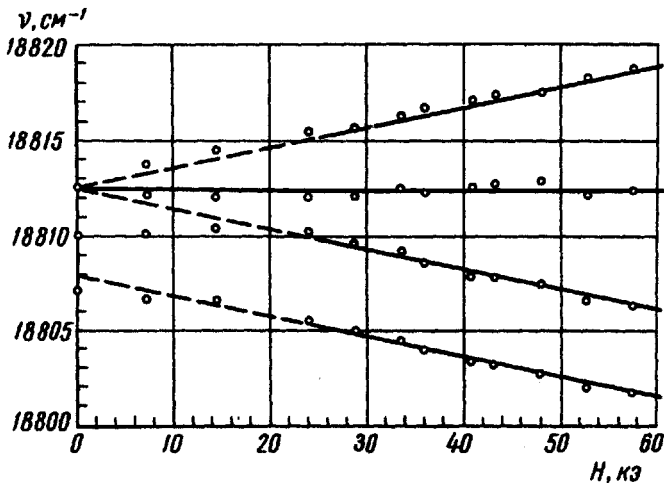


Рис.2. Зависимость частот линий поглощения α -кислорода от напряженности поля

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 ν_0 ; при 60 кэ его величина равна $\pm 6 \text{ см}^{-1}$.

Следует заметить, что, начиная от значения поля порядка 40 кэ, интенсивность линии ν_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 α -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.