

О. Г. ВЛОХ, И. С. ЖЕЛУДЕВ, И. М. КЛИМОВ

**ОПТИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ЦЕНТРОСИММЕТРИЧНЫХ  
КРИСТАЛЛОВ МОЛИБДАТА СВИНЦА  $PbMoO_4$ ,  
ИНДУЦИРОВАННАЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ПОЛЕМ  
(ЭЛЕКТРОГИРАЦИЯ)**

(Представлено академиком Р. В. Хохловым 4 V 1975)

Возможность изменения или появления оптической активности в кристаллах под действием внешнего электрического поля (явления электрогирации) была предсказана одним из авторов данной работы из симметричных соображений<sup>(1)</sup>. Позднее электрогирация была обнаружена в кристаллах кварца<sup>(2)</sup>,  $\alpha$ - $HfO_2$ <sup>(3)</sup>,  $LiIO_3$ <sup>(4)</sup>. Во всех этих случаях наблюдался эффект изменения уже имеющейся оптической активности и, поэтому, представляет интерес наблюдение оптической активности, возникающей только в результате приложения внешнего электрического поля. В<sup>(5)</sup> сообщалось о наблюдении индуцированной оптической активности в центросимметричных кристаллах  $SrMoO_4$ . В проведенных нами экспериментах на этом кристалле электрогирацию обнаружить не удалось (точность измерения  $\pm 10'$ ) несмотря на то, что по приведенному в<sup>(5)</sup> электрогирационному коэффициенту  $\gamma_{33}$  в условиях наших опытов следовало бы ожидать поворота плоскости поляризации на угол  $12^\circ$ . Таким образом, интерес к обнаружению электрогирации по-прежнему сохраняется. На принципиальную возможность такого обнаружения указывает и тот факт, что в центросимметричных (в параэлектрической модификации) сегнетоэлектриках триглицинсульфата и гидроселенита лития имеет место возникновение оптической активности при возникновении спонтанной поляризации<sup>(6-8)</sup>.

В соответствии с данными<sup>(1)</sup> одним из наиболее подходящих центросимметричных классов симметрии, представители которого могут обладать линейным электрогирационным эффектом, является класс  $4/m$ . Именно к нему принадлежат кристаллы молибдата свинца ( $PbMoO_4$ ). По условиям симметрии в них отсутствует пьезоэлектрическая деформация и линейный электрооптический эффект, а вследствие квадратичного эффекта, возникающего при действии поля вдоль оптической оси (компонента  $E_3$ ), они остаются оптически одноосными. Это обстоятельства дают возможность наблюдать эффект линейной электрогирации в кристаллах  $PbMoO_4$  без влияния сопутствующих явлений.

В сущности методика проведенных нами исследований состояла в непосредственном измерении поворота плоскости поляризации света, распространяющегося строго вдоль оптической оси, под действием статического поля  $E_3$ . С целью увеличения чувствительности поляризационной установки исходное положение анализатора соответствовало частичному пропусканию света ( $\sim 50\%$ ). Угол поворота плоскости поляризации под действием поля определялся по повороту анализатора в положение компенсации изменения интенсивности света. Несмотря на то, что установка позволяла измерять углы с точностью  $\pm 15''$ , точность эксперимента вследствие аппаратных и фотометрических флуктуаций составляла  $10'$ . Для обнаружения эффекта и доказательства его линейности в качестве источника монохроматического излучения использовался гелий-неоновый одномодовый лазер ЛГ-38 ( $\lambda$  632,8 нм), а для измерения дисперсии индуцированной

оптической активности установка монтировалась на базе монохроматора ЗМР-3.

Исследования показали, что под действием продольного электрического поля  $E$ , в кристаллах  $\text{PbMoO}_4$  имеет место поворот плоскости поляризации света, увеличивающийся линейно с ростом поля (рис. 1). При этом изменение направления поля приводит к изменению направления поворота поляризации света на противоположное, а изменение направления распространения света при неизменном направлении поля не изменяет направления поворота указанной плоскости. Эти факты указывают на то, что

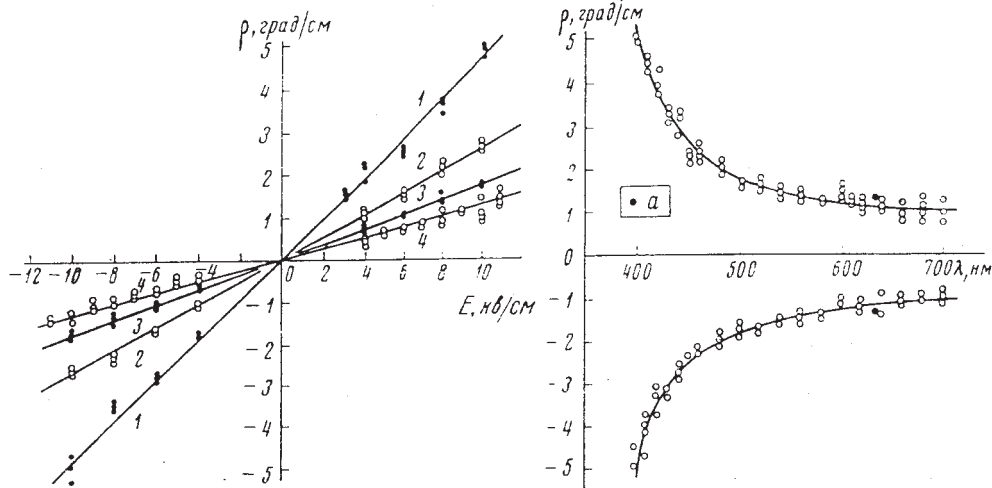


Рис. 1

Рис. 2

Рис. 1. Зависимости удельного вращения плоскости поляризации света в кристаллах  $\text{PbMoO}_4$  от величины электрического поля. 1 —  $\lambda=400$  нм; 2 — 450 нм; 3 — 500 нм; 4 — 632,8 нм

Рис. 2. Дисперсия индуцированной оптической активности кристаллов  $\text{PbMoO}_4$  в статическом поле;  $E_3 = \pm 10$  кв/см; а —  $\lambda=632,8$  нм

в описываемых опытах действительно имеет место возникновение оптической активности (а не какого-либо другого явления), которая изменяет свой знак (от правого к левому или наоборот) при изменении направления электрического поля на противоположное. В качестве критерия достоверности обнаружения индуцированной оптической активности может быть использован и тот факт, что в циркулярно-поляризованном свете эффект отсутствует. С этих позиций также исключена связь его с обычным электрооптическим эффектом.

Близость края собственного поглощения кристаллов  $\text{PbMoO}_4$  (<sup>9</sup>) благоприятствует обнаружению дисперсии электрогирации. На рис. 2 представлена дисперсия индуцированной оптической активности для противоположных направлений поля  $E_3 = 10$  кв/см. Наблюдаемый эффект в соответствии с формой аксиального тензора третьего ранга (<sup>1</sup>) для класса  $4/m$  описывается соотношением

$$\rho = \frac{\pi n_0}{\lambda} \gamma_{33} E_3.$$

Из полученных результатов, воспользовавшись известной (<sup>9</sup>) величиной обыкновенного показателя преломления  $n_0$  для  $\lambda$  517 нм, находим  $\gamma_{33} = (1,23 \pm 0,12) \cdot 10^{-12}$  м/в.

В дисперсионных исследованиях представляется возможным определить не только зависимость удельного вращения плоскости поляризации от длины волны при  $E_3 = \text{const}$ , но и выявить влияние на электрогирацию двууплощения, обусловленного, например, распространением света под углом

к оптической оси. Нами показано, что в условиях такого эксперимента (свет распространяется под углом к оптической оси) наличие начального двушреломления приводит к тому (как это и должно быть), что азимут эллипса поляризации осциллирует, а огибающая этих осцилляций соответствует дисперсионной зависимости вращения плоскости поляризации в отсутствие двушреломления.

Сопоставление электрогирационных характеристик кристаллов  $\alpha$ - $\text{HfO}_3$  (<sup>2</sup>),  $\text{LiJO}_3$  (<sup>3</sup>) и  $\text{PbMoO}_4$  показывает, что они имеют один и тот же порядок величины. В частности, константа  $\gamma_{33}$ , выражающая связь оптической активности с электрической поляризацией равна для  $\text{PbMoO}_4$ ,  $5,45 \cdot 10^{-3}$  м<sup>2</sup>/к, а для  $\alpha$ - $\text{HfO}_3$  и  $\text{LiJO}_3$  соответственно  $\gamma_{32}=7,11 \cdot 10^{-3}$  и  $\gamma_{33}=1,26 \cdot 10^{-3}$  м<sup>2</sup>/к. Если же характеризовать оптическую активность, индуцированную электрическим полем, величиной угла поворота плоскости поляризации света при данном поле, то в кристаллах  $\text{PbMoO}_4$  она оказывается максимальной по сравнению с кристаллами  $\alpha$ - $\text{HfO}_3$  и  $\text{LiJO}_3$  (в случае  $\alpha$ - $\text{HfO}_3$  и  $\text{LiJO}_3$  угол поворота при  $E_3=10$  кв/см составляет минуты, а в случае  $\text{PbMoO}_4$  — более градуса).

Авторы признательны В. Г. Габриеляну за любезно предоставленные кристаллы  $\text{PbMoO}_4$  и Я. В. Головки за помощь в проведении измерений.

Институт кристаллографии  
Академии наук СССР  
Москва

Поступило  
17 IV 1975

Львовский государственный университет

#### ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- <sup>1</sup> И. С. Желудев, Кристаллография, т. 9, 501 (1964). <sup>2</sup> О. Г. Влох, Укр. физ. журн., т. 15, 759 (1970); Письма ЖЭТФ, 13, 118 (1971). <sup>3</sup> О. Г. Влох, Л. А. Лазько, В. Я. Нестеренко, Кристаллография, т. 11, 1248 (1972). <sup>4</sup> О. Г. Влох, И. С. Желудев, Л. А. Лазько, Кристаллография, т. 20, 654 (1975). <sup>5</sup> Ю. В. Шалдин, ДАН, т. 191, 67 (1970). <sup>6</sup> K. Hermelbracht, H.-G. Unruh, Leit. Angew. Phys., v. 28, 285 (1970). <sup>7</sup> О. Г. Влох, И. В. Кутный, Л. А. Лазько, Изв. АН СССР, сер. физ., т. 35, 1852 (1971). <sup>8</sup> H. Futaba, R. Pepinsky, J. Phys. Soc. Japan, v. 17, 725 (1962). <sup>9</sup> Б. И. Максиков, А. М. Морозов, Н. Г. Романова, Оптика и спектроскопия, т. 14, 312 (1963).