

## К ВОПРОСУ О ПРАВИЛАХ ОТБОРА ПРИ РАССЕЯНИИ МАНДЕЛЬШТАМА – БРИЛЛЮЗНА В КРИСТАЛЛАХ

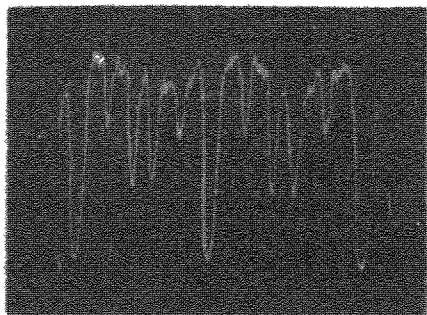
О.В. Качалов

Измерение интенсивности компонент Мандельштама – Бриллюэна (МБ) в кристаллах с большой оптической анизотропией представляет значительный интерес в связи с тем, что недавно Нельсон и Локс [1] указали на ошибочность общепринятого представления о симметрии тензора  $\hat{\epsilon}$  эластичности для оптически анизотропных кристаллов. Как следует из работы [1], с учетом антисимметричного тензора деформации, который описывает вращение элемента объема кристалла, тензор  $\hat{\epsilon}$  эластичности  $\hat{\epsilon}_{ijkl}$  представляется в виде суммы симметричной и антисимметричной по акустическим индексам частей  $\hat{\epsilon}'_{ijkl} = \hat{\epsilon}_{ij}(kl) + \hat{\epsilon}_{ij}[kl]$ , причем, антисимметричный тензор  $\hat{\epsilon}$  эластичности  $\hat{\epsilon}_{ij}[kl]$  определяется лишь тензором диэлектрической постоянной. Как показали наши расчеты, учет  $\hat{\epsilon}_{ij}[kl]$  для кальцита привел к существенным (в некоторых случаях  $\sim 10^3$ ) изменениям значений коэффициентов рассеяния.

В данной работе исследовалось тепловое рассеяние МБ в монокристаллах кальцита. Рассеянный на  $90^\circ$  свет He – Ne-лазера с  $\lambda = 0,63 \text{ мк}$  анализировался интерферометром Фабри – Перо и интерферограммы регистрировались фотографически. Относительные интенсивности компонент МБ измерялись методом фотографической фотометрии. Калибровка интенсивности падающего света производилась с помощью марок почернения, которые фотографировались в свете того же лазера одновременно со спектром рассеяния. Точная установка кристалла при фотографировании спектра рассеяния производилась по conoscopic картине. Воспроизводимость экспериментальных данных составила  $\sim 20\%$ . Микрофотограмма одного из спектров приведена на рисунке. Экспериментальные данные и рассчитанные по формулам Мотулевич [2] значения коэффициентов рассеяния сведены в таблицу, где  $\tilde{R}_{pq}^{rs}$  и  $R_{pq}^{rs}$  – значения коэффициентов рассеяния, вычисленные без учета и с учетом  $\hat{\epsilon}_{ij}[kl]$  соответственно,  $pq$  – направления распространения,  $rs$  – поляризации падающего и рассеянного света;  $\vec{x}$  и  $\vec{y}$  единичные векторы направления распространения и поляризации фотона, соответствующего данной компоненте МБ.

	$III R_{zy}^{xx}$	$I R_{zy}^{xx}$	$I R_{zy}^{yz}$	$III R_{zy}^{yz}$	$II R_{-zy}^{yz}$
$\kappa$	0; 0,706; - 0,706	0; 0,706; - 0,706	0; 0,67; - 0,744	0; 0,67; - 0,744	0; 0,67; 0,744
$\gamma$	0; 0,67; - 0,65	0; 0,65; 0,76	0; 0,7; 0,715	0; 0,715; - 0,7	0; 0,56; - 0,83
$v_{расч} \cdot 10^5 \text{ см/сек}$	6,02	3,42	3,24	5,97	3,14
$v_{эклп} \cdot 10^5 \text{ см/сек}$	6,01	3,38	3,31	6,05	3,10
$\tilde{R}_{pq}^{rs}$	100	6,5	0,006	12,6	0,49
$R_{pq}^{rs}$	100	6,5	12,5	11,7	17,4
$R_{pq}^{rs} \text{ эклп}$	100	8	7,5	14	19

Как видно из таблицы, наиболее существенные изменения рассчитанных коэффициентов рассеяния имеют место для компонент, соответствующих их квазипоперечным фоонам, поляризованным в плоскости рассеяния. Для объяснения таких изменений значений коэффициентов рассеяния рассмотрим выражения для компонент тензора изменения диэлектрической постоянной  $\phi_{ij}$ , квадраты которых определяют интенсивности соответствующих компонент МБ.



Микрофотограмма спектра рассеяния для случая  $\vec{k}(0; 0,67; -0,744)$ . Область дисперсии интерферометра  $1,663 \text{ см}^{-1}$

Без учета  $\rho_{ij}(kl)$

$$\tilde{\phi}_{yz} = n_y^2 n_z^2 [\rho_{41}(\kappa_x \gamma_x - \kappa_y \gamma_y) + \rho_{44}(\kappa_z \gamma_y + \kappa_y \gamma_z)] \quad (1)$$

С учетом  $\rho_{ij}(kl)$

$$\phi_{yz} = n_y^2 n_z^2 [\rho'_{41}(\kappa_x \gamma_x - \kappa_y \gamma_y) + \rho'_{44} \kappa_z \gamma_y + \rho'_{44} - \kappa_y \gamma_z] \quad (2)$$

где  $\rho_{41} = \rho'_{41} = 0,01$ ,  $\rho_{44} = 0,09$ , а для новых тензорных элементов, используя данные Поккельса [3] в качестве значений симметричного тензора фотоупругости  $\rho_{ij}(kl)$ , получим следующие значения:  $\rho'_{2323} = \rho'_{44} = \rho'_{3113} = \rho'_{55} = -0,045$ ,  $\rho'_{2332} = \rho'_{44} = \rho'_{3131} = \rho'_{55} = -0,135$  для  $\lambda = 0,63 \text{ мк}$ . В случае (1) для квазипоперечного фоона, поляризованного в плоскости рассеяния  $\gamma_z$ ,  $\kappa_z \gamma_y = -\kappa_y \gamma_z$  и в силу малости коэффициента при  $\rho_{44}$  значения  $I^{R_{yz}}_{zy}$  и  $II^{R_{yz}}_{zy}$  малы (см.

таблицу). В случае же (2), для квазипоперечного фоона последние два слагаемые в выражении для  $\phi_{yz}$  приближенно можно представить в виде  $\kappa_z \gamma_y (\rho'_{44} - \rho'_{44}) = \kappa_z \gamma_y 2\rho_{23}[2,3]$ , где  $\rho_{23}[2,3] = 0,045$  т. е. теперь значение  $\phi_{yz}$  определяется, в основном, величиной соответствующей компоненты антисимметричного тензора фотоупругости, что приводит к значительному изменению значений коэффициентов рассеяния для соответствующих компонент МБ. Для продольных компонент МБ, учет  $\rho_{ij}(kl)$ , как и следовало ожидать, не оказал существенного влияния на значения коэффициентов рассеяния. Экспериментальные данные гораздо лучше соответствуют случаю (2), т. е. указывают на необходимость учета антисимметричного тензора деформации при рассмотрении фотоупругости оптически анизотропных кристаллов. Следует отметить, что данные эксперимента нельзя объяснить изменением лишь значений компонент тензора фотоупругости при прежней его симметрии, т. е. для любых значений компонент  $\rho_{41}$  и  $\rho_{44}$  симметричного по акустическим индексам тензора фотоупругости система трех уравнений, определяющих экспериментальные значения интенсивностей компонент  $I^{R_{yz}}_{zy}$ ;  $II^{R_{yz}}_{zy}$ ;  $III^{R_{yz}}_{zy}$  не совместна. Из наших данных следует, что одно из правил отбора полученных Гаммоном [4], при рассеянии МБ в кальците не выполняется.

Автор глубоко признателен Б.Н.Гречушникову за постоянное внимание и помощь в работе, А.С.Боровику-Романову за обсуждение результатов.

Институт кристаллографии  
Академии наук СССР

Поступила в редакцию  
3 декабря 1970 г.

### Литература

- [ 1 ] D.F.Nelson, M.Lax. *Phys. Rev. Lett.*, 24, 379, 1970.
  - [ 2 ] Г.П.Мотулевич. Трудь ФИАН, 5, 9, 1956; И.Л.Фабелинский. Молекулярное рассеяние света. М., Изд. Наука, 1965.
  - [ 3 ] F.Pockels. *Ann. Phys.*, 11, 726, 1903.
  - [ 4 ] R.V.Gammon. *Solid state comm.*, x6, 11xx, 1968.
-