

Л и т е р а т у р а

1. А. С. Бруев, В. К. Коников, Краткие сообщения по физике ФИАН № 5, 3 (1982).
2. K. G. Anlauf, P. J. Kuntz et al., Disc. Farad. Soc., 44, 1983 (1967).
3. J. C. Polanyi, R. B. Woodall, J. Chem. Phys., 56, 1953 (1972); 57, 1574 (1972).
4. С. А. Лосев, О. П. Шаталов, М. С. Яловик, ДАН СССР, 195, 585 (1970).

Краткие сообщения по физике № 10 1983

ОБ АНОМАЛИЯХ ИНТЕНСИВНОСТИ РЕЛЕЕВСКОГО И КВАЗИУПРУТОГО РАССЕЯНИЯ СВЕТА ВБЛИЗИ ТОЧЕК ФАЗОВЫХ ПЕРЕХОДОВ В КРИСТАЛЛЕ НИОБАТА БАРИЯ-НАТРИЯ

В. С. Горелик, С. В. Иванова, И. И. Наумова

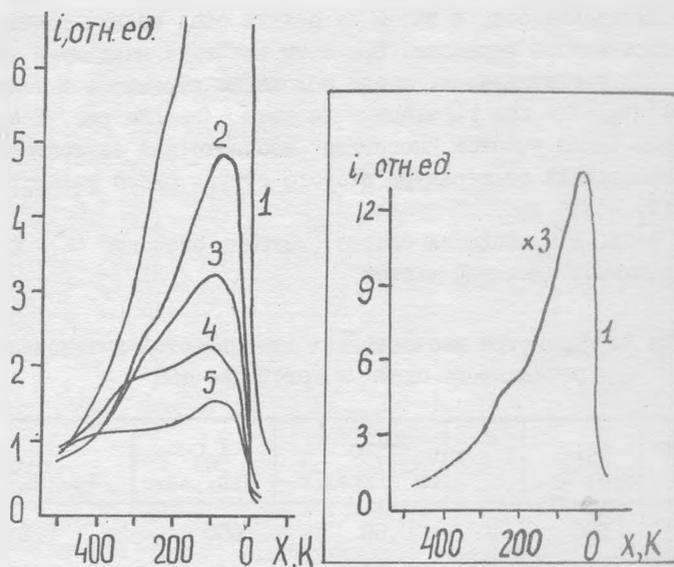
УДК 535.361

В кристаллах НБН обнаружено возрастание интенсивности квазиупругого рассеяния, а также уменьшение интенсивности рэлеевского рассеяния вблизи точки сегнетоэлектрического фазового перехода.

В настоящей работе исследовалась температурная зависимость интенсивности рэлеевского и квазиупругого ($\Omega \leq 10-100 \text{ см}^{-1}$) рассеяния света в кристалле ниобата бария-натрия (НБН). Интерес к этому кристаллу обусловлен его аномально высокими нелинейными характеристиками, а также наличием по крайней мере двух структурных переходов: при $T_1 = 573 \text{ К}$ (переход в несоответствующую фазу) и при $\theta = 845 \text{ К}$ (сегнетоэлектрический фазовый переход).

Исследование проводилось методом анализа изочастотных зависимостей, получаемых при произвольных фиксированных частотах и медленном (~ 1 град/мин) изменении температуры кристалла.

Исследуемые образцы представляли собой прямые призмы размером ~ 1 см с заданным направлением сегнетоэлектрической оси Z; кристаллы были выращены из расплава, близкого к конгруэнтному. При этом в выращенных образцах температура Кюри определялась с точностью ~ 1 °C.



Р и с. 1. Вид функций $i(\Omega, X)$ для значений частот $\Omega = 8 \text{ см}^{-1}$ (1), 20 см^{-1} (2), 28 см^{-1} (3), 45 см^{-1} (4), 83 см^{-1} (5)

Регистрация изочастотных зависимостей проводилась на спектрометре ДФС-12 при ширине щелей 30–50 мкм и частотах $\Omega = 3 - 83 \text{ см}^{-1}$. В качестве возбуждающей использовалась одна из линий генерации ($\lambda = 514,5 \text{ нм}$) аргонового лазера типа 11А-120. Все исследования проводились при геометрии рассеяния $X(ZZ)Y$, где X и Y – два взаимно перпендикулярных направления в плоскости,

перпендикулярной сегнетоэлектрической оси z . Рэлеевское рассеяние исследовалось при той же геометрии рассеяния на частоте возбуждающей линии ($\Omega = 0$); при этом ширина щели составляла ~ 10 мкм.

Общий вид полученных изочастотных зависимостей для нескольких значений частот Ω показан на рис. I. Здесь вместо наблюдаемой величины интенсивности рассеяния $J(\Omega, T)$ приводится зависимость $i(\Omega, X) = J(\Omega, T)/T$, где $X = \epsilon - T$. Как видно из этого рисунка, при всех значениях частот Ω обнаруживается возрастание интенсивности, а затем ее резкий спад вблизи точки сегнетоэлектрического перехода. При этом значение максимума интенсивности i_0 увеличивается, а его положение стремится к точке перехода ($X_0 \rightarrow 0$) при уменьшении частоты Ω . На рис. I обнаруживается также участок "перегиба" изочастотной зависимости, соответствующий температуре второго структурного фазового перехода ($T_1 = 573$ К).

В табл. I приводятся соответствующие значения i_0 , X_0 для исследованных значений частот.

Таблица I. Параметры изочастотных зависимостей интенсивности рассеянного света в кристалле НБН

$\Omega, \Omega_R,$ см ⁻¹	$i_0,$ отн. ед.	X_0, K	Ω/X_0 см ⁻¹ град ⁻¹	$i_0\Omega,$ отн. ед.	$\tau_R, 10^{-11} \text{ c}$
3	200	40	0,09	600	1,1
4	134	50	0,09	536	0,8
8	80	71	0,11	640	0,4
13	40	75	0,16	520	0,26
20	30	80	0,25	600	0,17
28	19	90	0,31	532	0,12
45	13	90	0,50	585	0,07
83	9	90	0,92	763	0,04

Из табл I следует, что при наименьшем из используемых зна-

чений частоты Ω интенсивность в максимуме i_0 является максимальной, а величина X_0 - минимальной.

Количественный анализ наблюдаемых изочастотных зависимостей в области сегнетоэлектрического фазового перехода может быть проведен на основе модели, соответствующей присутствию в спектре одной "эффективной" мягкой моды, и обсуждавшейся, в частности, в обзоре /2/. При этом в области достаточно низких частот $\Omega \ll \Gamma$ (Γ - коэффициент затухания мягкой моды) наибольшую применимость имеет так называемая релаксаторная модель, характеризующаяся следующим видом функции $i(\Omega, X)$:

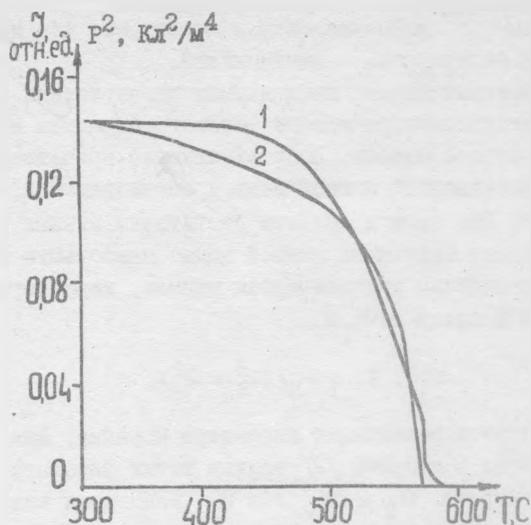
$$i(\Omega, X) = \Omega_R / (\Omega_R^2 + \Omega^2), \quad (1)$$

где Ω_R - частота релаксации параметра порядка. Для этой величины в согласии с теорией /2/ вблизи точки фазового перехода можно полагать, что $\Omega_R = CX$, где C - некоторая константа. Функция (1) имеет максимум с координатами:

$$i_0 = 1/2\Omega, \quad X_0 = \Omega/C. \quad (2)$$

В соответствии с этим по положению X_0 максимума изочастотной зависимости можно найти частоту релаксации $\Omega = \Omega_R = CX_0$ параметра порядка при температуре $T_0 = \theta - X_0$, а также соответствующее время релаксации $\tau_R = 1/c_0\Omega_R$ (c_0 - скорость света) параметра порядка. Значения этих величин приводятся в табл. I. Кроме того, в этой таблице приводятся значения $i_0\Omega$ и Ω/X_0 , которые должны быть постоянными при условии выполнимости релаксационной модели. Как видно из таблицы, при $\Omega < 13 \text{ см}^{-1}$ величины Ω/X_0 и $i_0\Omega$ изменяются незначительно; с дальнейшим увеличением частоты величина $\Omega/X_0 = C$ быстро возрастает. Этот факт свидетельствует о необходимости использования более сложной модели для описания спектра (например, осцилляторной модели с двумя параметрами /2/).

На рис. 2 приводится температурная зависимость релеевского рассеяния вблизи точки сегнетоэлектрического фазового перехода. Здесь обнаруживается резкое спадание интенсивности вблизи θ , коррелирующее с уменьшением квадрата спонтанной поляризации /3/. Такой эффект можно объяснить температурным изменением показате-



Р и с. 2. Температурная зависимость интенсивности ралеевского рассеяния вблизи точки Кюри в кристалле КБН: 1 - ралеевское рассеяние (наши данные), 2 - данные [3] по температурной зависимости спонтанной поляризации

ля преломления доменов из-за изменения спонтанной поляризации при приближении к точке Кюри и проявлением линейного электрооптического эффекта в сегнетофазе.

Наблюдаемые эффекты представляют интерес как для уточнения феноменологической теории фазовых переходов в рассматриваемом кристалле, так и для практических задач, связанных с установлением зависимости температуры фазовых переходов от наличия примесей и дефектности кристаллов КБН.

Поступила в редакцию
29 марта 1983 г.

Л и т е р а т у р а

1. В. С. Горелик, С. В. Иванова, Краткие сообщения по физике ФИАН № 11, 18 (1981).

2. В. Л. Гинзбург, А. П. Леванюк, А. А. Собынин, УФН, 130, 615 (1980).
3. S. Singh, D. A. Draegert, J. E. Geusic, Phys. Rev. B., 2, 2709 (1970).

Краткие сообщения по физике № 10 1983

ДИСПЕРСИОННЫЕ СООТНОШЕНИЯ ДЛЯ КОЛЕБАНИЙ В ИОННОЙ
ЦЕПОЧКЕ ВО ВНЕШНЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ ПОЛЕ

Д. В. Власов, В. Н. Стрельцов

УДК. 534.22

Исследуется изменение групповой скорости звука в одномерной ионной цепочке в результате изменения силовых констант под действием внешнего квазистатического электрического поля.

В последнее время в связи с развитием работ по параметрическому взаимодействию волн в акустике /1,2/ возрос интерес к проблеме высокочастотной модуляции акустических параметров среды с помощью внешних электромагнитных полей.

Такая модуляция зависит от физики фонов-электромагнитного взаимодействия в среде, а последняя существенно определяется конкретной структурой вещества. Так, например, в случае кристалла с Ван-дер-Ваальской связью влияние поля на динамику движения частиц в звуковой волне связано с возникновением в среде индуцированного диполь-дипольного взаимодействия, что, с одной стороны, приводит к изменению положения равновесия в системе, а, с другой стороны, вызывает появление дополнительных электрических сил при смещении частиц из равновесных состояний. Оба указанных фактора модифицируют дисперсионные соотношения для акустических колебаний в кристалле, изменяя тем самым значе-