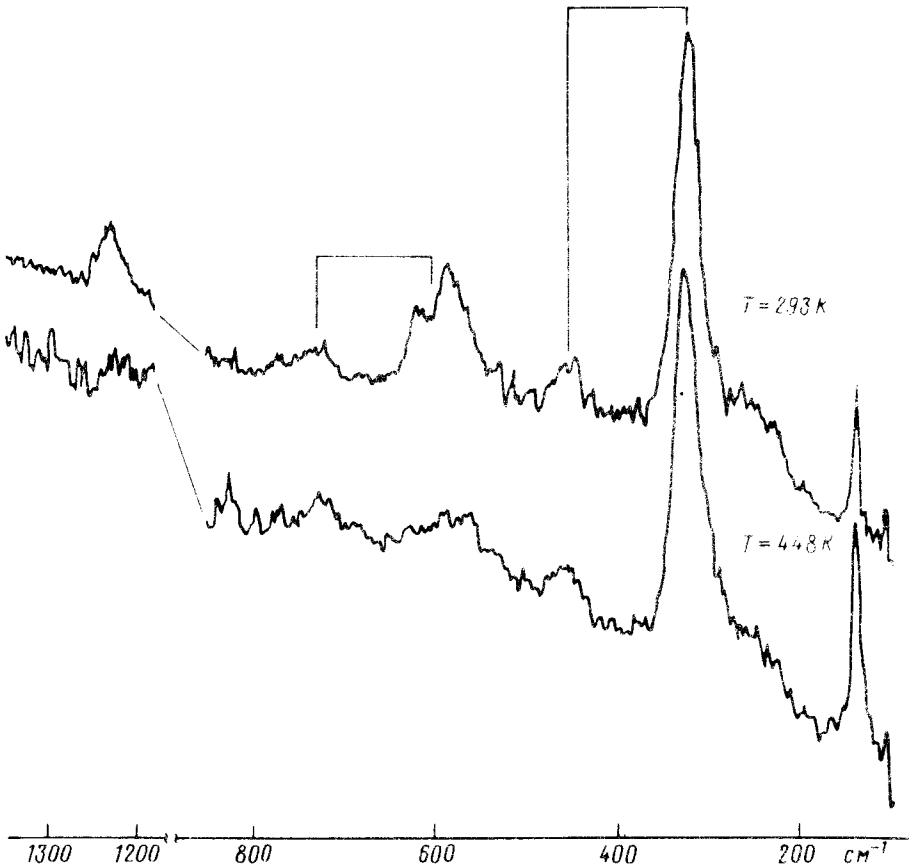


ВЫСОКОЧАСТОТНОЕ КОМБИНАЦИОННОЕ РАССЕЯНИЕ В ТЕТРАГОНАЛЬНОМ МОНОКРИСТАЛЛЕ $GdBa_2Cu_3O_{6+x}$

*Е.М.Фефер, Г.Э.Блумберг, Я.О.Паст,
Л.А.Ребане, Л.И.Леонюк*

Для кристалла $GdBa_2Cu_3O_{6+x}$ ($x \sim 0,2$) обнаружено исчезновение высокочастотных полос в спектре КРС при 590, 624 и 1240 $см^{-1}$ в области температуры Нееля (~ 400 К).

В работах ^{1,2} сообщается о наблюдении при 300 К комбинационного рассеяния света (КРС) на магнитных состояниях кристаллов типа $YBa_2Cu_3O_{6+x}$ в несверхпроводящей фазе. Широкая полоса при 2600 $см^{-1}$ симметрии B_{1g} относится за счет двухмагнного рассеяния в CuO_2 -плоскостях, тогда как интерпретация более узкой полосы при 1200 $см^{-1}$ (симметрия A_{1g}) неоднозначна и относится либо за счет двухфононного рассеяния, либо за счет рассеяния одиночными спиновыми состояниями вблизи дефектов. Последнее предположение опирается на факт отсутствия этой полосы в орторомбическом кристалле, обладающем сверхпроводящим переходом.



Спектр КРС монокристалла $GdBa_2Cu_3O_{6+x}$ ($x \sim 0,2$) в поляризации $Z(XX)\bar{Z}$ при температурах выше и ниже температуры Нееля

Мы сообщаем о первом наблюдении температурной зависимости высокочастотного КРС от монокристалла $GdBa_2Cu_3O_{6+x}$ в тетрагональной фазе с малым содержанием кислорода. Обнаружено исчезновение полос при 1240 см^{-1} и вблизи 600 см^{-1} в области температуры Нееля 400 К .

Монокристаллы $GdBa_2Cu_3O_{6+x}$ в тетрагональной фазе имели параметры решетки $a = 3,85\text{ \AA}$ и $c = 11,75\text{ \AA}$ ¹⁾. Кристаллы выращены в алундовом контейнере и охлаждались от 1150°C со скоростью $1\text{--}5$ град/ч. Кристаллы содержали неконтролируемую примесь алюминия.

Спектры КРС возбуждались линией 5145 \AA Ag^+ -лазера, излучение которого фокусировалось в пятне диаметра 50 мкм и мощность облучения составляла 20 мВт . Спектры регистрировались в геометрии "рассеяние назад" с помощью раман-спектрометра OMARS-89 с детектированием на оптическую линейку. Приводимая температура соответствует температуре держателя кристалла. Превышение температуры кристалла в пятне облучения было $\sim 30\text{ К}$.

Спектр КРС поляризации $X(ZZ)X$ показал асимметричную полосу с максимумом 483 см^{-1} и шириной менее 30 см^{-1} . Основываясь на зависимости частоты максимума этой полосы от содержания кислорода, известной для $YBa_2Cu_3O_{6+x}$ ^{3,4} и учитывая высокочастотный сдвиг полосы на 5 см^{-1} при замене Y на Gd в кислородонасыщенных кристаллах⁴, мы оцениваем содержание кислорода в нашем кристалле $0 \leq x \leq 0,4$.

На рисунке показаны спектры КРС от ab -плоскости с поляризацией падающего и рассеянного света параллельной грани кристалла. Спектр при 293 К содержит полосы предельных оптических фононов при 140 и 330 см^{-1} , а также ряд более широких полос при 590 , 624 и 1240 см^{-1} . В спектре имеется значительное квазинепрерывное рассеяние, интенсивность которого возрастает в сторону больших частот. На этом фоне выделяются широкие полосы-спутники, сдвинутые относительно полосы 330 см^{-1} и дублетной полосы $590\text{--}624\text{ см}^{-1}$ на частоту $\sim 140\text{ см}^{-1}$, т.е. на частоту, близкую одной из фононных частот. Полоса с частотой $580\text{--}590\text{ см}^{-1}$ обычно связывается с дефектом, образованным уходом мостикового кислорода^{5,6}, а полоса $\sim 630\text{ см}^{-1}$ — с планарными колебаниями октаэдра CuO_6 ⁵ или присутствием следов фазы $BaCuO_2$ ³. Мы наблюдали исчезновение полос при 590 , 624 и 1240 см^{-1} при нагревании кристалла выше температуры $\sim 400\text{ К}$ и их восстановление при охлаждении. Из высокотемпературного спектра КРС, приведенного на рисунке видно, что фононные полосы показывают только небольшое температурное уширение ($\sim 3\text{ см}^{-1}$) и сдвиг ($2,5\text{ см}^{-1}$), интенсивность квазинепрерывного фона при нагревании несколько возрастает, тогда как интенсивности обсуждаемых трех полос стали существенно меньше и почти не выделяются над фоном.

Температура исчезновения этих полос ($\sim 400\text{ К}$) близка к температуре Нееля для кристалла $GdBa_2Cu_3O_{6+\delta}$ ($\delta < 0,2$)⁸.

Литература

1. Lyons K.B. et al. Phys. Rev. Lett., 1988, 60, 732.
2. Krol D.M. et al. Phys. Rev. B, 1988, 38, 11346.
3. Feile R. Physica C, 1989, 156, 1.
4. Kourouklis G.A. et al. Phys. Rev. B, 1987, 36, 8320.
5. McCarty K.F., Hamilton J.C. Phys. Rev. B, 1988, 38, 2914.
6. Nishitoni R. et al. Jap. J. of. Appl. Phys., 1988, 27, L1284.
7. Ребане Л.А. и др. Письма в ЖЭТФ, 1988, 47, 360.
8. Bill H. et al. J. Magn. Magn. Mat., 1987, 67, L139.

Институт химической и биологической физики
Академии наук Эстонской ССР

Московский государственный университет
им. М.В.Ломоносова

Поступила в редакцию
12 октября 1989 г.

¹⁾ Авторы благодарны Е.Л.Белоконовой за определение параметров кристаллической решетки.