

О КВАДРУПОЛЬНЫХ ДИФРАКЦИОННЫХ МАКСИМУМАХ В МЕССБАУЭРОВСКОМ РАССЕЯНИИ

В.А.Беляков, Ю.М.Айвазян

В настоящей работе показано, что при мессбауэровском рассеянии γ -квантов существуют чисто ядерные (квадрупольные) дифракционные максимумы, возникающие вследствие зависимости амплитуды резонансного рассеяния от градиента электрического поля (ГЭП) на рассеивающем ядре [1]. Их существование возможно, если в рассеивателе на мессбауэровские ядра, находящиеся в кристаллографически эквивалентных положениях, действуют ГЭП, отличающиеся ориентацией главных осей. В этом случае атомы мессбауэровского изотопа, находящиеся в кристаллографически эквивалентных положениях и тождественные в релеевском рассеянии, при резонансном рассеянии эффективно выступа-

ют как различные рассеиватели. Для таких кристаллов структурная амплитуда рассеяния F может быть представлена в виде

$$F = F_r(k - k') + \sum_{m, q} f_r^q(k - k') \exp [i(k - k')r_{mq}] \quad (1)$$

где F_r — релеевская рентгеновская структурная амплитуда, f_r^q — амплитуда когерентного мессбауэровского рассеяния, m — нумерует в пределах элементарной ячейки ядра в положениях с q -ой ориентацией осей ГЭП, k, k' — волновые векторы начального и рассеянного γ -квантов. Из (1) получаем, что условием существования брегговского максимума, соответствующим вектору обратной решетки \vec{r} , является выполнение хотя бы одного из неравенств

$$F_r(\vec{r}) \neq 0, \quad \sum_m \exp(2\pi i r_{qm} \vec{r}) \neq 0. \quad (2)$$

Из (2) следует, что векторам \vec{r} , для которых второе из неравенств в (2) выполнено, а $F_r(\vec{r}) = 0$, соответствуют чисто ядерные квадрупольные максимумы, отсутствующие в релеевском рассеянии. Вследствие трансляционных свойств симметрии кристаллов квадрупольным максимумам могут соответствовать только рефлексы частного типа hhl или okl , и не могут соответствовать рефлексы hkl . Отметим, что аналог квадрупольных максимумов в рассеянии излучений других типов неизвестен. В связи с этим квадрупольные максимумы могут оказаться полезным источником информации о структуре кристаллов. Следует ожидать, что экспериментальные трудности детектирования квадрупольных максимумов того же порядка, что и в случае ядерных магнитных максимумов [2]. В качестве объекта для наблюдения квадрупольных максимумов укажем, например, кристалл $ZnFe_2O_4$. Атомы железа в этом соединении занимают положение $16d$, главные оси ГЭП в которых имеют четыре различные ориентации [3]. Из (2) находим, что для $ZnFe_2O_4$, чисто ядерными, квадрупольными рефлексами являются рефлексы okl при $k = 4n + 2$, $l = 4m$, где n и m — произвольные целые числа. Для перехода $14,4 \text{ кэВ}$ в ^{57}Fe брегговский угол первого квадрупольного рефлекса 002 равен $5^\circ 50'$.

Авторы благодарны В.П.Орлову за обсуждения, а так же признательны В.К.Войтовецкому, И.Л.Корсунскому, Ю.Ф.Пажину, общение с которыми способствовало постановке рассмотренного вопроса.

Всесоюзный
научно-исследовательский институт
физико-технических
и радиотехнических измерений

Поступила в редакцию
14 апреля 1969 г.
После переработки
28 апреля 1969 г.

Литература

- [1] Ю.М.Айвазян, В.А.Беляков. ЖЭТФ, 56, 346, 1969.
 - [2] Г.В.Смирнов, В.В.Скляревский, Р.А.Восканян, А.Н.Артемьев,
Письма в ЖЭТФ, 9, 123, 1969.
 - [3] Т. Mizoguchi, M. Tanaka. J. Phys. Soc. Japan, 18, 1301, 1963.
-