

ИЗ ТЕКУЩЕЙ ЛИТЕРАТУРЫ

ЭКСТРАПЯТНА НА РЕНТГЕНОГРАММАХ

На сильно экспонированных рентгенограммах монокристаллов, полученных при помощи белого излучения, неоднократно обнаруживались диффузные дифракционные пятна, резко отличные по своему виду от обычных дифракционных пятен. Эти экстрапятна не могли быть индцированы целыми числами, и их следовало рассматривать либо как отражения от системы атомных плоскостей с длиной волны λ , не соответствующей их межплоскостному расстоянию d , либо как отражения от системы каких-то особых плоскостей, не совпадающих с кристаллическими плоскостями. Так или иначе, для экстрапятен закон Брэгга $n\lambda = 2d \sin \theta$ (θ — угол скольжения) не имеет места.

Первым пытался дать объяснение этому явлению Факсен¹ в 1923 г. Он предполагал, что экстрапятна надо рассматривать как отражения от экстраплоскостей, образуемых тепловыми волнами, проходящими вдоль главных плоскостей оси зон кристалла.

Интерес к описанному явлению неожиданно обнаружился после 17-летнего перерыва в 1939 и 1940 гг. В 1939 г. появилась работа Престона², а в 1940 г. работы Захарисена³, Рамана⁴ и Брэгга⁵, дающие различные объяснения явлению возникновения экстрапятен на рентгенограммах.

Престон, а также Брэгг допускает, что тепловое движение решетки разбивает кристалл на группы, состоящие из атома и его ближайших соседей (8 или 12), так что связь между атомами группы больше, чем связь между группами. Межатомные расстояния в различных группах атомов слегка отличаются друг от друга. Поэтому наряду с когерентным рассеянием всех атомов кристалла возникает когерентное рассеяние малых групп. Суммарная интенсивность первого излучения есть, как известно, квадрат суммы амплитуд, рассеянных всеми атомами. Суммарная интенсивность экстраизлучения есть сумма интенсивностей, рассеянных малыми группами. Чем меньше число атомов, образующих «когерентную» группу, и чем больше число этих групп, тем интенсивнее должны быть экстрапятна.

Рентгенограмма хлористого калия, на которой ясно видна серия экстрапятен, рассчитывается Брэггом следующим образом. Принимается в качестве «когерентной» группы восемь атомов, расположенных в вершинах куба. Амплитуда луча пропорциональна

$$\cos \frac{\pi a}{\lambda} \{h \cos \theta + (1+l) \sin \theta\} \cos \frac{\pi a k}{\lambda} \cos \frac{\pi a}{\lambda} \{h \sin \theta - (1-l) \cos \theta\}.$$

Максимум этой функции сравнивается с центрами экстрапятен. Совпадение рассчитанной и опытной рентгенограмм достаточно хорошее, если только отвлечься от размера экстрапятен, значительно меньшего, чем это следовало бы из расчета. Последнее обстоятельство можно объяснить тем, что когерентная группа состоит больше, чем из восьми атомов. Разумеется, при увеличении числа атомов группы максимума будут обостряться и в пределе пропадут, возможными станут лишь дифракционные максимумы, удовлетворяющие закону Брэгга.

Возникновение экстраятен на рентгенограмме было экспериментально и теоретически исследовано Раманом и его учениками. Раман указывает, что в согласии с принципами квантовой теории падающие на кристалл рентгеновские лучи могут привести к пульсации электронной плотности в кристалле, т. е. к колебаниям структурной амплитуды. При этом акустические колебания решетки приводят к диффузному рассеянию, оптические колебания решетки дают правильные отражения, которые мы и наблюдаем на рентгенограммах в качестве экстраятен. Направления, в которых возникают экстралучи, суть направления геометрического отражения не от атомных плоскостей кристаллической решетки, а от плоскостей постоянной фазы колебаний структурной амплитуды. Наклон этих плоскостей определяется единственно условиями отражения. Геометрический закон отражения имеет вид

$$2d \sin \frac{1}{2}(\theta + \varphi) = n\lambda,$$

где θ , φ — углы скольжения падающего и вторичного луча. Каждому экстраятену соответствует обычное пятно; в том случае, если на кристалл падает белый спектр, имеется непрерывное множество экстраятен. Это и наблюдается на лауэграмме в виде радиальных «хвостов» с резким максимумом для характеристической длины волны. Закон отражения показывает, что угол между падающим и отраженным лучами не зависит от межплоскостного расстояния. Теория показывает, однако, что от межплоскостного расстояния зависит интенсивность экстраятен.

Опыты автора с кальцитом и каменной солью подтверждают его теорию. А именно, межплоскостные расстояния, вычисленные из значений координат экстраятен для K_{α} - и K_{β} -излучений (Mo — антикатод), приводят к правильной величине с точностью не менее 0,02 Å.

А. И. Китайгородский, Москва

ЛИТЕРАТУРА

1. Faxen, *Z. Physik*, **17**, 277, 1923.
2. Preston, *Proc. Roy. Soc.*, July, 1939.
3. Zachariassen, *Phys. Rev.*, **57**, 597, 795, 1940.
4. Raman and Nilakantan, *Nature*, **46**, 523, 1940; **145**, 860, 1940; *Proc. Ind. Acad.*, **11**, 398, 1940; **12**, 141, 1940; Raman and Nath, *Proc. Ind. Acad.*, **12**, 83, 1940.
5. Bragg, *Nature*, **146**, 509, 1940.