

мелкодисперсных частиц (объёмное рассеяние). Свойства диффузно отражённого света зависят от условий освещения, оптич. свойств рассеивающего вещества и микрорельефа отражающей поверхности (см. *Отражение света*). Идеально рассеивающая поверхность имеет яркость во всех направлениях одинаковую, не зависящую от условий освещения. Для оценок светорассеивающих характеристик реальных объектов вводится коэф. Д. о., к-рый определяется как отношение светового потока, отражённого от данной поверхности, к потоку, отражённому идеальным рассеивателем. Спектральный состав, коэф. Д. о. и индикатриса яркости Д. о. света реальных объектов зависят от обеих форм рассеяния — поверхностного и объёмного.

В. М. Золотарёв.

ДИФФУЗНОЕ РАССЕЯНИЕ РЕНТГЕНОВСКИХ ЛУЧЕЙ — рассеяние рентгеновских лучей веществом в направлениях, для к-рых не выполняется Брэгга — Вульфа условие.

В идеальном кристалле упругое рассеяние волн атомами, находящимися в узлах периодич. решётки, вследствие интерференции происходит только при определ. направлениях дифракц. вектора Q , совпадающих с направлениями векторов обратной решётки G : $Q = k_2 - k_1$, где k_1 и k_2 — волновые векторы падающей и рассеянной волн соответственно. Распределение интенсивности $I_0(Q) \sim \delta(Q - G)$ рассеяния в пространстве обратной решётки представляет собой совокупность δ -образных пиков Лауэ — Брэгга в узлах обратной решётки. Смещения атомов из узлов решётки нарушают периодичность кристалла, и интерференц. картина меняется. В этом случае в распределении интенсивности рассеяния, наряду с максимумами (сохраняющимися, если в искажённом кристалле можно выделить усреднённую периодич. решётку), появляется плавная составляющая $I_1(Q)$, соответствующая Д. р. р. л. на несовершенствах кристалла.

Наряду с упругим рассеянием, Д. р. р. л. может быть обусловлено неупругими процессами, сопровождающимися возбуждением электронной подсистемы кристалла, т. е. комптоновским рассеянием (см. *Комптона эффект*) и рассеянием с возбуждением плазменных колебаний (см. *Плазма твердотельная*). С помощью расчётов или спец. экспериментов эти составляющие можно исключить, выделив Д. р. р. л. на несовершенствах кристалла. В аморфных, жидких и газообразных веществах, где отсутствует дальний порядок, рассеяние только диффузное.

Распределение интенсивности $I_1(Q)$ Д. р. р. л. кристаллом в широкой области значений Q , соответствующих всей элементарной ячейке обратной решётки или нескольким ячейкам, содержит детальную информацию о характеристиках кристалла и его несовершенствах. Экспериментально $I_1(Q)$ может быть получено с помощью метода, использующего монохроматич. рентгеновское излучение и позволяющего поворачивать кристалл вокруг разных осей и изменять направления волновых векторов k_1 , k_2 , варьируя, т. о., Q в широком интервале значений. Менее детальная информация может быть получена Дебая — Шеррера методом или Лауэ методом.

В идеальном кристалле Д. р. р. л. обусловлено только тепловыми смещениями и нулевыми колебаниями атомов решётки и может быть связано с процессами испускания и поглощения одного или неск. фононов. При небольших Q осн. роль играет однофононное рассеяние, при к-ром возбуждаются или исчезают только фононы с волновым вектором $q = Q - G$, где G — вектор обратной решётки, ближайший к Q . Интенсивность такого рассеяния $I_{1T}(Q)$ в случае одноатомных идеальных кристаллов определяется ф-лой

$$I_{1T}(Q) = Nf^2 \exp(-2M) \frac{\hbar}{2m} \sum_{j=1}^3 (Qe_{qj})^2 \frac{1}{\omega_{qj}} \operatorname{cth} \frac{\hbar\omega_{qj}}{2kT},$$

где N — число элементарных ячеек кристалла, f — структурная амплитуда, $\exp(-2M)$ — Дебая — Уоллера фактор, m — масса атома, ω_{qj} и e_{qj} — частоты и поляризац. векторы фононов j -й ветви с волновым вектором q . При малых q частоты $\omega_{qj} \sim q$, т. е. при приближении к узлам обратной решётки $I_{1T}(Q)$ возрастает как $1/q^2$. Определяя $I_{1T}(Q)$ для векторов q , параллельных или перпендикулярных направлениям $[100]$, $[110]$, $[111]$ в кубических кристаллах, где e_{qj} однозначно задаются соотношениями симметрии, можно найти частоты колебаний ω_{qj} для этих направлений.

В неидеальных кристаллах дефекты конечных размеров приводят к ослаблению интенсивностей правильных отражений $I_0(Q)$ и к Д. р. р. л. $I_1(Q)$ на статич. смещениях $u_{s\alpha}$ и изменениях структурных амплитуд $\Phi_{s\alpha}$, обусловленных дефектами (s — номер ячейки вблизи дефекта, α — тип или ориентация дефекта). В слабо искажённых кристаллах с невысокой концентрацией дефектов $c_\alpha = N_\alpha/N$ (N_α — число дефектов α в кристалле) и $|Qu_{s\alpha}| \ll 1$ интенсивность Д. р. р. л.

$$I_1(Q) = N \exp(-2M) \sum_{\alpha} c_{\alpha} |fQ A_{q\alpha} - \Delta f_{\alpha}(Q)|^2,$$

где $iA_{q\alpha}$ и $\Delta f_{\alpha}(Q)$ — компоненты Фурье $u_{s\alpha}$ и $\Phi_{s\alpha}$.

Смещения $u_{s\alpha}$ убывают с расстоянием r от дефекта как $1/r^2$, вследствие чего $A_{q\alpha} \sim q^{-1}$ при малых q и вблизи узлов обратной решётки $I_1(Q)$ возрастает как $1/q^2$. Угл. зависимость $I_1(Q)$ качественно различна для дефектов разного типа и симметрии, а величина $I_1(Q)$ определяется величиной искажений вокруг дефекта. Исследование распределения $I_1(Q)$ в кристаллах, содержащих точечные дефекты (напр., междоузельные атомы и вакансии в облучённых материалах, примесные атомы в слабых твёрдых растворах), даёт возможность получить детальную информацию о типе дефектов, их симметрии, положении в решётке, конфигурации атомов, образующих дефект, тензорах диполей сил, с к-рыми дефекты действуют на кристалл.

При объединении точечных дефектов в группы интенсивность I_1 в области малых q сильно возрастает, но оказывается сосредоточенной в сравнительно небольших областях пространства обратной решётки вблизи её узлов, а при $q \gg R_0^{-1}$ (R_0 — размеры дефекта) быстро убывает.

Изучение областей интенсивного Д. р. р. л. даёт возможность исследовать размеры, форму и др. характеристики частиц второй фазы в стареющих растворах, дислокац. петли малого радиуса в облучённых или деформиров. материалах.

При значит. концентрациях крупных дефектов кристалл сильно искажён не только локально вблизи дефектов, но и в целом, так что в большей части его объёма $|Qu_{s\alpha}| \gg 1$. Вследствие этого фактор Дебая — Уоллера $\exp(-2M)$ и интенсивность правильных отражений I_0 экспоненциально убывают, а распределение $I_1(Q)$ качественно перестраивается, образуя несколько смещённые из узлов обратной решётки уширенные пики, ширина к-рых зависит от размеров и концентрации дефектов. Экспериментально они воспринимаются как уширенные брэгговские пики (квазилинии на дебаеграмме), а в нек-рых случаях наблюдаются дифракц. дублеты, состоящие из пар пиков I_0 и I_1 . Эти эффекты проявляются в стареющих сплавах и облучённых материалах.

В концентриров. растворах, однокомпонентных упорядочивающихся кристаллах, сегнетоэлектриках неидеальность обусловлена не отд. дефектами, а флуктуац. неоднородностями концентрации и внутр. параметров и $I_1(Q)$ удобно рассматривать как рассеяние на q -й флуктуац. волне этих параметров ($q = Q - G$). Напр., в бинарных растворах А — В с одним атомом в