$\omega_H/\omega_0 \ll 1$ $(\omega_H = qH/mc = 2\omega_L)$ движение вектора $\boldsymbol{M}$, усреднённого $(\boldsymbol{M} \to \langle \boldsymbol{M} \rangle)$ по периоду быстрых вращений $2\pi/\omega_0$, будет подчиняться ур-нию

$$\frac{d}{dt} \langle \boldsymbol{M} \rangle = [\boldsymbol{p}^m \boldsymbol{H}] = -[\boldsymbol{\omega}_L \langle \boldsymbol{M} \rangle],$$

к-рое описывает прецессию $\langle \boldsymbol{M} \rangle$ или $\boldsymbol{p}^m$ вокруг $\boldsymbol{H}$ с пост. угл. скоростью $\boldsymbol{\omega}_L$.

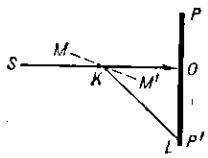
Л. п. приводит к возникновению дополнит. магн. момента системы заряж. частиц. Л. п. служит основой для объяснения мн. физ. явлений, таких, как магн. вращение плоскости поляризации, нормальный эффект Зеемана, явление диамагнетизма и др.

Лит.: Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М., Теория поля, 7 изд., М., 1988; Ахиезер А. И., Ахиезер И. А., Электромагнетизм и электромагнитные волны, М., 1985.
А. В. Тур, В. В. Яновский.

ЛА́УЭ МЕ́ТОД — метод исследования монокристаллов с помощью *дифракции рентгеновских лучей*; один из методов *рентгеновского структурного анализа.* Представляет собой усовершенствованную методику опыта, поставленного в 1912 В. Фридрихом (W. Friedrich) и П. Книппингом (P. Knipping) по предложению М. Лауэ (M. Laue); в этом эксперименте была открыта дифракция рентг. излучения на кристалле.

В Л. м. тонкий пучок рентг. лучей непрерывного спектра падает на неподвижный монокристалл, закреплённый на гониометрич. головке (см. *Рентгеновский гониометр*). Излучение, рассеянное кристаллом

Схема метода Лауэ: SO — первичный пучок лучей; K — кристалл; MM' — пространственная ориентация одной из находящихся в отражающем положении систем атомных плоскостей кристалла; KL — отражённый (дифрагированный) луч; PP' — фотоплёнка.

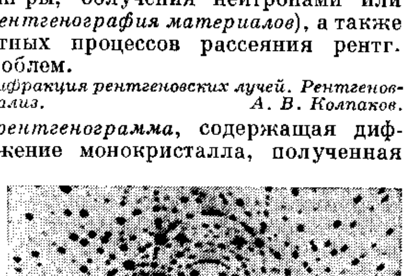


в направлениях, определяемых *Брэгга — Вульфа условием*, регистрируется на плоской фотоплёнке, помещённой за кристаллом перпендикулярно падающему пучку лучей; полученное изображение наз. *лауэграммой.* В случае крупных монокристаллов фотоплёнка располагается перед кристаллом, а лауэграмма, полученная таким способом, наз. э п и г р а м м о й.

Л. м. применяется для пространственной ориентировки монокристаллов (в особенности неогранённых), определения *точечной группы симметрии* кристаллов, исследования реальной структуры и совершенства внутр. строения монокристаллов (см. также *Рентгеновская топография*). Л. м. используется также для исследования процессов старения и распада в метастабильных фазах, перестройки кристаллич. структуры под действием темп-ры, облучения нейтронами или γ-излучением (см. *Рентгенография материалов*), а также неупругих когерентных процессов рассеяния рентг. излучения и др. проблем.

Лит. см. при ст. *Дифракция рентгеновских лучей. Рентгеновский структурный анализ.* *А. В. Колпаков.*

ЛАУЭГРА́ММА — *рентгенограмма*, содержащая дифракционное изображение монокристалла, полученная



Лауэграмма монокристалла берилла, снятая вдоль оси симметрии 2-го порядка.

Лауэ методом. Дифракц. максимумы на Л. расположены вдоль кривых 2-го порядка (з о н а л ь н ы х к р и в ы х), вершины к-рых лежат в точке пересечения прямого пучка рентг. лучей с фотоплёнкой (рис.). Дифракц. максимумы, принадлежащие одной зональной кривой, образованы отражением лучей от семейства атомных плоскостей кристалла, проходящих через к.-л. узловую прямую в кристаллич. структуре (з о н а). Каждая зона содержит бесконечное число плоскостей. Однако дифракция возможна лишь на тех плоскостях, для к-рых выполняется условие $2d\sin\vartheta > \lambda_{\text{мин}}$, где $\lambda_{\text{мин}}$ — мин. длина волны в спектре падающего на кристалл излучения, ϑ — угол Брэгга, d — межплоскостное расстояние для данного семейства атомных плоскостей. Поэтому любая зона даёт конечное число отражённых лучей, распространяющихся вдоль образующих конуса, осью к-рого является узловая кривая. При этом каждый дифракц. максимум на Л. лежит на пересечении многих зональных кривых, т. к. соответствующая атомная плоскость одновременно принадлежит всем тем зонам, оси к-рых параллельны ей. Отсутствие дифракц. максимумов в центре Л. обусловлено существованием КВ-границы в спектре падающего излучения.

Если первичный луч распространяется вдоль к.-л. симметричного направления в кристалле, то Л. обладает определ. симметрией в расположении дифракц. максимумов. Всего существует 10 классов дифракц. (лауэвской) симметрии Л. По нескольким Л., полученным при разл. положениях кристалла, можно определить ориентировку его кристаллографич. осей относительно выбранной системы координат. Л., снятая вдоль к.-л. симметричного направления в кристалле, всегда обладает центром симметрии, поэтому без привлечения дополнит. данных невозможно однозначно установить принадлежность кристалла к одной из 32 групп точечной *симметрии кристаллов.* Присутствие на Л. систематич. погасаний используется для установления пространственной группы симметрии кристалла.

Исходным пунктом исследования кристалла по Л. является её индицирование, т. е. установление кристаллографич. индексов систем атомных плоскостей, дающих соответствующие дифракц. максимумы, для чего разработаны спец. методы. Интенсивность и форма дифракц. максимумов на Л. сложным образом зависят от распределения энергии по спектру падающего излучения, величины *структурного фактора* и различных угловых множителей (см. *Дифракция рентгеновских лучей*), формы и реального строения кристалла и др. факторов. Кроме того, в каждый дифракц. максимум вносят вклад отражения разных порядков кратных длин волн (λ, $\lambda/2$, $\lambda/3$, . . .) от одной и той же системы атомных плоскостей (см. *Брэгга — Вульфа условие*), что исключает применение Л. для расшифровки структуры кристаллов и установления абс. размеров элементарной ячейки кристалла (см. *Рентгеновский структурный анализ*). *А. В. Колпаков.*

ЛЕ́ВИ-ЧИВИ́ТЫ СИ́МВОЛ (абсолютно антисимметричный тензор) — антисимметричная ф-ция $\varepsilon(i_1, i_2, \ldots, i_n)$ n переменных (каждая из к-рых принимает целые значения от 1 до n), равная $+1$ (-1), если последовательность $i_1, i_2, \ldots, i_n$ получается чётной (нечётной) перестановкой $1, 2, \ldots, n$. В остальных случаях Л.-Ч. с. равен нулю. Введён Т. Леви-Чивитой (T. Levi-Civita).

Л.-Ч. с. равен определителю матрицы, (k, l)-элемент к-рой есть *Кронекера символ* $\delta^k_{i_l}$:

$$\varepsilon(i_1, i_2, \ldots, i_n) = \det \left\| \delta^k_{i_l} \right\|.$$

Л.-Ч. с. можно выразить также через о б о б щ ё н н ы й с и м в о л К р о н е к е р а: $\varepsilon(i_1, i_2, \ldots, i_n) = \delta^{1 \ldots n}_{i_1 \ldots i_n}$; при перестановке любых двух аргументов Л.-Ч. с. меняет знак.

Л.-Ч. с. задаёт контравариантный (ковариантный) *псевдотензор* (тензорную плотность) валентности n и веса $+1\,(-1)$ с одинаковыми во всех системах ко-