

метрия является точным, основанным только на принципах инвариантности относительно вращений, пространственных отражений (*пространственной инверсии*) и обращения времени (в случае $s = 0$ оно следует только из инвариантности относительно вращений и отражений). Равенство (20) широко используется в физике: оно лежит в основе измерения поляризац. эффектов в рассеянии адронов при высоких энергиях (см. *Поляризационные эффекты*).

В качестве примера приведём схему опыта по двойному рассеянию, в к-ром определяется поляризация. Рассмотрим упругое рассеяние на угол θ неполяризов. частиц со спином $1/2$ на неполяризов. мишени с произвольным спином s . После рассеяния частицы в общем случае окажутся поляризованными. Из инвариантности относительно вращений и отражений следует, что поляризация P рассеянных частиц со спином $1/2$ равна $P = P n_1$, где n_1 — единичный вектор нормали к плоскости рассеяния, а P является ф-цией энергии и угла рассеяния. Пусть теперь рассеянные частицы со

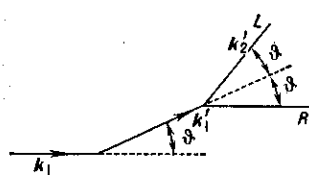


Рис. 2. Схема двойного рассеяния.

спином $1/2$ повторно рассеиваются на угол θ в той же плоскости и на такой же мишени (рис. 2). При рассеянии налево ($n_2 = n_1$, где n_2 — единичный вектор нормали во втором рассеянии) сечение равно

$$\left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)_L = \left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)_0 (1 + P^2). \quad (21)$$

При рассеянии в той же плоскости на угол θ направо ($n_2 = -n_1$) имеем

$$\left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)_R = \left(\frac{d\sigma}{d\Omega}\right)_0 (1 - P^2). \quad (22)$$

Т. о., левоправая асимметрия во втором рассеянии равна

$$A_{LR} = \frac{(d\sigma/d\Omega)_L - (d\sigma/d\Omega)_R}{(d\sigma/d\Omega)_L + (d\sigma/d\Omega)_R} = P^2. \quad (23)$$

Измерение асимметрии A_{LR} позволяет, следовательно, определить поляризацию, возникающую при рассеянии неполяризов. частиц.

Один из осн. приближённых методов теории рассеяния — *возмущений теория*. Если падающая плоская волна, описывающая нач. частицы, слабо возмущается потенциалом взаимодействия, то применимо т. н. *борновское приближение* (первый член ряда теории возмущений). Амплитуда упругого рассеяния в борновском приближении равна

$$f(\theta) = -2\mu \int_0^\infty V(r) \frac{\sin(qr)}{qr} r^2 dr, \quad (24)$$

где $q = 2k \sin(\theta/2)$, $V(r)$ — потенциал взаимодействия.

Для описания процессов рассеяния при высоких энергиях используются методы квантовой теории поля, в частности метод *Фейнмана диаграмм*. Напр., упругое рассеяние электронов протонами в низшем порядке теории возмущений обусловлено обменом фотоном между электроном и протоном (рис. 3). В выражении для сечения этого процесса входят зарядовый и магн. факторы протона — величины, характеризующие распределение электрич. заряда и магн. момента протона. Информация о них может

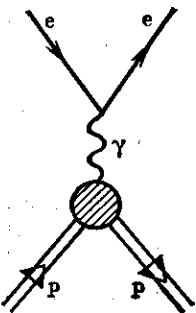


Рис. 3.

быть получена непосредственно из эксперим. значений сечения упругого рассеяния электронов протонами. При достаточно высоких энергиях наряду с упругим $e-p$ -рассеянием становятся возможными неупругие процессы образования адронов. Если на опыте регистрируются только рассеянные электроны, то тем самым измеряется сумма сечений всех возможных процессов $e^+ + p \rightarrow e^+ + X$ (инклюзивное сечение *глубоко неупругого процесса* рассеяния), где X — любая возможная совокупность образующихся в реакции адронов. Эти опыты позволяли получить важную информацию о структуре нуклона. Особое значение для исследования структуры адронов имеют *инклюзивные процессы* при адрон-адронных столкновениях высокой энергии.

Лит.: Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М., Квантовая механика, 4 изд., М., 1989; Ситенко А. Г., Лекции по теории рассеяния, К., 1971.

С. М. Биленький.

РАССЕЯНИЕ НЕЙТРОНОВ — взаимодействие нейтронов с веществом. Особенности нейтронов определяют характер этого взаимодействия. Нейтрон электрически нейтрален и потому легко проникает в глубь атома и взаимодействует с ядром или с отд. нуклонами за счёт ядерных сил, быстро спадающих с расстоянием. При упругом рассеянии суммарная кинетич. энергия нейтрона и ядра сохраняется. Такое р. н. наз. *потенциальным* и характеризуется амплитудой потенц. рассеяния. Если ядро захватывает нейтрон и образуется *составное ядро*, то рассеяние наз. *резонансным*, а соответствующая амплитуда — амплитудой *резонансного рассеяния* (см. *Нейтронная спектроскопия*). Интерференция процессов потенциального и резонансного рассеяний приводит к тому, что суммарная амплитуда рассеяния для ядер, поглощающих нейтроны, может быть комплексной величиной (см. *Рассеяние микрочастиц*).

Р. н. играет важную роль в исследовании конденсиров. сред. Длина волны де Бройля для тепловых нейтронов (см. *Нейтронная физика*) при обычных темп-рах порядка 0,1 нм, т. е. совпадает с межатомными расстояниями в кристаллах и молекулах. Поэтому *дифракция нейтронов*, упруго рассеянных на кристаллич. решётке, позволяет исследовать атомную структуру кристаллов (см. *Нейтроннография структурная*).

Нейтрон обладает дипольным магн. моментом, к-рый вызывает рассеяние на атомарных электронах. Появление дополнит. дифракц. максимумов у кристаллов при понижении темп-ры ниже точки Кюри позволяет исследовать магн. структуру и динамику кристаллов — распределение спиновой плотности, магн. спектр (см. *Магнитная нейтронография*).

Энергия тепловых нейтронов близка к энергии тепловых колебаний атомов (*фононов*). Фононы могут обмениваться энергией с нейтронами, что даёт возможность исследовать колебат. моды в твёрдом теле — фононный спектр (см. *Неупругое рассеяние нейтронов*).

РАССЕЯНИЕ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА в кристаллич. твёрдых телах — процесс взаимодействия электрона проводимости (дырки) с нарушением идеальной периодичности кристалла, сопровождающийся переходом электрона из состояния с импульсом p в состояние с импульсом p' . Рассеяние наз. упругим, если энергии электрона в начальном и конечном состояниях равны, $\mathcal{E}(p) = \mathcal{E}(p')$, или неупругим, если $\mathcal{E}(p) \neq \mathcal{E}(p')$. Источником упругого рассеяния являются статич. дефекты — примесные атомы, дислокации, границы кристаллич. зёрен и т. п. (см. *Дефекты в кристаллах*). Осн. источником неупругого рассеяния являются *колебания кристаллической решётки*. Рассеяние электрона на колебаниях решётки описывается в терминах испускания и поглощения *фононов* движущимся электроном. В нек-рых случаях существенно неупругое рассеяние на др. *квазичастицах* — магнонах, плазмонах. Особое положение занимает Р. н. з. друг на друге (см. *Межэлектронное рассеяние*).