

чает начальному ($t_i \rightarrow -\infty$), другое — конечному ($t_f \rightarrow \infty$) моментам времени.

А. р. $A_{b,a}$ является матричным элементом матрицы (оператора) рассеяния T :

$$A_{b,a} = \langle \chi_b, T \chi_a \rangle, \quad (1)$$

к-рая связана с S -матрицей соотношением $S = 1 - iT$ и имеет вид

$$T = V + V' \frac{1}{\mathcal{E}_a - H_0 - i0} V. \quad (2)$$

Здесь $H = H_0 + V = H'_0 + V'$ — полный гамильтониан системы, H_0 и V — свободный гамильтониан и взаимодействие, отвечающее состоянию системы в момент времени t_i (H'_0 , V' — соответствующие величины в конечном момент времени t_f), χ_b , χ_a — собств. ф-ции в состоянии непрерывного спектра свободных гамильтонианов H'_0 и H_0 , \mathcal{E}_a — собств. значение энергии, отвечающее состоянию χ_a .

Благодаря сохранению импульса амплитуда $A_{b,a}$ может быть записана в форме

$$A_{b,a} = \delta(\mathbf{p}_f - \mathbf{p}_i) T_{b,a}, \quad (3)$$

где \mathbf{p}_i (\mathbf{p}_f) — трёхмерный импульс системы начального (конечного) состояния, $\delta(x)$ — дельта-функция Дирака. Часто термин «А. р.» применяется к величине $T_{b,a}$.

В низшем приближении по взаимодействию V , что соответствует *борновскому приближению*. Для простейшего случая рассеяния нерелятивистской бесспиновой частицы в сферически симметричном потенциале $V(r)$ (r — расстояние до рассеивающего центра) А. р. имеет вид $T_{b,a} = f(\theta, \varepsilon)$ и характеризуется углом рассеяния θ и энергией ε (здесь $\varepsilon = p^2/2m$, $p = |\mathbf{p}_i| = |\mathbf{p}_f|$, $\cos \theta = \mathbf{p}_i \mathbf{p}_f / p^2$, m — масса частицы). А. р. $f(\theta, \varepsilon)$ определяет асимптотику на больших расстояниях r точной волновой ф-ции системы $\psi(r)$ (к-рая является собств. ф-цией гамильтониана H), а именно при направлении начального импульса вдоль оси z :

$$\psi(r)_{r \rightarrow \infty} \sim e^{ipz/\hbar} + \frac{f(\theta, \varepsilon)}{r} e^{ipr/\hbar}. \quad (4)$$

Первое слагаемое в этой ф-ле — плоская волна, описывающая нач. поток частиц, второе слагаемое — расходящаяся волна, описывающая рассеянные частицы, $f(\theta, \varepsilon)$ можно представить в виде ряда по полиномам Лежандра $P_l(\cos \theta)$ (разложение по парциальным волнам):

$$f(\theta, \varepsilon) = \frac{\hbar}{2ip} \sum_{l=0}^{\infty} (2l+1) (e^{i\delta_l} - 1) P_l(\cos \theta), \quad (5)$$

где веществ. параметры δ_l зависят от энергии и наз. фазами рассеяния, l — орбитальное квантовое число частицы. Эта ф-ла является представлением А. р. в виде суммы парциальных амплитуд рассеяния — А. р. в состояниях с заданным орбитальным моментом. Квадрат А. р. $f(\theta, \varepsilon)$ определяет сечение рассеяния на угол θ в системе центра инерции в единичный телесный угол:

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = |f(\theta, \varepsilon)|^2.$$

Существуют обобщения разложения по парциальным волнам для более сложных случаев рассеяния (рассеяния релятивистских частиц, частиц со спином, многочастичных амплитуд и пр.).

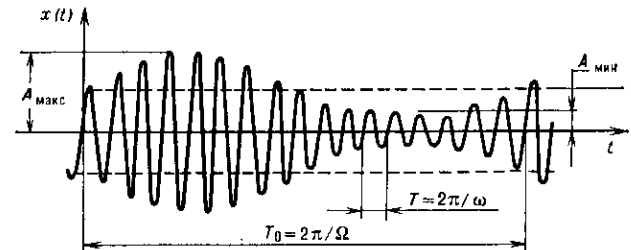
Амплитуда неупругого рассеяния (неупругих процессов) обычно наз. *амплитудой процесса*. Она является комплексной ф-цией энергии и переданных в процессе импульсов, а также зависит от спиновых и др. переменных, характеризующих нач. и конечное состояния системы. Эксперим. и теоретич. исследование свойств амплитуд упругого рассеяния и неупругих процессов — один из осн. методов изучения взаимодействия микро-частиц. См. *Рассеяние микро-частиц*.

Лит.: Мотт Н., Мессия Г., Теория атомных столкновений, пер. с англ., 3 изд., М., 1969; Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М., Квантовая механика, 3 изд., М., 1974; Базь А. И., Зельдович Я. Б., Переломов А. М., Рассеяние, реакции и распады в нерелятивистской квантовой механике, 2 изд., М., 1971. М. В. Терентьев.

АМПЛИТУДА СОСТОЯНИЯ в квантовой теории — то же, что *вектор состояния*.

АМПЛИТУДНАЯ МОДУЛЯЦИЯ — изменение амплитуды колебаний или волн во времени (в пространстве). Закон изменения в принципе произволен, однако обычно термин «А. м.» применяется к процессам с медленным (по сравнению с исходными несущими колебаниями) изменением амплитуд, когда их поведение приближённо можно описать с помощью непрерывных ф-ций (огibaющих). Как несущие колебания, так и их огibaющие могут быть гармоническими, импульсными, случайными и т. п., однако наиб. важны и представительны случаи, когда несущие колебания синусоидальны. Тогда колебания с А. м. можно представить в виде: $x(t) = A(t) \sin(\omega t + \varphi)$, где $A(t)$ — медленная ф-ция, описывающая поведение огibaющей, $\omega = 2\pi/T$ и φ — частота и нач. фаза исходных колебаний. Условие медленности изменения амплитуд на характерном временном интервале, равном периоду T , определяется неравенством $dA/dt \ll A/T$. В простейшем случае (рис.) изменения огibaющей по синусоидальному закону $A(t) = A_0(1 + m \sin \Omega t)$ с частотой $\Omega = 2\pi/T_0 \ll \omega$ ($A_0 = \text{const}$) для характеристикики относят изменения амплитуды модулирует. колебаний используют параметр $m = (A_{\text{макс}} - A_{\text{мин}}) / (A_{\text{макс}} + A_{\text{мин}})$ — коэффициент модуляции.

В технике А. м. применяют для передачи информации на расстояние обычно с помощью эл.-магн. волн радио- и оптич. диапазонов (хотя существуют системы передачи



с помощью звуковых и др. колебаний); суть А. м. — перенос НЧ-спектра модулирующего (информационного) сигнала в ВЧ-область, характерную для спектра исходных (несущих энергию) колебаний. Спектральный состав сигналов с А. м. может быть довольно сложным. Так, в случае несинусоидальной огibaющей по обе стороны от спектральной линии несущей частоты ω возникают полосы спектральных компонент т.н. *боковых частот* $\omega \pm k\Omega$ ($k = 1, 2, \dots$), где Ω — частота первой гармоники спектра информац. сигнала. Если спектр боковых частот симметричен относительно ω , то А. м. наз. линейной, если несимметричен, то наз. *нелинейной*. Ширина областей боковых частот должна быть существенно меньше несущей частоты ω . Чем уже полоса боковых частот, тем эффективнее решаются задачи техн. реализации приёмно-передающих трактов. Полезная информация полностью содержится в каждой из двух областей боковых частот. Поэтому для информац. связи достаточно передать лишь одну из боковых полос. В многоканальных системах связи в качестве несущего сигнала используют не гармонич. колебание, а периодич. последовательность радиоимпульсов.

Для физики характерна также т.н. *естеств. А. м. колебаний*, связанная либо с взаимодействием исходных колебаний с нестационарной средой (в частности, с флуктуациями плотности жидкости или газа, колебаниями кристаллич. решётки в твёрдом теле, см., напр., *Мандельштам — Бриллюэн растяжение*), либо с реакцией среды на изменение её параметров под действием