

**Ф. р.** в статистической физике характеризует плотности распределения вероятностей частиц статистич. системы по фазовому пространству (т. е. по координатам  $q$  и импульсам  $p$ ) в классич. статистич. физике или по квантовомеханич. состояниям в квантовой статистике.

В классич. статистич. физике Ф. р.  $f(p, q, t)$  определяет вероятность  $d\omega = f(p, q, t) dp dq$  обнаружить систему из  $N$  частиц в момент времени  $t$  в элементе фазового объёма  $dp dq = dp_1 dq_1 \dots dp_n dq_n$  вблизи точки  $p_1 q_1, \dots, p_n q_n$  (сокращённо обозначенной через  $p, q$ ), где  $n = 3N$  — число степеней свободы системы. Учитывая, что перестановка тождественных (одинаковых) частиц не меняет состояния, следует уменьшить фазовый объём в  $N!$  раз. Кроме того, удобно перейти к безразмерному элементу фазового объёма, заменив  $dp dq$  на  $dp dq / N! h^{3N}$ , где  $h$  определяет, согласно квантовой механике, мин. размер ячейки в фазовом пространстве (т. е.  $h^{3N}$  является мин. объёмом ячейки в фазовом пространстве системы из  $N$  частиц). Тогда интеграл от нормированной Ф. р. по всему фазовому пространству будет равен единице:

$$\frac{1}{N! h^{3N}} \int f dp dq = 1.$$

(См. также раздел Функция распределения в ст. *Статистическая физика*.)

Лит.: Прохоров Ю. В., Розанов Ю. А., Теория вероятностей, 3 изд., М., 1987. А. Г. Башкиров, Д. Н. Зубарев.

**Ф. р. частиц плазмы** удовлетворяют *кинетическому уравнению* для плазмы, в к-ром столкновения между заряж. частицами часто не учитываются явно, а лишь через создаваемое ими самосогласованное поле. Парные столкновения для нерелятивистской классич. (невыврожденной) плазмы учитываются с помощью *интеграла столкновений* в форме Ландау или Балеску — Ленарда. Ф. р. частиц плазмы  $f$  полностью определяет диэлектрич. проницаемость плазмы, а значит, её колебат. и волновые свойства, устойчивость, степень неравновесности системы и т. п. Так, для равновесной (максвелловской) Ф. р. заряж. частиц существует бесстолкновительная диссипация энергии электрич. поля волны в плазме — *Ландау затухание*.

Причины затухания Ландау являются те заряж. частицы, скорость к-рых  $v$  в направлении распространения волны совпадает с её фазовой скоростью  $v_\phi$ . По отношению к таким заряж. частицам поле волны стационарно, поэтому оно может производить над заряж. частицами работу, не равную нулю при усреднении по времени. Однако в связи с обратимым характером бесстолкновительной диссипации термодинамич. условия не требуют положительности диссипируемой энергии  $Q$ . Она всегда положительна для изотропной Ф. р., а для анизотропных ф-ций может оказаться отрицат. величиной — заряж. частицы будут в ср. отдавать энергию волне, что может привести к возникновению *неустойчивостей плазмы*.

Характерным примером неустойчивого состояния плазмы является невозмущённое состояние заряж. частиц, описываемое Ф. р. в виде суммы *Максвелли распределения* и дополнительного направленного пучка заряж. частиц, в такой системе будет наблюдаться *пучковая неустойчивость*.

Обратное воздействие возбуждаемых при неустойчивости колебаний на резонансные частицы приводит к релаксации исходной неравновесной Ф. р. частиц плазмы, так что система возвращается на порог устойчивости (см. *Квазилинейная теория плазмы*).

В двухкомпонентной полностью ионизованной равновесной плазме (у к-рой Ф. р. электронов и ионов максвелловские) незатухающие *ионно-звуковые колебания* существуют лишь при превышении электронной темп-ры над ионной.

Индукированное рассеяние волн на частицах плазмы сопровождается увеличением частоты и волнового числа волны в случае, если Ф. р. частиц плазмы имеет положит. производную по скорости ( $\partial f / \partial v > 0$ ), и уменьшением для максвелловской Ф. р. частиц плазмы ( $\partial f / \partial v < 0$ ).

В. И. Карась.

**ФУНКЦИЯ СОСТОЯНИЯ** в термодинамике — ф-ция независимых параметров, определяющих равновесное состояние *термодинамической системы*. Ф. с. не зависит от пути (характера процесса), приведшего систему в данное равновесное состояние (то есть Ф. с. не зависит от предыстории системы, см. *Причинность*). К Ф. с. относятся *потенциалы термодинамические, энтропия* и т. п. Работа и кол-во теплоты, значение к-рых определяется видом процесса, изменившего состояние системы, не являются Ф. с.

**ФУРЬЕ ИНТЕГРАЛ** (фурье-интеграл) — разложение ф-ции  $f(x)$ , заданной на всей оси  $x$  или на полуоси  $x$ , в суперпозицию гармоник с частотами, заполняющими всю полуось  $\lambda \in [0, \infty)$ :

$$f(x) = \pi^{-1} \int_0^\infty d\lambda \int_{-\infty}^\infty f(\xi) \cos \lambda(\xi - x) d\xi. \quad (*)$$

Разложение (\*) можно переписать в виде, аналогичном выражению для определения коэффициентов ряда Фурье (J. Fourier):

$$f(x) = \int_0^\infty [a(\lambda) \cos \lambda x + b(\lambda) \sin \lambda x] d\lambda,$$

$$\text{где } a(\lambda) = \pi^{-1} \int_{-\infty}^\infty f(\xi) \cos \lambda \xi d\xi, \quad b(\lambda) = \pi^{-1} \int_{-\infty}^\infty f(\xi) \sin \lambda \xi d\xi.$$

Часто употребляется представление Ф. и. (\*) в комплексной форме:

$$f(x) = (2\pi)^{-1/2} \int_{-\infty}^\infty \tilde{f}(\lambda) e^{i\lambda x} d\lambda,$$

$$\text{где } \tilde{f}(\lambda) = (2\pi)^{-1/2} \int_{-\infty}^\infty f(x) e^{-i\lambda x} dx.$$

ф-ция  $f(\lambda)$  наз. *фурье-преобразованием*, частотной характеристикой или *фурье-спектром* ф-ции  $f$ . С. В. Молодцов.

**ФУРЬЕ ЧИСЛО** — один из *подобия критериев* нестационарных тепловых процессов. Характеризует соотношение между скоростью изменения тепловых условий в окружающей среде и скоростью перестройки поля темп-ры внутри рассматриваемой системы (тела). Ф. ч.  $Fo = at_0/l^2$ , где  $a = \lambda/\rho c$  — коэф. температуропроводности,  $\lambda$  — коэф. теплопроводности,  $\rho$  — плотность,  $c$  — уд. теплоёмкость,  $l$  — характерный линейный размер тела,  $t_0$  — характерное время изменения внеш. условий. Названо по имени Ж. Фурье (J. Fourier).

**ФУРЬЕ-ОБРАЗ** (фурье-спектр) — частотная характеристика ф-ции  $f(x)$ , заданной на всей оси  $x$  или на полуоси  $x$ , определяемая интегралом:

$$\tilde{f}(\lambda) = (2\pi)^{-1/2} \int_{-\infty}^\infty f(x) e^{-i\lambda x} dx.$$

В частности, если ф-ция  $f$  суммируема, то её Ф.-о.  $\tilde{f}$  — ограниченная ф-ция, равномерно непрерывная на оси  $\lambda$  и  $\tilde{f}(\lambda) \rightarrow 0$  при  $|\lambda| \rightarrow \infty$ . С. В. Молодцов.

**ФУРЬЕ-ОПТИКА** — раздел оптики, в к-ром преобразование световых полей оптич. системами исследуется с помощью фурье-анализа (спектрального разложения) и теории линейной фильтрации. Начало использования в оптике идей спектрального разложения связано с именами Дж. Рэлея (J. Rayleigh) и Э. Аббе (E. Abbe). Первые работы, к-рые легли в основу совр. Ф.-о., принадлежат Мандельштаму [1], Горелику [2], Рытову [3]. В последней проводится аналогия между задачами радиоэлектроники и теории связи, с одной стороны (в к-рых речь идёт о преобразовании сигналов — ф-ций времени — изменяющихся токов, напряжений и т. д. и о системах радиоэлектроники, регистрирующих эти преобразования), и задачами оптики — с другой, в к-рых рассматривается преобразование световых полей — ф-ций координат — оптич. системами.