Проявляет степень окисления +3. Э.— компонент магн. сплавов, входит в состав нек-рых ферритов, спец. стёкол. В качестве радиоакт. индикатора наиб. удобен β^--радиоактивный ^{169}Er ($T_{1/2}=9{,}3$ сут). *С. С. Бердоносов.*

ЭРГ (эрг, erg, от греч. érgon — работа) — единица работы и энергии в *СГС системе единиц*. 1 эрг равен работе, совершаемой при перемещении точки приложения силы, равной 1 дин, на расстояние 1 см в направлении действия силы. 1 эрг $=10^{-7}$ Дж $=1{,}02\cdot10^{-8}$ кгс·м $=2{,}39\cdot10^{-8}$ кал $=2{,}78\cdot10^{-14}$ кВт·ч.

ЭРГОДИ́ЧЕСКАЯ ГИПО́ТЕЗА в статистической физике — предположение, что средние по времени значения физ. величин, характеризующих систему, равны их средним статистическим. Предложена Л. Больцманом в 1887 для обоснования *статистической физики*.

В классич. статистич. физике равновесных систем Э. г. основана на предположении, что средние по времени от фазовых переменных (ф-ций, зависящих от координат q и импульсов p всех частиц замкнутой и энергетически изолированной системы), взятые вдоль траектории движения системы в *фазовом пространстве*, равны средним статистическим по равномерному распределению фазовых точек в тонком (в пределе — бесконечно тонком) слое вблизи поверхности постоянной энергии. В квантовой статистич. физике Э. г. есть предположение, что все энергетич. состояния в тонком слое вблизи поверхности постоянной энергии равновероятны. Э. г. эквивалентна, т. о., предположению, что замкнутая система (как классическая, так и квантовая) может быть описана *микроканоническим распределением Гиббса*. Напр., для классических замкнутых систем из N частиц с *Гамильтона функцией* $H_N(p, q)$ в объёме V почти всегда существуют средние по времени от функции фазовых переменных $F(p(t), q(t))$

$$\tilde{F}=\lim_{T\to\infty}\frac{1}{T}\int_0^T F(p(t), q(t))dt,$$

где эволюция $p(t)$, $q(t)$ во времени определяется из решения ур-ний Гамильтона. Согласно Э. г.,

$$\tilde{F}=\langle F\rangle_{\text{м. к.}}=\int F(p, q)f_{\text{м. к.}}(p, q)d\Gamma_N,$$

где $d\Gamma_N=dpdq/N!h^{3N}$ — элемент фазового объёма в безразмерных переменных; $f_{\text{м. к.}}(p, q)$ — микроканонич. распределение, имеющее вид

$$f_{\text{м. к.}}(p, q)=\begin{cases}W(\mathscr{E}, N, V) & \text{при } \mathscr{E}\leqslant H_N(p, q)\leqslant\mathscr{E}+\Delta\mathscr{E},\\ 0 & \text{вне этого слоя}\end{cases}$$

(интегрирование проводится по всем «микроскопическим» состояниям системы, энергия к-рых лежит в слое энергии шириной $\Delta\mathscr{E}$); $W(\mathscr{E}, N, V)=\int d\Gamma_N$ — *статистический вес*, связанный с энтропией S соотношением $S=k\ln W$.

Делались попытки обоснования Э. г. с помощью исследования свойств фазовых траекторий замкнутых изолированных механич. систем из большого числа частиц. Были доказаны эргодические теоремы (см. *Эргодическая теория*), к-рые сводили Э. г. к предположению о специфич. свойстве фазового пространства (его *метрической неразложимости*). Однако для обоснования статистич. физики эти теоремы не являются необходимыми. т. к. фазовые траектории чрезвычайно чувствительны к малым возмущениям (см. *Размешивание*). В частности, они очень чувствительны к малейшему нарушению изоляции или замкнутости системы. Аналогичным свойством чувствительности квантовых состояний к малым возмущениям обладают и квантовые системы. *Д. Н. Зубарев.*

ЭРГОДИ́ЧЕСКАЯ ТЕО́РИЯ

Содержание:

Введение

Э. т. (метрическая теория динамических систем) — раздел теории *динамических систем*, изучающий их статистич. свойства. Возникновение Э. т. (1-я треть 20 в.) было стимулировано попытками доказать *эргодическую гипотезу* (термин введён П. и Т. Эренфестами, P. и T. Ehrenfest), предложенную в кон. 19 в. Л. Больцманом для обоснования статистич. физики.

В Э. т. осн. объект исследования — динамич. система (ДС), понимаемая как *группа* (или полугруппа) преобразований нек-рого пространства с мерой, сохраняющих эту меру. В применении к консервативным ДС, описываемым дифференц. ур-ниями, речь идёт о семействе сдвигов вдоль фазовых траекторий, а роль сохраняющейся (инвариантной) меры играет фазовый объём. В общем случае пространство с мерой — это тройка (X, $\mathscr{A}$, μ), в к-рой X — произвольное множество с выделенным семейством $\mathscr{A}$ его подмножеств (σ-алгеброй измеримых подмножеств), содержащим само X в качестве одного из элементов и замкнутым относительно теоретико-множественных операций (объединения и пересечения конечного или счётного числа множеств и перехода от любого множества к его дополнению). Мера μ — это неотрицательная ф-ция, заданная на $\mathscr{A}$ и обладающая свойством счётной аддитивности: если $A_1, A_2, \ldots$ — множества из $\mathscr{A}$, к-рые попарно не пересекаются, то мера их объединения равна сумме мер. Если $\mu(X)<\infty$, то μ можно нормировать, поделив на $\mu(X)$, и считать (X, $\mathscr{A}$, μ) вероятностным пространством (см. *Вероятностей теория*). Для ДС, отвечающей гамильтоновой системе дифференциальных ур-ний, в качестве X можно взять любую гиперповерхность постоянной энергии, а в качестве μ — меру, индуцированную на этой гиперповерхности фазовым объёмом. Всюду в дальнейшем предполагается, что рассматриваемые ДС определены на вероятностном пространстве.

В большинстве случаев преобразования, входящие в ДС, образуют однопараметрич. группу $\{T^t\}$. Параметр t, интерпретируемый как время, обычно принимает любые действительные или любые целые значения. В первом случае говорят о ДС с непрерывным временем (потоке), во втором — о ДС с дискретным временем (каскаде). Иногда t принимает лишь неотрицат. значения и $\{T^t\}$ является не группой, а полугруппой преобразований. (В этом случае иногда употребляют термины «полупоток» и «полукаскад».) Групповое свойство системы $\{T^t\}$ выражается тождеством $T^tT^sx=T^{t+s}x$, справедливым для любого $x\in X$ и любых двух значений параметра. Вследствие группового свойства каскад $\{T^t\}$ полностью определяется преобразованием $T=T^1$ и часто отождествляется с ним. Инвариантность меры μ означает, что для любого множества $A\in\mathscr{A}$ и любого $t\geqslant0$ выполняется равенство $\mu(T^{-t}A)=\mu(A)$, где $T^{-t}A=(T^t)^{-1}A=\{x\in X{:}T^tx\in A\}$ — полный прообраз множества A при отображении T^t.

Следует отметить, что нек-рые ситуации, изучаемые в Э. т., не охватываются изложенной схемой. Это, в частности, относится к «некоммутативной эргодич. теории», связанной с квантовой физикой (см. ниже), и к тем задачам, в к-рых инвариантная мера не задана с самого начала, а может принадлежать нек-рому классу мер или выбирается из этого класса на основе тех или иных общих принципов. Кроме того, начиная с 70-х гг. в Э. т. постоянно