

го тела всё сказанное относится к каждой точке тела; при равномерном вращении вокруг неподвижной оси угл. скорость ω тела постоянна, а закон вращения даётся равенством $\varphi = \varphi_0 + \omega t$, где φ — угол поворота тела, φ_0 — значение φ при $t = 0$.

РАВНОПЕРЕМЕННОЕ ДВИЖЕНИЕ точки — движение, при к-ром касат. ускорение ω , точки (в случае прямолинейного движения полное ускорение w) постоянно. Закон Р. д. точки и закон изменения её скорости v при этом движении даются равенствами:

$$s = s_0 + v_0 t + w_c t^2 / 2, \quad v = v_0 + w_c t,$$

где s — измеренное вдоль дуги траектории расстояние точки от выбранного на траектории начала отсчёта, t — время, s_0 — значение s в нач. момент времени $t = 0$. v_0 — нач. скорость точки. Когда знаки v и w одинаковы, Р. д. является ускоренным, а когда разные — замедленным.

При поступат. Р. д. твёрдого тела всё сказанное относится к каждой точке тела; при равномерном вращении вокруг неподвижной оси угл. ускорение ε тела постоянно, а закон вращения и закон изменения угл. скорости ω тела даются равенствами

$$\varphi = \varphi_0 + \omega_0 t + \varepsilon t^2 / 2, \quad \omega = \omega_0 + \varepsilon t,$$

где φ — угол поворота тела, φ_0 — значение φ в нач. момент времени $t = 0$, ω_0 — нач. угл. скорость тела. Когда знаки ω и ε совпадают, вращение является ускоренным, а когда не совпадают — замедленным.

С. М. Тарг.

РАВНОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАКОН — утверждение, согласно к-рому в классич. равновесной статистич. системе ср. кинетич. энергия, приходящаяся на каждую трансляционную, вращательную и колебательную степени свободы, равна $\theta/2$ ($\theta = kT$), ср. потенц. энергия, приходящаяся на каждое гармонич. колебание в системе, — тоже $\theta/2$. Т. о., на каждую колебат. степень свободы в ср. приходится энергия θ — в 2 раза больше, чем на каждую трансляц. и вращат. степени свободы. Р. з. является прямым следствием статистич. *вириала теоремы*:

$$P_k \frac{\partial H}{\partial p_k} = x_k \frac{\partial H}{\partial x_k} = \theta$$

(чертой сверху обозначено усреднение с помощью классич. канонического распределения Гиббса) и того, что Гамильтона функция системы H представляет квадратич. форму по обобщённым импульсам p_k для любого типа движения в нерелятивистской системе и квадратич. форму по обобщённым координатам x_k для каждого происходящего в ней гармонич. колебания.

Р. з. ограничен областью применимости классич. приближения: условие невырожденности газа $\theta \gg \theta_{\text{выр}} = \hbar^3 / 2m(N/V)^{2/3}$ (см. *Больцмана распределение*), где V — объём системы, содержащий N молекул массой m , обеспечивает применимость Р. з. по отношению к трансляц. движению, условия $\theta \gg \theta_{\text{вращ}} = \hbar^2 / 2I$ и $\theta \gg \theta_{\text{колеб}} = \hbar \omega_0$ — по отношению к вращению молекул газа и колебат. движениям в них (I — момент инерции, ω_0 — частота собств. колебаний). Численные значения этих характерных темп-р заметно отличаются друг от друга по порядкам величин. Напр., для молекул, входящих в состав воздуха, $\theta_{\text{выр}}/k \approx (10^{-3} \div 10^{-2})$ К, $\theta_{\text{вращ}}/k \approx (1 \div 10)$ К, $\theta_{\text{колеб}}/k \approx 10^3$ К, и поэтому при комнатной темп-ре ($T \approx 300$ К) трансляц. и вращат. движения невырождены и подчиняются Р. з., тогда как колебания как бы выключены («заморожены») и практически не дают своего вклада в термодинамич. характеристики системы. Р. з. эффективно применим в случаях, когда система может быть аппроксимирована идеальной (т. е. учёт взаимодействия частиц даёт малые поправки к равновесным термодинамич. характеристикам газа), а, кроме того, внутр. движения в моле-

кулах (напр., вращения и колебания) независимы друг от друга и от поступат. перемещений (трансляций) молекулы.

Для расчёта внутр. энергии \mathcal{E} и теплоёмкости при пост. объёме $C_V = \partial \mathcal{E} / \partial T$ газа, состоящего из n -атомных молекул (общее число молекул — N), следует подсчитать число независимых степеней свободы, приходящихся на одну молекулу: 3 трансляционные, 3 вращательные, $3n - 6$ колебательных (в линейных молекулах 2 вращательные и $3n - 5$ колебательных), и воспользоваться Р. з. Тогда $\mathcal{E} = N \cdot 3(n-1)\theta$ [для газа из линейных молекул $\mathcal{E} = N \cdot 3(n - 5/2)\theta$]. Для простых твёрдых тел, рассматриваемых в гармонич. приближении (см. *Динамика кристаллической решётки*), из Р. з. при темп-рах выше *Дебая температуры* следует *Дюлонга и Пти закон* $\mathcal{E} = N \cdot 3\theta$ или для молярной теплоёмкости кристалла, $C_{\text{мол}} = 3R$ (R — универсальная газовая постоянная). Для равновесного излучения Р. з. приводит к *Рэлея—Джинса закону излучения*, справедливому в области низких частот $\omega \ll \theta/\hbar$.

Лит.: Квасников И. А., Термодинамика и статистическая физика, М., 1991. И. А. Квасников.

РАД (rad, сокр. от англ. radiation absorbed dose — поглощённая доза излучения) — внесистемная единица поглощённой дозы излучения; соответствует энергии излучения 100 эрг, поглощённой веществом массой 1 г. 1 рад = 100 эрг/г = 0,01 *грэй* = $2,388 \cdot 10^{-6}$ кал/г.

РАДИАЛЬНО-ФАЗОВЫЕ КОЛЕБАНИЯ в ускорителях — совокупность взаимосвязанных колебаний фаз, радиусов орбит и энергий заряд. частиц вблизи их равновесных значений. Для практич. реализации режима резонансного ускорения в *циклическом ускорителе* нужно, чтобы достаточно большое кол-во неравновесных частиц не выходило из этого режима, несмотря на то, что для них возникают отклонения от точного синхронизма. Резонансный режим ускорения осуществляется благодаря эффекту *автофазировки*, заключающемуся в том, что переменное ускоряющее поле с периодом T обладает свойством заставлять частицу двигаться по орбите с периодом, в ср. равным или кратным T . Предположим для определённости, что с ростом энергии угл. частота обращения частицы в данном магн. поле убывает, а *равновесная фаза* частицы расположена на спаде гребня синусоиды напряжения. Если по к.-л. обстоятельствам частица по фазе опережает *равновесную частицу*, то она будет получать меньше энергии. Период её обращения T уменьшится, частица будет отставать по фазе, опережение будет уменьшаться. Аналогично, если частица отстаёт по фазе, то она будет получать больше энергии, период обращения возрастёт и отставание будет ликвидировано. Т. о., фаза частицы колеблется около равновесной фазы, а радиус её орбиты то превышает радиус орбиты равновесной частицы, то, наоборот, становится меньше; такое связанное колебание фазы и радиуса и наз. Р.-ф. к.

Р.-ф. к. могут быть свободными и вынужденными. С в о б о д н ы е Р.-ф. к. обусловлены нач. разбросом фаз и энергий частиц и описываются однородным дифференц. ур-нием. В ы н у ж д е н н ы е Р.-ф. к. обусловлены возмущениями величинами ведущего магн. поля, частоты и амплитуды ускоряющего напряжения и описываются неоднородным дифференц. ур-нием.

Лит. см. при ст. *Циклический ускоритель*. Б. П. Мурин.

РАДИАН (от лат. radius — луч, радиус) (рад, rad) — единица плоского угла; 1 рад равен углу между двумя радиусами окружности, длина дуги между к-рыми равна радиусу. 1 рад = $57^{\circ}17'44,8'' \approx 3,44 \cdot 10^8$ угл. минут $\approx 2,06 \cdot 10^5$ угл. секунд.

РАДИАЦИОННАЯ БИОЛОГИЯ — наука о действиях *ионизирующих излучений* на биол. объекты. Поражающее действие ионизирующих излучений обусловлено ионизацией *макромолекул* нуклеиновых кислот, белков и др. Различают два пути воздействия: прямой, при к-ром энергия излучения поглощается непосредственно в самих макромолекулах, и косвенный, при к-ром