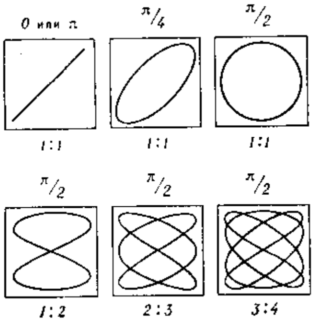
изучены Ж. Лиссажу (J. A. Lissajous). Вид Л. ф. зависит от соотношения между периодами (частотами), фазами и амплитудами обоих колебаний. В простейшем случае равенства обоих периодов Л. ф. представляют собой эллипсы, к-рые при разности фаз $\varphi=0$ или $\varphi=\pi$ вырождаются в отрезки прямых, а при $\varphi=\pi/2$ и равенстве амплитуд превращаются в окружность (рис.). Если периоды обоих колебаний не совпадают точно, то φ всё время меняется, вследствие чего эллипс непрерывно деформируется. При существенно различных периодах эллипс деформируется быстро, картина размывается и Л. ф. не наблюдаются. Однако если периоды относятся как целые числа, то через промежуток времени, равный наименьшему кратному обоих периодов, движущаяся точка снова возвращается в то же положение — получаются Л. ф. более сложной формы. При этом число касаний Л. ф. сторон прямоугольника, в к-рый она вписывается, даёт отношение периодов обоих колебаний.



Вид фигур Лиссажу при различных соотношениях периодов (1 : 1, 1 : 2 и т. д.) и разностях фаз.

Л. ф. можно наблюдать, напр., на экране электронно-лучевого осциллографа, если к двум парам отклоняющих пластин подведены перем. напряжения с равными или кратными периодами. Вид Л. ф. позволяет определить соотношения между периодами и фазами обоих колебаний. Если колебания, к-рые совершает точка, происходят не по гармоническому, а по более сложному закону, но с одинаковым периодом, то получаются замкнутые траектории, аналогичные Л. ф., но искажённой формы. По виду этих фигур можно судить о форме колебаний. Т. о., наблюдение Л. ф.— удобный метод исследования соотношений между периодами и фазами колебаний, а также и формы колебаний.

ЛИТИЙ (Lithium), Li,— хим. элемент I группы периодич. системы элементов, ат. номер 3, ат. масса 6,941, относится к *щелочным металлам*. Природный Л. состоит из смеси стабильных ^{6}Li (7,5%) и ^{7}Li (92,5%) с сильно различающимися сечениями σ захвата тепловых нейтронов (для ^{6}Li $\sigma=9{,}12\cdot10^{-26}$ м^2, а для ^{7}Li $\sigma=3{,}3\times\times10^{-30}$ м^2). Электронная конфигурация $1s^22s^1$. Энергии последоват. ионизации равны 5,39, 75,64 и 122,42 эВ. Энергия сродства к электрону 0,59 эВ. Кристаллохим. радиус атома 0,155 нм, иона Li$^+$ 0,068 нм. Значение электроотрицательности 0,97.

В свободном виде — пластичный, очень мягкий серебристо-белый металл, быстро тускнеет на воздухе вследствие образования плёнки оксида и нитрида. При нормальной темп-ре устойчива модификация Л. с объёмноцентрированной кубич. решёткой с параметром $a=0{,}35023$ нм, при темп-ре —195 °С она переходит в модификацию, обладающую гексагональной решёткой. Плотность 0,539 кг/дм^3 (наименьшая среди всех металлов). $t_{пл}=180{,}5$ °С, $t_{кип}=1336{,}6$ °С; теплоёмкость $c_p=24{,}85$ Дж/(моль·К), теплота плавления 3,0 кДж/моль, теплота испарения 133,7 кДж/моль. Характеристич. темп-ра 370 К. Вязкость жидкого Л. 0,5915 (при темп-ре 183,4 °С) и 0,4548 мПа·с (при 285,5 °С). Газообразный Л. состоит из двухатомных молекул Li$_2$, межъядерное расстояние в к-рых 0,2672 нм, энергия диссоциации 99,0 кДж/моль (0 К). Коэф. теплопроводности 71 Вт/(м×К)(0—100 °С). Уд. сопротивление 0,0855 мкОм·м (при 0 °С); ср. температурный коэф. сопротивления $4{,}5\cdot10^{-3}$. Л. парамагнитен, магн. восприимчивость $+2{,}04\cdot10^{-9}$ (при 20 °С). Тв. по Моосу 0,6, по Бринеллю 5 МПа. Модуль упругости 5 ГПа, предел прочности при растяжении 115 МПа.

В соединениях проявляет степень окисления +1. Расплав ^{7}Li используют как теплоноситель в ядерных реакторах; ^{6}Li применяют для получения трития по ядерной реакции ^{6}Li(n, α)T. Дейтерид лития ^{6}LiD используют в ядерном оружии. Металлич. Л. (природная смесь изотопов) используется как легирующая добавка к разл. сплавам. Гидроксид Л. LiOH применяют в щелочных аккумуляторах. Метаниобат Л. LiNbO$_3$ и метатанталат Л. LiTaO$_3$ являются сегнето- и пьезоэлектриками, они используются для модуляции лазерного излучения. *С. С. Бердоносов.*

ЛИУВИЛЛЯ ТЕОРЕМА — теорема механики, согласно к-рой фазовый объём системы, подчиняющейся ур-ниям механики в форме Гамильтона, остаётся постоянным при движении системы. Теорема установлена Ж. Лиувиллем (J. Liouville) в 1838.

Состояние механич. системы, определяемое обобщёнными координатами $q=(q_1, q_2, \ldots, q_N)$ и канонически сопряжёнными обобщёнными импульсами $p=(p_1, p_2, \ldots, p_N)$ (N — число степеней свободы системы), можно изобразить точкой в пространстве $2N$ измерений (*фазовом пространстве*). Изменение состояния системы во времени представляется как движение такой фазовой точки в $2N$-мерном фазовом пространстве. Если в нач. момент времени фазовые точки p^0, q^0 непрерывно заполняли нек-рую область G_0 в фазовом пространстве, а с течением времени перешли в др. область G_t этого пространства, то, согласно Л. т., соответствующие фазовые объёмы ($2N$-мерные интегралы) равны между собой: $\int_{G_0} dp^0dq^0=\int_{G_t} dpdq$. Т. о., движение точек, изображающих состояния системы в фазовом пространстве, подобно движению несжимаемой жидкости.

Л. т. является следствием того, что якобиан преобразования от переменных p^0, q^0 к переменным p, q (т. е. якобиан канонич. преобразования) в силу *Гамильтона уравнений* равен 1:

$$D\,(p,\ q)/D\,(p^0,\ q^0)=1,$$

поэтому $dp^0dq^0=dpdq$.

Л. т. позволяет ввести ф-цию распределения для плотности вероятности нахождения фазовых точек p, q в элементе фазового объёма $dpdq$ и вывести для неё *Лиувилля уравнение*, являющееся основой статистич. физики.

Лит.: Голдстейн Г., Классическая механика, пер. с англ., 2 изд., М., 1975, гл. 8; Синг Дж. Л., Классическая динамика, пер. с англ., М., 1963, § 98; Леонтович М. А., Введение в термодинамику. Статистическая физика, М., 1983, с. 172. *Д. Н. Зубарев.*

ЛИУВИЛЛЯ УРАВНЕНИЕ — ур-ние для ф-ции распределения плотности вероятности частиц в *фазовом пространстве* — основное ур-ние статистич. физики. Ур-ние для статистич. оператора (*матрицы плотности*) в квантовой статистич. механике также наз. Л. у., но иногда уравнением фон Неймана.

Инвариантность фазового объёма при движении фазовых точек, изображающих системы в фазовом пространстве (*Лиувилля теорема*), позволяет ввести ф-цию их распределения $f(p,\ q)$, так что $dw=f(p,\ q)dpdq$ — вероятность найти фазовые точки p, $q=(p_1, \ldots, p_N, q_1, \ldots, q_N)$ в элементе фазового объёма $dpdq$. При движении системы фазовых точек их число сохраняется, поэтому при переходе из элемента фазового объёма $dpdq$ в $dp'dq'$ выполняется равенство $f(p,\ q)dpdq=f(p',q')dp'dq'$, откуда следует, что $f(p,\ q)=f(p',q')$, т. е. ф-ция распределения постоянна вдоль фазовых траекторий системы. В результате полная производная ф-ции распределения по времени равна нулю:

$$\frac{df}{dt}=\frac{\partial f}{\partial t}+\sum_i\left(\frac{\partial f}{\partial p_i}\frac{dp_i}{dt}+\frac{\partial f}{\partial q_i}\frac{dq_i}{dt}\right)=0,$$

откуда с учётом ур-ний Гамильтона

$$\frac{dq_i}{dt}=\frac{\partial H}{\partial p_i},\quad \frac{dp_i}{dt}=-\frac{\partial H}{\partial q_i}$$