

($\alpha(x)$ — произвольная функция, e — величина заряда электрона, $\partial_\mu \equiv \partial/\partial x_\mu$, $\mu=0, 1, 2, 3$). Это преобразование отвечает абелевой (коммутативной) калибровочной группе $U(1)$ [см. *Группы*]. В частном случае, когда α не зависит от x , такие преобразования иногда наз. глобальными К. п. (в отличие от общего случая локальных К. п.).

В случае неабелевых (некоммутативных) калибровочных групп К. п. можно записать в виде

$$\psi(x) \rightarrow \psi'(x) = e^{T(g)} \psi(x),$$

$$A_\mu(x) \rightarrow A'_\mu(x) = g(x) A_\mu(x) g^{-1}(x) + \partial_\mu g^{-1}(x) g(x).$$

Здесь поля $\psi(x)$ (поля материи) реализуют представление простой компактной группы Ли G с генераторами группы $T(g)$ (см. *Представление группы*), $A_\mu(x)$ — матрицы в пространстве внутренних симметрий Янга—Миллса полей, матрицы $g(x)$ при каждом x являются элементами группы G (см. *Калибровочные поля*). Напр., в экспоненциальной параметризации $g(x) = \exp\{\omega^a(x)t^a\}$, где $\omega^a(x)$ — параметры группы, а t^a — её генераторы в присоединённом представлении.

Лит. см. при ст. *Калибровочные поля*. А. А. Славнов.
КАЛИЙ (Kalium), К., — хим. элемент I группы периодич. системы элементов, ат. номер 19, ат. масса 39,0983, относится к щелочным металлам. Природный К. состоит из стабильных ^{39}K (93,22%) и ^{41}K (6,77%) изотопов и слаборадиоактивного ^{40}K (0,0118%; $T_{1/2} = 1,28 \cdot 10^9$ лет). При распаде ^{40}K в 88% случаев испускается β^- -частица и образуется ^{40}Ca , а в 12% — происходит захват К-электрона и ^{40}K переходит в ^{40}Ar . Электронная конфигурация внеш. оболочки $4s^1$. Энергии последоват. ионизации 4,341, 31,820 и 46 эВ. Кристаллохим. радиус атома К 0,236 нм, радиус иона K^+ 0,133 нм. Значение электроотрицательности 0,91.

В свободном виде — мягкий серебристо-белый металл, быстро окисляется и тускнеет на воздухе. Обладает объёмноцентрированной кубич. решёткой с постоянной решётки $a=0,5247$ нм. Плотн. 0,862 кг/дм³, $t_{\text{пл}}=63,55$ °С, $t_{\text{кип}}=760$ °С, уд. теплоёмкость $c_p=29,60$ Дж/моль·К, теплоота плавления 2,3 кДж/моль, теплоота возгонки 89,4 кДж/моль. Уд. теплопроводность 97,15 Вт/м·К (20 °С), уд. сопротивление $6,23 \times 10^{-2}$ мкОм·м (0 °С), температурный коэф. электрич. сопротивления $5,8 \cdot 10^{-5}$ (20 °С), линейный коэф. термич. расширения $8,4 \cdot 10^{-5}$ (0—50 °С). Тв. по Бригеллю 0,4 МПа, динамич. вязкость жидкого К. 5,44 мПа·с (при $t_{\text{пл}}$), 3,00 мПа·с (500 К) и 1,707 мПа·с (800 К). Поверхностное натяжение 114,1 мН/м (при $t_{\text{пл}}$).

Химически очень активен, обычно хранится под слоем бензина, керосина или минерального масла. В соединениях проявляет степень окисления +1. Жидкие при комнатной темп-ре сплавы К и Na (содержащие 40—90% К) применяют как теплоносители, напр. в ядерных реакторах. Из металлов К получают пероксид K_2O_2 , используемый для регенерации воздуха в подводных лодках и т. д. Как радиоакт. индикатор широко применение находит искусственный β^- -радиоактивный ^{42}K ($T_{1/2}=12,36$ ч).

Лит. см. при ст. *С. С. Бердосов*.
КАЛИФОРНИЙ (Californium), Cf, — радиоакт. хим. элемент, получен искусственно (1950, США), ат. номер 98, относится к актиноидам. Наиб. долгоживущий изотоп К. α -радиоактивный ^{251}Cf ($T_{1/2}$ 900 лет). В ядерном реакторе при длит. облучении нейтронами плутония образуется смесь изотопов К., содержащая ^{249}Cf ($T_{1/2}$ 351 год, в смеси 4%), ^{250}Cf (13,1 года, 49%), ^{251}Cf (41%), ^{252}Cf (2,64 года, 36%). Электронная конфигурация трёх внеш. электронных оболочек $5s^2 p^6 d^{10} f^{14} 6s^2 p^6 7s^2$. По оценке, энергия отрыва первого электрона 6,41 эВ, атомный радиус 0,175 нм, значение электроотрицательности 1,2.

В свободном виде — серебристый металл. При темп-рах от комнатной до 590 °С устойчива α -модификация с двойной гексагональной плотнейшей кристаллич. решёткой (параметры $a=0,339$ нм и $c=1,101$ нм), при темп-рах выше 590 °С до $t_{\text{пл}}$ (900 °С) — β -модификация (с кубич. гранцентрированной решёткой). Плотность α -Cf 15,1 кг/дм³. В соединениях проявляет степени окисления +2, +3 (наиб. характерна) и +4. В степени окисления +3 является близким аналогом диспрозия.

Практич. значение имеет гл. обр. ^{252}Cf , к-рый при спонтанном делении испускает мощный поток нейтронов ($3 \cdot 10^{12}$ нейтрон/с на 1 г ^{252}Cf) и может использоваться в активационном анализе и для др. целей. Работают с высокотоксич. ^{252}Cf в спец. боксах. Изотоп ^{251}Cf обладает очень небольшой критич. массой (ок. 10 г).

Лит. см. при ст. *С. С. Бердосов*.
КАЛОРИМЕТРИЯ (от лат. calor — тепло и греч. μέτρον — измеряю) — совокупность методов измерения тепловых эффектов (кол-ва теплоты), сопровождающих разл. физ., хим. и биол. процессы. К. включает измерения теплоёмкостей тел, теплот фазовых переходов, тепловых эффектов намагничивания, электризации, растворения, сорбции, хим. реакций (напр., горения), реакции обмена веществ в живых организмах и т. д.

Приборы, применяемые в К., наз. к а л о р и м е т р а м и. Совр. калориметры работают в диапазоне темп-р от 0,1 до 3500 К и позволяют измерять кол-во теплоты с точностью до 10^{-2} %. Конструкции калориметров разнообразны и определяются характером и продолжительностью изучаемого процесса, областью темп-р, при к-рых производится измерения, кол-вом измеряемой теплоты и требуемой точностью. Калориметр, предназначенный для измерения суммарного кол-ва теплоты Q , выделяющегося в процессе от его начала до завершения, наз. калориметром-интегратором. Для измерения тепловой мощности L и измерения её изменений на разных стадиях процесса применяют измерители мощности или калориметры-осциллографы. Различают жидкостные и массивные калориметры, одинарные и двойные (дифференциальные).

Жидкостные калориметры-интеграторы перем. темп-ры применяют для измерения теплот растворения и теплот хим. реакций. Они состоят из сосуда с жидкостью (обычно водой), в к-ром находится камера для проведения исследуемого процесса («калориметрич. бомба»), мешалка, нагреватель и термометр. Выделявшаяся в камере теплота распределяется между камерой, жидкостью и др. частями калориметра, совокупность к-рых наз. калориметрич. системой прибора. Характеристикой калориметра является его тепловое значение, т. е. теплоёмкость C калориметрич. системы, к-рую определяют заранее. Определение Q сводится к измерению изменения темп-ры калориметрич. системы ΔT , вызванного исследуемым процессом: $Q = C \Delta T$.

Калориметрич. измерения позволяют непосредственно определить сумму теплот исследуемого процесса и разл. побочных процессов (размешивания, испарения воды и т. п.), теплота к-рых должна быть определена экспериментально или с помощью расчётов и исключена из окончат. результата. Для установления теплообмена калориметра с окружающей средой посредством излучения и теплопроводности калориметрич. систему окружают оболочкой, темп-ру к-рой регулируют.

В изотермич. калориметрах введённая теплота не изменяет темп-ры калориметрич. системы, а вызывает изменение агрегатного состояния тела, составляющего часть этой системы (напр., таяние льда). Кол-во введённой теплоты в этом случае пропорц. массе вещества, изменившего агрегатное состояние, и теплоте фазового перехода.

М а с с и в н ы й к а л о р и м е т р - и н т е г р а т о р чаще всего применяется для определения *энтальпии* веществ при темп-рах до 250 °С. Калоримет-