

определяет правила квантования (напр., правила Бора, см. *Атомная физика*).

С теоретич. точки зрения, существование С. э. позволяет применить к явлениям взаимодействия эл.-магн. волн с веществом закон сохранения момента количества движения.

Лит.: Соколов А. А., Введение в квантовую электродинамику, М., 1958; Розенберг Г., Наблюдение спинного момента сантиметровых волн, «УФН», 1950, т. 40, в. 2, с. 328. Г. В. Розенберг.

САМАРИЙ (лат. Samarium), Sm, — хим. элемент III группы периодич. системы элементов Менделеева, ат. номер 62, ат. масса 150, 36, относится к лантаноидам. Природный С. — смесь 7 изотопов: ^{144}Sm , ^{147}Sm — ^{150}Sm , ^{152}Sm , ^{154}Sm , в к-рой преобладает ^{152}Sm (26,7%), а наименее представлен ^{144}Sm (3,1%). ^{147}Sm и ^{148}Sm α -радиоактивны ($T_{1/2} = 1,06 \cdot 10^{11}$ и $7 \cdot 10^{15}$ лет соответственно). Электронная конфигурация внеш. электронных оболочек $4s^2 3d^6 5s^2 4f^6 6s^2$. Энергии последовательной ионизации 5,63; 11,07; 23,4 эВ соответственно. Металл. радиус атома Sm 0,181 нм, радиус иона Sm^{3+} 0,097 нм. Значение электроотрицательности 1,07.

В свободном виде серебристый металл. При низких темп-рах устойчив α -Sm с ромбоэдрич. кристаллич. структурой, параметры решётки $a = 0,3626$ нм и $c = 2,618$ нм. При высоких темп-рах устойчив β -Sm с объёмноцентрированной кубич. структурой с параметром решётки $a = 0,407$ нм. Темп-ра перехода $\alpha \leftrightarrow \beta$ 917°C (по др. данным, 855°C). Плотность α -Sm 7,537 кг/дм³, β -Sm 7,40 кг/дм³, $t_{пл} = 1072$ °C, $t_{кпл}$ ок. 1800°C. Уд. теплоёмкость $c_p = 29,5$ Дж/(моль·K), теплота плавления 8,61 кДж/моль. Темп-ра Дебая 148 К. Теплопроводность металлич. Sm 13,3 Вт/(м·K), коэф. линейного расширения $10,4 \cdot 10^{-6}$ K⁻¹ (при 298 K). Уд. электр. сопротивление 1,05 мкОм·м (при 293 K), термич. коэф. электр. сопротивления $1,48 \cdot 10^{-3}$ K⁻¹ (при 273—373 K). С. — парамагнетик, магн. восприимчивость $8,49 \cdot 10^{-9}$. Тв. по Бриггеллю С. частотой 99,5% 343—441 МПа, модуль нормальной упругости 34,1 ГПа, модуль сдвига 126,5 ГПа.

В соединениях проявляет степень окисления +3 и, реже, +2. По хим. свойствам аналогичен др. лёгким лантаноидам. Интерметаллич. соединение SmCo_5 характеризуется высокими точкой Кюри (997 K) и намагниченностью насыщения (0,965 Тл при комнатной темп-ре) и используется как материал пост. магнитов. Металлич. С. применяется для изготовления электр. стартеров. С. характеризуется высоким эфф. сечением захвата тепловых нейтронов (для природного С. $5,6 \cdot 10^{-25}$ м², для ^{149}Sm $5 \cdot 10^{-24}$ м²), поэтому его используют в нейтронных детекторах. В качестве радиоакт. индикатора применяется β -радиоактивный ^{152}Sm ($T_{1/2} = 46,7$ ч).

С. С. Бердоусов.

САМОВОЗБУЖДЕНИЕ КОЛЕБАНИЙ — самопроизвольное (без внеш. воздействия) возникновение колебаний в колебат. системе при неустойчивом состоянии равновесия последней. С. к. происходит под влиянием малых нач. отклонений системы от состояния равновесия, неизбежно существующих вследствие флуктуаций; возникшие колебания нарастают, и в системе могут установиться автоколебания, к-рые поддерживаются за счёт энергии того или иного источника.

САМОВОЗДЕЙСТВИЕ ВОЛН — изменение характеристик волнового процесса вследствие иницируемых им разл. нелинейных явлений в среде. В узком смысле термин «С. в.» применяется к однокомпонентным системам с безынерционной нелинейностью. Рассмотрим, напр., ур-ние для простых волн:

$$u_t + (V+u)u_x = 0. \quad (1)$$

Решение этого ур-ния задаётся неявным соотношением: $u(x, t) = -V + u_0 [x - (u(x, t) + V)t]$ с нач. условием $u(x, t = 0) = u_0(x)$. Пока нелинейные эффекты малы, $|u| \ll V$, это решение принимает вид: $u(x, t) = u_0(x - Vt)$. Следовательно, волна распростра-

няется без искажения формы и с пост. групповой скоростью V . В общем случае $u_0 \neq \text{const}$ решение Коши задачи для ур-ния (1) существует только в течение конечного времени: рост нелинейности (слагаемого uu_x) ведёт к деформации профиля волны, а в дальнейшем — к её опрокидыванию. Аналогично в случае нелинейного ур-ния теплопроводности

$$T_t = \nabla(T^2 \nabla T) + T^3 \quad (2)$$

при $\beta > \sigma + 1$ решение существует конечное время (т. н. время обострения), в течение к-рого возникает локализованная структура с убывающей шириной и неограниченно растущей амплитудой.

Как правило, в физ. задачах конечность времени существования или неограниченный рост связаны с пренебрежением к.-л. эффектами. Если, напр., учесть диссипативные процессы, добавив в правую часть (1) слагаемое au_{xx} , $a > 0$:

$$u_t + (V+u)u_x = au_{xx} \quad (3)$$

(Бюргерса уравнение), то в этом случае конкуренция нелинейного увеличения крутизны профиля и его диссипативного сглаживания может давать решения с неизменным во времени профилем — ударную волну с конечной толщиной фронта. Кроме того, возникнут решения с убывающей амплитудой.

В примерах (1), (2) С. в. вело к эффектам типа опрокидывания фронта или к обострению профиля. Однако в ряде случаев именно нелинейные процессы ограничивают развитие неустойчивости. Напр., обобщённое ур-ние Гинзбурга — Ландау

$$u_t = -u_{xxxx} - 2u_{xx} + (\beta - 1)u - u^3 \quad (4)$$

при $0 < \beta < 1$ имеет единственное однородное решение: $u = 0$, к-рое неустойчиво по отношению к возмущениям типа $\sim \exp(ikx)$ с волновыми векторами $k \in (V\sqrt{1-\sqrt{\beta}}, V\sqrt{1+\sqrt{\beta}})$. С. в., описываемое слагаемым $(-u^3)$ в (4), ограничивает рост амплитуды возмущений, и в системе устанавливается стационарная пространственно-периодич. структура.

Строго говоря, однокомпонентные системы с самовоздействием — это приближённое описание многокомпонентных систем, в к-рых характерные времена эволюции разл. степеней свободы сильно различаются. Напр., в нелинейной оптике безынерционная нелинейность для сильной световой волны формируется быстрыми поляризац. процессами в среде, инициируемыми самой световой волной. В общем случае временем задержки отклика среды на волновой процесс пренебрегать нельзя. При этом говорят об инерционной нелинейности или о нелинейной многокомпонентной системе. Пример — ур-ние Курамото — Цудзуки (двухкомпонентная система):

$$w_t = w + (1 + iC_1)w_{xx} - (1 + iC_2)|w|^2 w, \quad (5)$$

описывающее поведение многих систем в окрестности бифуркац. значений параметров (см. Бифуркация). Здесь w — комплекснозначная ф-ция, а C_1 и C_2 — действительные числа. При подходящем выборе коэффициентов ур-ние (5) допускает как простейшие, стационарные решения, так и более сложные, вплоть до стохастических (т. н. диффузионный хаос). Конкуренция диссипативных процессов и эффектов С. в. (в указанном смысле) ведёт к усложнению динамики системы. Физ. пример инерционного С. в. — тепловая дефокусировка лазерного излучения, обусловленная изменением показателя преломления среды при её нагреве излучением (см. Самодефокусировка света).

Лит.: Качмарек Ф., Введение в физику лазеров, пер. с польск., М., 1981; Математическое моделирование. Сб. ст., М., 1986; Васильев В. А., Романовский Ю. М., Ихио В. Г., Автоволновые процессы, М., 1987; Заславский Г. М., Сагдеев Р. З., Введение в нелинейную физику, М., 1988. Н. А. Кириченко.