

$$E_y = RB_z j_x + R_s 4\pi M_z j_x. \quad (5)$$

Здесь x, y, z — координатные оси. Первое слагаемое описывает нормальный Х. э. Вклад в поле Холла, пропорциональный намагниченности M_z наз. ферромагнитным, спонтанным или аномальным Х. э. Т. к. этот вклад существует в ферро-, ферри- и антиферромагн. металлах и полупроводниках, парамагнетиках и др., то термин «аномальный Х. э.» является наиб. общим. Коэф. R_s в ферромагнетиках на 1—2 порядка больше R и обладает сильной (по сравнению с R) зависимостью от темп-ры. В сплавах величина и знак R_s зависят от концентрации компонент, причём в общем случае знак R_s может не совпадать со знаком R . В монокристаллах R_s также является тензорной величиной. Роль внеш. магн. поля в создании аномального Х. э. сводится только к намагничиванию образца, в частности в однодоменных образцах аномальный Х. э. наблюдается и без поля.

Аномальный Х. э. обусловлен *спин-орбитальным взаимодействием*, к-рое пропорц. намагниченности и создаёт асимметрию рассеяния носителей заряда, приводящую к холловскому «закручиванию» в отсутствие поля.

А. Б. Грановский.

Лит. см. при статье *Гальваномагнитные явления, Квантовый Холла эффект, Магнетизм.*

ХОЛЛОВСКАЯ ПОДВИЖНОСТЬ. Если к образцу полупроводника приложено внеш. электрич. поле вдоль оси ox , а также магн. поле H вдоль оси oz , то протекание тока вдоль оси ox приводит к появлению силы Лоренца и поля Холла, действующих вдоль оси oy . В отсутствие рассеяния возникает направленный (см. *Холла эффект*) дрейф вдоль oy , причём скорость дрейфа $v_{др}$ пропорц. полю H . Коэф. — коэффициент пропорциональности наз. Х. п. μ_H .

ХОЛОДНЫЕ НЕЙТРОНЫ — нейтроны с энергией $5 \cdot 10^{-3} - 10^{-7}$ эВ (см. *Нейтронная физика*).

ХОХЛОВА — ЗАБОЛОТСКОЙ УРАВНЕНИЕ — описывает трансформацию профилей и спектров нелинейных дифрагирующих волн, локализованных в пространстве в виде пучков, поперечный размер к-рых велик по сравнению с длиной волны. Опубликовано Р. В. Хохловым и Е. А. Заболотской в 1968. Это одно из основных ур-ний теории нелинейных волн. В применении к *нелинейной акустике* обобщённым Х.—З. у. принято называть ур-ние

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial p}{\partial z} - \frac{\epsilon}{c^3 p} \frac{\partial p}{\partial t} + \hat{L} p \right) = \frac{c}{2} \Delta_{\perp} p.$$

Здесь p — акустич. давление, z — координата вдоль оси пучка, $\tau = t - z/c$ — время в бегущей со скоростью звука с системе координат, Δ_{\perp} — двумерный лапласиан по координатам в поперечном сечении пучка, ϵ — нелинейный параметр среды, ρ — плотность среды. Линейный интегродифференциальный оператор \hat{L} определяется частотной зависимостью слабых дисперсионных и диссипативных свойств среды.

Обычное Х.—З. у. $\hat{L} = 0$ в линейном случае ($\epsilon = 0$) для гармонических сигналов переходит в параболич. ур-ние теории дифракции (*Леонтовича параболическое уравнение*). Для возмущений с плоскими фронтами Х.—З. у. переходит в ур-ние простых волн (*Римана волн*), описывающее укрупнение профиля бегущей волны вплоть до образования разрывов — ударных фронтов. Обычное Х.—З. у. также справедливо в той области пространства, где разрывов нет.

Приложения, прежде всего к гидроакустике (см., напр., *Параметрические излучатели и приёмники звука*) и медицине, потребовали обобщить обычное Х.—З. у. с целью устранения особенностей и учёта дополнит. физ. факторов. Наиб. часто используется обобщение Х.—З. у., содержащее вторую производную ($\hat{L} = -b \partial^2 / \partial t^2$), к-рая описывает диссипацию (в частности, конечную ширину фронта слабых ударных волн), а также интегральный член с экспоненциальным ядром, ответственным за учёт молекулярной релаксации (см. *Релаксация акустическая*). Заметим, что

когда \hat{L} имеет вид 3-й производной по t , Х.—З. у. переходит в *Кадомова — Петвиашвили уравнение*.

Ур-ния типа Х.—З. у. использовались независимо с кон. 1940-х гг. в механике для расчёта обтекания тонких аэродинамич. профилей трансзвуковыми потоками сжимаемого газа, а в 1970-х гг. для расчёта ударных волн с пространственно-ограниченным фронтом.

Лит.: Руденко О. В., Солюян С. И., Теоретические основы нелинейной акустики; М., 1975; Новиков Б. К., Руденко О. В., Тимошенко В. И., Нелинейная гидроакустика, Л., 1981; Бахвалов Н. С., Жилейкин Я. М., Заболотская Е. А., Нелинейная теория звуковых пучков, М., 1982.

О. В. Руденко.

ХРОМ (лат. Chromium), Cr, — хим. элемент побочной подгруппы VI группы периодич. системы элементов, ат. номер 24, ат. масса 51,9961, переходный металл. В природе представл. 4 стабильными изотопами: ^{50}Cr (4,345%), ^{52}Cr (83,789%), ^{53}Cr (9,501%) и ^{54}Cr (2,365%). Конфигурация внеш. электронных оболочек $3s^2 3p^6 3d^5 4s^1$. Энергии последоват. ионизации 6,766; 16,5; 30,96; 49,1; 69,3 эВ. Средство к электрону ок. 1,0 эВ. Радиус атома Cr 127 пм, радиусы ионов Cr^{2+} , Cr^{3+} и Cr^{6+} равны соответственно 83, 64 и 35 пм. Значение электроотрицательности 1,6. Работа выхода электрона 4,48 эВ.

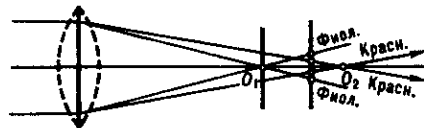
Голубовато-серебристый металл. При темп-рах 20—1830 °C существует α -Cr с кубич. объёмноцентрированной кристаллич. структурой, параметр решётки $a = 288,4$ пм; при более высоких темп-рах возможно существование β -Cr с кубич. гранецентрированной решёткой. Плотн. $7,19$ кг/дм 3 , $t_{пл} = 1890$ °C (по др. данным, 1877 °C), $t_{кип} = 2680$ °C (по др. данным, 2200 °C). Уд. теплоёмкость $c_p = 23,3$ Дж/(моль · K), теплота плавления 21 кДж/моль. Характеристич. темп-ра Дебая $\Theta_D = 357$ K. Уд. электрич. сопротивление 0,150 мОм · м (при 300 K), температурный коэф. электрич. сопротивления $3,04 \cdot 10^{-3}$ K $^{-1}$ (при 50—100 °C). Парамагнитен, магн. восприимчивость $3,5 \cdot 10^{-9}$ (при 0 °C) и $4,3 \cdot 10^{-9}$ (при 1440 °C). Ниже 312 K переходит в антиферромагн. состояние. Теплопроводность 88,6 Вт/(м · K) (при 20 °C). Температурный коэф. линейного расширения $4,4 \cdot 10^{-6}$ (при 10—90 °C). Модуль нормальной упругости чистого Cr 288,1 ГПа (при 20 °C). Тв. по Виккерсу 1060 МПа.

В хим. соединениях обычно проявляет степени окисления +2, +3, +6. В атм. воздухе устойчив, при нагревании медленно окисляется с поверхности. Устойчив к воздействию мн. кислот.

Х. является легирующей добавкой разл. (в т. ч. нержавеющей) сталей. Его применяют для создания защитных покрытий на поверхности металлич. изделий (хромирование). Мн. соединений Х. — минеральные красители. Оксид Cr_2O_3 служит абразивом. В качестве радиоакт. индикатора используют ^{51}Cr (электронный захват, $T_{1/2} = 27,704$ сут).

С. С. Бердонов.

ХРОМАТИЧЕСКАЯ АБЕРРАЦИЯ (от греч. *chroma* — цвет) — одна из осн. aberrаций оптич. систем, обусловленная зависимостью показателя преломления прозрачных сред от длины волны света (см. *Дисперсия света*). Х. а. проявляется в оптич. системах, включающих элементы из преломляющих материалов (напр., линзы); зеркала Х. а. не свойственна, т. е. зеркала ахроматичны.



Существуют два не зависящих один от другого типа Х. а.: хроматизм положения изображения и хроматизм увеличения. Хроматизм положения состоит в том, что изображения удалённой точки, формируемые лучами разной длины волны, не совпадают для лучей разного цвета, располагаясь вдоль нек-рого отрезка $O_1 O_2$ (т. е. немонахроматич. пучок света имеет целую совокупность фокусов вдоль отрезка оптич. оси; см. рис.). В этом случае