

электрич. или магн. поля, то α_j — компоненты вектора поляризации или намагниченности).

Р. ф. системы на возмущение (1), т. е. вызываемое им изменение ср. значений $\langle \alpha_j \rangle$ ($\langle \alpha_j \rangle_0$ — значение величины $\langle \alpha_j \rangle$ в состоянии равновесия статистического), равна

$$\langle \alpha_j \rangle - \langle \alpha_j \rangle_0 = - \int_{-\infty}^t \chi_{jk}(t-t') \mathcal{F}_k(t') dt', \quad (2)$$

где $\chi_{jk} = \langle \alpha_j(t) - \langle \alpha_j \rangle_0, \alpha_k(t') - \langle \alpha_k \rangle_0 \rangle$ — Р. ф. системы на возмущение $\mathcal{F}_k(t')$, подразумевается суммирование по двойным индексам, скобки $\langle \dots, \dots \rangle$ означают запаздывающую Грина функцию. Выражение (2) для реакции системы наз. *Кубо формулами* и даёт микроскопич. выражения для тензора электропроводности, магн. восприимчивости, диэлектрич. проницаемости. Если возмущение системы пространственно-неоднородно, то Р. ф. зависит как от времени, так и от пространственной координаты (см. Грина — Кубо формулы). Д. Н. Зубарев.

РЕАКЦИЯ ИЗЛУЧЕНИЯ (радиационное трение) — сила, действующая на заряж. частицу со стороны создаваемого ею поля эл.-магн. излучения.

Движение заряда с ускорением приводит к излучению эл.-магн. волн. Эл.-магн. волны уносят энергию и импульс. Поэтому система движущихся с ускорением зарядов не является замкнутой: в ней не сохраняются энергия и импульс. Такая система ведёт себя как механич. система при наличии сил трения (диссипативная система), к-рые вводятся для описания факта сохранения энергии в системе вследствие её взаимодействия со средой. Совершенно так же передачу энергии (и импульса) заряж. частицей эл.-магн. полю излучения можно описать как «лучистое (радиац.) трение». Зная теряемую в единицу времени энергию (т. е. интенсивность излучения), можно определить «силу трения». В случае электрона, движущегося в огранич. области со скоростью, малой по сравнению со скоростью света в вакууме c , интенсивность излучения составляет

$$I = \frac{2}{3} \frac{e^2}{c^3} \omega^2,$$

где ω — ускорение. Если движение носит приближённо-периодич. характер, то соответствующая сила трения выражается ф-лой, полученной впервые Х. Лоренцем (Н. Lorentz):

$$F = \frac{2}{3} \frac{e^2}{c^3} \frac{d\omega}{dt}.$$

Р. и. приводит к затуханию колебаний заряда, что проявляется в уширении спектральной линии излучения (т. н. *естественная ширина спектральной линии*).

Повять природу Р. и. можно след. образом. Создаваемое ускоренно движущимся электроном поле, имеющее на больших расстояниях характер бегущей волны, отлично от нуля и в области вблизи заряда. Действие этого поля («собственного поля») на заряд и даёт Р. и. Необходимость учёта действия заряда на самого себя (через создаваемое им поле) приводит к принципиальным трудностям, тесно связанным с проблемой структуры электрона, природы его массы и др. (см. *Электродинамика классическая*).

Строгая постановка задачи состояла бы в следующем. Имеется динамич. система из зарядов и эл.-магн. поля. Она описывается двумя связанными системами ур-ний: ур-ниями движения частиц в поле и ур-ниями поля, определяющегося расположением и движением заряж. частиц. Практически имеет смысл лишь приближённая постановка задачи методом последоват. приближений. Напр., сначала находится движение электрона в заданном поле (т. е. без учёта собств. поля), затем — поле заряда по его заданному движению и далее, в качестве поправки, — влияние этого поля на движение заряда, т. е. Р. и. Такой метод даёт хорошие результаты

для излучения, с длиной волны $\lambda \gg r_0 = e^2/m_0c^2$ ($r_0 \approx 2 \cdot 10^{-13}$ см — «классич. радиус» электрона). Реально уже при $\lambda \sim \hbar/m_0c \approx 10^{-10}$ см необходимо учитывать квантовые эффекты. Поэтому приближённый метод учёта Р. и. справедлив во всей области применимости классич. электродинамики.

Квантовая электродинамика в принципиальном отношении сохранила тот же подход к проблеме, основанный на методе последоват. приближений (*возмущенной теории*). Но её методы позволяют учесть Р. и., т. е. действие собств. поля на электрон, практически с любой степенью точности; причём не только «диссипативную» часть Р. и. (затухание спектральных линий), но и «потенц.» её часть, т. е. эфф. изменение внеш. поля, в к-ром движется электрон. Это проявляется в изменении энергетич. уровней и эфф. сечений процессов столкновений (см. *Радиационные поправки*).

Лит.: Ландау Л. Д., Лифшиц Е. М., Теория поля, 7 изд., М., 1988; Клепиков Н. П., Силы торможения излучением и излучение заряженных частиц, «УФН», 1985, т. 146, в. 2, с. 317. В. Б. Берестецкий.

РЕЙНДЕРА ЭФФЕКТ (адсорбционное понижение прочности) — уменьшение поверхностной (межфазной) энергии вследствие физ. или хим. процессов на поверхности твёрдых тел, приводящее к изменению его механич. свойств (снижению прочности, возникновению хрупкости, уменьшению долговечности, повышению пластичности и др.). К Р. э. приводят *адсорбция* поверхностно-активных веществ, *смачивание* (особенно твёрдых тел расплавами, близкими по атомно-молекулярной природе), электростатич. заряд на поверхности, хим. реакции. Открыт П. А. Рейндером в 1928.

Лит.: Рейндер П. А., Поверхностные явления в дисперсных системах. Физико-химическая механика, Избр. труды, М., 1979.

РЕВЕРБЕРАЦИЯ (от ср.-век. лат. reverberatio — отражение) — постепенное затухание звука в закрытых помещениях после выключения его источника. Воздушный объём помещения представляет собой колебат. систему с большим числом собственных частот. Собственные колебания, возбуждаемые источником звука, характеризуются своими коэф. затухания (см. также *Поглощение звука*) и поэтому затухают неодновременно. Длительность Р. определяется в *реверберации*, т. е. временем, в течение к-рого интенсивность звука уменьшается в 10^6 раз, а его уровень снижается на 60 дБ. Время Р. характеризует акустич. качество помещения (см. также *Архитектурная акустика*). Оно тем больше, чем больше объём помещения и чем меньше поглощение звука.

Р. наз. также *послезвучание*, наблюдаемое в море в результате отражения и рассеяния исходного звука от дна (*донная Р.*) и неоднородностей водной среды (*объёмная Р.*).

РЕГЕНЕРАЦИЯ (от позднелат. regeneratio — возрождение, возобновление) в *радиофизике* — компенсация потерь *динамической системы* за счёт подключения к ней источника энергии и устройства, регулирующего связь между ними. Для Р. используются двухполюсники с падающей вольт-амперной характеристикой (нек-рые газоразрядные приборы, туннельные диоды) или цепь положит. *обратной связи*. Возможна параметрич. Р., возникающая в колебат. системе при периодич. изменении одного из её энергоёмких элементов (ёмкость, индуктивность) (см. *Параметрическая генерация и усиление электромагнитных колебаний*). Полная компенсация потерь приводит к возбуждению автоколебаний, неполная — к возрастанию времени затухания свободных колебаний в системе.

Лит.: Основы теории колебаний, 2 изд., М., 1988.

РЕГИСТРИРУЮЩИЕ ГОЛОГРАФИЧЕСКИЕ СРЕДЫ — светочувствит. материалы, в к-рых записываемое интерференц. поле инициирует возникновение соответственной ему пространственной модуляции по крайней мере одного из параметров: коэф. поглощения α , показателя преломления n или толщины материала d .