

поведение разности населённости имеет колебательный характер:

$$w = w_0 + w_0 \frac{\Omega^2}{\delta^2 + \Omega^2} (\cos \sqrt{\delta^2 + \Omega^2} t - 1), \quad \Omega = \frac{2d_{ba}A}{\hbar}.$$

Соответствующие колебания с частотой  $\Omega' = \sqrt{\delta^2 + \Omega^2}$  испытывают при этом поглощение и преломление резонансной среды (рис. 2). В векторной модели это соответствует прецессии вектора Блоха с постоянной длиной вокруг направления  $\Omega' = -i\Omega + k\delta$  (рис. 3). Частота колебаний в точном резонансе ( $\delta=0$ )  $\Omega' = \Omega$  называется частотой Раби.

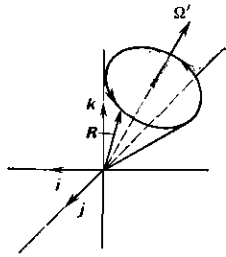


Рис. 3. Прецессия вектора Блоха в отсутствие релаксации.

Колебания разности населённости двухуровневого атома под действием резонансного поля называется *путаницей* (см. *Оптическая путаница*).

Особенности поведения Д. с. в сильном резонансном эл.-магн. поле обуславливают целый ряд резонансных нелинейных эффектов, таких, как *затухание свободной поляризации*, *оптическая путаница*, *п-импульс*, *самоиндуцированная прозрачность*, *фотонное эхо*.

В случае, когда взаимным влиянием двухуровневых атомов нельзя пренебречь, использование ур-ний (2) некорректно и необходимо рассматривать ансамбль Д. с. в целом.

Лит.: Апанасевич П. А., Основы теории взаимодействия света с веществом, Минск, 1977; Аллен Л., Эберли Дж., Оптический резонанс и двухуровневые атомы, пер. с англ., М., 1978; Нелинейная спектроскопия, под ред. Н. Бломбергена, пер. с англ., М., 1979; Шумейкер Р., Когерентная инфракрасная спектроскопия нестационарных процессов, в кн.: Лазерная и когерентная спектроскопия, пер. с англ., М., 1982.

ДВУХФАЗНОЕ ТЕЧЕНИЕ — течение гетерогенных смесей в отличие от течения однородных по фазовому состоянию гомогенных смесей: смеси газа с каплями жидкости или твёрдыми частицами (газовзвесь), смеси жидкости с твёрдыми частицами (суспензия), смеси жидкости с каплями др. жидкости (эмульсия), смеси жидкости с пузырями; течение водонасыщенных грунтов, композитных материалов и т. п. Д. т. может сопровождаться фазовыми превращениями — конденсацией и испарением, плавлением, кипением и кристаллизацией. При Д. т. происходят и др. сложные физ.-механич. процессы. Так, при движении газа, содержащего жидкие частицы, возможно их дробление под действием аэродинамич. сил, их слияние (коагуляция) из-за разности в скоростях частиц разл. размера, а также интенсивный теплообмен между газом и частицами.

В парожидкостных потоках, движущихся в трубах, возможны образование плёнок на стенках трубы, срыв и осаждение капель на них, теплообмен между паром, каплями и плёнкой. При Д. т. процессы трения, теплообмена, характер распространения звука, интенсивность ударных волн существенно иные, чем при течениях гомогенных смесей. При Д. т. происходит взаимодействие фаз путём обмена массой, импульсом и энергией, характер к-рого зависит от формы, массовой доли, физ. свойств и размеров включений (жидких или твёрдых частиц, пузырьков). В общем случае каждая из фаз имеет свои давление, темп-ру, плотность и скорость движения.

Для описания Д. т. сплошной среды используется понятие о многоконтиниумном континууме с взаимодействующим движением составляющих. Многоконтиниумный континуум представляет собой совокупность  $N$  континуумов, каждый из к-рых относится к своей составляющей (фазе или компоненте) смеси и заполняет один и тот же объём, занятый смесью. Для каждого из этих составляющих континуумов в каждой точке определяются обычным образом плотность, скорость

и др. параметры, относящиеся к своему континууму и своей составляющей смеси. Т. о., в каждой точке объёма, занятого смесью, будет определено  $N$  плотностей, темп-р, скоростей и т. д. Так, в Д. т. газовзвеси газ и группы частиц различных размеров образуют многоконтиниумный континуум в соответствии с числом таких групп.

При малых размерах частиц Д. т. смеси газа и частиц можно рассматривать как течение иск-рого фиктивного газа, имеющего те же темп-ру, давление и скорость, что и двухфазная смесь, но отличный от газовой фазы показатель адиабаты  $\gamma^{\circ}$ , теплоёмкость  $c_p^{\circ}$  и плотность  $\rho^{\circ}$ . Величины  $\gamma^{\circ}$ ,  $c_p^{\circ}$ ,  $\rho^{\circ}$  фиктивного газа зависят от массовой доли частиц, показателя адиабаты газовой фазы  $\gamma$ , теплоёмкостей газовой фазы  $c_p$  и частиц  $c_s$ .

Д. т. имеют место в авиа- и ракетно-космич. технике, хим. технологии, обычной и атомной энергетике, во мн. метеорологич. процессах.

Лит.: Дейч М. Е., Филиппов Г. А., Газодинамика двухфазных сред, 2 изд., М., 1981; Соу С., Гидродинамика многофазных систем, пер. с англ., М., 1971; Крайко А. Н. и др., Механика многофазных сред, в кн.: Итоги науки и техники. Сер. Гидромеханика, т. 6, М., 1972; Стенрин Л. Е., Основы газодинамики двухфазных течений в соплах, М., 1974; Нигматулин Р. И., Основы механики гетерогенных сред, М., 1978.

У. Г. Пирумов. ДВУХФОТОННОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ — процесс излучения двух фотонов во время одного *квантового перехода* излучающей системы. Суммарная энергия обоих фотонов равняется энергии перехода ( $\Delta E$ ):  $\hbar\omega_1 + \hbar\omega_2 = \Delta E$ , где  $\omega_1$ ,  $\omega_2$  — частоты фотонов. Распределение по энергиям испущенных фотонов симметрично (в шкале энергий) относительно точки  $\hbar\omega_1 = \hbar\omega_2 = \Delta E/2$ . Д. и. даёт существенный вклад в непрерывный спектр планетарных туманностей, сравнимый с рекомбинац. излучением, и играет важную роль в формировании спектрной излучения горячей разреженной плазмы ряда астрофиз. объектов (короны звёзд, остаток сверхновых, туманности, зоны НII и др.) и лабораторных установок (типа «Токамак», «Стелларатор» и др.).

Вероятность Д. и., как правило, значительно меньше вероятностей однофотонных процессов, поэтому Д. и. играет роль лишь тогда, когда однофотонные переходы запрещены. Особый интерес представляют 2 перехода:  $1s \rightarrow 2s$  в атомах водорода и водородоподобных ионах и  $1s^2S + 1s2s^1S$  в атоме гелия и гелиепоподобных ионах. Вероятность перехода  $1s \rightarrow 2s$  равна  $8,2 \cdot Z^6 \text{ с}^{-1}$ , где  $Z$  — спектроскопич. символ иона (для водорода  $Z=1$ ). Для наиб. распространённых гелиепоподобных ионов вероятности перехода ( $A$ ) равны:

ион	He I	Li II	C V	O VII	Ne IX
$A, \text{ с}^{-1}$	51,3	$1,95 \cdot 10^3$	$3,3 \cdot 10^5$	$2,3 \cdot 10^6$	$10^7$

Для ионов более высокой кратности  $A \approx 16,4 \cdot Z^6 \text{ с}^{-1}$ . Матричный элемент Д. и. аналогичен матричному элементу для комбинационного рассеяния света.

Лит.: Рапопорт Л. П., Зон В. А., Манаков Н. Л., Теория многофотонных процессов в атомах, М., 1978; Драке Г. В. Ф., Виктор Г. А., Далгарно А., Two-photon decay of the singlet and triplet metastable states of helium like ions, «Phys. Rev.», 1969, v. 180, p. 25.

И. Л. Бейгман. ДЕБАЕВСКИЙ РАДИУС ЭКРАНИРОВАНИЯ — характерный пространственный масштаб в плазме, электролитах или полупроводниках, на к-ром экранируется поле заряд. частицы за счёт накопивающегося вокруг неё облака зарядов противоположного знака. Д. р. э. впервые был введён в 1923 П. Дебаем (P. Debye) в развитой им теории сильных электролитов. С учётом экранировки электрич. потенциал  $\Phi(r)$ , создаваемый вокруг заряд. частиц с зарядом  $Ze$  ( $e$  — заряд электрона,  $Z$  — атомный номер) на расстоянии  $r$ , определяется соотношением:

$$\Phi(r) = \frac{qe}{r} \exp(-r/r_D),$$

где  $r_D$  — Д. р. э.