

ние газа. Поэтому релаксац. кривые для газов обычно изображаются как ф-ции величины ω/P . Это позволяет при эксперим. определении зависимостей α_p и c от ω изменять давление газа, а не частоту звука, что сильно упрощает измерения. В многоатомных газах обычно преобладает колебат. релаксация. Области частот, в к-рых проявляются колебат. и вращат. релаксации, обычно чётко разделяются, т. к. времена релаксации для этих двух процессов различаются на неск. порядков. Наличие примесей др. газов влияет на время релаксации. Напр., в воздухе осн. вклад в поглощение звука даёт колебат. релаксация молекул O_2 и N_2 , причём частота релаксации для O_2 выше, чем для N_2 . Примеси паров воды и изменение темп-ры воздуха существенно влияют на положение релаксац. максимума. В двухатомных газах значения τ обычно очень велики и область релаксации лежит в звуковом диапазоне частот. Для более сложных газов частота ω_p выше (порядка $10^5 - 10^7$ Гц при давлении 1 атм).

В жидкостях времена релаксации значительно меньше, чем в газах, т. к. все процессы перестройки жидкостей совершаются быстрее. Поэтому в большинстве жидкостей частота P а. лежит в области гиперзвука.

В твёрдых диэлектриках при отклонении системы фононов от равновесия время релаксации связано с временем жизни фононов $\tau_0 = 3\kappa/Cs^2$, где κ — коэф. теплопроводности, C — теплоёмкость решётки, s — ср. значение скорости звука, $\tau_0 \sim 1/T$ при темп-ре T порядка и выше дебаевской. При распространении звука в пьезополупроводниках частота релаксации ω_p растёт с ростом проводимости кристалла и уменьшается с ростом темп-ры и подвижности носителей тока, а величина дисперсии скорости звука определяется коэф. элетротромеханич. связи. Дислокац. поглощение звука в монокристаллах также имеет релаксац. характер, причём время релаксации зависит от длины колеблющегося отрезка дислокации, вектора Бюргера и постоянных решётки. Релаксац. процессы имеют место также в полимерах, резинах и разл. вязкоупругих средах, в этих веществах наблюдается значит. дисперсия скорости звука, связанная с релаксацией механизма высокой эластичности.

Лит.: Мандельштам Л. И., Леонтович М. А., К теории поглощения звука в жидкостях, «ЖЭТФ», 1937, т. 7, в. 3, с. 438; Михайлов И. Г., Соловьев В. А., Сырников Ю. П., Основы молекулярной акустики, М., 1964; Физическая акустика, под ред. У. Мэсона, пер. с англ., т. 2, ч. А и Б, М., 1968—69; Herzfeld K. F., Litovitz T. A., Absorption and dispersion of ultrasonic waves, N. Y. — L., 1959.

РЕЛАКСАЦИЯ КОМПОНЕНТ ПЛАЗМЫ — процесс изменения функций распределения заряж. частиц в плазме за счёт столкновений при стремлении их к равновесию термодинамическому, приводящий к установлению максвелловского распределения.

В простой полностью ионизованной плазме, состоящей из электронов и ионов одного сорта, времена обмена импульсом и энергией при кулоновских столкновениях частиц одного знака между собой и с др. частицами существенно различны. Времена обмена импульсом и энергией при столкновениях одинаковых частиц есть величины одного порядка и даются выражением:

$$\tau_{jj} = 3m_j^{1/2} T_j^{3/2} / 4\sqrt{2\pi} \Lambda e^4 n_j Z_j^4,$$

где Λ — кулоновский логарифм, Z_j — зарядовое число, n_j — концентрация, T_j — темп-ра. При этом для сравнимых темп-р $T_e \sim T_i$ релаксация импульса и энергии электронов происходит значительно быстрее: $\tau_{ee} \sim \tau_{ii} (m_e/m_i)^{1/2}$. Передача импульса при столкновениях электронов с ионами характеризуется временем $\tau_{ei}^p \sim \tau_{ei}$, а обмен энергиями происходит за значительно большее время $\tau_{ei}^e \sim \tau_{ei}^p m_i/m_e$. Поэтому часто встреча-

ется ситуация, когда распределения электронов и ионов близки к максвелловским, но $T_e \neq T_i$, т. е. плазма двухтемпературная (частичное равновесие).

В слабоионизованной плазме время релаксации импульса электронов при столкновениях с атомами $\tau_{ea}^p \sim \nu_{ea}^{-1}$, где ν_{ea} — частота столкновений, а время релаксации энергии при упругих столкновениях $\tau_{ea}^e = m_i/2m_e \nu_{ia}$. Неупругие столкновения могут приводить к гораздо более быстрой релаксации распределения электронов в нек-рых областях энергии. Так, напр., в газовых разрядах электроны с энергией, превышающей первый потенциал возбуждения, релаксируют по энергии быстрее, чем тепловые, для к-рых характерное время есть τ_{ea}^e .

Релаксация пучка пробных частиц в полностью ионизованной плазме описывается Фоккер-Планка уравнением. При этом происходит как торможение пучка за счёт динамич. трения, так и размытие пучка по скоростям — диффузия в пространстве скоростей. Для быстрых частиц время релаксации определяется их энергией, поэтому хвосты ф-ций распределения релаксируют значительно медленнее, чем тепловые частицы. Торможение и рассеяние пучка быстрых электронов с энергией ϵ происходит как на ионах, так и на электронах практически с одним и тем же характерным временем

$$\tau_{ej} = m_e^{1/2} \epsilon^{3/2} / \pi\sqrt{2} \Lambda n_j Z_j^4 e^4.$$

Ионы же с очень большой энергией $\epsilon > (m_i/m_e) T_i$ тормозятся на электронах с характерным временем $\tau_{ie}^e = (m_e/m_i)^{1/2} \tau_{ei}$, почти не рассеиваясь. В обратном случае релаксация пучка ионов по энергии и по импульсу происходит за счёт ион-ионных столкновений со временем

$$\tau_{ii} = m_i^{1/2} \epsilon^{3/2} / \pi\sqrt{2} \Lambda n_i Z_i^4 e^4.$$

В плазме с редкими столкновениями релаксация пучка может происходить гораздо быстрее, чем столкновительная, за счёт генерации волн в результате равновесия пучковой неустойчивости и последующего торможения и рассеяния частиц на возникающих при этом волнах.

Лит.: Трубников Б. А., Столкновения частиц в полностью ионизованной плазме, в сб.: Вопросы теории плазмы, в. 1, М., 1963; Хинтон Ф., Явления переноса в столкновительной плазме, пер. с англ., в кн.: Основы физики плазмы, т. 1, М., 1983.

РЕЛАКСАЦИЯ МАГНИТНАЯ — процесс установления термодинамич. равновесия в системе магн. моментов вещества. Как правило, Р. м. — сложный, многоступенчатый процесс; его характеризуют разл. временами релаксации (см. также Релаксация).

Магн. свойства веществ (за исключением диамагнетиков) обусловлены микроскопич. магн. моментами, к-рые обычно связаны со спином электронов и ядер и образуют т. н. магн., или спиновую, систему (СС). Энергия СС складывается из её взаимодействия с внеш. магн. полем H (зеемановская энергия, см. Зеемана эффект), внутрикристаллическим полем и между самими микроскопич. моментами (энергия спин-спинового взаимодействия). Р. м., при к-рой полная энергия СС не меняется, а лишь перераспределяется между степенями свободы магн. моментов, наз. спиновой. Р. м., изменяющая полную энергию СС, наз. спиновой релаксацией. Она устанавливает равновесие между СС и термостатом («решёткой»); последний термин часто не ограничивают случаем решётки кристалла, а имеют в виду все степени свободы, кроме ориентации спинов (тепловое движение молекул жидкости, электронов проводимости в металле и пр.).

Парамагнетик. Равновесному состоянию парамагнетика, находящегося при т-ре T во внеш. магн. поле H ,