

В многоатомных газах (с внутр. степенями свободы) может быть замедлен обмен энергией между поступат. и внутр. степенями свободы и возникает процесс P , связанный с этим явлением. Быстрее всего (за время порядка времени между столкновениями) устанавливается равновесие по поступат. степеням свободы, к-рое можно охарактеризовать соответствующей темп-рой. Равновесие между поступат. и вращат. степенями свободы устанавливается значительно медленнее. Возбуждение колебат. степеней свободы может происходить лишь при высоких темп-рах. Поэтому в многоатомных газах для энергии вращат. и колебат. степеней свободы возможны многоступенчатые процессы P . В многоатомных газах P внутр. степеней свободы вызывает появление объёмной вязкости, к-рой нет в одноатомных газах.

В смесях газов с сильно различающимися массами частиц замедлен обмен энергией между компонентами, вследствие чего возможны появление состояния с разл. темп-рами компонент и процессы P их темп-р. Напр., в плазме сильно различаются массы ионов и электронов. Быстрее всего устанавливается равновесие электронной компоненты, затем приходится в равновесие ионная компонента, и значительно большее время требуется для установления равновесия между электронами и ионами. Поэтому в плазме могут длит. время существовать состояния, в к-рых ионные и электронные темп-ры различны, следовательно, происходит медленные процессы P . темп-р компонент (см. *Релаксация компонент плазмы*).

В жидкостях теряют смысл понятия времени и длины свободного пробега частиц (неприменимо кинетич. ур-ние Больцмана для одночастичной ф-ции распределения). Аналогичную роль для жидкости играют величины τ_1 и l_1 — время и длина затухания пространственно-временных корреляционных функций динамич. переменных, описывающих потоки энергии и импульса; τ_1 и l_1 характеризуют затухание во времени и пространстве взаимного влияния молекул, т. е. корреляций. Для жидкостей полностью остаётся в силе понятие гидродинамич. этапа P и локально-равновесного состояния. В макроскопически малых объёмах жидкости, но ещё достаточно больших по сравнению с длиной корреляции l_1 локально-равновесное распределение устанавливается за время порядка времени корреляции τ_1 ($\tau \approx \tau_1$) в результате интенсивного взаимодействия между частицами (а не только парных столкновений, как в газе); эти объёмы по-прежнему можно считать приближённо изолированными. На гидродинамич. этапе P в жидкости термодинамич. параметры и массовая скорость удовлетворяют таким же ур-ниям гидродинамики, теплопроводности и диффузии, как и для газов (при условии малости изменения термодинамич. параметров и массовой скорости за время τ_1 и на расстояниях l_1).

Время P к полному термодинамич. равновесию в объёме L^3 , $\tau \approx \tau_1(L/l_1)^2$ (так же, как в газе и твёрдом теле), можно оценить с помощью кинетич. коэффициента. Напр., время P концентрации в бинарной смеси порядка $\tau \approx L^2/D$, где D — коэф. диффузии; время P темп-ры $\tau \approx L^2/\chi$, где χ — коэф. температуропроводности, и т. д. Для жидкости с внутр. степенями свободы у частиц (молекул) возможно сочетание гидродинамич. описания с дополнит. ур-ниями для описания P внутр. степеней свободы (релаксационная гидродинамика).

В твёрдых телах, как и в *квантовых жидкостях*, P можно описывать как P в газе *квазичастиц*. В этом случае можно ввести время и длину свободного пробега соответствующих квазичастиц (при условии малости возбуждения системы). Напр., в кристаллич. решётке при низких темп-рах упругие колебания можно трактовать как газ *фононов*. P внутр. энергии в кристаллич. решётке описывается кинетич. ур-нием для фононов.

В системе спиновых магн. моментов *ферромагнетика* квазичастицами являются *магноны*, P намагниченности (см. *Релаксация магнитная*) можно описывать кинетич. ур-ниями для них.

P , обусловленная распространением звуковых волн в веществе, с к-рой связано поглощение звука, наз. *релаксацией акустической*.

При фазовых переходах P может иметь сложный характер. Если переход из неравновесного состояния в равновесное является фазовым переходом 1-го рода, то система сначала переходит в *метастабильное состояние*. P из метастабильного состояния в стабильное может оказаться настолько медленным процессом, что метастабильное состояние можно рассматривать как равновесное (см. *Стеклообразное состояние*).

Вблизи точки фазового перехода 2-го рода параметр порядка, характеризующий степень упорядоченности фаз, стремится к 0, а его время P сильно увеличивается (см. *Кинетика фазовых переходов*).

Ещё сложнее характер P в системах, далёких от термодинамич. равновесия. Так, в *открытых системах* возможно появление стационарных состояний, обладающих пространственной или временной когерентностью (см. *Неравновесные фазовые переходы*).

Лит. см. при ст. *Кинетика физическая*. Д. Н. Зубарев. **РЕЛАКСАЦИЯ АКУСТИЧЕСКАЯ** — процесс восстановления термодинамич. равновесия среды, к-рое было нарушено из-за изменения давления и темп-ры при прохождении звуковой волны. P а. — необратимый процесс, при к-ром энергия поступат. движения молекул или ионов в звуковой волне переходит на внутр. степени свободы, возбуждая их, в результате чего энергия звуковой волны уменьшается, т. е. происходит *поглощение звука*. P а. также всегда сопровождается *дисперсией звука*.

Простейший вид P а. — релаксация внутримолекулярного возбуждения, или *кнеэеровская релаксация*. Такая P а. происходит, напр., в двухатомных и многоатомных газах, где энергия поступат. движения молекул в звуковой волне переходит в энергию, связанную с колебат. и вращат. степенями свободы молекул, т. е. изменяется заселённость вращат. и колебат. уровней. Др. виды P а.: структурная релаксация в жидкостях, при к-рой акустич. волна инициирует изменение ближнего порядка в расположении молекул жидкости; хим. релаксация, при к-рой под действием звука сдвигается равновесие в хим. реакции. В твёрдом теле звуковая волна нарушает равновесное распределение фононов, что приводит к релаксац. процессам, определяющим решёточное поглощение звука. Один из видов P а. в твёрдом теле — релаксация разл. *дефектов* кристаллической решётки — как точечных, так и линейных (*дислокаций*), связанная с движением дефектов под действием механич. напряжений в упругой волне. При распространении звука в полупроводниках и металлах нарушается равновесное распределение электронов проводимости, что также приводит к релаксации, а следовательно, к дополнит. поглощению звука.

Для описания отклонения системы от равновесия вводит дополнит. параметр ξ , к-рый в зависимости от вида релаксац. процесса может иметь разл. физ. смысл (напр., величина ξ может описывать отклонение концентрации возбуждённых молекул от равновесной, изменение заселённости уровней для двухуровневой системы, концентрация одного из компонентов хим. реакции при хим. релаксации и т. п.). Для описания распространения звука в среде с релаксацией рассматриваются как «внеш.» параметры, такие, как давление, плотность и темп-ра, так и «внутр.» параметр ξ , изменение к-рого со временем описывается ур-нием

$$\frac{d\xi}{dt} = -\frac{1}{\tau}(\xi - \xi_0), \quad (1)$$

где τ — время релаксации, ξ_0 — равновесное значение параметра ξ .