



РЕЛАКСАЦИЯ

РЕЛАКСАЦИЯ в физике, процесс установления термодинамич. равновесия в физич. системе, состоящей из большого числа частиц. Р. – многоступенчатый процесс, т. к. не все физич. параметры системы стремятся к равновесию с одинаковой скоростью. Обычно сначала устанавливается равновесие по к.-л. параметру (частичное равновесие). Все процессы Р. являются неравновесными и необратимыми процессами, при которых в системе происходит диссипация энергии. Исследование этих процессов составляет предмет [кинетики физической](#).

Время τ установления частичного или полного равновесия в системе называется временем релаксации. Когда отклонение от равновесия невелико, Р. параметра x со временем

t обычно происходит по закону

$$x = x_0 \exp(-t/\tau), \text{ где}$$

x_0 – начальное значение параметра

x .

В газах Р. обусловлена обменом энергией и импульсом при парных столкновениях частиц, а время Р. определяется временем свободного пробега частиц и эффективностью обмена энергией между всеми степенями свободы сталкивающихся частиц. В одноатомных газах выделяют этап быстрой Р. (т. н. кинетич. стадия), когда за короткий период времени, порядка времени столкновения частиц, начальное (сильно неравновесное) состояние хаотизируется настолько, что для его описания достаточно знать, как изменяется во времени распределение по координатам и импульсам всего одной частицы (т. н. одночастичная функция распределения). На втором этапе Р. (т. н. гидродинамич. стадия) за время порядка времени свободного пробега в результате всего нескольких столкновений в макроскопически малых объёмах устанавливается локальное термодинамич.

равновесие. Оно характеризуется параметрами состояния (температурой, химическим потенциалом и др.), которые зависят от пространственных координат и времени и медленно стремятся к равновесным значениям в результате большого числа столкновений (процессы теплопроводности, диффузии, вязкости и др.). Время τ зависит от размера системы и велико по сравнению со средним временем свободного пробега.

В многоатомных газах может быть замедлен обмен энергией между поступательными и внутренними степенями свободы частиц. Быстрее всего (за время порядка времени между столкновениями) устанавливается равновесие по поступательным степеням свободы. Равновесие между поступательными и вращательными степенями свободы устанавливается значительно медленнее.

В смесях газов с сильно различающимися массами частиц замедлен обмен энергией между компонентами, вследствие чего возможны появление состояния с разницей температур компонент и процессы установления их температур. Например, в плазме быстрее всего устанавливается равновесие электронной компоненты, затем приходит в равновесие ионная компонента, и значительно большее время требуется для установления равновесия между электронами и ионами.

В жидкости τ описывают с помощью пространственно-временных корреляционных функций, характеризующих затухание во времени и пространстве взаимного влияния молекул (корреляций). Эти корреляции являются причиной необратимых процессов — теплопроводности и вязкости.

В твердых телах τ описывают как τ в газе квазичастиц. Например, в кристаллической решетке при низких температурах упругие колебания трактуют как газ фононов. Равновесие энергии в кристаллической решетке описывается кинетическим уравнением для фононов. В системе спиновых магнитных моментов ферромагнетика квазичастицами являются магноны (см. Релаксация магнитная). Равновесие, обусловленная распространением звуковых волн в веществе, с которой связано поглощение звука, называется релаксацией акустической.

Лит. см. при ст. Кинетика физическая.