МАКРОСКОПИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ. ФЛУКТУАЦИИ

Состояние макроскопического тела может быть задано с помощью объема V, давления p, температуры T, внутренней энергии U и других величин, характеризующих тело в целом. Это состояние называется **макросостоянием.** Величины, характеризующие макросостояние, называются **макроскопическими параметрами**. Их принято разделять на внешние и внутренние. Это разделение весьма условно и зависит от конкретной задачи. Так, например, газ в воздушном шаре с эластичной оболочкой в качестве внешнего параметра имеет давление окружающего воздуха, а для газа в сосуде с жёсткой оболочкой внешним параметром является объём, ограниченный этой оболочкой. В термодинамической системе объём и давление могут изменяться независимо друг от друга.

Статистическое описание равновесных состояний термодинамической системы позволяет на основе функции распределения определять средние значения макроскопических параметров её состояния. Однако в любой, даже равновесной системе, существуют случайные отклонения от этих средних значений, которые можно экспериментально наблюдать при долговременных измерениях термодинамических параметров состояния системы. Так, в частности, если длительное время и с высокой точностью измерять температуру небольшого объема газа, то можно заметить, что она претерпевает небольшие случайные изменения даже в случае отсутствия внешних тепловых возмущений. На наличие случайных изменений давления указывает возникновение хаотического движения небольших частичек, помещенных в среду (броуновское движение).

Указанные отклонения от средних значений термодинамических параметров состояния системы называются **флуктуациями**. Они возникают вследствие хаотического теплового движения частиц термодинамической системы.

Пусть равновесное состояние системы характеризуется некоторым параметром *f*, среднее значение которого равно $<f>$. Тогда флуктуации этого параметра определяются как отклонение его значения от среднего:

$$\Delta f = f - <f>$$

Среднее значение флуктуации равно нулю:

$$<\Delta f> = \int (f - <f>) dP = \int f dP - \int <f> dP = <f> - <f> = 0.$$

Поэтому в качестве характеристики отклонения величин от своих значений пользуются средним квадратом флуктуации $<(\Delta f)^2>$

Относительная среднеквадратичная флуктуация:

$$\frac{\sqrt{<(\Delta F)^2>}}{<F>} = \frac{\sqrt{<f^2> - <f>^2}}{<f>} \frac{1}{\sqrt{N}} \approx \frac{1}{\sqrt{N}} .$$

где F – это сумма всех значений величины f.

Таким образом, с увеличением числа частиц в системе флуктуации термодинамических величин убывают обратно пропорционально $\sqrt{N}$. При больших N относительные флуктуации ничтожны.