

36 – Давление идеального газа. Уравнение состояния.

Давление – ещё один макропараметр, описывающий систему многих частиц в состоянии термодинамического равновесия. Это сила, отнесенная к единице поверхности, с которой части системы действуют друг на друга. Давлением называется (средняя) сила нормального давления, действующая на единицу площади:

$$P = \frac{F}{\Delta S}$$

$P = nkT$ – давление идеального газа.

Окончательно, давление, оказываемое идеальным газом на стенку, равно:

Полученное уравнение связывает между собой три макроскопических параметра, описывающих модель идеального газа: P , n и T , находящегося в состоянии термодинамического равновесия. Соотношения, определяющие связь между макроскопическими параметрами какой-либо системы, находящейся в состоянии термодинамического равновесия, называются уравнениями состояния.

$P = nkT$ – уравнение состояния идеального газа.

Преобразуем его к виду хорошо всем известного уравнения, заменив концентрацию на число частиц системы $n = \frac{N}{V}$: $PV = NkT$. А число частиц выразим через ещё один макропараметр m – массу системы: $N = \frac{m}{m^{[1]}}$, здесь $m^{[1]}$ – масса частицы, которую, в свою очередь, выразим через молярную массу вещества μ и число Авогадро N_A : $m^{[1]} = \frac{\mu}{N_A}$.

$$PV = NkT = \frac{m}{\mu} N_A kT$$

$$PV = \frac{m}{\mu} RT$$

уравнение Менделеева-Клапейрона,

или используя количество вещества $\nu = \frac{N}{N_A} = \frac{m}{\mu}$: $PV = \nu RT$.

Уравнение Менделеева-Клапейрона было сначала получено экспериментально. Входящая в него температура – эмпирический параметр, характеризующий степень «нагретости» тела. Температуру можно измерить, например, ртутным термометром, в котором ртуть изменяет свой объем в зависимости от температуры и заполняет капилляр, или по давлению газа в газовом термометре. Эмпирическая шкала температур привязывается к определенным физическим процессам, как, например, шкала Цельсия к точкам замерзания и кипения воды. Используемая при точных измерениях Международная температурная шкала МТШ-90 имеет множество хорошо

воспроизводимых реперных точек во всем диапазоне доступных нам температур – это тройные точки газов и жидкостей температуры плавления и отвердевания металлов

$$\langle \varepsilon_n \rangle = \frac{kT}{2}.$$

Это соотношение носит фундаментальный характер и с 2019 года в системе СИ является по сути определением температуры через фиксированное значение постоянной Больцмана.

$$k = 1,380649 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К.}$$