

Краткий теоретический материал

Одной из основных задач молекулярно-кинетической теории (МКТ) является выявление количественных соотношений между макроскопическими и микроскопическими параметрами физической системы. Самой простой физической системой в молекулярной физике является газ, находящийся в сосуде в состоянии теплового равновесия.

Моделью этого газа в МКТ является идеальный газ. Идеальным называется газ, молекулы которого можно считать материальными точками, которые хаотически движутся и взаимодействуют между собой и со стенками сосуда, в котором находится газ, только при непосредственных столкновениях.

Поскольку в качестве модели молекулы идеального газа рассматривают материальную точку, то она имеет только кинетическую энергию, которая обусловлена поступательным движением.

Уравнения, связывающие между собой макро- и микропараметры состояния, называется основным уравнением МКТ идеального газа.

$$p = \frac{1}{3} m_0 n \langle v^2 \rangle \text{ или } p = \frac{2}{3} n \langle E \rangle ,$$

где n - концентрация молекул (число молекул в единице объема), p - давление газа, $\langle v^2 \rangle$ -средний квадрат скорости движения молекул, $\langle E \rangle$ -средняя кинетическая энергия поступательного движения молекулы.

В МКТ абсолютной температурой, по определению, является мерой средней кинетической энергией молекул идеального газа. Это означает, что

$$\langle E \rangle = \frac{3}{2} kT ,$$

где k - постоянная Больцмана, T - термодинамическая температура.

Постоянная $k=1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К представляет собой числовой эквивалент, связывающий абсолютную температуру, измеренную в единице энергии, с температурой, измеренной в кельвинах. С учетом этого основное уравнение МКТ идеального газа можно записать в виде:

$$p=nkT.$$

Средняя квадратичная, средняя арифметическая и наиболее вероятная скорости молекул газа:

$$\langle v_{\text{кв}} \rangle = \sqrt{\frac{3RT}{M}}; \langle v \rangle = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}; v_{\text{вер}} = \sqrt{\frac{2RT}{M}} ,$$

где $R=8,31$ Дж/(моль К)-универсальная газовая постоянная, M - молярная масса газа.

Внутренняя энергия одноатомного идеального газа выражается формулой

$$U = \frac{3}{2} \frac{m}{M} RT ,$$

где m - масса газа.

Термодинамическая температура:

$$T=t+273,15 \quad \Delta T=\Delta t$$

где t - температура Цельсия.

Нормальные условия: давление $p_0=101325$ Па (760 мм рт. ст.), температура $T_0=273,15$ К (0°C).

Закон Дальтона: давление смеси химически не взаимодействующих идеальных газов равно сумме парциальных давлений этих газов:

$$p = p_1 + p_2 + \dots + p_n = \sum_{i=1}^n p_i ,$$

где p_i - парциальные давления газов, составляющие смесь.

Парциальным давлением газа называется такое давление, которое оказывал бы газ на стенки сосуда при условии, когда другие газы отсутствуют.