

## 41 Формулы для идеального газа

Состояние любого макроскопического тела<sup>1</sup> можно описать так называемыми *макроскопическими параметрами* (*макропараметрами*) — величинами, относящимися ко всему телу, а не к его частицам. Важнейшими макропараметрами являются давление, объем и температура.

**Температура** ( $T$  [К]) — это мера подвижности частиц тела (обусловленной их тепловым движением). Более точно, температура есть мера *средней кинетической энергии* частиц тела.

Для практических задач удобно говорить об **абсолютной температуре** в *кельвинах* (К), ноль которой соответствует прекращению теплового движения частиц вещества. Вот связь абсолютной температуры  $T$  и температуры  $t$  в *градусах Цельсия* ( $^{\circ}\text{C}$ ):

$$T = t + 273. \quad (1)$$

**Идеальный газ** — это *физическая модель*<sup>2</sup>, используемая для описания разреженных газов, когда расстояния между их частицами намного больше размеров самих частиц. Данная модель предполагает следующие допущения: 1) частицы газа считаются материальными точками, 2) частицы не взаимодействуют друг с другом на расстоянии, 3) столкновения частиц считают абсолютно упругими. (Везде далее газ считается идеальным.)

Из законов механики выводится формула для давления газа — так называемое **основное уравнение МКТ**:

$$P = \frac{1}{3}m_0nv^2, \quad (2)$$

где  $m_0$  — масса одной частицы,  $n$  — концентрация газа,  $v$  — *средняя квадратичная скорость* частицы.

Также можно говорить о **средней кинетической энергии**, приходящейся на одну частицу, так как частицы газа движутся:

$$E_{\text{к0}} = \frac{m_0v^2}{2}. \quad (3)$$

Связь **средней квадратичной скорости** и температуры дается формулой:

$$v = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}, \quad (4)$$

где  $k$  — *постоянная Больцмана* (значение указано в справочных таблицах).

**Давление** газа связано с температурой так (подстановка (4) в (2)):

$$P = nkT. \quad (5)$$

**Уравнение Менделеева—Клапейрона** дает связь трех важнейших величин, характеризующих состояние газа, — давления, объема и температуры:

$$PV = \nu RT, \quad (6)$$

где  $R = kN_A$  — *универсальная газовая постоянная* (см. справочные таблицы).

Уравнение Менделеева—Клапейрона называют *уравнением состояния газа*.

<sup>1</sup>Тело, состоящее из огромного числа частиц.

<sup>2</sup>Физическая модель — это упрощенный аналог физической системы (процесса), сохраняющий ее главные черты.