

## § 39. Температура – мера средней кинетической энергии молекул. Постоянная Больцмана

1. Запишем уравнение Клаузиуса, когда  $V = V_\mu$ ,  $N = N_A$ :

$$p = \frac{2 N_A m_0 \overline{v^2}}{3 V_\mu}.$$

Умножим обе части равенства на  $V_\mu$ :  $pV_\mu = \frac{2}{3} N_A \overline{E}_k$ .

Теперь запишем уравнение Менделеева-Клапейрона для количества вещества, равного 1-ому моль:  $\nu = \frac{m}{\mu} = 1$  моль.

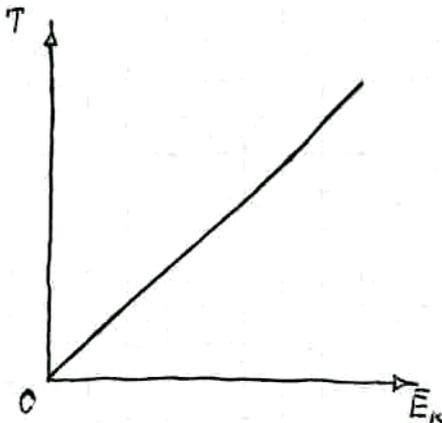
Тогда объём также будет молярным:  $pV_\mu = RT$ .

Имеем: 
$$\begin{cases} pV_\mu = RT \\ pV_\mu = \frac{2}{3} N_A \overline{E}_k \end{cases} \Rightarrow \frac{2}{3} N_A \overline{E}_k = RT; \quad \overline{E}_k = \frac{3}{2} \frac{R}{N_A} T;$$

$$k = \frac{R}{N_A} - \text{постоянная Больцмана.}$$

$$\overline{E}_k = \frac{3}{2} kT$$

$$\overline{E}_k \sim T; \quad T = \frac{2}{3} \frac{1}{k} \overline{E}_k$$



Температура есть мера средней кинетической энергии молекул.

2. Постоянная Больцмана.

$k = \frac{R}{N_A}$  – универсальная постоянная, т.к.  $R$  – не зависит от

химической природы газа, а  $N_A$  – универсальная молекулярная постоянная.

$$\left[ \frac{R}{N_A} \right] = \frac{\frac{\text{Дж}}{\text{МОЛЬ} \cdot \text{К}}}{\frac{1}{\text{МОЛЬ}}} = \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$
$$k = \frac{8,31}{6,02 \cdot 10^{23}} \frac{\text{Дж}}{\text{К}} = 1,4 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

$$1 \cdot \text{К} = 1,4 \cdot 10^{-23} \text{ Дж}$$

Знаем, что универсальная газовая постоянная показывает, на сколько увеличивается кинетическая энергия всех молекул в 1 моле газа при повышении температуры на 1·К. А число Авогадро указывает, сколько молекул в 1 моле. Следовательно, постоянная Больцмана есть величина, показывающая, на сколько увеличивается кинетическая средняя энергия одной молекулы при повышении температуры на 1·К, т.е. она увеличивается на  $1,4 \cdot 10^{-23}$  Дж.

3.

Исходя из смысла температуры и смысла постоянной Больцмана, температуру тел можно было бы измерять в джоулях. Но по исторической традиции и неудобству численного значения температуры в джоулях везде температуру до сих пор измеряют в градусах.

4.

Хотя понятие температуры относится к пересчёту энергии на одну молекулу, тем не менее говорить о температуре одной или нескольких молекул бессмысленно, потому что понятие средней квадратичной скорости связано с хаотичностью движения микрочастиц, а оно возможно лишь тогда, когда в единице объёма содержится огромное количество частиц.

К примеру, нельзя говорить о температуре в межпланетном или межзвёздном пространстве, т.к. там в  $1 \text{ см}^3$  содержится одна микрочастица, т.е. нет газа в буквальном смысле этого слова.

Конечно, можно говорить о температуре тел, летающих в этом пространстве.