Семинар 8.

6.84.

Дано

2-атомн. мол

$\eta = 5$

$\langle \varepsilon_{вр} \rangle - ?$

Решение

$\gamma = \frac{7}{5}$ $\quad pV^{\gamma} = const$

$pV = \frac{m}{M} RT \quad TV^{\gamma-1} = const$

$T_2 V_2^{\gamma-1} = T_1 V_1^{\gamma-1}$

$T_2 = T_1 \left(\frac{V_1}{V_2}\right)^{\gamma-1} = T_1 \cdot \eta^{\gamma-1}$

$\langle \varepsilon_{вр} \rangle = kT = kT_0 \eta^{\gamma-1}$

$\gamma - 1 = \frac{i+2}{i} - 1 = \frac{2}{i}$

$\langle \varepsilon_{вр} \rangle = kT_0 \cdot \eta^{\frac{2}{i}} \qquad i = 5$

$\langle \varepsilon_{вр} \rangle = kT_0 \eta^{0,4} = 0,7 \cdot 10^{-20}$ Дж

Ответ: $0,7 \cdot 10^{-20}$ Дж

№ 6.96.

Дано

$v_1 = 300$ м/с

$v_2 = 600$ м/с

$F(v_1) = F(v_2)$

$T - ?$

Решение

$F(v) = 4\pi \left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{\frac{3}{2}} v^2 e^{-\frac{mv^2}{2kT}}$

$v_1^2 e^{-\frac{mv_1^2}{2kT}} = v_2^2 e^{-\frac{mv_2^2}{2kT}}$

$\frac{v_1^2}{v_2^2} = e^{\frac{mv_2^2 - mv_1^2}{2kT}}$

$$2 \ln \frac{v_1}{v_2} = \frac{m}{2kT}\left(v_1^2 - v_2^2\right)$$

Ответ: $T = \frac{m\left(v_2^2 - v_1^2\right)}{4k \ln \frac{v_2}{v_1}} \cdot \frac{m\left(v_2^2 - v_1^2\right)}{4k \ln \frac{v_2}{v_1}} = 550\,K$

№ 6.124.

Дано

ω

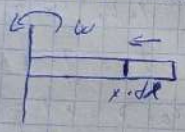
$T = 300\,K$

$l = 0{,}1\,м$

$\eta = 2$

$\omega - ?$

Решение



$$m\omega^2 x = S\left(p(x+dx) - p(x)\right)$$

$$m_{мол}\, n\, S\, dx \cdot \omega^2 x = S \frac{dp}{dx} dx$$

$$\frac{dp}{dx} = n\omega^2 x\, m_{мол}$$

$$p = nkT$$

$$\frac{dp}{dx} = n \frac{\omega^2 x}{kT} m_{мол}$$

$$\ln n = \frac{\omega^2 x^2 m_{мол}}{2kT} \Rightarrow n = n_0 e^{\frac{m_{мол}\omega^2 x^2}{2kT}} =$$

$$= n_0 e^{\frac{m\omega^2 x^2}{2kT}}$$

$$\frac{n_1}{n_2} = e^{\frac{m\omega^2 e^2}{2kT}} = \eta \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \omega = \sqrt{\frac{2kT \cdot \ln \eta}{me^2}} = 220\ рад/с$$

Ответ: $\omega = 220$ рад/с

№ 6.208

а) T const

б) p const

$\eta - ?$

Решение:

$$\left.\begin{aligned} D &= \frac{1}{3} \lambda \langle v \rangle \\ \lambda &= \frac{1}{\sqrt{2}\, n \pi r^2} \end{aligned}\right\} D \sim \frac{\langle v \rangle}{n} \sim \frac{\sqrt{T}}{n}$$

$$\eta = \frac{1}{3} \lambda \langle v \rangle \rho = D\rho \sim \frac{\sqrt{T}}{n} \rho \sim \sqrt{T}$$

а) $T = const$

$$D \sim \frac{\sqrt{T} \cdot T}{p} \sim \frac{T}{p^{\frac{2}{3}}} \sim \frac{T^{\frac{3}{2}} \cdot V}{T} \sim V\sqrt{T}$$

$$\eta = \sqrt{T}$$

$$\left[\begin{aligned} pV &= \frac{m}{M} RT \\ p &= nkT \end{aligned}\right.$$

б) $p = const$

$$D \sim \frac{\sqrt{T}}{\eta} \sim \frac{\sqrt{T} \cdot T}{p} \sim \frac{T}{p^{\frac{2}{3}}} \sim \frac{p^{\frac{2}{3}} V^{\frac{2}{3}}}{p} \sim \sqrt{p} \cdot V^{\frac{2}{3}}$$

$$\eta \sim \sqrt{T} \sim \sqrt{pV}$$

Домашняя работа. Вся

С. 61

Дано

$\varphi = 0{,}6$ г/л

η - ?

Решение

$$\begin{cases} p_1 = n_1 kT & pV = \frac{m}{M} RT \\ p_2 = n_2 kT & pV = \frac{m}{M} N_A kT \\ p_1 + p_2 = p & p = \frac{S}{n_0} kT = nkT \\ m_1 p_1 + m_2 p_2 = kT\varphi & \varphi = \frac{Mp}{RT} = \frac{m_0 p}{kT} \end{cases}$$

$$pV = \frac{m}{M} RT$$

$$\varphi = \frac{Mp}{RT}$$

$$m_1 p_1 + m_2 (p - p_1) = kT\varphi$$

$$m_2 p_1 - m_1 p_1 = m_2 p - kT\varphi$$

$$p_1 = \frac{m_2 p - kT\varphi}{m_2 - m_1} = \frac{p - \frac{kT\varphi}{m_2}}{1 - \frac{m_1}{m_2}}$$

$$n_1 = \left(\frac{p}{kT} - \frac{\varphi}{m_2}\right) \Big/ \left(1 - \frac{m_1}{m_2}\right) = 1{,}6 \cdot 10^{19} \text{ см}^{-3}$$

Ответ: $1{,}6 \cdot 10^{19}$ см$^{-3}$

№ 6.192

Дано

$\Delta \ell$

λ - ?

Решение

$$\frac{N}{N_0} = e^{-x\lambda}$$

$$\frac{N_0}{N} = \eta = e^{\frac{\Delta \ell}{\lambda}}$$

$$\lambda = \frac{\Delta \ell}{\ln \eta}$$

Ответ: $\lambda = \frac{\Delta \ell}{\ln \eta}$

№ 10.16

Вывести ф-ю вер-ю распред-я молекул по относит-ым скоростям $v (v = \frac{v}{v_0})$:

$$dN = 2\pi N \left(\frac{m}{2\pi kT}\right)^{\frac{3}{2}} e^{-\frac{mv^2}{2kT}} v^2 dv$$

Обозначим $v = v_0 u$, где $v_0 = \sqrt{\frac{2kT}{m}}$

Тогда

$$dN = 4\pi N \left(\frac{1}{\pi v_0^2}\right)^{\frac{3}{2}} e^{-\frac{v^2}{v_0^2}} v^2 dv =$$

$$= 4\pi N \frac{1}{\pi^{\frac{3}{2}}} \cdot \frac{1}{v_0^2} e^{-u^2 v_0^2} u^2 v_0^2 v_0 du \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \boxed{dN = \frac{4N}{\sqrt{\pi}} e^{-u^2} u^2 du}$$

№ 10.60

Дано

$\langle \ell \rangle = 110$ нм

$D - ?$

Решение

$$D = \frac{1}{3} \langle \ell \rangle \langle v \rangle$$

$$\langle v \rangle = \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}}$$

$$\Rightarrow D = \frac{1}{3} \langle \ell \rangle \sqrt{\frac{8RT}{\pi M}} = 7{,}21 \cdot 10^{-5}$$

Ответ: $7.21 \cdot 10^{-5}$ м^2/с