

21.04.2020

Ур. 2.5

$V = 4,5 \text{ л}$   
 $T = 300 \text{ К}$   
 $V_1 = 0,1 \text{ м}^3$   
 $V_2 = 0,2 \text{ м}^3$   
 $V_3 = 0,3 \text{ м}^3$   
 $\text{а) } p = ?$   
 $\text{б) } M = ?$

$$pV = \nu RT$$

$$V = V_1 + V_2 + V_3$$

$$p = \frac{\nu RT}{V} = \frac{(V_1 + V_2 + V_3) RT}{V} =$$

$$= \frac{(0,1 + 0,2 + 0,3) \cdot 8,314 \cdot 300}{4,5 \cdot 10^{-3}} =$$

$$= 199,536 \cdot 10^3 \text{ Па} = 1,969 \text{ атм.}$$

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

$$m = m_1 + m_2 + m_3 = V_1 M_1 + V_2 M_2 + V_3 M_3$$

$$M_1 = 32 \text{ г/моль} \quad M_2 = 28 \text{ г/моль} \quad M_3 = 44 \text{ г/моль}$$

$$M = \frac{m RT}{pV} = \frac{(V_1 M_1 + V_2 M_2 + V_3 M_3) RT}{pV} =$$

$$= \frac{(0,1 \cdot 32 + 0,2 \cdot 28 + 0,3 \cdot 44) \cdot 8,314 \cdot 300 \cdot 10^{-3}}{199,536 \cdot 10^3 \cdot 4,5 \cdot 10^{-3}} =$$

$$= \frac{(3,2 + 5,6 + 13,2) \cdot 2,4942}{1496,52} = 36,4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль} = 36,4 \text{ г/моль}$$

Ответ: а)  $p = 1,969 \text{ атм.}$   
 б)  $M = 36,4 \text{ г/моль}$

Ур. 2.62

$p = 4 \cdot 10^{-15} \text{ атм.}$   
 $N_2$   
 $V = 1 \text{ см}^3$   
 $n = ?$   
 $r = ?$

$$p = nkT$$

Комнатная  $T: 300 \text{ К}$ 

$$n = \frac{p}{kT} = \frac{4 \cdot 10^{-15} \cdot 101325}{1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 300} = \frac{405300}{4,14 \cdot 10^{-6}} =$$

$$= 97898 \cdot 10^6 \text{ газ. 1 м}^3 \Rightarrow 97898 \text{ газ. 1 см}^3$$

 $r =$ 

~~$$V_{\text{ш}} = \frac{4}{3} \pi r^3$$~~

~~$$V = \frac{4}{3} \pi r^3$$~~

~~$$n = \frac{V}{\frac{4}{3} \pi r^3}$$~~

~~$$\Rightarrow r = \sqrt[3]{\frac{V}{\frac{4}{3} \pi n}}$$~~

~~$$= \sqrt[3]{\frac{1 \cdot 10^{-6}}{\frac{4}{3} \pi \cdot 97898 \cdot 10^6}}$$~~

~~$$= 0,2 \text{ мкм}$$~~

~~$$= 0,2 \text{ мкм}$$~~

~~$$= 0,2 \text{ мкм}$$~~

~~$$= 0,2 \text{ мкм}$$~~

~~$$= 0,2 \text{ мкм}$$~~

~~$$= 0,2 \text{ мкм}$$~~

~~$$= 0,2 \text{ мкм}$$~~

$$V_{\text{ш}} = r^3$$

$$\frac{V}{n} = r^3 \Rightarrow r = \sqrt[3]{\frac{V}{n}} = 0,02 \cdot 10 = 0,2 \text{ мкм}$$

Ответ:  $n = 97898$ ;  $r = 0,2 \text{ мкм}$

Ур. 2.63

$V = 5 \text{ л} = 5 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$     $N_2$     $m = 1,42$     $T = 1800 \text{ К}$     $\eta = 30\%$     $p = ?$



Т.к.  $N_A$  расходуется и получается  $2N$ , то изменилось кол-во  
будем считать, что газ идеальный, тогда  $pV = \gamma RT$

$$N' = N - \gamma N + 2\gamma N = N(1+\gamma)$$

$$\gamma = \frac{N'}{N_A} = \frac{m'}{M} \quad \frac{m'}{m} = \frac{N'}{N} \Rightarrow m' = \frac{N'm}{N} = m(1+\gamma) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \gamma = \frac{m(1+\gamma)}{M}$$

$$p = \frac{\gamma RT}{V} = \frac{m(1+\gamma)RT}{V} = \frac{1,4 \cdot 10^{-3} (1+0,3) \cdot 8,314 \cdot 1800}{5 \cdot 10^{-3}}$$

$$= 5447 \text{ Па} \approx 0,05 \text{ атм.}$$

Ответ:  $p \approx 5,5 \text{ кПа} \approx 0,05 \text{ атм.}$

564

He  $N_2$   
 $\rho = 0,62 \text{ г/л}$   
 $n(\text{He}) = ?$

$$n = \frac{N}{V}$$

$m_1$  - масса атома He  
 $m_2$  - масса молекулы  $N_2$

$$m = N_1 m_1 + N_2 m_2 = n_1 m_1 V + n_2 m_2 V$$

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{n_1 m_1 V + n_2 m_2 V}{V} = n_1 m_1 + n_2 m_2 \quad (1)$$

$$p = nkT = (n_1 + n_2) kT \quad (2)$$

Из (1)

$$n_2 = \frac{\rho - n_1 m_1}{m_2}$$

Из (2)

$$n_2 = \frac{p - n_1 kT}{kT}$$

Приравняем:

$$\frac{\rho - n_1 m_1}{m_2} = \frac{p - n_1 kT}{kT}$$

$$\rho kT - n_1 m_1 kT = p m_2 - n_1 m_2 kT$$

$$n_1 kT (m_2 - m_1) = p m_2 - \rho kT$$

$$n_1 = \frac{p m_2 - \rho kT}{kT (m_2 - m_1)}$$

При норм. условиях:

$$T = 273 \text{ К} \quad p = 101325 \text{ Па}$$

$M_1 =$

$$m_1 = 0,664 \cdot 10^{-26} \text{ кг} \quad m_2 = 4,648 \cdot 10^{-26} \text{ кг}$$



$$n_1 = \frac{4,648 \cdot 10^{-26} \cdot 28 \cdot 10^{13} \cdot 5 - 0,6 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 273}{1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 273 \cdot (4,648 - 0,664) \cdot 10^{-26}} = \frac{470,9586 - 226,044}{413,3} \cdot 10^{26} \approx 0,6 \cdot 10^{26} = 6 \cdot 10^{25}$$

Order:  $n_1 = 6 \cdot 10^{25}$

W 73

$\gamma, v_1, v_2$

у одноатомного газа (1)  $i_1 = z_{\text{нор}} = 3$

у двухатомного из молекулы (2)  $i_2 = z_{\text{нор}} + z_{\text{вр}} = 5$

$$C_v = \frac{i R}{2} \nu$$

$$C_v = C_{v1} + C_{v2} = \frac{i_1}{2} R \nu_1 + \frac{i_2}{2} R \nu_2 = \frac{3}{2} R \nu_1 + \frac{5}{2} R \nu_2$$

$$C_p = \frac{i+2}{2} R \nu$$

$$C_p = \frac{i_1+2}{2} R \nu_1 + \frac{i_2+2}{2} R \nu_2 = \frac{5}{2} R \nu_1 + \frac{7}{2} R \nu_2$$

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{5\nu_1 + 7\nu_2}{3\nu_1 + 5\nu_2}$$

Order:  $\frac{5\nu_1 + 7\nu_2}{3\nu_1 + 5\nu_2}$

W 75

$$t = 17^\circ\text{C} = 290\text{K}$$

a)  $\langle v \rangle = ?$   $\langle k \rangle = ?$   $\text{O}_2$

б)  $\langle v \rangle = ?$   $d = 0,1 \text{ мкм}$

a)  $\langle k \rangle = \langle \epsilon \rangle = \frac{i}{2} kT$ , где  $i = z_{\text{нор}} = 3 \Rightarrow$   
 $\Rightarrow \langle k \rangle = \frac{3}{2} kT = \frac{3}{2} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 290 = 6 \cdot 10^{-21} \text{ Дж}$

$$k = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow \langle v \rangle = \sqrt{\frac{2k}{m}}$$

$$\frac{m}{M} = \frac{N}{N_A} \quad k = \frac{R}{N_A} \quad N_A = \frac{R}{k}$$

$$m = \frac{MN}{N_A} = \frac{kMN}{R}$$

$$N=1 \Rightarrow m = \frac{kM}{R}$$

$$\langle v \rangle = \sqrt{\frac{2k}{\frac{kM}{R}}} = \sqrt{\frac{2kR}{kM}} = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$$

$$= \sqrt{\frac{3 \cdot 290 \cdot 8,314}{32 \cdot 10^{-3}}} = 475 \text{ м/с}$$

б)  $\langle v \rangle = \sqrt{\frac{3RT}{M}}$

$$pV = \frac{kM}{R}$$

$$= \frac{p \pi d^3 R}{6k}$$

$$M = \frac{pV R}{k} = \frac{p \frac{4}{3} \pi r^3 R}{k}$$



$$\begin{aligned}
 \langle v \rangle &= \sqrt{\frac{3RT}{f\pi d^3 R}} = \sqrt{\frac{2kT}{f\pi d^3}} = 3 \sqrt{\frac{2kT}{f\pi d^3}} \\
 &= 3 \sqrt{\frac{2 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 290}{1000 \cdot 0,001 \cdot 10^{-18} \cdot 3,14}} = 3 \sqrt{254,9 \cdot 10^{-5}} = \\
 &= 3 \cdot 5,05 \cdot 10^{-2} \text{ m/c} = 0,15 \text{ m/c}
 \end{aligned}$$

**Oftest:**

$$\begin{aligned}
 a) \langle k \rangle &= 6 \cdot 10^{-21} \text{ 20m} \\
 b) \langle v \rangle &= 475 \text{ m/c} \\
 c) \langle v \rangle &= 0,15 \text{ m/c}
 \end{aligned}$$