

№1

Дано:

$$x_1 = 80\%$$

$$x_2 = 20\%$$

$$\mu_1 = 28 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

$$\mu_2 = 32 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

Найти:

$\mu_0$  - ?

Решение:

Пусть имеем некоторое количество воздуха в массе  $m_0$ , тогда  $\mu_0 = \frac{m_0}{V_0}$

$$V_0 = V_1 + V_2 = \frac{m_1}{\mu_1} + \frac{m_2}{\mu_2}$$

$$x_1 = \frac{m_1}{m_0} \quad x_2 = \frac{m_2}{m_0}$$

$$V_0 = \frac{x_1 m_0}{\mu_1} + \frac{x_2 m_0}{\mu_2} = m_0 \left( \frac{x_1}{\mu_1} + \frac{x_2}{\mu_2} \right)$$

$$\mu_0 = \frac{m_0}{V_0} = \frac{m_0}{m_0 \left( \frac{x_1}{\mu_1} + \frac{x_2}{\mu_2} \right)} = \frac{1}{\frac{x_1}{\mu_1} + \frac{x_2}{\mu_2}} = \frac{\mu_1 \mu_2}{x_1 \mu_2 + x_2 \mu_1}$$

$$\mu_0 = \frac{28 \cdot 10^{-3} \cdot 32 \cdot 10^{-3}}{0,8 \cdot 32 \cdot 10^{-3} + 0,2 \cdot 28 \cdot 10^{-3}} = \frac{896 \cdot 10^{-5}}{31,2} = 28,72 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

Ответ:  $\mu_0 = 28,72 \cdot 10^{-3} \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$

№2

Дано:

$$V = 1 \text{ кмоль}$$

$$T_1 = 293 \text{ К}$$

$$T_2 = 873 \text{ К}$$

$$Q = 12 \text{ МДж}$$

Найти:

$i$  - ?

$A$  - ?

Решение:

$$Q = V \cdot C_p (T_2 - T_1), \text{ где } C_p = \frac{i+2}{2} R$$

$$C_p = \frac{Q}{V \cdot (T_2 - T_1)} = \frac{i+2}{2} R \Rightarrow i = \frac{2Q}{VR(T_2 - T_1)} - 2 =$$

$$= \frac{2 \cdot 12 \cdot 10^6}{10^3 \cdot 8,31 (873 - 293)} - 2 = \frac{24 \cdot 10^6}{10^3 \cdot 8,31 \cdot 580} - 2 = 2,979 \approx 3$$

$$A = \int_1^2 p dV = pV_2 - pV_1 = VR(T_2 - T_1), \text{ т.к. процесс изобарический}$$

$$A = 1 \cdot 10^3 \cdot 8,31 (873 - 293) = 4,82 \cdot 10^6 \text{ Дж}$$

Ответ:  $i = 3$

$A = 4,82 \cdot 10^6 \text{ Дж}$

№3

Дано:

$$m = 1,72$$

$$h = 3$$

$$\mu = 4 \frac{\text{кг}}{\text{моль}}$$

Найти:

$\Delta S$  - ?

Решение:

В адиабатическом процессе энтропия не меняется, т.е.  $dQ = 0$

$$\text{Для изобарического процесса: } \Delta S = \int_{T_1}^{T_2} \frac{dQ}{T} = \frac{m}{\mu} C_p \int_{T_1}^{T_2} \frac{dT}{T}$$

$$\text{т.к. состояние изобарическое, то: } p_1 = p_2 \Rightarrow \frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow (pV = \nu RT)$$

$$\Rightarrow T_2 = \frac{T_1}{h}$$

$$\Delta S = \frac{m}{\mu} C_p \ln \frac{1}{3} = -\frac{1,7}{4} \cdot \ln 3 \cdot \frac{3+2}{2} \cdot 8,31 = -9,7 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$$

Ответ:  $\Delta S = -9,7 \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$



№4

Дано:

$\Delta z = 30 \text{ см}$

$\eta = 2$

$T = 280 \text{ К}$

Найти:

$F = ?$

Решение:

Распределение частиц в гравитационном поле:  $n = n_0 e^{-\frac{U}{kT}}$ , где  $U = mgz$  — потенциальная энергия частицы

$n = n_0 e^{-\frac{mgz}{kT}}$

$$\frac{n_1}{n_2} = \frac{n_0 e^{-\frac{mgz_1}{kT}}}{n_0 e^{-\frac{mgz_2}{kT}}} = e^{-\frac{mg}{kT}(z_1 - z_2)} = e^{-\frac{mg\Delta z}{kT}} \quad (\Delta z = z_2 - z_1)$$

$$F = mg: \quad \ln \frac{n_1}{n_2} = \ln e^{-\frac{mg\Delta z}{kT}} = -\frac{mg\Delta z}{kT} = -\frac{F\Delta z}{kT} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F = \frac{kT}{\Delta z} \ln \frac{n_1}{n_2} = \frac{1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 280}{0,3} \cdot \ln 2 = 8,92 \cdot 10^{-23} \text{ Н} \approx 8,92 \cdot 10^{-21} \text{ Н}$$

$$\text{Ответ: } F = 8,92 \cdot 10^{-21} \text{ Н}$$

№5

Дано:

$\bar{\lambda} = 1,28 \cdot 10^{-5} \text{ м}$

Найти:

$d_{\text{эф}} = ?$

Решение:

$$\bar{\lambda} = \frac{1}{\sqrt{2} \cdot \pi \cdot d_{\text{эф}}^2 \cdot n}$$

, где  $n = \frac{p}{kT}$  — число молекул в единице объема

$$\bar{\lambda} = \frac{kT}{\sqrt{2} \cdot \pi \cdot d_{\text{эф}}^2 \cdot p}$$

$$d_{\text{эф}} = \sqrt{\frac{kT}{\sqrt{2} \cdot \pi \cdot \bar{\lambda} \cdot p}} = \sqrt{\frac{1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 300}{1,41 \cdot 3,14 \cdot 1,28 \cdot 10^{-5} \cdot 10^5 \cdot 10^{-2}}} = \sqrt{7,301 \cdot 10^{-20}} = 2,7 \cdot 10^{-10} \text{ м}$$

$$\text{Ответ: } d_{\text{эф}} = 2,7 \cdot 10^{-10} \text{ м}$$