ОПШТИНСКО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА ШКОЛСКЕ 2001/2002. ГОДИНЕ

Решења задатака за II разред

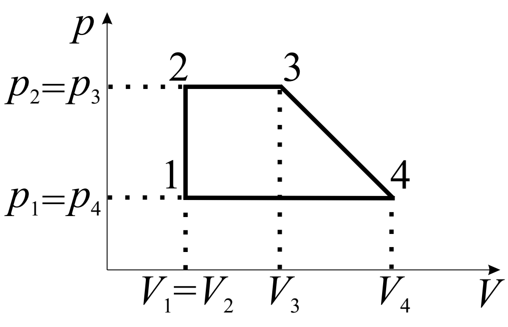
1. Из Фиковог закона дифузије добијамо $\frac{\Delta m}{\Delta t} = D\,r^2\pi\,\frac{\Delta\rho}{\Delta x}$ $\boxed{5\ \text{п}}$, одакле је $D = \frac{1}{r^2\pi}\frac{\Delta m/\Delta t}{\Delta\rho/\Delta x}$ $\boxed{1\ \text{п}}$, односно $D = 2.3\cdot 10^{-5}\,\mathrm{m^2\,s^{-1}}$ $\boxed{1\ \text{п}}$. За коефицијент дифузије важи $D = \lambda v_s/3$ $\boxed{5\ \text{п}}$, где је v_s средња аритметичка брзина молекула брома, $v_s = \sqrt{\frac{8kT}{\pi m}}$ $\boxed{2\ \text{п}}$, при чему је термодинамичка температура $T = t + 273.15\,\mathrm{K}$. Одавде је $\lambda = 3D/v_s = 3D\sqrt{\frac{\pi m}{8kT}}$ $\boxed{5\ \text{п}}$, односно, након замене нумеричких вредности, $\lambda = 3.6\cdot 10^{-7}\,\mathrm{m}$ $\boxed{1\ \text{п}}$.

2. Ако је потребна маса воде m_1, важи $m_1 c_1 (t_1 - t) = m_2 c_2 (t_0 - t_2) + m_2\lambda + m_2 c_1 (t - t_0)$ $\boxed{5\ \text{п}}$, где је $t_0 = 0^0\mathrm{C}$. Са друге стране, важи и $m_1 + m_2 = \rho V$ $\boxed{5\ \text{п}}$, па решавањем овог система добијамо $m_2 = \rho V c_1 (t_1 - t)/[c_2 (t_0 - t_2) + \lambda + c_1 (t - t_0) + c_1 (t_1 - t)]$ $\boxed{5\ \text{п}}$, или $m_2 = 0.20\,\mathrm{kg}$ $\boxed{1\ \text{п}}$. Сада је $V_1 = m_1/\rho = V - m_2/\rho$ $\boxed{3\ \text{п}}$, односно $V_1 = 1.8\,\mathrm{l}$ $\boxed{1\ \text{п}}$.

3. Како је површина отвора $S = r^2\pi$ кроз који вода истиче из посуде много мања од површине попречног пресека посуде, можемо сматрати да је интензитет брзине истицања воде приближно константан и да износи $v = \sqrt{2gh}$ $\boxed{5\ \text{п}}$. Допунска сила која делује на посуду у супротном смеру од смера истицања воде има интензитет $F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{\Delta(mv)}{\Delta t} = v\frac{\Delta m}{\Delta t}$ $\boxed{5\ \text{п}}$, где је Δp интензитет импулса воде која истекне за време Δt. Како је $\Delta m = \rho\,\Delta V = \rho\,S\,v\,\Delta t$ $\boxed{3\ \text{п}}$, следи да је $F = \rho\,S\,v^2 = 2\,\rho\,g\,h\,S = 2\,\rho\,g\,h\,r^2\pi$ $\boxed{5\ \text{п}}$, односно $F = 0.77\,\mathrm{N}$ $\boxed{1\ \text{п}}$. Дакле, интензитет силе затезања нити се смањи за $0.77\,\mathrm{N}$ $\boxed{1\ \text{п}}$.

4. Рад који $n = 1\,\mathrm{mol}$ гаса изврши у изобарском процесу дат је са $A = nR\Delta T$ $\boxed{5\ \text{п}}$, односно $A = 0.60\,\mathrm{kJ}$ $\boxed{1\ \text{п}}$. На основу I закона термодинамике, промена унутрашње енергије гаса током посматраног процеса је $\Delta U = Q - A$ $\boxed{3\ \text{п}}$, одакле је $\Delta U = 1.0\,\mathrm{kJ}$ $\boxed{1\ \text{п}}$. Како је процес изобарски, имамо $C_p = \frac{Q}{n\Delta T}$ $\boxed{3\ \text{п}}$, док је $C_p - C_V = R \Rightarrow C_V = C_p - R = \frac{Q - nR\Delta T}{n\Delta T}$, односно $C_V = \frac{\Delta U}{n\Delta T}$ $\boxed{3\ \text{п}}$. Коначно, $\gamma = C_p/C_V = Q/\Delta U$ $\boxed{3\ \text{п}}$, па након замене нумеричких вредности добијамо $\gamma = 1.6$ $\boxed{1\ \text{п}}$, што је врло блиско вредности експонента адијабате за једноатомски идеални гас.

5. Ако термодинамичке величине за сваку од тачака означимо као на слици 1, рад који гас изврши у посматраном циклусу једнак је површини трапеза са основицама $V_4 - V_1$ и $V_3 - V_2$ и висином $p_2 - p_1$, односно $A = (p_2 - p_1)(V_4 - V_1 + V_3 - V_2)/2$ $\boxed{5\ \text{п}}$. Процес 2-3 је изобарски, па важи $V_2/T_2 = V_3/T_3 \Rightarrow V_3 = V_2\,T_3/T_2$ $\boxed{2\ \text{п}}$, а како је $V_1 = V_2$ $\boxed{1\ \text{п}}$, добијамо $V_3 = V_1\,T_3/T_2$. Слично, за процес 4-1 добијамо $V_4/T_4 = V_1/T_1 \Rightarrow V_4 = V_1\,T_4/T_1$ $\boxed{2\ \text{п}}$. Пошто је $T_4 = T_3$ $\boxed{1\ \text{п}}$, имамо $V_4 = V_1\,T_3/T_1$. За процес 1-2 важи $p_1/T_1 = p_2/T_2 \Rightarrow p_2 = p_1\,T_2/T_1$ $\boxed{2\ \text{п}}$, па је сада $A = p_1\,V_1(T_2/T_1 - 1)(T_3/T_1 + T_3/T_2 - 2)/2$ $\boxed{3\ \text{п}}$. У тачки 1 важи $p_1\,V_1 = n\,R\,T_1$ $\boxed{2\ \text{п}}$, одакле добијамо $A = n\,R\,(T_2 - T_1)(T_3/T_1 + T_3/T_2 - 2)/2$ $\boxed{1\ \text{п}}$. За вредности дате у задатку, рад је једнак $A = 2\,n\,R\,T_0$ $\boxed{1\ \text{п}}$.



Слика 1

Задатке припремио: Антун Балаж
Рецензент: др Милан Кнежевић
Председник комисије: др Мићо Митровић