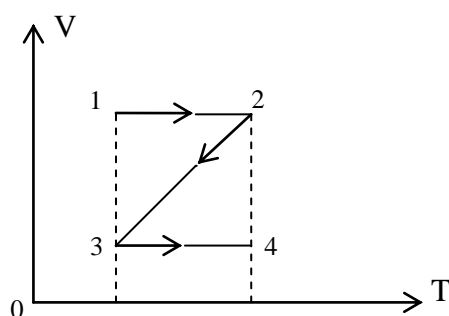


22. РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ (7. март 2015)

II РАЗРЕД

1. Колика маса гаса изађе из собе запремине $V = 60m^3$ при повишењу температуре од $T_1 = 280K$ до $T_2 = 300K$ на нормалном атмосферском притиску? Густина ваздуха при нормалним условима ($T_0 = 273K$) је $\rho_0 = 1,25 \frac{kg}{m^3}$.

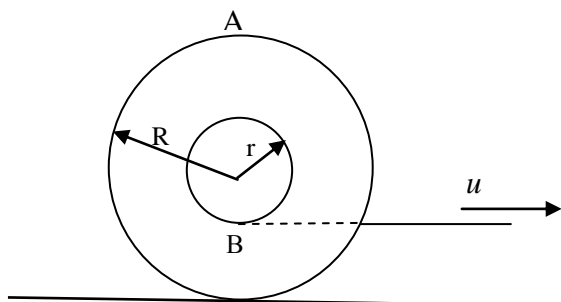
2. У топлотном процесу један мол идеалног једноатомског гаса преводи се из почетног стања 1 у коначно стање 4 (слика). Колика је количина топлоте доведена гасу ако је разлика коначне и почетне температуре $\Delta T = 100K$? Приказати дати процес на $p-V$ дијаграму. ($R = 8.314 \frac{J}{mol K}$)



3. Кроз хоризонталну цијев протиче нафта густине $800kg/m^3$. На ужем попречном пресеку, чија је површина дупло мања и на коме влада три пута мањи статички притисак него на ширем, брзина протицања је већа за $14m/s$. Колики је статички притисак на ужем дијелу?

4. Двије капиларне цијеве различитог пречника су постављене у суд са водом. Разлика нивоа воде у капиларима, постављеним у суд са водом, промијени се за $2,42cm$ када се температура воде повиси од $20^{\circ}C$ на $70^{\circ}C$. Колики је коефицијент површинског напона воде на $70^{\circ}C$, ако су пречници капилара $0,1mm$ и $0,3mm$? Коефицијент површинског напона на $20^{\circ}C$ износи $73 \cdot 10^{-3} N/m$. Занемарити промјену густине воде и ширење капилара услед загријевања ($g = 9,81m/s^2$).

5. Калем на кога је намотан конач лежи на хоризонталној површини стола (слика) и може да се креће по столу без клизања. Коликом брзином се креће оса калема ако се конач вуче у хоризонталном правцу брзином u ? Полупречник унутрашњег дијела калема је r а спољашњи полупреник R . Колики су брзина и убрзање тачке А у односу на подлогу?



Задатке припремио: Милко Бабић
Рецензент: проф. др Милан Пантић, ПМФ, Нови Сад

РЈЕШЕЊА ЗАДАТАКА ЗА II РАЗРЕД

1.

$$p_0 V = \frac{m_1}{M} RT_1 \quad (1), \quad p_0 V = \frac{m_2}{M} RT_2, \quad (2) \quad \Delta m = m_1 - m_2. \quad (3)$$

Из (1), (2) и (3) слиједи: $m_1 = \frac{p_0 VM}{RT_1}$, $m_2 = \frac{p_0 VM}{RT_2}$, $\Delta m = \frac{p_0 VM}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$, (4)

$$\Delta m = \frac{p_0 VM}{RT_1} \frac{T_2 - T_1}{T_2}. \quad \text{При нормалним условима важи } p_0 V = \frac{m}{M} RT_0 \Rightarrow \rho_0 = \frac{p_0 M}{RT_0}. \quad (7)$$

Кориштењем (7) и (4) $\Delta m = \rho_0 V \frac{T_0}{T_1} \frac{T_2 - T_1}{T_2}$, $\Delta m = 4,88 \text{ kg}$.

2.

$$Q_{12} = \Delta U_{12} + A_{12}, \quad V = \text{const.}, \quad Q_{12} = \Delta U_{12} = \frac{3}{2} R \Delta T.$$

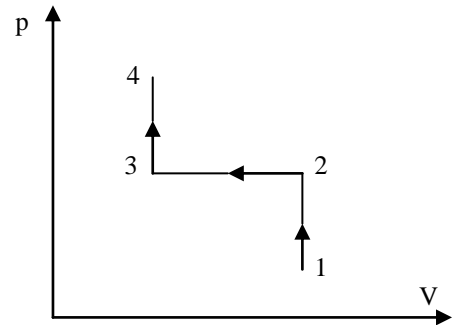
$$Q_{23} = \Delta U_{23} + A_{23}, \quad p \Delta T = -R \Delta T = \text{const.}$$

$$Q_{23} = \Delta U_{23} + p \Delta V = -\frac{3}{2} R \Delta T - R \Delta T.$$

$$Q_{34} = \Delta U_{34} + A_{34}, \quad V = \text{const.}$$

$$Q_{34} = \Delta U_{34} = \frac{3}{2} R \Delta T.$$

$$Q = Q_{12} + Q_{23} + Q_{34} = 0,5 R \Delta T, \quad Q = 415,5 \text{ J}.$$



3.

Пошто је цијев хоризонтална, Бернулијева једначина се упрошћава и постаје:

$$\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_1^2 + p_1 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_2^2 + 3 \cdot p_1.$$

Из последње једначине слиједи: $p_1 = \frac{1}{4} \cdot \rho \cdot (v_1^2 - v_2^2)$.

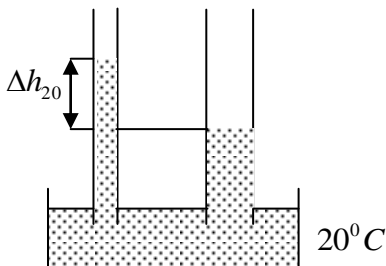
За протицање важи и једначина континуитета. Ако искористимо услове задатка добијемо:

$$S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2; \quad S_1 \cdot (v_2 + \Delta v) = 2 \cdot S_1 \cdot v_2; \quad v_2 + \Delta v = 2 \cdot v_2, \quad v_2 = \Delta v; \quad v_1 = 2 \cdot \Delta v.$$

Коначан израз за притисак је: $p_1 = \frac{1}{4} \cdot \rho \cdot (4 \cdot \Delta v^2 - \Delta v^2) = \frac{3}{4} \cdot \rho \cdot \Delta v^2$, што након замене

бројних вредности даје: $p_1 = \frac{3}{4} \cdot 800 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot \left(14 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 1,176 \cdot 10^5 \text{ Pa}$.

4.



$$\delta h = 2,42 \text{ cm} = 2,42 \cdot 10^{-2} \text{ m},$$

$$d_1 = 0,1 \text{ mm} = 1 \cdot 10^{-4} \text{ m}, \quad d_2 = 0,3 \text{ mm} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ m}, \quad \gamma_{20} = 73 \cdot 10^{-3} \frac{\text{N}}{\text{m}},$$

$$\gamma_{70} = ?$$

Нивои воде у капиларима су на различитим висинама због различитих пречника капилара. Разлика нивоа неће остати иста када се температура воде промени јер коефицијент површинског напона зависи од температуре. Висине нивоа воде у капиларима су:

$$h_1 = \frac{2\gamma}{\rho g r_1} \text{ и } h_2 = \frac{2\gamma}{\rho g r_2} \text{ те је разлика нивоа } \Delta h = h_1 - h_2 = \frac{2\gamma}{\rho g} \cdot \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right).$$

На температури 20°C $\Delta h_{20} = \frac{2\gamma_{20}}{\rho g} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right)$, а на температури 70°C

$$\Delta h_{70} = \frac{2\gamma_{70}}{\rho g} \left(\frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2}\right).$$

Промена разлике нивоа $\delta h = \Delta h_{20} - \Delta h_{70}$ је, отуда, $\delta h = \frac{4}{\rho g} \left(\frac{1}{d_1} - \frac{1}{d_2}\right) (\gamma_{20} - \gamma_{70})$,

јер је $d = 2r$. Одатле слиједи $\gamma_{70} = \gamma_{20} - \frac{\rho g \delta h}{4} \left(\frac{1}{d_1} - \frac{1}{d_2}\right)^{-1}$.

Замјеном бројних података

$$\gamma_{70} = 73 \cdot 10^{-3} \frac{\text{N}}{\text{m}} - \frac{10^3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 2,42 \cdot 10^{-2} \text{m}}{4} \left(\frac{1}{1 \cdot 10^{-4} \text{m}} - \frac{1}{3 \cdot 10^{-4} \text{m}}\right)^{-1}, \gamma_{70} = 64 \cdot 10^{-3} \frac{\text{N}}{\text{m}}.$$

5.

Кретање калема по површини стола је сложено кретање које се може представити као збир транслаторног кретања осе калема у односу на подлогу и ротације калема око те осе.

Брзина неке тачке калема у односу на подлогу је: $\vec{u} = \vec{v}_0 + \vec{v}$, (1)

v_0 - брзина транслаторног кретања осе калема;

v - линијска брзина тачке калема при обртању око осе ротације;

$v = \omega_0 \rho$ (2), ρ - растојање тачке од осе ротације, ω_0 - угаона брзина.

Из услова непроклизавања калема следи: $v_0 = R\omega_0$ (3).

Користећи једначине (1) - (3) и узимајући у обзир да је линијска брзина (у односу на осу калема) у тачкама А и В супротна, као и да је $\rho_B = r$, $\rho_A = R$, добија се

$$u_B = v_0 - \frac{v_0}{R} \cdot r, \quad (4) \quad u_B = u, \quad (5) \quad u_A = v_0 + \frac{v_0}{R} \cdot R = 2v_0. \quad (6)$$

Из (4) и (5) слиједи: $v_0 = \frac{Ru}{R-r}$, $u_A = 2v_0$, $u_A = \frac{2Ru}{R-r}$.

Убрзање тачке А у односу на подлогу једнако је нормалном убрзању те тачке при ротацији око осе калема (оса калема се креће транслаторно равномјерном брзином)

$$a_A = \frac{u_A^2}{R}, \quad a_A = \frac{4Ru^2}{(R-r)^2}.$$