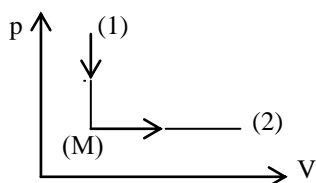


21. РЕГИОНАЛНО ТАКМИЧЕЊЕ ИЗ ФИЗИКЕ УЧЕНИКА СРЕДЊИХ ШКОЛА
РЕПУБЛИКЕ СРПСКЕ (1. март 2014)

II РАЗРЕД

1. У суду се налази 7 g азота (N_2) и 11 g угљен-диоксида (CO_2) на температури 290 K и притиску 100 kPa . Колика је густина те смјеше?

2. Водоник масе $0,5\text{ kg}$ пређе из стања (1) у стање (2) не мијењајући температуру $T = 500\text{ K}$ ($T_1 = T_2 = T$), као што је приказано на pV дијаграму. Израчунати рад гаса ако је коначни притисак $k = 5$ пута мањи од почетног. Моларна маса водоника $M = 2\text{ g/mol}$.



3. Цилиндар (ваљак) се налази на стрмој равни нагибног угла φ . Одредити убрзање цилиндра на стрмој равни и најмању вриједност коефицијента статичког трења за коју неће доћи до проклизавања цилиндра по стрмој равни.

4. На ужем попречном пресеку струјне цијеве који се налази на 7 m изнад хоризонта, а чија је површина попречног пресека дупло мања, брзина протицања је за 2 m/s већа, док је статички притисак три пута мањи него на ширем. Ако се шири пресјек налази на висини 6 m наћи статички притисак на ужем дијелу кад кроз цијев протиче вода. ($\rho = 1000\text{ kg/m}^3$, $g = 9,81\text{ m/s}^2$)

5. За колико се загрије кап живе настале стапањем двије капи полупречника $r = 1\text{ mm}$ свака? ($\alpha = 0,5\frac{\text{N}}{\text{m}}$; $c = 138\frac{\text{J}}{\text{kgK}}$, $\rho = 13600\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$)

РЈЕШЕЊА ЗАДАТАКА ЗА II РАЗРЕД

1.

Из $pV = n_m RT$ слиједи $pV = (n'_m + n''_m)RT = \left(\frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2}\right)RT$. Одатле се добија запремина

$$V = \frac{RT}{p} \left(\frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2}\right). \text{ Густина смјеше је: } \rho = \frac{m}{V} = \frac{m_1 + m_2}{V} = \frac{(m_1 + m_2)M_1 M_2 p}{RT(m_1 M_2 + m_2 M_1)},$$

$$\rho = 1,5 \text{ kg/m}^3.$$

2.

Гас врши рад прелазећи из међустања (М) у стање (2) при изобарском процесу:

$$A = p_2(V_2 - V_1), \quad A = p_2 V_2 - p_2 V_1, \quad p_2 = \frac{1}{5} p_1, \quad A = p_2 V_2 - \frac{1}{5} p_1 V_1. \quad (1)$$

Узевши у обзир да стања (1) и (2) леже на истој изотерми: $p_1 V_1 = p_2 V_2 = nRT$, једначина (1)

$$\text{постаје } A = nRT \left(1 - \frac{1}{5}\right) \text{ или } A = \frac{4nRT}{5} = \frac{4mRT}{5M}, \quad A = 831,4 \text{ kJ}.$$

3.

На кретање цилиндра се примијени Други Њутнов закон кретања за транслацију и ротацију: $ma = mg \sin \varphi - F_t$ (1) и $F_t \cdot R = I\alpha$. (2)

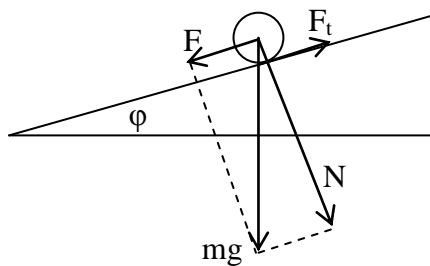
За цилиндар је момент инерције $I = \frac{1}{2}mR^2$, (3) а угаоно убрзање $\alpha = \frac{a}{R}$. (4)

Уврштавањем (3) и (4) у (2) добија се: $F_t = \frac{1}{2}ma$. (5)

Замјеном у једначину (1) добија се $a = \frac{2}{3}g \sin \varphi$. (6) Како је $F_t = \mu mg \cos \varphi$, (7)

уврштавањем (6) и (7) у (5), налазимо: $\mu mg \cos \varphi = \frac{1}{2}m \frac{2}{3}g \sin \varphi$, одакле коначно добијамо

најмању вредност коефицијента статичког трења: $\mu = \frac{1}{3} \tan \varphi$.



4.

Кад се у Бернулијеву једначину унесу услови задатка, добијемо:

$$\frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_1^2 + \rho \cdot g \cdot h_1 + p_1 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_2^2 + \rho \cdot g \cdot h_2 + 3 \cdot p_1,$$

$$2 \cdot p_1 = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot (v_1^2 - v_2^2) + \rho \cdot g \cdot (h_1 - h_2), \quad p_1 = \frac{1}{4} \cdot \rho \cdot (v_1^2 - v_2^2) + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot g \cdot (h_1 - h_2). \quad (1)$$

Такође важи и једначина континуитета $S_1 \cdot v_1 = S_2 \cdot v_2$. Према услову задатка је $S_2 = 2S_1$ одакле слиједи: $S_1 \cdot (v_2 + \Delta v) = 2 \cdot S_1 \cdot v_2$, $v_2 = \Delta v = 2m/s$, (2)

$$v_1 = 2 \cdot \Delta v = 4m/s. (3)$$

На основу (2) и (3), уз задате вредности, једначина (1) коначно постаје:

$$p_1 = \frac{3}{4} \cdot \rho \cdot \Delta v^2 + \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot g \cdot (h_1 - h_2), \text{ односно}$$

$$p_1 = 7905 Pa.$$

5.

При спајању двије капи у једну, ослобађа се енергија једнака разлици слободних површинских енергија капи које се спајају. Слободна површинска енергија једне капи је $A_1 = \alpha \cdot S_1$ а слободна површинска енергија након спајања у једну кап $A = \alpha \cdot S$. Разлика енергија након спајања двије капи у једну: $\Delta E_1 = 2\alpha S_1 - \alpha S$, односно

$$\Delta E_1 = \alpha(2 \cdot 4 \pi r^2 - 4 \pi R^2), (1) \quad r - \text{полупречник капљице прије спајања, а } R \text{ након спајања.}$$

Запремина капљице настале спајањем двије мале капљице $2V_1 = V$, одакле је

$$2 \frac{4}{3} r^3 \pi = \frac{4}{3} R^3 \pi, \quad R = \sqrt[3]{2} \cdot r. (2) \quad \text{Заменом (2) у (1) налазимо}$$

$$\Delta E_1 = 4 \pi \alpha \left[2r^2 - (\sqrt[3]{2} \cdot r)^2 \right] = 4 \pi \alpha r^2 (2 - \sqrt[3]{4}).$$

Енергија (количина топлоте) потребна за загријавање капи за ΔT :

$$\Delta E_2 = cm\Delta T = c\rho V\Delta T = c\rho \frac{4}{3} R^3 \pi \Delta T = c\rho \frac{8}{3} \pi r^3 \Delta T. \text{ Из закона одржања енергије слиједи:}$$

$$\Delta E_1 = \Delta E_2,$$

$$4 \pi \alpha r^2 (2 - \sqrt[3]{4}) = c\rho \frac{8}{3} \pi r^3 \Delta T, \text{ одатле } \Delta T = \frac{3\alpha(2 - \sqrt[3]{4})}{2c\rho r}, \quad \Delta T = 1,65 \cdot 10^{-4} K.$$