



### 1. Uždavinys

Tiesiu kelio ruožu važiuojantis motociklininkas pamatė, kaip prie kelio stovintis žmogus sudavė strypu į kabančius bėgius, ir po 2 s išgirdo garsą. Kokių greičiu važiavo motociklininkas, jeigu pro žmogų jis pravažiavo, praėjus 36 s nuo stebėjimo pradžios? Garso greitis ore 340 m/s. **(3 balai)**

### Sprendimas.

Motociklininkas ir garsas „nueina“ kelią  $s$  per  $t = 2$  s:

$$s = v_M t + v_G t.$$

Motociklininkas „nueina“ kelią  $s$  per  $t_1 = 36$  s:

$$s = v_M t_{M1};$$

$$v_M t + v_G t = v_M t_{M1};$$

$$v_M = \frac{v_G t}{t_1 - t} = \frac{340 \cdot 2}{36 - 2} = 20 \frac{m}{s}.$$

### 2. Uždavinys

Vidutinio žmogaus tankis po įkvėpimo yra  $945 \text{ kg/m}^3$ , o po iškvėpimo -  $1020 \text{ kg/m}^3$ . Kokia žmogaus kūno dalis, virš Negyvosios jūros (vandens tankis apie  $1230 \text{ kg/m}^3$ ) paviršiaus? **(3 balai)**

### Sprendimas.

Kad žmogus plūduriuotų, jį veikianti plūduriavimo jėga turi būti lygi jo svoriui arba vandens, kurį išstumia žmogus, svoris turi būti lygus jo paties svoriui. Taigi,

$$F = m \cdot g \rightarrow (\rho_{jūros} \cdot V_{panardinta})g = (\rho_{kūno} \cdot V_{suminis})g \quad \text{ar} \quad \frac{V_{panardinta}}{V_{suminis}} = \frac{\rho_{kūno}}{\rho_{jūros}}$$

Po įkvėpimo,

$$\frac{V_{panardinta}}{V_{suminis}} = \frac{945 \text{ kg/m}^3}{1230 \text{ kg/m}^3} = 0,768 = 76,8 \%$$

t. y. 23,2 % kūno yra virš vandens paviršiaus.

Po iškvėpimo,

$$\frac{V_{panardinta}}{V_{suminis}} = \frac{1020 \text{ kg/m}^3}{1230 \text{ kg/m}^3} = 0,829 = 82,9 \%$$

t. y. 17,1 % kūno yra virš vandens paviršiaus.

### 3. Uždavinys

Saulėtą dieną, nevykstant garavimui, vandens temperatūra plaukimo baseine pakyla 2 °C. Kokia vandens dalis turi išgaruoti, kad plaukimo baseino temperatūra nepakistų? Vandens savitoji garavimo šiluma  $L = 2260 \text{ kJ/kg}$ , vandens savitoji šiluminė talpa  $c = 4200 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$ . (4 balai)

#### Sprendimas.

Saulės suteiktas energijos kiekis

$$Q_v = cm_v \Delta T \quad (1)$$

turi būti lygus garavimo metu prarastam energijos kiekiui

$$Q_g = m_g L. \quad (2)$$

Sulyginus (1) ir (2) lygtis gauname

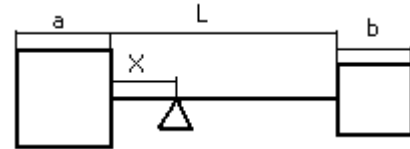
$$\frac{m_g}{m_v} = \frac{c \Delta T}{L}. \quad (3)$$

Ištačius vertes gauname, kad

$$\frac{m_g}{m_v} = 3,717 \times 10^{-3}.$$

### 4. Uždavinys

Du kubai, kurių tankis  $\rho_a = 1200 \text{ kg/m}^3$  ir  $\rho_b = 1400 \text{ kg/m}^3$  ir kurių kraštinės atitinkamai  $a = 30 \text{ cm}$  ir  $b = 20 \text{ cm}$ , sujungti nesvariu plonu strypu, kurio ilgis  $L = 0,7 \text{ m}$ . Ši sistema panardinta į  $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$  tankio skystį. Koku atstumu  $x$  nuo kairiojo kubo turėtų būti atramos taškas, kad sistema būtų pusiausvyroje? (5 balai)



#### Sprendimas.

Kubų svoris ore:

$$\begin{aligned} F &= mg = \rho Vg = \rho Vg; \\ F_a &= m_a g = \rho_a V_a g = \rho_a a^3 g; \\ F_b &= m_b g = \rho_b V_b g = \rho_b b^3 g. \end{aligned}$$

Kubų svoris vandenyje:

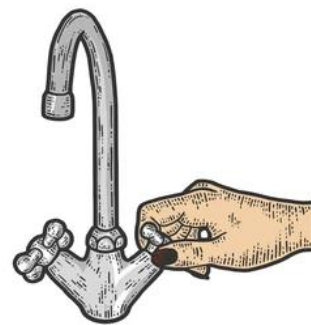
$$\begin{aligned} P_a &= (F_{ore} - F_A); \\ P_a &= (F_a - F_{Aa}) = \rho_a a^3 g - \rho_s a^3 g; \\ P_b &= (F_b - F_{Ab}) = \rho_b b^3 g - \rho_s b^3 g. \end{aligned}$$

Naudodami jėgos peties išraišką gauname pusiausvyros sąlyga vandenyje:

$$\begin{aligned} P_a \left(x + \frac{a}{2}\right) &= P_b \left(L - x + \frac{a}{2}\right); \\ (\rho_a - \rho_s) a^3 \left(x + \frac{a}{2}\right) &= (\rho_b - \rho_s) b^3 \left(L - x + \frac{a}{2}\right); \\ x &= \frac{(\rho_b - \rho_s) b^3 \left(L + \frac{b}{2}\right) - (\rho_a - \rho_s) \frac{a^4}{2}}{(\rho_a - \rho_s) a^3 + (\rho_b - \rho_s) b^3} \\ x &= \frac{(1400 - 1000) 0,2^3 \left(0,7 + \frac{0,2}{2}\right) - (1200 - 1000) \frac{0,3^4}{2}}{(1200 - 1000) 0,3^3 + (1400 - 1000) 0,2^3} = \frac{1,75}{12,4} = 0,14 \text{ m} \end{aligned}$$

## 5. Uždavinys

Pilnai atidarius tik karšto vandens čiaupą  $V_1=10$  l tūrio indas pilnai pripildomas per  $\tau_1=100$  s, o pilnai atidarius tik šalto vandens čiaupą  $V_2=3$  l tūrio indas pripildomas per  $\tau_2=24$  s. Karšto vandens temperatūra yra  $t_1=70^\circ\text{C}$ , o šalto vandens temperatūra yra  $t_2=20^\circ\text{C}$ . (a) Raskite, kiek laiko užtruks pripildyti  $V=4,5$  l tūrio indą, jeigu abu vandens čiaupai yra pilnai atidaryti? (b) Nustatykite ištekancio vandens temperatūrą  $t$ , jeigu abu vandens čiaupai yra pilnai atidaryti ir šiluminė pusiausvyra nusistovi esant vandeniui dar maišytuve. (5 balai)



### Sprendimas.

Vandens sąnaudos iš karšto vandens čiaupo yra

$$u_1 = \frac{V_1}{\tau_1} = \frac{10}{100} = 0,1 \text{ l/s} \quad (1)$$

Vandens sąnaudos iš šalto vandens čiaupo yra

$$u_2 = \frac{V_2}{\tau_2} = \frac{3}{24} = 0,125 \text{ l/s} \quad (2)$$

Bendros vandens sąnaudos iš abiejų čiaupų yra

$$u = u_1 + u_2 = \frac{V_1}{\tau_1} + \frac{V_2}{\tau_2} = 0,1 + 0,125 = 0,225 \text{ l/s} \quad (3)$$

Tokiu būdu,  $V$  tūrio indas bus pripildytas per:

$$\tau = \frac{V}{u} = \frac{V}{\frac{V_1}{\tau_1} + \frac{V_2}{\tau_2}} = \frac{4,5}{0,225} = 20 \text{ s} \quad (4)$$

Pažymėkime vandens tankį  $\rho$ , o vandens savitąją šilumą  $c$ .

Per laiko tarpą  $\tau_0$  ištekancio karšto vandens kiekis (masės vienetais):

$$m_1 = \rho \cdot u_1 \cdot \tau_0 \quad (5)$$

Ir jo atiduodamas šilumos kiekis:

$$Q_1 = c \cdot \rho \cdot u_1 \cdot \tau_0 (t_1 - t) \quad (6)$$

Per laiko tarpą  $\tau_0$  ištekancio šalto vandens kiekis (masės vienetais):

$$m_2 = \rho \cdot u_2 \cdot \tau_0 \quad (7)$$

Ir jo gaunamas šilumos kiekis:

$$Q_2 = c \cdot \rho \cdot u_2 \cdot \tau_0 (t - t_2) \quad (8)$$

Nusistovėjus šiluminei pusiausvyrai maišytuve gauname:

$$c \cdot \rho \cdot u_1 \cdot \tau_0 (t_1 - t) = c \cdot \rho \cdot u_2 \cdot \tau_0 (t - t_2) \rightarrow t = \frac{u_1 \cdot t_1 + u_2 \cdot t_2}{u_1 + u_2} = \frac{0,1 \cdot 70 + 0,125 \cdot 20}{0,1 + 0,125} = 42,2^\circ\text{C} \quad (9)$$

**Ats.:**  $\tau = 20$  s;  $t = 42,2^\circ\text{C}$

## 6. Uždavinys

Didelės talpos termiškai izoliuotame inde yra 10 g ledo, kurio temperatūrą yra  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Į šį indą prileidžiama 5 g vandens garų (temperatūra kurių yra  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), esant normaliam slėgiui. Kokiose būsenose ir kokiais kiekiais (masės vienetais) bus vanduo inde nusistovėjęs šiluminei pusiausvyrai? *Pastaba:* Indo bei jame esančio oro šilumos talpų nepaisyti. Ledo savitoji šiluma lygi  $2,1\text{ kJ}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$ , vandens savitoji šiluma lygi  $4,2\text{ kJ}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$ , ledo savitoji lydymose šiluma lygi  $3,3\cdot 10^5\text{ J/kg}$  ir vandens savitoji garavimo šiluma lygi  $2,3\text{ MJ/kg}$ . **(5 balai)**

### Sprendimas.

Kadangi iš anksto nuspėti, kokios būsenos vanduo bus inde, neįmanoma, sprendžiant uždavinį iš karto reikia skaičiuoti šilumos kiekius.

Kondensuojantis vandens garams ( $m_g = 5\text{ g}$ ) išsiskiriantis šilumos kiekis:

$$Q_0 = r \cdot m_g = 2,3 \cdot 10^6 \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 11,5 \cdot 10^3\text{ J} \quad (1)$$

Ledo temperatūrai pakelti iki jo lydymosi temperatūros reikalingas šilumos kiekis:

$$Q_1 = c_l \cdot m_l \cdot \Delta t_l = 2,1 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \cdot (0 + 10) = 210\text{ J} \quad (Q_1 < Q_0) \quad (2)$$

Ledo lydymui reikalingas šilumos kiekis:

$$Q_2 = \lambda \cdot m_l = 3,3 \cdot 10^5 \cdot 10 \cdot 10^{-3} = 3,3 \cdot 10^3\text{ J} \quad (Q_1 + Q_2 < Q_0) \quad (3)$$

Vandens temperatūrai pakelti iki virimo temperatūros reikalingas šilumos kiekis:

$$Q_3 = c_v \cdot m_l \cdot \Delta t_v = 4,2 \cdot 10^3 \cdot 10 \cdot 10^{-3} \cdot 100 = 4,2 \cdot 10^3\text{ J} \quad (Q_1 + Q_2 + Q_3 < Q_0) \quad (4)$$

Matome, kad garų kondensacijos metu išsiskiriančios šilumos pakanka ledui pašildyti ir išlydyti bei susidariusio vandens temperatūrai pakelti iki virimo temperatūros. Tokiu būdu **kondensuos tik dalis garų**:

$$\Delta m = \frac{Q_1 + Q_2 + Q_3}{r} = \frac{210 + 3,3 \cdot 10^3 + 4,2 \cdot 10^3}{2,3 \cdot 10^6} = 3,4 \cdot 10^{-3}\text{ kg} \quad (5)$$

Atsižvelgus į (5) gauname, kad inde esančio vandens (kurio temperatūra  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) masė:

$$10 \cdot 10^{-3} + \Delta m = 10 \cdot 10^{-3} + 3,4 \cdot 10^{-3} = 13,4 \cdot 10^{-3}\text{ kg} \quad (6)$$

ir esančių garų (kurių temperatūra  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) masė:

$$5 \cdot 10^{-3} - \Delta m = 5 \cdot 10^{-3} - 3,4 \cdot 10^{-3} = 1,6 \cdot 10^{-3}\text{ kg} \quad (7)$$

**Ats.:** Nusistovėjęs šiluminei pusiausvyrai inde bus  $100\text{ }^{\circ}\text{C}$  temperatūros  $13,4 \cdot 10^{-3}\text{ kg}$  vandens ir  $1,6 \cdot 10^{-3}\text{ kg}$  garų.