

67. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2025/2026
Riešenie úloh okresného kola
kategória E

1. Gulôčky vo vode

Riešenie:

- a) Objem vytlačenej vody sa rovná objemu gulôčok nasýpaných do nádoby

$$V_{v1} = \frac{m_g}{\rho_{Fe}} = 38,1 \text{ ml.} \quad 1 \text{ b}$$

- b) Teplota gulôčok hmotnosti $m_g = 300 \text{ g}$ sa zníži z hodnoty $t_{Fe} = 350 \text{ °C}$ na výslednú teplotu t_1 , kým vyliata voda s objemom V_{v1} a hmotnosťou $m_{v1} = \rho_v V_{v1} = 38,1 \text{ g}$ sa zohreje z teploty $t_v = 20 \text{ °C}$ na teplotu $t_{v1} = 40 \text{ °C}$. Zvyšok vody a tiež nádoba sa zohrejú z teploty t_v na teplotu t_1 .

Platí teda nasledujúca bilancia tepla

$$m_g c_{Fe} (t_{Fe} - t_1) = m_{v1} c_v (t_{v1} - t_v) + [(m_v - m_{v1}) c_v + C_n] (t_1 - t_v) \quad (1)$$

odkiaľ dostávame

$$t_1 = \frac{m_g c_{Fe} t_{Fe} + (m_v c_v + C_n) t_v - m_{v1} c_v t_{v1}}{m_g c_{Fe} + (m_v - m_{v1}) c_v + C_n} = 32,2 \text{ °C.} \quad 5 \text{ b}$$

- c) Z rovnice (1) vyjadríme začiatočnú teplotu gulôčok t_2 , ak $t_1 = t_r$

$$t_2 = \frac{m_g c_{Fe} t_r + m_{v1} c_v (t_{v1} - t_v) + [(m_v - m_{v1}) c_v + C_n] (t_r - t_v)}{m_g c_{Fe}} = 2 \text{ 059 °C.} \quad 4 \text{ b}$$

Situácia nemôže nastať, lebo pri takejto teplote by sa gulôčky roztavili.

2. Ľadový stĺpec

Riešenie:

- a) Ak stĺpec ľadu z n kociek sa dotýka dna, potom stĺpec ľadu vytlačil objem vody $V = h b^2$. Hmotnosť stĺpce ľadu $m = n b^3 \rho_{\text{r}}$ a tiaž $G = mg$. Stĺpec je nadľahčovaný vztlakovou silou $F = V \rho_{\text{v}} g$. Aby sa stĺpec dotýkal dna (neplával), musí platiť $G - F > 0$, odkiaľ po dosadení máme

$$n > \frac{h \rho_{\text{v}}}{b \rho_{\text{r}}} = p = 8,18, \text{ tzn. najmenší počet kociek je } n = 9. \quad 5 \text{ b}$$

- b) Nad hladinu vyčnieva časť najvyššej kocky s objemom

$$V_1 = (nb - h)b^2 = 12,0 \text{ cm}^3. \quad 2 \text{ b}$$

- c) Keby ľad plával, po jeho roztopení by sa výška hladiny nezmenila, tzn. žiadna voda by z nádoby nevytiekla. Keďže stĺpec má väčšiu hmotnosť, ako by zodpovedalo plávaniu, časť vody po roztopení ľadu z nádoby vytečie.

Z nádoby vytečie voda, ktorá vznikne roztopením časti objemu najvyššej kocky, ktorá zodpovedá predĺženiu stĺpca zaokrúhlením na celý počet kociek $\Delta V = (n - p) b^3$ a hmotnosti $\Delta m = \Delta V \rho_{\text{r}}$. Roztopením vznikne voda s objemom

$$V_2 = \frac{\Delta m}{\rho_{\text{v}}} = (n - p) b^3 \frac{\rho_{\text{r}}}{\rho_{\text{v}}} = 6,0 \text{ ml}. \quad 3 \text{ b}$$

3. Automobil

Riešenie:

- a) Motor vykoná prácu

$$W_{\text{a}} = P t_1 = (25 \times 10^3 \text{ W}) \cdot (3600 \text{ s}) = 90 \text{ MJ}. \quad (1) \quad 2 \text{ b}$$

- b) Z paliva sa uvoľní teplo $Q_1 = W_{\text{a}}/\eta$. Na uvoľnenie tohto tepla sa spotrebuje palivo s hmotnosťou $m_1 = Q/H$ a po dosadení

$$m_1 = \frac{P t_1}{\eta H} = 7,0 \text{ kg}. \quad (2) \quad 4 \text{ b}$$

- c) Vzďialenosť $d = 100 \text{ km}$ automobil prejde za čas $t_2 = d/v$. Hmotnosť paliva na vzdialenosť d dostaneme zo vzťahu (2) dosadením za čas t_2

$$m_2 = \frac{P t_2}{\eta H} = \frac{P d}{\eta H v}.$$

Objem paliva spotrebovaného na dráhe $d = 100 \text{ km}$

$$V_2 = \frac{m_2}{\rho} = \frac{P d}{\eta \rho H v} = \frac{(25 \times 10^3 \text{ W}) \cdot (100 \text{ km}) \cdot (3600 \text{ s} \cdot \text{h}^{-1})}{0,32 \cdot (0,720 \text{ kg} \cdot \text{dm}^{-3}) \cdot (40 \times 10^6 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}) \cdot (130 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1})} = 7,5 \text{ dm}^3.$$

Spotreba automobilu je 7,5 litra na 100 km.

4 b

4. Nerovnoramenné váhy

Riešenie:

- a) Pre rovnováhu na páke platí

$$m r_1 = (m + m_z) r_2.$$

odkiaľ máme

$$m_z = m \frac{r_1 - r_2}{r_2} = 50 \text{ g.}$$

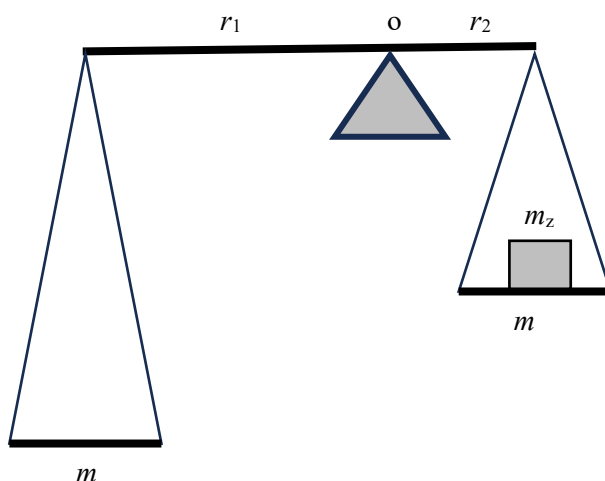
3 b

Závažie musíme pridať na pravú miskú.

1 b

Obrázok

1 b



- b) Ak zavesíme na pravé rameno kocku ľadu s hmotnosťou $M > m_z$, váhy sa prevážia a pravá miska poklesne. Ak sa roztopí ľad s hmotnosťou m_v a vznikajúca voda sa prevedie na ľavú miskú, rovnováha vznikne, ak platí

$$(m + m_v) r_1 = (m + M - m_v) r_2,$$

odkiaľ určíme hmotnosť roztopeného ľadu

$$m_v = \frac{M r_2 - m(r_1 - r_2)}{r_1 + r_2} = 50 \text{ g.}$$

5b