

Řešení úloh okresního kola 64. ročníku Fyzikální olympiády ve školním roce 2022/2023

Kategorie F

FO64F2-1: Přespolní běh

J. Thomas

- a) Standa běžel $\frac{3}{4}$ trati rychlostí $v_1 = 12 \text{ km/h}$, trvalo mu to

$$t_1 = \frac{\frac{3}{4}s}{v_1} = \frac{\frac{3}{4} \cdot 3,0 \text{ km}}{12 \text{ km/h}} = 0,1875 \text{ h} = 11,25 \text{ min} \doteq 11 \text{ min.}$$

Podobně pro dobu Standovy chůze vyjde

$$t_2 = \frac{\frac{1}{4}s}{v_2} = \frac{\frac{1}{4} \cdot 3,0 \text{ km}}{6 \text{ km/h}} = 0,125 \text{ h} = \frac{1}{8} \text{ h} = 7,5 \text{ min.} \quad \mathbf{2 \text{ body}}$$

- b) David $\frac{1}{4}$ celkového času t běžel rychlostí v_1 a zbytek, tj. $\frac{3}{4}$ času t šel rychlostí v_2 , proto platí

$$s = v_1 \frac{1}{4}t + v_2 \frac{3}{4}t = 12 \text{ km/h} \cdot \frac{1}{4}t + 6 \text{ km/h} \cdot \frac{3}{4}t = 7,5 \text{ km/h} \cdot t,$$

odkud vyjádříme

$$t = \frac{s}{\frac{1}{4}v_1 + \frac{3}{4}v_2} = \frac{3,0 \text{ km}}{7,5 \text{ km/h}} = 0,40 \text{ h} = \frac{2}{5} \text{ h} = 24 \text{ min.} \quad \mathbf{3 \text{ body}}$$

- c) Standa odpočíval po dobu

$$t_3 = t - t_1 - t_2 = 24 \text{ min} - 11,25 \text{ min} - 7,5 \text{ min} = 5,25 \text{ min} = 5 \text{ min } 15 \text{ s} \doteq 5 \text{ min.} \quad \mathbf{1 \text{ bod}}$$

- d) Lucka by musela běžet rychlostí

$$v_3 = \frac{s}{t} = \frac{3,0 \text{ km}}{0,40 \text{ h}} = 7,5 \text{ km/h.} \quad \mathbf{2 \text{ body}}$$

- e) Karel uběhne trať za dobu

$$t_4 = \frac{s}{v_4} = \frac{3,0 \text{ km}}{9 \text{ km/h}} = \frac{1}{3} \text{ h} = 20 \text{ min.}$$

Na ostatní čekal dobu

$$t - t_4 = 24 \text{ min} - 20 \text{ min} = 4,0 \text{ min.} \quad \mathbf{2 \text{ body}}$$

FO64F2-2: Zvedání břemene *Всеукраїнська учнівська олімпіада з фізики*

- a) Tíha cementu o velikosti $F_g = m_1g$ se díky volné kladce rozloží na poloviční síly působící na konci vláken upevněných ke stropu a k dřevěné tyči. Pro sílu F , kterou musí působit Růžena na druhém konci, platí

$$Fl_2 = \frac{F_g}{2}l_1, \quad (1)$$

odkud vyjádříme

$$F = \frac{F_g l_1}{2l_2} = \frac{m_1 g l_1}{2l_2} = \frac{50 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ N/kg} \cdot 0,5 \text{ m}}{2 \cdot 2,0 \text{ m}} = 61,250 \text{ N} \doteq 61 \text{ N.} \quad \mathbf{4 \text{ body}}$$

- b) Práce odpovídá změně polohové energie 2 pytlů cementu při zvednutí o výšku $h = 50 \text{ cm} = 0,50 \text{ m}$, vychází

$$W = 2F_g h = 2m_1 g h = 2 \cdot 50 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ N/kg} \cdot 0,50 \text{ m} = 490 \text{ J}. \quad \mathbf{2 \text{ body}}$$

- c) Vydeme opět z rovnice (1), v níž nyní položíme $F_g = m_2 g$ a $F = mg$, kde m je hmotnost Růženy a m_2 hledaná hmotnost nákladu. Můžeme psát

$$m g l_2 = \frac{m_2 g l_1}{2},$$

odtud získáme

$$m_2 = \frac{2m l_2}{l_1} = \frac{2 \cdot 40 \text{ kg} \cdot 2,0 \text{ m}}{0,50 \text{ m}} = 320 \text{ kg}. \quad \mathbf{4 \text{ body}}$$

FO64F2-3: Převoz dřeva

I. Volf

- a) Do vleku se vejde na podlahu $130/9 \doteq 14$ trámů, přičemž část trámů vylézá vzadu z vleku ven. Výsledný objem dřeva ve vleku tedy bude

$$V = 14 \cdot 2,4 \text{ m} \cdot 0,14 \text{ m} \cdot 0,09 \text{ m} = 0,42336 \text{ m}^3 \doteq 420 \text{ dm}^3. \quad \mathbf{3 \text{ body}}$$

- b) Hmotnost čerstvého dřeva ve vleku určíme jako

$$m_c = V \rho_c = 0,42336 \text{ m}^3 \cdot 650 \text{ kg/m}^3 \doteq 275,18 \text{ kg} \doteq 280 \text{ kg}$$

a podobně pro vysušené

$$m_s = V \rho_s = 0,42336 \text{ m}^3 \cdot 450 \text{ kg/m}^3 \doteq 190,51 \text{ kg} \doteq 190 \text{ kg}. \quad \mathbf{3 \text{ body}}$$

- c) Protože trámy vylézají vzadu z vozíku, těžiště se posune ve vodorovném směru k zadní části vozíku. O jakou vzdálenost se změní poloha těžiště, nelze ze zadání určit, neboť nebyla udána hmotnost vozíku. $\mathbf{1 \text{ bod}}$

- d) Hmotnost dřeva získáme podobně

$$V_2 = 14 \cdot 1,6 \text{ m} \cdot 0,14 \text{ m} \cdot 0,09 \text{ m} = 0,28224 \text{ m}^3 \doteq 280 \text{ dm}^3,$$

$$m_{c2} = V_2 \rho_c = 0,28224 \text{ m}^3 \cdot 650 \text{ kg/m}^3 \doteq 183,46 \text{ kg} \doteq 180 \text{ kg},$$

$$m_{s2} = V_2 \rho_s = 0,28224 \text{ m}^3 \cdot 450 \text{ kg/m}^3 \doteq 127,01 \text{ kg} \doteq 130 \text{ kg}. \quad \mathbf{3 \text{ body}}$$

FO64F2-4: Batyskaf Trieste

J. Thomas

- a) Hydrostatický tlak v hloubce h při hustotě mořské vody $\rho = 1,03 \text{ g/cm}^3 = 1030 \text{ kg/m}^3$ vychází

$$p_h = \rho g h = 1030 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ N/kg} \cdot 10893 \text{ m} = 109953942 \text{ Pa} \doteq 110 \text{ MPa}.$$

$\mathbf{2 \text{ body}}$

Tento tlak je větší než normální atmosférický tlak $p_a = 1013 \text{ hPa} = 101300 \text{ Pa}$ celkem

$$\frac{p_h}{p_a} = \frac{109953942 \text{ Pa}}{101300 \text{ Pa}} \doteq 1085,4 \times \doteq 1100 \times. \quad \mathbf{1 \text{ bod}}$$

- b) Tlak na dně je roven součtu atmosférického tlaku vzduchu nad hladinou a hydrostatického tlaku mořské vody. Na plochu $S = 1 \text{ dm}^2 = 0,01 \text{ m}^2$ působí celková tlaková síla

$$F = (p_a + p_h) S = (109953942 \text{ Pa} + 101300 \text{ Pa}) \cdot 0,01 \text{ m}^2 = 1100552,42 \text{ N} \doteq 1,1 \text{ MN}.$$

$\mathbf{3 \text{ body}}$

Poznámka: Uznat lze i výpočet, kdy řešitelé neuvažují příspěvek atmosférického tlaku, potom

$$F = p_h S = 109\,953\,942 \text{ Pa} \cdot 0,01 \text{ m}^2 = 1,099\,539\,42 \text{ MN} \doteq 1,1 \text{ MN},$$

tj. při zaokrouhlení na 2 platné číslice stejný výsledek. Z části a) je zřejmé, že příspěvek atmosférického tlaku je v takové hloubce velmi malý.

- c) Vztlková síla je rovna rozdílu tíhové síly na vzduchu a ve vodě a tíze stejného objemu mořské vody, tj. platí

$$F_{\text{vz}} = \rho V g = m_1 g - m_2 g$$

Odtud vyjádříme pro hmotnosti $m_1 = 13 \text{ t} = 13\,000 \text{ kg}$ a $m_2 = 7,5 \text{ t} = 7\,500 \text{ kg}$ hledaný objem

$$V = \frac{m_1 - m_2}{\rho} = \frac{13\,000 \text{ kg} - 7\,500 \text{ kg}}{1\,030 \text{ kg/m}^3} \doteq 5,339\,8 \text{ m}^3 \doteq 5,3 \text{ m}^3. \quad \mathbf{4 \text{ body}}$$