

Řešení úloh okresního kola 66. ročníku Fyzikální olympiády ve školním roce 2024/2025

Kategorie F

FO66F2-1: Dva piráti v důchodu

J. Thomas

a) Při rychlosti

$$v = 8,5 \text{ kn} = 8,5 \cdot 1,85 \text{ km/h} = 15,725 \text{ km/h}$$

a době jízdy $t = 1,5 \text{ h}$ vychází vzdálenost mezi ostrovy

$$s = vt = 15,725 \text{ km/h} \cdot 1,5 \text{ h} = 23,588 \text{ km} \doteq 24 \text{ km}. \quad \mathbf{2 \text{ body}}$$

b) Pro rovnoměrný pohyb rychlostí $v_1 = 7,2 \text{ kn} = 7,2 \cdot 1,85 \text{ km/h} = 13,320 \text{ km/h}$ můžeme psát

$$t' = \frac{s}{v_1} = \frac{vt}{v_1} = t \frac{v}{v_1} = 1,5 \text{ h} \cdot \frac{8,5 \text{ kn}}{7,2 \text{ kn}} \doteq 1,7708 \text{ h} \doteq 1 \text{ h } 46 \text{ min}. \quad \mathbf{2 \text{ body}}$$

c) Modrému medvědovi bude cesta k Havranímu ostrovu ve vzdálenosti $s_1 = 26,7 \text{ km}$ rychlostí v_1 trvat

$$t_1 = \frac{s_1}{v_1} = \frac{26,7 \text{ km}}{13,320 \text{ km/h}} \doteq 2,0045 \text{ h} \doteq 2,0 \text{ h}. \quad \mathbf{2 \text{ body}}$$

Modrý medvěd dorazí na Havraní ostrov ve $12 \text{ h} + 2 \text{ h} = 14 \text{ h}$. Rudá krev musí tedy na Havraní ostrov doveslovat za dobu $t_2 = 14 \text{ h} - 8,5 \text{ h} = 5,5 \text{ h} = 19\,800 \text{ s}$. Vzdálenost $s_2 = 28,9 \text{ km}$ musí urazit rychlostí

$$v_2 = \frac{s_2}{t_2} = \frac{28\,900 \text{ m}}{19\,800 \text{ s}} \doteq 1,4596 \text{ m/s} \doteq 1,5 \text{ m/s}. \quad (\doteq 5,3 \text{ km/h}) \quad \mathbf{2 \text{ body}}$$

Za minutu ujede vzdálenost $s_3 = 1,4596 \text{ m/s} \cdot 60 \text{ s} \doteq 87,576 \text{ m}$, na jeden záběr vzdálenost $l_1 = 2,1 \cdot 1,83 \text{ m} = 3,8430 \text{ m}$. Na jednu minutu připadá

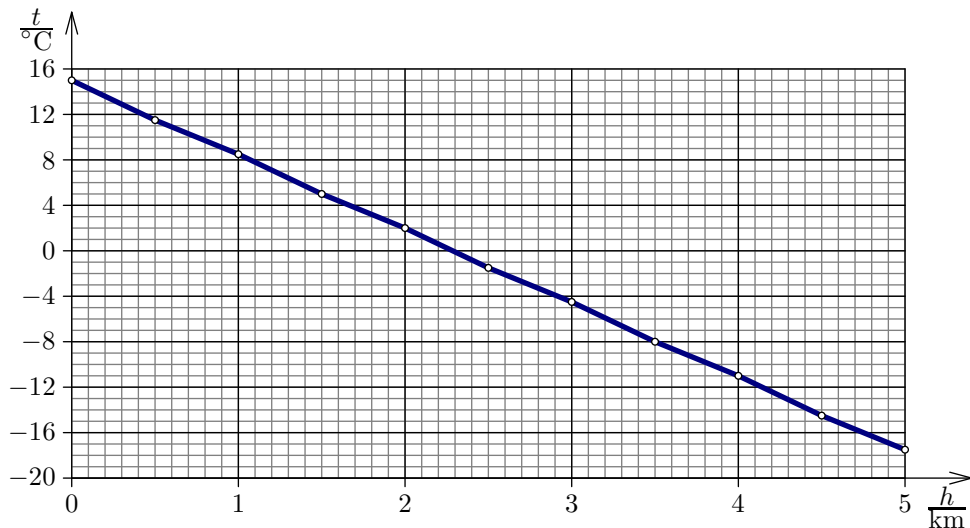
$$n = \frac{s_3}{l_1} = \frac{87,576 \text{ m}}{3,8430 \text{ m}} \doteq 22,788 \doteq 23 \text{ záběrů}. \quad \mathbf{2 \text{ body}}$$

Poznámka: K počtu záběrů za minutu lze dospět i z celkového počtu záběrů na celou trasu

$$n' = \frac{s_2}{l_1} = \frac{28\,900 \text{ m}}{3,8430 \text{ m}} \doteq 7\,520,2$$

a času $t_2 = 5,5 \text{ h} = 330 \text{ min}$.; vychází

$$n = \frac{n'}{t_2} = \frac{7\,520,2}{330 \text{ min}} \doteq 22,788 \text{ záběrů/min} \doteq 23 \text{ záběrů/min}.$$



Obr. 1: K úloze FO66F2-2

- a) Příklad grafu závislosti teploty vzduchu na nadmořské výšce podle tabulky v zadání úlohy je na obr. 1. **4 body**
- b) Z grafu odečteme, že v nadmořské výšce $h = 4,25$ km bude teplota asi $-12,5$ °C. Teplota 0 °C bude ve výšce $2,3$ km. **2 body**

Poznámka: Protože úloha navazuje na sestrojený graf, doporučujeme tolerovat hodnoty ± 1 °C a ± 100 m od výše uvedených výsledků.

- c) Podle tabulky na rozdílu nadmořských výšek $\Delta h = 5,0$ km teplota poklesla o $\Delta t = 15$ °C $- (-17,5$ °C) = $32,5$ °C. Průměrný pokles teploty tak vychází

$$\Delta_1 = \frac{\Delta t}{\Delta h} = \frac{32,5 \text{ °C}}{5,0 \text{ km}} = 6,5 \text{ °C/km.} \quad \mathbf{2 \text{ body}}$$

Poznámka: Vypočtená hodnota odpovídá standardnímu modelu atmosféry (https://cs.wikipedia.org/wiki/Standardn%C3%AD_atmosf%C3%A9ra).

Pro nadmořskou výšku $h_2 = 11$ km teplota poklesne o

$$\Delta t_2 = \Delta_1 h_2 = 6,5 \text{ °C/km} \cdot 11 \text{ km} = 71,5 \text{ °C}$$

na teplotu

$$t_2 = t_{15} - \Delta t_2 = 15 \text{ °C} - 71,5 \text{ °C} = -56,5 \text{ °C.} \quad \mathbf{2 \text{ body}}$$

FO66F2-3: Vilda posiluje*J. Thomas*

- a) Každá volná kladka znamená, že je potřeba působit dvojnásobnou silou. Při třech volných kladkách musí Vilda působit $2 \cdot 2 \cdot 2 = 8$ krát větší silou, než je tíhová síla závaží.

Síla, kterou musí Vilda působit při nejmenší zátěži $m_{\min} = 2,5 \text{ kg}$ vychází

$$F_{\min} = 8m_{\min}g = 8 \cdot 2,5 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ N/kg} = 196 \text{ N} \doteq 200 \text{ N}.$$

Síla, kterou musí Vilda působit při největší zátěži

$$m_{\max} = 2 \cdot 2,5 \text{ kg} + 2 \cdot 5 \text{ kg} + 10 \text{ kg} = 25 \text{ kg}$$

vychází

$$F_{\max} = 8m_{\max}g = 8 \cdot 25 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ N/kg} = 1960 \text{ N} = 1,96 \text{ kN} \doteq 2,0 \text{ kN}. \quad \mathbf{2 \text{ body}}$$

- b) Vykonaná práce při největší zátěži a přitažení kladky o vzdálenost $s = 30 \text{ cm} = 0,30 \text{ m}$ vychází

$$W = F_{\max}s = 1,96 \text{ kN} \cdot 0,3 \text{ m} = 588 \text{ J} \doteq 590 \text{ J}. \quad \mathbf{2 \text{ body}}$$

Protože jsme zanedbali hmotnosti kladek i lana, je vykonaná práce stejná i při zvedání zátěže m_{\max} do hledané výšky h proto

$$W = m_{\max}gh$$

a odtud

$$h = \frac{W}{m_{\max}g} = \frac{588 \text{ J}}{25 \text{ kg} \cdot 9,8 \text{ N/kg}} = 2,4 \text{ m} = 8 \times s. \quad \mathbf{2 \text{ body}}$$

Jde vlastně o to, že při zvětšení síly 8krát je dráha 8krát kratší, ale vykonaná práce je stále stejná.

- c) V bodě 1 působí síla

$$F_1 = \frac{F_{\max}}{2} = \frac{1960 \text{ N}}{2} = 980 \text{ N},$$

v bodě 2 síla

$$F_2 = \frac{F_1}{2} = \frac{980 \text{ N}}{2} = 490 \text{ N},$$

v bodě 3 síla

$$F_3 = \frac{F_2}{2} = \frac{490 \text{ N}}{2} \doteq 250 \text{ N} = m_{\max}g,$$

a v bodě 4 síla

$$F_4 = F_3 + m_{\max}g = 2m_{\max}g = F_2 = 490 \text{ N}. \quad \mathbf{4 \text{ body}}$$

FO66F2-4: Jízda automobilem*L. Konrád (FO SR)*

- a) Pro rychlost v automobilu ze vzdálenosti $s = 6,0 \text{ km} = 6\,000 \text{ m}$ a času $t = 4,5 \text{ min} = 270 \text{ s}$ dostáváme

$$v = \frac{s}{t} = \frac{6\,000 \text{ m}}{270 \text{ s}} \doteq 22,222 \text{ m/s} \doteq 22 \text{ m/s}. \quad (= 80 \text{ km/h}) \quad \mathbf{1 \text{ bod}}$$

- b) Spotřebovaný benzín o objemu $V = 350 \text{ ml} = 0,000\,35 \text{ m}^3$ a hustotě $\rho = 750 \text{ kg/m}^3$ má hmotnost

$$m = \rho V = 750 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,000\,35 \text{ m}^3 = 0,262\,50 \text{ kg}.$$

Jeho spálením se uvolní energie

$$Q = mH = 0,262\,50 \text{ kg} \cdot 43 \text{ MJ/kg} \doteq 11,287 \text{ MJ} = 11\,287\,000 \text{ J}.$$

Na práci motoru se využije pouze $\eta = 35\%$, tj.

$$W = \eta Q = 0,35 \cdot 11\,287\,000 \text{ J} = 3\,950\,600 \text{ J}.$$

Motor vykonal práci za čas t , pro jeho výkon dostáváme

$$P = \frac{W}{t} = \frac{3\,950\,600 \text{ J}}{270 \text{ s}} \doteq 14\,632 \text{ W} \doteq 15 \text{ kW}. \quad \mathbf{6 \text{ bodů}}$$

- c) Pro práci motoru W a jeho tažnou sílu F na dráze s platí $W = Fs$ a odtud

$$F = \frac{W}{s} = \frac{3\,950\,600 \text{ J}}{6\,000 \text{ m}} \doteq 658,44 \text{ N} \doteq 660 \text{ N}. \quad \mathbf{3 \text{ body}}$$

Poznámka: Při spočítané rychlosti v můžeme sílu určit i z výkonu $P = Fv$; vychází

$$F = \frac{P}{v} = \frac{14\,632 \text{ W}}{22,222 \text{ m/s}} \doteq 658,44 \text{ N} \doteq 660 \text{ N}.$$