

# Řešení úloh okresního kola 56. ročníku Fyzikální olympiády

## Kategorie F

Autoři úloh: J. Thomas (1, 3), L. Richterek (2, 4)

### FO56F2-1: Karkulka a vlk

a) Než vlk sežere párek, bude mít Karkulka náskok  $s_1 = v_1 t = 3 \text{ m/s} \cdot 30 \text{ s} = 90 \text{ m}$ . **1 bod**

Vzájemná rychlost vlka a Karkulky je  $v_2 - v_1 = 2 \text{ m/s}$ , vlk dohoní Karkulku za dobu

$$t = \frac{s_1}{v_2 - v_1} = \frac{90 \text{ m}}{2 \text{ m/s}} = 45 \text{ s}.$$

Připočteme-li 30 s na sněžení párku, dohoní Karkulku za 75 s od setkání.

**2 body**

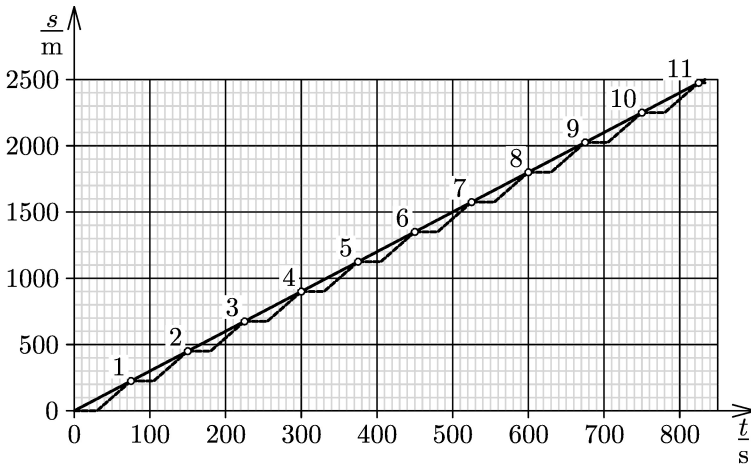
*Pozn. k hodnocení:* V této části lze uznat odpověď jak 45 s, tak 75 s.

b) Vlč poprvé dohoní Karkulku ve vzdálenosti  $s = v_2 t = 5 \text{ m/s} \cdot 45 \text{ s} = 225 \text{ m}$ .

**2 body**

c) Vše se bude opakovat, dokud Karkulka nedoběhne do hájovny, tedy  $\frac{2500 \text{ m}}{225 \text{ m}} = 11,11$ ; vlč dohoní Karkulku ještě celkem 11×, naposledy ve vzdá-

lenosti  $2500 \text{ m} - 11 \cdot 225 \text{ m} = 25 \text{ m}$  od hájovny. Protože první párek položila hned na začátku, spotřebovala Karkulka 12 párků a do hájovny donese jen 8 párků. **2 body**



Obr 1: Graf závislosti  $s(t)$  pro Karkulku a vlka

d) Z části b) víme, že vlk dostihne Karkulku vždy po 225 m a po 30 s + 45 s = 75 s, tj. ve vzdálenostech 225 m, 450 m, 675 m, 900 m, 1125 m, 1350 m, 1575 m, 1800 m, 2025 m, 2250 m, 2475 m a v časech 75 s, 150 s, 225 s, 300 s, 375 s, 450 s, 525 s, 600 s, 675 s, 750 s, 825 s. Graf závislosti  $s(t)$  s vyznačenými místy setkání je na obr. 1; úsečka odpovídá pohybu Karkulky, lomená čára pohybu vlka.

**3 body**

### FO56F2-2: Výstup na Sněžku

a) Pro časy a průměrné rychlosti našich turistů dostáváme

Petr:  $t_{\text{Petr}} = 1 \text{ h } 30 \text{ min} = 1,5 \text{ h}$ ,  $v_{\text{Petr}} = 5,7 \text{ km}/1,5 \text{ h} = 3,8 \text{ km/h} = 1,1 \text{ m/s}$ ;

Pavel:  $t_{\text{Pavel}} = 1 \text{ h } 50 \text{ min} = 1,83 \text{ h}$ ,  $v_{\text{Pavel}} = 5,8 \text{ km}/1,83 \text{ h} = 3,2 \text{ km/h} = 0,88 \text{ m/s}$ ;

Roman:  $t_{\text{Roman}} = 1 \text{ h}$ ,  $v_{\text{Roman}} = 2,3 \text{ km}/1 \text{ h} = 2,3 \text{ km/h} = 0,64 \text{ m/s}$ .

**3 body**

b) Hmotnosti chlapců s batohem jsou

Petr:  $m_{\text{Petr}} = 50 \text{ kg} + 10 \text{ kg} = 60 \text{ kg}$ ;

Pavel:  $m_{\text{Pavel}} = 55 \text{ kg} + 10 \text{ kg} = 65 \text{ kg}$ ;

Roman:  $m_{\text{Roman}} = 45 \text{ kg} + 10 \text{ kg} = 55 \text{ kg}$ ;

Převýšení, které zdolali Petr a Pavel je stejné  $h_1 = 1 \text{ 602 m} - 829 \text{ m} = 773 \text{ m}$ ,

Roman pouze  $h_2 = 1 \text{ 602 m} - 1 \text{ 330 m} = 272 \text{ m}$ .

**2 body**

Při výstupu tak vykonali práci

Petr:  $W_{\text{Petr}} = m_{\text{Petr}}gh_1 = 60 \text{ kg} \cdot 10 \text{ N/kg} \cdot 773 \text{ m} = 463 \text{ 800 J} = 464 \text{ kJ}$ ;

Pavel:  $W_{\text{Pavel}} = m_{\text{Pavel}}gh_1 = 65 \text{ kg} \cdot 10 \text{ N/kg} \cdot 773 \text{ m} = 502 \text{ 450 J} = 502 \text{ kJ}$ ;

Roman:  $W_{\text{Roman}} = m_{\text{Roman}}gh_2 = 55 \text{ kg} \cdot 10 \text{ N/kg} \cdot 272 \text{ m} = 149 \text{ 600 J} = 150 \text{ kJ}$ .

**2 body**

c) Výkon chlapců pak vychází

Petr:  $P_{\text{Petr}} = \frac{W_{\text{Petr}}}{t_{\text{Petr}}} = \frac{464 \text{ 000 J}}{1,5 \cdot 3600 \text{ s}} = 86 \text{ W}$ ;

Pavel:  $P_{\text{Pavel}} = \frac{W_{\text{Pavel}}}{t_{\text{Pavel}}} = \frac{502 \text{ 000 J}}{1,83 \cdot 3600 \text{ s}} = 76 \text{ W}$ ;

Roman:  $P_{\text{Roman}} = \frac{W_{\text{Roman}}}{t_{\text{Roman}}} = \frac{150 \text{ 000 J}}{1 \cdot 3600 \text{ s}} = 42 \text{ W}$ .

**3 body**

### FO56F2-3: Váleček v kádince

a) Protože jsou ve vodě ponořeny 2/3 objemu válečku, je průměrná hustota materiálu válečku rovna 2/3 hustoty vody  $\rho_{\text{voda}}$ ;  $\rho = 2/3 \rho_{\text{voda}} = 2/3 \cdot 1 \text{ 000 kg/m}^3 = 667 \text{ kg/m}^3$ .

**2 body**

b) Protože váleček vytlačil 200 ml vody, což odpovídá  $\frac{2}{3}$  jeho objemu, je objem válečku

$$V = \frac{200 \text{ ml}}{\frac{2}{3}} = 300 \text{ ml} = 300 \text{ cm}^3 = 300 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3.$$

**2 body**

c) Hmotnost válečku  $m = \rho \cdot V = 667 \text{ kg/m}^3 \cdot 300 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 = 0,2 \text{ kg}$ .

**2 body**

d) Úvahou odvodíme, že vztlaková síla bude o  $\frac{1}{2}$  větší, celková hmotnost bude také o  $\frac{1}{2}$  větší, takže musíme přidat závaží 0,1 kg.

Nebo můžeme vyjít ze vztahů pro rovnost vztlakové a tíhové síly; postupně získáme

$$\begin{aligned} (m+m_1)g &= V \rho_{\text{voda}} g, \\ m_1 &= V \rho_{\text{voda}} - m = 300 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot 1\,000 \text{ kg/m}^3 - 0,2 = 0,1 \text{ kg}. \end{aligned}$$

**4 body**

#### FO56F2-4: Ohřívání vody v horské chatě

$$\begin{aligned} \text{a) } Q_1 &= (m_1 c + m_z c_z) \Delta t_1 = (V_1 \rho c + m_z c_z) \Delta t_1 = \\ &= [0,000\,5 \text{ m}^3 \cdot 1\,000 \text{ kg/m}^3 \cdot 4\,200 \text{ J/(kg}\cdot\text{°C)} + 0,8 \text{ kg} \cdot 460 \text{ J/(kg}\cdot\text{°C)}] \cdot (90 \text{ °C} - \\ &- 15 \text{ °C}) = 185 \text{ kJ}. \end{aligned}$$

**2 body**

$$\begin{aligned} \text{b) } Q_2 &= (m_2 c + m_z c_z) \Delta t_2 = (V_2 \rho c + m_z c_z) \Delta t_2 = \\ &= [0,001\,5 \text{ m}^3 \cdot 1\,000 \text{ kg/m}^3 \cdot 4\,200 \text{ J/(kg}\cdot\text{°C)} + 0,8 \text{ kg} \cdot 460 \text{ J/(kg}\cdot\text{°C)}] \cdot (90 \text{ °C} - \\ &- 10 \text{ °C}) = 533 \text{ kJ}. \end{aligned}$$

**2 body**

$$\text{c) } \tau_1 = Q_1/P = 185 \text{ kJ}/800 \text{ W} = 231 \text{ s} = 3 \text{ min } 51 \text{ s}.$$

$$\tau_2 = Q_2/P = 533 \text{ kJ}/800 \text{ W} = 667 \text{ s} = 11,1 \text{ min} = 11 \text{ min } 7 \text{ s}.$$

**2 body**

d) Z kalorimetrické rovnice dostáváme

$$(V_2 \rho c + m_z c_z) (t_{60} - t_{40}) = V_3 \rho c (t_{40} - t_{10}),$$

$$\begin{aligned} V_3 &= \frac{(V_2 \rho c + m_z c_z)}{\rho c} \cdot \frac{t_{60} - t_{40}}{t_{40} - t_{10}} = \\ &= \frac{[0,001\,5 \text{ m}^3 \cdot 1\,000 \text{ kg/m}^3 \cdot 4\,200 \text{ J/(kg}\cdot\text{°C)} + 0,8 \text{ kg} \cdot 460 \text{ J/(kg}\cdot\text{°C)}]}{1\,000 \text{ kg/m}^3 \cdot 4\,200 \text{ J/(kg}\cdot\text{°C)}} \cdot \frac{20 \text{ °C}}{30 \text{ °C}} = \\ &= 0,001\,1 \text{ m}^3. \end{aligned}$$

Je potřeba přilít asi 1,1 litru studené vody.

**4 body**