

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

Kategorie G – Archimédiáda

FO66G1-1: Restaurovaný pozlacený lustr

H. Kunzová

- a) Plocha jednoho plátku o straně 80 mm = 8 cm vychází

$$S_1 = 8,0 \text{ cm} \cdot 8,0 \text{ cm} = 64 \text{ cm}^2,$$

pro 25 plátků vychází

$$S = 25 \cdot S_1 = 25 \cdot 64 \text{ cm}^2 = 1\,600 \text{ cm}^2 = 16 \text{ dm}^2. \quad \mathbf{2 \text{ body}}$$

Poznámka: Výsledek lze samozřejmě zapsat i jako 160 000 mm² nebo 0,16 m². Někteří řešitelé mohou uvažovat obě strany plátku a plocha jim pak vyjde dvojnásobná.

- b) Hmotnost jednoho plátku bude podle zadaných údajů

$$m_1 = \frac{15 \text{ g}}{1\,000} = 0,015 \text{ g},$$

hmotnost 25 plátků pak

$$m = 25 \cdot m_1 = 25 \cdot 0,015 \text{ g} = 0,375 \text{ g} \doteq 0,38 \text{ g}. \quad \mathbf{2 \text{ body}}$$

- c) Ze známé hustoty zlata $\rho = 19\,300 \text{ kg/m}^3$, plochy plátků $S = 0,16 \text{ m}^2$ a jejich celkové hmotnosti $m = 0,000\,38 \text{ kg}$ vyjádříme hledanou tloušťku d ; platí $m = \rho S d$, neboli

$$d = \frac{m}{\rho S} = \frac{0,000\,38 \text{ kg}}{19\,300 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,16 \text{ m}^2} \doteq 0,000\,000\,123\,06 \text{ m} \doteq 120 \text{ nm}. \quad \mathbf{2 \text{ body}}$$

Poznámka: Tloušťka udávaná restaurátorkou je 100–125 nm, vypočtený výsledek spadá do tohoto intervalu.

- d) Počet knížek vychází

$$n = \frac{850}{25} = 34,$$

hmotnost zlata potřebného k pozlacení lustru

$$m_2 = n m = 34 \cdot 0,375 \text{ g} = 12,75 \text{ g} \doteq 13 \text{ g}. \quad \mathbf{2 \text{ body}}$$

- e) Pro hmotnost zlata dostáváme

$$m_3 = \rho \cdot 0,75 V = 19,3 \text{ g/cm}^3 \cdot 0,75 \cdot 5,0 \text{ cm}^3 = 72,375 \text{ g} \doteq 72 \text{ g}. \quad \mathbf{2 \text{ body}}$$

FO66G1-2: Tři cyklisté*J. Thomas*

- a) Vzdálenost vypočítáme např. z údajů o Bořkovi, který jede rychlostí $v_1 = 14 \text{ km/h}$ po dobu $t_1 = 11:00 - 9:00 = 2 \text{ h}$, proto vychází

$$l = v_1 t_1 = 14 \text{ km/h} \cdot 2 \text{ h} = 28 \text{ km.} \quad \mathbf{1 \text{ bod}}$$

- b) Vašek jede stejnou dobu $t_1 = 2,0 \text{ h}$, ale ujede vzdálenost $l + d = 28 \text{ km} + 4,0 \text{ km} = 32 \text{ km}$. Jeho průměrná rychlost pak vychází

$$v_3 = \frac{l + d}{t_1} = \frac{32 \text{ km}}{2,0 \text{ h}} = 16 \text{ km/h.} \quad \mathbf{2 \text{ body}}$$

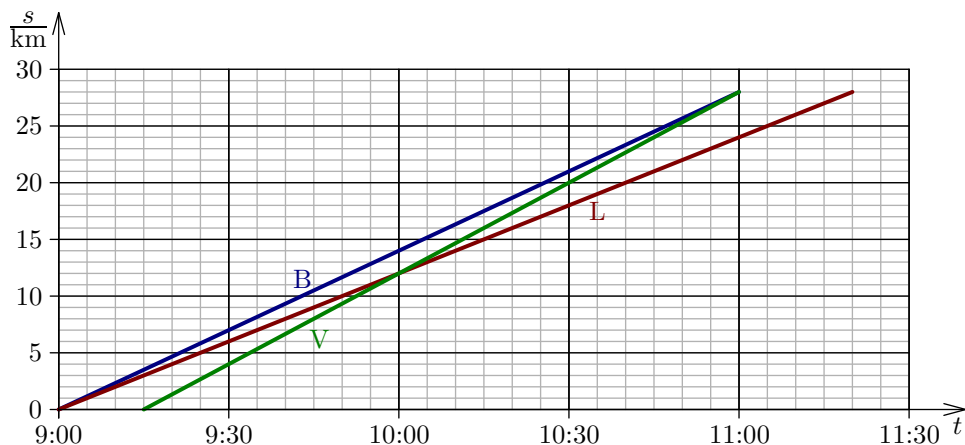
Vzdálenost ze Strážnice do Třebíče $d = 4,0 \text{ km}$ ujede Vašek za čas

$$t_2 = \frac{d}{v_3} = \frac{4,0 \text{ km}}{16 \text{ km/h}} = \frac{1}{4} \text{ h} = 15 \text{ min,}$$

v Třebíči bude v 9:15 h.

1 bod

- c) Příklad grafu je na obr. 1.

4 body

Obr. 1: K úloze FO66G1-2

- d) Nejmenší rychlostí $v_2 = 12 \text{ km/h}$ jede Láďa a cesta z Třebíče do Velkého Meziříčí mu trvala 2 h a 20 min. Zpátky do Třebíče kamarádi dojedou v 16:20 h. Vašek ještě musí ujet zbývající vzdálenost $d = 4,0 \text{ km}$ rychlostí $v_3 = 16 \text{ km/h}$. Domů do Strážnice dojede z Třebíče za čas $t_2 = 15 \text{ min}$, dorazí tak v 16:35 h. **2 body**

FO66G1-3: Čertův kámen*D. Kaštilová*

a) Čert by musel překonat tíhu kamene a působit silou

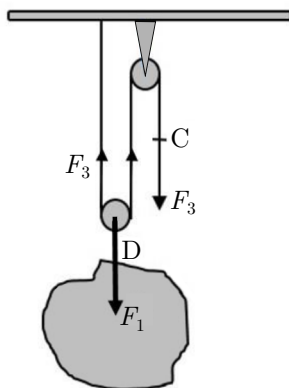
$$F_1 = mg = V \rho g = 0,30 \text{ m}^3 \cdot 2200 \text{ kg/m}^3 \cdot 9,8 \text{ N/kg} = 6468 \text{ N} \doteq 6,5 \text{ kN.} \quad \mathbf{3 \text{ body}}$$

b) Síla, kterou působí kámen na páku v bodě A je $F_1 = 6468 \text{ N}$, rameno síly F_1 je $a_1 = 0,4 \text{ m}$. Rameno hledané síly F_2 , kterou musí čert působit na druhém konci páky je $a_2 = l - a_1 = 2,0 \text{ m} - 0,4 \text{ m} = 1,6 \text{ m}$. Pro rovnováhu na páce platí $F_1 a_1 = F_2 a_2$, odkud získáváme

$$F_2 = \frac{a_1}{a_2} F_1 = \frac{0,4 \text{ m}}{1,6 \text{ m}} \cdot 6468 \text{ N} = 1617 \text{ N} \doteq 1,6 \text{ kN.} \quad \mathbf{4 \text{ body}}$$

c) Tíhová síla kamene F_1 se na volné kladce rozloží na dvě síly o velikosti F_3 (viz obr. 2). Platí

$$F_3 = \frac{F_1}{2} = \frac{6468 \text{ N}}{2} = 3234 \text{ N} \doteq 3,2 \text{ kN.} \quad \mathbf{3 \text{ body}}$$



Obr. 2: K úloze FO66G1-3c

FO66G1-4: Motorový člun*M. Maňásková*

a) V prvním úseku (od počátku 0 s do času 2 s) jde o (rovnoměrně) zrychlený pohyb, velikost rychlosti se zvyšuje.

Ve druhém úseku (od 2 s do 9 s) jde o rovnoměrný pohyb konstantní rychlostí.

Ve třetím úseku (od 9 s do 10 s) jde o (rovnoměrně) zpomalený pohyb, velikost rychlosti se zmenšuje. **3 body**

b) Z grafu vychází, že člun urazí dráhu (plocha pod grafem rychlosti)

$$s_1 = \frac{1}{2} v t_1 = \frac{1}{2} \cdot 1,5 \text{ m/s} \cdot 2,0 \text{ s} = 1,5 \text{ m}$$

za čas $t_1 = 2,0 \text{ s}$, takže průměrná rychlost vychází

$$v_{p1} = \frac{s_1}{t_1} = \frac{1,5 \text{ m}}{2,0 \text{ s}} = 0,75 \text{ m/s.} \quad \mathbf{3 \text{ body}}$$

Poznámka: V tomto případě lze průměrnou rychlost vypočítat jako průměr z počáteční rychlosti v_0 a konečné rychlosti v_1

$$v_{p1} = \frac{v_0 + v_1}{2} = \frac{0,0 \text{ m/s} + 1,5 \text{ m/s}}{2} = 0,75 \text{ m/s}.$$

c) Opět vyjdeme z grafu a vypočítáme plochu pod grafem

$$\begin{aligned} s &= \frac{1}{2} \cdot 1,5 \text{ m/s} \cdot 2,0 \text{ s} + 1,5 \text{ m/s} \cdot (9,0 \text{ s} - 2,0 \text{ s}) + \frac{1}{2} \cdot 1,5 \text{ m/s} \cdot (10 \text{ s} - 9,0 \text{ s}) = \\ &= 12,75 \text{ m} \doteq 13 \text{ m}. \end{aligned}$$

4 body

Poznámka: I v tomto případě můžeme vycházet z průměrných rychlostí v jednotlivých úsecích; již víme, že v prvním úseku byla průměrná rychlost $v_{p1} = 0,75 \text{ m/s}$, ve druhém je stálá rychlost v_1 a ve třetím průměrná rychlost opět $v_{p1} = 0,75 \text{ m/s}$. pro uraženou dráhu pak dostáváme

$$s = 0,75 \text{ m/s} \cdot 2 \text{ s} + 1,5 \text{ m/s} \cdot (9,0 \text{ s} - 2,0 \text{ s}) + 0,75 \text{ m/s} \cdot (10 \text{ s} - 9,0 \text{ s}) = 12,75 \text{ m} \doteq 13 \text{ m}.$$