



Ústřední komise fyzikální olympiády České republiky  
Úlohy krajského kola 59. ročníku FO  
kategorie D

## 1. Vlak a cyklista

Vlak délky  $d = 50$  m se rozjíždí po přímých kolejích se stálým zrychlením o velikosti  $a = 0,90 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ . Souběžně s železnicí vede silnice, po níž se v témže směru pohybuje cyklista stálou rychlostí o velikosti  $v_1 = 11,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Vlak se začíná rozjíždět od okamžiku, kdy cyklista míjí zadní konec vlaku. Zvolme osu  $x$  ve směru pohybu vlaku s počátkem v místě zadního konce stojícího vlaku.

- Sestrojte graf závislosti souřadnice  $x_z$  polohy zadního konce vlaku na čase, graf závislosti souřadnice  $x_p$  polohy předního konce vlaku na čase a graf závislosti souřadnice  $x_c$  polohy hlavy cyklisty na čase, vše na časovém intervalu  $t \in \langle 0 \text{ s}; 26 \text{ s} \rangle$ . Nulový čas volte v okamžiku rozjezdu vlaku.
- Z grafu určete celkovou dobu  $\Delta t$ , po kterou viděl cyklista vlak vedle sebe.
- S využitím grafu určete maximální možnou velikost rychlosti  $v_m$  cyklisty, s níž by se rovnoměrným pohybem před vlak nedostal.

Použijte milimetrový papír formátu A4 v poloze na šířku, volte pro čas měřítko  $1 \text{ cm} \hat{=} 1 \text{ s}$  a pro souřadnici polohy měřítko  $1 \text{ cm} \hat{=} 20 \text{ m}$ .

## 2. Brzdící traktor

Traktor jede po vodorovné, blátem silně znečištěné vozovce a zabrzdí až do zastavení zadními koly tak, že se zablokují a jedou smykem. Přední kola jsou přitom nebrzděná. Během brzdění je pohyb traktoru rovnoměrně zpomalený a přední kola se otočí přesně třikrát. Doba brzdění je  $t = 3,3 \text{ s}$ . Poloměr zadního kola traktoru je  $R = 0,69 \text{ m}$ , poloměr předního  $r = \frac{2}{3}R$ . Během brzdění je poměr tlakových sil zadních a předních kol na vozovku  $3 : 1$ .

- Určete součinitel  $f$  smykového tření.
- Určete frekvence otáčení  $f_p$  a  $f_z$  předního a zadního kola před brzděním.

Řešte nejprve obecně, pak pro dané hodnoty.

### 3. Vlečení kvádrů po sobě

Dva homogenní kvádry stejné hustoty ležící na sobě podle obrázku mají též stejnou šířku a stejnou výšku. Spodní kvádr má délku  $d_0$  a hmotnost  $m_0$ , horní kvádr má délku  $d$ . Součinitel smykového tření mezi kvádry i mezi spodním kvádrem a vodorovnou podložkou je  $f$ .



Obr. 1a)



Obr. 1b)

- K hornímu kvádru je připojené a na opačném konci upevněné lanko v napnutém stavu ve vodorovné poloze (obr. 1a). Určete práci  $W_1$  nutnou k posunutí spodního kvádru tak, aby horní kvádr byl na opačném konci spodního kvádru.
- K oběma kvádrům je připojeno lanko vedené přes pevnou kladku, která se bez tření může otáčet kolem své osy (obr. 1b). Určete práci  $W_2$  nutnou k posunutí spodního kvádru tak, aby horní kvádr byl na opačném konci spodního kvádru.

Řešte nejprve obecně, pak pro hodnoty  $m_0 = 0,750$  kg,  $d_0 = 0,40$  m,  $d = 0,15$  m,  $f = 0,30$ ,  $g = 9,81$  m  $\cdot$  s $^{-2}$ .

### 4. Automobil

Automobil o hmotnosti  $m = 1\,600$  kg se pohybuje po silnici s kopce se stálým sklonem s konstantním výkonem tahové síly  $P_1 = 6,5$  kW rychlostí o velikosti  $v_1 = 60$  km  $\cdot$  h $^{-1}$ . Přitom proti pohybu působí síla odporu vzduchu, jejíž velikost je přímo úměrná druhé mocnině velikosti rychlosti  $F_{odp} = kv^2$ , kde  $k$  je konstanta. Současně proti pohybu působí síla valivého odporu o velikosti  $F_v = 300$  N. Složka tíhové síly automobilu ve směru pohybu má stejnou velikost, to znamená, že se se silou valivého odporu vzájemně ruší. Tíhové zrychlení je  $g = 9,81$  m  $\cdot$  s $^{-2}$ .

- Určete klesání silnice  $\frac{h}{s}$ , kde  $h$  je výška a  $s$  dráha.
- Určete výkon  $P_2$  tahové síly při rychlosti o velikosti  $v_2 = 90$  km  $\cdot$  h $^{-1}$ .
- Určete velikost  $v_{\max}$  maximální rychlosti, kterou se může automobil pohybovat při svém maximálním výkonu tahové síly  $P_{\max} = 74$  kW.
- Určete velikost zrychlení  $a_1$ , jestliže automobil při rychlosti  $v_1 = 60$  km  $\cdot$  h $^{-1}$  začne při maximálním výkonu  $P_{\max}$  zrychlovat.