



Ústřední komise fyzikální olympiády České republiky  
Úlohy krajského kola 58. ročníku FO  
kategorie D

## 1. Vagón a běžec

Lokomotiva roztláčila vagón, který se po přímé trati s konstantním stoupáním pohybuje samostatně. V okamžiku, kdy vagón během jízdy do kopce mine svým předním koncem kilometrovník při rychlosti o velikosti  $v_0 = 9,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ , začneme měřit čas. Vagón stejným koncem mine při jízdě zpět kilometrovník podruhé v čase 27 s, přičemž vlivem valivého odporu je doba jízdy nahoru o 3,0 sekundy kratší než doba jízdy dolů. Zvolme osu  $x$  ve směru stoupající trati s počátkem v místě kilometrovníku. Podél trati vede přímá stezka, po níž se s kopce ke kilometrovníku pohybuje stálou rychlostí běžec. V čase 0 s se nachází ve vzdálenosti 90 m od kilometrovníku.

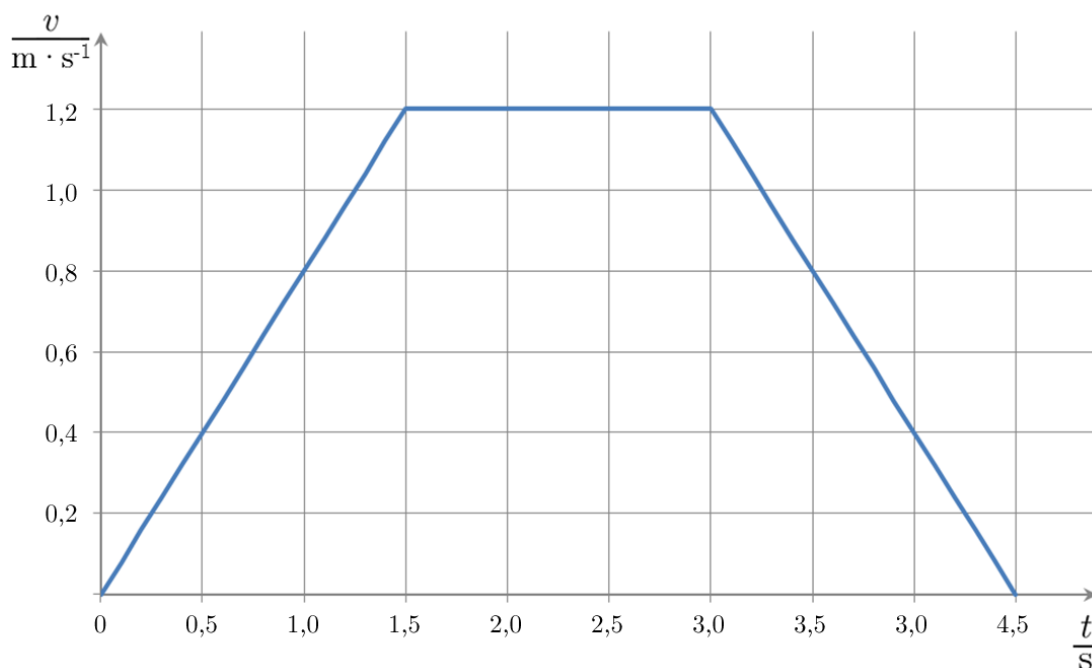
- Určete dobu  $\Delta t_1$  jízdy do kopce a dobu  $\Delta t_2$  jízdy s kopce.
- Určete velikost zrychlení  $a_1$  vagónu při jízdě do kopce a velikost zrychlení  $a_2$  při jízdě s kopce.
- Sestrojte na milimetrový papír graf závislosti polohy předního konce vagónu na čase během jeho jízdy nahoru a zpět, tj. graf funkce  $x = x(t)$ . Měřítka na svislé ose volte tak, aby bylo možné vynést i hodnotu  $x = 90 \text{ m}$ .
- Určete s přesností na dvě platné číslice s využitím sestaveného grafu velikost rychlosti běžce, jestliže se během pohybu dvakrát ocitl na úrovni předního okraje vagónu.

## 2. Výtah

Osobní výtah tvoří kabina o hmotnosti  $m_0 = 300 \text{ kg}$  zavěšená na laně vedeném přes pevnou kladku poháněnou elektromotorem a železobetonový panel o téže hmotnosti  $m_0$  zavěšený na opačném konci lana jako protizávaží. Do kabiny nastoupil člověk o hmotnosti  $m = 80 \text{ kg}$  a cestoval nahoru do následujícího patra. Závislost rychlosti výtahu na čase udává graf.

- Určete práci  $W_1$  elektromotoru během zrychlování výtahu, práci  $W_2$  elektromotoru během rovnoměrného pohybu výtahu a práci  $W_3$  elektromotoru během zpomalování výtahu.
- Určete průměrný výkon  $P$  elektromotoru během celé jízdy výtahu a maximální okamžitý výkon  $P_{\text{max}}$  elektromotoru během jeho činnosti.

Tíhové zrychlení je  $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ . Třecí síly a hmotnosti kladky a lana považujte za zanedbatelné.



### 3. Rozhledna

Z rozhledny z místa ve výšce  $h_0 = 19$  m nad zemí hodíme míček svisle dolů tak, že dopadne za čas  $t_1 = 1,3$  s.

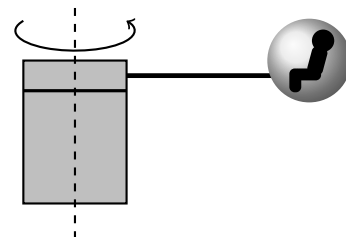
- Určete velikost počáteční rychlosti  $v_0$ .
- Určete, v jaké vzdálenosti  $d$  od paty věže dopadne, hodíme-li jej rychlostí o stejné velikosti  $v_0$  vodorovně.
- Určete dobu letu  $t_2$ , hodíme-li míček rychlostí stejné velikosti  $v_0$  svisle vzhůru.
- Určete ve všech třech případech velikost rychlosti dopadu  $v_{d1}$ ,  $v_{d2}$  a  $v_{d3}$ .

Řešte nejprve obecně, pak pro dané hodnoty. V obecném řešení částí b), c), d) považujte veličinu  $v_0$  za známou. Tíhové zrychlení je  $g = 9,81$  m · s<sup>-2</sup>. Odpor vzduchu zanedbejte.

### 4. Centrifuga

Centrifugu pro výcvik kosmonautů tvoří kabina umístěná na konci vodorovného ramene. Druhý konec ramene je spojen s rotorem elektromotoru se svislou osou otáčení. Kosmonaut o hmotnosti  $m$  v kabině obíhá po vodorovné kružnici o poloměru  $r$ .

- Kabina obíhá s frekvencí  $f$ . Určete velikost setrvačné odstředivé síly působící v rotující soustavě na kosmonauta.
- Určete při frekvenci  $f$  přetížení  $k = \frac{F}{F_G}$ , kde  $F$  je velikost výslednice tíhové a setrvačné odstředivé síly působící na kosmonauta v rotující soustavě.
- Určete periodu  $T_k$ , při níž kosmonaut pociťuje  $k$ -násobné přetížení.



Řešte nejprve obecně, pak pro hodnoty  $m = 70$  kg,  $r = 4,5$  m,  $f = 0,35$  Hz,  $g = 9,81$  m · s<sup>-2</sup>. Periody  $T_k$  v části c) vypočtete pro  $k = 2, 3, 4, 5, 6$ .