



Ústřední komise fyzikální olympiády České republiky  
Úlohy krajského kola 49. ročníku FO  
kategorie D

Ve všech úlohách počítejte s tíhovým zrychlením  $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ .

### 1. Cyklistická časovka

Cyklistická časovka jednotlivců se jela na tři okruhy, délka okruhu je 8 730 m. Závodník A si po každém okruhu vynuloval svůj computer a zaznamenal na jednotlivých okruzích průměrné rychlosti  $v_{A1} = 31,82 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ,  $v_{A2} = 32,36 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ ,  $v_{A3} = 31,29 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Závodník B měl po dvou okruzích průměrnou rychlost  $v_{B12} = 33,12 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  a na třetím okruhu průměrnou rychlost  $v_{B3} = 29,74 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Závodník C zaznamenal na prvním okruhu průměrnou rychlost  $v_{C1} = 31,71 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$  a na zbývajících trati průměrnou rychlost  $v_{C23} = 32,28 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . Závodník D měl průměrnou rychlost na celé trati  $v_D = 32,04 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ .

- Určete pořadí závodníků v závodě a dosažené časy.
- Vyjádřete obecně průměrné rychlosti závodníků A, B a C pomocí průměrných rychlostí na daných úsecích a vypočtěte je.

### 2. Dveře ve vlaku

Vlak jel po přímé vodorovné trati rychlostí o velikosti  $v_1 = 81,0 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ . V jednom z vagonů seděl cestující v kupé, jehož dveře byly zcela vysunuty proti směru jízdy, čím vznikl průchod šířky  $d = 0,80 \text{ m}$ . V okamžiku vjezdu cestujícího do tunelu délky  $l = 75 \text{ m}$  vlak náhle začal brzdit tak, že během času  $t_1 = 2,00 \text{ s}$  rovnoměrně zpomaleným pohybem zmenšil velikost rychlosti na hodnotu  $v_2 = 72,0 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ , kterou se pak pohyboval dále. Zjistěte postupnými výpočty, v jaké poloze a v jakém pohybovém stavu vzhledem k vlaku byly dveře v okamžiku, kdy cestující opouštěl tunel. Hmotnost dveří je  $m = 20,0 \text{ kg}$ , velikost třecí síly působící proti pohybu při zavírání je  $F_t = 21,0 \text{ N}$ .

### 3. Dva chlapci

Dva chlapci stojí proti sobě na svých skateboardech. Jeden z nich drží v rukou medicinbal o hmotnosti  $m$  a vrhne jej vodorovným směrem do náruče druhého rychlostí o velikosti  $v$  vzhledem k zemi. Hmotnost každého chlapce se skateboardem je  $m_0$ .

- Určete velikosti  $v_1$  a  $v_2$  rychlostí vzhledem k zemi, které získá každý z chlapců.
- Určete práci, kterou první chlapec hozením medicinbalu vykoná.
- Určete, jaká část této práce se zachová ve formě kinetické energie, tj. poměr konečné kinetické energie soustavy všech těles a práce vykonané prvním chlapcem.

Řešte nejprve obecně, pak pro hodnoty  $m_0 = 60$  kg,  $m = 4,0$  kg,  $v = 2,4$  m·s<sup>-1</sup>.

### 4. Země a Mars

Země a Mars obíhají kolem Slunce po elipsách s periodami oběhu  $T_Z = 365,25$  d a  $T_M = 683,0$  d. Pro jednoduchost dále předpokládejme, že trajektorie obou planet tvoří kružnice ležící v téže rovině. Poloměr trajektorie Země je  $r_Z = 149,6 \cdot 10^6$  km.

- Určete z údajů v zadání poloměr  $r_M$  trajektorie Marsu.
- V budoucnu se očekává přistání člověka na Marsu. Ke vzájemné komunikaci mezi Zemí a kosmickou lodí se používá elektromagnetické vlnění, jehož rychlost ve vakuu je  $c = 3,00 \cdot 10^8$  m·s<sup>-1</sup>. Během oběhu planet kolem Slunce se jejich vzájemná vzdálenost periodicky mění. Určete doby  $t_{\min}$  a  $t_{\max}$ , za které elektromagnetický signál urazí minimální a maximální vzdálenost mezi Zemí a Marsem.
- Určete dobu  $T$ , za kterou se změní vzdálenost mezi Marsem a Zemí z minimální na maximální.
- Určete z údajů v zadání hmotnost Slunce.

Řešte nejprve obecně, pak pro dané číselné hodnoty.