Ústřední komise fyzikální olympiády České republiky

Úlohy krajského kola 49. ročníku FO kategorie D

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

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 $v_{\mathrm{A1}} = 31{,}82\ \mathrm{km} \cdot \mathrm{h}^{-1}$, $v_{\mathrm{A2}} = 32{,}36\ \mathrm{km} \cdot \mathrm{h}^{-1}$, $v_{\mathrm{A3}} = 31{,}29\ \mathrm{km} \cdot \mathrm{h}^{-1}$. Závodník B měl po dvou okruzích průměrnou rychlost $v_{\mathrm{B12}} = 33{,}12\ \mathrm{km} \cdot \mathrm{h}^{-1}$ a na třetím okruhu průměrnou rychlost $v_{\mathrm{B3}} = 29{,}74\ \mathrm{km} \cdot \mathrm{h}^{-1}$. Závodník C zaznamenal na prvním okruhu průměrnou rychlost $v_{\mathrm{C1}} = 31{,}71\ \mathrm{km} \cdot \mathrm{h}^{-1}$ a na zbývající trati průměrnou rychlost $v_{\mathrm{C23}} = 32{,}28\ \mathrm{km} \cdot \mathrm{h}^{-1}$. Závodník D měl průměrnou rychlost na celé trati $v_{\mathrm{D}} = 32{,}04\ \mathrm{km} \cdot \mathrm{h}^{-1}$.

a) Určete pořadí závodníků v závodě a dosažené časy.

b) 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 $v_1 = 81{,}0\ \mathrm{km} \cdot \mathrm{h}^{-1}$. V jednom z vagónů seděl cestující v kupé, jehož dveře byly zcela vysunuty proti směru jízdy, čím vznikl průchod šířky $d = 0{,}80$ m. V okamžiku vjezdu cestujícího do tunelu délky $l = 75$ m vlak náhle začal brzdit tak, že během času $t_1 = 2{,}00$ s rovnoměrně zpomaleným pohybem zmenšil velikost rychlosti na hodnotu $v_2 = 72{,}0\ \mathrm{km} \cdot \mathrm{h}^{-1}$, 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 $m = 20{,}0$ kg, velikost třecí síly působící proti pohybu při zavírání je $F_{\mathrm{t}} = 21{,}0$ 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.

a) Určete velikosti v_1 a v_2 rychlostí vzhledem k zemi, které získá každý z chlapců.

b) Určete práci, kterou první chlapec hozením medicinbalu vykoná.

c) 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, $v = 2{,}4\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$.

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.

a) Určete z údajů v zadání poloměr r_M trajektorie Marsu.

b) 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 $c = 3{,}00 \cdot 10^8\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$. 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.

c) Určete dobu T, za kterou se změní vzdálenost mezi Marsem a Zemí z minimální na maximální.

d) Určete z údajů v zadání hmotnost Slunce.

Řešte nejprve obecně, pak pro dané číselné hodnoty.