

## Úlohy 2. kola 35. ročníku fyzikální olympiády

### Kategorie D

1. Německý sportovec Ulf Timmermann vytvořil v roce 1988 světový rekord ve vrhu koulí  $l = 23,06 \text{ m}$ . (22. května, Řecko). Hmotnost koule je  $m = 7,26 \text{ kg}$ .

- (a) Jak velkou počáteční rychlost  $v_0$  světový rekordman kouli udělil?
- (b) Určete dobu  $t_2$  letu koule.
- (c) Jaká byla její maximální výška  $h$ ?
- (d) Určete průměrnou rychlost koule ve vodorovném směru  $v_{xs}$ .
- (e) Určete průměrnou rychlost koule ve svislém směru  $v_{ys}$ .
- (f) V kterém bodu své dráhy měla koule maximální energii?

Při řešení úlohy si situaci trochu zjednodušíme, zanedbáme působení odporu vzduchu a výšku závodníka budeme považovat za velmi malou - jako kdyby kouli vrhal z nulové počáteční výšky. Předpokládáme, že zvolil optimální elevační úhel. Hodnota tíhového zrychlení  $g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ .

2. Na kvádr o hmotnosti  $m$ , který ležel v klidu na vodorovné ploše, začala ve vodorovném směru působit stálá síla  $F$  a za dobu  $t_1$  jej přemístila do vzdálenosti  $s_1$ . Pak přestala síla působit, kvádr se dál pohyboval setrvačností a zastavil se po překonání brzděné dráhy  $s_2$ .

- (a) Charakterizujte několika slovy obě části pohybu kvádrů.
- (b) Určete maximální rychlost kvádrů  $v_m$ .
- (c) Určete brzdňou dobu  $t_2$  a průměrnou rychlost celého pohybu  $v_s$ .
- (d) Nakreslete graf závislosti rychlosti na čase a v něm vyznačte geometrický útvar, který modeluje (znázorňuje) celkovou dráhu  $s$ .
- (e) Určete velikost třecí síly  $F_t$ , která působila proti pohybu a velikost síly  $F$ , která na kvádr působila v první části pohybu.
- (f) Určete velikost součinitele tření mezi kvádrem a vodorovnou plochou.
- (g) Jaké teplo při popisovaném pohybu vzniklo?

Řešte obecně, potom pro hodnoty:  $m = 1,00 \text{ kg}$ ,  $t_1 = 3,0 \text{ s}$ ,  $s_1 = 2,5 \text{ m}$ ,  $s_2 = 3,8 \text{ m}$ ,  $g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ .

3. Volně padající těleso přeletělo před oknem výškové budovy za dobu  $t$ . Výška okna je  $b$ .

- (a) Určete rychlosti tělesa při horním okraji  $v_1$  a při dolním okraji  $v_2$ .
- (b) Jakou dobu  $t_1$  padalo těleso do okamžiku, kdy se objevilo při horním okraji okna?
- (c) Z jaké výšky  $h$  od dolního okraje okna bylo těleso spuštěno?
- (d) Jak velkou rychlostí  $v_3$  dopadne těleso na zem, je-li dolní okraj okna ve výšce  $c$  nad zemí?

Řešte obecně, potom pro hodnoty:  $t = 0,100 \text{ s}$ ,  $b = 2,10 \text{ m}$ ,  $c = 30,0 \text{ m}$ ,  $g = 9,80 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ .

4. Vnitřní objem duté měděné polokoule je  $V_1$ . Položíme-li polokouli na vodu, plave tak, že její dolní část se ponoří pod hladinu vody do houbky  $h = 0,5R$ , kde  $R$  je vnější poloměr polokoule.

- (a) Určete vnitřní poloměr polokoule  $r$ .
- (b) Určete vnější poloměr polokoule  $R$ .
- (c) Určete hmotnost  $m$  měděné polokoule.
- (d) Určete objem vody  $V_2$ , který můžeme nalít do plovoucí polokoule, aby se ještě nepotopila.

Řešte obecně a pro hodnoty: hustota mědi je  $\rho_{Cu} = 8,9 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ , hustota vody  $\rho_0 = 1,00 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ,  $V_1 = 2,00 \text{ dm}^3$ .

Návod: Objem kulové úseče můžeme vypočítat podle vztahu:

$$V = \pi h^2 R - \frac{\pi h^3}{3}.$$