



Ústřední výbor fyzikální olympiády České republiky  
**Úlohy regionálního kola 41. ročníku FO  
kategorie D**

1. Automobilista (A), běžec (B) a cyklista (C) se pohybují po přímé silnici v téže směru podle grafů tak, že v čase  $t = 0$  jsou všichni vedle sebe. Užitím hodnot odečtených z grafů řešte co nejpřesněji následující úkoly:
- Určete velikost okamžitého zrychlení každého pohybu v čase  $t_1 = 10$  s.
  - Určete jejich pořadí v časech  $t_1 = 10$  s a  $t_2 = 25$  s.
  - Určete čas  $t_3$ , v němž se běžec a automobilista opět octnou vedle sebe.
  - Určete čas  $t_4$ , v němž se cyklista zastaví.
  - Určete průměrnou rychlost  $v_p$  automobilisty v časovém intervalu  $\langle 0 \text{ s}, 20 \text{ s} \rangle$ .
  - Určete maximální vzdálenost  $d$  mezi automobilistou a běžcem do jejich opětného setkání.
  - Určete čas  $t_5$ , v němž je velikost okamžitého zrychlení automobilu  $\frac{1}{3} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ .

*Poznámka: Číselné výsledky budou posuzovány s tolerancí 5 %.*

2. Na přímých vodorovných kolejích stojí vagón o hmotnosti  $m$ . Ve vzdálenosti  $s_1$  za vagónem stojí lokomotiva o hmotnosti  $3m$ . Lokomotiva se začne působením stálé síly rozjíždět a v čase  $t_1$  od počátku pohybu narazí do vagónu. Po dokonale pružné srážce oba vozy pokračují v pohybu. Lokomotiva je během celého uvažovaného pohybu poháněna stálou silou.
- Určete rychlost  $v_1$  lokomotivy bezprostředně před nárazem.
  - Určete rychlost  $v'_1$  lokomotivy a  $v'_2$  vagónu bezprostředně po nárazu.
  - Určete čas  $t_2$ , který uplyne od uvažované srážky do příští srážky.
  - Určete dráhu  $s_2$  mezi první a druhou srážkou.
  - Určete, jakou část své kinetické energie předala lokomotiva vagónu během první srážky.
  - Sestrojte do téhož obrázku grafy závislosti rychlosti vagónu na čase a rychlosti lokomotivy na čase do okamžiku druhé srážky.

3. Ve vrhačském kruhu roztáčí atlet kladivo o hmotnosti  $m = 7,25$  kg, které po uvolnění vylétne pod elevačním úhlem  $\alpha = 45^\circ$ . Délka vrhu je  $d = 80,0$  m. Při roztáčení je těžiště kladiva ve vzdálenosti  $r = 1,8$  m od osy otáčení. Tíhové zrychlení je  $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ . Výšku kladiva nad zemí v okamžiku uvolnění považujte za nulovou. Odpor vzduchu zanedbejte.

- Určete dobu  $t_1$  letu kladiva.
- Určete počáteční rychlost  $v_0$  letu kladiva.
- Určete maximální výšku  $h$  vrhu.
- Určete velikost  $F$  síly, kterou působí kladivo na ruce atleta bezprostředně před jeho uvolněním.
- Určete periodu poslední otočky za předpokladu, že se při poslední otočce pohybuje těžiště kladiva rovnoměrně po kružnici.

Každou úlohu řešte nejprve obecně, pak pro zadané číselné hodnoty. Při řešení možno využít vztah  $\sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cos \alpha$ .

4. Umělá družice se dostala na kruhovou oběžnou dráhu o poloměru  $r = 10\,000$  km kolem Země. Družice se skládá z vlastní družice o hmotnosti  $m_1 = 50$  kg a ochranného štítu o hmotnosti  $m_2 = 10$  kg. Štít se odhazuje dopředu ve směru pohybu uvolněním stlačených pružin. Při pozemních zkouškách upevněné družice pružiny udělily štítu rychlost  $v_0 = 6,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Hmotnost Země je  $M = 5,98 \cdot 10^{24}$  kg, gravitační konstanta  $\varkappa = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$ .

- Určete dobu  $T$  oběhu družice před oddělením.
- Nakreslete obrázek Země a kruhové trajektorie družice před oddělením pláště. Do téhož obrázku přibližně nakreslete trajektorie jejích částí po oddělení.
- Která z částí původní družice se do místa oddělení vrátí dříve? Odpověď zdůvodněte.
- Určete vzájemnou rychlost  $w$  družice a štítu bezprostředně po oddělení na oběžné dráze.

Řešte nejprve obecně, pak pro dané číselné hodnoty.

