



Ústřední výbor fyzikální olympiády České republiky  
**Úlohy regionálního kola 44. ročníku FO  
kategorie D**

1. Hmotný bod se pohybuje z klidu rovnoměrně zrychleně tak, že během 2. sekundy (tj. od času 1 s do času 2 s) urazí dráhu 3 m.
- Určete dráhu uraženou během 3. sekundy.
  - Určete okamžitou rychlost v čase 3 s.
  - Určete průměrnou rychlost za první 3 sekundy pohybu.
  - Určete průměrnou rychlost na prvních 2 metrech uražené dráhy.
  - Určete okamžitou rychlost ve vzdálenosti 3 m od startu.
  - Určete časový interval délky 1 s, během něhož urazí hmotný bod dráhu 2 m.
  - Určete dráhu uraženou hmotným bodem do okamžiku dosažení rychlosti  $3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Úlohy řešte libovolným způsobem, obecné řešení se nepožaduje.

2. Na sedačce kolotoče v parku sedí malé děvčátko o hmotnosti  $m = 14 \text{ kg}$ . Jeho těžiště obíhá po kružnici o poloměru  $r = 1,9 \text{ m}$ . Otec roztočil kolotoč tak, že okamžitá rychlost těžiště děvčete dosáhla velikosti  $v_0 = 3,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Kolotoč se pak otáčel setrvačností rovnoměrně zpomaleným pohybem po dobu  $\Delta t = 43 \text{ s}$  až do úplného zastavení.
- Určete počet otáček, které kolotoč vykonal během zastavování.
  - Určete velikost  $a_t$  tečného zrychlení a velikost  $a_d$  dostředivého zrychlení těžiště děvčete na počátku zastavování.
  - Určete čas  $t_1$ , v němž se velikosti tečného a dostředivého zrychlení rovnají.
  - Určete velikost  $F_s$  setrvačné síly působící na děvče v čase  $t_1$ .
  - Nakreslete ve vhodném měřítku trajektorii těžiště děvčete, zvolte směr obíhání a polohu těžiště děvčete v čase  $t_1$ . Vyznačte vektor setrvačné síly, která na děvče působí v čase  $t_1$ .

Řešte nejprve obecně, pak pro dané číselné hodnoty.

3. Kámen vržený vodorovně z rozhledny výšky  $h$  dopadl do vzdálenosti  $d$  od paty věže.
- Určete úhel  $\alpha$  dopadu (úhel mezi vodorovnou rovinou a vektorem rychlosti v okamžiku dopadu).
  - Určete velikost  $v_1$  rychlosti dopadu.

- c) Určete maximální vzdálenost  $d'$  do které bychom dohodili kámen stejně velkou počáteční rychlostí šikmým vrhem, kdybychom stáli ve vodorovné rovině dopadu. Výšku člověka vzhledem k rozměrům trajektorie zanedbejte.

Řešte nejprve obecně, pak pro hodnoty  $h = 26,0$  m,  $d = 47,0$  m,  $g = 9,81$  m·s<sup>-2</sup>.

4. Před prvním přistáním člověka na Měsíci v roce 1969 se kosmická loď Apollo 11 s astronauty Armstrongem, Aldrinem a Collinsem nejprve dostala na parkovací trajektorii kolem Měsíce, která měla přibližně tvar kružnice, a obíhala s periodou  $T=1$  h 59 min. Poloměr Měsíce je  $R = 1737$  km, hmotnost Měsíce  $M = 7,37 \cdot 10^{22}$  kg, gravitační konstanta  $\kappa = 6,67 \cdot 10^{-11}$  N·kg<sup>-2</sup>·m<sup>2</sup>.
- a) Určete výšku  $h$  kosmické lodi na parkovací trajektorii za předpokladu, že má přesně tvar kružnice.
- b) Za stejného předpokladu určete velikost  $v$  obvodové rychlosti kosmické lodi na parkovací trajektorii.
- c) Kosmická loď byla složena z měsíčního modulu určeného k přistání na Měsíci a velitelské sekce, která nadále obíhala po parkovací trajektorii. Po jejich rozpojení se měsíční modul musel před vlastním přistávacím manévrem přiblížit po eliptické trajektorii k povrchu Měsíce. Popište způsob, jak mohli astronauti tohoto cíle dosáhnout.
- d) Určete nejkratší možnou dobu oběhu  $T'$  jakékoliv družice kolem Měsíce.

Řešte nejprve obecně, pak pro dané hodnoty.