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.

a) Určete dráhu uraženou během 3. sekundy.
b) Určete okamžitou rychlost v čase 3 s.
c) Určete průměrnou rychlost za první 3 sekundy pohybu.
d) Určete průměrnou rychlost na prvních 2 metrech uražené dráhy.
e) Určete okamžitou rychlost ve vzdálenosti 3 m od startu.
f) Určete časový interval délky 1 s, během něhož urazí hmotný bod dráhu 2 m.
g) Určete dráhu uraženou hmotným bodem do okamžiku dosažení rychlosti $3\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$.

Úlohy řešte libovolným způsobem, obecné řešení se nepožaduje.

2. Na sedačce kolotoče v parku sedí malé děvčátko o hmotnosti $m = 14$ kg. Jeho těžiště obíhá po kružnici o poloměru $r = 1{,}9$ m. Otec roztočil kolotoč tak, že okamžitá rychlost těžiště děvčete dosáhla velikosti $v_0 = 3{,}1\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$. Kolotoč se pak otáčel setrvačností rovnoměrně zpomaleným pohybem po dobu $\Delta t = 43$ s až do úplného zastavení.

a) Určete počet otáček, které kolotoč vykonal během zastavování.
b) Určete velikost a_t tečného zrychlení a velikost a_d dostředivého zrychlení těžiště děvčete na počátku zastavování.
c) Určete čas t_1, v němž se velikosti tečného a dostředivého zrychlení rovnají.
d) Určete velikost F_s setrvačné síly působící na děvče v čase t_1.
e) 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.

a) Určete úhel α dopadu (úhel mezi vodorovnou rovinou a vektorem rychlosti v okamžiku dopadu).
b) 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 tradjektorie zanedbejte.

Řešte nejprve obecně, pak pro hodnoty $h = 26{,}0\ \mathrm{m}$, $d = 47{,}0\ \mathrm{m}$, $g = 9{,}81\ \mathrm{m{\cdot}s^{-2}}$.

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 $R = 1\,737$ km, hmotnost Měsíce $M = 7{,}37 \cdot 10^{22}$ kg, gravitační konstanta $\varkappa = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ \mathrm{N \cdot kg^{-2} \cdot m^2}$.

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.