Ústřední výbor fyzikální olympiády České republiky

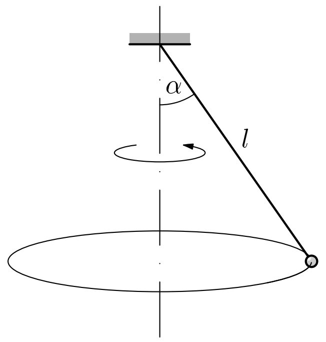
Úlohy regionálního kola 46. ročníku FO kategorie D

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

1. Kónické kyvadlo tvoří kulička zavěšená na vlákně délky $l = 1{,}20$ m, která ve vodorovné rovině opisuje kružnici (obr. 1). Vlákno se přetrhne, pokud velikost tahové síly překročí dvojnásobek velikosti tíhové síly kuličky.

a) Určete maximální úhel α_m, o který může být závěs odchýlen od svislého směru. Určete obecně i číselně velikost rychlosti, kterou se kulička v takovém případě pohybuje.

b) Určete obecně i číselně podmínku pro periodu, se kterou se může kulička pohybovat při různých hodnotách úhlu α.



Obr. 1

2. Dva automobily stojící vedle sebe se ve stejném okamžiku $t = 0$ začínají rozjíždět v témže směru. Vozidlo A urazí nejprve rovnoměrně zrychleným pohybem se zrychlením o velikosti $a_1 = 2{,}8\ \mathrm{m \cdot s^{-2}}$ dráhu $s_1 = 35$ m a dále se pohybuje rovnoměrným pohybem. Vozidlo B dosáhne rovnoměrně zrychleným pohybem v čase $t_2 = 12$ s konečné rychlosti $v_2 = 16\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$, pak se též pohybuje rovnoměrným pohybem.

a) Sestrojte pro obě vozidla do téhož obrázku graf závislosti rychlosti na čase od počátku pohybu do času 20 s.

b) V grafu vyznačte maximální vzdálenost d_max mezi vozidly a vypočtěte ji.

c) Vypočtěte maximální velikost vzájemné rychlosti obou vozidel.

d) Vypočtěte čas t_3, kdy se vozidla opět ocitnou vedle sebe.

3. Na hladině vody jsou dvě loďky v klidu záděmi u sebe. V každé sedí chlapec. Chlapec na první loďce o celkové hmotnosti m_1 tlačí pádlem konstantní silou po dobu Δt do druhé loďky o celkové hmotnosti m_2. Druhá loďka tak dosáhne vzhledem k hladině vody rychlosti o velikosti v_2.

a) Určete konečnou velikost vzájemné rychlosti v obou loděk.

b) Určete velikost F síly, kterou chlapec působil.

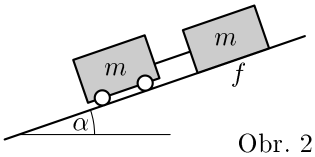
c) Určete změnu vzdálenosti Δd mezi loďkami během silového působení chlapce.

d) Určete práci W, kterou chlapec během působení síly F vykonal.

e) Určete poměr kinetických energií druhé a první loďky.

Odporové síly zanedbejte. Řešte nejprve obecně, pak pro hodnoty $m_1 = 240$ kg, $m_2 = 160$ kg, $v_2 = 0{,}90\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$, $\Delta t = 1{,}5$ s.

4. Nakloněná rovina má sklon α a délku d. Vozík o hmotnosti m sjíždí po nakloněné rovině a vleče za sebou kvádr o stejné hmotnosti m (obr. 2). Součinitel smykového tření mezi kvádrem a nakloněnou rovinou je f.



Obr. 2

a) Jakou podmínku musí splňovat součinitel smykového tření, aby soustava konala rovnoměrně zrychlený pohyb? Ověřte, že podmínka je splněna pro dané hodnoty.

b) Určete dobu t, za kterou sjede vozík s vlečeným kvádrem po nakloněné rovině, a velikost v jeho rychlosti na konci nakloněné roviny.

c) Určete velikost síly, kterou je za pohybu napínáno vlákno spojující vozík s kvádrem.

d) Určete velikost síly, kterou by bylo vlákno napnuto, kdyby součinitel smykového tření byl tak velký, že by se soustava nerozjela.

Řešte obecně a pro číselné hodnoty $\alpha = 19°$, $d = 3{,}4$ m, $m = 1{,}5$ kg, $f = 0{,}60$. Valivý odpor kol vozíku a odpor vzduchu považujte za zanedbatelné. Zanedbejte také rozměry vozíku a kvádru v porovnání s délkou nakloněné roviny.