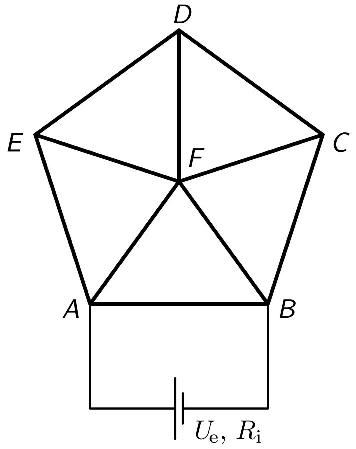
Ústřední výbor fyzikální olympiády České republiky
Nám. Svobody, 501 91 Hradec Králové

Úlohy regionálního kola 37. ročníku FO kategorie B

1. Ke svorkám stejnosměrného zdroje o elektromotorickém napětí $U_\mathrm{e} = 15{,}0$ V je připojena drátěná mřížka $ABCDEF$ (obr. 1), ve které mají všechny dráty (spojnice uzlů) stejný odpor $R = 5{,}0\ \Omega$. Vnitřní odpor zdroje je $R_\mathrm{i} = 1{,}20\ \Omega$. (V něm jsou zahrnuty i odpory vodičů, kterými je zdroj připojen k uzlům A, B.) Určete proudy, které procházejí jednotlivými větvemi sítě.



Obr. 1

2. V inerciální vztažné soustavě v beztížném stavu letí kulička o hmotnosti m_1 rovnoměrným přímočarým pohybem o rychlosti $\boldsymbol{v}_1$. V čase $t = 0$ proletěla bodem A a pohybuje se směrem k bodu B. Ten se nachází ve vzdálenosti l a kulička by jej dosáhla v čase t_1. Z bodu A je třeba vypustit za první kuličkou druhou kuličku o hmotnosti m_2 stálou rychlostí $\boldsymbol{v}_2$ tak, aby první kulička dosáhla bodu B v čase $t_2 < t_1$.

a) Určete čas t_x, ve kterém je třeba vypustit druhou kuličku při dokonale nepružné srážce.

b) Určete čas t_y, ve kterém je třeba vypustit druhou kuličku při dokonale pružné srážce.

c) Jaké nejkratší doby t_2 můžeme v obou případech dosáhnout?

Ráz kuliček považujeme za přímý středový; rozměry kuliček vzhledem ke vzdálenosti l zanedbáváme. Doba srážky je zanedbatelně malá vzhledem k ostatním ostatním dobám.
Řešte nejprve obecně a potom pro hodnoty: $m_1 = 300$ g, $m_2 = 200$ g, $v_1 = 1{,}5\ \mathrm{m{\cdot}s^{-1}}$, $v_2 = 15\ \mathrm{m{\cdot}s^{-1}}$, $l = 6{,}00$ m, $t_2 = 2{,}00$ s.

3. Na dvou stejných rovnoběžných válcích, které se otáčejí opačnými směry stejnou úhlovou rychlostí, leží vodorovně v klidu homogenní dřevěná deska o hmotnosti m. Vzdálenost os válců je l, součinitel smykového tření mezi válci a deskou je f. V okamžiku $t = 0$ položíme na desku závaží o hmotnosti M tak, že jeho těžiště je nad osou levého válce (obr. 2).

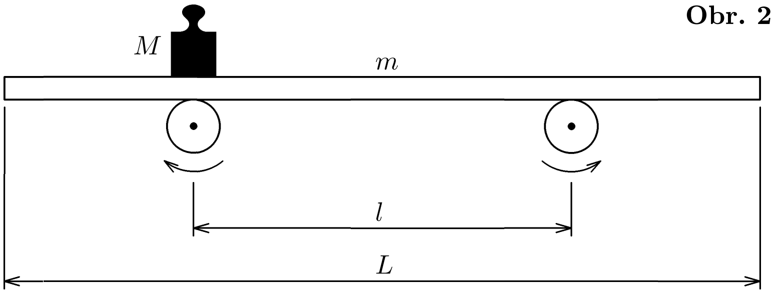
a) Určete vodorovnou vzdálenost d těžiště závaží od osy levého válce v nové rovnovážné poloze.

b) Určete závislost výslednice $\boldsymbol{F}$ sil působících na desku na výchylce x z rovnovážné polohy a ukažte, že deska bude konat harmonický kmitavý pohyb.

c) Určete periodu T kmitů desky, amplitudu výchylky x_{m} a velikost v_{m} rychlosti desky při průchodu rovnovážnou polohou.

d) Předpokládáme, že závaží po desce neklouže. Jak velký musí být součinitel f' smykového tření mezi závažím a deskou?

e) Jaká musí být celková délka desky L, aby se kmity mohly uskutečnit?



Obr. 2

4. Cyklista, jehož hmotnost i s kolem je 95 kg, sjíždí bez šlapání po dlouhém svahu s klesáním 3,5 m na 100 m dráhy. Za bezvětří dosáhne rychlosti $v_1 = 39$ km/h.

a) Jaké rychlosti v_2 by dosáhl, kdyby ve směru jízdy foukal vítr o rychlosti $v_{\mathrm{v}} = 5{,}0\ \mathrm{m{\cdot}s^{-1}}$?

b) Jaké rychlosti v_3 by dosáhl, kdyby stejně silný vítr foukal proti směru jízdy?

c) S jakým výkonem by musel cyklista šlapat za bezvětří, aby při sjíždění po témž svahu dosáhl rychlosti $v_4 = 54$ km/h?

d) Jaké rychlosti v_5 dosáhne, bude-li za bezvětří se stejným výkonem šlapat do téhož svahu, po kterém sjížděl v úlohách a) až c)?

Úlohy a, b, c) řešte nejprve obecně a potom pro dané hodnoty. V úloze d) postačí numerické řešení některou přibližnou metodou. Valivý odpor kol považujte za zanedbatelný v porovnání s odporem vzduchu, $g = 9{,}8\ \mathrm{m{\cdot}s^{-2}}$.