



Ústřední výbor fyzikální olympiády České republiky
**Úlohy regionálního kola 43. ročníku FO
kategorie A**

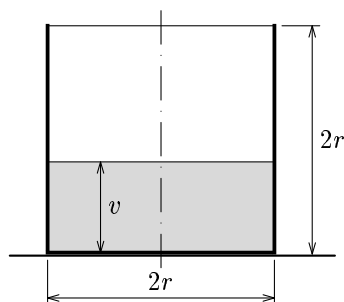
Ve všech úlohách počítejte s tíhovým zrychlením $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

1. Plechová nádobka o hmotnosti $m = 75 \text{ g}$ má tvar válce o poloměru $r = 4 \text{ cm}$ a výšce $2r$. Stojí na vodorovné rovině (obr. 1).

a) Určete výšku y_n těžiště prázdné nádobky. Tloušťku plechu považujte za konstantní a zanedbatelnou ve srovnání s poloměrem nádobky.

b) Do nádobky začneme postupně přilévat vodu o hustotě $\rho = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Tím se bude měnit poloha těžiště soustavy. Vyjděte závislost výšky y_t těžiště soustavy na výšce v hladiny v nádobce.

c) Určete výšku hladiny, při které bude výška těžiště soustavy minimální. Jaká bude tato minimální výška těžiště soustavy?



Obr. 1

Řešte obecně a pro dané hodnoty.

2. Tenkou vodorovnou desku rozkmitáme pomocí zvuku o frekvenci f ve svislém směru. Kmity jsou harmonické, jejich amplituda je A . Na desce jsou rozsypána zrníčka písku, která při kmitání desky nadskakují a nepružně dopadají zpět na desku. Odpor vzduchu je zanedbatelný.

a) Jakou podmínku musí splňovat amplituda a frekvence kmitů, aby k nadsakování vůbec došlo?

b) Jaká je okamžitá výchylka a okamžitá rychlost desky v okamžiku, kdy zrníčko opouští desku?

c) Do jaké výšky h nad rovnovážnou polohu desky zrníčko vystoupí?

d) Při experimentu byla použita frekvence $f = 50 \text{ Hz}$. Přitom bylo naměřeno $h = 2,0 \text{ mm}$. Určete amplitudu kmitů A . Potom dopočítejte úlohu b) pro dané hodnoty.

3. Malý předmět umístíme do blízkosti optické osy tenké spojky o ohniskové vzdálenosti $f = 50$ mm do vzdálenosti $a = 2f = 100$ mm od středu čočky.
- Určete polohu a vlastnosti obrazu vytvořeného čočkou.
 - Jak se změní poloha obrazu a jeho příčné zvětšení, vložíme-li mezi předmět a čočku kolmo k optické ose skleněnou planparalelní desku, která má tloušťku $d = 30$ mm a index lomu $n = 1,5$?
 - Jak se změní poloha a vlastnosti obrazu vzhledem k úloze a), jestliže desku umístíme mezi čočku a obraz?

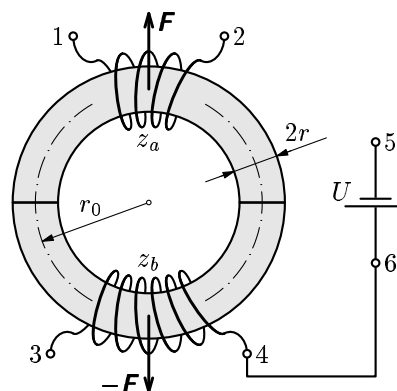
Průměr čočky a rozměry předmětu jsou malé v porovnání s ohniskovou vzdáleností čočky. Světelné paprsky tedy svírají s optickou osou jen malé úhly, pro které platí $\tan \alpha \approx \alpha \approx \sin \alpha$.

4. Elektromagnet na obr. 2 sestává z ocelového jádra ve tvaru anuloidu rozděleného na dvě poloviny (které se dokonale dotýkají) a ze dvou cívek. Jedna má $z_a = 160$ závitů a elektrický odpor $R_a = 2,40 \Omega$, druhá je vinuta ze stejného drátu a má $z_b = 240$ závitů. Cívky jsou zapojeny do série a připojeny ke zdroji o konstantním napětí $U = 6,00$ V. V závislosti na propojení cívek je v jednom případě zapotřebí k odtržení obou polovin jádra od sebe síla $F_1 = 518$ N, ve druhém případě síla $F_2 = 63,5$ N. Jádro má střední poloměr $r_0 = 100$ mm a kruhový průřez o poloměru $r = 12,0$ mm.

- Na základě úvahy rozhodněte o spojení nezapojených vývodů cívek v prvním a druhém případě.
- Vypočtěte velikost relativní permeability oceli μ_{r1} , μ_{r2} v uvažovaných případech.
- Vypočtěte energii magnetického pole elektromagnetu v uvažovaných případech.

Permeabilita vakua je

$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H} \cdot \text{m}^{-1}.$$



Obr. 2