



Ústřední výbor fyzikální olympiády České republiky

## Úlohy krajského kola 36. ročníku FO kategorie A

1. Těleso o hmotnosti  $m_1$  se nachází ve výšce  $h_1$  nad zemí a je možné ho vymrštít ve vodorovném směru rychlostí  $v_0$ . Těleso o hmotnosti  $m_2$  se nachází ve výšce  $h_2 > h_1$ . Vzdálenost jejich kolmých průmětů na povrch země je  $d$ . Uskutečníme pokus, při němž těleso o hmotnosti  $m_2$  začne padat volným pádem a těleso o hmotnosti  $m_1$  je vymrštěno v takovém okamžiku, že dojde k dokonale nepružné srážce. Tělesa považujeme za hmotné body, odpor vzduchu zanedbáváme.

- V jaké výšce  $h_3$  nad povrchem země dojde ke srážce?
- Za jak dlouho po uvolnění druhého tělesa musí dojít k vymrštění prvního, aby se tělesa srazila?
- Určete velikost  $v'$  rychlosti těsně po srážce a její odchylku  $\alpha$  od svislého směru.
- Kde dopadne těleso vzniklé srážkou?

Úlohy a–c řešte nejprve obecně a pak pro hodnoty:  $h_1 = 15 \text{ m}$ ,  $h_2 = 20 \text{ m}$ ,  $d = 6,0 \text{ m}$ ,  $v_0 = 5,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,  $m_1 = 350 \text{ g}$ ,  $m_2 = 200 \text{ g}$ ,  $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$ .

V úloze d považujte za již známé veličiny: výšku, ve které se tělesa srazila, velikost rychlosti po srážce a její směr.

2. Na vodorovné podložce leží kovový rámeček tvaru obdélníka o rozměrech  $a$ ,  $b$ . Je vyroben z drátu, který má odpor  $\sigma$  na jednotku délky.
- Rámeček se nachází v homogenním magnetickém poli, jehož indukce  $\mathbf{B}$  směřuje dolů, kolmo na rovinu rámečku. Její velikost rovnoměrně vzroste za dobu  $\Delta t$  z hodnoty  $B_1$  na hodnotu  $B_2$ . Určete náboj, který projde libovolným průřezem drátu, z něhož je rámeček zhotoven.
  - V rovině podložky napneme velmi dlouhý přímý vodič rovnoběžně se stranou  $b$  ve vzdálenosti  $l$  od rámečku. Drátem bude procházet stálý proud  $I_1$  a velikost magnetické indukce opět rovnoměrně vzroste za dobu  $\Delta t$  z hodnoty  $B_1$  na hodnotu  $B_2$ . Vypočtěte velikost celkové síly, kterou působí vodič na rámeček. Jak souvisí směr této síly se směry proudu  $I_1$  a magnetické indukce  $\mathbf{B}$ ?
  - V dalších pokusech bude vnější magnetické pole odstíněno. Vypočtěte magnetický indukční tok  $\Phi_1$  plochou rámečku vyvolaný vodičem s proudem  $I_1$ .
  - Jaký náboj projde libovolným průřezem drátu, z něhož je zhotoven rámeček, jestliže proud v přímém vodiči vzroste z hodnoty  $I_1$  na hodnotu  $I_2$ ? Jaký směr bude mít výsledná síla, kterou bude během růstu proudu vodič působit na rámeček?

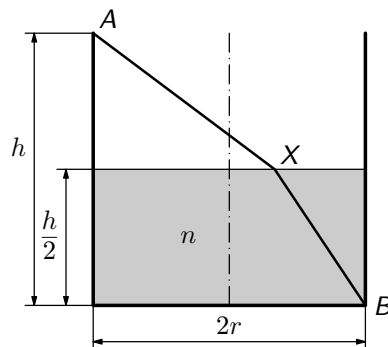
Řešte nejprve obecně a pak pro hodnoty:  $\sigma = 4,0 \text{ m}\Omega \cdot \text{m}^{-1}$ ,  $a = 12 \text{ cm}$ ,  $b = 30 \text{ cm}$ ,  $l = 5,0 \text{ cm}$ ,  $B_1 = 80 \text{ mT}$ ,  $B_2 = 630 \text{ mT}$ ,  $\Delta t = 0,18 \text{ s}$ ,  $I_1 = 3,0 \text{ A}$ ,  $I_2 = 8,0 \text{ A}$ ,  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{A}^{-2}$ .

3. Nádoba válcového tvaru o poloměru  $r$  a výšce  $h = 2r$  byla naplněna vodou do výšky  $h/2 = r$ . Laserový paprsek vycházející z bodu  $A$  na horním okraji nádoby má dopadnout do protějšího bodu  $B$  na okraji dna.

- Do kterého bodu  $X$  na hladině vody jej musíme namířit?
- Jakou dobu potřebuje světlo k proběhnutí dráhy  $AXB$ ?

Úlohu řešte obecně a pro  $r = 0,400 \text{ m}$ . Absolutní index lomu pro vzduch je  $n_1 = 1,00027$ , voda má pro světlo He-Ne laseru absolutní index lomu  $n_2 = 1,331$ . Rychlost světla ve vakuu je  $c = 2,998 \cdot 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Úloha patrně povede k rovnici, kterou nebudete umět řešit analyticky. Zvolte proto vhodnou numerickou metodu, kterou budete moci realizovat pomocí vaší kalkulačky. Použitou metodu podrobně popište. (Pokud máte programovatelnou kalkulačku a použijete vlastní program, uveďte výpis programu.) Výsledky zaokrouhlete s ohledem na přesnost zadání.



4. Dvě tenké čočky vzdálené od sebe  $2,5 \text{ cm}$  tvoří centrovanou optickou soustavu. Předmět vysoký  $2,0 \text{ cm}$  umístěný ve vzdálenosti  $5,0 \text{ cm}$  před první čočkou je celou soustavou zobrazen ve vzdálenosti  $20,0 \text{ cm}$  za druhou čočkou, kde vzniká převrácený skutečný obraz vysoký  $12,0 \text{ cm}$ . Určete ohniskové vzdálenosti obou čoček.

- Zadání pečlivě narýsujte na samostatný list papíru a úlohu vyřešte graficky. Řešení popište.
- Úlohu řešte početně.