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 vymrštit 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.

a) V jaké výšce h_3 nad povrchem země dojde ke srážce?

b) Za jak dlouho po uvolnění druhého tělesa musí dojít k vymrštění prvního, aby se tělesa srazila?

c) Určete velikost v' rychlosti těsně po srážce a její odchylku α od svislého směru.

d) Kde dopadne těleso vzniklé srážkou?

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

a) Rámeček se nachází v homogenním magnetickém poli, jehož indukce $\boldsymbol{B}$ směřuje dolů, kolmo na rovinu rámečku. Její velikost rovnoměrně vzroste za dobu Δt z hodnoty B_1 na hodnotu B_2. Určete náboj, který projde libovolným průřezem drátu, z něhož je rámeček zhotoven.

b) 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 Δt 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 $\boldsymbol{B}$?

c) V dalších pokusech bude vnější magnetické pole odstíněno. Vypočtěte magnetický indukční tok Φ_1 plochou rámečku vyvolaný vodičem s proudem I_1.

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

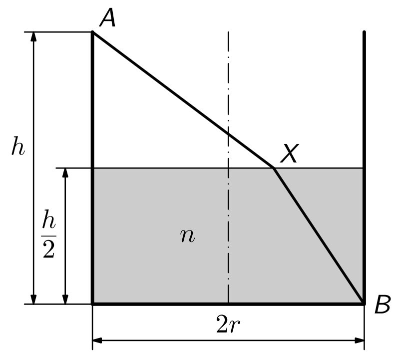
3. Nádoba válcového tvaru o poloměru r a výšce $h = 2r$ byla naplněna vodou do výšky $h/2 = r$. Laserový paprsek vycházející z bodu A na horním okraji nádoby má dopadnout do protějšího bodu B na okraji dna.

a) Do kterého bodu X na hladině vody jej musíme namířit?

b) Jakou dobu potřebuje světlo k proběhnutí dráhy AXB?

Úlohu řešte obecně a pro $r = 0{,}400$ 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 cm tvoří centrovanou optickou soustavu. Předmět vysoký 2,0 cm umístěný ve vzdálenosti 5,0 cm před první čočkou je celou soustavou zobrazen ve vzdálenosti 20,0 cm za druhou čočkou, kde vzniká převrácený skutečný obraz vysoký 12,0 cm. Určete ohniskové vzdálenosti obou čoček.

a) Zadání pečlivě narýsujte na samostatný list papíru a úlohu vyřešte graficky. Řešení popište.

b) Úlohu řešte početně.