

## Úlohy 1. kola 47. ročníku fyzikální olympiády. Kategorie A

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

### 1. Srážka vagonů

Vagon o hmotnosti  $m_1$  se pohybuje po přímých vodorovných kolejích rychlostí  $\mathbf{v}_1$  a narazí do stojícího vagonu o hmotnosti  $m_2$ . Oba vagony mají pružinové nárazníky. Celková tuhost pružin nárazníků, které se uplatní při srážce, je  $k$ . Srážka je dokonale pružná.

- Určete rychlosti  $\mathbf{u}_1, \mathbf{u}_2$  vagonů po srážce.
- Určete dobu  $\Delta t$ , po kterou se nárazníky vagonů vzájemně dotýkaly.
- Určete maximální zrychlení každého z vagonů během srážky.

Řešte nejprve obecně, pak pro hodnoty  $m_1 = 20 \text{ t}$ ,  $m_2 = 30 \text{ t}$ ,  $v_1 = 4,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,  $k = 7,0 \cdot 10^6 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$ .

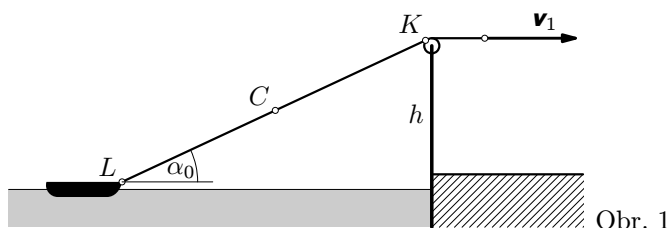
*Doporučení: Řešení proveďte z hlediska pozorovatele ve vztažené soustavě spojené s těžištěm soustavy vagonů.*

### 2. Lodka

Lodka je tažena ke břehu lanem vedeným přes kladku umístěnou ve výšce  $h$  nad hladinou (obr. 1). Konec lana se pohybuje stálou rychlostí  $\mathbf{v}_1$ .

- Určete okamžitou rychlost  $\mathbf{v}_L$  a okamžité zrychlení  $\mathbf{a}_L$  lodky v okamžiku, kdy lano svírá s hladinou úhel  $\alpha_0$ .
- Na laně je uzel  $K$ , který se v uvedeném okamžiku přiblížil do těsné blízkosti kladky a uzel  $C$ , který se právě nachází uprostřed mezi lodkou a kladkou. Určete jejich okamžité rychlosti  $\mathbf{v}_K, \mathbf{v}_C$  a okamžitá zrychlení  $\mathbf{a}_K, \mathbf{a}_C$ .

Rozměry lodky a kladky zanedbejte. Řešte nejprve obecně a pak pro hodnoty  $h = 10 \text{ m}$ ,  $v_1 = 5,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ,  $\alpha_0 = 40^\circ$ .

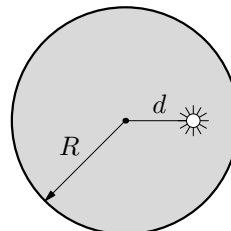


### 3. Světlo v kouli

Uvnitř koule o poloměru  $R$  vyrobené ze skla o indexu lomu  $n$  se nachází všesměrový bodový zdroj světla (obr. 2).

- Jaká musí být jeho vzdálenost  $d$  od středu koule, aby se část světelného toku úplně odrazila od povrchu koule?
- Při které vzdálenosti se bude úplně odrazet právě polovina světelného toku?

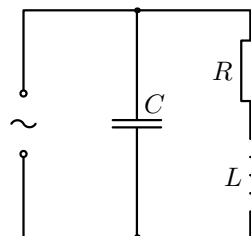
Řešte obecně a pak pro hodnoty  $R = 10$  cm,  $n = 1,52$  (lehké korunové sklo).



Obr. 2

### 4. Obvod střídavého proudu

Ke zdroji harmonického střídavého proudu jsou paralelně připojeny dvě větve. V jedné je zapojen kondenzátor o kapacitě  $C = 10 \mu F$ , ve druhé rezistor o odporu  $R = 200 \Omega$  a cívka o indukčnosti  $L = 2,00$  H (obr. 3). Větví s kondenzátorem prochází proud o efektivní hodnotě  $I_1 = 0,3$  A, větví s rezistorem a cívkou proud o efektivní hodnotě  $I_2 = 0,2$  A.



Obr. 3

- Určete frekvenci  $f$  a efektivní hodnotu  $U$  napětí zdroje.
- Určete efektivní hodnotu  $I$  celkového proudu procházejícího zdrojem a jeho fázové posunutí proti svorkovému napětí.

Součásti obvodu považujte za ideální.

### 5. Hod kamenem

Kámen hodíme šikmo vzhůru pod elevačním úhlem  $\alpha$ , počáteční rychlost bude mít velikost  $v_0$ .

- Jaký největší elevační úhel můžeme zvolit, má-li se kámen po celou dobu letu neustále vzdalovat od počátku trajektorie?
- Jak se bude měnit vzdálenost kamene od počátku trajektorie v závislosti na čase, zvolíme-li elevační úhel  $\alpha = 75^\circ$  a velikost počáteční rychlosti  $v_0 = 40 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ ?

Odpor vzduchu a počáteční výšku kamene nad rovinou dopadu zanedbejte.

## 6. Praktická úloha: Měření vlastností optické soustavy

Z optické soupravy vyberte spojku o známé ohniskové vzdálenosti  $f_1$  a rozptylku o známé ohniskové vzdálenosti  $f_2$ . Na optické lavici z nich vytvořte centrovanou optickou soustavu. Vzdálenost  $d$  středů obou čoček a jejich ohniskové vzdálenosti volte tak, aby platilo  $d < f_1 < |f_2|$ . (Doporučené hodnoty:  $f_1 = 10$  cm,  $f_2 = -20$  cm,  $d = 4$  cm.)

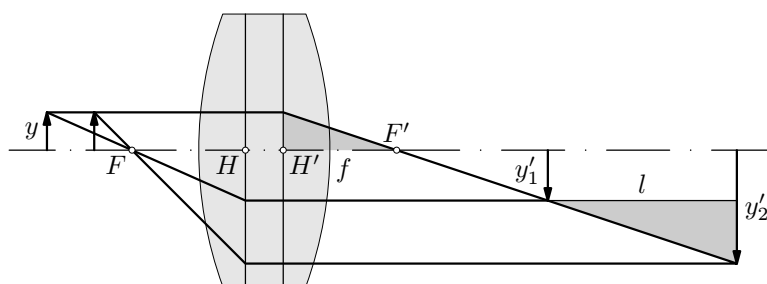
Úkoly:

- Zobrazením velmi vzdálených předmětů (budov, stromů) na matnici určete polohu obou ohniskových rovin soustavy.
- Abbeovou metodou změřte ohniskovou vzdálenost soustavy a určete polohu hlavních rovin soustavy.
- Zvolenou optickou soustavu narýsujte ve vhodném měřítku a graficky – užitím vhodných paprsků – určete polohu jejich ohnisek a hlavních rovin.
- Vypočítejte polohu ohnisek a hlavních rovin soustavy. Potřebné vztahy naleznete v letošním studijním textu *Zobrazení čočkami*. Při grafickém řešení a výpočtech tloušťku čoček zanedbejte. Úlohu řešte pro případ, že spojka je na předmětové straně a rozptylka na obrazové straně soustavy.
- Výsledky získané experimentálně, graficky a početně porovnejte.

*Abbeova metoda*

Při pevné poloze optické soustavy umístěte v dostatečně velké vzdálenosti od ní matnici. Osvětlený předmět o výšce  $y$  posouvejte, až na matnici vznikne jeho převrácený skutečný obraz, a změřte výšku obrazu  $|y'_1|$ . Pak posuňte matnici směrem od optické soustavy do vzdálenosti  $l$ , posunutím předmětu opět vytvořte na matnici převrácený skutečný obraz a změřte jeho velikost  $|y'_2|$ . Z podobnosti zvýrazněných trojúhelníků na obr. 4 plyne pro ohniskovou vzdálenost optické soustavy vztah

$$f = \frac{y \cdot l}{|y'_2| - |y'_1|}.$$



Obr. 4

### 7. Změna tlaku v reakční komoře

Reakční komora o objemu  $V = 5,00 \text{ dm}^3$  byla při teplotě  $t_0 = 30 \text{ °C}$  naplněna směsí metanu a kyslíku o celkovém tlaku  $p_0 = 1,00 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ . Parciální tlaky obou složek byly stejné. Po uzavření komory byla směs zapálena. Hořením metanu vznikl oxid uhličitý a vodní pára.

- a) Určete tlak v komoře po ochlazení produktů hoření na původní teplotu.
- b) Určete teplo, které bylo nutno odvést do okolí, jestliže měrné spalné teplo metanu je  $H = 5,56 \cdot 10^4 \text{ kJ} \cdot \text{kg}^{-1}$ .

Další potřebné údaje vyhledejte v MFCh tabulkách.