



Ústřední komise fyzikální olympiády České republiky

## Úlohy krajského kola 50. ročníku FO kategorie C

### 1. Krychle na vodě

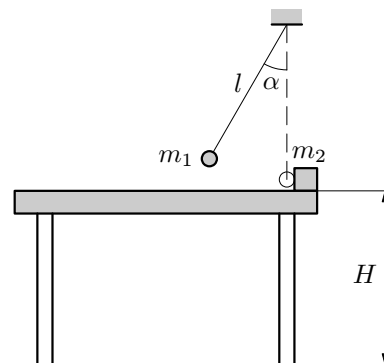
- Ledová krychle o hraně  $a = 2,00$  cm plave na vodě, která je nalita ve válci o vnitřním průměru  $d = 5$  cm. Jak se změní hladina vody ve válci, když všechen led roztaje?
- V ledové krychli o hraně  $a = 2$  cm je zamrzlá ocelová krychlička o hraně  $b = 1$  cm. Takto vzniklou krychli opět vložíme do stejného válce jako v úloze a). Jak se změní hladina vody ve válci, když všechen led roztaje?
- Nyní jsme nechali v ledové krychli o hraně  $a = 2$  cm zamrznout dřevěnou krychličku o hraně  $b = 1$  cm. Určete opět, jak se změní hladina vody ve válci, když všechen led roztaje.

Při řešení předpokládejte, že ve válci je dostatečné množství vody, aby v ní krychle mohla plavat, a že výška válce je dostatečně velká, aby z něj voda nevytekla ven. Vztlkovou sílu vzduchu zanedbejte.

Řešte nejprve obecně, potom pro hodnoty: hustota ledu  $\rho_1 = 917 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , hustota vody  $\rho_2 = 1000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , hustota oceli  $\rho_3 = 7800 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , hustota dřeva  $\rho_4 = 500 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ ,  $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ .

### 2. Srážka

Nad deskou stolu, která je ve výšce  $H$  nad povrchem země, visí kulička o hmotnosti  $m_1$  na vlákně o délce  $l$  (obr. 1). Na okraji desky leží malá krychlička o hmotnosti  $m_2 = km_1$  ( $k > 1$ ). Kyvadélko vychýlíme o úhel  $\alpha$  od svislého směru a uvolníme. Kulička kyvadla narazí do krychličky a uvede ji do pohybu. Budeme předpokládat, že srážka je dokonale pružná a že nedochází ke tření mezi krychličkou a deskou stolu. Rozměry kuličky a krychličky zanedbejte.



Obr. 1

- Určete rychlosti kuličky kyvadla a krychličky po srážce.
- Určete úhel  $\beta$ , o který se odchýlí kyvadélko po srážce od svislého směru.
- Určete vodorovnou vzdálenost od okraje stolu, kam doletí krychlička po srážce.

Řešte nejprve obecně, potom pro hodnoty  $k = 5$ ,  $l = 0,5$  m,  $H = 0,75$  m,  $\alpha = 30^\circ$ ,  $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ .

### 3. Snímání povrchu Země

V současné době jste již určitě všichni slyšeli o navigačním systému GPS (Globální Polohový Systém). To, že funguje a že ho můžeme používat, zajišťuje 24 satelitů obíhajících kolem Země. Hmotnost jedné družice GPS je  $m = 1,8$  tuny, tato družice obletí Zemi za 11 hodin 58 minut.

Poloměr Země je 6370 km, hmotnost Země je  $6,00 \cdot 10^{24}$  kg. Určete

- výšku satelitu nad povrchem Země,
- velikost gravitační síly, kterou působí Země na satelit GPS při pohybu po kruhové oběžné dráze, a rychlost jeho pohybu na této oběžné dráze,
- zorný úhel ve stupních, pod kterým satelit GPS snímá Zemi, a největší vzdálenost bodů (měřenou po povrchu Země), které ještě může tento jeden satelit v daném okamžiku zaměřit.

Ve všech úlohách zanedbejte vliv odporu prostředí. Řešte nejprve obecně, potom pro zadané hodnoty.

### 4. Zateplování

Vnější cihlová stěna ( $\lambda_1 = 0,52 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ) rodinného domku má rozměry: šířka 4 m, výška 2,8 m, tloušťka stěny je 30 cm. Vnitřní omítka ( $\lambda_2 = 0,70 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ) má tloušťku 3 cm, vnější omítku zatím domek nemá. Ve stěně je okno ze skla ( $\lambda_3 = 0,75 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ) o tloušťce 3 mm a rozměrech 60 cm  $\times$  120 cm. Uvnitř domku se udržuje teplota 22 °C, vně je teplota -5 °C.

- Určete únik tepla za 1 den (24 hodin) touto stěnou a minimální výkon topení, které uvnitř místnosti udržuje stálou teplotu za předpokladu, že zbývající stěny jsou již dobře tepelně izolovány.
- Protože v předchozím případě byly velké tepelné ztráty, rozhodl se majitel domku zmenšit pro příští rok ztráty tepla omítkou zvnějšku, a to tak, že vně bude speciální izolační omítka ( $\lambda_4 = 0,25 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ) o tloušťce 4 cm. Okno zdvojlil, mezi skly vznikla uzavřená vzduchová mezera. Určete únik tepla za 1 den po zateplení stěny a minimální výkon topení, které uvnitř udržuje stálou teplotu. O kolik procent poklesly tepelné ztráty?

Ve všech případech pro jednoduchost uvažujte, že je všude stejně velký součinitel přestupu tepla  $\alpha = 20 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ .