

Ústřední komise fyzikální olympiády České republiky

Úlohy krajského kola 56. ročníku FO

kategorie C

1. Vzduch v ocelové láhvi

Ocelovou láhev s vnitřním objemem $V_1 = 3,50 \text{ dm}^3$ naplníme horkým vzduchem a ventil láhve uzavřeme. Poté naměříme, že vzduch má při tlaku $p_1 = 1,30 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ teplotu $t_1 = 96 \text{ }^\circ\text{C}$. Láhev ponoříme do bazénu s vodou o teplotě $t_2 = 25 \text{ }^\circ\text{C}$ tak, že se ventil nachází v hloubce $h = 153 \text{ cm}$ pod hladinou (láhev samotná je umístěna pod vodou vertikálně ventilem vzhůru). Po ochlazení vzduchu v láhvi na teplotu vody v bazénu ventil otevřeme.

- Určete hmotnost m vzduchu v láhvi.
- Určete tlak p_2 vzduchu v láhvi těsně před otevřením ventilu.
- Po otevření ventilu buď část vzduchu z láhve unikne, nebo se do láhve dostane určité množství vody. Nastane-li první situace, určete po dosažení rovnovážného stavu hmotnost uniklého vzduchu, nastane-li druhá situace, určete po dosažení rovnovážného stavu objem vniklé vody.

Atmosférický tlak je $p_a = 1,02 \cdot 10^5 \text{ Pa}$, hustota vody $\rho = 998 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, relativní molekulová hmotnost vzduchu $M_r = 29,0$, molární plynová konstanta $R = 8,31 \text{ J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$, tíhové zrychlení $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$. Zanedbejte teplotní roztažnost láhve.

2. Mladý vandal

Chlapci vadí, že na protějším domě přímo proti jeho balkónu je jasně svítící výbojka, která osvětluje celou stěnu domu, ve kterém bydlí. Rozhodne se proto, že výbojku zasáhne kamenem hozeným ze svého balkónu pod úhlem $\alpha = 35^\circ$. Místo odhodu leží v úrovni zdi chlapcova domu a ve stejné vodorovné i svislé rovině jako výbojka. Vzdálenost zdi chlapcova domu (a tedy i místa odhodu) od výbojky je $L = 12,0 \text{ m}$.

- Určete velikost počáteční rychlosti v_0 , kterou musí chlapec hodit kámen, aby výbojku zasáhl, a dobu T letu kamene.
- Dokažte, že stín vržený kamenem od výbojky na zeď chlapcova domu se během letu kamene pohybuje stálou rychlostí a určete její velikost v_s .
- Určete velikost počáteční rychlosti v_{01} , kterou by musel chlapec hodit kámen, kdyby výbojka ležela ve výšce $d = 2,0 \text{ m}$ nad výše uvažovanou polohou, pokud bude házet pod stejným elevačním úhlem.

Řešte nejprve obecně, pak pro dané číselné hodnoty. Odporové síly proti pohybu zanedbejte. Tíhové zrychlení $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

3. Tři kamarádi

Z místa M jede motocyklista rychlostí $v_1 = 60 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ do místa C . Z místa C do místa M ve stejnou dobu vyjede cyklista rychlostí $v_2 = \frac{v_1}{3}$. Na stejné silnici v jedné třetině vzdálenosti míst M a C , blíže k místu C , se nachází chodec.

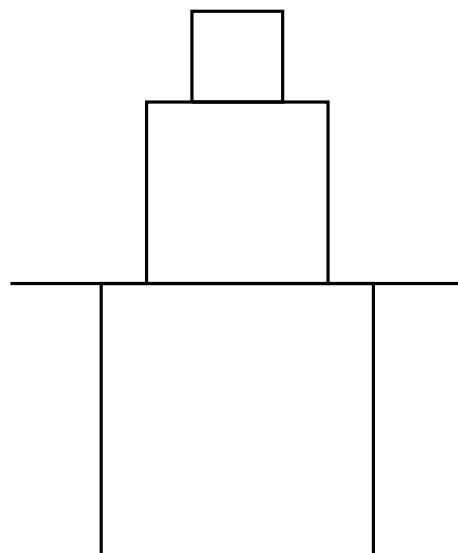
- Jakou rychlostí v a jakým směrem musí jít chodec, aby se všichni tři potkali ve stejném místě?
- Chodec se rozhodl jít touto rychlostí opačným směrem. Kde se setká s prvním kamarádem? Ve kterém místě ho dohoní druhý kamarád, bude-li pokračovat v chůzi? Řešte obecně, výsledek uveďte ve tvaru zlomku celkové vzdálenosti míst M a C .
- Jaké budou časy setkání kamarádů v části a) a b), je-li vzdálenost míst M a C $s = 20 \text{ km}$?

4. Tři krychle

Tři krychle o hranách a , $2a$ a $3a$ jsou položeny na sebe na hladinu vody tak, aby měly společnou osu, procházející středy jejich stěn (obr. 1). Vodní hladina je právě na úrovni horní stěny spodní krychle. Určete:

- Určete hustotu materiálu ρ , z něhož jsou všechny krychle zhotoveny.
- Určete hloubku ponoru, odebereme-li horní krychli.
- Určete hloubku ponoru, odebereme-li spodní krychli a horní dvě ponecháme ve stejné poloze.
- Určete ve všech případech polohu těžiště soustavy a zvažte, zda hrozí nebo nehrozí jejich překlopení.

Hustota vody $\rho_v = 1000 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, tíhové zrychlení $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.



Obr. 1