Úlohy 1. kola 51. ročníku fyzikální olympiády. *Kategorie C*

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

1. Macocha

Z okraje vyhlídkové plošiny Macochy vrhl chlapec svisle dolů kámen s počáteční rychlostí o velikosti $5{,}0\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$. Za dobu 5,20 s od začátku vrhu byl slyšet dopad kamene na vodní hladinu. K vrhu došlo při teplotě vzduchu 20 °C, při níž se zvuk ve vzduchu šíří rychlostí $343\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$. Určete

a) výšku horního okraje propasti nad vodní hladinou a dobu od začátku vrhu, za kterou dopadl kámen na vodní hladinu,

b) velikost rychlosti, s jakou dopadl kámen do vody.

Odpor vzduchu zanedbejte.

2. Lyžař

Lyžař stojící na táhlém dlouhém svahu o úhlu sklonu $\alpha = 12°$ se začal samovolně rozjíždět dolů po vyjeté stopě. Za dobu $t_1 = 10{,}0$ s projel dráhu $s_1 = 30$ m. Pak ale stopa končila, lyžař vjel do hlubokého sněhu, tření mezi skluznicí a svahem se zvětšilo a pohyb lyžaře se změnil na rovnoměrně zpomalený až do zastavení. Po ujetí dráhy $s_2 = 54$ m v hlubokém sněhu se velikost rychlosti lyžaře zmenšila na polovinu. Určete

a) velikost v_1 rychlosti, s jakou vjel do hlubokého sněhu,

b) celkovou dobu pohybu a celkovou dráhu, kterou lyžař urazil až do zastavení,

c) součinitele f_1, f_2 smykového tření mezi skluznicí a svahem při jízdě ve vyjeté stopě a při jízdě v hlubokém sněhu.

d) Sestrojte ve vhodném měřítku graf závislosti rychlosti na čase.

Řešte nejprve obecně, pak pro zadané hodnoty. Odpor vzduchu zanedbejte. Při řešení předpokládejte, že lyžař za celou dobu nepoužije hole.

3. Házení míčkem

Dva chlapci Martin a Kuba si házeli míčkem. Nejprve Martin hodil míček pod elevačním úhlem $\alpha_1 = 30°$ a Kuba jej ve stejné výšce nad zemí zachytil v čase $t_1 = 1{,}60$ s. Poté Kuba hodil míček Martinovi počáteční rychlostí o velikosti $v_{02} = 17{,}0\ \mathrm{m \cdot s^{-1}}$ a ten jej zachytil opět ve stejné výšce nad zemí.

a) Určete velikost v_{01} počáteční rychlosti prvního hodu a vzdálenost d chlapců.

b) Určete elevační úhel α_2 druhého hodu.

c) Určete elevační úhel α_3 hodu, při kterém Kuba udělí míčku poloviční kinetickou energii než v předchozím svém hodu tak, aby Martin míček zachytil ve stejné výšce nad zemí.

Řešte nejprve obecně, pak pro dané číselné hodnoty. Odpor vzduchu zanedbejte.

4. Zahřívání kalorimetru

Do kalorimetru o tepelné kapacitě $C_\mathrm{k} = 70\ \mathrm{J \cdot K^{-1}}$, ve kterém se nacházela voda a ledové kostky, bylo ponořeno topné tělísko o výkonu 50 W. V čase 5,0 min po zapnutí proudu byla v kalorimetru stále teplota 0 °C. V čase $\tau_1 = 10{,}0$ minut jsme naměřili teplotu $t_1 = 3{,}1$ °C a v čase $\tau_2 = 15{,}0$ minut teplotu $t_2 = 13{,}6$ °C. Určete hmotnost m ledu a hmotnost M vody v kalorimetru na počátku děje. Měrná tepelná kapacita vody $c = 4\,200\ \mathrm{J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}}$, měrné skupenské teplo tání ledu $l_\mathrm{t} = 334\ \mathrm{kJ \cdot kg^{-1}}$.

5. Rekrystalizace železa

Při dosažení teploty 910 °C se krystalová struktura železa mění z fáze α s kubickou prostorově centrovanou elementární buňkou na fázi γ s kubickou plošně centrovanou elementární buňkou. Hustota železa se přitom skokem zmenší přibližně o 2 %.

a) Jak se změní mřížkový parametr a (délka hrany elementární buňky)?

b) Jak se změní vzdálenost s sousedních (tj. nejbližších) iontů v krystalu?

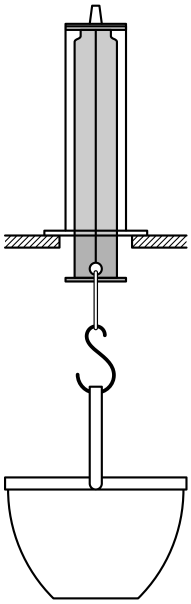
6. *Praktická úloha:* **Určení atmosférického tlaku**

Píst injekční stříkačky se pohybuje se třením, ale zato velmi dobře těsní. Posuneme-li jej až k výpustnímu otvoru, otvor utěsníme a pak píst od otvoru vzdálíme, vznikne ve stříkačce téměř vakuum. Při vzdalování pístu od uzavřeného výpustního otvoru musíme kromě síly tření překonávat ještě mnohem větší tlakovou sílu, kterou na píst zvenčí působí okolní vzduch.

Úkol: Zjistěte, jaká je velikost této tlakové síly a plošný obsah pístu. Z těchto veličin vypočítejte atmosférický tlak okolního vzduchu.

Provedení úlohy: Na kraj stolu připevníme kus překližky nebo plechu s otvorem, jehož průměr je o málo větší, než je průměr pístu. Do konce táhla pístu vyvrtejte malý otvor, stříkačku umístěte podle obr. 1 a na táhlo zavěste nádobu vhodné velikosti. Do ní postupně přidávejte zátěž, až překonáte tření pístu a píst začne zvolna sjíždět dolů. Pak nádobu se zátěží zvažte. Poté vraťte píst do horní polohy, uzavřete výpustní otvor a zvětšujte zátěž, až kromě tření překonáte i tlakovou sílu okolního vzduchu. Zátěž opět zvažte. Rozdíl tíhových sil obou zátěží je roven velikosti hledané tlakové síly. K uzavření výpustního otvoru stačí přitlačení navlhčeného palce. Pohodlnější je nasadit na výpustní otvor kousek akvaristické hadičky, přeložit ji a stisknout tlačkou.

Měření několikrát opakujte a získané výsledky statisticky zpracujte.



Obr. 1

7. Plovoucí válec

V nádobě je nalita voda o hustotě ϱ_1 a na ní je nalita vrstva benzinu o hustotě ϱ_2. V těchto dvou kapalinách je zcela ponořen dřevěný válec, jehož průměr je podstatně větší než výška, a to tak, že horní podstava válce splývá s horní hladinou benzinu, přičemž $\frac{2}{3}$ objemu válce jsou v benzinu, zbývající část válce je ve vodě. Hustotu vzduchu zanedbejte.

a) Určete hustotu ϱ_3 dřeva, ze kterého je válec vyroben.

b) Na válec nyní položíme mosazné tělísko o hustotě ϱ_4 (malé výšky vzhledem k výšce válce) tak, aby válec byl ponořen polovinou svého objemu ve vodě a polovinou v benzinu. Určete hmotnost m tělíska.

c) Tělísko odebereme a vrstvu benzinu snížíme, a to tak, že v benzinu bude nyní jen $\frac{1}{3}$ objemu válce. Určete, jaká část objemu válce bude nyní ve vodě a jaká část objemu bude ve vzduchu.

d) Jaká část objemu válce by byla ve vodě, pokud bychom odstranili benzinovou vrstvu?

e) Jaká část objemu válce by byla v benzinu, pokud by v nádobě byl jen benzin?

Řešte nejprve obecně, potom pro hodnoty $V = 100\ \mathrm{cm}^3$, $\varrho_1 = 1\,000\ \mathrm{kg\cdot m^{-3}}$, $\varrho_2 = 710\ \mathrm{kg\cdot m^{-3}}$, $\varrho_4 = 8\,400\ \mathrm{kg\cdot m^{-3}}$.