

57. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2015/2016
Okresné kolo kategórie F
Text úloh

1. Kamenné dosky na dne bazéna

Martin sa rozhodol upraviť dno bazéna v záhrade. Vodorovné dno bazéna v tvare štvorca s dĺžkou strany $a = 3,00$ m plánoval vyložiť voľne položenými kamennými doskami. Kamenné dosky mali štvorcovú podstavu s dĺžkou hrany $b = 30,0$ cm, hrúbku $d = 2,70$ cm a hmotnosť $m = 10,0$ kg. Aby si prácu uľahčil, dosky uložil do dreveného suda v tvare valca s priemerom podstavy $D = 1,50$ m a hmotnosťou $M_0 = 50,0$ kg, postaveného na dne bazéna.

- a) Do bazéna potom napustil vodu tak, aby sa sud s doskami začal vo vode vznášať. Na bočnej stene bazéna označil úroveň voľnej hladiny vody vo výške h_0 od dna. Zhotov náčrtok tejto situácie, vyznač v ňom potrebné veličiny a určí výšku h_0 .
- b) Aký objem V vody je potrebné napustiť do prázdneho bazéna, aby dno suda v jeho rovnovážnej polohe bolo vo výške $h_1 = 10,0$ cm nad dnom bazéna? Zhotov náčrtok a vyznač v ňom potrebné veličiny.
- c) Urči zmenu Δh výšky voľnej hladiny vody v bazéne po vyložení všetkých kamenných dosiek na dno bazéna, oproti pôvodnému stavu, kým kamenné dosky boli v loďke. Zhotov náčrtok a vyznač v ňom rozhodujúce zmeny oproti náčrtku z časti a) úlohy.
- d) Uveď fyzikálne a iné dôvody, prečo bola manipulácia s kamennými doskami použitím uvedeného postupu pre obkladanie dna bazéna výhodná.

Gravitačná konštanta $g = 10$ N/kg, hustota vody $\rho = 1\,000$ kg/m³. Zmena hladiny vody pri pohybe Martina v bazéne bola zanedbateľne malá.

Predpokladaj, že rovné dno loďky bolo počas všetkých úkonov stále vo vodorovnej polohe.

Pozn.: Obsah kruhu s priemerom D je $S = \pi D^2/4$.

2. Občerstvenie v ľadovom hoteli

Na severe Švédska sa nachádza najstarší ľadový hotel na svete, ktorý má každý rok inú originálnu ľadovú a snehovú architektúru. Oblúbeným občerstvením návštevníkov je teplý čučoriedkový džús, ktorý je podávaný v špeciálnych ľadových pohároch so zamrznutou vetvičkou zo železa.

- a) Celý pohár má hmotnosť $m = 385,0$ g. Jeden návštevník pomocou odmerného valčeka zistil, že vetvička má objem $V = 3,00$ ml. Urči podiel p hmotnosti ľadu tvoriaceho pohár a hmotnosti železnej vetvičky.
- b) Poháre sú uskladnené v mrazničke, v ktorej teplota $t_1 = -18,0$ °C. Barman preniesie niekoľko pohárov do ľadového baru, v ktorom je vzduch s teplotou $t_2 = -10,0$ °C. Po niekoľkých hodinách sa teplota pohárov vyrovná s teplotou vzduchu v bare. Koľko tepla Q prijme jeden pohár od okolia?

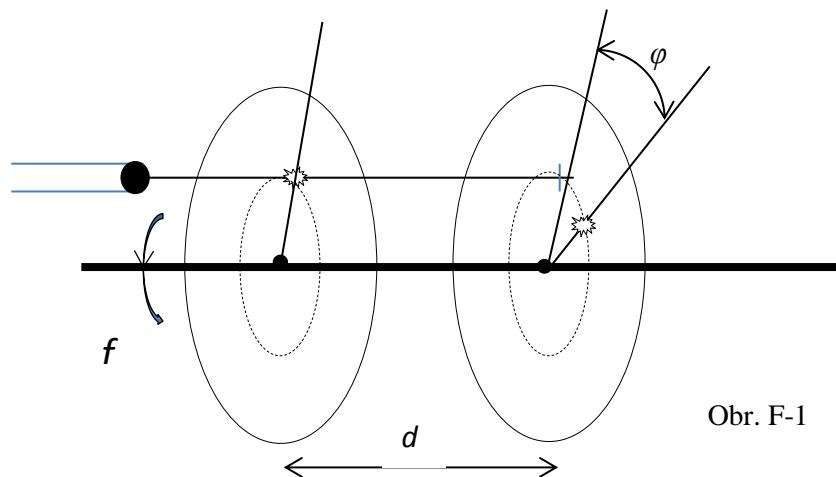
Hostovi sa do pohára s teplotou t_2 naleje teplý čučoriedkový džús s teplotou $t_3 = 50,0$ °C a objemom $V_{\text{dž}} = 300$ ml. Pri dotyku džúsu so stenou pohára sa džús postupne ochladzuje. Na pitie je najlepší s teplotou $t_4 = 36,0$ °C. V riešení nasledujúcich úloh predpokladaj, že kvapalina v pohári má v celom objeme rovnakú teplotu, ľad pohára sa roztápa pomaly, zahrievanie pohára z vonkajšej strany je zanedbateľne malé.

- c) Opíš fyzikálny dej, ktorý prebehne od naliatia džúsu do pohára až do ochladenia džúsu.
- d) Urči teplotu t_5 džúsu v okamihu, keď teplota pohára dosiahne teplotu topenia sa ľadu $t_0 = 0,0 \text{ }^\circ\text{C}$.
- e) Určte pomer $r = m_{L1}/m_L$ hmotnosti roztopeného ľadu a začiatočnej hmotnosti ľadu pohára v okamihu dosiahnutia teploty džúsu t_4 . Aby pohár bezpečne nepraskol, nesmie sa roztopiť viac ako $r_{\max} = 50 \%$ objemu ľadu. Nepraskne pohár, ak necháme džús v pohári vychladnúť až na teplotu t_0 ?

Pri riešení použi hodnoty: hustota ľadu $\rho_L = 917 \text{ kg/m}^3$, hustota džúsu a vody $\rho_d = 1\,000 \text{ kg/m}^3$, hustota železa $\rho_{\text{Fe}} = 7\,870 \text{ kg/m}^3$, hmotnostná tepelná kapacita ľadu $c_L = 2,09 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C)}$, hmotnostná tepelná kapacita džúsu a vody $c_d = 4,18 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C)}$, hmotnostná tepelná kapacita železa $c_{\text{Fe}} = 0,450 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C)}$, hmotnostné skupenské teplo topenia ľadu $l_t = 334 \text{ kJ/kg}$.

3. Vzduchovka

Priemerná tlaková sila pôsobiaca na náboj v hlavni vzduchovky bola $F = 37 \text{ N}$. Dĺžka hlavne $l = 40 \text{ cm}$. Pôsobením tlaku vzduchu v hlavni získa náboj v ústi hlavne rýchlosť aj niekoľko stoviek m/s. Jedna z jednoduchých mechanických metód merania rýchlosti náboja je znázornená na obr. F-1. Dva kruhové papierové kotúče sú pevne uchytené na osi, ktorá prechádza ich stredmi kolmo na kotúče. Kotúče sa otáčajú rovnomerne okolo osi s frekvenciou $f = 100/\text{s}$. Vzájomná vzdialenosť kotúčov $d = 0,20 \text{ m}$. Hlaveň vzduchovky namierime rovnobežne s osou, aby ich vzájomná vzdialenosť bola o niečo menšia ako polomer kotúčov. Po výstrele preletel náboj oboma papierovými kotúčmi.



Obr. F-1

- a) Náboj zanechal otvory v oboch kotúčoch, oba otvory sú od seba odklonené o uhol $\varphi = 32 \text{ }^\circ$. Urči rýchlosť v náboja vzduchovky v priestore medzi kotúčmi.
- b) Akú prácu W vykonal vzduch v hlavni vzduchovky pri jednom výstrele? Urči energiu E náboja v okamihu opustenia hlavne.

4. Vodná elektrárň Tri rokliny

Vodná elektrárň s názvom *Tri rokliny* (angl. Three Gorges), ktorá je vybudovaná na rieke Jang-c' - ťiang (čítaj jangce'iang) v Číne svojim výkonom, ako aj veľkosťou nádrže priehrady a v ďalších parametroch, je najväčšou vodnou elektrárnou na svete. Výška hrádze priehrady $h = 181$ m a objem vody v nádrži priehrady $V = 39,3$ km³. Obsah plochy povrchu jazera pri uvedenom objeme vody $S_0 = 1\,080$ km², najväčšia hodnota prítoku vody do jazera $Q_m = 116\,000$ m³/s.

- Aký výsledný tlak p vody pôsobí na stenu hrádze v hĺbke $h_1 = 175$ m pod voľnou hladinou jazera priehrady?
- Urči objem V vody, ktorý pretečie priehradou za jeden deň v prípade, keď prítok vody do jazera je polovicou najväčšieho prítoku Q_m .
- Urči priemernú hĺbku h_p vody v jazere priehrady.
- Stručne opíš činnosť elektrárne ako zariadenia na premenu energie vodného toku na elektrickú energiu. Popis doplň nákresom.
- Výška voľnej hladiny vody v priehrade nad úrovňou vtoku do turbíny $h_1 = 175$ m. Urči výkon P vodného toku pre uvedený výškový rozdiel h_1 a objemový prítok vody $Q_{tur} \approx 24\,000$ m³/s.

Gravitačná konštanta $g \approx 10$ N/kg, normálny atmosférický tlak $p_n = 0,101$ MPa, hustota vody $\rho = 1\,000$ kg/m³.