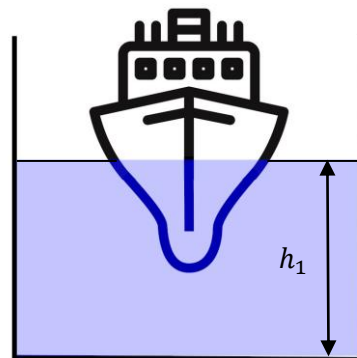


61. ročník Fyzikálnej olympiády
v školskom roku 2019/2020
kategória F – okresné kolo
Texty úloh

1. Nákladná loď v opravnom doku

Z nákladnej lode v servisnom doku vymontovali staré motory, aby ich nahradili výkonnejšími. Loď bez motorov pláva na voľnej hladine vody, hĺbka vody v servisnom doku je pred namontovaním nových motorov $h_1 = 30$ m, obr. F-1. Dĺžka servisného doku $a = 300$ m, šírka $b = 100$ m. Nové motory majú hmotnosť $m = 5\,000$ t.



Obr. F-1

- Urči tlak p_1 vody na dne servisného doku pred namontovaním nových motorov.
- Urči tlak p_2 na dne servisného doku po namontovaní nových motorov.
- Hladina vody v doku stúpne alebo sa zníži po namontovaní nových motorov? Vysvetli.
- O akú hodnotu Δh sa zmení výška voľnej hladiny vody v doku po namontovaní nových motorov? Záleží pritom na tvare trupu lode? Odpoveď vysvetli.

Hustota vody $\rho = 1\,000$ kg/m³, gravitačná konštanta $g = 9,8$ N/kg, tlak vzduchu nad hladinou vody v doku $p_a = 101$ kPa.

Poznámka: loď sa nedotýka dna ani bočných stien servisného doku.

2. Chladenie čaju v préríi

V školskom kole fyzikálnej olympiády ste sa zoznámili s metódou, ktorú indiáni používali na zohrievanie vody (Varenie po indiánsky, úloha F-5), kde k zohriatiu vody používali horúce kamene, ktoré sa vkladali priamo do vody. Čadičové kamene sa však dajú použiť aj na ochladzovanie vody (čaju alebo iného nápoja).

Indiáni mali k dispozícii guľaté čadičové kamene, každý s hmotnosťou $m = 0,10$ kg, porcelánovú šálku s hmotnosťou $m_p = 125$ g a objemom $V = 3,6$ dl. Na usadlosti, ktorá mala vlastné agregáty na výrobu elektrickej energie, mali prístup k mrazničke. Indiáni však v horúcom lete potrebovali ochladzovať nápoje pri stavbe obydlija niekoľko kilometrov od usadlosti.

Postupovali nasledovne: Kamene a šálku vložili do mrazničky, teplotu chladenia mrazničky nastavili na $t_1 = -30$ °C. Kamene a šálku nechali v mrazničke do druhého dňa. Chladné čadičové kamene i šálku s teplotou t_1 potom preniesli na miesto stavby, kde si ochladzovali nápoje.

- Vriaci čaj s objemom $V = 180$ ml naliali do studenej šálky. Aká bola ustálená teplota t_2 nápoja, ak tepelné straty pri prenose kameňov a šálky a za krátky čas vyrovnania teplôt boli zanedbateľne malé?

Indiáni mali k dispozícii jednoduchý teplomer, ktorým merali teplotu čaju. Uvažovali jednoducho: zníženie teploty čaju a šálky o $\Delta t = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ bude vyžadovať odčerpanie vždy rovnakého množstva tepla zo sústavy čaj - šálka.

Na začiatku zistili, ak vložili jeden studený kameň s teplotou t_1 do horúceho čaju v šálke s teplotou t_2 , znížila sa teplota nápoja o $\Delta t = 10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Usúdili, že teplotu čaju znížia na teplotu $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ pridaním celkom 5 kameňov z mrazničky.

b) Ktorá časť tejto predstavy bola fyzikálne správna, a ktorá nie? Odpoveď zdôvodni.

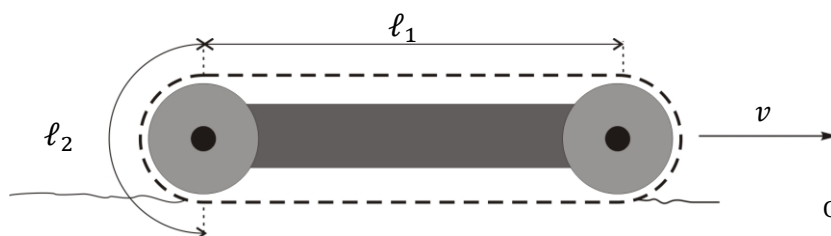
c) Vypočítaj výslednú teplotu t_3 , po pridaní celkovo piatich kameňov, keď neuvažuješ tepelné straty. Po pridaní piatich kameňov miešali nápoj dovtedy, kým sa teplota ustálila. Teplota sa ustálila na hodnote $t_4 = 35\text{ }^{\circ}\text{C}$.

d) Čím vysvetľuješ rozdiel medzi vypočítanou teplotou t_3 a skutočnou teplotou t_4 ?

Hustota vody $\rho = 1,00\text{ g/cm}^3$, merná tepelná kapacita vody $c = 4,18\text{ kJ/(kg}\cdot^{\circ}\text{C)}$, merná tepelná kapacita porcelánu $c_p = 1,085\text{ kJ/(kg}\cdot^{\circ}\text{C)}$, merná tepelná kapacita čadiča $c_k = 860\text{ J/(kg}\cdot^{\circ}\text{C)}$, teplota varu nápoja $t_0 = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

3. Snežný transportér

Pás snežného transportéra pozostáva z článkov. Pás sa otáča okolo kolies, dĺžka pásu medzi kolesami (hore aj dolu rovnako) $\ell_1 = 2,0\text{ m}$, kým dĺžka pásu na oblúkoch kolies vpredú aj vzadu (rovnako) $\ell_2 = 0,80\text{ m}$, obr. F–2. Transportér sa pohybuje po vodorovnej ploche snehu konštantnou rýchlosťou $v = 0,50\text{ m/s}$.



Obr. F–2

a) Akú dobu t_1 je článok pásu nehybne na snehu počas pohybu transportéra?

b) Akú vzdialenosť s_1 prejde transportér za dobu t_1 .

c) Aká je vzdialenosť s_2 medzi bodom, v ktorom sa článok oddelí od snehu a bodom, v ktorom sa článok následne znova dotkne snehu?

d) Aká je priemerná rýchlosť v_2 jedného článku vo vodorovnom smere po dobu, keď sa oddelí od snehu, až do okamihu, v ktorom sa znova dotkne snehu?

Pozn.: Pás transportéra pri pohybe po snehu neprekĺza.

4. Pohyb telesa v gravitačnom poli

Uvažuj pohyb telesa s hmotnosťou $m = 2,0$ kg vrhnutého zvislo nahor v homogénnom gravitačnom poli ($g = 9,8$ N/kg) v dvoch prípadoch.

- a) Pohyb sa deje vo vákuu (brzdiaca sila okolitého prostredia pôsobiaca na teleso je nulová). Teleso vrhnuté zvislo nahor z výšky $h = 0$ m (na úrovni zeme), dosiahne pri svojom pohybe po zvislej trajektórii maximálnu výšku $h_a = 6,0$ m. Nakresli ilustračný obrázok a zakresli v ňom sily pôsobiace na teleso.
- Urči najväčšiu potenciálnu energiu E_{pa} , ktorú získa teleso na svojej trajektórii, ak potenciálnu energiu telesa vo výške h považujeme za nulovú. V ktorom bode trajektórie má teleso potenciálnu energiu E_{pa} ?
 - Urči kinetickú energiu E_{ka} v najnižšom bode trajektórie telesa.
 - Doba výstupu telesa po trajektórii z najnižšieho bodu do najvyššieho je t_{1a} a doba pádu t_{2a} . Pre uvedené doby platí jedna z možností: $t_{1a} > t_{2a}$, $t_{1a} < t_{2a}$, $t_{1a} = t_{2a}$. Vyber správnu možnosť a svoju odpoveď fyzikálne vysvetli.
- b) Pohyb telesa sa deje v prostredí, ktoré pôsobí na pohyb telesa odporovou (brzdiacou) silou F_0 . Nakresli ilustračný obrázok a zakresli v ňom sily pôsobiace na teleso.
- Začiatočná kinetická energia $E_{kb}(0)$ telesa v nulovej výške je rovnaká, ako v predchádzajúcom prípade a).
Napíš vzťah, ktorý platí pre potenciálnu energiu telesa E_{pb} v najvyššom bode trajektórie telesa.
 - Pre potenciálnu energiu E_{pb} platí jedna z možností: $E_{pb} > E_{pa}$, $E_{pb} < E_{pa}$, $E_{pb} = E_{pa}$. Vyber správnu možnosť a svoju odpoveď vysvetli.
 - Doba výstupu telesa po trajektórii z najnižšieho bodu do najvyššieho je t_{1b} a doba pádu naspäť do najnižšej polohy t_{2b} . Pre uvedené doby platí jedna z možností: $t_{1b} > t_{2b}$, $t_{1b} < t_{2b}$, $t_{1b} = t_{2b}$. Vyber správnu možnosť a svoju odpoveď vysvetli.