

1) Pochodeň*Riešenie*

- a) Chlapci nesú pochodeň (medzi dvomi odovzdaniami) po dobu $t_p = 2,00$ s doľava a rovnaký čas nesú aj dievčatá v opačnom smere. Pochodeň celkovo postupuje v smere pochodu chlapcov, preto chlapci sú rýchlejší. Chlapci, aj dievčatá nesú pochodeň vždy rovnakú dobu, a pre priemernú rýchlosť platí $2t_p v_1 = t_p \Delta v$, teda $\Delta v = 2v_1 = 0,25$ m/s. 3 body
- b) Nakoľko chlapci idú rýchlejšie, $v_{ch} = v_d + \Delta v$. Pre vzdialenosť medzi chlapcami potom platí $d_{ch} = t_p(v_{ch} + v_d) = t_p(2v_d + \Delta v)$. 2 body
- $$v_d = \frac{1}{2} \left(\frac{d_{ch}}{t_p} - \Delta v \right) = 1,00 \text{ m/s} \quad \text{1 bod}$$
- $$v_{ch} = v_d + \Delta v = 1,25 \text{ m/s} \quad \text{1 bod}$$
- c) Rozostupy medzi dievčatami sa musia zmenšiť, aby rýchlejší chlapci niesli pochodeň kratšiu dobu t_{p2} . Rozostupy medzi chlapcami ani rýchlosť dievčat sa nezmenia, preto dievčatá stále nesú pochodeň po rovnakú dobu $t_p = 2,00$ s, ako predtým. Prejdú tak dráhu $s = v_d t_p$. Ak má byť priemerná rýchlosť nulová, musí chlapec po prevzatí pochodne prejsť rovnakú dráhu v opačnom smere, tzn. $s = v_{ch} t_{p2}$. Určíme dobu, po ktorú jeden chlapec nesie pochodeň
- $$t_p v_d = t_{p2} v_{ch}, \text{ teda } t_{p2} = t_p \frac{v_d}{v_{ch}} = 1,60 \text{ s.} \quad \text{2 body}$$
- Keďže na vzdialenosti d_{d2} k ďalšiemu dievčaťu sa pohybujú chlapec s pochodňou a dievča proti sebe vzájomnou rýchlosťou $v_{ch} + v_d$ po dobu t_{p2} , platí pre novú vzdialenosť medzi dievčatami $d_{d2} = t_{p2}(v_{ch} + v_d) = 3,60$ m. 1 bod

2) Teplotné stupnice*Riešenie*

- a) Definícia Celsiovej stupnice: teplotnému rozdielu 1 kelvin zodpovedá 1°C . Trojnému bodu vody zodpovedá teplota $0,01^\circ\text{C}$. Táto a ekvivalentné definície. (Prijať ako správne aj znenie, kde sa vychádza z bodu tuhnutia a z bodu varu vody pri normálnom tlaku.) (čiastočne správne definície, nie ekvivalentné uvedenej –1 bod) 2 body
- b) Za každý správne vyplnený riadok (všetky údaje zaokrúhlené na 2 desatinné miesta, uvedená značka jednotky) 1 bod, čiastočne vyplnený riadok 0,5 bod, nevyplnený riadok 0 bodov.

Celkom 8 bodov

	popis	Rømer	Fahrenheit	Celsius	Kelvin
1	Bod tuhnutia soľanky	0,00 Rø	6,29 °F	-14,29 °C	258,86 K
2	Bežná telesná teplota	26,66 Rø	97,70 °F	36,50 °C	309,65 K
3	Najnižšia nameraná teplota na Zemi	-39,33 Rø	-128,56 °F	-89,2 °C	183,95 K
4	Povrchová Slnka	2909 Rø	9980 °F	5527 °C	5800 K
5	Najvyššia nameraná teplota na Zemi	37,27 Rø	134,07 °F	56,70 °C	329,85 K
6	Teplota, pri ktorej má voda najvyššiu hustotu	9,59 Rø	39,16 °F	3,98 °C	277,13 K
7	Bod tuhnutia destilovanej vody pri normálnom tlaku	7,50 Rø	32,00 °F	0,00 °C	273,15 K
8	Bod varu destilovanej vody pri normálnom tlaku	60,00 Rø	212,00 °F	100,00 °C	373,15 K

3) Mlieko

Riešenie

a) Určíme objem pohárov.

$$V_A = V_C = 5,0 \times (6,0^2 + 12,0^2 + 18,0^2) \text{ cm}^3 = 2520,0 \text{ cm}^3, V_B = 2160,0 \text{ cm}^3.$$

$$\text{Určíme hmotnosť mlieka v pohároch } m_A = m_C = V_A \rho_m = 2603 \text{ g} = 2603 \text{ g}, \quad 2 \text{ body}$$

$$m_B = V_B \rho_m = 2231 \text{ g} = 2231 \text{ g}. \quad 1 \text{ bod}$$

Hmotnosť mliekom naplnených pohárov je potom o 100,0 gramov väčšia. 1 bod

b) Výška stĺpca čerstvo nadojeného mlieka je v každom pohári $h = 15,0 \text{ cm}$, preto hydrostatický tlak p_m čerstvo nadojeného mlieka na dne pohárov $p_m = h \rho_m g = 1520 \text{ Pa}$. 1,5 bodu

c) Určíme objem V_S smotany v každom pohári. Pohár A a C riešime spoločne

$$V_{sA} \rho_s + (V_A - V_{sA}) \rho_{m0} = m_A = V_A \rho_m, \text{ odkiaľ}$$

$$V_{sA} = V_{sC} = V_A \frac{\rho_{m0} - \rho_m}{\rho_{m0} - \rho_s} = (2520 \text{ cm}^3) \frac{0,002}{0,030} = 168 \text{ cm}^3,$$

$$V_{sB} = V_B \frac{\rho_{m0} - \rho_m}{\rho_{m0} - \rho_s} = (2160 \text{ cm}^3) \frac{0,002}{0,030} = 144 \text{ cm}^3.$$

Výška stĺpca smotany v jednotlivých pohároch (obr. RF-1) je

$$h_{sA} = \frac{168 \text{ cm}^3}{(18,0 \text{ cm})^2} = 0,519 \text{ cm}, \quad 0,5 \text{ bodu}$$

$$h_{sB} = \frac{144 \text{ cm}^3}{(12,0 \text{ cm})^2} = 1,00 \text{ cm}, \quad 0,5 \text{ bodu}$$

$$h_{sC} = \frac{168 \text{ cm}^3}{(6,0 \text{ cm})^2} = 4,67 \text{ cm}. \quad 0,5 \text{ bodu}$$

Hydrostatický tlak na dne jednotlivých pohárov

$$p_A = h_{sA} \rho_s g + (h - h_{sA}) \rho_{m0} g = h \rho_{m0} g - h_{sA} (\rho_{m0} - \rho_s) g = 1521 \text{ Pa},$$

odkiaľ zmena hydrostatického tlaku

$$\Delta p_A = p_A - p_m = 1521 \text{ Pa} - 1520 \text{ Pa} = 1 \text{ Pa}.$$

Zmenu hydrostatického tlaku určíme presnejšie takto

$$\Delta p_A = p_A - p_m = h (\rho_{m0} - \rho_m) g - h_{sA} (\rho_{m0} - \rho_s) g = 1,42 \text{ Pa}. \quad 1 \text{ bod}$$

Obidva výsledky považujeme za prijateľné.

V prípade poháru B k zmene hydrostatického tlaku nedôjde, lebo pohár má zvislé steny.

$$p_B = h_{sB}\rho_s g + (h - h_{sB})\rho_{m0}g = h\rho_{m0}g - h_{sB}(\rho_{m0} - \rho_s)g = 1520 \text{ Pa},$$

odkiaľ zmena hydrostatického tlaku

$$\Delta p_B = p_B - p_m = 1520 \text{ Pa} - 1520 \text{ Pa} = 0 \text{ Pa}.$$

Zmenu hydrostatického tlaku určíme presnejšie takto

$$\Delta p_B = p_B - p_m = h(\rho_{m0} - \rho_m)g - h_{sB}(\rho_{m0} - \rho_s)g = 0,0 \text{ Pa} \quad 1 \text{ bod}$$

Všetky tri výsledky považujeme za prijateľné.

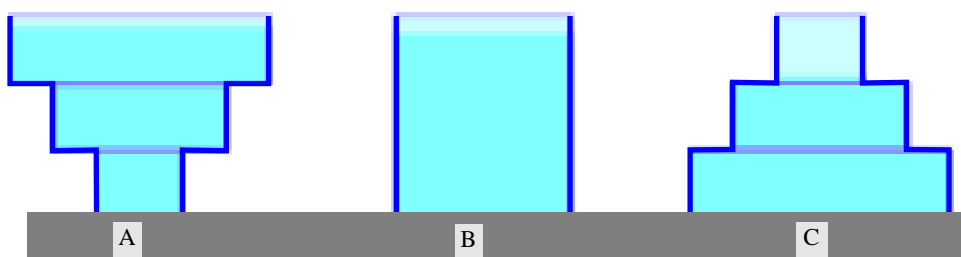
$$p_C = h_{sC}\rho_s g + (h - h_{sC})\rho_{m0}g = h\rho_{m0}g - h_{sC}(\rho_{m0} - \rho_s)g = 1509 \text{ Pa},$$

odkiaľ zmena hydrostatického tlaku

$$\Delta p_C = p_C - p_m = 1509 \text{ Pa} - 1520 \text{ Pa} = -11 \text{ Pa}.$$

Zmenu hydrostatického tlaku určíme presnejšie takto

$$\Delta p_C = p_C - p_m = h(\rho_{m0} - \rho_m)g - h_{sA}(\rho_{m0} - \rho_s)g = -10,8 \text{ Pa} \quad 1 \text{ bod}$$



Obr. RF-1: rôzne hrúbky vrstvy smotany spôsobia odlišný hydrostatický tlak na dne pohárov.

4) Varenie vajec

Riešenie

- a) Tepelná kapacita jedného vajčka

$$C_v = m(p_z c_z + p_b c_b + p_s c_s) = 207 \text{ J} \quad 2 \text{ body}$$

- b) Potrebné teplo $Q_P = (C_h + \rho V c)(t_v - t_0) = 210,6 \text{ kJ}$ 3 body

- c) Teplo Q_P dodá šporák za čas $t_{P1} = \frac{Q_P}{P} = 234 \text{ s}$ a potom ešte varí $t_1 = 240 \text{ s}$,

$$\text{teda celkom } t_P = t_{P1} + t_1 = 474 \text{ s} \approx 8 \text{ min.} \quad 2 \text{ body}$$

- d) Petrova sestra používa takú istú nádobu s rovnými stenami, preto vrstva vody hrúbky 1,0 cm predstavuje 0,1 časť vody, čo požíva Peter (0,05 l) 0,5 bodu

Na uvedenie vody do varu potrebuje Petrova sestra teplo

$$Q_S = (C_h + 0,1\rho V c)(t_v - t_0) = 41,3 \text{ kJ} \quad 0,5 \text{ bodu}$$

$$\text{a šporák toto teplo dodá za čas } t_{S1} = 45,9 \text{ s} \quad 0,5 \text{ bodu}$$

$$\text{Celkový potrebný čas touto metódou je } t_S = t_{S1} + t_1 \approx 286 \text{ s} = 4,8 \text{ min} \quad 0,5 \text{ bodu}$$

Časť η ušetrenej energie môžeme určiť z doby, čo je šporák zapnutý (vždy beží na výkon P)

$$\eta = (1 - t_S/t_P)100\% \approx 40\% \quad 1 \text{ bod}$$

63. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy okresného kola kategórie F

Autori návrhov úloh:

Boris Lacsny (1, 2), Aba Teleki (3, 4)

Recenzia:

Ivo Čáp

Preklad textu úloh do maďarského jazyka:

Aba Teleki

Redakcia:

Ivo Čáp

Vydal:

Slovenská komisia fyzikálnej olympiády

IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2022