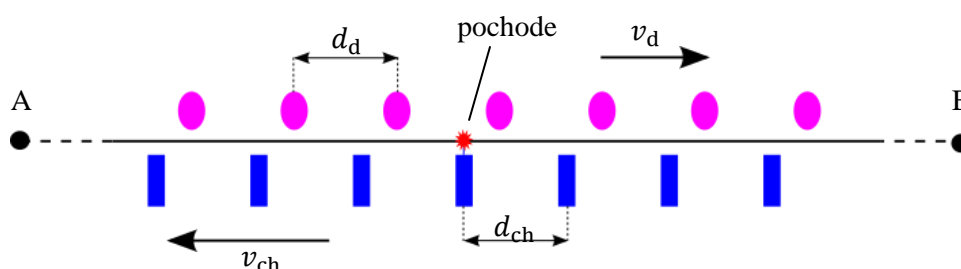


1) Pochodeň

V škole usporiadali symbolické prenášanie olympijskej pochodne. Chlapci a dievčatá postupovali popri veľmi dlhej rovnej čiare proti sebe v rovnakých rozstupoch $d_d = d_{ch} = 4,50$ m. Dievčatá (na obr. F–1 rad nad čiarou) postupovali konštantnou rýchlosťou v_d od bodu A k bodu B, kým chlapci (rad pod čiarou) postupovali konštantnou rýchlosťou v_{ch} opačným smerom. Pri každom stretnutí pochodne bola odovzdaná najbližšej protiľadúcej osobe (chlapec odovzdá dievčaťu, dievča chlapcovi) – obr. F–1 ukazuje okamih, keď pochodne nesie práve jeden z chlapcov. Pochodeň niesol každý (dievča aj chlapec) po rovnako dlhú dobu $t_p = 2,00$ s.



Obr. F–1

- Aký bol rozdiel rýchlostí Δv medzi chlapcami a dievčatami, ak pochodne postupovala od bodu B k bodu A priemernou rýchlosťou $v_1 = 7,50$ m/min? (Priemernú rýchlosť počítame od okamihu, keď jeden chlapec odovzdá pochodne dievčaťu, do okamihu, keď nasledujúci chlapec pochodne prevezme).
- Aká je rýchlosť dievčat (v_d) a aká je rýchlosť chlapcov (v_{ch})?
- Na akú hodnotu d_{d2} musia zmeniť dievčatá pravidelné rozstupy medzi sebou, aby priemerná rýchlosť pochodne bola $v_{pr} = 0,00$ m/s? (Bez zmeny rýchlosti dievčat a rýchlosti a odstupov chlapcov)

2) Teplotné stupnice

Prvú kalibrovanú teplotnú stupnicu zaviedol dánsky astronóm Ole Christien Rømer¹ v roku 1701 s jednotkou *stupeň Rømera* (značka jednotky $^{\circ}\text{Rø}$). Nemecký fyzik Daniel Gabriel Fahrenheit², po stretnutí s Rømerom, zadefinoval vlastnú kalibrovanú teplotnú stupnicu, ktorá sa používa vo väčšine anglicky hovoriacich krajinách dodnes. Jednotkou Fahrenheitovej stupnice je stupeň Fahrenheita a značka je $^{\circ}\text{F}$. Vo fyzike sa začala používať Celsiova stupnica, ktorá sa používa aj v bežnom živote. Po zistení, že nižšia teplota, než $-273,15$ $^{\circ}\text{C}$ v prírode neexistuje, sa zaviedla tzv. termodynamická teplota s jednotkou teploty kelvin (značka jednotky K). Najnižšia možná teplota je definovaná ako 0 K, kým teplotný rozdiel v kelvinoch je rovnaký ako v stupňoch Celsia, teda teplotný rozdiel 1 $^{\circ}\text{C}$ je 1 K.

Rømer: teplota 0 $^{\circ}\text{C}$ zodpovedá 7,5 $^{\circ}\text{Rø}$, kým teplotný rozdiel 1 $^{\circ}\text{C} = \frac{40}{21}^{\circ}\text{Rø}$.

Fahrenheit: teplota 0 $^{\circ}\text{C}$ zodpovedá 32 $^{\circ}\text{F}$ a teplotný rozdiel 1 $^{\circ}\text{C} = \frac{9}{5}^{\circ}\text{F}$.

¹ Rømer (vyslovuj [rømer]) je dnes skôr známy z toho, že ako prvý úspešne zmeral rýchlosť, ktorou sa šíri svetlo vo vákuu. Nemýliť si s Réaumurovou (Réaumur, vyslovuj [reomur] – francúzsky vedec) stupnicou, ktorá vznikla neskôr!

² Fahrenheit (vyslovuj [farnhait]).

Kelvin: teplota $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ zodpovedá $273,15\text{ K}$ a teplotný rozdiel $1\text{ }^{\circ}\text{C} = 1\text{ K}$.

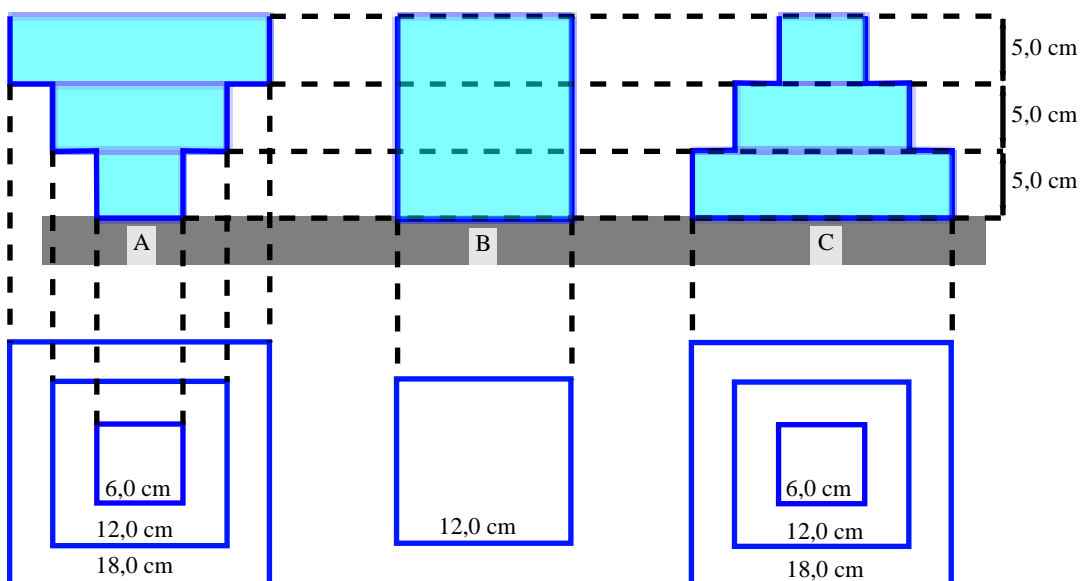
- Uveď definíciu Celsiovej teplotnej stupnice.
- Vypĺň chýbajúce kolónky v nasledujúcej tabuľke zaokrúhlené na dve desatinné miesta (pri každej hodnote uveď skratku príslušnej jednotky)

	popis	Rømer	Fahrenheit	Celsius	Kelvin
1	Bod tuhnutia soľanky	$0,00\text{ }^{\circ}\text{Rø}$		$-14,29\text{ }^{\circ}\text{C}$	
2	Bežná telesná teplota		$97,70\text{ }^{\circ}\text{F}$		
3	Najnižšia nameraná teplota na Zemi			$-89,2\text{ }^{\circ}\text{C}$	
4	Povrchová teplota Slnka				5800 K
5	Najvyššia nameraná teplota na Zemi	$37,27\text{ }^{\circ}\text{Rø}$			
6	Teplota, pri ktorej má voda najvyššiu hustotu		$39,16\text{ }^{\circ}\text{F}$		
7	Bod varu destilovanej vody pri normálnom tlaku				
8	Bod tuhnutia destilovanej vody pri normálnom tlaku				

3) Mlieko

Sú kvapaliny, ktoré sú rovnorodou zmesou rôznych zložiek, ako napríklad čerstvé mlieko. Ak mlieko necháme stáť, smotana (s vysokým obsahom tuku) sa oddelí od zvyšku mlieka. Vytvorí dobre rozoznateľnú hornú vrstvu v nádobe, pričom sa celkový objem kvapaliny nezmení. Hustota čerstvo nadojeného mlieka (pri teplote $10\text{ }^{\circ}\text{C}$) $\rho_m = 1,033\text{ g/cm}^3$. Ak sa z nej oddelí smotana, zvyšok mlieka má hustotu $\rho_{m0} = 1,035\text{ g/cm}^3$, kým smotana (s 36 %-ným obsahom tuku) $\rho_s = 1,005\text{ g/cm}^3$.

Na obr. F-2 sú znázornené na vodorovnej podložke poháre rôznych tvarov. Naliali sme do nich čerstvo nadojené mlieko až po okraj.



Obr. F-2

- Aká bola hmotnosť pohárov, naplnených čerstvo nadojeným mliekom, ak prázdne poháre mali rovnakú hmotnosť $m = 100,0 \text{ g}$?
- Aký bol hydrostatický tlak na dne jednotlivých pohárov A, B, C po naliatí čerstvo nadojeného mlieka?
- O akú hodnotu sa zmenil tlak na dne pohárov A, B, C po tom, čo sa smotana oddelila od zvyšku mlieka?

Vodorovný rez pohármi je vždy štvorec s príslušnou dĺžkou strany, ako ukazuje obr. F–2. Gravitačná konštanta $g = 9,81 \text{ N/kg}$.

4) Varenie vajec

Peter má rád vajíčka na mäkko. Dočítal sa, že aby boli vajíčka na mäkko, stred vajíčka musí dosiahnuť teplotu $63 \text{ }^\circ\text{C}$. Teplotu v strede vajíčka však nevie zmerať, preto k úspešnému postupu dospel experimentovaním. Do malého hrnca s rovnými stenami naleje $V = 0,50 \text{ l}$ vody (presne 10 cm vody bez vajec), potom vodu začne zohrievať na variči s výkonom $P = 900 \text{ W}$. Keď voda začne vriieť, vloží tri vajíčka, a varí ich $t_1 = 4,0 \text{ min}$.

- Aká je tepelná kapacita jedného vajíčka, ktorého hmotnosť $m = 62,0 \text{ g}$?
- Koľko tepla Q_P musí Peter dodať hrncu s pokrievkou a s vodou so začiatočnou teplotou $t_0 = 10,0 \text{ }^\circ\text{C}$, aby voda začala vriieť?
- Koľko trvá celkom Petrovi uvariť tri vajíčka, ak voda, hrniec, aj vajíčka majú na začiatku teplotu $t_0 = 10,0 \text{ }^\circ\text{C}$?

Petrova sestra sa usmieva, keď vidí Petrove varenie. Ona zoberie rovnaký hrniec, naleje do neho $1,0 \text{ cm}$ vody, dá na to pokrievku a privedie do varu na tom istom variči. Potom vloží tri vajíčka dnu a znova zakryje pokrievkou. Vajíčka varí takto v pare tiež $t_1 = 4,0 \text{ min}$.

- Koľko trvá celkom Petrovej sestre uvariť vajíčka v pare a koľko percent energie ušetrí z energie, čo spotrebuje Peter?

Merná tepelná kapacita žĺtku $c_z = 3120 \text{ J/(kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C)}$,

bielku $c_b = 3800 \text{ J/(kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C)}$,

škrupiny $c_s = 888 \text{ J/(kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C)}$.

Z celkovej hmotnosti vajíčka predstavuje:

žĺtok $p_z = 26,0 \%$, bielok $p_b = 64,0 \%$ a škrupina $p_s = 10,0 \%$.

Tepelná kapacita hrnca a pokrievky $C_h = 250 \text{ J/}^\circ\text{C}$, bod varu vody $t_v = 100^\circ\text{C}$, merná tepelná kapacita vody $c = 4180 \text{ J/(kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C)}$, hustota vody $\rho = 1,00 \text{ g/cm}^3$.

Poznámka: Varič pracuje vždy s výkonom P , tepelné straty do okolia sú zanedbateľne malé, a neuvažujte ich.

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