

## 66. ročník Fyzikálnej olympiády

v školskom roku 2024/2025

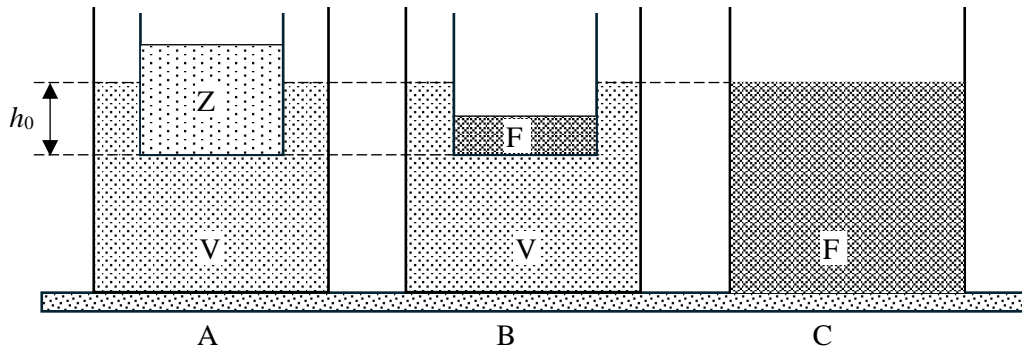
domáce kolo kategória E

text úloh

### 1. Nádoby

Na obrázku vidíme tri rovnako veľké nádoby A, B, C. V nádobe A a v nádobe B je voda V. V nádobe A pláva na hladine menšia nádoba s kvapalinou Z, pričom výška hladiny kvapaliny Z v malej nádobe  $h_1 = 3$  cm. Malá nádoba je vo vode ponorená do hĺbky  $h_0 = 2,0$  cm. V nádobe B je rovnaká malá nádoba naplnená kvapalinou F, pričom výška stĺpca kvapaliny F v malej nádobe  $h_2 = 1,0$  cm. I v tomto prípade je malá nádoba ponorená do hĺbky  $h_0$ .

Malá nádoba má hmotnosť  $m = 50$  g a obsah dna  $S = 200$  cm<sup>2</sup>.



Obr. E-1

- Urči hustotu  $\rho_Z$  kvapaliny Z a hustotu  $\rho_F$  kvapaliny F.
- V nádobe C je kvapalina F. Premiestnime do nej malú nádobu z nádoby A i s kvapalinou Z. Urči hĺbku  $h_3$ , do ktorej sa malá nádoba v kvapaline F ponorí.

Hustota vody  $\rho_V = 1,00 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$ , gravitačná konštanta  $g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$ .

Dno malých nádob plávajúcich v kvapalinách je vždy vodorovné, steny malých nádob sú veľmi tenké.

### 2. Autobus MHD medzi zastávkami

Autobus MHD stojí v zastávke A, a po uzavretí dverí, v čase  $t = 0$  s sa dá do pohybu. Najprv sa rozbehne na cestovnú rýchlosť  $v_c = 48$  km/h, potom sa pohybuje stálou cestovnou rýchlosťou  $v_c$ , až sa priblíži k zastávke B. Pred zastávkou B začne brzdiť, než sa úplne zastaví v zastávke B.

Pri rozbiehaní dosiahne autobus cestovnú rýchlosť  $v_c$  za čas  $t_1 = 30,0$  s. Cestovnou rýchlosťou prejde dráhu  $s_2 = 1,00$  km. V záverečnej etape, kde spomaľuje, prejde autobus dráhu  $s_3 = 100$  m. V etape rozbiehania, ako aj v etape spomaľovania pred zastavením má autobus priemernú rýchlosť  $v_{p1} = v_c/2$ .

- Urči dráhu  $s_1$ , na ktorej autobus dosiahol cestovnú rýchlosť  $v_c$  počas rozbiehania zo zastávky A.
- Urči vzdialenosť  $d_{AB}$ , ktorú prešiel autobus medzi zastávkami A a B.
- Urči priemernú rýchlosť  $v_{p2}$  autobusu MHD medzi zastávkami A a B (od štartu po zastavenie). Rýchlosť vyjadri v jednotkách m/s aj v jednotkách km/h.

### 3.ľadový stĺp

V zime, keď vonku bola teplota  $t_0 = 0,0 \text{ }^\circ\text{C}$ , zhotovili žiaci ľadový stĺp. Ľad vyrobili zo sladkej vody. Ľadový stĺp bol v tvare hranola so štvorcovým prierezom o hrane  $a = 20 \text{ cm}$  a s výškou  $h_0 = 100 \text{ cm}$ . Teplota ľadového stĺpa bola rovnaká ako vonkajšia teplota  $t_0$ .

Učiteľ zohrial medenú kocku s dĺžkou hrany  $a = 20 \text{ cm}$  a zohrial ju na teplotu  $t_1 = 180,0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Následne kocku položili opatrne na vrch vodorovnej plochy ľadového stĺpa. V mieste dotyku s medenou kockou sa ľad začal roztápať a odtekala z toho miesta voda s teplotou  $t_0 = 0,0 \text{ }^\circ\text{C}$ .

- Medená kocka klesala, ľad sa pod ňou roztápal, ale nakoniec sa pokles zastavil. Zdôvodni, prečo sa pokles kocky zastavil, a aká bola výsledná teplota medenej kocky?
- Urči hmotnosť  $m_L$  ľadu z ľadového stĺpa, ktorý sa roztopil.
- Urči výšku  $h_1$  ľadového stĺpca, keď sa jeho pokles zastavil.
- O koľko sa zmenila polohová energia  $E_p$  kocky od polozenia na ľadový stĺp až po zastavenie poklesu kocky? Musíme zobrať do úvahy pri výpočte množstva roztopeného ľadu aj túto uvoľnenú energiu?

Hustota medi  $\rho_{\text{Cu}} = 8\,940 \text{ kg/m}^3$  a ľadu  $\rho_l = 920 \text{ kg/m}^3$ , hmotnostná (merná) tepelná kapacita medi  $c_{\text{Cu}} = 383 \text{ J/(kg} \cdot \text{ }^\circ\text{C)}$ , hmotnostné (merné) skupenské teplo topenia ľadu  $l_t = 334 \text{ kJ/kg}$ , gravitačná konštanta  $g = 9,81 \text{ N/kg}$ .

Poznámka: predpokladajte, že pri roztápaní sa ľadu kocka neskĺzne z ľadového stĺpa a jej dolná podstava zostáva celú dobu klesania vo vodorovnej polohe. Výmenu tepla s okolím môžete považovať za zanedbateľne malú.

### 4. Vodná para

Voda sa intenzívne odparuje počas varu pri teplote  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  (pri tlaku  $100 \text{ kPa}$ ). V prírode hrá odparovanie vody mimoriadne dôležitú úlohu. Odparovanie vody z listov stromov sa deje pri teplote okolia a znižuje teplotu listov – sprostredkovane vzduchu, ktorý ovieva listy stromov. Aj pri sušení bielizne sa voda vyparuje aj pri nízkej teplote. Bielizeň vonku na šnúre vyschne dokonca aj za mrazu.

- Aký fyzikálny jav sa využíva pri sušení bielizne vonku pri teplote  $t < 0 \text{ }^\circ\text{C}$ ?
- Prečo sa človek potí, keď je mu horúco. Ktorý fyzikálny jav sa vtedy uplatňuje. Prečo sa človek lepšie cíti v horúcom suchom vzduchu ako vo vzduchu s rovnakou teplotou ale vysokou vlhkosťou?
- Prečo sa horúcom vzduchu lepšie cítime keď povieva vetrík, ako keď je bezvetrie?

V tabuľkách môžeme nájsť hodnoty: hmotnostná telená kapacita vody  $c_v = 4,18 \text{ kJ}/(\text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{ kg})$ , hmotnostná tepelná kapacita vodnej pary  $c_p = 1,88 \text{ kJ}/(\text{ }^\circ\text{C} \cdot \text{ kg})$ , hmotnostné skupenské teplo varu vody  $l_v = 2,26 \text{ MJ/kg}$  (pri teplote varu  $t_v = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ ).

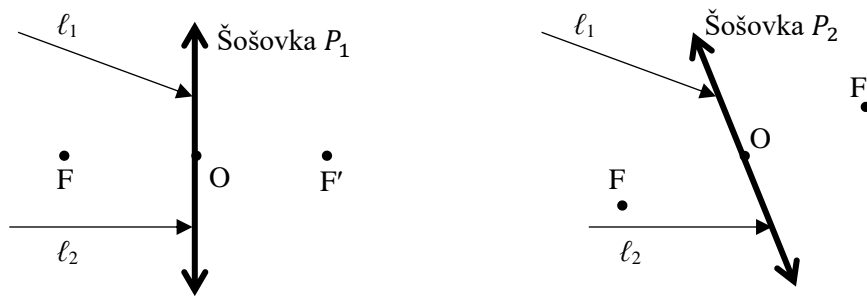
- Urči teplo  $Q$ , ktoré sa odoberie vode s teplotou  $t_0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ , ak sa jej časť s hmotnosťou  $m = 1,0 \text{ g}$  premení na paru s rovnakou teplotou  $t_0$  – hmotnostné skupenské teplo vyparovania vody pri teplote  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Pri stanovení tepla  $Q$  použite nasledujúcu úvahu: paru s teplotou  $t_0$  dostaneme tak, že vodu s teplotou  $t_0$  zohrejeme na teplotu  $t_v$  varu vody, vodu necháme vypariť a potom vzniknutú paru zasa ochladíme na začiatočnú teplotu  $t_0$ .

### 5. Kade idú lúče

Na dvojici obrázkov E–2 je schematicky znázornený dopad dvoch rôznobežných lúčov  $\ell_1, \ell_2$  na tenkú spojnú šošovku. Optická os šošovky leží v rovine lúčov. V prvom prípade je jeden lúč rovnobežný

s optickou osou šošovky. V obrázku je vyznačený stred  $O$  šošovky a jej ohniská (predmetové  $F$  a obrazové  $F'$ ). V druhom prípade vpravo je rovina šošovky vychýlená z pôvodného smeru o určitý ostrý uhol okolo osi kolmej na rovinu lúčov a prechádzajúcou stredom  $O$  šošovky, pričom oba lúče  $\ell_1$ ,  $\ell_2$  dopadajú na šošovku šikmo.



Obr. E-2

- Zostroj pokračovanie lúčov po prechode šošovkami a body  $P_1$  a  $P_2$ , v ktorých sa lúče pretínajú.
- Pomocou obrázku z predchádzajúcej časti úlohy zisti, ako sa zmení poloha priesečníku  $P$  lúčov v dôsledku naklonenia šošovky.

## 6. Cyklisti a pes

Na rovnej vodorovnej ceste a v bezvetří idú proti sebe na bicykloch Anička a Peter. Rýchlosť Aničky  $v_A = 12$  km/h a rýchlosť Petra  $v_P = 15$  km/h. Vedľa Aničky beží jej pes Rocky. Keď je vzdialenosť medzi cyklistami  $d=400$  m, zbadá Rocky Petra a vyrazí k nemu rýchlosťou  $v_R = 25$  km/h. Keď k Petrovi dobehne, otočí sa a beží nazad k Aničke. Pri nej sa opäť otočí a beží k Petrovi. Takto pokračuje, kým sa oba cyklisti nestretnú.

- Akú celkovú dráhu  $s_1$  Rocky ubehne od prvého zbadania Petra až do stretnutia cyklistov, ak v oboch smeroch behal rovnakou rýchlosťou  $v_R$ ?

Podobná situácia sa zopakovala druhý deň na mierne stúpajúcej ceste s rovnakým stúpaním na celej jej dĺžke. Anička išla s Rockym z dolného konca stálou rýchlosťou  $v'_A = 9,0$  km/h a Peter z horného konca stálou rýchlosťou  $v'_P = 18,0$  km/h.

- Keď bola vzdialenosť medzi cyklistami  $d = 400$  m, zbadal Rocky Petra a vyrazil k nemu do kopca rýchlosťou  $v_{R1} = 20$  km/h. Keď k nemu dobehol otočil sa a bežal nazad k Aničke rýchlosťou  $v_{R2} = 30$  km/h. Urči dráhu  $s_2$ , ktorú Rocky prebehne od Aničky k Petrovi a nazad, a vzdialenosť  $d_2$  medzi cyklistami v okamihu, keď sa Rocky vráti k Aničke prvý krát.
- Akú dráhu  $s_c$  by Rocky prebehol, ak by opakoval beh medzi Aničkou a Petrom rovnakým spôsobom, až kým sa nestretnú. Pri riešení môžete použiť vzťah pre súčet členov nekonečného radu  $1 + x + x^2 + x^3 + \dots = \frac{1}{1-x}$  pre  $|x| < 1$ .

## 7. Dĺžka metra – Experimentálna úloha

Pôvodná definícia jednotky dĺžky, *metra*, pochádza ešte z roku 1790 (8. mája 1790). K tomu slúžilo tzv. *polkyvové kyvadlo*. Toto kyvadlo urobí polovicu kmitu (kyv) presne za jednu sekundu a dĺžka kyvadla je potom jeden meter.

### Úloha

Vyrobte kyvadlo, ktorého polperióda je 1,00 sekundy, t.j. jeden kmit trvá presne 2,00 s.

*Pomôcky:* veľmi tenká ale pevná niť, plastelína, tyčka s okrúhlym prierezom, stopky (aplikácia so stopkami v mobile), dĺžkové meradlo.

*Postup:* Dostatočne dlhú niť čiastočne namotajte na tyčku, aby neskĺzala z tyčky. Na voľný koniec nite urobte uzol. Z plastelíny vyrobte guľôčku a dajte ju na niť, aby uzol bol v strede guľôčky. Nakoľko uzol nevidíte, než plastelínovú guľu dáte na niť, zafarbite niť nad uzlom aj pod uzlom v rovnakej vzdialenosti od uzla tak, aby ste vedeli plastelínovú guľôčku presne umiestniť.

Niť s guľôčkou na jednom konci visí z tyčky zvislo dole, pritom tyčka je vodorovná, a pevne zachytená, napr. v stojane alebo môže byť na vyššej polici zaťažená knihou.

### Meranie:

Niť s guľôčkou mierne vychýľte zo zvislej polohy v rovine kolmej na tyč, a nechajte ju kývať. Zmerajte dobu aspoň 20 pol kyvov (10 úplných kmitov). Táto doba by mala byť 20 sekúnd. Pokiaľ ste namerali inú dobu, upravte dĺžku nite pootočením tyčky a meranie zopakujte. Korekciu opakujte až kým nedosiahnete čas  $N \times 1,00$  s, kde  $N$  je počet kmitov.

Ak dosiahnete presnú hodnotu výsledného času, zafarbite na niti miesto, kde sa oddeľuje od tyčky a zmerajte vzdialenosť  $l$  medzi týmto miestom a uzlom na dolnom konci (po odstránení plastelíny).

Výsledok porovnajte s dĺžkou 1,00 m. Koľko percent z jedného metra predstavuje rozdiel medzi dĺžkou tvojho kyvadla a skutočnou dĺžkou 1,00 m?

---

## Fyzikálna olympiáda – 66. ročník – úlohy okresného kola kat. E

Autori úloh: Aba Teleki, Boris Lacsný

Recenzia úloh: Ivo Čáp,

Redakcia: Ivo Čáp

Úlohy preložil: Aba Teleki

Vydalo: Slovenská komisia fyzikálnej olympiády

Národný inštitút vzdelávania a mládeže, Bratislava 2024

