

## 60. ročník Fyzikálnej olympiády

v školskom roku 2018/2019

kategória G – okresné kolo (doplnenie databázy)

Texty úloh

*Pre školské, obvodné a okresné kolo kategórie G Fyzikálnej olympiády, organizátori môžu použiť úlohy, ako sme ich postúpili na okresné komisie už v minulých rokoch a každoročne ich dopĺňame novými úlohami (databáza FO, kategória G). Teoretické i experimentálne úlohy majú rozličnú náročnosť, pokiaľ ide o predpokladanú časovú dĺžku riešenia, ale aj technické zabezpečenie pre experimentálnu úlohu, preto nechávame na rozhodnutie organizátorov, ktoré úlohy vyberú pre obvodné, či okresné kolo. Porota súťaže určí bodové kritéria pre hodnotenie riešenia úloh.*

Úlohy z predchádzajúcich ročníkov sú k dispozícii na stránke FO: [www.olympiady.sk](http://www.olympiady.sk)

### 1. Vplyv zmeny teploty na vlastnosti materiálov

- Prečo sa niekedy stáva, že vodovodné kovové potrubie naplnené vodou v zime pri nízkych vonkajších teplotách praskne? Vysvetli.
- V záhradách majú pestovatelia voľné vodovodné kovové rúrky ukončené ventilom, z ktorých čerpajú vodu na polievanie zeleniny a ovocia. Aká porucha ventilu môže v zime nastať, ak vodu z potrubia a ventilu nevyprázdňime? Vysvetli.
- Prečo nie sú súvisle spojené kovové konštrukčné časti napr. mostov alebo železničných koľajníc, ale medzi nimi sú pravidelne rozmiestnené vzduchové medzery? Vysvetli.
- Vysvetli, ako prebieha proces zvetrávania pevných látok, napr. kameňa alebo aj betónu, pokiaľ sú vystavené dlhšie obdobia pôsobenie vody (zrážok).
- Uveďte iný príklad, ktorý poznáte, v ktorom sa prejavuje teplotná rozťažnosť kovov.
- Prečo sa donedávna používali ortuťové teploměry?
- Lineárne predĺženie  $\Delta l$  pevnej tyče s dĺžkou  $l_0$ , so začiatočnou teplotou  $t_0$ , ak sa zmení jej teplota o hodnotu  $\Delta t$ , je priamoúmerné začiatočnej dĺžke  $l_0$  a zmene teploty  $\Delta t$  tyče  $\Delta l = \alpha l_0 \Delta t$ ,

kde  $\alpha$  je lineárny koeficient teplotnej rozťažnosti, ktorý pre teplotu  $t_0$  je charakteristickou fyzikálnou veličinou materiálu tyče. V tab. sa uvádza v jednotkách

$$[\alpha] = \frac{\text{m}}{\text{m} \cdot \text{K}}.$$

Veľkosť koeficientu je rovná predĺženiu tyče z určitého materiálu s dĺžkou 1 m pri zmene teploty o 1 K alebo 1 °C. Napr oceľ  $12 \frac{\mu\text{m}}{\text{m} \cdot \text{K}}$ , ortuť  $61 \frac{\mu\text{m}}{\text{m} \cdot \text{K}}$ , sklo  $8,5 \frac{\mu\text{m}}{\text{m} \cdot \text{K}}$ , ľad  $51$

$$\frac{\mu\text{m}}{\text{m} \cdot \text{K}}, \text{ meď } 17 \frac{\mu\text{m}}{\text{m} \cdot \text{K}}.$$

Ako sa zmení dĺžka ocelevej koľajnice s dĺžkou  $l_0 \approx 300$  m, ak na horúcom slnku sa zvýši jej teplota o  $\Delta t = 20$  °C?

## 2. Teplotné stupnice

- a) Janko zo Žiliny telefonoval s priateľkou Chloe z mesta Bottineau (Severná Dakota, USA). Vymenili si aj stručnú informáciu o počasí. Chloe oznámila, že v ich záhrade je teplota 73 °F a Janko, na oplátku, poskytol Chloe údaj z vonkajšieho teplomera 23 °C. V ktorom z uvedených miest bola vyššia teplota?
- b) Pomocou aplikácie mobilu určte zemepisné súradnice obidvoch miest z úlohy a), Ďalej približne najkratšiu vzdialenosť medzi mestami Žilina a Bottineau, napr. ako dráhu lietadla, keby letelo po optimálnej trajektórii (oblúku) v malej výške nad povrchom Zeme s presnosťou na 100 km.  
*Pozn. dĺžka oblúka kružnice, ktorý prislúcha k stredovému uhlu  $\varphi$  v jednotkách radián  $s = r \times \varphi$ ,  $\varphi(\text{rad}) = 3,14 \times \varphi(^{\circ})/180^{\circ}$ .*
- c) Vyplňte priloženú tabuľku hodnotami teplôt, ktoré zodpovedajú teplote uvedenej v riadku tabuľky v teplotných stupniciach Celziovej, Fahrenheitovej a Termodynamickej.
- d)

Teplotná stupnica		
Celziova/ °C	Fahrenheitova/ °F	Termodynamická/K
- 15,7		
	122	
		323,15

## 3. Zmena skupenstva vody

Hmotnostné skupenské teplo varu vody, pri normálnom tlaku vzduchu nad hladinou vody, v Poprade (n.v. 672 m) je  $L_v = 2\,260 \text{ kJ/kg} = 2,26 \text{ MJ/kg}$ .

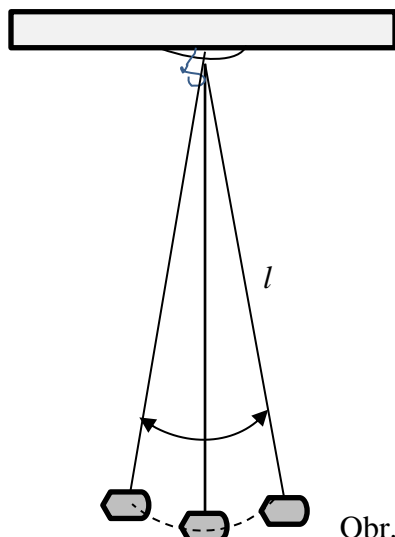
- a) Určite teplo  $Q$ , ktoré prijme variaca sa voda v nádobe, ak sa z nej premenilo na paru s rovnakou teplotou 100 g vody (ubudlo z nádoby 100 ml vody) v Poprade, pri normálnom vonkajšom tlaku vzduchu nad hladinou vody.
- b) Na plynovom variči v laboratóriu na Lomnickom štíte (n.v. 2634 m) uvedieme vodu v nádobe do varu.  
- Teplota  $t_{VL}$  varu vody bude rovnaká, vyššia alebo nižšia ako teplota  $t_{VP}$  varu vody v Poprade? Odpoveď vysvetlite.  
- Predpokladáte, že v miestach na povrchu Zeme s nadmorskou výškou nad 7 000 m možno uvariť vajčka na tvrdo? Odpoveď vysvetlite.

*Pozn. Tlak vzduchu 8. mája 2019: Poprad 1013 hPa, Lomnický štít 733 hPa.*

## 4. Kyvadlo

Skúmajte vlastnosti kmitov kyvadla. Jednoduché (matematické) kyvadlo vyhotovíme z ľahkej, ale pevnej nite s dĺžkou  $l$ . Jeden koniec nite pevne uchytime napr. na stojan alebo dosku, rebríček. Na druhý koniec nite priviažeme teliesko, napr. kovovú maticu, obr. G-1. Vzdialenosť medzi bodom uchytenia a telieskom  $l$  je dĺžka kyvadla. Teliesko pri napnutej niti

vychýlime o malý uhol a potom ho uvoľníme. Kyvadlo bude striedavo kmitať na jednu a druhú stranu okolo rovnovážnej polohy. Pohyb kyvadla z jednej krajnej polohy do druhej a späť nazývame kmit, pohyb z jednej krajnej polohy do druhej krajnej polohy nazývame kyv.



Obr. G-1

Základnou fyzikálnou charakteristikou kyvadla je doba kmitu  $T$ , resp. doba kyvu  $T/2$ . Aby sme dobu kmitu  $T$  určili čo najpresnejšie, pomocou stopiek meriame dobu nie jedného, ale napr. 20, alebo aj viac desiatok kmitov a z tejto hodnoty vypočítame aritmetický priemer pre jeden kmit.

- Vyhotovte jednoduché kyvadlo približne s dĺžkou  $l \approx 30$  cm a určte čo najpresnejšie dobu jeho kmitu  $T_{01}$ . Kyvadlo rozkmitajte trikrát a vždy jeden žiak počíta kmity, druhý žiak meria dobu 20 kmitov, tretí žiak zapisuje namerané doby do tabuľky. Pre každý prípad vypočítajte dobu kmitu  $T_1, T_2, T_3$ . Porovnajte vypočítané hodnoty doby kmitu a vyslovte závery vašich pozorovaní pre skúmané kyvadlo.
- Vyhotovte jednoduché kyvadlo približne s dĺžkou  $l \approx 60$  cm a určte čo najpresnejšie dobu jeho kmitu  $T_{02}$ . Opakujte postup podľa návodu v bode a).
- Vyhotovte jednoduché kyvadlo približne s dĺžkou  $l \approx 90$  cm a určte čo najpresnejšie dobu jeho kmitu  $T_{03}$ . Opakujte postup podľa návodu v bode a).

Vyplňte nasledujúcu tabuľku:

1	2	3	4	5	6	7
Dĺžka $l_i$ kyvadla/m	20 $T_1/s$	20 $T_2/s$	20 $T_3/s$	$T_{0i}/s$	$T_{0i} \times T_{0i}$ $=T_{0i}^2 /s^2$	Podiel $l_i/T_{0i}^2 /\frac{m}{s^2}$
0,30				-		
	$T_1 \approx$	$T_2 \approx$	$T_3 \approx$	$T_{0i} \approx$	$T_{0i}^2 \approx$	$l_1/T_{0i}^2 \approx$
0,60				-		
	$T_1 \approx$	$T_2 \approx$	$T_3 \approx$	$T_{02} \approx$	$T_{02}^2 \approx$	$l_2/T_{02}^2 \approx$
0,90				-		

	$T_1 \approx$	$T_2 \approx$	$T_3 \approx$	$T_{03} \approx$	$T_{03}^2 \approx$	$l_3/T_{03}^2 \approx$
Aritmetický priemer						$l/T_0^2 \approx$

- d) Zostrojte graf závislosti ( $x = l, y = T_0^2$ ) druhej mocniny doby kmitu kyvadla  $T_{0i}^2$ , ako funkcie dĺžky  $l$  kyvadla. Pomenujte a slovne zapíšte priebeh grafu.
- e) Porovnajme hodnoty vypočítaných veličín v 7. stĺpci tab. ( $l_i/T_{0i}^2$ ).
- f) Vypočítajte súčin  $(2\pi)^2 \frac{l}{T_0^2} \approx \frac{39l}{T_0^2} \approx A \left[ \frac{N}{kg} \right]$ . Pomenujte veličinu  $A$  a označte ju značkou, ktorú vo fyzike používame.
- g) Stručne vyslovte a zapíšte závery o fyzikálnych vlastnostiach jednoduchého (matematického) kyvadla, ku ktorým ste skúmaním kmitov kyvadla prišli.

### 5. Meranie gravitačnej konštanty, sekundové kyvadlo

Úlohu Meranie gravitačnej konštanty riešte v nadväznosti na predchádzajúcu 4. úlohu. Kyvadlo s dobou kmitu  $T = 1$  s môžeme pomenovať sekundové. Ako ste v riešení úloh d), e), f) presvedčili, doba kmitu jednoduchého kyvadla je závislá len od jeho dĺžky. Musí sa však dodržať podmienka malej výchylky kyvadla (teoreticky sa dá dokázať, že uhlová výchylka kyvadla by nemala prekročiť 5 uhlových stupňov).

- a) Určte dĺžku  $l_0$  jednoduchého sekundového kyvadla na povrchu Zeme, ak vychádzate z výsledkov v bode f) 4. úlohy.
- b) Vyhotovte jednoduché sekundové kyvadlo podľa výpočtu v predchádzajúcom bode.
- c) Pomocou stopiek a v spolupráci s ostatnými členmi skupiny vykonajte meranie doby kmitu  $T_{0i}$  sekundového kyvadla postupom, ktorý je opísaný v bode a) 4. úlohy. Namerané hodnoty zapíšte do tab. Vypočítajte aritmetický priemer  $T_0$  nameraných hodnôt  $T_{0i}$ .

1	2	3	4	5
Dĺžka $l_i$ kyvadla/m	$20 T_{01}/s$	$20 T_{02}/s$	$20 T_{03}/s$	$T_0/s$
$l_0$				

- d) V akom mechanickom zariadení sa uplatňujú základné fyzikálne vlastnosti kyvadla, ako ste ich experimentálne overili v 4. úlohe.
- e) Na povrchu Mesiaca je gravitačná konštantá  $g_M \approx 1,6 \text{ N/kg} = g/6$ , kde  $g \approx 9,8 \text{ N/kg}$  je gravitačná konštantá na povrchu Zeme. Vypočítajte dobu kmitu jednoduchého kyvadla s dĺžkou  $l_0$  na povrchu Mesiaca (na povrchu Zeme sekundové kyvadlo).
- f) Predstavte si, že prenesiete na povrch Mesiaca kyvadlové hodiny, ktoré idú približne presne na povrchu Zeme (poskytujú údaj UT0, Universal Time vzhľadom na 0-tý poludník Zeme). Na povrchu Mesiaca pôjdu presne, pomalšie alebo rýchlejšie, ako na povrchu Zeme? Vysvetlite.

---

60. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy okresného kola kategórie G (doplnenie databázy FO, G)

Autori návrhov úloh: Daniel Kluvanec

Recenzia a úprava úloh: Ivo Čáp

Redakcia: Daniel Kluvanec

Vydal: Slovenská komisia fyzikálnej olympiády

IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2019