

60. ročník Fyzikálnej olympiády

v školskom roku 2018/2019

kategória G – okresné kolo (doplnenie databázy)

Riešenia 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 čas riešenia a bodové kritéria pre hodnotenie riešenia úloh. (Uvádzame odporúčaný čas na riešenie a celkové bodové hodnotenie pre správne riešenie všetkých častí úlohy.)

Úlohy z predchádzajúcich ročníkov sú k dispozícii na stránke FO: www.olympiady.sk

1. Vplyv zmeny teploty na vlastnosti materiálov

30 min 15b

a) Voda pri premene na ľad zväčšuje svoj objem, hustota ľadu $\rho_L \approx 917 \text{ kg/m}^3$, hustota vody $\rho_v \approx 1000 \text{ kg/m}^3$, čo znamená, že objem ľadu je približne o 8 % väčší ako objem vody, z ktorej zmrznutím vznikol.

b) Pri premene vody na ľad (zamrznutie) vždy vzniká mechanický tlak na nádobu, v ktorej je voda uzavretá. Vedie to napr. k prasknutiu kovových častí (potrubie, ventily) vodovodnej armatúry, pokiaľ je vystavená mrazu. Je nevyhnutné vodovodné potrubie vyprázdniť, ventily otvoriť, aby sa predišlo k prasknutiu kovových častí.

c) Pevné látky sa prijímaním tepla rozťahujú. Tento jav sa nazýva teplotná rozťažnosť. Pri navrhovaní zabudovania pevných telies do konštrukcie zariadení je potrebné s týmto javom počítať. Pri neprimerane veľkých nárastoch teploty v dôsledku teplotnej rozťažnosti, dochádza napr. k predĺženiu konštrukčných častí, čo môže spôsobiť nebezpečné poruchy z zariadení, napr. vybočenie koľajníc alebo tepelných potrubí (horúcovody pary, resp. vody) alebo uchytenie konštrukcie mosta.

d) Dôležitým mechanizmom rozpadu, delenie telesa kameňa, betónu je zamrznutie vody v dutinách, prasklinách telies, a tým aj mechanickému deleniu telies, čo vo voľnej prírode nazývame zvetrávanie.

e) Potrubia na prenos tepla (horúcovody), bimetaly (regulácia teploty v žehličkách, elektrické poistky, teplomery), ortuťový teplomer, valce a piesty vo výbušných motoroch (optimálna pracovná teplota $90 \text{ }^\circ\text{C}$), previsy elektrických vedení medzi stožiarimi.

f) Ortuť má vysokú teplotnú rozťažnosť. Z hľadiska ochrany zdravia sa v súčasnosti ortuťové teplomery nepoužívajú.

g) Kofajnica sa predži o dĺžku $\Delta l = \alpha l_0 \Delta t$, $\Delta l \approx 7,2$ cm.

2. Teplotné stupnice

10 min 10b

a) V Žiline a Bottineau boli rovnaké teploty, lebo teplota 73 °F vo Fahrenheitovej stupnici zodpovedá približne 23 °C v Celziovovej.

b) Zemepisné súradnice

Žilina : 49,1 S (zemepisná šírka); 18,4 V (zemepisná dĺžka)

Bottineau : 48,8 S (zemepisná šírka); 100,4 Z. (zemepisná dĺžka).

Približne 13 200 km

c)

Teplotná stupnica		
Celziová/°C	Fahrenheitova/°F	Termodynamická/K
-15,7	3,74	257,15
50	122	323,15
-168	-270,4	105,15

3. Zmena skupenstva vody

10 min 10b

a) teplo Q , ktoré je potrebné na premenu na zmenu skupenstva – na paru vody s hmotnosťou $m = 100$ g

$$Q = m L_v, Q = 226 \text{ kJ.}$$

b) Var vody je stav, pri ktorom vznikajú v celom objeme vody bublinky vodnej pary s tlakom, ktorý je rovný tlaku vzduchu nad voľnou hladinou vody v nádobe.

- Teplota varu vody za uvedených atmosférických podmienok na Lomnickom štíte bude nižšia ako teplota varu vody v Poprade ($t_{vL} < t_{vP}$).

- V literatúre sa uvádza, že na každých 1 000 m n.v. klesá teplota varu vody približne o 3 °C. Možno predpokladať, že vo výške 7 000 m n.m. bude teplota varu ~ 79 °C. Táto teplota vody nestačí na biologickú zmenu tekutého obsahu vajíčka na tuhú (vajíčko na tvrdo).

Pozn. Meraním možno získať približné hodnoty $t_{vL} \approx 92^\circ \text{C}$, $t_{vP} \approx 98^\circ \text{C}$.

4. Kyvadlo

50 min 50b

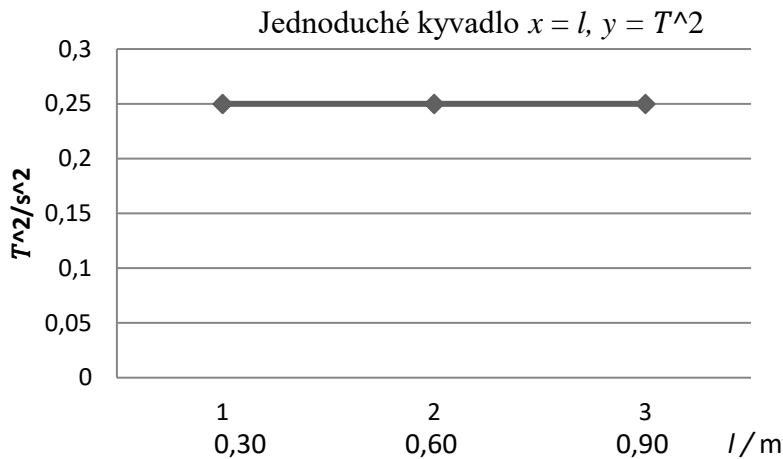
c) Meraním a výpočtom určíme približne hodnoty

$$l_1 \approx 0,30 \text{ m}, T_{01} \approx 1,10 \text{ s}, T_{01}^2 \approx 1,21 \text{ s}^2, l/T_{01}^2 \approx 0,25 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$l_2 \approx 0,60 \text{ m}, T_{02} \approx 1,55 \text{ s}, T_{02}^2 \approx 2,40 \text{ s}^2, l/T_{02}^2 \approx 0,25 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$l_3 \approx 0,90 \text{ m}, T_{03} \approx 1,90 \text{ s}, T_{03}^2 \approx 3,62 \text{ s}^2, l/T_{03}^2 \approx 0,25 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

d)



- e) Hodnoty vypočítanej veličiny $l_i / T_{0i}^2 \approx 0,25 \frac{m}{s^2}$ pre všetky dĺžky kyvadla sú rovnaké (alebo približne rovnaké).
- f) $(2\pi)^2 \frac{l}{T_0^2} \approx \frac{39l}{T_0^2} \approx 9,8 \frac{m}{s^2} = 9,8 \frac{N}{kg}$, pre všetky dĺžky kyvadla.
- g) Jednoduché (matematické) kyvadlo má dobu kmitu, ktorá je závislá od dĺžky kyvadla. Ako vyplýva z bodu f) riešenia $(2\pi)^2 \frac{l}{T_0^2} \approx A$, doba kmitu T kyvadla je daná vzťahom

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{A}}, \text{ kde } A \text{ je fyzikálna konštanta. Jej hodnota, ako vyplýva z výpočtu, } A \approx 9,8 \frac{N}{kg}.$$

Pozn. Výsledky uvedené v bodoch c) až g) sú optimálne hodnoty, ku ktorým sa môžu riešitelia priblížiť, za predpokladu, že zostavia experiment a vykonajú merania podľa návodu čo najpresnejšie (ľahké a neroztiahnutelné vlákno so zanedbateľnou hmotnosťou, s určenou dĺžkou, teliesko s malými rozmermi – hmotný bod, presné meranie stopkami, aplikáciou napr. na mobilnom telefóne, malé výchylky kyvadla, opakované meranie doby najmenej 20 kmitov, kmity kyvadla s jednej roviny). Za týchto podmienok možno očakávať l_i / T_{0i}^2 približne $(0,25 \div 0,27) \frac{m}{s^2}$, $A = g = (9,5 \div 10,5) \frac{N}{kg}$. Merania aj za týchto improvizovaných podmienok sú dostatočne presvedčivé a presné.

5. Meranie gravitačnej konštanty, sekundové kyvadlo 20 min 20b

- a) Dĺžka jednoduchého jednosekundového kyvadla $l_0 \approx 0,25 \frac{m}{s^2} \times 1 s^2 \approx 0,25 m$.
- d) Staršie nástenné hodiny, ale aj pružinové hodiny, sú založené na fyzikálnom princípe stabilnosti doby kmitu kyvadla, ktoré je súčasťou hodín.
- e) Ako vyplýva z riešenia 4. úlohy, možno predpokladať, že doba kmitu jednoduchého (matematického) kyvadla na povrchu Mesiaca

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g_M}}. \text{ Jednosekundové kyvadlo na povrchu Zeme má dĺžku } l \approx 0,25 m. \text{ Na povrchu Mesiaca by toto kyvadlo malo dobu kmitu } T \approx 2,5 s.$$

- f) Ak prenesieme presné kyvadlové hodiny z povrchu Zeme na povrch Mesiaca, kde budeme používať čas UTO (ako na povrchu Zeme, jedna otáčka Zeme okolo svojej osi je čas $24 \text{ h} = 86\,400 \text{ s}$), na povrchu Mesiaca pôjdu tieto hodiny pomalšie, ako na povrchu Zeme, tzn. ich chod bude približne $\sqrt{6}$ krát = 2,4 krát pomalší ako na povrchu Zeme.

Pozri pozn. k riešeniu 4. úlohy.

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