

### 63. ročník Fyzikálnej olympiády

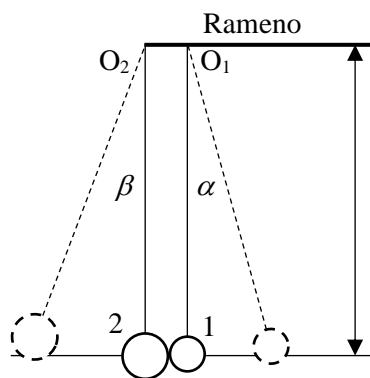
v školskom roku 2021/2022

#### Katégória C

Krajské kolo – text úloh

#### 1) Dve kyvadla

Dve oceľové guľôčky 1 a 2 s hmotnosťami  $m_1$  a  $m_2 > m_1$  sú zavesené na tenkých vláknach, upevnených v bodoch  $O_1$  a  $O_2$  na dlhom vodorovnom ramene držiaka, obr. C–1. V rovnovážnom stave je spojnica ťažísk oboch guľôčok vodorovná a jej vzdialenosť od bodov  $O$  závesu je  $l$ . V tomto stave sa guľôčky dotýkajú a vlákna majú zvislý smer.



Obr. C–1

- Z rovnovážneho stavu vychýlime guľôčku 1 o uhol  $\alpha_0 = 90^\circ$  v rovine závesov a uvoľníme ju. Guľôčka stredovo narazí do druhej guľôčky 2. Určte maximálne výšky  $h_{1a}$  aj  $h_{2a}$ , ktoré dosiahnu guľôčky 1 a 2 po zrážke.
- V druhom prípade vychýlime z rovnovážneho stavu guľôčku 2 o uhol  $\beta_0 = 90^\circ$  a uvoľníme ju. Guľôčka stredovo narazí do guľôčky 1. Určte maximálne výšky  $h_{1b}$  aj  $h_{2b}$ , ktoré dosiahnu guľôčky 1 a 2 po zrážke.
- Určte podmienku pre pomer  $p = m_2/m_1$  hmotností guľôčok, pri ktorom sú maximálne výšky guľôčok po zrážke rovnaké. Určte túto výšku  $h_m$  pre časť a) aj b).

Časti a) a b) riešte pre  $m_1 = 20$  g,  $m_2 = 50$  g,  $l = 25$  cm. Zrážku guľôčok považujte za dokonale pružnú. Gravitačné zrýchlenie  $g = 9,8$  m·s<sup>-1</sup>.

#### 2) Družica

V rovine rovníka Zeme sa pohybuje družica po kružnicovej trajektórii.

- Určte prvú kozmickú rýchlosť  $v_1$  (teoretická rýchlosť obiehania družice okolo Zeme po kružnicovej trajektórii s polomerom Zeme  $R$ ) a vyjadrite ju pomocou gravitačného zrýchlenia  $g$  na povrchu Zeme a polomeru  $R$  Zeme.
- Určte polomer  $r$  kružnicovej trajektórie družice, ktorej rýchlosť  $v = k v_1$ , ak  $k < 1$ .
- Určte koľkokrát preletí družica nad tým istým miestom na povrchu Zeme za jeden deň ( $T = 24$  h). Polomer Zeme  $R = 6,4 \cdot 10^6$  m,  $g = 9,8$  N·kg<sup>-1</sup>,  $k = 0,707$ . Zem považujte za homogénnu guľu. Uvažujte obiehanie Zeme v smere otáčania aj proti smeru otáčania Zeme.

#### 3) Stláčanie plynu

Vo valci s piestom je dusík  $N_2$  s objemom  $V_0 = 5,0$  litrov, teplotou miestnosti  $t_0 = 25$  °C a tlakom  $p_0 = 200$  kPa.

- Určte hmotnosť  $m$  plynu vo valci.
- Najprv pomocou piestu plyn stlačíme na polovičný objem  $V_1$  veľmi pomaly, takže sa udržiava teplota plynu rovná teplote miestnosti  $t_0$ . Určte výsledný tlak  $p_1$  plynu a teplo  $Q_1$ , ktoré prešlo stenami valca do okolia.

- c) Potom stláčanie na objem  $V_1$  opakujeme s tým rozdielom, že stlačenie urobíme rýchlo, takže teplo odvedené stenami valca počas stláčania je zanedbateľne malé. Určte výslednú teplotu  $t_2$  plynu a prácu  $W_2$ , ktorú vykonala vonkajšia sila pri stlačení plynu. Po stlačení počkáme dostatočne dlhú dobu, až sa teplota plynu vyrovná s teplotou  $t_0$  miestnosti. Určte teplo  $Q_2$ , ktoré prešlo stenami valca do okolia.
- d) Na mm-papier (v prílohe) zostrojte do spoločného grafu  $p$ – $V$  diagram oboch dejov. Urobte si vhodnú tabuľku a zapíšte do nej pre každý dej po päť hodnôt tlaku a objemu plynu. Tieto údaje použite pri zostrojení grafu.

Plyn považujte za ideálny. Univerzálna plynová konštanta  $R = 8,314 \text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$ , molárna hmotnosť dusíka  $M = 28 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$ , Poissonova adiabatická konštanta pre dvojatómové molekuly  $\kappa = 1,4$ .

*Pomôcka:* Práca, ktorú vykoná plyn pri izotermickej zmene objemu zo stavu s tlakom  $p_z$  a objemom  $V_z$  do stavu s objemom  $V_k$ :  $W = p_z V_z \ln \frac{V_k}{V_z}$ , kde  $\ln x$  je prirodzený logaritmus čísla  $x$ .

#### 4) Uvoľnené teplo

Elektrickú sieť tvorí 12 rovnakých vodičov, každý s odporom  $R = 10 \Omega$ . Vodiče sú spojené do štyroch vzájomne prepojených rovnostranných trojuholníkov, obr. C–1.

Najprv pripojíme zdroj jednosmerného napätia  $U = 12 \text{ V}$  k uzlom A a C.

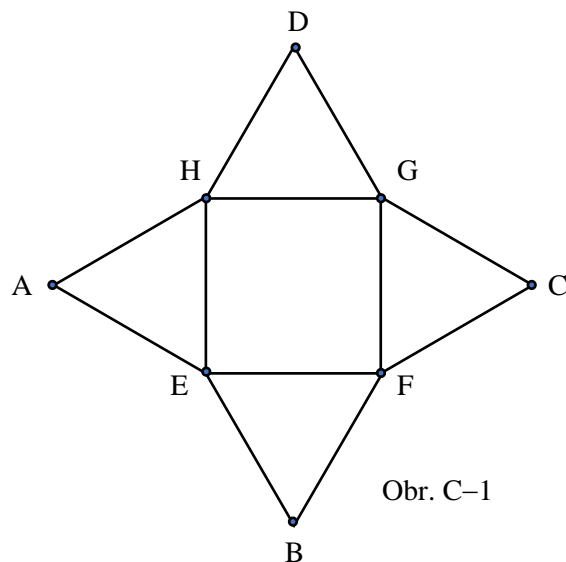
- a) Určte prúd prechádzajúci vodičmi AH, HD, HG a HE.  
 b) Určte výkon  $P_1$  zdroja.

Potom zdroj pripojíme k uzlom A a D.

- c) Určte výkon  $P_2$  zdroja.

Nakoniec zdroj pripojíme k uzlom H a G.

- d) Určte výkon  $P_3$  zdroja.  
 e) Uveďte, ktorý z výkonov  $P_1$ ,  $P_2$  a  $P_3$  je najväčší a ktorý je najmenší.



Obr. C–1

Pri riešení každej z častí a) až d) obvod vhodne prekreslite, prípadne zjednodušte, pričom jednotlivé úseky nahraďte rezistorom s odporom  $R$ . Pri zjednodušovaní obvodu využite rôzne symetrie obvodu.

### 63. ročník Fyzikálnej olympiády – Úlohy krajského kola kategórie C

Autori návrhov úloh:

Kamil Bystrický (1, 3), Ľubomír Konrád (2, 4)

Recenzia:

Aba Teleki, Ľubomír Mucha

Preklad textu úloh do maďarského jazyka:

Aba Teleki

Redakcia:

Ivo Čáp

Vydal:

Slovenská komisia fyzikálnej olympiády

IUVENTA – Slovenský inštitút mládeže, Bratislava 2022

Príloha:

