

# **Fyzikálna olympiáda**

**50. ročník**

**školský rok 2008/09**

**Kategória C**

**Úlohy domáceho kola**

### 1. Pohyb tieňa

Lubomír Mucha

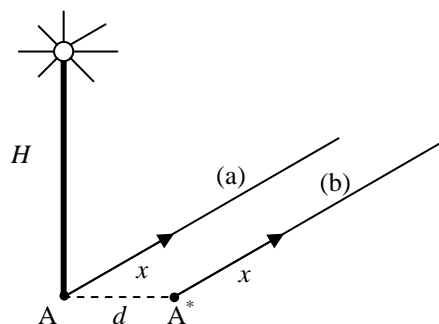
Žiaci odchádzali domov z fyzikálneho krúžku, keď už bola tma. Keď išli okolo stĺpa pouličnej lampy pozorovali svoje tieň. Skôr ako začnete túto úlohu riešiť, skúste tiež najprv pozorovať svoje tieň.

a) Určte rýchlosť  $v_1$  tieňa vašej hlavy ako funkciu vzdialenosti  $x$  od stĺpa pouličnej lampy, keď sa od lampy vzdiaľujete rovnomerne rýchlosťou  $v$  po vodorovnej priamke (a) (obr. C-1) prechádzajúcej päťou stĺpa.

b) Určte rýchlosť  $v_2$  tieňa vašej hlavy ako funkciu súradnice  $x$ , keď sa pohybujete rýchlosťou  $v$  po vodorovnej priamke (b), ktorej vzdialenosť od stĺpa je  $d$ .

c) Akou rýchlosťou  $v_3$  sa bude pohybovať tieň hlavy, keď namiesto stĺpa pouličnej lampy bude svietiť Slnko?

Výška pouličnej lampy  $H = 3,0$  m, výška osoby  $h = 1,8$  m,  $d = 1,0$  m,  $v = 1,5$  m·s<sup>-1</sup>.



Obr. C-1

### 2. Delo na kopci

Lubomír Konrád

Vojenská jednotka umiestnila delostreleckú batériu na skalnom masíve vo výške  $h = 600$  m nad okolitým terénom. Počas zastreľovania bol vystrelený z jedného dela projektíl rýchlosťou  $v_1 = 750$  m·s<sup>-1</sup> vodorovným smerom. S oneskorením  $\Delta t = 4,0$  s bol vystrelený z toho istého dela ďalší projektíl.

a) Aká bola začiatková rýchlosť  $v_2$  druhého projektílu a pod akým uhlom  $\alpha_2$  bol vystrelený, ak obidva projektily dopadli na vodorovný terén súčasne a v rovnakom mieste?

b) V akej vodorovnej vzdialenosti  $d$  od miesta výstrelu dopadli projektily na zem?

Úlohu riešte všeobecne a potom pre dané hodnoty. Tiažové zrýchlenie  $g = 9,8$  m·s<sup>-1</sup>. Odpor vzduchu neuvažujte.

### 3. Kúsok ľadu

Lubomír Mucha

Zmrazené teleso s hmotnosťou  $m_1 = 0,2$  kg a teplotou  $t_1 = -20$  °C pozostáva z ľadu, v ktorom sú zamrznuté drobné čiastočky olova. Teleso vložíme do kalorimetra, ktorý je naplnený teplou vodou až po okraj. Začiatková teplota vody v kalorimetri  $t_v = 40$  °C a hmotnosť  $m_v = 1,2$  kg. Po vložení ľadu do kalorimetra časť vody z kalorimetra vytečie a teleso pláva. Po určitom čase sa všetok ľad roztopí a voda v kalorimetri sa ustáli na teplote  $t_k = 20$  °C.

a) Vypočítajte hmotnosť  $m_0$  olova a hmotnosť ľadu  $m_L$  v pôvodnom telese.

b) Vypočítajte objemový podiel  $p$  olova v pôvodnom telese.

c) Aká by mala byť hmotnosť olova  $m_{01}$  v danom telese s hmotnosťou  $m_1$ , aby sa teleso po vložení do kalorimetra celé ponorilo?

Pri výpočte neuvažujte tepelnú kapacitu kalorimetra.

Merná tepelná kapacita vody  $c_v = 4,18$  kJ·kg<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup>, merná tepelná kapacita ľadu  $c_L = 2,10$  kJ·kg<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup>, merná tepelná kapacita olova  $c_0 = 138$  J·kg<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup>, merné skupenské teplo topenia ľadu  $l = 3,35 \cdot 10^2$  kJ·kg<sup>-1</sup>, hustota vody  $\rho_v = 1000$  kg·m<sup>-3</sup>, hustota ľadu  $\rho_L = 900$  kg·m<sup>-3</sup>, hustota olova  $\rho_0 = 11,3 \cdot 10^3$  kg·m<sup>-3</sup>.

#### 4. Pád guľôčky v kvapaline

Lubomír Konrád

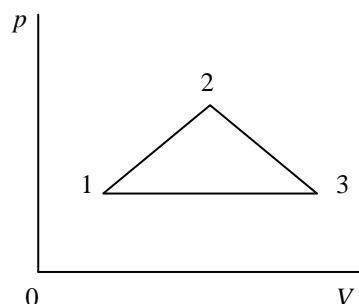
Malá guľôčka padá na dno vysokej nádoby naplnenej kvapalinou. Meraním sme zistili, že celková doba pádu guľôčky na dno nádoby je  $t_0$ . Určte dobu pádu guľôčky v prípade, ak by sa nádoba pohybovala vodorovným smerom s konštantným zrýchlením s veľkosťou  $a$ . Predpokladáme, že odporová sila pri pohybe guľôčky v kvapaline je priamo úmerná druhej mocnине okamžitej rýchlosti pohybu guľôčky a že guľôčka počas pohybu v druhom prípade nenarazí na bočnú stenu nádoby. Pohyb guľôčky počas klesania považujte za rovnomerný.

#### 5. Práca plynu

Lubomír Konrád

Jeden mol ideálneho plynu koná kruhový dej, ktorý je v  $pV$  – diagrame znázornený ako rovnoramenný trojuholník (obr. C-2). Určte prácu, ktorú vykoná plyn počas jedného cyklu, ak vieme, že teplota plynu v stave 1 je  $T_1$  a v stavoch 2 a 3 je  $T_2 = T_3 = cT_1$ , kde  $c$  je kladná konštanta.

Riešte najskôr všeobecne a potom pre  $c = 3$ .



Obr. C-2

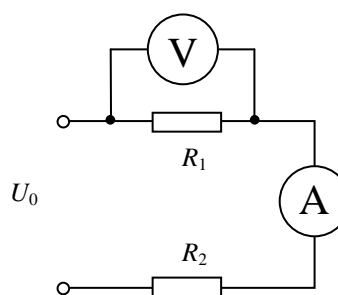
#### 6. Elektrická schéma

Lubomír Mucha

Ak zapojíme elektrický obvod podľa obr. C-3 na zdroj konštantného napätia  $U_0$ , voltmeter ukáže hodnotu  $U_{R_1} = 10$  V.

- Aký prúd  $I_1$  prechádza ampérmetrom?
- Aká je hodnota napätia  $U_0$  zdroja napätia?
- Akú hodnotu napätia  $U_{R_2}$  a prúdu  $I_2$  nameriame voltmetrom a ampérmetrom, ak voltmeter pripojíme paralelne k rezistoru s odporom  $R_2$ ?

Úlohu riešte pre hodnoty:  $R_1 = 10$  k $\Omega$ ,  $R_2 = 20$  k $\Omega$ , vnútorný odpor voltmetra  $R_V = 30$  k $\Omega$ , vnútorný odpor ampérmetra  $R_A = 10$   $\Omega$ .



Obr. C-3

#### 7. Súčiniteľ klzavého trenia - experimentálna úloha

Lubomír Mucha

Určte súčiniteľ klzavého trenia medzi pravítkom a pracovným stolom.

Pomôcky: dve pravítka s rôznou dĺžkou.

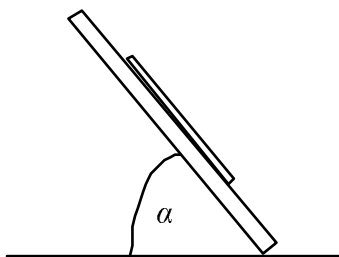
Postup merania:

- Najprv odmerajte súčiniteľ trenia  $f_1$  medzi pravítkami navzájom tak, že určíte kritický uhol  $\alpha_1$ , pri ktorom sa začne jedno pravítko klzať po povrchu druhého (obr. C-4). Odvodte pre tento prípad vzťah  $f_1 = \text{tg } \alpha_1$ .
- Postavte jedno pravítko zvislo a druhé pravítko pod uhlom  $\beta$  vzhľadom na rovinu stola opríte o prvé pravítko (obr. C-5). Opäť budete merať kritický uhol  $\beta_1$ , pri ktorom sa

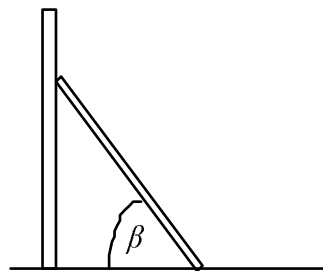
šikmé pravítko začne sklzávať. Odvodte vzťah pre súčiniteľ trenia  $f_2$  medzi stolom a pravítkom  $f_2 = \frac{1}{\operatorname{tg} \alpha_1 + 2\operatorname{tg} \beta_1}$ .

Úlohy:

1. V oboch prípadoch vykonajte 10 meraní.
2. Pre opakované merania určte s využitím štatistických metód stredné hodnoty súčiniteľov trenia a výsledky zapíšte v tvare  $f = \bar{f} \pm \sigma_f$ .



Obr. C-4



Obr. C-5

---

**50. ročník Fyzikálnej olympiády – úlohy domáceho kola kategórie C**

Autor: Ľubomír Mucha, Ľubomír Konrád  
Recenzia: Ivo Čáp, Mária Kladivová  
Technická úprava: Ľubomír Mucha  
Vydal: IUVENTA 2008

Ďalšie informácie na <http://fpv.uniza.sk/fo> a [www.olympiady.sk](http://www.olympiady.sk)

V rámci prípravy odporúčame riešiteľom FO súčasne riešiť aj Fyzikálny korešpondenčný seminár FKS [www.fks.sk](http://www.fks.sk)