

DRŽAVNI SUSRET I NATJECANJE MLADIH FIZIČARA
Mali Lošinj, 13.-16. svibnja 2004.

Srednje škole – 2. grupa

1. zadatak (15 bodova)

Mjedena žica pri 0 °C duga je 1 m. Krajevi žice učvršćeni su u točkama na jednakoj visini, razmaknutim za 0,996 m. Za sredinu žice ovješena je uteg. Za koliko treba zagrijati žicu da se uteg spusti za peterostruko produljenje žice? Koeficijent linearnog rastezanja mjedi iznosi $1,7 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$. Zanimariti produljenje žice zbog težine utega.

2. zadatak (25 bodova)

U posudi, površine poprečnog presjeka 10 cm^2 i visine 12 cm, nalazi se stupac leda temperature 0 °C i visine 10 cm. Na led je postavljena kuglica mase 5 g, izrađena od materijala gustoće $950 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$. Koliku masu vode početne temperature 80 °C treba dodati u posudu kako bi nakon uspostavljanja toplinske ravnoteže razina vode bila izjednačena s rubom posude? Specifični toplinski kapacitet vode je $4190 \text{ J}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$, latentna toplina taljenja leda $330 \text{ kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$, gustoća vode $1000 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$, a gustoća leda $900 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$.

3. zadatak (15 bodova)

Dvije jednake posude napunjene su tekućinama različitih gustoća. Na jednakim dubinama u posudama razvijaju se mjehurići zraka jednakih početnih volumena. Mjehurići se iz dubine na kojoj se razvijaju počinju gibati prema površini. Pretpostavite da je zrak u mjehuriću idealni plin stalne temperature a da je tlak na mjehurić jednak tlaku u njegovom središtu. Pokažite da je trajanje gibanja mjehurića do površine jednako za obje posude.

4. zadatak (15 bodova)

Kroz nemetalnu cijev kružnog poprečnog presjeka teče kiselina brzinom 1 m/s. Unutarnji promjer cijevi je 6 cm, a debljina stijenke 5 mm. Pretpostavite da je u svakoj točki presjeka cijevi brzina tekućine jednaka. Koncentracija kiselih iona H^+ iznosi $6 \cdot 10^{22} \text{ m}^{-3}$, dok su koncentracije ostalih iona zanemarive. Odredite iznos magnetskog polja, uzrokovanog proticanjem tekućine, na vanjskom rubu cijevi. Relativna magnetska permeabilnost materijala stijenke cijevi je 1. ($e=1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $\mu_0=1.257 \cdot 10^{-6} \text{ H/m}$)

DRŽAVNI SUSRET I NATJECANJE MLADIH FIZIČARA
Mali Lošinj, 13.-16. svibnja 2004.

Srednje škole – 2. grupa – eksperimentalni zadatak

“Crna” kutija

Zadatak

Pomoću danog pribora treba odrediti kako izgleda spoj 3 jednaka otpornika u “crnoj” kutiji koja ima 4 priključka A, B, C i D te koliki je otpor svakog pojedinog od ta 3 otpornika.

Pribor

- Mjerni instrument
- “Crna” kutija
- Dašćica sa mjernom skalom, na kojoj je rastegnuta otporna žica duljine 1 m
- Jedan poznati otpornik
- Baterija od 1.5 V kao izvor struje
- 6 krokodila za spajanje
- 7 žica za spajanje

Zadaci

- Teorijski obrazložiti postupak mjerenja (7 bodova)
- Nacrtati shemu strujnog kruga pomoću kojeg ćete izvesti mjerenja (5 bodova)
- Napraviti mjerenja i podatke prikazati tabelarno (7 bodova)
- Odrediti koliki je otpor svakog pojedinog od ta 3 otpornika (2 boda)
- Nacrtati shemu kako izgleda spoj 3 jednaka otpornika s 4 priključka A, B, C i D u “crnoj” kutiji (9 bodova)

DRŽAVNI SUSRET I NATJECANJE MLADIH FIZIČARA
Mali Lošinj, 13.-16. svibnja 2004.

Srednje škole – 2. grupa - rješenja

1. zadatak (15 bodova)

Vrijedi $(h_1 + h_2)^2 = y^2 - d^2$, $h_1^2 = x^2 - d^2$ [2]

Oduzmemo li jednu jednadžbu od druge slijedi

$h_2(2h_1 + h_2) = (y - x)(y + x)$. (1) [4]

Podijelimo li (1) s uvjetom zadatka

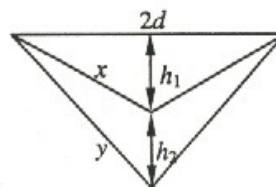
$h_2 = 2\eta(y - x)$, (2) [2]

Slijedi $2\eta(2h_1 + h_2) = y + x$. [2]

Toplinsko rastezanje žice vodi na relaciju $y = x(1 + \alpha\tau)$ (3). [2]

Jednadžbe (1), (2) i (3) razriješene po promjeni temperature τ daju

$$\tau = \frac{2x - 4\eta\sqrt{x^2 - d^2}}{x\alpha(4\eta^2 - 1)} = 657^\circ\text{C}$$
 126.5 [3]



2. zadatak (25 bodova)

Zbog relativno velikog iznosa latentne topline isparavanja i relativno velikog udjela leda u posudi, nakon postizanja toplinske ravnoteže temperatura sustava bit će 0°C . [4]

U posudi će se nalaziti dio stupca leda i voda u kojoj pliva kuglica (mase m_k). [3]

Voda je dobivena dodavanjem (mase m_v) i taljenjem leda (mase Δm_l). [2]

Za volumene vrijedi: $Sh = \frac{m_v}{\rho_v} - \frac{\Delta m_l}{\rho_l} + \frac{\Delta m_l}{\rho_v} + V$, [7]

gdje je $h = 2$ cm, a V volumen uronjenog dijela kuglice.

Iz jednakosti uzgona na kuglicu i njene težine slijedi $V = m_k/\rho_v$. [3]

Zbog prijenosa topline je $\Delta m_l \cdot \lambda = m_v \cdot c_v \cdot \Delta t$. [4]

Razriješeno je $m_v = (Sh - \frac{m_k}{\rho_v}) \left[\frac{1}{\rho_l} + \left(\frac{1}{\rho_l} - \frac{1}{\rho_v} \right) \frac{c_v \Delta t}{\lambda} \right]^{-1} = 17\text{g}$ [2]

25 g

3. zadatak (15 bodova)

Početni položaj (dubina) i početna brzina mjehurića su jednaki pa je trajanje gibanja jednako ako su akceleracije mjehurića jednake u istim trenucima. [3]

Neka mjehurići sadrže množinu zraka n . Akceleracija a opisanog gibanja mjehurića kroz fluid gustoće ρ_f ovisi o masi mjehurića i uzgonu fluida prema Newtonovoj jednadžbi:

$$ma = \rho_f V g - mg \Rightarrow a = g(\rho_f V/m - 1). \quad [4]$$

Iz jednadžbe stanja zraka $pV = mRT/M$ slijedi $V/m = RT/(Mp)$, [2]

što uvršteno u izraz za akceleraciju vodi do $a = g[\rho_f RT/(Mp) - 1]$. [1]

Na mjehurić djeluje hidrostatski tlak $p = \rho_f gh$, [3]

gdje je h dubina središta mjehurića, pa akceleracija $a = g[RT/(Mgh) - 1]$,

ne ovisi o gustoći tekućine tako da je jednakog iznosa za obje tekućine. [2]

4. zadatak (15 bodova)

Tok tekućine prati tok električne struje. [4]

Traženo magnetsko polje iznosi $B = \mu_0 I / (2\pi r_v)$ [4]

gdje je r_v vanjski polupromjer cijevi ($r_v = D/2 + \Delta r$). Ako je S – površina poprečnog presjeka cijevi, v – brzina proticanja tekućine i c – koncentracija vodikovih iona onda je električna struja zbog proticanja vodikovih iona jednaka $I = Scev$. (=27.1A) [5]

Uvršteno je $B = 0,155$ mT. [2]