ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 23. veljače 2015.

Srednje škole – 2. skupina

1. zadatak (10 bodova)

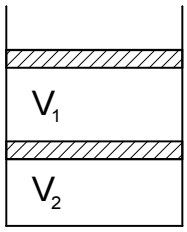
Kugla se sastoji od dva dijela: oko središta od nepoznatog materijala omotan je srebrni plašt. Težina kugle u zraku je 39 N. Ako se kugla objesi na nit koja visi na stalku te uroni potpuno u vodu, napetost niti je 28 N. Ako se zatim kugla potpuno uroni u nepoznatu tekućinu, napetost niti je 19 N. Gustoća vode je 1000 kg/m^3, a srebra 10500 kg/m^3.

a) Izračunajte gustoću nepoznate tekućine
b) Ako se makne nit i srebrni plašt, preostala kugla će u nepoznatoj tekućini lebdjeti. Izračunajte volumen srebrnog plašta

2. zadatak (10 bodova)

Na slici je prikazana cilindrična posuda s dva klipa. U gornjem (V_1) i donjem (V_2) dijelu posude nalazi se jednaka masa istog idealnog plina. Klipovi su zanemarive debljine i mogu kliziti bez trenja uz stijenke posude. Težina svakog klipa je 10 N. Cijeli sustav je na sobnoj temperaturi. Ukupni volumen koji zauzima plin (V_1 + V_2) je 0.005 m^3. Atmosferski tlak je 10^5 Pa. Površina dna posude je 0.001 m^2.

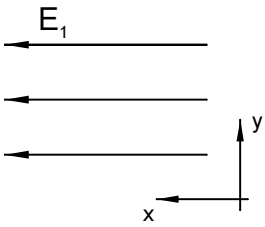
a) Izračunajte volumen plina u gornjem i donjem dijelu posude
b) Izračunajte koliki će volumen zauzimati plin nakon što donji klip izvučemo (izotermno).



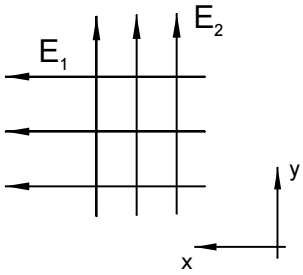
3. zadatak (10 bodova)

Točkasti naboj q = 1.6 10^{-19} C, mase m = 1.67 10^{-27} kg , miruje u homogenom električnom polju E_1 = 100 V/m čije su silnice prikazane na slici a). U jednom trenutku naboj se pusti da se slobodno giba.

a) Izračunajte brzinu naboja nakon što prijeđe udaljenost d = 0.1 m
b) U trenutku kada je naboj udaljen za d od početne točke mirovanja, uključi se dodatno homogeno električno polje E_2 = 200 V/m čije su silnice okomite na smjer polja E_1 (slika b)). Izračunajte brzinu naboja q nakon vremena t = 1 μs od uključenja polja E_2. Pri tome je polje E_1 cijelo vrijeme uključeno



a)



b)

4. zadatak (10 bodova)

Živin stakleni termometar ima spremnik volumena V = 0.90 cm^3 na temperaturi 0°C. Izračunajte razmak između oznaka na skali termometra koje označavaju temperaturnu razliku od 1°C, ako je polumjer kapilare 0.2 mm. Skala termometra je nacrtana na materijalu čije toplinsko širenje zanemarujemo. Također, zanemarite toplinsko širenje kapilare. Koeficijent toplinskog volumnog širenja stakla je $24\cdot10^{-6}$ K^{-1}, a žive $180\cdot10^{-6}$ K^{-1}.

5. zadatak (10 bodova)

Određenoj količini dvoatomnog idealnog plina (γ = 1.4, C_p = 7R/2) želimo volumen smanjiti x puta. Odredite omjer rada pri adijabatskoj i rada pri izobarnoj kompresiji.

ŽUPANIJSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 23. veljače 2015.

Srednje škole – 2. grupa
Rješenja i smjernice za bodovanje

Upute za bodovanje: Ovdje je prikazan jedan način rješavanja zadataka. Ako učenici riješe zadatak drugačijim, a fizikalno ispravnim načinom, treba im dati puni broj bodova predviđen za taj zadatak. Ako učenici ne napišu posebno svaki ovdje predviđeni korak, a vidljivo je da su ga napravili, treba im dati bodove kao da su ga napisali.

1. zadatak (10 bodova)

G = 39 N, $F_{N,voda}$ = 28 N, $F_{N,tek}$ = 19 N, ρ_{voda} = 1000 kg/m^3, $\rho_{plašt}$ = 10500 kg/m^3, g = 10 m/s^2

a) $F_{N,voda} = G - F_{u,voda}$ i $F_{N,tek} = G - F_{u,tek}$ **(2 boda)**

Sila uzgona: $F_{u,voda} = Vg\rho_{voda}$ i $F_{u,tek} = Vg\rho_{tek}$ **(1 bod)**

Rješenja gornjeg sustava: $\rho_{tek} = 1818.18$ kg/m^3 **(2 boda)**

$V =$ 0.0011 m^3

b) Gustoća središnjeg dijela kugle jednaka je gustoći nepoznate tekućine ($\rho_{sredina} = 1818.18$ kg/m^3). **(1 bod)**

Masa kugle: $\frac{G}{g} = V_{plašt}\rho_{plašt} + V_{sredina}\rho_{sredina}$ **(1 bod)**

Volumen kugle: $V = V_{plašt} + V_{sredina}$ **(1 bod)**

Rješavanjem sustava od dvije jednadžbe s dvije nepoznanice (volumen sredine i volumen plašta) dobije se:

$V_{plašt} = 0{,}000219\,\mathrm{m}^3 \quad (za\ \mathrm{g} = 9.81\,\mathrm{m/s2}, V_{plašt} = 0{,}000223\mathrm{m}^3)$ **(2 boda)**

2. zadatak (10 bodova)

p_{at} = 10^5 Pa, S = 0.001 m^2, G = 10 N, V = 0.005 m^3

a) $p_{at} + \frac{G}{S} = p_1$ **(1 bod)**

$p_1 + \frac{G}{S} = p_2$ **(1 bod)**

$p_1 = 110000\mathrm{Pa} \quad p_2 = 120000\mathrm{Pa}$

Primjenom jednadžbe stanja idealnog plina:

(*) $p_1V_1 = nRT$ i $p_2V_2 = nRT$

dobiva se $\frac{V_1}{V_2} = \frac{p_2}{p_1}$ **(1 bod)**

$V_1 + V_2 = V$

Rješenja sustava kojeg čine zadnje dvije napisane jednadžbe su:

$V_1 = 0.00261\,\mathrm{m}^3$ **(1 bod)**

$V_2 = 0.00239\,\mathrm{m}^3$ **(1 bod)**

b) Tlak plina će biti: $p_1 = 110000\mathrm{Pa}$ **(1 bod)**

$p_1V' = 2nRT$ **(2 bod)**

Uzevši u obzir (*) dobiva se: $V' = \frac{2nRT}{p_1} = \frac{2p_1V_1}{p_1} = 2V_1$ **(1 bod)**

$V' = 0.00522\,\mathrm{m}^3$ **(1 bod)**

3. zadatak (10 bodova)

q = 1.6 10^{-19} C, m = 1.67 10^{-27} kg, E_1 = 100 V/m, d = 0.1 m, E_2 = 200 V/m, t = 0.000001 s:

a) Promjena kinetičke energije jednaka je iznosu obavljenog rada:

$$\frac{mv^2}{2} = q(E_1 d)$$ **(2 boda)**

$$v = \sqrt{\frac{2qE_1 d}{m}} = 43774\,\text{m/s} \approx 4.38 \cdot 10^4\ \text{m/s}$$ **(1 bod)**

b) $$v_x = v + a_x t$$ **(1 bod)**

$$v_y = a_y t$$ **(1 bod)**

$$a_x = \frac{qE_1}{m} \quad \text{i} \quad a_y = \frac{qE_2}{m}$$ **(1 bod)**

$$v(t) = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}$$ **(1 bod)**

Konačno: $$v(t) = \sqrt{v^2 + 2v\frac{qE_1}{m}t + \frac{q^2E_1^2}{m^2}t^2 + \frac{q^2E_2^2}{m^2}t^2}$$ **(2 bod)**

$$v(t = 1\mu s) = 56691\,\text{m/s} \approx 5.67 \cdot 10^4\,\text{m/s}$$ **(1 bod)**

4. zadatak (10 bodova)

V_o = 0.90 cm^3 , Δt = 1°C, r = 0.2 mm, γ_{staklo} = 24·10^{-6} K^{-1}, $\gamma_{živa}$ = 180·10^{-6} K^{-1}

Volumen stakla i volumen žive povećava se s temperaturom:

$$V_i(t) = V_0(1 + \gamma_i t) \quad i = staklo, živa$$

$$\Delta V_i = V_o \gamma_i \Delta t \qquad i = staklo, živa$$ **(2 boda)**

$$\Delta V = \Delta V_{živa} - \Delta V_{staklo}$$ **(2 boda)**

$$\Delta V = V_o \Delta t(\gamma_{živa} - \gamma_{staklo}) = 1.404 \cdot 10^{-10}\,\text{m}^3$$ **(3 boda)**

$$\Delta l = \frac{\Delta V}{S} = \frac{\Delta V}{r^2\pi}$$ **(1 bod)**

$$\Delta l = \frac{1.404 \cdot 10^{-10}\,\text{m}^3}{1.256 \cdot 10^{-7}\,\text{m}^2} = 0.00112\,\text{m} = 1.12\,\text{mm}$$ **(2 boda)**

5. zadatak (10 bodova)

Početno stanje plina: p, V, T

Konačno stanje za izobarnu kompresiju: p, V/x, T_1

Konačno stanje za adijabatsku kompresiju: p_2, V/x, T_2

Rad plina za izobaran proces: $W_1 = p\Delta V = p(\frac{V}{x} - V) = pV(\frac{1}{x} - 1)$ **(2 boda)**

Tijekom adijabatskih procesa nema izmjene topline ($Q = 0$) pa je rad plina**:**

$$W_2 = Q - \Delta U = -\Delta U$$ **(1 bod)**

$$= -nC_V \Delta T$$ **(1 bod)**

$$\Delta T = \frac{p_2 \frac{V}{x}}{nR} - \frac{pV}{nR} = \frac{V}{nR}(\frac{p_2}{x} - p)$$ **(1 bod)**

Za adijabatski proces vrijedi:

$$pV^{\gamma} = p_2(\frac{V}{x})^{\gamma} \quad \text{tj.} \quad p_2 = px^{\gamma}$$ **(1 bod)**

pa je promjena temperature: $\Delta T = \frac{V}{nR}(\frac{px^{\gamma}}{x} - p) = \frac{pV}{nR}(x^{\gamma-1} - 1)$

a rad: $W_2 = -C_V \frac{pV}{R}(x^{\gamma-1} - 1)$ **(2 bod)**

Omjer radova: $\frac{W_1}{W_2} = \frac{R(x^{-1} - 1)}{-C_V(x^{\gamma-1} - 1)}$ **(1 bod)**

Uzevši u obzir $\gamma = \frac{C_p}{C_V}$: $\frac{W_1}{W_2} = \frac{2(x^{-1} - 1)}{5(1 - x^{0.4})} = \frac{2(1 - x)}{5x(1 - x^{0.4})}$ **(1 bod)**