OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 23. siječnja 2013.

Srednje škole – 2. skupina

1. zadatak (8 bodova)
U staklenoj posudi mase 2 kg nalaze se 4 litre vode. U vodu se uroni grijač. Nakon 10 minuta zagrijavanja, temperatura vode i posude povećala se za 10°C (pretpostavite da pri tome nema izmjene topline s okolinom). Kolika je snaga grijača, ako se 1.5% energije ne iskoristi? Specifični toplinski kapaciteti vode i stakla su 4190 J/(kgK) i 800 J/(kgK). Gustoća vode je 1000 kg/m^3.

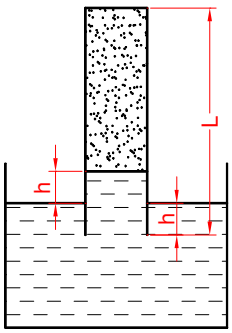
2. zadatak (10 bodova)
Zatvoreni cilindar volumena 2 m^3 podijeljen je horizontalnim klipom zanemarive debljine na dva dijela. U oba dijela nalazi se isti idealni plin na temperaturi 300 K. Klip ima masu 10 kg i može kliziti bez trenja. Volumen gornjeg dijela cilindra je dva puta veći od volumena donjeg dijela i klip miruje. Ukupno se u cilindru nalazi 12 molova plina. Izračunajte broj molova plina u gornjem dijelu cilindra. Opća plinska konstanta je 8.314 J/(Kmol). Površina svake strane klipa je 1 m^2.

3. zadatak (11 bodova)
Komad drveta, na koji je namotana metalna žica, lebdi u vodi pri temperaturi 15°C.

a) Izračunajte masu žice.
b) Koliki dio volumena drveta bi bio uronjen u vodu ako maknemo žicu?
c) Kakav bi bio vaš odgovor pod b) ako temperaturu cijelog sustava povećamo za 65°C? Promjenu gustoće vode zanemarite.

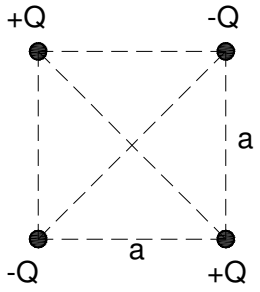
Masa drveta je 300 g. Na temperaturi 15°C gustoće drveta, žice i vode su 600 kg/m^3, 8900 kg/m^3 i 1000 kg/m^3. Koeficijent volumnog rastezanja za drvo je $12 \cdot 10^{-6}$ K^{-1}.

4. zadatak (11 bodova)
Staklena cijev, zatvorena na jednom kraju, duljine L = 22 cm uronjena je u živu (kao na slici). Stupac žive u cijevi visok je 2h = 2 cm. Ostatak cijevi ispunjen je plinom temperature 20°C. Za koliko bi trebalo povećati temperaturu plina u staklenoj cijevi da bi se živa istisnula iz cijevi?
Atmosferski tlak iznosi 10^5 Pa, gustoća žive je 13 600 kg/m^3.

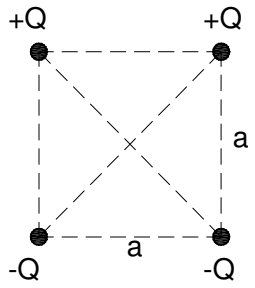


5. zadatak (10 bodova)

U vrhovima kvadrata stranice *a* učvršćena su dva pozitivna i dva negativna točkasta naboja. Odredite električni potencijal i električno polje (smjer označite na slici) u središtu kvadrata, ako su naboji razmješteni kao na slici a) i kao na slici b).



Slika a)



Slika b)

OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 23. siječnja 2013.

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 (8 bodova)

m_s=2 kg, V_v = 0.004 m^3, t = 600 s, ΔT = 10 K, ρ_v = 1000 kg/m^3, η = 0.985, c_v = 4190 J/(kgK), c_s = 800 J/(kgK)

Toplina potrebna da se temperatura vode i posude poveća za ΔT je:

$$Q = m_s c_s \Delta T + m_v c_v \Delta T$$ **(2 boda)**

$$Q = Pt\eta$$ **(2 boda)**

$$Pt\eta = m_s c_s \Delta T + V_v \rho_v c_v \Delta T$$ **(1 bod)**

Tražena snaga grijača je: $$P = \frac{(m_s c_s + V_v \rho_v c_v)\Delta T}{t\eta}$$ **(2 boda)**

$$P = 310.7\text{W}$$ **(1 bod)**

2. zadatak (10 bodova)

V = 2 m^3, M = 10 kg, T = 300 K, n = 10 mol, S = 1 m^2, g = 9.81 m/s^2, indeks 1 odnosi se na donji, a indeks 2 na gornji dio cilindra.

Za oba dijela cilindra primjenom jednadžbe stanja idealnog plina dobivamo:

$$p_i V_i = n_i R T_i \quad i = 1,2$$ **(1 bod)**

Donji dio: $$p_1 \frac{V}{3} = n_1 RT$$ **(1 bod)**

Gornji dio: $$p_2 \frac{2V}{3} = n_2 RT$$ **(1 bod)**

Budući da klip miruje, vrijedi:

$$p_2 + \frac{Mg}{S} = p_1$$ **(3 boda)**

Na temelju tri napisana izraza, te uzevši u obzir da je $n_2 + n_1 = n$ dobiva se:

$$n_2 = \frac{6nRT - 2VMg/S}{9RT} = \frac{2n}{3} - \frac{2VMg}{9RTS}$$ **(3 boda)**

$$n_2 = 7.98\text{mol}$$ **(1 bod)**

3. zadatak (11 bodova)

m_d = 0.3 kg, ρ_d = 600 kg/m^3, $\rho_ž$ = 8900 kg/m^3, ρ_v = 1000 kg/m^3, $\beta = 12 \cdot 10^{-6}$ K^{-1}, Δt = 65 K

a)Ako drvo s žicom lebdi u vodi, ukupna težina jednaka je sili uzgona:

$$(m_d + m_ž)g = Vg\rho_v$$ **(2 boda)**

Pri čemu je uronjeni volumen:

$$V = \frac{m_d}{\rho_d} + \frac{m_ž}{\rho_ž}$$ **(1 bod)**

Potrebna masa žice je:

$$m_ž = m_d \frac{\frac{\rho_v}{\rho_d} - 1}{1 - \frac{\rho_v}{\rho_ž}}$$ **(1 bod)**:

$$m_ž = 0.23kg$$ **(1 bod)**

b)Drvo bez žice je djelomično uronjeno u vodu i vrijedi:

$$m_d g = V_{uronjeno} g \rho_v$$ **(1 bod)**

$$V_{uronjeno} = \frac{\rho_d}{\rho_v} V_d = 0.6 V_d$$ **(1 bod)**

Prema tome, 60% drveta je uronjeno u vodu.

c) Zagrijavanjem se volumen drveta povećava, a gutoća smanjuje (masa ostaje ista)

$$V_d^{'} = V_d(1 + \beta\Delta t), \ \rho_d^{'} = \frac{m_d}{V_d(1 + \beta\Delta t)}$$ **(2 boda)**

Uronjeni dio volumena je:

$$V_{uronjeno}^{'} = \frac{\rho_d^{'}}{\rho_v} V_d^{'} = \frac{m_d}{V_d(1+\beta\Delta t)} \frac{1}{\rho_v} V_d^{'} = \frac{\rho_d}{\rho_v(1+\beta\Delta t)} V_d^{'} = 0.6 V_d^{'} \frac{1}{(1+\beta\Delta t)} = 0.5995 V_d^{'}$$ **(2 boda)**

Prema tome, na temperaturi 80°C, 59.95% volumena drveta je uronjeno u vodu.

Napomena: Još uvijek se po udžbenicima može naći izraz $V(t) = V_o(1 + \beta t)$ gdje je V_o volumen na 0°C, a t je temperatura u °C. Prihvatiti i takav način rješavanja.

4. zadatak (11 bodova)

T = 293 K, L = 22 cm, h = 1 cm, p_{at}= 10^5 Pa, ρ = 13 600 kg/m^3, g = 9.81 m/s^2, p_1 je tlak plina u cijevi na temperaturi T, a p_2 na $T + \Delta T$, S je površina presjeka cijevi.

Početno vrijedi:

$$p_{at} = p_1 + hg\rho$$ **(2 boda)**

$$p_1 S(L - 2h) = nRT$$ **(2 boda)**

Povećanjem temperature plina, živa se istisne iz cijevi i vrijedi:

$$p_{at} + hg\rho = p_2$$ **(2 boda)**

$$p_2 SL = nR(T + \Delta T)$$ **(2 boda)**

Potrebno povećanje temperature je:

$$\Delta T = T\left(\frac{p_{at} + hg\rho}{p_{at} - hg\rho} \cdot \frac{L}{L - 2h} - 1\right)$$ **(2 boda)**

$$\Delta T = 38 \text{ K}$$ **(1 bod)**

OPĆINSKO/GRADSKO NATJECANJE IZ FIZIKE – 23. siječnja 2013.

5. zadatak (10 bodova)

a) Svaki naboj udaljen je od središta kvadrata za $\frac{a\sqrt{2}}{2}$ i doprinosi ukupnom potencijalu u toj točki s $\pm k\frac{Q}{a\sqrt{2}/2}$ (predznak ovisi o predznaku naboja), pa je ukupni potencijal **nula**. **(2 boda)**

Električno polje u središtu kvadrata od svakog naboja dano je izrazom:

$$E = k\frac{Q}{a^2/2}$$ **(1 bod)**

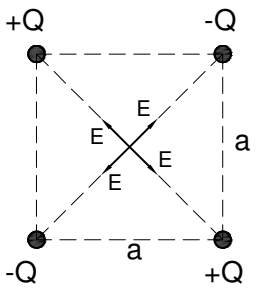
Budući da su smjerovi tih polja kao na slici a), ukupno električno polje je **nula**. **(1 boda)**

b) Iz istog razloga kao i u a), ukupni potencijal u središtu kvadrata je **nula**. **(2 boda)**

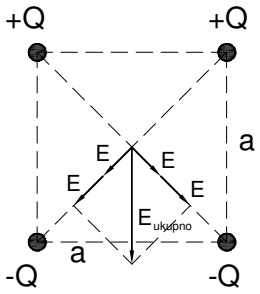
Pojedinačna električna polja imaju smjer kao na slici b), pa je ukupno polje (dijagonala kvadrata stranice $2E$):

$$E_{ukupno} = 2E\sqrt{2} = 4\sqrt{2}k\frac{Q}{a^2}$$ **(2 boda)**

i ima smjer kao na slici b) (prema dole) **(2 boda)**



Slika a)



Slika b)