OPĆINSKO(GRADSKO) NATJECANJE IZ FIZIKE – 28. siječnja 2015.

Srednje škole – 2. skupina

1. zadatak (10 bodova)

U bakrenom kalorimetru mase 500 g nalazi se 200 g vode temperature 20°C. Koliku bi masu leda temperature -5°C trebalo dodati da bi konačna temperatura bila 10°C. Specifični toplinski kapacitet vode je 4190 $Jkg^{-1}K^{-1}$, leda 2093 $Jkg^{-1}K^{-1}$, bakra 390 $Jkg^{-1}K^{-1}$, a latentna toplina taljenja leda je $3.35 \cdot 10^5$ J/kg.

2. zadatak (9 bodova)

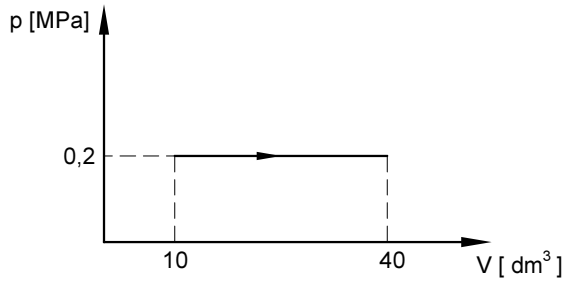
Jezero je tijekom zime pokriveno slojem leda debljine 0.5 m. Koliki je tlak na dubini 2.5 m u jezeru (u 2.5 m se ne ubraja sloj leda)? Gustoća leda je 920 kg/m^3, a vode 1000 kg/m^3. Atmosferski tlak je 10^5 Pa.

3. zadatak (11 bodova)

U posudi s pokretnim klipom nalazi se idealni plin. Početni volumen plina je 10 dm^3. Ekspanzija plina do konačnog volumena 40 dm^3 prikazana je p-V grafom.

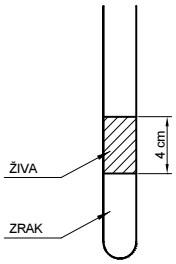
a) Izračunajte koliki je rad obavio plin pri ekspanziji
b) Kolika je količina topline dovedena plinu tijekom širenja?
c) Za koliko se promijenila unutarnja energija plina?

Plinska konstanta je 8.314 J/(kgK). Specifični toplinski kapacitet plina pri stalnom tlaku je $c_p = 1040$ J/(kgK), a njegova molarna masa 28 g/mol.



4. zadatak (10 bodova)

Staklena cijev s jednim otvorenim krajem postavljena je vertikalno kao na slici. Visina stupca žive je 4 cm. Ispod žive je zrak volumena 6 cm^3. Površina presjeka cijevi je 0.1 cm^2. Atmosferski tlak je 10^5 Pa. Gustoća žive je 13600 kg/m^3. Koliki će biti volumen zraka u cijevi ispod žive kada se u cijev doda 26 g žive? Pretpostavite da je zrak idealni plin.



5. zadatak (10 bodova)

Dvije kuglice pozitivno su nabijene. Naboji kuglica su Q_1 i Q_2. Kuglice početno postavimo na udaljenost r. Zatim ih približimo dok se ne dotaknu te vratimo u početni položaj.

a) Koliki je omjer sila kojom kuglice međudjeluju na udaljenosti r prije i nakon doticanja?
b) Odredite koliki treba biti naboj treće kuglice i gdje je treba staviti da bi ukupna sila na sve tri kuglice (nakon doticanja dviju kuglica i vraćanja na početni položaj) bila nula

Kuglice su identične, cijelo vrijeme nalaze se u zraku i imaju zanemarive dimenzije.

OPĆINSKO(GRADSKO) NATJECANJE IZ FIZIKE – 28. siječnja 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)

m_{Cu} = 0.5 kg, m_{H2O} = 0.2 kg, t_1 = 20°C, t_2 = -5°C, t = 10°C, λ = 3.35 10^5 J/kg, c_{H20} = 4190 J/(kg K) , c_{Led} = 2093 J/(kg K), c_{Cu} = 390 J/(kg K)

Hlađenje kalorimetra: $Q_{Cu} = m_{Cu} c_{Cu} (t_1 - t) = 1950$ J **(1 bod)**

Hlađenje vode: $Q_{H20} = m_{H2O} c_{H2O} (t_1 - t) = 8380$ J **(1 bod)**

Taljenje leda i zagrijavanje nastale vode:

$$Q_{Led} = m_{Led} c_{led} (0 - t_2) + m_{Led} \lambda + m_{Led} c_{voda} (t - 0)$$ **(2 boda)**

Predana toplina jednaka je primljenoj:

$$Q_{Cu} + Q_{H20} = Q_{Led}$$ **(2 boda)**

Tražena masa leda: $$m_{Led} = \frac{Q_{Cu} + Q_{H20}}{\lambda - c_{Led} t_2 + c_{H20} t}$$ **(2 boda)**

$$m_{Led} = 0.0267\text{kg}$$ **(2 bod)**

2. zadatak (9 bodova)

H_{led} = 0.5 m, h_{voda} = 2.5 m, ρ_{voda} = 1000 kg/m^3, ρ_{led} = 920 kg/m^3, g = 10 m/s^2

$$p_{voda} = h_{voda} g \rho_{voda} = 25000\text{Pa}$$ **(2 boda)**

$$p_{led} = \frac{G_{led}}{S} = \frac{V_{led} \rho_{led} g}{S} = \frac{h_{led} S \rho_{led} g}{S} = h_{led} \rho_{led} g = 4600\text{Pa}$$ **(2 boda)**

Ukupni tlak: $p = p_{voda} + p_{led} + p_{at}$ **(2 boda)**

p = 129600 Pa **(3 boda)**

3. zadatak (11 bodova)

V_1 = 10 dm^3, V_2 = 40 dm^3 , p = 2·10^5 Pa, M = 28 g/mol, c_p = 1040 J(kgK)

a) Rad plina: $W = p\Delta V = p(V_2 - V_1) = 6$ kJ **(2 boda)**

b) Toplina: $Q = mC_p \Delta T = nMC_p \Delta T$ **(1 bod)**

$$n = \frac{pV_1}{RT_1} \text{ (ili } n = \frac{pV_2}{RT_2}\text{)}$$ **(1 bod)**

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$ **(1 bod)**

$$\Delta T = T_2 - T_1 = T_1(\frac{T_2}{T_1} - 1)$$ **(1 bod)**

Za toplinu se dobiva: $$Q = \frac{pV_1}{RT_1} MC_p T_1 (\frac{T_2}{T_1} - 1) = \frac{pV_1}{R} MC_p (\frac{V_2}{V_1} - 1) = \frac{p}{R} MC_p (V_2 - V_1)$$ **(2 boda)**

$$Q = 21015.16\text{J}$$ **(1 bod)**

c)Prema prvom zakonu termodinamike:

$$Q = \text{W} + \Delta\text{U}$$ **(1 bod)**

$$\Delta\text{U} = 15015.16\text{J}$$ **(1 bod)**

4. zadatak (10 bodova)

h = 0.04 m, V = 6 cm^3, S = 0.1 cm^2, $p_{at} = 10^5$ Pa, ρ = 13600 kg/m^3, m' = 26 g, g = 10 m/s^2

Prije dodavanja žive: $p = \frac{mg}{S} + p_{at}$ **(2 boda)**

Masa žive je $m = V_{\check{z}iva}\rho = Sh\rho = 0.00544\text{kg}$ **(1 bod)**

pa je tlak zraka ispod žive: p = 105440 Pa

Nakon dodavanja žive tlak plina se poveća: $p' = \frac{(m+m')g}{S} + p_{at} = 131440$ Pa **(2 boda)**

Promjena stanja plina je izotermna: $pV = p'V'$ **(2 boda)**

pa je $V' = \frac{(h\rho g + p_{at})V}{\frac{Sh\rho + m'}{S}g + p_{at}} = 0.00000481\text{m}^3 = 4.81\ \text{cm}^3$ **(2+1 bod)**

5. zadatak (10 bodova)

a) Nakon doticanja naboj svake kuglice će biti:

$$\frac{Q_1 + Q_2}{2}$$ **(2 boda)**

Omjer sila prije i nakon doticanja:

$$\frac{k\frac{Q_1Q_2}{r^2}}{k\frac{(Q_1+Q_2)^2}{4r^2}} = \frac{4Q_1Q_2}{(Q_1+Q_2)^2}$$ **(2 boda)**

b) Treća kuglica mora biti negativna **(1 bod)**

i postaviti se na udaljenosti r/2 od svake kuglice **(1 bod)**

Iznos naboja treće kuglice dobije se izjednačavanjem iznosa sila na jednu od kuglica. Npr. za prvu kuglicu vrijedi: $F_{QQ1} = F_{Q2Q1}$ **(1 bod)**

$$k\frac{Q(\frac{Q_1+Q_2}{2})}{(r/2)^2} = k\frac{(\frac{Q_1+Q_2}{2})^2}{r^2}$$ **(1 bod)**

$$Q = \frac{Q_1+Q_2}{8}$$ **(2 boda)**