OPĆINSKO(GRADSKO) NATJECANJE IZ FIZIKE – 23. siječnja 2014.

Srednje škole – 2. skupina

1. zadatak (8 bodova)

Prilikom zabijanja čavla čekićem u dasku, čavlu se povećava temperatura. Pretpostavite da se 40 % kinetičke energije koju čavlić primi udaranjem čekića pretvori u toplinu koja se zadrži u čavlu (nema izmjene toplice s okolinom). Izračunajte za koliko se poveća temperatura aluminijskog čavla nakon deset udaraca čekićem. Masa čavla je 8 g, masa čekića je 1.8 kg. Brzina kojom čekić udara čavao je 7.8 m/s. Specifični toplinski kapacitet aluminija je 910 J/(kgK).

2. zadatak (11 bodova)

U zatvorenoj posudi pri temperaturi 27^oC i tlaku 10^5 Pa nalazi se 8 g vodika i 32 g kisika.

a) Izračunajte gustoću smjese plinova
b) Izračunajte parcijalni tlak kisika

Kisik i vodik smatrajte idealnim plinovima. $M(O_2)$ = 32 g/mol, $M(H_2)$ = 2 g/mol, R = 8.314 J/(mol·K).

3. zadatak (8 bodova)

U balonu volumena 500 m^3 nalazi se helij gustoće 0.179 kg/m^3. Izračunajte težinu koju može nositi taj balon u ravnoteži na visini gdje je gustoća zraka 1.2 kg/m^3. Masu materijala od kojeg je napravljen balon možete zanemariti.

4. zadatak (12 bodova)

Kružni proces (1→2→3→1) s 2 mola idealnog plina, molarnog toplinskog kapaciteta C_v = 20.42 J(mol·K), odvija se na sljedeći način:

1→2 izohorno dovođenje topline

2→3 adijabatska ekspanzija

3→1 izobarna kompresija

Početno je plin u stanju $p_1=10^5$ Pa, $T_1=20^oC$. U izohornom procesu plin primi toplinu $Q_{12}=10^4$ J.

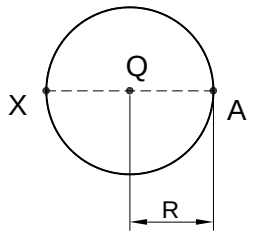
Izračunajte temperature plina u stanjima 2 i 3 te rad koji se obavi tijekom izobarne kompresije.

R = 8.314 J/(mol·K), $\gamma = C_p / C_v = 1.41$

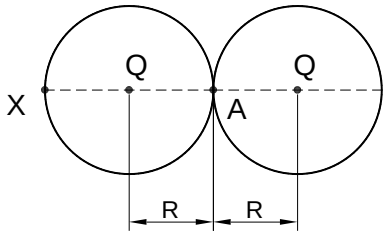
5. zadatak (11 bodova)

Pozitivni točkasti naboji Q učvršćeni su na položajima prikazanim na slikama. Točkasti pozitivni naboj q početno se nalazi u točki X, a zatim ga prebacimo u točku A.

a) Za obje slike odredite za koliko se promijenila potencijalna energija naboja q zbog prebacivanja iz točke X u točku A
b) Na svakoj slici označite u točki A smjer u kojem bi se naboj q počeo gibati ako ga pustimo nakon što ga prebacimo u točku A
c) Ako na slici 2 naboju q u točki A damo početnu brzinu u smjeru prema lijevom naboju Q, odredite kolika mora biti njegova kinetička energija u A da bi njegova najmanja udaljenost od naboja Q iznosila d (d<R)



Slika 1



Slika 2

OPĆINSKO(GRADSKO) NATJECANJE IZ FIZIKE – 23. siječnja 2014.

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=0.008 kg, M = 1.8 kg, v = 7.8 m/s, n = 10, c_{Al} = 910 J/(kgK)
Toplina koju čavao primi pri jednom udarcu čekića:

$$Q = 0.40\frac{Mv^2}{2} = 21.90\text{J}$$ **(4 boda)**

Primljena toplina se potroši za grijanje čavla: $Q = mc_{Al}\Delta t$ **(1 bod)**

Nakon deset udaraca povećanje temperature čavla je:

$$\Delta t = 10 \cdot \frac{Q}{mc_{Al}}$$ **(2 boda)**

$$\Delta t = 30.09^{\circ}\text{C}$$ **(1 bod)**

2. zadatak (11 bodova)
Vodik: m_1 = 8 g, M_1 = 2 g/mol
Kisik: m_2 = 32 g, M_2 = 32 g/mol
T = 300.15 K, p = 10^5 Pa, R = 8.314 J/(kgK)
a) Sa svaki od plinova vrijedi jednadžba stanja idealnog plina:

$$p_i V = n_i RT \quad i = 1,2$$ **(2 boda)**

pri čemu je: $$n_i = \frac{m_i}{M_i}$$ **(1 bod)**

Tlak smjese je: $$p = p_1 + p_2$$ **(3 boda)**

Na temelju napisanih jednadžbi, volumen posude je:

$$V = \frac{RT}{p}\left(\frac{m_1}{M_1} + \frac{m_2}{M_2}\right) = 0.1248\ \text{m}^3$$ **(2 boda)**

Gustoća smjese: $$\rho = \frac{m_1 + m_2}{V}$$ **(1 bod)**

$$\rho = 0.32\ \text{kg/m}^3$$ **(1 bod)**

b) Parcijalni tlak kisika: $$p_2 = \frac{m_2}{M_2}\frac{RT}{V} = 2 \cdot 10^4\ \text{Pa}$$ **(1 bod)**

3. zadatak (8 bodova)
V = 500 m^3, ρ_{He} = 0.179 kg/m^3, ρ = 1.2 kg/m^3, g = 9.81 m/s^2, m je masa helija, G je težina tereta.
Balon je u ravnoteži ako je: $mg + G = F_u$ **(4 boda)**

$$F_u = Vg\rho$$ **(1 bod)**

Tražena težina je: $$G = Vg(\rho - \rho_{He})$$ **(2 boda)**

$$G = 5008N$$ **(1 boda)**

4. zadatak (12 bodova)

n = 2 mola, $p_1 = 10^5$ Pa, T_1 = 293.15 K, $Q_{12}=10^4$ J, R = 8.314 J/(kg·K), C_v = 20.42 J/(mol·K), γ = 1.41

U stanju 1: $p_1V_1 = nRT_1$ **(1 bod)**

$V_1 = 0.0487\ \mathrm{m}^3$

a) U izohornom procesu primjena toplina jednaka je promjeni unutarnje energije plina:

$Q_{12} = \Delta U$ **(1 bod)**

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

$\Delta T = 244.86\mathrm{K}$

Temperatura u stanju 2: $T_2 = T_1 + \Delta T = 538.01\mathrm{K}$ **(2 boda)**

b) Adijabatski proces: $T_2^{\gamma}V_2^{\gamma-1} = T_2^{\gamma}V_3^{\gamma-1}$ **(1 bod)**

Budući da je $p_3 = p_1$, vrijedi: $T_3 = T_2\left(\dfrac{p_2}{p_1}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}}$ **(1 bod)**

U stanju 2: $p_2V_1 = nRT_2$, pa je $p_2 = 183526.52\mathrm{Pa}$ **(1 bod)**

Temperatura u stanju 3: $T_3 = 450.93\mathrm{K}$ **(1 bod)**

c) Tijekom izobarne kompresije obavljeni rad je:

$W = p_1\Delta V = p_1(V_1 - V_3)$ **(1 bod)**

U stanju 3: $p_1V_3 = nRT_3$ pa je $V_3 = 0.075\ \mathrm{m}^3$ **(1 bod)**

$W = -2623.59\mathrm{J}$ **(1 bod)**

(negativni predznak znači da okolina obavlja rad nad plinom)

5. zadatak (11 bodova)

a) Promjena potencijalne energije naboja q:

Slika 1: $\phi_X = \phi_A$, $\Delta\phi = \phi_A - \phi_X = 0$ **(2 boda)**

Slika 2: $\phi_X = k\dfrac{Q}{R} + k\dfrac{Q}{3R} = 4k\dfrac{Q}{3R}$ **(1 bod)**

$\phi_A = k\dfrac{Q}{R} + k\dfrac{Q}{R} = 2k\dfrac{Q}{R}$ **(1 bod)**

$\Delta\phi = \phi_A - \phi_B = k\dfrac{2}{3}\dfrac{Q}{R}$ **(1 bod)**

b) Slika 1: □ **(1 bod)**

Slika 2: Naboj q će ostati mirovati jer je ukupna sila na njega nula (el. polje u toj točki je nula) **(1 bod)**

b) Prema zakonu očuvanja energije ukupna energija naboja q u točki A i u točki najbližoj lijevom naboju Q su jednake: $E_{kin} + 2k\dfrac{qQ}{R} = k\dfrac{qQ}{R-d} + k\dfrac{qQ}{2R-d}$ **(3 boda)**

$E_{kin} = kqQ\left(\dfrac{1}{R-d} + \dfrac{1}{2R-d} - \dfrac{2}{R}\right)$ **(1 bod)**

Napomena: Priznati i bilo koji drugi ispravni izraz za E_{kin}, npr. $E_{kin} = k\dfrac{qQ(R^2 + 4Rd - 2d^2)}{(R-d)(2R-d)R}$

Korekcije i promjene u zadacima i/ili rješenjima:

- Ispravak - SŠ - 2. skupina - 5. zadatak - rješenje
  U c) dijelu, umjesto *'R-d'* treba stajati samo *'d'*.