DRŽAVNO NATJECANJE I SMOTRA IZ FIZIKE

Varaždin, 2.-5. svibnja 2010.

Srednje škole – 2. skupina

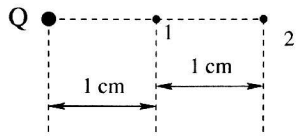
1. zadatak (16 bodova)

a) Naboj Q učvršćen je na položaju kao na slici 1.
Česticu naboja $0.02 \cdot \mu C$ i mase $3 \cdot 10^{-4}$ kg stavimo u točku 1 i pustimo je iz mirovanja. Nešto kasnije čestica je opažena u točki 2 i njena brzina u točki 2 je 40 m/s. Izračunajte naboj Q!

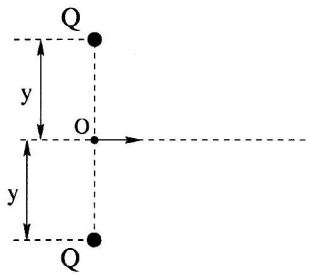
b) Dva jednaka naboja Q učvršćena su na položajima kao na slici 2. Česticu mase 10^{-4} kg i naboja $-2 \cdot \mu C$ pustimo iz točke O s početnom brzinom 40 m/s u smjeru strelice na slici 2. Postoji li točka (ili točke) u kojima je trenutna brzina čestice jednaka nuli? Ako da, odredite gdje je ta točka (ili točke) ako je y=1m. Za naboj Q uzmite vrijednost koju ste izračunali u a).

Gravitaciju možete zanemariti.

$k=9 \cdot 10^9\ Nm^2C^{-2}$



SLIKA 1



SLIKA 2

2. zadatak (19 bodova)

Jedan od načina dizanja potonulih brodova je da se iz trupa broda izbacuje more utiskivanjem zraka sve dok se ne postigne da je ukupna sila na brod jednaka nuli. Nakon toga prestaje se utiskivati zrak i počinje podizanje broda.

Brod mase 560 tona, napravljen od željeza, potonuo je i nalazi se na dubini 35 m. Gustoća mora je 1050 kg/m^3, a temperatura na dubini 35 m je 18°C. Kompresor, koji se nalazi na platformi na površini mora, usisava svaki sat 250 m^3 zraka iz okoline pri atmosferskom tlaku 10^5 Pa. Temperatura na površini mora je 20°C. Kompresor adijabatski komprimira usisani zrak. Od kompresora do potonulog broda vodi cijev kroz koju se komprimirani zrak utiskuje u trup broda. Prolaskom kroz cijev i ulaskom u brod komprimirani zrak se izobarno hladi do temperature 18°C.

Pretpostavite da je zrak idealni plin molarne mase 28.96 g/mol. Molarni toplinski kapaciteti pri stalnom volumenu i tlaku za zrak iznose: $C_V = \frac{5}{2}R$ i $C_p = \frac{7}{2}R$.

Gustoća željeza je 7800 kg/m^3. Opća plinska konstanta iznosi 8.314 $JK^{-1}mol^{-1}$.

a) Koliko dugo mora kompresor raditi prije nego se brod počne podizati?

b) Kolika je snaga kompresora?

DRŽAVNO NATJECANJE I SMOTRA IZ FIZIKE

Varaždin, 2.-5. svibnja 2010.

3. zadatak (16 bodova)

Težina prazne staklene posude je G. Ista posuda napunjena živom ima težinu G_0 na 0^oC. Ako posudu s živom zagrijemo do 40^oC, jedan dio žive se izlije iz posude i težina posude s preostalom živom je G_1. Koliki je koeficijent volumnog širenja stakla, ako je na 0^oC

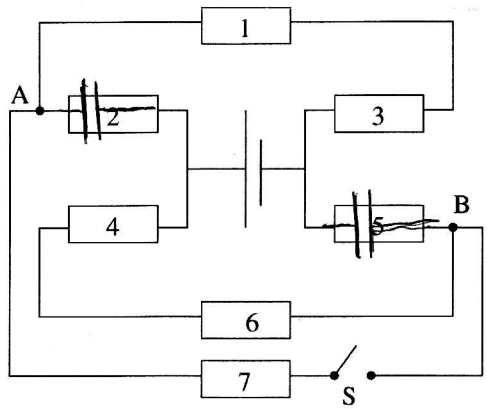
a) posuda bila do vrha napunjena živom
b) živa zauzimala 99.9% volumena posude

Koeficijent volumnog širenja žive je α_{Hg}.

4. zadatak (19 bodova)

Sedam jednakih otpornika, izvor napona 12V i sklopka S spojeni su kao na slici. Otpor svakog otpornika je 1Ω.

a) Kolika je razlika potencijala između točaka A i B kada je sklopka otvorena (položaj kao na slici)? Koja točka (A ili B) je na višem potencijalu?
b) Kolika struja teče otpornikom 7 kada se sklopka S zatvori?
c) Kolika je razlika potencijala između točaka A i B nakon što se sklopka S otvori te se otpornik 2 zamijeni s praznim kondenzatorom kapaciteta $1\mu F$, a otpornik 5 se zamijeni s praznim kondenzatorom kapaciteta $0.5\mu F$? Koliko je naboja na kondenzatoru većeg kapaciteta kada se sklopka S zatvori.

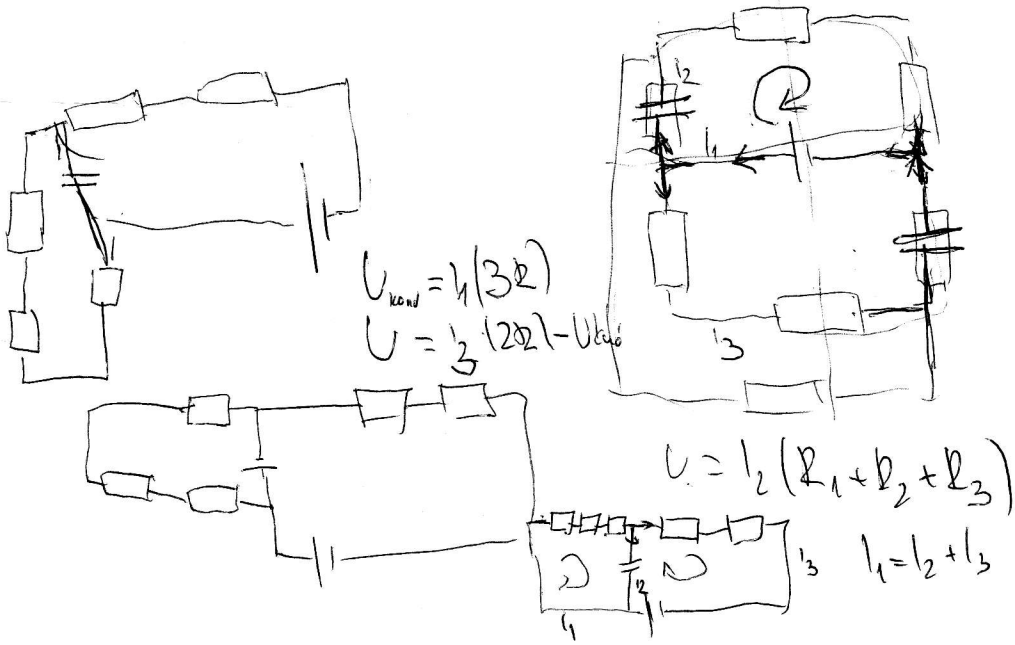


$W = \frac{1}{2}CU^2$

$W = \frac{1}{2}QU$

$Q = CU$

$C = \frac{Q}{U}$



DRŽAVNO NTJECANJE I SMOTRA IZ FIZIKE

Varaždin, 2. – 5. svibnja 2010.

Srednje škole – 2. skupina
Rješenja i smjernice za bodovanje

1. zadatak (16 bodova)

a) Električna sila obavi rad nad česticom naboja q. Promjena kinetičke energije čestice jednaka je iznosu obavljenog rada:

(1) $$\Delta E_{kin} = W$$ **(1 bod)**

Naboj q je početno mirovao, a brzina u točki 2 mu je v pa vrijedi

$$\Delta E_{kin} = \frac{mv^2}{2}$$

$$W = q\Delta V$$ **(1 bod)**

$\Delta V = V_1 - V_2$ je razlika potencijala između točaka 1 i 2.

Ako s x_i označimo udaljenost točaka 1 i 2 od naboja Q, potencijali u točkama 1 i 2 su:

$$V_i = k\frac{Q}{x_i},\ i = 1,2$$ **(1 bod)**

Uvrštavanjem navedenih izraza u (1) dobije se:

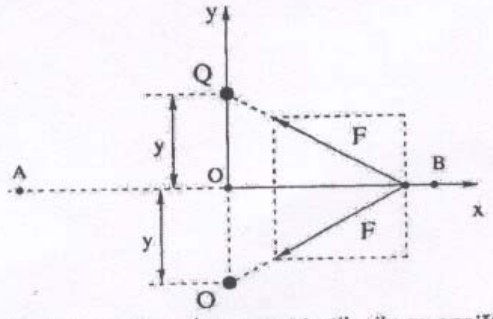
$$\frac{mv^2}{2} = q(k\frac{Q}{x_1} - k\frac{Q}{x_2})$$

Tražena vrijednost naboja Q je:

$$Q = \frac{mv^2}{2qk}(\frac{1}{x_1} - \frac{1}{x_2})^{-1} = \frac{3\cdot 10^{-4}kg\cdot(40\frac{m}{s})^2}{2\cdot 0.02\cdot 10^{-6}C\cdot 9\cdot 10^9\frac{Nm^2}{C^2}}(\frac{1}{0.01m} - \frac{1}{0.02m})^{-1} = 26.67\mu C$$ **(2 boda)**

c) Svaki naboj Q djeluje na q privlačnom električnom silom iznosa

$F = k\frac{Qq}{r^2}$, r je trenutna udaljenost naboja q od Q i vrijedi $r = \sqrt{y^2 + x^2}$ **(1 bod)**



Kao što se vidi na slici, u svakom trenutku, y-komponente tih sila se poništavaju, pa je ukupna sila na naboj q jednaka zbroju x-komponenti (koje su jednake). Budući da je i početna brzina čestice naboja q u smjeru osi x, čestica će se cijelo vrijeme gibati po osi x između točaka A i B koje su jednako udaljene od točke O. Najprije će čestica usporavati do B, zatim će ubrzavati prema O pa zatim usporavati prema točki A na suprotnoj strani.....Budući da sila nije stalna, niti ubrzanje čestice nije stalno.

U krajnjim točkama putanje, A i B, brzina čestice je nula pa je rad koji je obavila električna sila nad q na putu od ishodišta do krajnje točke (A ili B) jednak kinetičkoj energiji u ishodištu:

(2) $$\frac{mv_0^2}{2} = q(V_0 - V_1)$$ **(2 boda),**

V_0 i V_1 su potencijali u točki O te točki A(ili B)

$$V_0 = (k\frac{Q}{y} + k\frac{Q}{y}) = 2k\frac{Q}{y}$$ **(2 boda),**

$$V_1 = (k\frac{Q}{r} + k\frac{Q}{r}) = 2k\frac{Q}{\sqrt{x^2+y^2}}$$ **(2 boda),**

Uvrštavanjem u relaciju (2) dobiva se:

$$\frac{mv_0^2}{2} = 2kqQ(\frac{1}{\sqrt{x^2+y^2}} - \frac{1}{y}),$$

Pa je

$$x^2 = (\frac{mv_0^2}{4kqQ} + \frac{1}{y})^{-2} - y^2 = (\frac{10^{-4}kg\cdot(40\frac{m}{s})^2}{4\cdot 9\cdot 10^9\frac{Nm^2}{C^2}(-2\cdot 10^{-6}C)\cdot 26.67\cdot 10^{-6}C} + \frac{1}{1m})^{-2} - 1^2 = 0.19m^2$$

$$x \approx 0.44m$$ **(3 boda)**

Točke A i B nalaze se na osi x i udaljene su 0.44m od točke O. **(1 boda)**

2. zadatak (19 bodova)

Zrak u kompresoru prije adijabatske kompresije: $p_0 = 10^5 Pa$, V_0, $T_0 = 293.15K$

Zrak nakon adijabatske kompresije: p_1, V_1, T_1

Zrak u trupu broda: p_2, V_2, $T_2 = 291.15K$

Gustoće mora, željeza i zraka su: ρ_m, ρ_z i ρ_z

Budući da je more ispunilo unutrašnjost broda, ukupna težina broda (težina željezne konstrukcije + težina mora u brodu) je veća od uzgona. Utiskivanjem zraka smanjuje se ukupna težina broda. U trenutku kada je ukupna sila na brod jednaka nuli vrijedi:

$$F_u = G_ž + G_z + G_m$$

(G_z je težina utisnutog zraka, G_m je težina preostalog mora u brodu, $G_ž$ je težina željezne konstrukcije broda)

$$Vg\rho_m = mg + V_z\rho_z g + V_m\rho_m g$$ **(2 boda)**

Volumen preostalog mora u brodu je:

$$V_m = V - V_z - V_ž$$

pri čemu je volumen željezne konstrukcije

$$V_{\check{z}} = m / \rho_{\check{z}} = \frac{560000kg}{7800kg/m^3} = 71.79\,\mathrm{m}^3$$

pa je u brod potrebno utisnuti zrak volumena:

$$V_z = V_{\check{z}} \frac{\rho_{\check{z}} - \rho_m}{\rho_m - \rho_z}$$

$$= 71.79 \frac{7800 - 1050}{1050 - 5.889} = 464.11m^3 \qquad \textbf{(1 bod)}$$

Da bismo izračunali kolika je masa zraka u tom volumenu, moramo izračunati gustoću utisnutog zraka. Za utisnuti zrak u trupu broda vrijedi:

$$p_2 V_z = nRT_2 = \frac{m_z}{M_z} RT_2 \qquad \textbf{(1 bod)}$$

pa je gustoća utisnutog zraka u brodu:

$$\rho_z = \frac{p_2 M_z}{RT_2}$$

p_2 uzimamo da je jednak tlaku na dubini potonulog broda (na toliki tlak kompresor stlači zrak)

(1) $$p_2 = p_{\infty} + hg\rho_m = 10^5\,Pa + 35m \cdot 9.81\frac{m}{s^2} 1050 \frac{kg}{m^3} = 492148Pa \qquad \textbf{(1 bod)}$$

Gustoća utisnutog zraka je:

$$\rho_z = \frac{p_2 M_z}{RT_2} = \frac{492148Pa \cdot 0.02896kg/mol}{8.314J/(Kmol) \cdot 291.15K} = 5.888kg/m^3 \qquad \textbf{(1 bod)}$$

Dakle, da bi se počeo izvlačiti, u potonuli brod treba utisnuti zrak mase:

$$m_z = \rho_z V_z = 5.888 \frac{kg}{m^3} 464.11m^3 = 2732.68kg \qquad \textbf{(1 bod)}$$

Za zrak koji usisa kompresor vrijedi:

$$p_0 V_0 = \frac{m_z}{M_z} RT_0 \qquad \textbf{(1 bod)}$$

pa je

$$m_z = \frac{p_0 V_0 M_Z}{RT_0}$$

Budući da u jednom satu kompresor uzima 250m^3 zraka, odgovarajuća masa zraka koji se usisa i komprimira u jednom satu je:

(2) $$m_z(u1h) = \frac{10^5\,Pa \cdot 250m^3/h \cdot 0.02896kg/mol}{8.314J/(Kmol) \cdot 293.15K} = 297.06kg/h \qquad \textbf{(1 bod)}$$

Prema tome, kompresor mora raditi:

$$t = \frac{m_z}{m_z(u1h)} = \frac{2732.68kg}{297.06kg/h} = 9.1991h \qquad \textbf{(2 boda)}$$

b) Prema prvom zakonu termodinamike:

$$\Delta U = Q + W_{kompresor}$$

(ili: $\Delta U = Q - W_{plin}$. Svejedno je koja se formula koristi budući da $W_{kompresor} = -W_{plin}$)

Zrak se komprimira adijabatski ($Q = 0$) pa je rad koji obavi kompresor nad plinom jednak promjeni unutarnje energije zraka.

(3) $$W_{kompresora} = \Delta U = nC_V \Delta T = nC_V (T_1 - T_0)$$ **(2 boda)**

Izračunajmo temperaturu komprimiranog zraka:

Kompresor adijabatski stlači zrak pa vrijedi:

(4) $$p_0 V_0^{\gamma} = p_1 V_1^{\gamma}$$ **(1 bod)**

Za idealni plin vrijedi:

$$pV = nRT$$

pa dobivamo:

(5) $$p_0^{\gamma-1} T_0^{\gamma} = p_1^{\gamma-1} T_1^{\gamma}$$

Pomoću jednadžbe (5) i uzimajući u obzir da je

$$p_1 = p_2$$ **(1 bod)**

I da za zrak vrijedi:

$$\gamma = \frac{C_p}{C_V} = 1.4,$$

odredi se temperatura adijabatski komprimiranog zraka:

$$T_1 = \left(\frac{p_0}{p_2}\right)^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} T_0 = \left(\frac{10^5\,Pa}{492148\,Pa}\right)^{\frac{1-1.4}{1.4}} 293.15 = 462.2K$$ **(1 bod)**

Prema relaciji (3) rad kompresora je:

$$W_{kompresor} = \frac{m_z}{M_z}\frac{5}{2}R(462.20K - 293.15K) = m_z \cdot 121329.57\frac{J}{kg}$$ **(1 bod)**

Prema (2), u jednom satu kompresor komprimira 297.06 kg zraka, pa je snaga kompresora

$$P = 297.06\frac{kg}{h} \cdot 121329.57\frac{J}{kg} = 36042162\frac{J}{h} = 10011.71W$$ **(2 boda)**

3. zadatak (16 bodova)

Za živu ćemo koristiti donji indeks Hg, a za staklo S. Gornji indeksi označavat će temperaturu: 0 za 0°C i 1 za 40°C.

Težine žive u posudi na 0°C i 40°C označimo s G_{Hg}^0 i G_{Hg}^1.

Na 0°C vrijedi:

(1) $$G_0 - G = G_{Hg}^0$$ **(1 bod)**

$$= V_{Hg}^0 \rho_{Hg}^0 g$$ **(1 bod)**

$$= V_{Hg}^1 \rho_{Hg}^1 g$$ **(2 bod)**

Na 40°C, nakon izlijevanja žive:

(2) $$G_1 - G = G^1_{Hg}$$ **(1 bod)**

$$= V^1_S \rho^1_{Hg} g$$ **(2 bod)**

Zbog toplinskog širenja volumeni žive i stakla se povećaju za

$V^0_{Hg}\alpha_{Hg}\Delta t$ i $V^0_S\alpha_S\Delta t$ i vrijedi $\Delta t = 40^\circ C$ **(1 bod)**

Prema tome, volumeni žive i staklene posude na 40°C su

(3) i(4) $$V^1_{Hg} = V^0_{Hg}(1+\alpha_{Hg}\Delta t) \text{ i } V^1_S = V^0_S(1+\alpha_S\Delta t)$$ **(2 boda)**

Oduzimanjem relacija (2) i (1) dobiva se:

(5) $$G_1 - G_0 = (V^1_S - V^1_{Hg})\rho^1_{Hg} g$$

Oduzimanjem (4) i (3) dobiva se:

(6) $$V^1_S - V^1_{Hg} = (V^0_S - V^0_{Hg}) + V^0_S\alpha_S\Delta t - V^0_{Hg}\alpha_{Hg}\Delta t$$

pa je nakon uvrštavanja (5) u (6):

$$\alpha_S = \frac{G_1 - G_0 - (V^0_S - V^0_{Hg})\rho^1_{Hg} g + V^0_{Hg}\alpha_{Hg}\Delta t\rho^1_{Hg} g}{V^0_S\Delta t\rho^1_{Hg} g}$$

Ako volumen na 0°C u zadnjem članu brojnika izrazimo preko relacije (3), gornji izraz prelazi u:

$$\alpha_S = \frac{G_1 - G_0 - (V^0_S - V^0_{Hg})\rho^1_{Hg} g + \frac{V^1_{Hg}}{(1+\alpha_{Hg}\Delta t)}\alpha_{Hg}\Delta t\rho^1_{Hg} g}{V^0_S\Delta t\rho^1_{Hg} g}$$

$$= \frac{(G_1 - G_0)(1+\alpha_{Hg}\Delta t) - (V^0_S - V^0_{Hg})\rho^1_{Hg} g(1+\alpha_{Hg}\Delta t) + V^1_{Hg}\alpha_{Hg}\Delta t\rho^1_{Hg} g}{(1+\alpha_{Hg}\Delta t)V^0_S\Delta t\rho^1_{Hg} g}$$

Za zadnji član u brojniku iskoristi se relacija (2), a za nazivnik relacija (3) i zatim (2) pa je:

$$= \frac{(G_1 - G_0)(1+\alpha_{Hg}\Delta t) - (V^0_S - V^0_{Hg})\rho^1_{Hg} g(1+\alpha_{Hg}\Delta t) + (G_0 - G)\alpha_{Hg}\Delta t}{\frac{V^1_{Hg}}{V^0_{Hg}}V^0_S\Delta t\rho^1_{Hg} g}$$

$$= \frac{(G_1 - G_0)(1+\alpha_{Hg}\Delta t) - (V^0_S - V^0_{Hg})\rho^1_{Hg} g(1+\alpha_{Hg}\Delta t) + (G_0 - G)\alpha_{Hg}\Delta t}{(G_0 - G)\frac{V^0_S}{V^0_{Hg}}\Delta t}$$

Sređivanjem brojnika dobiva se:

(7) $$\alpha_S = \frac{(G_1 - G_0) + (G_1 - G)\alpha_{Hg}\Delta t - (V^0_S - V^0_{Hg})\rho^1_{Hg} g(1+\alpha_{Hg}\Delta t)}{(G_0 - G)\frac{V^0_S}{V^0_{Hg}}\Delta t}$$

Ako na početku živa zauzima x% volumena staklene posude, vrijedi:

$$V^0_{Hg} = xV^0_S,$$

pa realcija (7) prelazi u

$$\alpha_S = \frac{(G_1 - G_0) + (G_1 - G)\alpha_{Hg}\Delta t - (\frac{1}{x} - 1)V^0_{Hg}\rho^1_{Hg}g(1 + \alpha_{Hg}\Delta t)}{(G_0 - G)\frac{1}{x}\Delta t}$$

$$\alpha_S = \frac{(G_1 - G_0) + (G_1 - G)\alpha_{Hg}\Delta t - (\frac{1}{x} - 1)V^1_{Hg}\rho^1_{Hg}g}{(G_0 - G)\frac{1}{x}\Delta t} = \frac{(G_1 - G_0) + (G_1 - G)\alpha_{Hg}\Delta t - (\frac{1}{x} - 1)(G_0 - G)}{(G_0 - G)\frac{1}{x}\Delta t}$$

Ako je na 0°C posuda do vrha napunjena živom $x = 1$ pa je

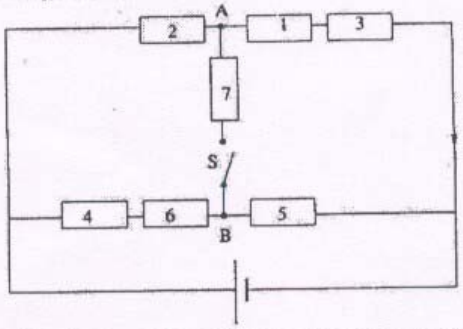
$$\alpha_S = \frac{(G_1 - G_0) + (G_1 - G)\alpha_{Hg}\Delta t}{(G_0 - G)\Delta t}$$ **(3 boda)**

Za $x = 0.95$ dobiva se:

$$\alpha_S = \frac{(G_1 - G_0) + (G_1 - G)\alpha_{Hg}\Delta t - (\frac{1}{999})(G_0 - G)}{(G_0 - G)\frac{1000}{999}\Delta t}$$ **(3 boda)**

4. zadatak (19 bodova)

Ekvivalentni strujni krug prikazan je na slici: **(3 boda)**



Kada je sklopka otvorena serijski spoj otpornika 1,2 i 3 u paraleli je sa serijskim spojem otpornika 4,5 i 6. Ekvivalentni otpor je

$$R = \frac{(R_1 + R_2 + R_3)(R_4 + R_5 + R_6)}{R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6} = 1.5\Omega$$ **(1 bod)**

Struja je:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{12V}{1.5\Omega} = 8A$$ **(1 bod)**

Budući da je u obje grane jednak otpor, otpornicima 1,2 i 3 te 4, 5 i 6 teče jednaka struja koje je jednaka polovici ukupne struje:

$$I_1 = I_2 = \frac{I}{2} = 4A$$

Napon na otporniku 2 je:

$$U_2 = I_1 R_2 = 4A \cdot 1\Omega = 4V$$ **(1 bod)**

Budući da je lijevi kraj otpornika 2 na potencijalu 12V, potencijal u točki A je 12V-4V=8V **(1 bod)**

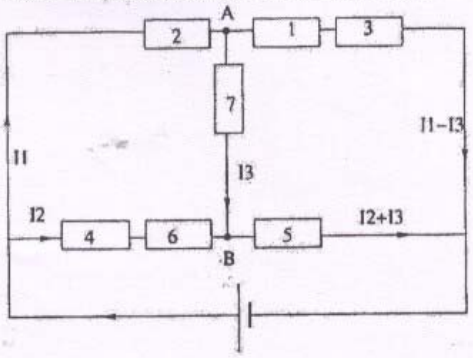
Napon na otporniku 5 je:

$$U_5 = I_2 R_5 = 4A \cdot 1\Omega = 4V$$ **(1 bod)**

pa je potencijal u točki B 4V. **(1 bod)**

Prema tome, točka A je za 4V na višem potencijalu nego točka B.

b) Pretpostavimo da je nakon zatvaranja sklopke smjer struja kao na slici:



Primjenom Kirchhoffovih pravila na tri petlje dobiva se sustav s tri nepoznanice:

Petlja (12V-2-1-3): $I_1 R_2 + (I_1 - I_3)(R_1 + R_3) = 12V$ **(1 bod)**

Petlja (24V-4-6-5): $I_2(R_4 + R_6) + (I_2 + I_3)R_5 = 12V$ **(1 bod)**

Petlja(2-7-6-4): $I_1 R_2 + I_3 R_7 - I_2(R_4 + R_6) = 0$ **(1 bod)**

tj.

$$3I_1 - I_3 = 12$$
$$3I_2 + I_3 = 12$$
$$I_1 - 2I_2 + I_3 = 0$$

Rješavanjem sustava dobiva se da otpornikom 7 teče struja:

$$I_3 = 2A$$ **(1 bod)**

c) Kondenzatori se brzo nabiju i nakon toga struja prestane teći (kondenzatori predstavljaju beskonačni otpor). Oba kondenzatora su na istom naponu od 12V. Prema tome potencijal u točki B je za 12 V veći od potencijala u točki A. **(2 boda)**

Kada se sklopka S zatvori, poteći će struja otpornike 4, 6, 7, 1 i 3 koji su sada serijski spojeni. Ekvivalentni otpor je:

$$R = R_4 + R_6 + R_7 + R_1 + R_3 = 5\Omega$$ **(1 bod)**

pa je struja:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{12V}{5\Omega} = 2.4A$$ **(1 bod)**

Kondenzator na mjestu otpornika 2 je na naponu kao i serijski spoj otpornika 4-6-7:

$$U_{C1} = U_{467} = I(R_4 + R_6 + R_7) = 2.4A \cdot 3\Omega = 7.2V$$ **(1 bod)**

pa je na njemu naboj:

$$Q_1 = U_{C1}C1 = 7.2\mu C$$ **(1 bod)**

DRŽAVNO NATJECANJE I SMOTRA IZ FIZIKE
Varaždin, 2. - 3. svibnja 2010

Srednje škole – 2. skupina

Eksperimentalni zadatak

PROUČAVANJE KARAKTERISTIKA IZVORA STRUJE

Zadatak

- Proučiti karakteristike zadanog izvora struje (proučiti ovisnost korisne snage P_k o jakosti struje I te korisne snage P_k, ukupne snage P i koeficijenta iskorištenja η o vanjskom otporu R strujnog kruga) i odrediti unutarnji otpor izvora R_u

Pribor

- Izvor istosmjerne struje
- Voltmetar
- Otporna žica
- Otpornik poznatog otpora (0.5 Ω)
- Žice za spajanje (5 kom.)
- Krokodilke (5. Kom.)
- milimetarski papir (4 araka)

U sklopu zadatka treba:

1. Nacrtati shemu strujnog kruga pomoću kojeg će se vršiti mjerenja. (3 boda)
2. Teorijski opisati postupak mjerenja i određivanja potrebnih veličina za izvršenje zadatka. (4 boda)
3. Napraviti potrebna mjerenja te podatke prikazati tabelarno. (6 bodova)
4. Odrediti unutarnji otpor izvora struje R_u i provesti račun pogreške. (3 boda)
5. Prikazati grafički ovisnosti:
   a) korisne snage P_k o jakosti struje I; (2 boda)
   b) korisne snage P_k o vanjskom otporu R; (2 boda)
   c) ukupne snage P o vanjskom otpru R; (2 boda)
   d) koeficijenta iskorištenja η o vanjskom otporu R. (2 boda)
6. Opisati dobivene ovisnosti. (3 boda)
7. Izvesti teorijski izraz za ovisnost koeficijenta iskorištenja η o vanjskom otporu R i usporediti s eksperimentalnim rezultatima (prikazati na grafu pod d)) (3 boda)

Ukupno eksperimentalni zadatak 30 bodova

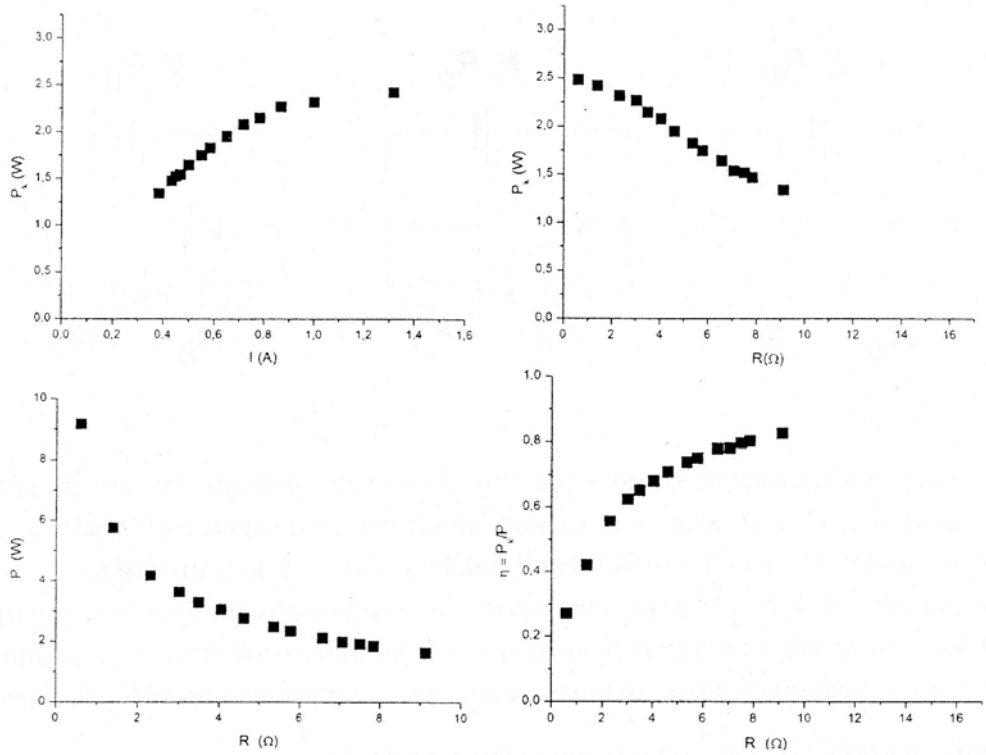
Napomene: Mjerni instrument koristiti samo kao voltmetar.
Tijekom mjerenja strujni krug držati uključen samo kratkotrajno, dok se očitava vrijednost na instrumentu, jer se baterija brzo troši.

DRŽAVNO NATJECANJE I SMOTRA IZ FIZIKE

Varaždin, 2. - 3. svibnja 2010

Srednja vrijednost unutarnjeg otpora je 1.89 Ω, a maksimalno odstupanje 0.27 Ω. Možemo napisati da je unutarnji otpor: $R_u = (1.89 \pm 0.27)\Omega$. (3 boda)

Donje slike prikazuju ovisnost korisne snage P_k o jakosti struje I te korisne snage P_k, ukupne snage P i koeficijenta iskorištenja η o vanjskom otporu R strujnog kruga.



(4x2 = 8 bodova)

Vidimo da za mjereno područje korisna P_k snaga raste s jakošću električne struje I. Korisna snaga P_k i ukupna snaga P se smanjuju povećanjem vanjskog otpora R, a koeficijent iskorištenja η raste s porastom vanjskog otpora R. (3 boda)

Za koeficijent iskorištenja vrijedi:

$$\eta = \frac{P_k}{P} = \frac{I^2 R}{I^2 (R + R_u)} \quad \Rightarrow \quad \eta = \frac{R}{R + R_u}$$

Kad se u ovaj izraz uvrste vrijednosti vanjskog otpora R iz mjerenog područja, dobije se vrlo dobro slaganje s rezultatima eksperimenta. (3 boda)

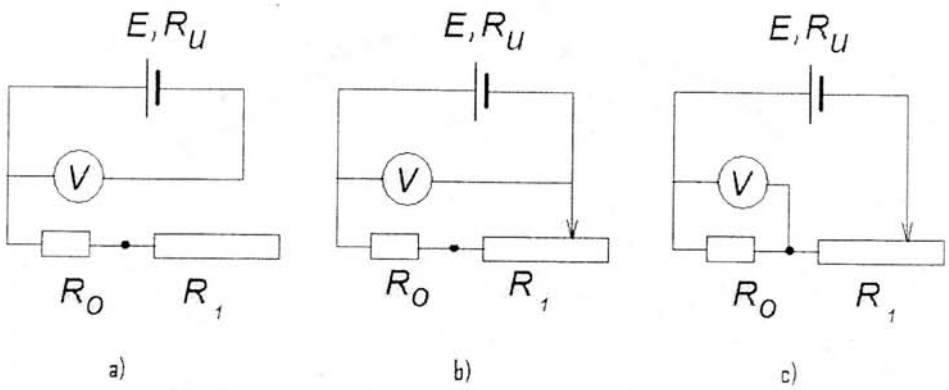
DRŽAVNO NATJECANJE I SMOTRA IZ FIZIKE

Varaždin, 2. - 3. svibnja 2010

Srednje škole – 2. skupina

Eksperimentalni zadatak

Rješenje i smjernice za bodovanje



(3 boda)

Slika prikazuje strujne krugove potrebne za izvršiti mjerenja. Ako strujni krug spojimo kao na slici a), voltmetar će pokazivati elektromotorni napon E izvora. Ako je strujni krug spojen kao na slici b) voltmetar pokazuje napon U koji imamo na vanjskom otporu $R = R_0 + R_1$ (R_0 je poznati otpor, a R_1 je otpor otporne žice koji mijenjamo tokom mjerenja mijenjajući položaj spajanja kontakta) dok struja teče strujnim krugom. Spajanjem strujnog kruga kao na slici c) mjerimo napon U_0 na poznatom otporu i pomoću njega određujemo jakost struje $I = \frac{U_0}{R_0}$.

Korisnu snagu određivati ćemo prema izrazu: $P_k = UI$.

Ukupna snaga je umnožak elektromotornog napona i jakosti struje: $P_k = EI$.

Koeficijent iskorištenja je omjer korisne i ukupne snage: $\eta = \frac{P_k}{P}$. (4 boda)

Primjer jednog niza mjerenja prikazan je u tabeli.

Br. mj.	E (V)	U (V)	U_0 (V)	I (A)	R_u (Ω)	R (Ω)	P_k (W)	P (W)	η
1.	4,51	1,22	1,22	2,03	1,62	0,60	2,48	9,17	0,27
2.	4,38	1,84	0,79	1,32	1,93	1,40	2,42	5,77	0,42
3.	4,18	2,32	0,6	1,00	1,86	2,32	2,32	4,18	0,56
4.	4,2	2,62	0,52	0,87	1,82	3,02	2,27	3,64	0,62
5.	4,21	2,74	0,47	0,78	1,88	3,50	2,15	3,30	0,65
6.	4,26	2,9	0,43	0,72	1,90	4,05	2,08	3,05	0,68
7.	4,24	3	0,39	0,65	1,91	4,62	1,95	2,76	0,71
8.	4,24	3,13	0,35	0,58	1,90	5,37	1,83	2,47	0,74
9.	4,24	3,18	0,33	0,55	1,93	5,78	1,75	2,33	0,75
10.	4,23	3,29	0,3	0,50	1,88	6,58	1,65	2,12	0,78
11.	4,23	3,3	0,28	0,47	1,99	7,07	1,54	1,97	0,78
12.	4,25	3,38	0,27	0,45	1,93	7,51	1,52	1,91	0,80
13.	4,24	3,4	0,26	0,43	1,94	7,85	1,47	1,84	0,80
14.	4,24	3,5	0,23	0,38	1,93	9,13	1,34	1,63	0,83

(6 bodova)