

Rješenja i smjernice za bodovanje – 2. skupina

1. Zadatak (15 bodova)

- A) Kada je P daleko od A, kugla je potpuno nabijena i nalazi se na potencijalu V u odnosu na zemlju. Budući da se može tretirati kao izolirana sfera, veza između naboja i potencijala je:

$$V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_A}{r}$$

Iz čega proizlazi $Q_A = 4\pi\epsilon_0 rV$

Kad je P daleko od B, nalazi se na potencijalu zemlje, pa je $Q_B = 0$.

Slijedi $Q_A = 4.451 \text{ nC}$.

(5 bodova)

- B) Kad se P pomakne iz A u B ("prema van"), naboj na P je q_1 . Kad pogodi B, potpuno se isprazni i stoga je naboj na P nula. Tijekom kontakta između dviju identičnih sfera naboj se među njima ravnomjerno raspoređuje, radi simetrije, pa će naboj koji P nosi na povratku biti $q_2 = q_1/2$. Kad pogodi A (koji se u međuvremenu sam napunio i stoga nosi naboj Q_A), ukupni naboj $Q_A + q_1/2$ podijeljen je jednako između A i P, pa mu P uzima polovicu. U stanju ravnoteže, taj će naboj biti jednak q_1 :

$$\frac{1}{2} \left(Q_A + \frac{1}{2} q_1 \right) = q_1 \Rightarrow q_1 = \frac{2}{3} Q_A \quad \text{e} \quad q_2 = \frac{1}{3} Q_A$$

Slijedi: $q_2 = 2.967 \text{ nC}$ i $q_1 = 1.148 \text{ nC}$

(5 bodova)

- C) U konačnici, pri svakom titraju količina naboja $Q_A/3$ prenosi se iz A u B. Budući da je period T titranja $1/95$ minute, prosječni intenzitet struje je:

$$I = Q_A/3T = 2.349 \text{ nA}$$

Slijedi da je otpor:

$$R_e = V/I = 851 \text{ G}\Omega$$

(5 bodova)

2. Zadatak (15 bodova)

- A) Ako se primjeni Bernullieva jednadžba između vodostaja vode u cilindru i razine ruba posude, uzimajući u obzir, p_0 atmosferski tlak i p tlak zraka iznad vode u cilindru:

$$\frac{1}{2} \rho_{\text{voda}} v_{\text{voda}}^2 + gh\rho_{\text{voda}} + p = \frac{1}{2} \rho_{\text{voda}} v_{\text{voda}}^2 + p_0$$

Kako se presjek ne mijenja brzina vode je ista, dakle:

$$p_0 = p + h\rho_{\text{voda}}g$$

$$\Delta p = p_0 - p = h\rho_w g \text{ (jednadžba koja veže razliku tlaka zraka van cilindra i u cilindru).}$$

Ako se Bernoullijeva jednadžba primjeni na ulazu rupice (atmosferski tlak) i nakon rupice u cilindru (tlak p) slijedi:

$$\frac{1}{2}\rho_{\text{zrak}}v_{\text{zrak}}^2 + p = p_0$$

Ako se uzme u obzir jednadžba dobivena za vodu i razlike tlaka:

$$\frac{1}{2}v_{\text{zrak}}^2\rho_{\text{zrak}} = \Delta p = h\rho_{\text{voda}}g$$

$$v_{\text{zrak}} = \sqrt{\frac{2\rho_{\text{voda}}g}{\rho_{\text{zrak}}}}\sqrt{h}$$

Brzina strujanja zraka kroz malu rupu povezana je s brzinom pada razine vode

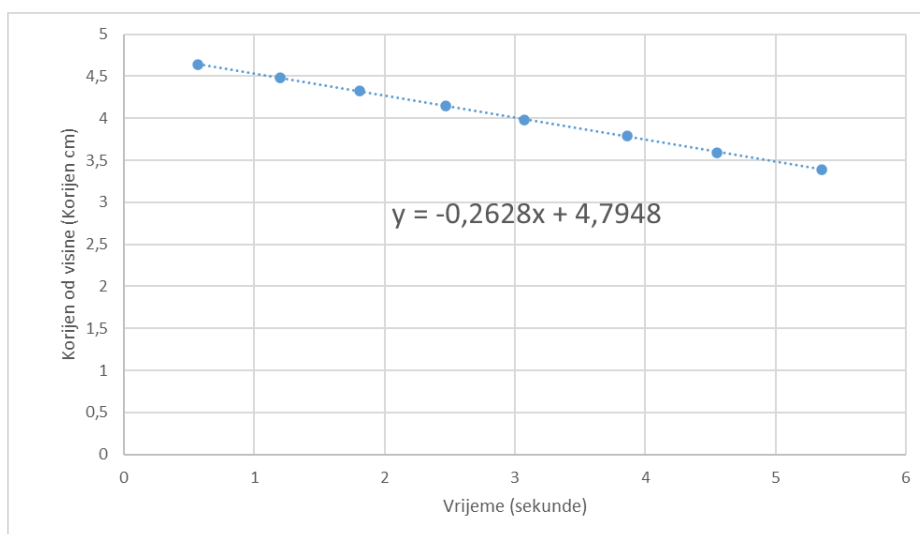
$$\frac{\pi d^2}{4}v_{\text{zrak}} = \frac{\pi D^2}{4}v_{\text{voda}}, \text{ slijedi}$$

$$v_{\text{vode}} = \frac{d^2}{D^2}\sqrt{\frac{2\rho_w g}{\rho_{\text{zrak}}}}\sqrt{h}$$

(5 bodova)

A) Da bi dobili linearni prikaz mora se uzeti korijen od visine na y osi:

$t(s)$	$\sqrt{h(cm)}$
0.57	4.64
1.20	4.48
1.81	4.32
2.47	4.15
3.07	3.97
3.86	3.79
4.55	3.59
5.34	3.39



(5 bodova)

B) Iz grafa se može zaključiti da su početna brzina i visina vode:

$$22.0 \leq h_0(\text{cm}) \leq 24.0$$

$$2.35 \leq v_{vode}(\text{cm/s}) \leq 2.65$$

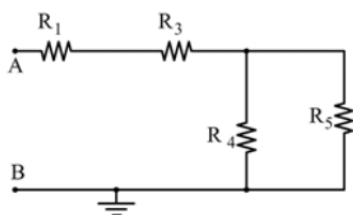
Promjer rupice je, koji se dobije iz nagiba pravca:

$$0.13 \leq d(\text{cm}) \leq 0.14$$

(5 bodova)

3. Zadatak (20 bodova)

Slučaj A)

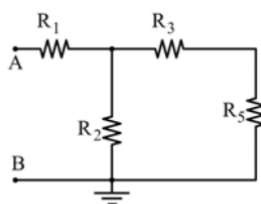


$$R_{AB} = R_1 + R_3 + R_4 // R_5$$

$$R_{AB} = 2,7 + 0,4 + \frac{1 \cdot 6}{7} = 3,95 \text{ k}\Omega$$

(4 boda)

Slučaj B)

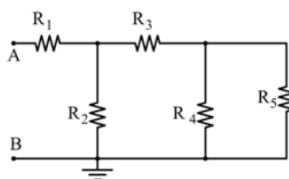


$$R_{AB} = R_1 + R_2 // (R_3 + R_5)$$

$$R_{AB} = 2,7 + \frac{8 \cdot 1,4}{9,4} = 3,89 k\Omega$$

(4 boda)

Slučaj C)

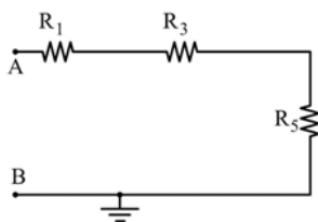


$$R_{AB} = R_1 + R_2 // [R_3 + (R_4 // R_5)]$$

$$R_{AB} = 2,7 + 8 / \left[0,4 + \frac{6}{7} \right] = 2,7 + \frac{8 \cdot 1,25}{9,25} = 3,78 k\Omega$$

(4 boda)

Slučaj D)



$$R_{AB} = R_1 + R_3 + R_5$$

$$R_{AB} = 2,7 + 0,4 + 1 = 4,1 k\Omega$$

(4 boda)

E)

T_1 i T_2 otvoreni

$$I_1 = \frac{E_{AB}}{R_1 + R_3 + R_5} = 732 \mu A$$

T_1 i T_2 zatvoreni

$$I_5 = \frac{R_2 R_4 E_{AB}}{R_1 R_2 R_4 + R_1 R_2 R_5 + R_1 R_3 R_4 + R_1 R_3 R_5 + R_1 R_4 R_5 + R_2 R_3 R_4 + R_2 R_3 R_5 + R_2 R_4 R_5} = 587 \mu A$$

DRŽAVNO NATJECANJE IZ FIZIKE, 19. – 20. studenog 2020.

T_1 zatvoren, T_2 otvoren

$$I_5 = \frac{R_2 E_{AB}}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_1 R_5 + R_2 R_3 + R_2 R_5} = 656 \mu A$$

T_1 otvoren, T_2 zatvoren

$$I_5 = \frac{R_4 E_{AB}}{R_1 R_4 + R_1 R_5 + R_3 R_4 + R_3 R_5 + R_4 R_5} = 650 \mu A$$

Dakle T_1 zatvoren i T_2 zatvoren konfiguracija daje najmanju struju kroz otpornik R_5 .

(4 boda)

4. Zadatak (20 bodova)

- A) Plin izmjenjuje toplinu s okolinom dok ne postigne ravnotežnu temperaturu $T_k = 27^\circ\text{C} = 300\text{ K}$ i širi se dok ne zauzme obujam $V_F = V_0 + \Delta V$, $\Delta V = S\Delta h = 4 * 10^{-4}\text{ m}^3$, slijedi $V_F = 54 * 10^{-3}\text{ m}^3$.

(5 bodova)

- B) Za izračunavanje konačnog tlaka koristi se jednačba stanja, zapravo u procesu n ostaje konstantna

$$\frac{P_k V_k}{T_k} = \frac{P_0 V_0}{T_0} \rightarrow P_k = P_0 \frac{T_k V_0}{T_0 V_k} = 1.16 * 10^5 \text{ Pa}$$

(5 bodova)

Na kraju postupka rezultanta sila na klip mora biti jednaka nuli, pa se sila prema gore zbog povećanja tlaka mora nadoknaditi elastičnom silom kojom na njega djeluje opruga:

C) $\Delta PS = k\Delta h \rightarrow k = \frac{\Delta PS}{\Delta h} = 1.54 * 10^4 \text{ N/m}$

(5 bodova)

- D) Znamo da $Q = L + \Delta U$

$$\Delta U = n c_V \Delta T = \frac{P_0 V_0}{R T_0} \frac{5}{2} R (T_F - T_0) = 297.0 \text{ J}$$

Sijedi: $Q = 43 \text{ J} + 297.0 \text{ J} = 340 \text{ J}$

(5 bodova)