

**PRIRODNO – MATEMATIČKI FAKULTET**  
**DRUŠTVO MATEMATIČARA I FIZIČARA CRNE GORE**  
**OLIMPIJADA ZNANJA 2024**

**takmičenje iz FIZIKE**  
**za IX razred osnovne škole**

**RJEŠENJA**

1. Da bi se odredio rad, potrebno je prvo naći razliku potencijala između tačaka E i F (2 poena).

Potencijal u tački E (0m, 0m) jednak je (3 poena):

$$\varphi_E = k \left( \frac{q_1}{r_{AE}} + \frac{q_2}{r_{BE}} + \frac{q_3}{r_{CE}} + \frac{q_4}{r_{DE}} \right)$$

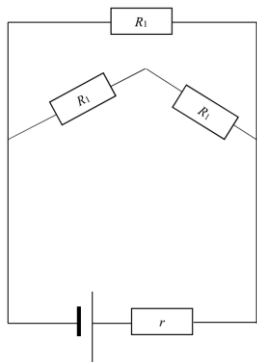
Pojedinačna rastojanja se mogu lako izračunati koristeći Pitagorinu teoremu i iznose  $r_{AE} = \sqrt{13}\text{m} = 3.61\text{ m}$ ,  $r_{BE} = \sqrt{41}\text{m} = 6.40\text{ m}$ ,  $r_{CE} = 3\text{ m}$  i  $r_{DE} = \sqrt{104}\text{m} = 10.19\text{ m}$  (4 poena). Zamjenom brojnih vrijednosti u gornju formulu, dobija se da vrijednost potencijala u tački E iznosi  $\varphi_E = 6.98\text{ V}$  (3 poena). Analogno, potencijal u tački F (6m, 2m) je (3 poena):

$$\varphi_F = k \left( \frac{q_1}{r_{AF}} + \frac{q_2}{r_{BF}} + \frac{q_3}{r_{CF}} + \frac{q_4}{r_{DF}} \right)$$

Rastojanja su  $r_{AF} = \sqrt{17}\text{m} = 4.12\text{ m}$ ,  $r_{BF} = \sqrt{149}\text{m} = 12.21\text{ m}$ ,  $r_{CF} = \sqrt{13}\text{m} = 3.61\text{ m}$  i  $r_{DF} = \sqrt{32}\text{m} = 5.66\text{ m}$  (4 poena). Zamjenom brojnih vrijednosti dobija se vrijednost potencijala  $\varphi_D = 1.87\text{ V}$  (3 poena). Izvršeni rad će biti (3 poena):

$$A = q_5 \cdot (\varphi_E - \varphi_F) = 5.11\text{ nJ}$$

2. a) Ako su prekidači otvoreni strujno kolo će biti (1 poen):



Sa slike je jasno da su otpornici  $R_1$  i  $R_1$  vezani redno, tako da je njihov ekvivalentni otpor (1 poen):

$$R_2 = 9\Omega + 9\Omega = 18\Omega$$

Otpornici  $R_1$  i  $R_2$  su vezani paralelno i njihov ekvivalentni otpor je (1 poen):

$$R_3 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = 6\Omega$$

Otpornici  $r$  i  $R_3$  su vezani redno, tako da je ekvivalentni opotr u cijelom kolu (1 poen):

$$R_e = 2\Omega + 6\Omega = 8\Omega$$

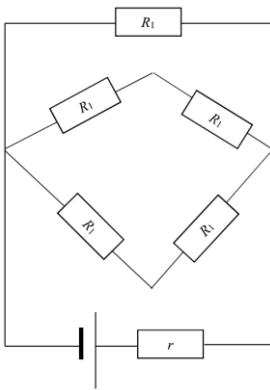
Dakle, jačina struje u cijelom kolu je (2 poena):

$$I = \frac{6\text{ V}}{8\Omega} = 0.75\text{ A}$$

Džulova toplota oslobođena u cijelom kolu je (2 poena):

$$Q = \varepsilon I t = 45\text{ J}$$

b) Ako su oba prekidača zatvorena, imamo da je otpornik  $R_2$  kratko spojen, pa se može izostaviti iz kola (1 poen). Tada strujno kolo možemo predstaviti na sljedeći način (1 poen):



Sa slike je jasno da su otpornici  $R_1$  i  $R_1$  vezani redno, tako da je njihov ekvivalentni otpor (1 poen):

$$R_2 = 9\Omega + 9\Omega = 18\Omega$$

Analogno važi i za druga dva otpornika (1 poen):

$$R_3 = 9\Omega + 9\Omega = 18\Omega$$

Otpornici  $R_1$ ,  $R_2$  i  $R_3$  su vezani paralelno i njihov ekvivalentni otpor je (1 poen):

$$\frac{1}{R_{123}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Odavde se dobija da je ekvivalentni otpor (1 poen):

$$R_{123} = \frac{R_1 R_2 R_3}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_3 R_2} = 4.5\Omega$$

Ekvivalentni otpor u cijelom kolu je (1 poen):

$$R_e = 4.5\Omega + 2\Omega = 6.5\Omega$$

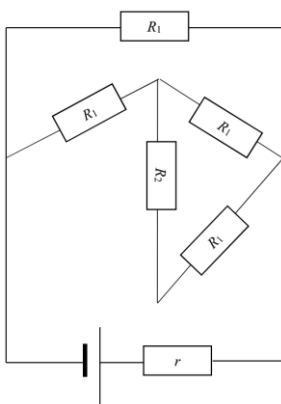
Ukupna jačina struje u cijelom kolu je (1 poena):

$$I = \frac{6\text{ V}}{6.5\Omega} = 0.923\text{ A}$$

Džulova toplota oslobođena u kolu je (1 poen):

$$Q = \varepsilon It = 55.38\text{ J}$$

c) U ovom slučaju strujno kolo se može predstaviti na sljedeći način (1 poen):



Otpornici  $R_1$  i  $R_2$  su vezani redno, tako da je njihov ekvivalentni otpor jednak (1 poen):

$$R_{12} = 9\Omega + 6\Omega = 15\Omega$$

Otpornici  $R_{12}$  i  $R_1$  su vezani paralelno, tako da je njihov ekvivalentni otpor jednak (1 poen):

$$R_3 = \frac{R_{12}R_1}{R_{12} + R_1} = 5.625\Omega$$

Otpornici  $R_1$  i  $R_3$  su vezani redno i njihov ekvivalentni otpor je (1 poen):

$$R_{13} = 9\Omega + 5.625\Omega = 14.625\Omega$$

Otpornici  $R_1$  i  $R_{13}$  su vezani paralelno i njihov ekvivalentni otpor je (1 poen):

$$R_4 = \frac{R_{13}R_1}{R_{13} + R_1} = 5.57\Omega$$

Ekvivalentni otpor u cijelom kolu je (1 poen):

$$R_e = R_4 + r = 7.57\Omega$$

Ukupna jačina struje u cijelom kolu je (1 poen):

$$I = \frac{6\text{ V}}{7.57\Omega} = 0.793\text{ A}$$

Džulova toplota oslobođena u cijelom kolu je (1 poen):

$$Q = \varepsilon I t = 47.58 \text{ J}$$

3. Neka su  $p_1$  i  $l_1$  udaljenost predmeta i lika od sočiva u prvom slučaju a  $p_2$  i  $l_2$  udaljenost predmeta i lika od sočiva kad se sočivo približi zaklonu za rastojanje  $x$  (1 poen). U oba slučaja se dobija realan lik predmeta.

U prvom slučaju jednačina sočiva se može napisati u obliku (1 poen):

$$\frac{1}{p_1} + \frac{1}{l_1} = f$$

Odavde slijedi da je (1 poen):

$$p_1 l_1 = f(p_1 + l_1)$$

Analogno, u drugom slučaju važi (2 poena):

$$p_2 l_2 = f(p_2 + l_2)$$

Pošto su položaji predmeta i ekrana fiksirani važi da je (2 poena):

$$p_1 + l_1 = p_2 + l_2$$

Odavde dobijamo (2 poena):

$$p_1 l_1 = p_2 l_2$$

Ako se sočivo udalji od predmeta za rastojanje  $x$ , važi da je rastojanje  $p_2 = p_1 + x$  (1 poen), dok je  $l_2 = l_1 - x$  (1 poen). Zamjenom u gornju relaciju dobija se (2 poena):

$$p_1 l_1 = (p_1 + x)(l_1 - x)$$

Odavde se dobija da je (2 poena):

$$p_1 = l_1 - x$$

Pošto se rastojanje između predmeta i zaklona ne mijenja i po uslovu zadatka je jednako  $D$ , važi (2 poena):

$$p_1 + l_1 = D$$

Ako se saberu dvije gornje jednačine, dobija se da je (2 poena):

$$p_1 = \frac{D - x}{2}$$

Zamjenom izraza za  $p_1$  u neku od dvije gornje jednačine dobija se (2 poena):

$$l_1 = \frac{D + x}{2}$$

Zamjenom izraza za  $p_1$  i  $l_1$  u jednačinu sočiva, dobija se (2 poena):

$$\frac{2}{D-x} + \frac{2}{D+x} = \frac{1}{f}$$

odnosno (2 poena)

$$f = \frac{D^2 - x^2}{4D} = 20 \text{ cm}$$

4. Na osnovu Faradejevog zakona elektromagnetne indukcije elektromotorna sila koja se indukuje u ramu je jednaka (2 poena):

$$\varepsilon = \frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t}$$

gdje je  $\Delta\Phi$  promjena magnetnog fluksa kroz ram.

Ako se od žice dužine  $l$  napravi krug, obim kruga će biti (2 poena)

$$l = 2\pi R$$

Pošto je površina kruga data kao  $P_1 = \pi R^2$ , dobija se (2 poena):

$$P_1 = \frac{l^2}{4\pi} = 11.46 \text{ cm}^2 = 11.46 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Ako se napravi kvadrat, njegov obim je (2 poena)

$$l = 4a$$

tako da je površina kvadrata (2 poena)

$$P_2 = \frac{l^2}{16} = 9 \text{ cm}^2 = 9 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Ako se napravi od žice jednakostranični trougao, njegov obim je (2 poena)

$$l = 3a$$

dok je površina trougla (2 poena)

$$P_3 = \frac{l^2\sqrt{3}}{36} = 4\sqrt{3} \text{ cm}^2 = 6.93 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Na osnovu izračunatih površina može se zaključiti da je najveća promjena fluksa u slučaju kada se žica savije u krug (2 poena). To znači da je u tom slučaju i najveća indukovana EMS koja se može dobiti (3 poena). Promjena magnetnog fluksa će biti (3 poena):

$$\Delta\Phi = \Delta B \cdot P_1 = 11.46 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$$

Indukovana elektromotorna sila je jednaka (3 poena):

$$\varepsilon = \frac{|\Delta\Phi|}{\Delta t} = 2.292 \text{ mV}$$