

Zadatak 121 (Željko, srednja škola)

Krug izmjenične struje sastavljen je od serijskoga spoja otpornika omskoga otpora 300Ω i kondenzatora kapacitivnoga otpora 400Ω . Koliko iznosi impedancija ovoga strujnoga kruga?

Rješenje 121

$$R = 300 \Omega, \quad R_C = 400 \Omega, \quad R_L = 0 \Omega, \quad Z = ?$$

Otpor cijelog kruga (impedancija) izmjenične struje jednak je:

$$Z = \sqrt{R^2 + (R_L - R_C)^2},$$

gdje je R radni (omski) otpor, R_L induktivni otpor, R_C kapacitivni otpor.
Impedancija Z strujnog kruga iznosi:

$$\begin{aligned} Z &= \sqrt{R^2 + (R_L - R_C)^2} \Rightarrow [R_L = 0] \Rightarrow Z = \sqrt{R^2 + (0 - R_C)^2} \Rightarrow Z = \sqrt{R^2 + R_C^2} = \\ &\Rightarrow Z = \sqrt{(300 \Omega)^2 + (400 \Omega)^2} = 500 \Omega. \end{aligned}$$

Vježba 121

Krug izmjenične struje sastavljen je od serijskoga spoja otpornika omskoga otpora 600Ω i kondenzatora kapacitivnoga otpora 800Ω . Koliko iznosi impedancija ovoga strujnoga kruga?

Rezultat: $1000 \Omega = 1 \text{ k}\Omega$.

Zadatak 122 (Željko, srednja škola)

Krug izmjenične struje sastavljen je od zavojnice zanemarivoga omskoga otpora i induktivnoga otpora 600Ω te kondenzatora kapacitivnoga otpora 200Ω . Koliko iznosi impedancija ovoga strujnoga kruga?

Rješenje 122

$$R = 0 \Omega, \quad R_L = 600 \Omega, \quad R_C = 200 \Omega, \quad Z = ?$$

Otpor cijelog kruga (impedancija) izmjenične struje jednak je:

$$Z = \sqrt{R^2 + (R_L - R_C)^2},$$

gdje je R radni (omski) otpor, R_L induktivni otpor, R_C kapacitivni otpor.
Impedancija Z strujnog kruga iznosi:

$$\begin{aligned} Z &= \sqrt{R^2 + (R_L - R_C)^2} \Rightarrow [R = 0] \Rightarrow Z = \sqrt{0 + (R_L - R_C)^2} \Rightarrow Z = \sqrt{(R_L - R_C)^2} = \\ &\Rightarrow Z = R_L - R_C = 600 \Omega - 200 \Omega = 400 \Omega. \end{aligned}$$

Vježba 122

Krug izmjenične struje sastavljen je od zavojnice zanemarivoga omskoga otpora i induktivnoga otpora 700Ω te kondenzatora kapacitivnoga otpora 300Ω . Koliko iznosi impedancija ovoga strujnoga kruga?

Rezultat: 400Ω .

Zadatak 123 (Marijan, srednja škola)

U jednom električnom bojleru postoje dva grijača. Kada je uključen samo prvi grijač voda proključa nakon 15 minuta, a kada je uključen samo drugi, nakon 30 minuta. Nakon koliko će vremena voda proključati ako uključimo oba grijača serijski?

Rješenje 123

$$t_1 = 15 \text{ min}, \quad t_2 = 30 \text{ min}, \quad t = ?$$

Ukupni je otpor od n serijski spojenih vodiča

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n.$$

Ukupni je otpor od dva serijski spojena vodiča

$$R = R_1 + R_2.$$

Električna energija kojom izvor opskrbljuje strujni krug i koja se pretvara u druge oblike energije u nekom trošilu za vrijeme t jednaka je

$$E = \frac{U^2}{R} \cdot t,$$

gdje je U napon između krajeva promatranog trošila, R otpor tog trošila

U zatvorenom (izoliranom) sustavu tijela zbroj energija je konstantan. Energija se može pretvarati iz jednog oblika u drugi (**zakon o očuvanju energije**).

Da bi voda proključala potrebna je ista količina topline (električne energije) koju stvara prvi grijač i drugi grijač.

$$\left. \begin{aligned} Q &= \frac{U^2}{R_1} \cdot t_1 \\ Q &= \frac{U^2}{R_2} \cdot t_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{metoda} \\ \text{komparacije} \end{array} \right] \Rightarrow \frac{U^2}{R_1} \cdot t_1 = \frac{U^2}{R_2} \cdot t_2 \Rightarrow \frac{U^2}{R_1} \cdot t_1 = \frac{U^2}{R_2} \cdot t_2 \quad /: \frac{1}{U^2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{t_1}{R_1} = \frac{t_2}{R_2} \Rightarrow \frac{15}{R_1} = \frac{30}{R_2} \Rightarrow 15 \cdot R_2 = 30 \cdot R_1 \Rightarrow 15 \cdot R_2 = 30 \cdot R_1 \quad /: 15 \Rightarrow R_2 = 2 \cdot R_1.$$

Otpor drugog grijača je dva puta veći od otpora prvog grijača.

Ako su grijači serijski spojeni tada je ukupan otpor jednak

$$R = R_1 + R_2 \Rightarrow R = R_1 + 2 \cdot R_1 \Rightarrow R = 3 \cdot R_1.$$

Računamo vrijeme t nakon kojega će voda proključati ako su grijači serijski spojeni.

$$\left. \begin{aligned} Q &= \frac{U^2}{R} \cdot t \\ Q &= \frac{U^2}{R_1} \cdot t_1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left. \begin{aligned} Q &= \frac{U^2}{3 \cdot R_1} \cdot t \\ Q &= \frac{U^2}{R_1} \cdot t_1 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{podijelimo} \\ \text{jednadžbe} \end{array} \right] \Rightarrow \frac{Q}{Q} = \frac{\frac{U^2}{3 \cdot R_1} \cdot t}{\frac{U^2}{R_1} \cdot t_1} \Rightarrow \frac{Q}{Q} = \frac{\frac{U^2}{3 \cdot R_1} \cdot t}{\frac{U^2}{R_1} \cdot t_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 1 = \frac{\frac{t}{3}}{\frac{t_1}{1}} \Rightarrow 1 = \frac{t}{3 \cdot t_1} \Rightarrow \frac{t}{3 \cdot t_1} = 1 \Rightarrow t = 3 \cdot t_1 = 3 \cdot 15 \text{ min} = 45 \text{ min}.$$



Vježba 123

U jednom električnom bojleru postoje dva grijača. Kada je uključen samo prvi grijač voda proključa nakon 20 minuta, a kada je uključen samo drugi, nakon 40 minuta. Nakon koliko će vremena voda proključati ako uključimo oba grijača serijski?

Rezultat: 60 min.

Zadatak 124 (Marijan, srednja škola)

U jednom električnom bojleru postoje dva grijača. Kada je uključen samo prvi grijač voda proključa nakon 15 minuta, a kada je uključen samo drugi, nakon 30 minuta. Nakon koliko će vremena voda proključati ako uključimo oba grijača paralelno?

Rješenje 124

$$t_1 = 15 \text{ min}, \quad t_2 = 30 \text{ min}, \quad t = ?$$

Ukupni otpor R što ga pruža n vodiča spojenih u paralelu možemo naći iz izraza

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n} = \sum_{i=1}^n \frac{1}{R_i}.$$

Recipročna vrijednost ukupnog otpora jednaka je zbroju recipročnih vrijednosti paralelno vezanih otpornika.

Ukupni otpor R što ga pružaju dva vodiča spojena u paralelu možemo naći iz izraza

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}.$$

Električna energija kojom izvor opskrbljuje strujni krug i koja se pretvara u druge oblike energije u nekom trošilu za vrijeme t jednaka je

$$E = \frac{U^2}{R} \cdot t,$$

gdje je U napon između krajeva promatranog trošila, R otpor tog trošila

U zatvorenom (izoliranom) sustavu tijela zbroj energija je konstantan. Energija se može pretvarati iz jednog oblika u drugi (**zakon o očuvanju energije**).

Da bi voda proključala potrebna je ista količina topline (električne energije) koju stvara prvi grijač i drugi grijač.

$$\left. \begin{array}{l} Q = \frac{U^2}{R_1} \cdot t_1 \\ Q = \frac{U^2}{R_2} \cdot t_2 \end{array} \right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{metoda} \\ \text{komparacije} \end{array} \right] \Rightarrow \frac{U^2}{R_1} \cdot t_1 = \frac{U^2}{R_2} \cdot t_2 \Rightarrow \frac{U^2}{R_1} \cdot t_1 = \frac{U^2}{R_2} \cdot t_2 \cdot \frac{1}{U^2} \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \frac{t_1}{R_1} = \frac{t_2}{R_2} \Rightarrow \frac{15}{R_1} = \frac{30}{R_2} \Rightarrow 15 \cdot R_2 = 30 \cdot R_1 \Rightarrow 15 \cdot R_2 = 30 \cdot R_1 \quad /: 15 \Rightarrow R_2 = 2 \cdot R_1.$$

Otpor drugog grijača je dva puta veći od otpora prvog grijača.

Ako su grijači paralelno spojeni tada je ukupan otpor jednak

$$R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow R = \frac{R_1 \cdot 2 \cdot R_1}{R_1 + 2 \cdot R_1} \Rightarrow R = \frac{2 \cdot R_1^2}{3 \cdot R_1} \Rightarrow R = \frac{2 \cdot R_1^2}{3 \cdot R_1} \Rightarrow R = \frac{2 \cdot R_1}{3}.$$

Računamo vrijeme t nakon kojega će voda proključati ako su grijači paralelno spojeni.

$$\left. \begin{array}{l} Q = \frac{U^2}{R} \cdot t \\ Q = \frac{U^2}{R_1} \cdot t_1 \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} Q = \frac{U^2}{\frac{2 \cdot R_1}{3}} \cdot t \\ Q = \frac{U^2}{R_1} \cdot t_1 \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} Q = \frac{3 \cdot U^2}{2 \cdot R_1} \cdot t \\ Q = \frac{U^2}{R_1} \cdot t_1 \end{array} \right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{podijelimo} \\ \text{jednadžbe} \end{array} \right] \Rightarrow \frac{Q}{Q} = \frac{\frac{3 \cdot U^2}{2 \cdot R_1} \cdot t}{\frac{U^2}{R_1} \cdot t_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{Q}{Q} = \frac{\frac{3 \cdot U^2}{2 \cdot R_1} \cdot t}{\frac{U^2}{R_1} \cdot t_1} \Rightarrow 1 = \frac{3 \cdot t}{\frac{t_1}{1}} \Rightarrow 1 = \frac{3 \cdot t}{2 \cdot t_1} \Rightarrow \frac{3 \cdot t}{2 \cdot t_1} = 1 \Rightarrow 3 \cdot t = 2 \cdot t_1 \Rightarrow 3 \cdot t = 2 \cdot t_1 \quad /: 3 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t = \frac{2}{3} \cdot t_1 = \frac{2}{3} \cdot 15 \text{ min} = 10 \text{ min}.$$

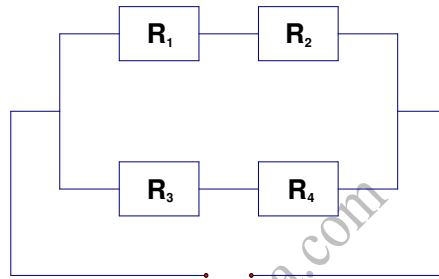
Vježba 124

U jednom električnom bojleru postoje dva grijača. Kada je uključen samo prvi grijač voda proključa nakon 12 minuta, a kada je uključen samo drugi, nakon 24 minute. Nakon koliko će vremena voda proključati ako uključimo oba grijača paralelno?

Rezultat: 8 min.

Zadatak 125 (Ivica, srednja škola)

U kojem će se vodiču razviti najviše topline za isto vrijeme?



$$R_1 = 2 \Omega, R_2 = 4 \Omega, R_3 = 1 \Omega, R_4 = 3 \Omega$$

Rješenje 125

Ukupni je otpor od dva serijski spojena vodiča

$$R = R_1 + R_2.$$

Električna energija kojom izvor opskrbljuje strujni krug i koja se pretvara u druge oblike energije u nekom trošilu za vrijeme t jednaka je

$$E = I^2 \cdot R \cdot t,$$

gdje je R otpor tog trošila, a I jakost struje.

Pad napona na krajevima dva vodiča koji su spojeni u paralelu jednak je

$$U = I_1 \cdot R_1 = I_2 \cdot R_2.$$

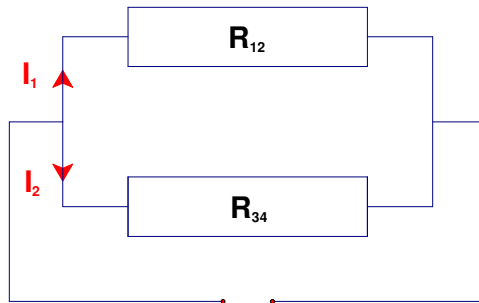
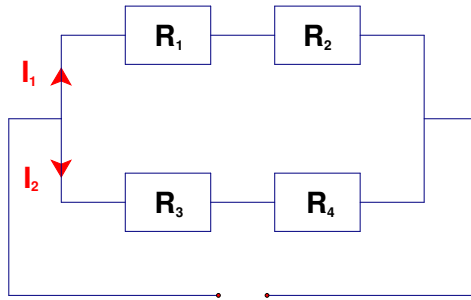
Vodiče možemo spajati u seriju i paralelno. Pri serijskom spajanju vodiča kroz sve vodiče teče struja iste jakosti. Pri usporednom (paralelnom) spajanju vodiča zbroj jakosti struja u svim granama jednak je jakosti struje prije i poslije grananja

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots + I_n.$$

Jakosti struja u pojedinim granama odnose se obrnuto razmjerno s otporima vodiča u tim granama, tj.

$$I_1 : I_2 = \frac{1}{R_1} : \frac{1}{R_2}.$$

Uočimo da je strujni krug složen paralelni spoj koji se sastoji od dvije grane u kojima su spojena po dva serijski spojena otpornika.



$$\left. \begin{aligned} R_{12} &= R_1 + R_2 = 2 \, \Omega + 4 \, \Omega = 6 \, \Omega \\ R_{34} &= R_3 + R_4 = 1 \, \Omega + 3 \, \Omega = 4 \, \Omega \end{aligned} \right\}$$

Budući da je pad napona na krajevima obje grane jednak (spoj je paralelan), slijedi da se jakosti struja I_1 i I_2 u granama odnose obrnuto razmjerno s otporima R_{12} i R_{34} vodiča u tim granama, tj.

$$I_1 : I_2 = \frac{1}{R_{12}} : \frac{1}{R_{34}}$$

Jača struja teče kroz granu s manjim ukupnim otporom

$$R_{34} < R_{12} \Rightarrow I_2 > I_1$$

pa će se u njoj razviti više topline. Budući da su otpornici R_3 i R_4 serijski spojeni, kroz njih prolazi struja I_2 jednake jakosti pa po formuli za rad električne struje

$$W = Q = I^2 \cdot R \cdot t$$

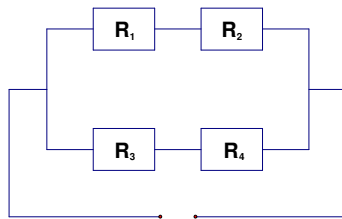
više će topline razviti vodič koji ima veći otpor.

$$\left. \begin{aligned} Q_3 &= I_2^2 \cdot R_3 \cdot t \\ Q_4 &= I_2^2 \cdot R_4 \cdot t \end{aligned} \right\} \Rightarrow [R_4 > R_3] \Rightarrow Q_4 > Q_3$$

Vrijeme protjecanja struje za sve vodiče je jednako. Najviše topline razvit će se u vodiču R_4 .

Vježba 125

U kojem će se vodiču razviti najviše topline za isto vrijeme?



$$R_1 = 2 \, \Omega, \quad R_2 = 5 \, \Omega, \quad R_3 = 1 \, \Omega, \quad R_4 = 4 \, \Omega$$

Rezultat: R_4 .

Zadatak 126 (Ivica, srednja škola)

Dvije žarulje snage 25 W i 100 W spojimo u seriju i priključimo na 220 V. Koja će žarulja jače svijetliti?

Rješenje 126

$$P_1 = 25 \text{ W}, \quad P_2 = 100 \text{ W}, \quad U = 220 \text{ V}$$

Električna energija kojom izvor opskrbljuje strujni krug i koja se pretvara u druge oblike energije u nekom trošilu za vrijeme t jednaka je

$$E = I^2 \cdot R \cdot t,$$

gdje je R otpor tog trošila, a I jakost struje.

Vodiče možemo spajati u seriju i paralelno. Pri serijskom spajanju vodiča kroz sve vodiče teče struja iste jakosti.

Snaga kojom se u trošilu električna energija pretvara u druge oblike energije je

$$P = \frac{U^2}{R},$$

gdje je U napon na krajevima trošila, R otpor trošila.

Računamo otpore žarulja.

$$\left. \begin{array}{l} P_1 = \frac{U^2}{R_1} \\ P_2 = \frac{U^2}{R_2} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} P_1 = \frac{U^2}{R_1} \cdot \frac{R_1}{P_1} \\ P_2 = \frac{U^2}{R_2} \cdot \frac{R_2}{P_2} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} R_1 = \frac{U^2}{P_1} \\ R_2 = \frac{U^2}{P_2} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} R_1 = \frac{(220 \text{ V})^2}{25 \text{ W}} \\ R_2 = \frac{(220 \text{ V})^2}{100 \text{ W}} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} R_1 = 1936 \Omega \\ R_2 = 484 \Omega \end{array} \right\}.$$

Budući da su žarulje serijski spojene, kroz njih prolazi struja jednake jakosti pa po formuli za rad električne struje

$$Q = W = I^2 \cdot R \cdot t$$

žarulja 25 W razvit će veću toplinu jer ima veći otpor i bit će jače usijana.

Vježba 126

Dvije žarulje snage 75 W i 150 W spojimo u seriju i priključimo na 220 V. Koja će žarulja jače svijetliti?

Rezultat: 75 W.

Zadatak 127 (Mira, srednja škola)

Koliki je najveći napon na koji možemo priključiti otpornik snage 9 W i radnog otpora 10000 Ω?

- A. 200 V B. 150 V C. 300 V D. 900 V

Rješenje 127

$$P = 9 \text{ W}, \quad R = 10000 \Omega, \quad U = ?$$

Snaga kojom se u trošilu električna energija pretvara u druge oblike energije je

$$P = \frac{U^2}{R},$$

gdje je U napon na krajevima trošila, R otpor trošila.

Najveći napon iznosi:

$$\begin{aligned} P &= \frac{U^2}{R} \Rightarrow P = \frac{U^2}{R} \cdot R \Rightarrow U^2 = P \cdot R \Rightarrow U^2 = P \cdot R \cdot \sqrt{} \Rightarrow U = \sqrt{P \cdot R} = \\ &= \sqrt{9 \text{ W} \cdot 10000 \Omega} = 300 \text{ V}. \end{aligned}$$

Odgovor je pod C.

Vježba 127

Koliki je najveći napon na koji možemo priključiti otpornik snage 4 W i radnog otpora 10000 Ω?

- A. 200 V B. 150 V C. 300 V D. 900 V

Rezultat: A.

Zadatak 128 (Mira, srednja škola)

Kada su četiri jednaka otpornika spojena serijski na izvor napona U, ukupna snaga koju daje takav spoj iznosi 20 W. Kolika će biti ukupna snaga ako te otpornike spojimo paralelno i priključimo na isti napon.

- A. 320 W B. 180 W C. 60 W D. 240 W

Rješenje 128

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R, \quad U, \quad P_s = 20 \text{ W}, \quad P_p = ?$$

Snaga kojom se u trošilu električna energija pretvara u druge oblike energije je

$$P = \frac{U^2}{R} \Rightarrow U^2 = P \cdot R,$$

gdje je U napon na krajevima trošila, R otpor trošila.

Ukupni je otpor od n serijski spojenih vodiča

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n.$$

Ukupni je otpor od četiri serijski spojena vodiča

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + R_4.$$

Ukupni otpor R što ga pruža n vodiča spojenih u paralelu možemo naći iz izraza

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}.$$

Recipročna vrijednost ukupnog otpora jednaka je zbroju recipročnih vrijednosti paralelno vezanih otpornika.

Ukupni otpor R što ga pružaju 4 vodiča spojena u paralelu možemo naći iz izraza

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}.$$

Kada su četiri jednaka otpornika spojena serijski ukupni otpor iznosi:

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 \Rightarrow R_s = R + R + R + R \Rightarrow R_s = 4 \cdot R.$$

Kada su četiri jednaka otpornika spojena paralelno ukupni otpor iznosi:

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} \Rightarrow \frac{1}{R_p} = \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} \Rightarrow \frac{1}{R_p} = \frac{4}{R} \Rightarrow R_p = \frac{R}{4}.$$

Budući da je napon isti u oba slučaja, slijedi:

$$\left. \begin{array}{l} U^2 = P_s \cdot R_s \\ U^2 = P_p \cdot R_p \end{array} \right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{metoda} \\ \text{komparacije} \end{array} \right] \Rightarrow P_p \cdot R_p = P_s \cdot R_s \Rightarrow P_p \cdot R_p = P_s \cdot R_s \cdot \frac{1}{R_p} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow P_p = \frac{P_s \cdot R_s}{R_p} = \frac{20 \text{ W} \cdot 4 \cdot R}{\frac{R}{4}} = \frac{20 \text{ W} \cdot 4 \cdot R}{\frac{R}{4}} = \frac{20 \text{ W} \cdot 4}{\frac{1}{4}} = 320 \text{ W}.$$

Odgovor je pod A.

Vježba 128

Kada su tri jednaka otpornika spojena serijski na izvor napona U , ukupna snaga koju daje takav spoj iznosi 20 W. Kolika će biti ukupna snaga ako te otpornike spojimo paralelno i priključimo na isti napon.

- A. 320 W B. 180 W C. 60 W D. 240 W

Rezultat: B.

Zadatak 129 (Sanja, gimnazija)

Kada se dva otpornika serijski spoje i priključe na izvor elektromotornog napona 12 V, a zanemarivog unutarnjeg otpora, tada je jakost struje koju daje izvor jednaka 6 A. Kada se otpornici paralelno spoje, tada je jakost struje četiri puta veća. Koliki otpor imaju otpornici?

Rješenje 129

$$\varepsilon = 12 \text{ V}, \quad R_u = 0 \Omega, \quad I_1 = 6 \text{ A}, \quad I_2 = 4 \cdot I_1, \quad R_1 = ?, \quad R_2 = ?$$

Ukupni je otpor od n serijski spojenih vodiča

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n.$$

Ukupni je otpor od dva serijski spojena vodiča

$$R = R_1 + R_2.$$

Ukupni otpor R što ga pruža n vodiča spojenih u paralelu možemo naći iz izraza

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}.$$

Recipročna vrijednost ukupnog otpora jednaka je zbroju recipročnih vrijednosti paralelno vezanih otpornika.

Ukupni otpor R što ga pružaju dva vodiča spojena u paralelu možemo naći iz izraza

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}.$$

Kada je izvor elektromotornog napona ε priključen u strujni krug, njegov se napon raspodjeljuje na pad napona na unutrašnjem otporu R_u izvora ($I \cdot R_u$) i pad napona ($I \cdot R_v$) u vanjskom krugu.

$$\varepsilon = I \cdot R_u + I \cdot R_v \Rightarrow \varepsilon = I \cdot (R_u + R_v) \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R_u + R_v}.$$

Ukupni (ekvivalentni) otpor otpornika R_1 i R_2 iznosi:

- ako su serijski spojeni

$$R_s = R_1 + R_2$$

- ako su paralelno spojeni

$$R_p = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}.$$

Jakost struje iznosi:

- za serijski spoj otpornika

$$\left. \begin{array}{l} I_1 = \frac{\varepsilon}{R_u + R_v} \\ R_u = 0 \Omega, \quad R_v = R_s \end{array} \right\} \Rightarrow I_1 = \frac{\varepsilon}{R_s} \Rightarrow I_1 = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2}$$

- za paralelni spoj otpornika

$$\left. \begin{array}{l} I_2 = \frac{\varepsilon}{R_u + R_v} \\ R_u = 0 \Omega, R_v = R_p \end{array} \right\} \Rightarrow I_2 = \frac{\varepsilon}{R_p} \Rightarrow I_2 = \frac{\varepsilon}{\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}} \Rightarrow I_2 = \frac{\varepsilon}{\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}} \Rightarrow I_2 = \frac{\varepsilon \cdot (R_1 + R_2)}{R_1 \cdot R_2}$$

Budući da je iz uvjeta zadatka

$$I_2 = 4 \cdot I_1,$$

slijedi:

$$\begin{aligned} \frac{\varepsilon \cdot (R_1 + R_2)}{R_1 \cdot R_2} &= 4 \cdot \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2} \Rightarrow \frac{\varepsilon \cdot (R_1 + R_2)}{R_1 \cdot R_2} = 4 \cdot \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2} \cdot \frac{R_1 \cdot R_2 \cdot (R_1 + R_2)}{\varepsilon} \Rightarrow \\ &\Rightarrow (R_1 + R_2)^2 = 4 \cdot R_1 \cdot R_2 \Rightarrow R_1^2 + 2 \cdot R_1 \cdot R_2 + R_2^2 = 4 \cdot R_1 \cdot R_2 \Rightarrow \\ &\Rightarrow R_1^2 + 2 \cdot R_1 \cdot R_2 + R_2^2 - 4 \cdot R_1 \cdot R_2 = 0 \Rightarrow R_1^2 - 2 \cdot R_1 \cdot R_2 + R_2^2 = 0 \Rightarrow \\ &\Rightarrow (R_1 - R_2)^2 = 0 \Rightarrow (R_1 - R_2) = 0 \checkmark \Rightarrow R_1 - R_2 = 0 \Rightarrow R_1 = R_2. \end{aligned}$$

Dakle, otpornici imaju jednake otpore.

Računamo otpore R_1 i R_2 .

$$\left. \begin{array}{l} I_1 = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_2} \\ R_1 = R_2 \end{array} \right\} \Rightarrow I_1 = \frac{\varepsilon}{R_1 + R_1} \Rightarrow I_1 = \frac{\varepsilon}{2 \cdot R_1} \Rightarrow I_1 = \frac{\varepsilon}{2 \cdot R_1} \cdot \frac{R_1}{I_1} \Rightarrow R_1 = \frac{\varepsilon}{2 \cdot I_1} =$$

$$= \frac{12 \text{ V}}{2 \cdot 6 \text{ A}} = 1 \Omega.$$

Otpori su:

$$R_1 = 1 \Omega, R_2 = 1 \Omega.$$

Vježba 129

Kada se dva otpornika serijski spoje i priključe na izvor elektromotornog napona 24 V, a zanemarivog unutarnjeg otpora, tada je jakost struje koju daje izvor jednaka 12 A. Kada se otpornici paralelno spoje, tada je jakost struje četiri puta veća. Koliki otpor imaju otpornici?

Rezultat: $R_1 = 1 \Omega, R_2 = 1 \Omega$.

Zadatak 130 (Stella, gimnazija)

Transformator ima u primarnoj zavojnici 1500 zavoja, a u sekundarnoj 350 zavoja. Pri naponu u primarnoj zavojnici od 220 V ulazna snaga iznosi 10 W. Odredite jakost struje u sekundarnoj zavojnici. Gubitak snage zanemarite.

Rješenje 130

$$N_1 = 1500, N_2 = 350, U_1 = 220 \text{ V}, P_1 = 10 \text{ W}, I_2 = ?$$

Snaga kojom se u trošilu električna energija pretvara u druge oblike energije je

$$P = U \cdot I,$$

gdje je U napon između krajeva promatranog trošila, I jakost struje.

Za transformatore bez gubitka vrijedi

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2},$$

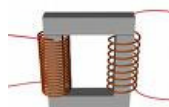
gdje su I_1, N_1 i I_2, N_2 jakost struje i broj zavoja u primarnoj odnosno sekundarnoj zavojnici.

Računamo jakost struje u primarnoj zavojnici transformatora.

$$P_1 = U_1 \cdot I_1 \Rightarrow P_1 = U_1 \cdot I_1 \cdot \frac{1}{U_1} \Rightarrow I_1 = \frac{P_1}{U_1}.$$

Jakost struje u sekundarnoj zavojnici iznosi:

$$\begin{aligned} \frac{I_2}{I_1} &= \frac{N_1}{N_2} \Rightarrow I_2 \cdot N_2 = I_1 \cdot N_1 \Rightarrow I_2 \cdot N_2 = I_1 \cdot N_1 \cdot \frac{1}{N_2} \Rightarrow I_2 = \frac{I_1 \cdot N_1}{N_2} \Rightarrow \\ &\Rightarrow \left[I_1 = \frac{P_1}{U_1} \right] \Rightarrow I_2 = \frac{\frac{P_1}{U_1} \cdot N_1}{N_2} \Rightarrow I_2 = \frac{P_1 \cdot N_1}{U_1 \cdot N_2} = \frac{10 \text{ W} \cdot 1500}{220 \text{ V} \cdot 350} = 0.195 \text{ A} = 195 \text{ mA}. \end{aligned}$$



Vježba 130

Transformator ima u primarnoj zavojnici 3000 zavoja, a u sekundarnoj 700 zavoja. Pri naponu u primarnoj zavojnici od 220 V ulazna snaga iznosi 10 W. Odredite jakost struje u sekundarnoj zavojnici. Gubitak snage zanemarite.

Rezultat: 195 mA.

Zadatak 131 (Ante, srednja škola)

Ukupni je otpor triju serijski spojenih otpornika 36 Ω. Otpori otpornika odnose se kao R₁ : R₂ : R₃ = 1 : 3 : 5. Koliki je otpor R₃?

Rješenje 131

$$R = 36 \Omega, \quad R_1 : R_2 : R_3 = 1 : 3 : 5, \quad R_3 = ?$$

Ukupni je otpor od n serijski spojenih vodiča

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n.$$

Ukupni je otpor od tri serijski spojena vodiča

$$R = R_1 + R_2 + R_3.$$

Ako su a i b brojevi, kažemo da je količnik a : b, b ≠ 0 omjer brojeva a i b.

Vrijednost omjera ne mijenja se ako se prvi i drugi broj pomnože ili podijele istim brojem.

$$a : b = (a \cdot n) : (b \cdot n)$$

$$a : b = (a : n) : (b : n).$$

Razmjer ili proporcija je jednakost dvaju jednakih omjera. Ako je

$$a : b = k \quad \text{i} \quad c : d = k,$$

tada je razmjer ili proporcija

$$a : b = c : d.$$

Umnožak vanjskih članova razmjera a i d jednak je umnošku unutarnjih članova razmjera b i c.

$$a : b = c : d \Rightarrow a \cdot d = b \cdot c.$$

Ako postoji n jednakih omjera

$$a_1 : b_1 = k$$

$$a_2 : b_2 = k$$

$$a_3 : b_3 = k$$

$$\dots$$

$$a_n : b_n = k,$$

produženi razmjjer je

$$a_1 : a_2 : a_3 : \dots : a_n = b_1 : b_2 : b_3 : \dots : b_n.$$

1. inačica

Budući da su otpornici spojeni serijski, vrijedi:

$$\left. \begin{array}{l} R = R_1 + R_2 + R_3 \\ R_1 : R_2 : R_3 = 1 : 3 : 5 \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} R_1 = x \\ R_2 = 3 \cdot x \\ R_3 = 5 \cdot x \end{array} \right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{metoda} \\ \text{supstitucije} \end{array} \right] \Rightarrow R = x + 3 \cdot x + 5 \cdot x \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R = 9 \cdot x \Rightarrow R = 9 \cdot x \cdot \frac{1}{9} \Rightarrow x = \frac{R}{9} = \frac{36 \Omega}{9} = 4 \Omega.$$

Otpor R_3 je

$$\left. \begin{array}{l} R_3 = 5 \cdot x \\ x = 4 \Omega \end{array} \right\} \Rightarrow R_3 = 5 \cdot 4 \Omega = 20 \Omega.$$

2. inačica

Iz produženog razmjjera dobije se:

$$R_1 : R_2 : R_3 = 1 : 3 : 5 \Rightarrow \left. \begin{array}{l} R_1 : R_3 = 1 : 5 \\ R_2 : R_3 = 3 : 5 \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} 5 \cdot R_1 = R_3 \\ 5 \cdot R_2 = 3 \cdot R_3 \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} 5 \cdot R_1 = R_3 \quad /: 5 \\ 5 \cdot R_2 = 3 \cdot R_3 \quad /: 5 \end{array} \right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left. \begin{array}{l} R_1 = \frac{R_3}{5} \\ R_2 = \frac{3 \cdot R_3}{5} \end{array} \right\}.$$

Budući da su otpornici spojeni serijski, vrijedi:

$$\left. \begin{array}{l} R = R_1 + R_2 + R_3 \\ R_1 = \frac{R_3}{5}, R_2 = \frac{3 \cdot R_3}{5} \end{array} \right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{metoda} \\ \text{supstitucije} \end{array} \right] \Rightarrow R = \frac{R_3}{5} + \frac{3 \cdot R_3}{5} + R_3 \Rightarrow R = \frac{R_3}{5} + \frac{3 \cdot R_3}{5} + R_3 \quad /: 5 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 5 \cdot R = R_3 + 3 \cdot R_3 + 5 \cdot R_3 \Rightarrow 5 \cdot R = 9 \cdot R_3 \Rightarrow 5 \cdot R = 9 \cdot R_3 \quad /: \frac{1}{9} \Rightarrow R_3 = \frac{5 \cdot R}{9} = \frac{5 \cdot 36 \Omega}{9} = 20 \Omega.$$

Vježba 131

Ukupni je otpor triju serijski spojenih otpornika 36Ω . Otpori otpornika odnose se kao $R_1 : R_2 : R_3 = 1 : 3 : 5$. Koliki je otpor R_2 ?

Rezultat: 12Ω .

Zadatak 132 (Ante, srednja škola)

Koliki će pri istom naponu biti omjer snage dviju žarulja po 110Ω spojenih u seriju prema snazi, kad su spojene usporedno?

Rješenje 132

$$U_1 = U_2 = U, \quad R_1 = R_2 = R = 110 \Omega, \quad P_1 : P_2 = ?$$

Ukupni je otpor od n serijski spojenih vodiča

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n.$$

Ukupni je otpor od dva serijski spojena vodiča

$$R = R_1 + R_2.$$

Ukupni otpor R što ga pruža n vodiča spojenih u paralelu možemo naći iz izraza

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n}.$$

Recipročna vrijednost ukupnog otpora jednaka je zbroju recipročnih vrijednosti paralelno vezanih otpornika.

Ukupni otpor R što ga pružaju dva vodiča spojena u paralelu možemo naći iz izraza

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}.$$

Snaga kojom se u trošilu električna energija pretvara u druge oblike energije je

$$P = \frac{U^2}{R},$$

gdje je U napon na krajevima trošila, R otpor trošila.

- Ako su dvije žarulje spojene u seriju ukupni otpor je

$$R_s = R_1 + R_2 \Rightarrow R_s = R + R \Rightarrow R_s = 2 \cdot R$$

pa snaga iznosi

$$\left. \begin{array}{l} P_1 = \frac{U^2}{R_s} \\ R_s = 2 \cdot R \end{array} \right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{metoda} \\ \text{supstitucije} \end{array} \right] \Rightarrow P_1 = \frac{U^2}{2 \cdot R}.$$

- Ako su dvije žarulje spojene usporedno (paralelno) ukupni otpor je

$$R_p = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow R_p = \frac{R \cdot R}{R + R} \Rightarrow R_p = \frac{R^2}{2 \cdot R} \Rightarrow R_p = \frac{R^2}{2 \cdot R} \Rightarrow R_p = \frac{R}{2}$$

pa snaga iznosi

$$\left. \begin{array}{l} P_2 = \frac{U^2}{R_p} \\ R_p = \frac{R}{2} \end{array} \right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{metoda} \\ \text{supstitucije} \end{array} \right] \Rightarrow P_2 = \frac{U^2}{\frac{R}{2}} \Rightarrow P_2 = \frac{U^2}{\frac{R}{2}} \Rightarrow P_2 = \frac{2 \cdot U^2}{R}.$$

Računamo omjer snaga serijskog i usporednog spoja.

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{\frac{U^2}{2 \cdot R}}{\frac{2 \cdot U^2}{R}} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{\frac{U^2}{2 \cdot R}}{\frac{2 \cdot U^2}{R}} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{1}{4} \Rightarrow P_1 : P_2 = 1 : 4.$$

Vježba 132

Koliki će pri istom naponu biti omjer snage dviju žarulja po 150 Ω spojenih u seriju prema snazi, kad su spojene usporedno?

Rezultat: 1 : 4.

Zadatak 133 (Ante, srednja škola)

Kako će se promijeniti snaga električnog grijača ako njegovu spiralu skratimo na polovinu?

Rješenje 133

$$U, \quad S, \quad \rho, \quad l_1 = 2 \cdot l_2, \quad P_2 : P_1 = ?$$

Snaga kojom se u trošilu električna energija pretvara u druge oblike energije je

$$P = \frac{U^2}{R},$$

gdje je U napon na krajevima trošila, R otpor trošila.

Električni otpor R vodiča ovisi o duljini l vodiča, njegovu presjeku S i električnoj otpornosti ρ :

$$R = \rho \cdot \frac{l}{S}.$$

Razmjer ili proporcija je jednakost dvaju jednakih omjera. Ako je

$$a : b = k \quad \text{i} \quad c : d = k,$$

tada je razmjer ili proporcija

$$a : b = c : d.$$

Umnožak vanjskih članova razmjera a i d jednak je umnošku unutarnjih članova razmjera b i c.

$$a : b = c : d \Rightarrow a \cdot d = b \cdot c.$$

Snaga električnog grijača:

- duljine spirale l_1 je

$$\left. \begin{array}{l} P_1 = \frac{U^2}{R_1} \\ R_1 = \rho \cdot \frac{l_1}{S} \end{array} \right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{metoda} \\ \text{supstitucije} \end{array} \right] \Rightarrow P_1 = \frac{U^2}{\rho \cdot \frac{l_1}{S}} \Rightarrow P_1 = \frac{U^2}{\rho \cdot l_1} \Rightarrow P_1 = \frac{S \cdot U^2}{\rho \cdot l_1}$$

- duljine spirale l_2 je

$$\left. \begin{array}{l} P_2 = \frac{U^2}{R_2} \\ R_2 = \rho \cdot \frac{l_2}{S} \end{array} \right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{metoda} \\ \text{supstitucije} \end{array} \right] \Rightarrow P_2 = \frac{U^2}{\rho \cdot \frac{l_2}{S}} \Rightarrow P_2 = \frac{U^2}{\rho \cdot l_2} \Rightarrow P_2 = \frac{S \cdot U^2}{\rho \cdot l_2}$$

Računamo omjer snaga P_2 i P_1 .

$$\begin{aligned} \frac{P_2}{P_1} &= \frac{\frac{S \cdot U^2}{\rho \cdot l_2}}{\frac{S \cdot U^2}{\rho \cdot l_1}} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{\rho \cdot l_2}{\rho \cdot l_1} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{l_2}{l_1} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{l_1}{l_2} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{2 \cdot l_2}{l_2} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{2 \cdot l_2}{l_2} \Rightarrow \\ &\Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{2}{1} \Rightarrow P_2 : P_1 = 2 : 1 \Rightarrow P_2 = 2 \cdot P_1. \end{aligned}$$

Snaga se dva puta povećá.

Vježba 133

Kako će se promijeniti snaga električnog grijača ako njegovu spiralu skratimo na trećinu?

Rezultat: Snaga se tri puta povećá.

Zadatak 134 (Ivan, tehnička škola)

Pločasti kondenzator napravljen je od kružnih metalnih ploča polumjera 0.1 m, međusobno udaljenih 0.1 cm. Između ploča je izolator ($\epsilon_r = 2.2$). Koliki je naboj na pločama kondenzatora ako je napon između ploča 1000 V? (električna permitivnost za vakuum, dielektričnost praznine $\epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N} \cdot \text{m}^2)$)

Rješenje 134

$$r = 0.1 \text{ m}, \quad d = 0.1 \text{ cm} = 0.001 \text{ m}, \quad \epsilon_r = 2.2, \quad U = 1000 \text{ V}, \\ \epsilon_0 = 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ C}^2/(\text{N} \cdot \text{m}^2), \quad Q = ?$$

Kapacitet pločastog kondenzatora je

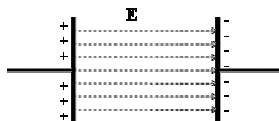
$$C = \frac{Q}{U} \Rightarrow Q = C \cdot U,$$

gdje je U napon između ploča.

Kapacitet pločastog kondenzatora upravno je razmjeran površini S jedne ploče, a obrnuto razmjeran udaljenosti d između ploča.

$$C = \epsilon_r \cdot \epsilon_0 \cdot \frac{S}{d},$$

gdje je ϵ_r relativna permitivnost sredstva, ϵ_0 dielektričnost praznine (vakuum).



Uporabom formule za kapacitet pločastog kondenzatora dobivamo

$$\left. \begin{aligned} C &= \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{S}{d} \\ S &= r^2 \cdot \pi \text{ ploština ploče} \end{aligned} \right\} \Rightarrow C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{r^2 \cdot \pi}{d}.$$

Naboj na pločama kondenzatora odredit ćemo iz kapaciteta C i napona U.

$$\left. \begin{aligned} C &= \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{r^2 \cdot \pi}{d} \\ Q &= C \cdot U \end{aligned} \right\} \Rightarrow Q = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{r^2 \cdot \pi}{d} \cdot U = \\ = 8.854 \cdot 10^{-12} \frac{\text{C}^2}{\text{N} \cdot \text{m}^2} \cdot 2.2 \cdot \frac{(0.1 \text{ m})^2 \cdot \pi}{0.001 \text{ m}} \cdot 1000 \text{ V} = 6.12 \cdot 10^{-7} \text{ C}.$$

Vježba 134

Pločasti kondenzator napravljen je od kružnih metalnih ploča polumjera 0.1 m, međusobno udaljenih 0.1 cm. Između ploča je izolator ($\epsilon_r = 4.4$). Koliki je naboj na pločama kondenzatora ako je napon između ploča 500 V?

Rezultat: $6.12 \cdot 10^{-7} \text{ C}$.

Zadatak 135 (Muenesa, gimnazija)

Kada se vodičem giba električni naboj, vodič se zagrije i za 10 s oslobodi se 1 kJ topline. Izračunajte broj elektrona koji je za to vrijeme prošao poprečnim presjekom vodiča, ako je njegov otpor 15 Ω . (naboj elektrona $e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$)

Rješenje 135

$$t = 10 \text{ s}, \quad E = 1 \text{ kJ} = 1000 \text{ J}, \quad R = 15 \Omega, \quad e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}, \quad N = ?$$

Kvantizacija naboja

Električni naboj jedna je od osnovnih osobina elementarnih čestica. Jedinica za električni naboj je

coulomb (C). Najmanja količina električnog naboja, elementarni naboj, iznosi:

$$e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C.}$$

Naboj nekog tijela može biti samo mnogokratnih tog elementarnog naboja

$$Q = N \cdot e,$$

gdje je N cijeli broj. Dakle, ukupni naboj bilo kojeg tijela jednak je cijelom broju pomnoženome s elementarnim nabojem e. Kažemo da je naboj kvantiziran, sastavljen od osnovnih kvantata elektriciteta.

Jakost električne struje I količnik je električnog naboja Q i vremenskog intervala t u kojemu taj naboj prođe određenim presjekom vodiča.

$$I = \frac{Q}{t}.$$

Električna energija kojom izvor opskrbljuje strujni krug i koja se pretvara u druge oblike energije u nekom trošilu za vrijeme t jednaka je

$$E = I^2 \cdot R \cdot t,$$

gdje je R otpor tog trošila, a I jakost struje.

Broj elektrona iznosi:

$$\left. \begin{array}{l} Q = N \cdot e \\ I = \frac{Q}{t} \\ E = I^2 \cdot R \cdot t \end{array} \right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{metoda} \\ \text{supstitucije} \end{array} \right] \Rightarrow \left. \begin{array}{l} I = \frac{N \cdot e}{t} \\ E = I^2 \cdot R \cdot t \end{array} \right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{metoda} \\ \text{supstitucije} \end{array} \right] \Rightarrow E = \left(\frac{N \cdot e}{t} \right)^2 \cdot R \cdot t \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E = \frac{(N \cdot e)^2}{t^2} \cdot R \cdot t \Rightarrow E = \frac{(N \cdot e)^2}{t} \cdot R \Rightarrow E = \frac{(N \cdot e)^2}{t} \cdot R \cdot \frac{t}{R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow (N \cdot e)^2 = \frac{E \cdot t}{R} \Rightarrow (N \cdot e)^2 = \frac{E \cdot t}{R} \cdot \sqrt{} \Rightarrow N \cdot e = \sqrt{\frac{E \cdot t}{R}} \Rightarrow N \cdot e = \sqrt{\frac{E \cdot t}{R}} \cdot \frac{1}{e} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow N = \frac{1}{e} \cdot \sqrt{\frac{E \cdot t}{R}} = \frac{1}{1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}} \cdot \sqrt{\frac{1000 \text{ J} \cdot 10 \text{ s}}{15 \Omega}} = 1.61 \cdot 10^{20}.$$

Vježba 135

Kada se vodičem giba električni naboj, vodič se zagrije i za 5 s oslobodi se 2 kJ topline. Izračunajte broj elektrona koji je za to vrijeme prošao poprečnim presjekom vodiča, ako je njegov otpor 15 Ω. (naboj elektrona e = 1.602 · 10⁻¹⁹ C)

Rezultat: 1.61 · 10²⁰.

Zadatak 136 (Goga, srednja škola)

Žaruljicu s oznakom 5 W / 12 V spojima na izvor napona 10 V. Kolika je snaga žaruljice?

Rješenje 136

$$P = 5 \text{ W}, \quad U = 12 \text{ V}, \quad U_1 = 10 \text{ V}, \quad P_1 = ?$$

Snaga P kojom se u trošilu električna energija pretvara u druge oblike energije je

$$P = \frac{U^2}{R},$$

gdje je U napon između krajeva promatranog trošila, R otpor tog trošila.

Oznaka 5 W / 12 V na žaruljici znači da će snaga biti 5 W samo uz napon 12 V. Zato iz tih podataka

nađemo otpor žaruljice.

$$P = \frac{U^2}{R} \Rightarrow P = \frac{U^2}{R} \cdot \frac{R}{P} \Rightarrow R = \frac{U^2}{P}.$$

Ako je izvor napona U_1 , snaga žaruljice P_1 iznosi:

$$\left. \begin{array}{l} P_1 = \frac{U_1^2}{R} \\ R = \frac{U^2}{P} \end{array} \right\} \Rightarrow P_1 = \frac{U_1^2}{\frac{U^2}{P}} \Rightarrow P_1 = \frac{P \cdot U_1^2}{U^2} \Rightarrow P_1 = P \cdot \left(\frac{U_1}{U}\right)^2 = 5 \text{ W} \cdot \left(\frac{10 \text{ V}}{12 \text{ V}}\right)^2 = 3.47 \text{ W}.$$

Vježba 136

Žaruljicu s oznakom 5 W / 6 V spojima na izvor napona 5 V. Kolika je snaga žaruljice?

Rezultat: 3.47 W.

Zadatak 137 (Marko, srednja škola)

Motor priključen na napon 380 V pokreće dizalicu koja podigne 1 tonu za 10 min na visinu 10 m. Izračunajte jakost struje koja prolazi motorom. ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$)

Rješenje 137

$U = 380 \text{ V}$, $m = 1 \text{ t} = 1000 \text{ kg}$, $t = 10 \text{ min} = 600 \text{ s}$, $h = 10 \text{ m}$, $g = 9.81 \text{ m/s}^2$,
 $I = ?$

Električna energija kojom izvor opskrbljuje strujni krug i koja se pretvara u druge oblike energije u nekom trošilu za vrijeme t jednaka je

$$E = U \cdot I \cdot t,$$

gdje je U napon između krajeva promatranog trošila, a I jakost struje.

Kad tijelo obavlja rad, mijenja mu se energija. Promjena energije tijela jednaka je utrošenom radu. Potencijalna energija je energija međudjelovanja tijela. Ona ovisi o međusobnom položaju tijela ili o međusobnom položaju dijelova tijela. U polju sile teže tijelo mase m ima gravitacijsku potencijalnu energiju

$$E_{gp} = m \cdot g \cdot h,$$

gdje je g akceleracija slobodnog pada, a h vertikalna udaljenost tijela od mjesta gdje bi prema dogovoru tijelo imalo energiju nula.

Zakon očuvanja energije:

- Energija se ne može ni stvoriti ni uništiti, već samo pretvoriti iz jednog oblika u drugi.
- Ukupna energija zatvorenog (izoliranog) sustava konstantna je bez obzira na to koji se procesi zbivaju u tom sustavu.
- Kad se u nekom procesu pojavi gubitak nekog oblika energije, mora se pojaviti i jednak prirast nekog drugog oblika energije.

Električna energija motora dizalice pretvara se u gravitacijsku potencijalnu energiju utega kojeg dizalica podigne na visinu h .

$$E = E_{gp} \Rightarrow U \cdot I \cdot t = m \cdot g \cdot h \Rightarrow U \cdot I \cdot t = m \cdot g \cdot h \cdot \frac{1}{U \cdot t} \Rightarrow I = \frac{m \cdot g \cdot h}{U \cdot t} =$$

$$= \frac{1000 \text{ kg} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 10 \text{ m}}{380 \text{ V} \cdot 600 \text{ s}} = 0.43 \text{ A}.$$



Vježba 137

Motor priključen na napon 380 V pokreće dizalicu koja podigne 500 kg za 10 min na visinu 20 m. Izračunajte jakost struje koja prolazi motorom. ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$)

Rezultat: 0.43 A.

Zadatak 138 (Matija, gimnazija)

Kad kroz bateriju unutarnjeg otpora r prolazi 40 C naboja u njoj se potroši 15 J energije. Na otporniku R potroši se 45 J energije. Koliki je elektromotorni napon baterije?

$$A. \frac{15}{40} \text{ V} \quad B. \frac{30}{40} \text{ V} \quad C. \frac{45}{40} \text{ V} \quad D. \frac{60}{40} \text{ V}$$

Rješenje 138

$$r, \quad Q = 40 \text{ C}, \quad W_1 = 15 \text{ J}, \quad R, \quad W_2 = 45 \text{ J}, \quad \varepsilon = ?$$

Elektromotorni napon ε izvora jednak je radu što ga obave vanjske sile (npr. kemijske pri galvanskom članku) pri premještanju naboja unutar izvora od jednog pola na drugi. Dakle, elektromotorni napon ε jednak je radu W po jedinici naboja Q potrebnom da se naboj ponovno vrati u istu točku strujnog kruga.

$$\varepsilon = \frac{W}{Q}.$$

Ukupna energija potrošena u strujnom krugu jednaka je

$$W = W_1 + W_2$$

pa elektromotorni napon ε iznosi:

$$\varepsilon = \frac{W}{Q} \Rightarrow \varepsilon = \frac{W_1 + W_2}{Q} = \frac{15 \text{ J} + 45 \text{ J}}{40 \text{ C}} = \frac{60}{40} \text{ V}.$$

Odgovor je pod D.

Vježba 138

Kad kroz bateriju unutarnjeg otpora r prolazi 40 C naboja u njoj se potroši 25 J energije. Na otporniku R potroši se 65 J energije. Koliki je elektromotorni napon baterije?

$$A. \frac{45}{40} \text{ V} \quad B. \frac{90}{40} \text{ V} \quad C. \frac{65}{40} \text{ V} \quad D. \frac{25}{40} \text{ V}$$

Rezultat: B.

Zadatak 139 (Matija, gimnazija)

Žarulja je predviđena za napon od 12 V i pritom ima otpor R. Na raspolaganju imamo izvor napona od 36 V, zanemarivog unutarnjeg otpora i promjenljivi otpornik. Koliki mora biti otpor promjenljivog otpornika da bi žarulja normalno svijetlila?

$$A. \frac{R}{2} \quad B. \frac{R}{3} \quad C. \frac{2 \cdot R}{3} \quad D. 2 \cdot R$$

Rješenje 139

$$U_1 = 12 \text{ V}, \quad R_1 = R, \quad U_2 = 36 \text{ V}, \quad R_2 = ?$$

Ukupni je otpor od n serijski spojenih vodiča

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n.$$

Ukupni je otpor od dva serijski spojena vodiča

$$R = R_1 + R_2.$$

Ako je otpor vodiča uz stalnu temperaturu stalan, kažemo da za vodič vrijedi Ohmov zakon

$$I = \frac{U}{R} \Rightarrow U = I \cdot R.$$

Kada je žarulja na naponu U_1 njezin je otpor R_1 pa jakost struje iznosi:

$$I = \frac{U_1}{R_1} \Rightarrow I = \frac{12}{R}.$$

Spojimo li sa žaruljom u strujni krug promjenljivi otpornik otpora R_2 serijski spoj imat će ukupni otpor R_u .

$$R_u = R_1 + R_2 \Rightarrow R_u = R + R_2.$$

Budući da na raspolaganju imamo izvor napona U_2 da bi žarulja normalno svijetlila krugom mora teći struja iste jakosti I . Sada je

$$I = \frac{U_2}{R_u} \Rightarrow I = \frac{U_2}{R_1 + R_2} \Rightarrow I = \frac{36}{R + R_2}.$$

Iz sustava jednadžbi izračuna se R_2 .

$$\left. \begin{array}{l} I = \frac{12}{R} \\ I = \frac{36}{R + R_2} \end{array} \right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{metoda} \\ \text{komparacije} \end{array} \right] \Rightarrow \frac{12}{R} = \frac{36}{R + R_2} \Rightarrow 12 \cdot (R + R_2) = 36 \cdot R \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 12 \cdot (R + R_2) = 36 \cdot R \quad /: 12 \Rightarrow R + R_2 = 3 \cdot R \Rightarrow R_2 = 3 \cdot R - R \Rightarrow R_2 = 2 \cdot R.$$

Odgovor je pod D.

Vježba 139

Žarulja je predviđena za napon od 6 V i pritom ima otpor R . Na raspolaganju imamo izvor napona od 18 V, zanemarivog unutarnjeg otpora i promjenljivi otpornik. Koliki mora biti otpor promjenljivog otpornika da bi žarulja normalno svijetlila?

A. $\frac{R}{2}$ B. $\frac{R}{3}$ C. $\frac{2 \cdot R}{3}$ D. $2 \cdot R$

Rezultat: D.

Zadatak 140 (NN, gimnazija)

Kroz potrošač otpora 160Ω jedan sat teče struja 20 mA. Kolika se toplina pritom oslobodi?

Rješenje 140

$$R = 160 \Omega, \quad t = 1 \text{ h} = 3600 \text{ s}, \quad I = 20 \text{ mA} = 0.02 \text{ A}, \quad W = ?$$

Električna energija kojom izvor opskrbljuje strujni krug i koja se pretvara u druge oblike energije (toplinsku, mehaničku, kemijsku, ...) u nekom trošilu za vrijeme t jednaka je

$$E = I^2 \cdot R \cdot t,$$

gdje je R otpor tog trošila, a I jakost struje.

Budući da slobodni elektroni pritom obavljaju rad na atomima u otporniku, izazivajući njihovo gibanje (titanje), kaže se da je to rad u strujnom krugu ili rad električne struje. Rad obično izražavamo znakom W pa se piše

$$W = I^2 \cdot R \cdot t.$$

Količina topline koja se pritom oslobodi iznosi:

$$W = I^2 \cdot R \cdot t = (0.02 \text{ A})^2 \cdot 160 \Omega \cdot 3600 \text{ s} = 230.4 \text{ J}.$$

Vježba 140

Kroz potrošač otpora 80Ω dva sata teče struja 20 mA . Kolika se toplina pritom oslobodi?

Rezultat: 230.4 J .

www.halapa.com