

### Zadatak 201 (Tina, gimnazija)

Električna peć priključena je na gradsku mrežu napona 220 V. Peć ima 3 m dugu grijaću nit i za 20 minuta povisi u prostoriji temperaturu za 20 °C. Koliko mora biti dugačka ta nit, ako isto povišenje temperature u prostoriji želimo postići za 15 minuta? (presjeci i električna otpornost niti su u oba slučaja jednaki)

- A. 2.25 m      B. 2 m      C. 5 m      D. 1.5 m

### Rješenje 201

$$U = 220 \text{ V}, \quad l_1 = 3 \text{ m}, \quad t_1 = 20 \text{ min} = [20 \cdot 60] = 1200 \text{ s}, \quad \Delta t = 20 \text{ }^\circ\text{C}, \\ t_2 = 15 \text{ min} = [15 \cdot 60] = 900 \text{ s}, \quad S_1 = S_2 = S, \quad \rho_1 = \rho_2 = \rho, \quad l_2 = ?$$

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

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

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

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

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

Duljine grijaćih niti su  $l_1$  i  $l_2$  pa njihovi otpori iznose:

$$\left. \begin{array}{l} R_1 = \rho_1 \cdot \frac{l_1}{S_1} \\ R_2 = \rho_2 \cdot \frac{l_2}{S_2} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} R_1 = \rho \cdot \frac{l_1}{S} \\ R_2 = \rho \cdot \frac{l_2}{S} \end{array} \right\}.$$

Budući da su potrebne količine topline u oba slučaja jednake iz formule za toplinu oslobođenu električnom strujom, slijedi:

$$W_1 = W_2 \Rightarrow \frac{U^2}{R_1} \cdot t_1 = \frac{U^2}{R_2} \cdot t_2 \Rightarrow \frac{U^2}{R_1} \cdot t_1 = \frac{U^2}{R_2} \cdot t_2 \cdot \frac{1}{U^2} \Rightarrow \frac{t_1}{R_1} = \frac{t_2}{R_2}.$$

Sada je:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{t_1}{R_1} = \frac{t_2}{R_2} \\ R_1 = \rho \cdot \frac{l_1}{S} \\ R_2 = \rho \cdot \frac{l_2}{S} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{t_1}{\rho \cdot \frac{l_1}{S}} = \frac{t_2}{\rho \cdot \frac{l_2}{S}} \Rightarrow \frac{t_1 \cdot S}{\rho \cdot l_1} = \frac{t_2 \cdot S}{\rho \cdot l_2} \Rightarrow \frac{t_1 \cdot S}{\rho \cdot l_1} = \frac{t_2 \cdot S}{\rho \cdot l_2} \cdot \frac{\rho}{S} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{t_1}{l_1} = \frac{t_2}{l_2} \Rightarrow \frac{t_1}{l_1} = \frac{t_2}{l_2} \cdot l_1 \cdot l_2 \Rightarrow t_1 \cdot l_2 = t_2 \cdot l_1 \Rightarrow t_1 \cdot l_2 = t_2 \cdot l_1 \cdot \frac{1}{t_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow l_2 = \frac{t_2 \cdot l_1}{t_1} \Rightarrow l_2 = \frac{900 \text{ s} \cdot 3 \text{ m}}{1200 \text{ s}} \Rightarrow l_2 = 2.25 \text{ m}.$$

Odgovor je pod A.

### Vježba 201

Električna peć priključena je na gradsku mrežu napona 220 V. Peć ima 6 m dugu grijaću nit i za 40 minuta povisi u prostoriji temperaturu za 20 °C. Koliko mora biti dugačka ta nit, ako isto povišenje temperature u prostoriji želimo postići za 15 minuta? (presjeci i električna otpornost niti su u oba slučaja jednaki)

- A. 2.25 m      B. 2 m      C. 5 m      D. 1.5 m

**Rezultat:** A.

### Zadatak 202 (Antonija, gimnazija)

Kroz žarulju priključenu na napon koji je na njoj označen prolazi struja od 0.5 A. Koja je vrijednost napona i snage označena na žarulji?

- A.  $P = 4 \text{ W}$  ,  $U = 2 \text{ V}$       B.  $P = 5 \text{ W}$  ,  $U = 12 \text{ V}$   
C.  $P = 6 \text{ W}$  ,  $U = 12 \text{ V}$       D.  $P = 12 \text{ W}$  ,  $U = 6 \text{ V}$

### Rješenje 202

$$I = 0.5 \text{ A}, \quad P = ?, \quad U = ?$$

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

$$P = U \cdot I \Rightarrow I = \frac{P}{U},$$

gdje je U napon između krajeva promatranog trošila, I struja.

Ako su a i b brojevi, kažemo da je kvocijent a : b,  $b \neq 0$  omjer brojeva a i b.

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.

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

$$I = \frac{P}{U} \Rightarrow \frac{P}{U} = I \Rightarrow \frac{P}{U} = 0.5 \Rightarrow \frac{P}{U} = \frac{5}{10} \Rightarrow \frac{P}{U} = \frac{5}{10} \Rightarrow \frac{P}{U} = \frac{1}{2} \Rightarrow P : U = 1 : 2.$$

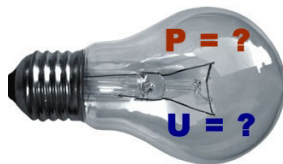
Ovaj razmjer bit će zadovoljen samo ako je  $P = 6 \text{ W}$ , a  $U = 12 \text{ V}$ .

Provjera:

$$\text{A. } \left. \begin{array}{l} P = 4 \text{ W} \\ U = 2 \text{ V} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{P}{U} = \frac{4 \text{ W}}{2 \text{ V}} = 2 \text{ A} \quad , \quad \text{B. } \left. \begin{array}{l} P = 5 \text{ W} \\ U = 12 \text{ V} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{P}{U} = \frac{5 \text{ W}}{12 \text{ V}} = 0.417 \text{ A}$$

$$\text{C. } \left. \begin{array}{l} P = 6 \text{ W} \\ U = 12 \text{ V} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{P}{U} = \frac{6 \text{ W}}{12 \text{ V}} = 0.5 \text{ A} \quad \text{točno} \quad , \quad \text{D. } \left. \begin{array}{l} P = 12 \text{ W} \\ U = 6 \text{ V} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{P}{U} = \frac{12 \text{ W}}{6 \text{ V}} = 2 \text{ A}$$

Odgovor je pod C.



### Vježba 202

Kroz žarulju priključenu na napon koji je na njoj označen prolazi struja od 0.5 A. Koja je vrijednost napona i snage označena na žarulji?

- A.  $P = 4 \text{ W}$  ,  $U = 2 \text{ V}$       B.  $P = 5 \text{ W}$  ,  $U = 12 \text{ V}$   
C.  $P = 4 \text{ W}$  ,  $U = 8 \text{ V}$       D.  $P = 12 \text{ W}$  ,  $U = 6 \text{ V}$

**Rezultat:** C.

### Zadatak 203 (Zlatko, gimnazija)

Na izvoru napona, čiji je unutarnji otpor  $1 \Omega$ , priključen je otpor  $R_1 = 10 \Omega$ . Koliko će se puta smanjiti jakost struje kroz otpor  $R_1$  ako se paralelno s otporom  $R_1$  u strujni krug spoji otpor  $R_2 = 5 \Omega$ ?

- A. 2.3 puta      B. 2.13 puta      C. 1.18 puta      D. 3.2 puta

### Rješenje 203

$$r = 1 \Omega, \quad R_1 = 10 \Omega, \quad R_2 = 5 \Omega, \quad \frac{I_0}{I_1} = ?$$

Ohmov zakon je temeljni zakon elektrotehnike.

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

$$I = \frac{U}{R} \Rightarrow U = I \cdot R - \text{pad napona},$$

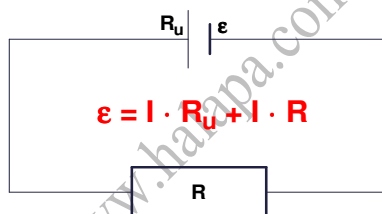
gdje je  $I$  jakost struje kroz strujni krug u amperima (A),  $U$  napon izvora u voltima (V),  $R$  ukupan otpor strujnog kruga u omima ( $\Omega$ ).

Prolaskom struje kroz bilo koji otpornik ili vodič, na otporniku ili vodiču nastaje pad napona jednak umnošku jakosti struje i otpora među mjernim točkama.

### Ohmov zakon za cijeli strujni krug

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

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



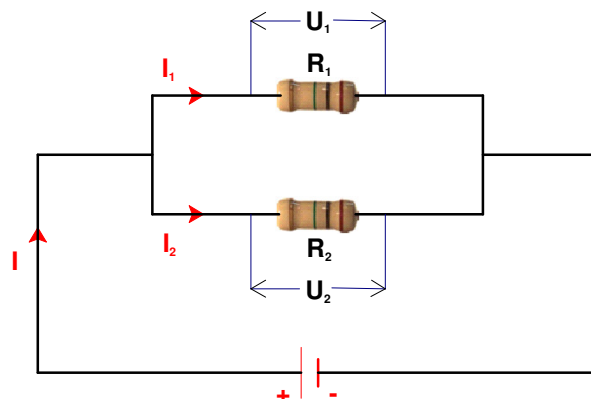
Ukupni otpor  $R$  što ga pruža  $n$  vodiča spojenih u paralelu možemo naći iz izraza

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

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

Ukupni otpor  $R$  što ga pružaju 2 vodiča spojena u paralelu možemo naći iz izraza

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

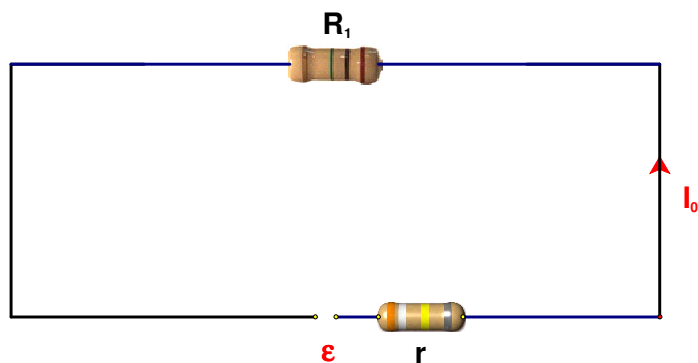


Svi paralelno spojeni otpori imaju jednak napon. Pad napona na krajevima svih vodiča koji su spojeni u paralelu jednak je

$$U_1 = U_2 \Rightarrow I_1 \cdot R_1 = I_2 \cdot R_2.$$

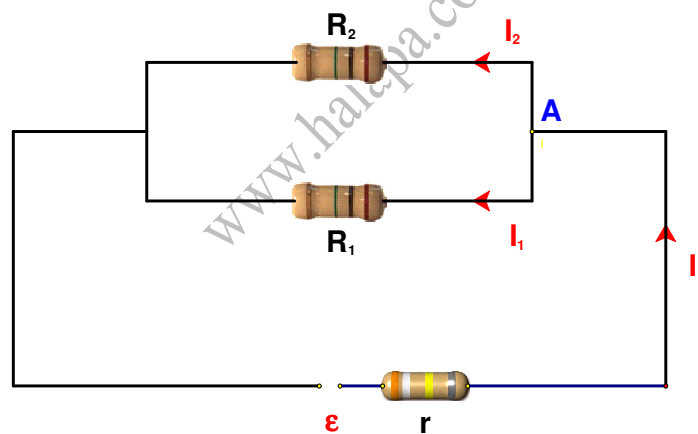
Pri usporednom spajanju vodiča zbroj jakosti struja u svim granama jednak je jakosti struje prije i poslije grananja:

$$I = I_1 + I_2.$$



Kada je (gledaj sliku) na izvor elektromotornog napona  $\varepsilon$ , unutarnjeg otpora  $r$ , priključen otpor  $R_1$  struja  $I_0$  u krugu iznosi:

$$I_0 = \frac{\varepsilon}{r + R_1} \Rightarrow I_0 = \frac{\varepsilon}{1 + 10} \Rightarrow I_0 = \frac{\varepsilon}{11}.$$



Na drugoj je slici uz otpor  $R_1$  paralelno spojen otpor  $R_2$ . Sada je ukupni vanjski otpor

$$R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

pa je struja  $I$  u krugu jednaka:

$$\begin{aligned} I &= \frac{\varepsilon}{r + R} \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{r + \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}} \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{1 + \frac{10 \cdot 5}{10 + 5}} \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{1 + \frac{50}{15}} \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{1 + \frac{10}{3}} \\ &\Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{1 + \frac{10}{3}} \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{\frac{1 + 10}{3}} \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{\frac{11}{3}} \Rightarrow I = \frac{3 \cdot \varepsilon}{11} \end{aligned}$$

Budući da se u točki A struja  $I$  grana u dvije grane, slijedi:

$$\left. \begin{aligned} I_1 + I_2 &= I \\ U_1 &= U_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left. \begin{aligned} I_2 &= I - I_1 \\ I_1 \cdot R_1 &= I_2 \cdot R_2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow I_1 \cdot R_1 = (I - I_1) \cdot R_2 \Rightarrow I_1 \cdot R_1 = I \cdot R_2 - I_1 \cdot R_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_1 \cdot R_1 + I_1 \cdot R_2 = I \cdot R_2 \Rightarrow I_1 \cdot R_1 + I_1 \cdot R_2 = I \cdot R_2 \quad /: R_2 \Rightarrow I_1 \cdot \frac{R_1}{R_2} + I_1 = I \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_1 \cdot \left( \frac{R_1}{R_2} + 1 \right) = I \Rightarrow I_1 \cdot \left( \frac{R_1}{R_2} + 1 \right) = I \cdot \frac{1}{\frac{R_1}{R_2} + 1} \Rightarrow I_1 = \frac{I}{\frac{R_1}{R_2} + 1} \Rightarrow I_1 = \frac{I}{1 + \frac{R_1}{R_2}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_1 = \frac{I}{1 + \frac{10}{5}} \Rightarrow I_1 = \frac{I}{1 + 2} \Rightarrow I_1 = \frac{I}{3}.$$

Dalje je:

$$\left. \begin{aligned} I &= \frac{3 \cdot \varepsilon}{13} \\ I_1 &= \frac{I}{3} \end{aligned} \right\} \Rightarrow I_1 = \frac{3 \cdot \varepsilon}{13} \Rightarrow I_1 = \frac{3 \cdot \varepsilon}{3} \Rightarrow I_1 = \frac{3 \cdot \varepsilon}{3} \Rightarrow I_1 = \frac{\varepsilon}{13}.$$

Konačno se dobije traženi omjer:

$$\frac{I_0}{I_1} = \frac{\varepsilon}{\frac{\varepsilon}{13}} \Rightarrow \frac{I_0}{I_1} = \frac{11}{\frac{1}{13}} \Rightarrow \frac{I_0}{I_1} = \frac{11}{\frac{1}{13}} \Rightarrow \frac{I_0}{I_1} = \frac{13}{11} \Rightarrow \frac{I_0}{I_1} = 1.18.$$

Odgovor je pod C.

### Vježba 203

Na izvoru napona, čiji je unutarnji otpor  $1 \Omega$ , priključen je otpor  $R_1 = 0.01 \text{ k}\Omega$ . Koliko će se puta smanjiti jakost struje kroz otpor  $R_1$  ako se paralelno s otporom  $R_1$  u strujni krug spoji otpor  $R_2 = 5 \Omega$ ?

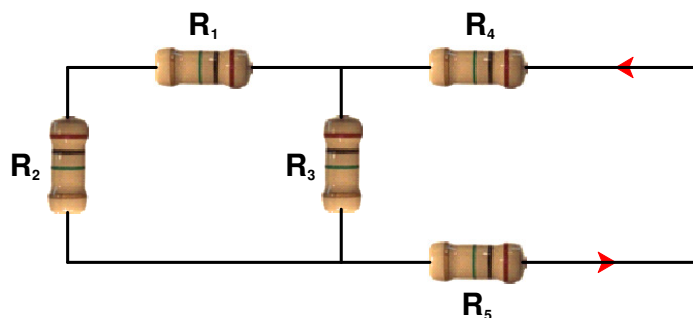
- A. 2.3 puta      B. 2.13 puta      C. 1.18 puta      D. 3.2 puta

**Rezultat:** C.

### Zadatak 204 (Valentina, gimnazija)

Pet otpornika od  $6 \Omega$  spojeni su prema shemi. Koliki je ukupni otpor?

- A.  $16 \Omega$       B.  $15 \Omega$       C.  $14 \Omega$       D.  $18 \Omega$



### Rješenje 204

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = R = 6 \Omega, \quad R_u = ?$$

Ukupni je otpor od n serijski spojenih vodiča

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

Ukupni je otpor od 2 serijski spojena vodiča

$$R = R_1 + R_2.$$

Ukupni je otpor od 3 serijski spojena vodiča

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

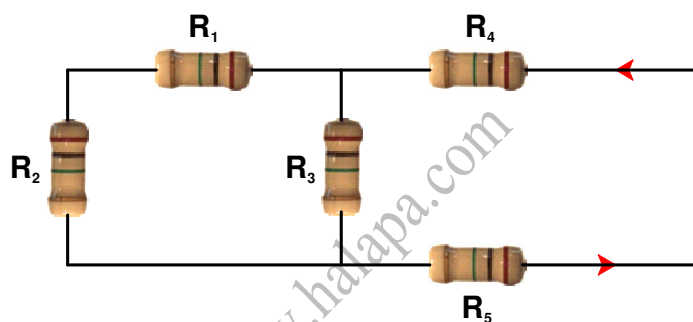
Ukupni otpor R što ga pruža n vodiča spojenih u paralelu možemo naći iz izraza

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

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

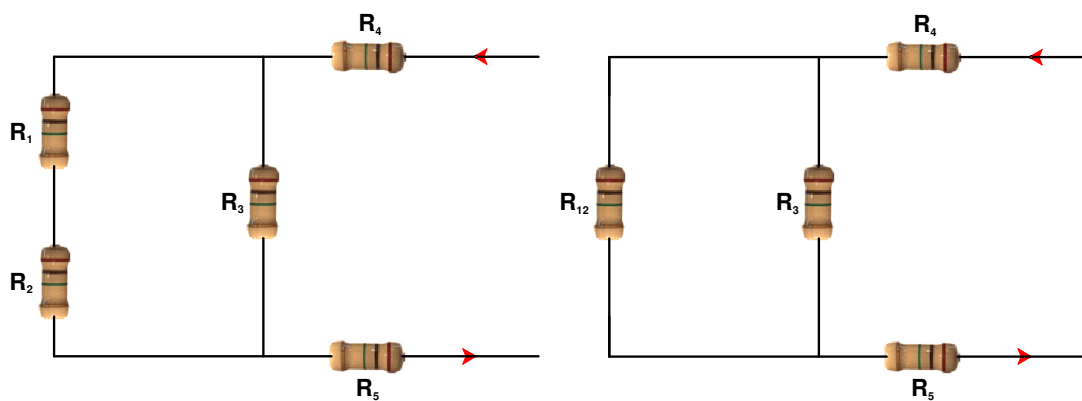
Ukupni otpor R što ga pružaju 2 vodiča spojena u paralelu možemo naći iz izraza

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

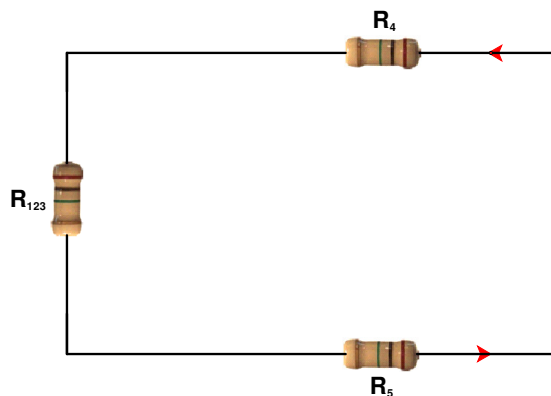


Spoj se može transformirati na sljedeći način. Uočimo da su otpornici  $R_1$  i  $R_2$  spojeni u seriju.

$$R_{12} = R_1 + R_2.$$



Otpornici  $R_{12}$  i  $R_3$  spojeni su paralelno, a njima u seriju otpornici  $R_4$  i  $R_5$ .



$$R_{123} = \frac{R_{12} \cdot R_3}{R_{12} + R_3} \Rightarrow R_{123} = \frac{(R_1 + R_2) \cdot R_3}{(R_1 + R_2) + R_3} \Rightarrow R_{123} = \frac{(R_1 + R_2) \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

Ukupni otpor  $R_u$  iznosi:

$$R_u = R_4 + R_{123} + R_5 \Rightarrow R_u = R_4 + \frac{(R_1 + R_2) \cdot R_3}{R_1 + R_2 + R_3} + R_5 \Rightarrow R_u = R + \frac{(R + R) \cdot R}{R + R + R} + R \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_u = R + \frac{2 \cdot R \cdot R}{3 \cdot R} + R \Rightarrow R_u = 2 \cdot R + \frac{2 \cdot R \cdot R}{3 \cdot R} \Rightarrow R_u = 2 \cdot R + \frac{2 \cdot R}{3} \Rightarrow R_u = \frac{8 \cdot R}{3} =$$

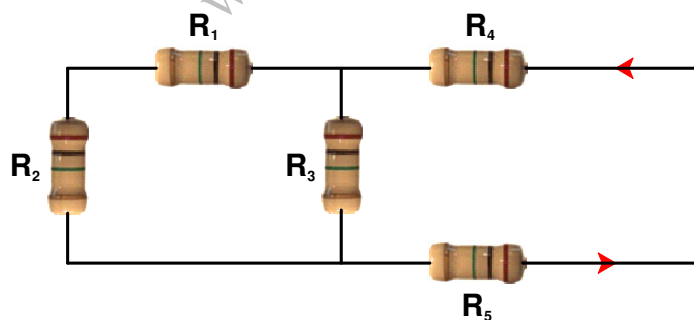
$$= \frac{8 \cdot 6 \Omega}{3} = 16 \Omega.$$

Odgovor je pod A.

### Vježba 204

Pet otpornika od  $9 \Omega$  spojeni su prema shemi. Koliki je ukupni otpor?

- A.  $26 \Omega$     B.  $22 \Omega$     C.  $24 \Omega$     D.  $15 \Omega$

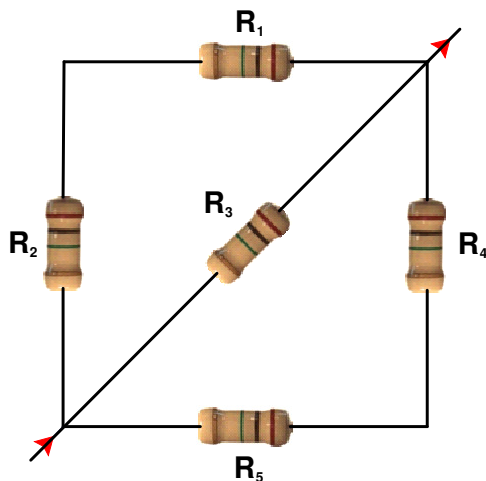


**Rezultat:** C.

**Zadatak 205 (Valentina, gimnazija)**

Pet otpornika od  $2\ \Omega$  spojeni su prema shemi. Ekvivalentni (ukupni) otpor je:

- A.  $1.0\ \Omega$       B.  $0.4\ \Omega$       C.  $2.0\ \Omega$       D.  $0.5\ \Omega$



**Rješenje 205**

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = R = 2\ \Omega, \quad R_u = ?$$

Ukupni je otpor od n serijski spojenih vodiča

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

Ukupni je otpor od 2 serijski spojena vodiča

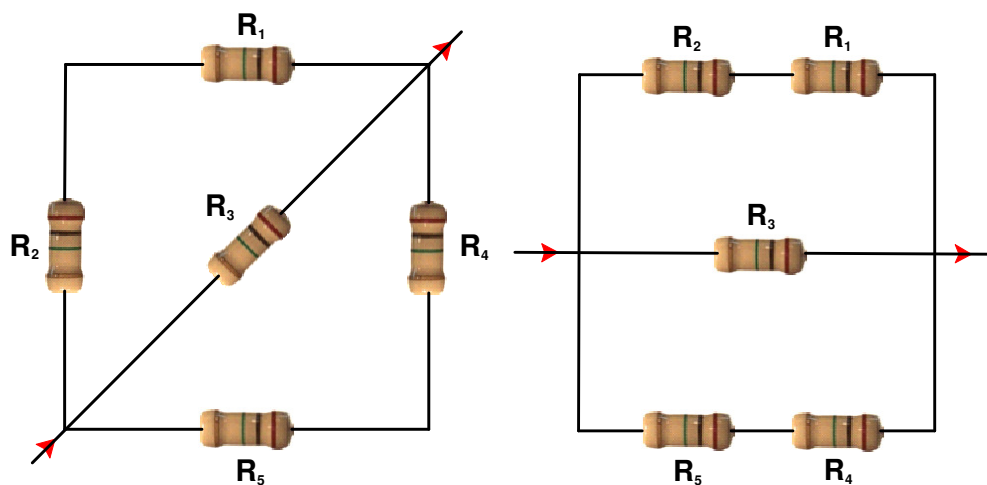
$$R = R_1 + R_2.$$

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.

Spoj se može transformirati na sljedeći način.

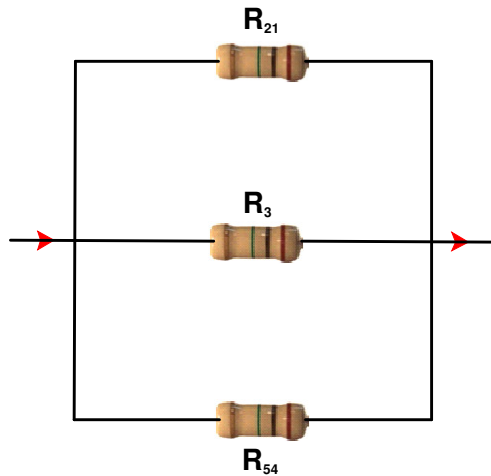


Uočimo da su otpornici  $R_2$  i  $R_1$  te  $R_5$  i  $R_4$  spojeni serijski.

$$R_{21} = R_2 + R_1, \quad R_{54} = R_5 + R_4.$$

Sada se dobije paralelni spoj tri otpornika  $R_{21}$ ,  $R_3$  i  $R_{54}$  pa ukupni otpor  $R_u$  iznosi:





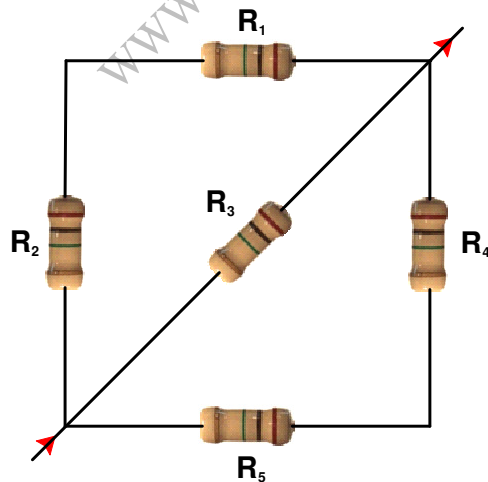
$$\begin{aligned} \frac{1}{R_u} &= \frac{1}{R_{21}} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_{54}} \Rightarrow \frac{1}{R_u} = \frac{1}{R_2 + R_1} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_5 + R_4} \Rightarrow \frac{1}{R_u} = \frac{1}{R + R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R + R} \Rightarrow \\ &\Rightarrow \frac{1}{R_u} = \frac{1}{2 \cdot R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{2 \cdot R} \Rightarrow \frac{1}{R_u} = \frac{1+2+1}{2 \cdot R} \Rightarrow \frac{1}{R_u} = \frac{4}{2 \cdot R} \Rightarrow \frac{1}{R_u} = \frac{2}{R} \Rightarrow \\ &\Rightarrow \frac{1}{R_u} = \frac{2}{R} \Rightarrow R_u = \frac{R}{2} = \frac{2 \Omega}{2} = 1 \Omega. \end{aligned}$$

Odgovor je pod A.

### Vježba 205

Pet otpornika od  $1 \Omega$  spojeni su prema shemi. Ekvivalentni (ukupni) otpor je:

- A.  $1.0 \Omega$       B.  $0.4 \Omega$       C.  $2.0 \Omega$       D.  $0.5 \Omega$



**Rezultat:** D.

### Zadatak 206 (Nikola, gimnazija)

Zavojnica bakrene žice na motoru ima otpor od  $R_1 = 0.05 \Omega$  na temperaturi  $20^\circ \text{C}$ , dok je motor u mirovanju, a kada motor radi otpor je  $R_2 = 0.06 \Omega$ . Odredi temperaturu  $t_2$  motora pri radu. (termički koeficijent otpora bakra  $\alpha = 4.3 \cdot 10^{-3} \text{ 1 / K}$ )

### Rješenje 206

$$R_1 = 0.05 \Omega, \quad t_1 = 20^\circ \text{C}, \quad R_2 = 0.06 \Omega, \quad \alpha = 4.3 \cdot 10^{-3} \text{ 1 / K}, \quad t_2 = ?$$

Električni otpor vodiča mijenja se s temperaturom prema zakonu

$$R_t = R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t),$$

gdje je  $R_0$  otpor pri  $0^\circ\text{C}$ ,  $R_t$  otpor pri temperaturi  $t$  i  $\alpha$  temperaturni koeficijent otpora. Međunarodni sustav mjernih jedinica (SI) za temperaturu propisuje jedinicu kelvin (K). Tu temperaturu zovemo termodinamička temperatura (T).

Temperaturna razlika od 1 K jednaka je temperaturnoj razlici od  $1^\circ\text{C}$ , što izražavamo jednadžbom:

$$\Delta T \text{ (K)} = \Delta t \text{ (}^\circ\text{C)}.$$

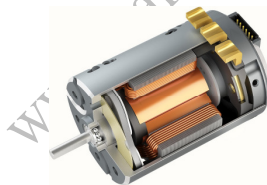
$$\left. \begin{aligned} R_1 &= R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t_1) \\ R_2 &= R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t_2) \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left[ \begin{array}{l} \text{podijelimo} \\ \text{jednadžbe} \end{array} \right] \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t_1)}{R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t_2)} \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t_1)}{R_0 \cdot (1 + \alpha \cdot t_2)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{1 + \alpha \cdot t_1}{1 + \alpha \cdot t_2} \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{1 + \alpha \cdot t_1}{1 + \alpha \cdot t_2} \cdot R_2 \cdot (1 + \alpha \cdot t_2) \Rightarrow R_1 \cdot (1 + \alpha \cdot t_2) = R_2 \cdot (1 + \alpha \cdot t_1) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_1 + R_1 \cdot \alpha \cdot t_2 = R_2 \cdot (1 + \alpha \cdot t_1) \Rightarrow R_1 \cdot \alpha \cdot t_2 = R_2 \cdot (1 + \alpha \cdot t_1) - R_1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_1 \cdot \alpha \cdot t_2 = R_2 \cdot (1 + \alpha \cdot t_1) - R_1 \cdot \frac{1}{R_1 \cdot \alpha} \Rightarrow t_2 = \frac{R_2 \cdot (1 + \alpha \cdot t_1) - R_1}{R_1 \cdot \alpha} =$$

$$= \frac{0.06 \Omega \cdot \left( 1 + 4.3 \cdot 10^{-3} \frac{1}{^\circ\text{C}} \cdot 20^\circ\text{C} \right) - 0.05 \Omega}{0.05 \Omega \cdot 4.3 \cdot 10^{-3} \frac{1}{^\circ\text{C}}} = 70.51^\circ\text{C}.$$



### Vježba 206

Zavojnica čelične žice na motoru ima otpor od  $R_1 = 0.05 \Omega$  na temperaturi  $20^\circ\text{C}$ , dok je motor u mirovanju, a kada motor radi otpor je  $R_2 = 0.06 \Omega$ . Odredi temperaturu  $t_2$  motora pri radu. (termički koeficijent otpora čelika  $\alpha = 6 \cdot 10^{-3} \text{ 1 / K}$ )

**Rezultat:**  $57.33^\circ\text{C}$ .

### Zadatak 207 (Zvonko, tehnička škola)

Na dvije jednake i paralelno vezane baterije od  $4.5 \text{ V}$  priključen je otpornik otpora  $10 \Omega$ , a struja je  $0.375 \text{ A}$ . Kolika je jakost struje ako je otpornik otpora  $10 \Omega$  uključen samo na jednu bateriju?

- A.  $0.3214 \text{ A}$       B.  $0.45 \text{ A}$       C.  $0.375 \text{ A}$       D.  $0.3015 \text{ A}$

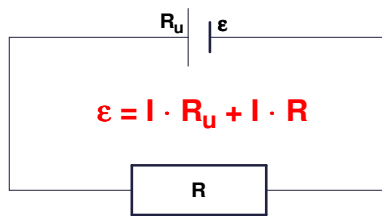
### Rješenje 207

$$\varepsilon = 4.5 \text{ V}, \quad R = 10 \Omega, \quad I_1 = 0.375 \text{ A}, \quad I = ?$$

### Ohmov zakon za cijeli strujni krug

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

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



Pri usporednom (paralelnom) spajanju n jednakih izvora elektromotornog napona  $\varepsilon$  i unutarnjeg otpora  $R_u$  bit će

$$\varepsilon = I \cdot \left( R_v + \frac{R_u}{n} \right) \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R_v + \frac{R_u}{n}},$$

gdje je n broj paralelno spojenih izvora,  $R_v$  vanjski otpor .

Kada je na dvije jednake i paralelno vezane baterije priključen otpornik otpora R jakost struje je  $I_1$  pa vrijedi:

$$\begin{aligned} \varepsilon &= I_1 \cdot \left( R + \frac{R_u}{2} \right) \Rightarrow I_1 \cdot \left( R + \frac{R_u}{2} \right) = \varepsilon \Rightarrow I_1 \cdot R + I_1 \cdot \frac{R_u}{2} = \varepsilon \Rightarrow \\ \Rightarrow I_1 \cdot \frac{R_u}{2} &= \varepsilon - I_1 \cdot R \Rightarrow I_1 \cdot \frac{R_u}{2} = \varepsilon - I_1 \cdot R \cdot \frac{2}{I_1} \Rightarrow R_u = \frac{2}{I_1} \cdot (\varepsilon - I_1 \cdot R) \Rightarrow R_u = 2 \cdot \left( \frac{\varepsilon}{I_1} - R \right). \end{aligned}$$

Ako je otpornik otpora R uključen samo na jednu bateriju jakost struje iznosi:

$$\begin{aligned} I &= \frac{\varepsilon}{R + R_u} \Rightarrow \left[ R_u = 2 \cdot \left( \frac{\varepsilon}{I_1} - R \right) \right] \Rightarrow I = \frac{\varepsilon}{R + 2 \cdot \left( \frac{\varepsilon}{I_1} - R \right)} = \\ &= \frac{4.5 \text{ V}}{10 \text{ } \Omega + 2 \cdot \left( \frac{4.5 \text{ V}}{0.375 \text{ A}} - 10 \text{ } \Omega \right)} = 0.3214 \text{ A}. \end{aligned}$$

Odgovor je pod A.

### Vježba 207

Na dvije jednake i paralelno vezane baterije od 4.5 V priključen je otpornik otpora 0.01 k $\Omega$ , a struja je 0.375 A. Kolika je jakost struje ako je otpornik otpora 10  $\Omega$  uključen samo na jednu bateriju?

- A. 0.3214 A      B. 0.45 A      C. 0.375 A      D. 0.3015 A

**Rezultat:** A.

### Zadatak 208 (Max, tehnička škola)

Kada se izvjestan broj jednakih otpornika spoji u seriju dobiva se 100 puta veći otpor nego kada se spoji u paralelu. Koliko ima tih otpornika?

- A. 5      B. 10      C. 20      D. 36

### Rješenje 208

$$R_1 = R_2 = R_3 = \dots = R_n = R, \quad n = ?$$

Ukupni je otpor od n serijski spojenih vodiča

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

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.

Budući da se izvjestan broj (n) jednakih otpornika spoji u seriju, dobiva se 100 puta veći otpor nego kada se spoje u paralelu. Zato vrijedi:

- **serijski spoj**

$$R_S = R_1 + R_2 + R_3 + \dots + R_n \Rightarrow R_S = \underbrace{R + R + R + \dots + R}_{n\text{-puta}} \Rightarrow R_S = n \cdot R$$

- **paralelni spoj**

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots + \frac{1}{R_n} \Rightarrow \frac{1}{R_p} = \underbrace{\frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \dots + \frac{1}{R}}_{n\text{-puta}} \Rightarrow \frac{1}{R_p} = \frac{n}{R} \Rightarrow R_p = \frac{R}{n}$$

$$R_S = 100 \cdot R_p \Rightarrow n \cdot R = 100 \cdot \frac{R}{n} \Rightarrow n \cdot R = 100 \cdot \frac{R}{n} \cdot \frac{n}{R} \Rightarrow n^2 = 100 \Rightarrow \\ \Rightarrow n^2 = 100 \cdot \sqrt{\quad} \Rightarrow n = \sqrt{100} \Rightarrow n = 10.$$

Odgovor je pod B.

### Vježba 208

Kada se izvjestan broj jednakih otpornika spoji u seriju dobiva se 25 puta veći otpor nego kada se spoji u paralelu. Koliko ima tih otpornika?

- A. 5      B. 10      C. 20      D. 36

**Rezultat:** A.

### Zadatak 209 (Fox, tehnička škola)

Za koliko će se postotaka smanjiti snaga električnog uređaja, ako napon padne za 10%, a otpor ostane isti?

### Rješenje 209

$$U_1 = U, \quad U_2 = U_1 - 0.10 \cdot U_1 = 0.90 \cdot U_1 = 0.90 \cdot U, \quad R_1 = R_2 = R, \quad p = ?$$

Snaga 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.

Formule za snagu prije i nakon pada napona glase:

$$\left. \begin{array}{l} P_1 = \frac{U_1^2}{R_1} \\ P_2 = \frac{U_2^2}{R_2} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} P_1 = \frac{U^2}{R} \\ P_2 = \frac{(0.90 \cdot U)^2}{R} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} P_1 = \frac{U^2}{R} \\ P_2 = \frac{0.81 \cdot U^2}{R} \end{array} \right\} \Rightarrow \left[ \begin{array}{l} \text{podijelimo} \\ \text{jednadžbe} \end{array} \right] \Rightarrow \\ \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{\frac{0.81 \cdot U^2}{R}}{\frac{U^2}{R}} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{0.81 \cdot U^2}{U^2} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = 0.81 \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = 0.81 \cdot P_1 \Rightarrow P_2 = 0.81 \cdot P_1.$$

Računamo postotak smanjenja snage.

$$p = 1 - 0.81 \Rightarrow p = 0.19 \Rightarrow p = \frac{19}{100} \Rightarrow p = 19\%.$$

### Vježba 209

Za koliko će se postotaka smanjiti snaga električnog uređaja, ako napon padne za 20%, a otpor ostane isti?

**Rezultat:** 36%.

### Zadatak 210 (Branimir, srednja škola)

Elektron uleti u homogeno električno polje u smjeru suprotnome smjeru jakosti polja brzinom  $1.83 \cdot 10^6$  m/s. Koliku razliku potencijala mora prijeći da bi ionizirao atom vodika ako je energija ionizacije  $2.18 \cdot 10^{-18}$  J? (naboj elektrona  $e = 1.602 \cdot 10^{-19}$  C, masa elektrona  $m = 9.11 \cdot 10^{-31}$  kg)

### Rješenje 210

$$v = 1.83 \cdot 10^6 \text{ m/s}, \quad E_i = 2.18 \cdot 10^{-18} \text{ J}, \quad Q = e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}, \\ m = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}, \quad U = ?$$

Rad što se utroši pri prijenosu naboja  $Q$  iz točke potencijala  $\varphi_1$  u točku potencijala  $\varphi_2$  jednak je promjeni potencijalne energije naboja, tj.

$$W = Q \cdot (\varphi_1 - \varphi_2).$$

Razlika potencijala  $\varphi_1 - \varphi_2$  naziva se napon pa možemo zapisati:

$$\left. \begin{array}{l} \varphi_1 - \varphi_2 = U \\ W = Q \cdot (\varphi_1 - \varphi_2) \end{array} \right\} \Rightarrow W = Q \cdot U.$$

Kad tijelo obavlja rad, mijenja mu se energija. Promjena energije tijela jednaka je utrošenom radu. Tijelo mase  $m$  i brzine  $v$  ima kinetičku energiju

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2.$$

Energijom ionizacije nazivamo energiju koja je potrebna da se elektron otrgne od atoma ili molekule plina.

Elektron u prolazu poljem obavlja rad protiv sile polja. Taj je rad jednak razlici energije ionizacije i kinetičke energije.

$$\left. \begin{array}{l} W = Q \cdot U \\ W = E_i - E_k \end{array} \right\} \Rightarrow Q \cdot U = E_i - E_k \Rightarrow Q \cdot U = E_i - E_k \cdot \frac{1}{Q} \Rightarrow U = \frac{E_i - E_k}{Q} \Rightarrow \\ \Rightarrow U = \frac{E_i - \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2}{e} = \frac{2.18 \cdot 10^{-18} \text{ J} - \frac{1}{2} \cdot 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot \left(1.83 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}} = 4.09 \text{ V} \approx 4.1 \text{ V}.$$

### Vježba 210

Elektron uleti u homogeno električno polje u smjeru suprotnome smjeru jakosti polja brzinom  $1.83 \cdot 10^3$  km/s. Koliku razliku potencijala mora prijeći da bi ionizirao atom vodika ako je energija ionizacije  $2.18 \cdot 10^{-18}$  J? (naboj elektrona  $e = 1.602 \cdot 10^{-19}$  C, masa elektrona  $m = 9.11 \cdot 10^{-31}$  kg)

**Rezultat:** 4.1 V.

### Zadatak 211 (Branimir, srednja škola)

Koliku brzinu moraju postići elektroni u času sudara s molekulama da bi se postiglo samostalno vođenje struje u plinu? Energija ionizacije je 14.5 eV. (masa elektrona  $m = 9.11 \cdot 10^{-31}$  kg,  $1 \text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ )

### Rješenje 211

$$E_i = 14.5 \text{ eV} = [14.5 \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}] = 2.32 \cdot 10^{-18} \text{ J}, \quad m = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}, \quad v = ?$$

Elektronvolt (eV) je jedinica za energiju. Energiju 1 eV dobije čestica nabijena istim električnim nabojem kao što ga ima elektron ( $1.6 \cdot 10^{-19}$  C) kad prođe električnim poljem razlike potencijala 1 V:

$$1 \text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 1 \text{ V} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}.$$

Tijelo mase  $m$  i brzine  $v$  ima kinetičku energiju

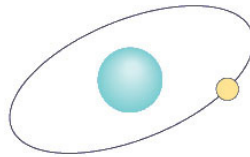
$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2.$$

Energijom ionizacije nazivamo energiju koja je potrebna da se elektron otrgne od atoma ili molekule plina.

Samostalno vođenje struje u plinu postiže se kada je kinetička energija  $E_k$  elektrona jednaka energiji ionizacije  $E_i$ .

$$E_k = E_i \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = E_i \Rightarrow \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = E_i \cdot \frac{2}{m} \Rightarrow v^2 = \frac{2 \cdot E_i}{m} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow v^2 = \frac{2 \cdot E_i}{m} \cdot \sqrt{\quad} \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot E_i}{m}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 2.32 \cdot 10^{-18} \text{ J}}{9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}}} = 2.26 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$



### Vježba 211

Koliku brzinu moraju postići elektroni u času sudara s molekulama da bi se postiglo samostalno vođenje struje u plinu? Energija ionizacije je 58 eV. (masa elektrona  $m = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ ,  $1 \text{ eV} = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ )

**Rezultat:**  $4.51 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ .

### Zadatak 212 (Tonka, gimnazija)

Kapacitet akumulatora iznosi 30 Ah. Za koliko se vremena utroši taj naboj pri struji 0.5 A?

### Rješenje 212

$$Q = 30 \text{ Ah}, \quad I = 0.5 \text{ A}, \quad t = ?$$

Ako vodičem teče struja jakosti  $I$  u vremenu  $t$ , proteći će naboj:

$$Q = I \cdot t.$$

Kulon (znak C), jedinica električnog naboja (količine elektriciteta), izvedena SI – jedinica, definiran je nabojem koji u jednoj sekundi prođe presjekom vodiča kojim teče struja jakosti jedan amper. Kulon je ampersekunda ( $C = A \cdot s$ )

$$1 \text{ Ah} = 3600 \text{ As} = 3600 \text{ C}.$$

$$Q = I \cdot t \Rightarrow I \cdot t = Q \Rightarrow I \cdot t = Q \cdot \frac{1}{I} \Rightarrow t = \frac{Q}{I} = \frac{30 \text{ Ah}}{0.5 \text{ A}} = 60 \text{ h}.$$

### Vježba 212

Kapacitet akumulatora iznosi 15 Ah. Za koliko se vremena utroši taj naboj pri struji 0.25 A?

**Rezultat:** 60 h.

### Zadatak 213 (Tonka, gimnazija)

Električni uređaj koristi četiri punjive NiCa baterije, svaka kapaciteta 1.8 Ah, dok im se kapacitet ne smanji na 1.2 Ah, prosječnom strujom jakosti 15 mA. Odredi trajanje baterija.

### Rješenje 213

$$n = 4 \text{ baterije}, \quad Q_1 = 1.8 \text{ Ah}, \quad Q_2 = 1.2 \text{ Ah}, \quad I = 15 \text{ mA} = 0.015 \text{ A}, \quad t = ?$$

Ako vodičem teče struja jakosti  $I$  u vremenu  $t$ , proteći će naboj:

$$Q = I \cdot t.$$

Kulon (znak C), jedinica električnog naboja (količine elektriciteta), izvedena SI – jedinica, definiran je nabojem koji u jednoj sekundi prođe presjekom vodiča kojim teče struja jakosti jedan amper. Kulon je ampersekunda ( $C = A \cdot s$ )

$$1 \text{ Ah} = 3600 \text{ As} = 3600 \text{ C.}$$

Budući da se u n baterija kapacitet  $Q_1$  smanjio na  $Q_2$ , ukupni protekli naboj  $Q$  iznosi:

$$Q = n \cdot (Q_1 - Q_2).$$

Računamo trajanje baterija.

$$\left. \begin{array}{l} Q = I \cdot t \\ Q = n \cdot (Q_1 - Q_2) \end{array} \right\} \Rightarrow I \cdot t = n \cdot (Q_1 - Q_2) \Rightarrow I \cdot t = n \cdot (Q_1 - Q_2) \cdot \frac{1}{I} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t = \frac{n \cdot (Q_1 - Q_2)}{I} = \frac{4 \cdot (1.8 \text{ Ah} - 1.2 \text{ Ah})}{0.015 \text{ A}} = 160 \text{ h.}$$

### Vježba 213

Električni uređaj koristi četiri punjive NiCa baterije, svaka kapaciteta 2.1 Ah, dok im se kapacitet ne smanji na 1.5 Ah, prosječnom strujom jakosti 15 mA. Odredi trajanje baterija.

**Rezultat:** 160 h.

### Zadatak 214 (Amra, gimnazija)

Aluminijsku žicu duljine  $l$  i poprečnog presjeka  $S$  razrežemo na tri jednaka dijela i od njih napravimo trostruko upletenu žicu. Omjer električnog otpora tako dobivene žice i otpora početne žice je:

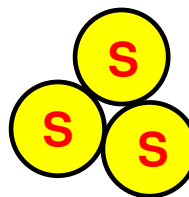
A. 1 : 9      B. 1 : 3      C. 9 : 1      D. 3 : 1

### Rješenje 214

$$l, \quad S, \quad l_1 = \frac{1}{3} \cdot l, \quad S_1 = 3 \cdot S, \quad \frac{R_1}{R} = ?$$

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

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



1. inačica

$$\left. \begin{array}{l} R = \rho \cdot \frac{l}{S} \\ R_1 = \rho \cdot \frac{l_1}{S_1} \end{array} \right\} \Rightarrow \left[ \begin{array}{l} \text{podijelimo} \\ \text{jednadžbe} \end{array} \right] \Rightarrow \frac{R_1}{R} = \frac{\rho \cdot \frac{l_1}{S_1}}{\rho \cdot \frac{l}{S}} \Rightarrow \frac{R_1}{R} = \frac{\rho \cdot \frac{l_1}{S_1}}{\rho \cdot \frac{l}{S}} \Rightarrow \frac{R_1}{R} = \frac{l_1}{S_1} \cdot \frac{S}{l} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{R_1}{R} = \frac{l_1 \cdot S}{S_1 \cdot l} \Rightarrow \left[ \begin{array}{l} l_1 = \frac{1}{3} \cdot l \\ S_1 = 3 \cdot S \end{array} \right] \Rightarrow \frac{R_1}{R} = \frac{\frac{1}{3} \cdot l \cdot S}{3 \cdot S \cdot l} \Rightarrow \frac{R_1}{R} = \frac{\frac{1}{3} \cdot l \cdot S}{3 \cdot S \cdot l} \Rightarrow \frac{R_1}{R} = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{3} \Rightarrow \frac{R_1}{R} = \frac{1}{9} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{R_1}{R} = \frac{1}{9}.$$

Odgovor je pod A.

2. inačica

$$R_1 = \rho \cdot \frac{l_1}{S_1} \Rightarrow \left[ \begin{array}{l} l_1 = \frac{1}{3} \cdot l \\ S_1 = 3 \cdot S \end{array} \right] \Rightarrow R_1 = \rho \cdot \frac{\frac{1}{3} \cdot l}{3 \cdot S} \Rightarrow R_1 = \rho \cdot \frac{1}{9} \cdot \frac{l}{S} \Rightarrow R_1 = \frac{1}{9} \cdot \rho \cdot \frac{l}{S} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left[ R = \rho \cdot \frac{l}{S} \right] \Rightarrow R_1 = \frac{1}{9} \cdot R \Rightarrow R_1 = \frac{1}{9} \cdot R \cdot \frac{1}{R} \Rightarrow \frac{R_1}{R} = \frac{1}{9}.$$

Odgovor je pod A.

### Vježba 214

Aluminijsku žicu duljine  $l$  i poprečnog presjeka  $S$  razrežemo na tri jednaka dijela i od njih napravimo trostruko upletenu žicu. Omjer otpora početne žice i električnog otpora tako dobivene žice je:

- A. 1 : 9      B. 1 : 3      C. 9 : 1      D. 3 : 1

**Rezultat:** C.

### Zadatak 215 (Josipa, maturantica)

Osigurač propušta struju od 16 A, a priključeni uređaj ima snagu 2500 W uz napon 220 V. Kolika se još snaga može priključiti preko tog osigurača, a da on ne pregori?

### Rješenje 215

$$I = 16 \text{ A}, \quad P_1 = 2500 \text{ W}, \quad U = 220 \text{ V}, \quad P_2 = ?$$

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,  $I$  struja.

Izračunamo dopuštenu snagu

$$P = U \cdot I$$

pa snaga koju još možemo priključiti  $P_2$  iznosi:

$$P_2 = P - P_1 \Rightarrow P_2 = U \cdot I - P_1 = 220 \text{ V} \cdot 16 \text{ A} - 2500 \text{ W} = 1020 \text{ W}.$$

### Vježba 215

Osigurač propušta struju od 15 A, a priključeni uređaj ima snagu 2500 W uz napon 220 V. Kolika se još snaga može priključiti preko tog osigurača, a da on ne pregori?

**Rezultat:** 800 W.

### Zadatak 216 (Zvonimir, tehnička škola)

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

- A. 2 se puta poveća      B. 2 se puta smanji  
C. snaga se ne mijenja      D. 4 se puta poveća

### Rješenje 216

$$U_1 = U_2 = U, \quad l_1 = 2 \cdot l_2, \quad \frac{P_2}{P_1} = ?$$

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

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



gdje je U napon između krajeva promatranog trošila, R otpor tog trošila.  
Električni otpor R vodiča ovisi o duljini l vodiča, njegovu presjeku S i električnoj otpornosti  $\rho$ :

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

Snaga električnog grijača iznosi:

- kada je njegova spirala duljine  $l_1$

$$P_1 = \frac{U_1^2}{R_1} \Rightarrow P_1 = \frac{U^2}{\rho \cdot \frac{l_1}{S}} \Rightarrow P_1 = \frac{U^2 \cdot S}{\rho \cdot l_1}$$

- kada je njegova spirala duljine  $l_2$

$$P_2 = \frac{U_2^2}{R_2} \Rightarrow P_2 = \frac{U^2}{\rho \cdot \frac{l_2}{S}} \Rightarrow P_2 = \frac{U^2 \cdot S}{\rho \cdot l_2}$$

Omjer  $P_2$  i  $P_1$  je:

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

Odgovor je pod A.

### Vježba 216

Kako će se promijeniti snaga električnog grijača ako duljinu njegove spirale povećamo dva puta?

- A. 2 se puta povećá      B. 2 se puta smanji  
C. snaga se ne mijenja      D. 4 se puta povećá

**Rezultat:** B.

### Zadatak 217 (Tomislav, tehnička škola)

Metalni vodič određenog materijala duljine l i polumjera poprečnog presjeka r ima otpor  $R_1$ . Vodič od istog materijala, ali dva puta dulji i dva puta većeg polumjera poprečnog presjeka imat će otpor:

- A. dva puta veći      B. četiri puta veći  
C. dva puta manji      D. četiri puta manji

### Rješenje 217

$$\rho, \quad l_1 = l, \quad r_1 = r, \quad l_2 = 2 \cdot l, \quad r_2 = 2 \cdot r, \quad \frac{R_2}{R_1} = ?$$

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

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

Ploština kruga polumjera r iznosi:

$$S = r^2 \cdot \pi$$

$$\begin{aligned}
& \left. \begin{array}{l} R_1 = \rho \cdot \frac{l_1}{S_1} \\ R_2 = \rho \cdot \frac{l_2}{S_2} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} R_1 = \rho \cdot \frac{l}{r_1^2 \cdot \pi} \\ R_2 = \rho \cdot \frac{2 \cdot l}{r_2^2 \cdot \pi} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} R_1 = \rho \cdot \frac{l}{r^2 \cdot \pi} \\ R_2 = \rho \cdot \frac{2 \cdot l}{(2 \cdot r)^2 \cdot \pi} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} R_1 = \rho \cdot \frac{l}{r^2 \cdot \pi} \\ R_2 = \rho \cdot \frac{2 \cdot l}{4 \cdot r^2 \cdot \pi} \end{array} \right\} \Rightarrow \\
& \Rightarrow \left[ \begin{array}{l} \text{podijelimo} \\ \text{jednadžbe} \end{array} \right] \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho \cdot \frac{2 \cdot l}{4 \cdot r^2 \cdot \pi}}{\rho \cdot \frac{l}{r^2 \cdot \pi}} \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{\rho \cdot \frac{2 \cdot l}{4 \cdot r^2 \cdot \pi}}{\rho \cdot \frac{l}{r^2 \cdot \pi}} \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{1}{2}.
\end{aligned}$$

Odgovor je pod C.

### Vježba 217

Metalni vodič određenog materijala duljine  $l$  i polumjera poprečnog presjeka  $r$  ima otpor  $R_1$ . Vodič od istog materijala, ali dva kraći i dva puta manjeg polumjera poprečnog presjeka imat će otpor:

- A. dva puta veći      B. četiri puta veći  
C. dva puta manji      D. četiri puta manji

**Rezultat:** A.

### Zadatak 218 (Zvonimir, tehnička škola)

Električni otpor vodiča presjeka  $3 \text{ mm}^2$  je  $0.2 \Omega$ . Koliki je presjek vodiča istog materijala i jednake duljine ako mu je otpor  $1 \Omega$ ?

#### Rješenje 218

$$S_1 = 3 \text{ mm}^2 = 3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2, \quad R_1 = 0.2 \Omega, \quad R_2 = 1 \Omega, \quad S_2 = ?$$

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

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

Budući da se radi o vodičima od istog materijala (ista je otpornost  $\rho$ ) i jednake duljine  $l$ , vrijedi:

$$\begin{aligned}
& \left. \begin{array}{l} R_1 = \rho \cdot \frac{l}{S_1} \\ R_2 = \rho \cdot \frac{l}{S_2} \end{array} \right\} \Rightarrow \left[ \begin{array}{l} \text{podijelimo} \\ \text{jednadžbe} \end{array} \right] \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho \cdot \frac{l}{S_1}}{\rho \cdot \frac{l}{S_2}} \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{\rho \cdot \frac{l}{S_1}}{\rho \cdot \frac{l}{S_2}} \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{1}{S_1} \Rightarrow \\
& \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \frac{S_2}{S_1} \Rightarrow \frac{S_2}{S_1} = \frac{R_1}{R_2} \Rightarrow \frac{S_2}{S_1} = \frac{R_1}{R_2} \cdot S_1 \Rightarrow S_2 = \frac{R_1}{R_2} \cdot S_1 = \\
& = \frac{0.2 \Omega}{1 \Omega} \cdot 3 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2 = 6 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2 = 0.6 \text{ mm}^2.
\end{aligned}$$

### Vježba 218

Električni otpor vodiča presjeka  $3 \text{ mm}^2$  je  $0.4 \Omega$ . Koliki je presjek vodiča istog materijala i jednake duljine ako mu je otpor  $2 \Omega$ ?

**Rezultat:**  $0.6 \text{ mm}^2$ .

### Zadatak 219 (Mario, gimnazija)

Koliki mora biti polumjer manganinske žice duge  $31.4 \text{ m}$  kroz koju teče struja  $0.8 \text{ A}$  ako je napon između krajeva  $80 \text{ V}$ ? (električna otpornost manganina  $\rho = 0.42 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$ )

#### Rješenje 219

$$l = 31.4 \text{ m}, \quad I = 0.8 \text{ A}, \quad U = 80 \text{ V}, \quad \rho = 0.42 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}, \quad r = ?$$

Ploština kruga polumjera  $r$  iznosi:

$$P = r^2 \cdot \pi.$$

Ohmov zakon je temeljni zakon elektrotehnike.

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

$$I = \frac{U}{R} \Rightarrow U = I \cdot R - \text{pad napona},$$

gdje je  $I$  jakost struje kroz strujni krug u amperima (A),  $U$  napon izvora u voltima (V),  $R$  ukupan otpor strujnog kruga u omima ( $\Omega$ ).

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

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

$$\left. \begin{array}{l} S = r^2 \cdot \pi \\ R = \rho \cdot \frac{l}{S} \\ U = I \cdot R \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} R = \rho \cdot \frac{l}{r^2 \cdot \pi} \\ U = I \cdot R \end{array} \right\} \Rightarrow U = I \cdot \rho \cdot \frac{l}{r^2 \cdot \pi} \Rightarrow U = I \cdot \rho \cdot \frac{l}{r^2 \cdot \pi} \cdot \frac{r^2}{U} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow r^2 = \frac{I \cdot \rho \cdot l}{\pi \cdot U} \Rightarrow r^2 = \frac{I \cdot \rho \cdot l}{\pi \cdot U} \sqrt{\quad} \Rightarrow r = \sqrt{\frac{I \cdot \rho \cdot l}{\pi \cdot U}} =$$

$$= \sqrt{\frac{0.8 \text{ A} \cdot 0.42 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m} \cdot 31.4 \text{ m}}{\pi \cdot 80 \text{ V}}} = 0.000205 \approx 0.21 \text{ mm}.$$

### Vježba 219

Koliki mora biti polumjer manganinske žice duge 314 dm kroz koju teče struja 0.8 A ako je napon između krajeva 80 V? (električna otpornost manganina  $\rho = 0.42 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$ )

**Rezultat:** 0.21 mm.

### Zadatak 220 (Tomislav, gimnazija)

Kolika je jakost struje pri kruženju elektrona oko protona u atomu vodika ako je polumjer kružnice  $53 \cdot 10^{-12} \text{ m}$  i brzina elektrona  $2.2 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ ? (naboj elektrona  $e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ )

A. 100 A      B. 1 A      C. 1 mA      D. 0.02 mA

### Rješenje 220

$$r = 53 \cdot 10^{-12} \text{ m}, \quad v = 2.2 \cdot 10^6 \text{ m/s}, \quad Q = e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}, \quad I = ?$$

Tijelo rotira kada se njegove čestice gibaju po kružnicama čija središta leže u istoj točki ili na istom pravcu. Brzina točke (obodna, linearna brzina) udaljene  $r$  od središta vrtnje (rotacije) iznosi

$$v = \frac{2 \cdot r \cdot \pi}{T} \Rightarrow T = \frac{2 \cdot r \cdot \pi}{v},$$

gdje je  $T$  perioda, trajanje jednog ophoda (okretaja) izraženo u sekundama.

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

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

$$\left. \begin{array}{l} T = \frac{2 \cdot r \cdot \pi}{v} \\ I = \frac{Q}{t} \end{array} \right\} \Rightarrow [T = t] \Rightarrow \left. \begin{array}{l} t = \frac{2 \cdot r \cdot \pi}{v} \\ I = \frac{Q}{t} \end{array} \right\} \Rightarrow I = \frac{Q}{\frac{2 \cdot r \cdot \pi}{v}} \Rightarrow I = \frac{Q}{\frac{2 \cdot r \cdot \pi}{v}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I = \frac{Q \cdot v}{2 \cdot r \cdot \pi} = [Q = e] \Rightarrow I = \frac{e \cdot v}{2 \cdot r \cdot \pi} = \frac{1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 2.2 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{2 \cdot 53 \cdot 10^{-12} \text{ m} \cdot \pi} = 1.06 \cdot 10^{-3} \text{ A} \approx 1 \text{ mA}.$$

Odgovor je pod C.



### Vježba 220

Kolika je jakost struje pri kruženju elektrona oko protona u atomu vodika ako je polumjer kružnice  $53 \cdot 10^{-12} \text{ m}$  i brzina elektrona  $2.2 \cdot 10^3 \text{ km / s}$ ? (naboj elektrona  $e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ )

- A. 100 A      B. 1 A      C. 1 mA      D. 0.02 mA

**Rezultat:** C.

www.halapa.com