

### Zadatak 181 (Anita, strukovna škola)

Električni motor priključen je na akumulator napona 6 V. Ako je jakost struje 0.5 A, koliki je rad motora kroz 5 minuta. Kolika je snaga motora?

#### Rješenje 181

$$U = 6 \text{ V}, \quad I = 0.5 \text{ A}, \quad t = 5 \text{ min} = [5 \cdot 60] = 300 \text{ s}, \quad W = ?, \quad P = ?$$

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:

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

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

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

Brzinu rada izražavamo snagom. Snaga P jednaka je omjeru rada W i vremena t za koje je rad obavljen, tj.

$$P = \frac{W}{t}.$$

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.

Za vrijeme t kroz motor prođe naboj Q pa je rad jednak:

$$\left. \begin{array}{l} Q = I \cdot t \\ W = U \cdot Q \end{array} \right\} \Rightarrow W = U \cdot I \cdot t = 6 \text{ V} \cdot 0.5 \text{ A} \cdot 300 \text{ s} = 900 \text{ J}.$$

Snagu možemo izračunati na dva načina:

- snaga je jednaka kvocijentu rada i vremena

$$P = \frac{W}{t} = \frac{900 \text{ J}}{300 \text{ s}} = 3 \text{ W}$$

- snaga je jednaka umnošku napona i struje

$$P = U \cdot I = 6 \text{ V} \cdot 0.5 \text{ A} = 3 \text{ W}.$$

### Vježba 181

Električni motor priključen je na akumulator napona 3 V. Ako je jakost struje 0.5 A, koliki je rad motora kroz 10 minuta. Kolika je snaga motora?

**Rezultat:**  $W = 900 \text{ J}, P = 1.5 \text{ W}.$

### Zadatak 182 (Anita, strukovna škola)

Željeznom žicom ploštine presjeka  $1.5 \text{ mm}^2$  teče struja jakosti 20 A. Koliki je pad napona na duljini 1 m? (električna otpornost željeza  $\rho = 0.1 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$ )

#### Rješenje 182

$$S = 1.5 \text{ mm}^2 = 1.5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2, \quad I = 20 \text{ A}, \quad l = 1 \text{ m}, \quad \rho = 0.1 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}, \quad U = ?$$

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.

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

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

Pad napona iznosi:

$$\left. \begin{array}{l} R = \rho \cdot \frac{l}{S} \\ U = I \cdot R \end{array} \right\} \Rightarrow U = I \cdot \rho \cdot \frac{l}{S} = 20 \text{ A} \cdot 0.1 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m \cdot \frac{1 \text{ m}}{1.5 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2} = 1.33 \text{ V}.$$

### Vježba 182

Bakrenom žicom ploštine presjeka  $1.5 \text{ mm}^2$  teče struja jakosti 20 A. Koliki je pad napona na duljini 1 m? (električna otpornost bakra  $\rho = 0.0172 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot m$ )

**Rezultat:** U = 0.23 V.

### Zadatak 183 (Domagoj, strukovna škola)

Dvije žarulje od 110 V, od kojih jedna ima snagu 25 W, a druga 100 W, serijski su spojene i priključene na napon 220 V. Izračunati padove napona na žaruljama.

#### Rješenje 183

$$U_0 = 110 \text{ V}, \quad P_1 = 25 \text{ W}, \quad P_2 = 100 \text{ W}, \quad U = 220 \text{ V}, \quad U_1 = ?, \quad U_2 = ?$$

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

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

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

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

$$R = R_1 + R_2.$$

**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.

Ukupni pad napona na serijskome spoju jednak je zbroju pojedinih padova napona.

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots + U_n.$$

Otpori žarulja su:

$$R_1 = \frac{U_0^2}{P_1}, \quad R_2 = \frac{U_0^2}{P_2}.$$

Kada se žarulje spoje u seriju ekvivalentni otpor R iznosi:

$$R = R_1 + R_2 \Rightarrow R = \frac{U_0^2}{P_1} + \frac{U_0^2}{P_2} \Rightarrow R = U_0^2 \cdot \left( \frac{1}{P_1} + \frac{1}{P_2} \right).$$

Struja u električnom krugu, napona U i otpora R, jednaka je:

$$I = \frac{U}{R} \Rightarrow I = \frac{U}{U_0^2 \cdot \left( \frac{1}{P_1} + \frac{1}{P_2} \right)}.$$

Padovi napona na žaruljama, nakon spajanja u seriju, imaju vrijednosti:

$$\bullet U_1 = I \cdot R_1 \Rightarrow \left[ \begin{array}{l} I = \frac{U}{U_0^2 \cdot \left( \frac{1}{P_1} + \frac{1}{P_2} \right)} \\ R_1 = \frac{U_0^2}{P_1} \end{array} \right] \Rightarrow U_1 = \frac{U}{U_0^2 \cdot \left( \frac{1}{P_1} + \frac{1}{P_2} \right)} \cdot \frac{U_0^2}{P_1} \Rightarrow$$

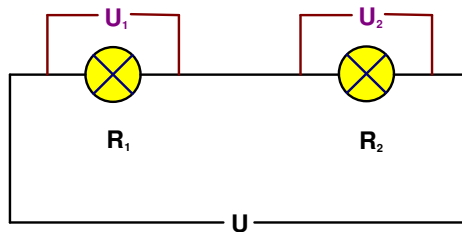
$$\Rightarrow U_1 = \frac{U}{U_0^2 \cdot \left( \frac{1}{P_1} + \frac{1}{P_2} \right)} \cdot \frac{U_0^2}{P_1} \Rightarrow U_1 = \frac{U}{\frac{1}{P_1} + \frac{1}{P_2}} \cdot \frac{1}{P_1} \Rightarrow U_1 = \frac{U}{\frac{P_2}{P_1} + 1} = \frac{220 \text{ V}}{1 + \frac{25 \text{ W}}{100 \text{ W}}} = 176 \text{ V}$$

$$\bullet U_2 = I \cdot R_2 \Rightarrow \left[ \begin{array}{l} I = \frac{U}{U_0^2 \cdot \left( \frac{1}{P_1} + \frac{1}{P_2} \right)} \\ R_2 = \frac{U_0^2}{P_2} \end{array} \right] \Rightarrow U_2 = \frac{U}{U_0^2 \cdot \left( \frac{1}{P_1} + \frac{1}{P_2} \right)} \cdot \frac{U_0^2}{P_2} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow U_2 = \frac{U}{U_0^2 \cdot \left( \frac{1}{P_1} + \frac{1}{P_2} \right)} \cdot \frac{U_0^2}{P_2} \Rightarrow U_2 = \frac{U}{\frac{1}{P_1} + \frac{1}{P_2}} \cdot \frac{1}{P_2} \Rightarrow U_2 = \frac{U}{\frac{P_1}{P_2} + 1} = \frac{220 \text{ V}}{\frac{100 \text{ W}}{25 \text{ W}} + 1} = 44 \text{ V}.$$

Ili ovako:

$$U = U_1 + U_2 \Rightarrow U_1 + U_2 = U \Rightarrow U_2 = U - U_1 = 220 \text{ V} - 176 \text{ V} = 44 \text{ V}.$$



### Vježba 183

Dvije žarulje od 110 V, od kojih jedna ima snagu 60 W, a druga 100 W, serijski su spojene i priključene na napon 220 V. Izračunati padove napona na žaruljama.

**Rezultat:** 137.5 V, 82.5 V.

### Zadatak 184 (Andrea, Boško, gimnazija)

Grijač ima snagu 100 W i njegova je učinkovitost pretvaranja električne u toplinsku energiju 100%. Odredi koliko se topline oslobodi na njemu tijekom 10 minuta.

#### Rješenje 184

$$P = 100 \text{ W}, \quad t = 10 \text{ min} = 600 \text{ s}, \quad Q = ?$$

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

$$E = P \cdot t,$$

gdje je P snaga kojom se u trošilu električna energija pretvara u druge oblike energije, t vrijeme. Budući da se električna energija pretvori u toplinsku bez gubitaka, vrijedi:

$$\left. \begin{array}{l} Q = E \\ E = P \cdot t \end{array} \right\} \Rightarrow Q = P \cdot t = 100 \text{ W} \cdot 600 \text{ s} = 60000 \text{ J} = 60 \text{ kJ} = 6 \cdot 10^4 \text{ J}.$$

#### Vježba 184

Grijač ima snagu 200 W i njegova je učinkovitost pretvaranja električne u toplinsku energiju 100%. Odredi koliko se topline oslobodi na njemu tijekom 5 minuta.

**Rezultat:** 60 kJ.

### Zadatak 185 (Andrea, Boško, gimnazija)

Ako je poznat specifični toplinski kapacitet vode,  $4200 \text{ J} / (\text{kg} \cdot \text{K})$ , izračunaj za koliko će stupnjeva, u idealnim uvjetima, grijač snage 100 W tijekom 10 minuta zagrijati šalicu vode. Masa vode u šalici je 200 g, a sama šalina je od stiropora i sve eventualne gubitke topline na nju kao i na okolinu možemo zanemariti.

#### Rješenje 185

$$c = 4200 \text{ J} / (\text{kg} \cdot \text{K}), \quad P = 100 \text{ W}, \quad t = 10 \text{ min} = 600 \text{ s}, \quad m = 200 \text{ g} = 0.2 \text{ kg}, \quad \Delta t = ?$$

Toplina koju neko tijelo zagrijavanjem primi odnosno hlađenjem izgubi jednaka je

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t,$$

gdje je m masa tijela, c specifični toplinski kapacitet, a  $\Delta t$  promjena temperature tijela.

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

$$E = P \cdot t,$$

gdje je P snaga kojom se u trošilu električna energija pretvara u druge oblike energije, t vrijeme. Budući da nema gubitaka topline, vrijedi:

$$\begin{aligned} Q = E &\Rightarrow m \cdot c \cdot \Delta t = P \cdot t \Rightarrow m \cdot c \cdot \Delta t = P \cdot t / \frac{1}{m \cdot c} \Rightarrow \\ &\Rightarrow \Delta t = \frac{P \cdot t}{m \cdot c} = \frac{100 \text{ W} \cdot 600 \text{ s}}{0.2 \text{ kg} \cdot 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{K}}} = 71.43 \text{ K}. \end{aligned}$$

Ili

$$\Delta t = 71.43 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Riječ je samo o promjeni temperature.

#### Vježba 185

Ako je poznat specifični toplinski kapacitet vode,  $4200 \text{ J} / (\text{kg} \cdot \text{K})$ , izračunaj za koliko će stupnjeva, u idealnim uvjetima, grijač snage 200 W tijekom 10 minuta zagrijati šalicu vode. Masa vode u šalici je 400 g, a sama šalina je od stiropora i sve eventualne gubitke topline na nju kao i na okolinu možemo zanemariti.

**Rezultat:** 71.43 °C.

### Zadatak 186 (Andrea, gimnazija)

Na električnoj žarulji stoji oznaka 60 W / 220 V. Cijena jednog kWh električne energije po dnevnoj tarifi iznosi 92 lipe. Odredi koliko bi koštalo da žarulja gori u podrumskom prostoru 8 sati dnevno tijekom 20 radnih dana. Naravno, spojiti ćemo je na napon od 220 V.

#### Rješenje 186

$P = 60 \text{ W}$ ,  $U_1 = U_2 = U = 220 \text{ V}$ ,  $k = 92 \text{ lp} = 0.92 \text{ kn}$ ,  $t_1 = 8 \text{ h}$ ,  $t_2 = 20 \text{ dana}$ ,  
 $c = ?$

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

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

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

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

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

gdje je  $U$  napon između krajeva promatranog trošila,  $R$  otpor tog trošila, a  $t$  vrijeme.

Pomoću oznaka na električnoj žarulji odredimo njezin otpor.

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

Ako žarulja gori 8 sati dnevno tijekom 20 radnih dana potrošena električna energija iznosi:

$$\left. \begin{array}{l} R = \frac{U^2}{P} \\ E = \frac{U^2}{R} \cdot t_1 \cdot t_2 \end{array} \right\} \Rightarrow E = \frac{U^2}{\frac{U^2}{P}} \cdot t_1 \cdot t_2 \Rightarrow E = \frac{U^2}{U^2} \cdot P \cdot t_1 \cdot t_2 \Rightarrow E = \frac{U^2}{U^2} \cdot P \cdot t_1 \cdot t_2 \Rightarrow E = P \cdot t_1 \cdot t_2 =$$
$$= 60 \text{ W} \cdot 8 \text{ h} \cdot 20 = 9600 \text{ Wh} = 9.6 \text{ kWh}.$$

Cijena potrošene električne energije je:

$$c = E \cdot k = 9.6 \cdot 0.92 \text{ kn} = 8.83 \text{ kn}.$$



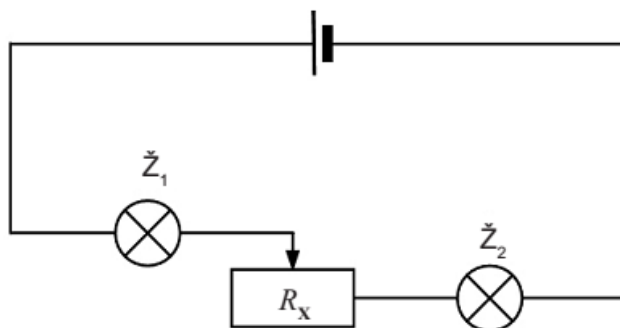
### Vježba 186

Na električnoj žarulji stoji oznaka 60 W / 220 V. Cijena jednog kWh električne energije po dnevnoj tarifi iznosi 92 lipe. Odredi koliko bi koštalo da žarulja gori u podrumskom prostoru 16 sati dnevno tijekom 10 radnih dana. Naravno, spojiti ćemo je na napon od 220 V.

**Rezultat:** 8.83 kn.

### Zadatak 187 (Vedran, gimnazija)

Na izvor istosmjernoga napona serijski su spojene žaruljice  $\check{Z}_1$  i  $\check{Z}_2$  te promjenjivi otpornik, kao što je prikazano na crtežu. Što će se od navedenoga dogoditi s intenzitetima svjetlosti žaruljica kada se promjenjivom otporniku poveća otpor  $R_x$ ?



- A. Smanjit će se intenziteti svjetlosti žaruljica  $\check{Z}_1$  i  $\check{Z}_2$ .
- B. Smanjit će se intenzitet svjetlosti žaruljice  $\check{Z}_1$ , a povećat će se intenzitet svjetlosti žaruljice  $\check{Z}_2$ .
- C. Povećat će se intenzitet svjetlosti žaruljice  $\check{Z}_1$ , a smanjit će se intenzitet svjetlosti žaruljice  $\check{Z}_2$ .
- D. Povećat će se intenziteti svjetlosti žaruljica  $\check{Z}_1$  i  $\check{Z}_2$ .

**Rješenje 187**

$$I, R_x, U$$

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

**Ohmov zakon** je temeljni zakon elektrotehnike.

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

$$I = \frac{U}{R},$$

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

Uočimo da je uz stalan napon U struja I obrnuto razmjerana s otporom R. Ako se otpor poveća, struja će se smanjiti. Ako se otpor smanji, struja će se povećati.

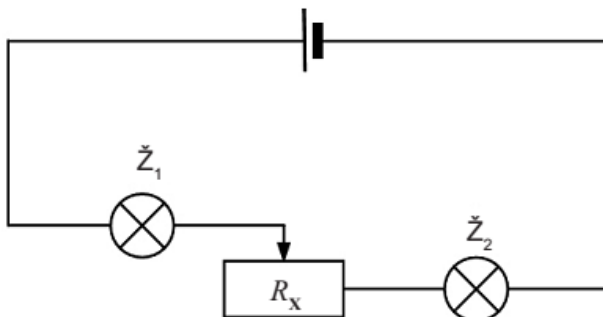
$$I \sim \frac{1}{R}, U = konst.$$

Na crtežu vidi se da je napon stalan pa kada povećamo otpor  $R_x$  struja će se smanjiti, tj. smanjit će se intenziteti svjetlosti žaruljica  $\check{Z}_1$  i  $\check{Z}_2$  koje su spojene serijski.

Odgovor je pod A.

**Vježba 187**

Na izvor istosmjernoga napona serijski su spojene žaruljice  $\check{Z}_1$  i  $\check{Z}_2$  te promjenjivi otpornik, kao što je prikazano na crtežu. Što će se od navedenoga dogoditi s intenzitetima svjetlosti žaruljica kada se promjenjivomu otporniku smanji otpor  $R_x$ ?



- A. Smanjit će se intenziteti svjetlosti žaruljica  $\check{Z}_1$  i  $\check{Z}_2$ .
- B. Smanjit će se intenzitet svjetlosti žaruljice  $\check{Z}_1$ , a povećat će se intenzitet svjetlosti žaruljice  $\check{Z}_2$ .
- C. Povećat će se intenzitet svjetlosti žaruljice  $\check{Z}_1$ , a smanjit će se intenzitet svjetlosti žaruljice  $\check{Z}_2$ .
- D. Povećat će se intenziteti svjetlosti žaruljica  $\check{Z}_1$  i  $\check{Z}_2$ .

**Rezultat:** D.

### Zadatak 188 (Admin, srednja škola)

Dizalo mase 1.2 t podigne se na 15 m visine za 0.5 min. Napon na priključcima motora je 220 V, a djelotvornost motora 90%.

a) Odredi snagu motora.

b) Izračunaj struju koja prolazi zavojnicom motora. (ubrzanje slobodnog pada  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ )

#### Rješenje 188

$$m = 1.2 \text{ t} = 1200 \text{ kg}, \quad h = 15 \text{ m}, \quad t = 0.5 \text{ min} = 30 \text{ s}, \quad U = 220 \text{ V},$$
$$\eta = 90\% = \frac{90}{100} = 0.90, \quad g = 9.81 \text{ m/s}^2, \quad P_u = ?, \quad I = ?$$

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.

Kad tijelo obavlja rad, mijenja mu se energija. Promjena energije tijela jednaka je utrošenom radu.

Brzinu rada izražavamo snagom. Snaga  $P$  jednaka je omjeru rada  $W$  i vremena  $t$  za koje je rad obavljen, tj.

$$P = \frac{W}{t}.$$

Kvocijent između energije koju iskorišćujemo od nekog stroja i ukupne energije koju ulažemo u stroj zovemo djelotvornost stroja  $\eta$ .

$$\eta = \frac{W_k}{W_u}, \quad \eta = \frac{P_k}{P_u}.$$

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.

Rad koji obavi motor dizala jednak je promjeni gravitacijske potencijalne energije dizala.

$$\left. \begin{array}{l} W = E_{gp} \\ E_{gp} = m \cdot g \cdot h \end{array} \right\} \Rightarrow W = m \cdot g \cdot h$$

pa je korisna snaga motora

$$\left. \begin{array}{l} P_k = \frac{W}{t} \\ W = m \cdot g \cdot h \end{array} \right\} \Rightarrow P_k = \frac{m \cdot g \cdot h}{t}.$$

a) Snaga motora (uložena snaga  $P_u$ ) iznosi:

$$\eta = \frac{P_k}{P_u} \Rightarrow \eta = \frac{P_k}{P_u} \cdot \frac{P_u}{\eta} \Rightarrow P_u = \frac{P_k}{\eta} \Rightarrow P_u = \frac{\frac{m \cdot g \cdot h}{t}}{\eta} \Rightarrow P_u = \frac{\frac{m \cdot g \cdot h}{t}}{\frac{\eta}{1}} \Rightarrow P_u = \frac{m \cdot g \cdot h}{\eta \cdot t} =$$
$$= \frac{1200 \text{ kg} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 15 \text{ m}}{0.90 \cdot 30 \text{ s}} = 6540 \text{ W}.$$

b) Kroz zavojnicu motora protječe struja jakosti  $I$  koja je određena relacijom

$$\left. \begin{aligned} P_u &= U \cdot I \\ P_u &= \frac{m \cdot g \cdot h}{\eta \cdot t} \end{aligned} \right\} \Rightarrow U \cdot I = \frac{m \cdot g \cdot h}{\eta \cdot t} \Rightarrow U \cdot I = \frac{m \cdot g \cdot h}{\eta \cdot t} \cdot \frac{1}{U} \Rightarrow I = \frac{m \cdot g \cdot h}{\eta \cdot t \cdot U} =$$

$$= \frac{1200 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 15 \text{ m}}{0.90 \cdot 30 \text{ s} \cdot 220 \text{ V}} = 29.73 \text{ A.}$$

### Vježba 188

Dizalo mase 2.4 t podigne se na 15 m visine za 1 min. Napon na priključcima motora je 220 V, a djelotvornost motora 90%.

a) Odredi snagu motora.

b) Izračunaj struju koja protječe zavojnicom motora. (ubrzanje slobodnog pada  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ )

**Rezultat:** 6540 W, 29.73 A.

### Zadatak 189 (Ante, srednja škola)

Na izvor struje priključimo vodič, prvi puta otpora  $4 \Omega$ , a drugi puta otpora  $9 \Omega$ . U oba slučaja količina topline  $Q$  koja se oslobodi na vodičima za jednako vrijeme, jednaka je. Koliki je unutarnji otpor izvora?

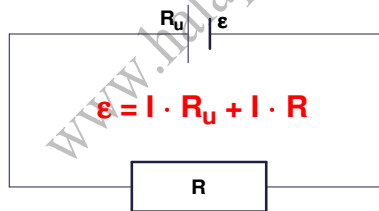
#### Rješenje 189

$$R_1 = 4 \Omega, \quad R_2 = 9 \Omega, \quad Q_1 = Q_2, \quad r = ?$$

#### 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.

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



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.

Iz uvjeta zadatka može se napisati:

$$Q_1 = Q_2 \Rightarrow I_1^2 \cdot R_1 \cdot t = I_2^2 \cdot R_2 \cdot t \Rightarrow I_1^2 \cdot R_1 \cdot t = I_2^2 \cdot R_2 \cdot t \cdot \frac{1}{I_2^2 \cdot R_1 \cdot t} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{I_1^2}{I_2^2} = \frac{R_2}{R_1} \Rightarrow \left( \frac{I_1}{I_2} \right)^2 = \frac{R_2}{R_1} \Rightarrow \left( \frac{I_1}{I_2} \right) = \frac{R_2}{R_1} \cdot \sqrt{\quad} \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \sqrt{\frac{R_2}{R_1}}.$$

Električna energija pretvara se u toplinu pa vrijedi:

$$Q_1 = Q_2 = E.$$

Na temelju Ohmova zakona za cijeli strujni krug dobije se:



$$\left. \begin{aligned} E &= I_1 \cdot (r + R_1) \\ E &= I_2 \cdot (r + R_2) \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left[ \begin{array}{l} \text{metoda} \\ \text{komparacije} \end{array} \right] \Rightarrow I_1 \cdot (r + R_1) = I_2 \cdot (r + R_2) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_1 \cdot (r + R_1) = I_2 \cdot (r + R_2) \cdot \frac{1}{I_2 \cdot (r + R_1)} \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = \frac{r + R_2}{r + R_1}.$$

Iz sustava jednadžbi izračunamo unutarnji otpor r.

$$\left. \begin{aligned} \frac{I_1}{I_2} &= \frac{\sqrt{R_2}}{\sqrt{R_1}} \\ \frac{I_1}{I_2} &= \frac{r + R_2}{r + R_1} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \left[ \begin{array}{l} \text{metoda} \\ \text{komparacije} \end{array} \right] \Rightarrow \sqrt{\frac{R_2}{R_1}} = \frac{r + R_2}{r + R_1} \Rightarrow \sqrt{\frac{R_2}{R_1}} = \frac{r + R_2}{r + R_1} \cdot (r + R_1) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow (r + R_1) \cdot \sqrt{\frac{R_2}{R_1}} = r + R_2 \Rightarrow r \cdot \sqrt{\frac{R_2}{R_1}} + R_1 \cdot \sqrt{\frac{R_2}{R_1}} = r + R_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow r \cdot \sqrt{\frac{R_2}{R_1}} - r = R_2 - R_1 \cdot \sqrt{\frac{R_2}{R_1}} \Rightarrow r \cdot \left( \sqrt{\frac{R_2}{R_1}} - 1 \right) = R_2 - R_1 \cdot \sqrt{\frac{R_2}{R_1}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow r \cdot \left( \sqrt{\frac{R_2}{R_1}} - 1 \right) = R_2 - R_1 \cdot \sqrt{\frac{R_2}{R_1}} \cdot \frac{1}{\sqrt{\frac{R_2}{R_1}} - 1} \Rightarrow r = \frac{R_2 - R_1 \cdot \sqrt{\frac{R_2}{R_1}}}{\sqrt{\frac{R_2}{R_1}} - 1} =$$

$$= \frac{9 \Omega - 4 \Omega \cdot \sqrt{\frac{9 \Omega}{4 \Omega}}}{\sqrt{\frac{9 \Omega}{4 \Omega}} - 1} = 6 \Omega.$$

### Vježba 189

Na izvor struje priključimo vodič, prvi puta otpora  $8 \Omega$ , a drugi puta otpora  $18 \Omega$ . U oba slučaja količina topline Q koja se oslobodi na vodičima za jednako vrijeme, jednaka je. Koliki je unutarnji otpor izvora?

**Rezultat:**  $12 \Omega$ .

### Zadatak 190 (Marina, maturantica)

Baterija je spojena s otpornikom otpora R. Kada kroz bateriju prolazi naboj od 2000 C na otporniku se oslobađa 2500 J energije, a na unutarnjem otporu baterije 1500 J. Elektromotorni napon baterije je:

- A. 1 V      B. 2 V      C. 3 V      D. 4 V

### Rješenje 190

$$R, \quad Q = 2000 \text{ C}, \quad W_1 = 2500 \text{ J}, \quad W_2 = 1500 \text{ J}, \quad \varepsilon = ?$$

Napon U između dvije točke električnog polja jednak je radu što ga treba utrošiti pri prenošenju naboja Q iz jedne točke u drugu.

$$W = Q \cdot U \Rightarrow U = \frac{W}{Q}.$$

Elektromotorni napon  $\varepsilon$  izvora jednak je radu što ga obavi vanjska sila (npr. kemijske pri galvanskom

članku) pri premještanju naboja unutar izvora od jednog pola na drugi. Kada je izvor elektromotornog napona  $\varepsilon$  priključen u strujni krug, njegov se napon raspodjeljuje na pad napona  $U_1$  u vanjskom krugu i pad napona na unutarnjem otporu  $U_2$ .

$$\varepsilon = U_1 + U_2.$$

Računamo elektromotorni napon  $\varepsilon$ .

$$\left. \begin{array}{l} U_1 = \frac{W_1}{Q}, \quad U_2 = \frac{W_2}{Q} \\ \varepsilon = U_1 + U_2 \end{array} \right\} \Rightarrow \varepsilon = \frac{W_1}{Q} + \frac{W_2}{Q} \Rightarrow \varepsilon = \frac{W_1 + W_2}{Q} = \frac{2500 \text{ J} + 1500 \text{ J}}{2000 \text{ C}} = 2 \text{ V}.$$

Odgovor je pod B.

### Vježba 190

Baterija je spojena s otpornikom otpora  $R$ . Kada kroz bateriju prolazi naboj od  $2000 \text{ C}$  na otporniku se oslobađa  $2800 \text{ J}$  energije, a na unutarnjem otporu baterije  $1200 \text{ J}$ . Elektromotorni napon baterije je:

- A.  $1 \text{ V}$       B.  $2 \text{ V}$       C.  $3 \text{ V}$       D.  $4 \text{ V}$

**Rezultat:** B.

### Zadatak 191 (Mate, gimnazija)

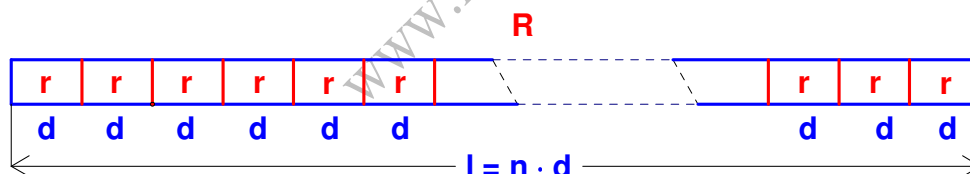
Na drveni štap namotana je izolirana metalna žica. Mate ☺ pokušava odrediti kolika je duljina namotane žice bez odmotavanja. Najprije pusti struju kroz žicu i izmjeri otpor  $5.18 \Omega$ . Zatim odreže komadić žice, duljine  $20 \text{ cm}$ , i izmjeri da je njegov otpor  $0.035 \Omega$ . Kolika je ukupna duljina žice?

#### Rješenje 191

$$R = 5.18 \Omega, \quad d = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}, \quad r = 0.035 \Omega, \quad l = ?$$

Ukupan je otpor od  $n$  serijski spojenih vodiča

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



Zamislimo da smo žicu razrezali na  $n$  jednakih dijelova svaki duljine  $d$  i otpora  $r$ . Budući da je riječ o serijskom spoju, ukupan otpor žice  $R$  iznosi:

$$R = \underbrace{r + r + r + \dots + r}_{n \text{ - dijelova}} \Rightarrow R = n \cdot r \Rightarrow n \cdot r = R \Rightarrow n \cdot r = R \cdot \frac{1}{r} \Rightarrow n = \frac{R}{r}.$$

Žica ima  $n$  jednakih dijelova svaki duljine  $d$  pa je njezina ukupna duljina jednaka

$$\left. \begin{array}{l} n = \frac{R}{r} \\ l = n \cdot d \end{array} \right\} \Rightarrow l = \frac{R}{r} \cdot d = \frac{5.18 \Omega}{0.035 \Omega} \cdot 0.2 \text{ m} = 29.6 \text{ m}.$$

### Vježba 191

Na drveni štap namotana je izolirana metalna žica. Mate ☺ pokušava odrediti kolika je duljina namotane žice bez odmotavanja. Najprije pusti struju kroz žicu i izmjeri otpor  $10.36 \Omega$ . Zatim odreže komadić žice, duljine  $20 \text{ cm}$ , i izmjeri da je njegov otpor  $0.07 \Omega$ . Kolika je ukupna duljina žice?

**Rezultat:**  $29.6 \text{ m}$ .

### Zadatak 192 (Tin, srednja škola)

Da bismo nabili bateriju od četiri jednaka usporodno (paralelno) spojena kondenzatora pomoću izvora napona 1000 V i struje jakosti 0.2 A, potrebno je  $4 \cdot 10^{-4}$  s. Koliki je kapacitet jednog kondenzatora ako je jakost struje za vrijeme nabijanja stalna?

#### Rješenje 192

$$C_1 = C_2 = C_3 = C_4 = C, \quad U = 1000 \text{ V}, \quad I = 0.2 \text{ A}, \quad t = 4 \cdot 10^{-4} \text{ s}, \quad C = ?$$

Kapacitet pločastog kondenzatora iskazujemo jednažbom

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

gdje je Q naboj na jednoj ploči kondenzatora, U napon među pločama kondenzatora.

Ukupni kapacitet od n paralelno spojenih kondenzatora možemo naći iz izraza

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n = \sum_{i=1}^n C_i.$$

Vrijednost kapaciteta ekvivalentnog kondenzatora jednaka je zbroju vrijednosti kapaciteta svakog pojedinog kondenzatora.

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

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

1. inačica

Budući da su kondenzatori spojeni usporodno, ekvivalentni kapacitet iznosi:

$$C_e = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 \Rightarrow C_e = C + C + C + C \Rightarrow C_e = 4 \cdot C.$$

Računamo kapacitet jednog kondenzatora.

$$\left. \begin{array}{l} C_e = 4 \cdot C \\ Q = C_e \cdot U \\ I = \frac{Q}{t} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} Q = 4 \cdot C \cdot U \\ I = \frac{Q}{t} \end{array} \right\} \Rightarrow I = \frac{4 \cdot C \cdot U}{t} \Rightarrow \frac{4 \cdot C \cdot U}{t} = I \Rightarrow$$
$$\Rightarrow \frac{4 \cdot C \cdot U}{t} = I \cdot \frac{t}{4 \cdot U} \Rightarrow C = \frac{I \cdot t}{4 \cdot U} = \frac{0.2 \text{ A} \cdot 4 \cdot 10^{-4} \text{ s}}{4 \cdot 1000 \text{ V}} = 2 \cdot 10^{-8} \text{ F}.$$

2. inačica

Budući da su kondenzatori spojeni usporodno, ekvivalentni kapacitet iznosi:

$$C_e = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 \Rightarrow C_e = C + C + C + C \Rightarrow C_e = 4 \cdot C.$$

Računamo kapacitet jednog kondenzatora.

- $Q = I \cdot t = 0.2 \text{ A} \cdot 4 \cdot 10^{-4} \text{ s} = 8 \cdot 10^{-5} \text{ C}$
- $C_e = \frac{Q}{U} = \frac{8 \cdot 10^{-5} \text{ C}}{1000 \text{ V}} = 8 \cdot 10^{-8} \text{ F}$
- $C_e = 4 \cdot C \Rightarrow C = \frac{1}{4} \cdot C_e = \frac{1}{4} \cdot 8 \cdot 10^{-8} \text{ F} = 2 \cdot 10^{-8} \text{ F}.$

### Vježba 192

Da bismo nabili bateriju od četiri jednaka usporedno (paralelno) spojena kondenzatora pomoću izvora napona 2000 V i struje jakosti 0.2 A, potrebno je  $8 \cdot 10^{-4}$  s. Koliki je kapacitet jednog kondenzatora ako je jakost struje za vrijeme nabijanja stalna?

**Rezultat:**  $2 \cdot 10^{-8}$  F.

### Zadatak 193 (Ivan, tehnička škola)

Trošilo je spojeno na akumulator i kroz njega prolazi struja 2.5 A tijekom 2 sata. Pritom se prenese 108 kJ električne energije. Koliki je napon na krajevima akumulatora?

A. 6 V      B. 12 V      C. 18 V      D. 24 V

### Rješenje 193

$$I = 2.5 \text{ A}, \quad t = 2 \text{ h} = 7200 \text{ s}, \quad E = 108 \text{ kJ} = 1.08 \cdot 10^5 \text{ J}, \quad U = ?$$

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.

Napon na krajevima akumulatora iznosi:

$$E = U \cdot I \cdot t \Rightarrow U \cdot I \cdot t = E \Rightarrow U \cdot I \cdot t = E / \frac{1}{I \cdot t} \Rightarrow U = \frac{E}{I \cdot t} = \frac{1.08 \cdot 10^5 \text{ J}}{2.5 \text{ A} \cdot 7200 \text{ s}} = 6 \text{ V}.$$

Odgovor je pod A.

### Vježba 193

Trošilo je spojeno na akumulator i kroz njega prolazi struja 2.5 A tijekom 2 sata. Pritom se prenese 216 kJ električne energije. Koliki je napon na krajevima akumulatora?

A. 6 V      B. 12 V      C. 18 V      D. 24 V

**Rezultat:** B.

### Zadatak 194 (Mirela, srednja škola)

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

### Rješenje 194

$$U = 380 \text{ V}, \quad m = 1 \text{ t} = 1000 \text{ kg}, \quad t = 10 \text{ min} = [10 \cdot 60] = 600 \text{ s}, \quad h = 10 \text{ m}, \\ g = 9.81 \text{ m/s}^2, \quad I = ?$$

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.

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.

Kad tijelo obavlja rad, mijenja mu se energija. Promjena energije tijela jednaka je utrošenom radu.

Rad električne struje jednak je promjeni gravitacijske potencijalne energije.

$$W = \Delta E_{gp} \Rightarrow U \cdot I \cdot t = m \cdot g \cdot h - m \cdot g \cdot 0 \Rightarrow U \cdot I \cdot t = m \cdot g \cdot h \Rightarrow U \cdot I \cdot t = m \cdot g \cdot h / \frac{1}{U \cdot t} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I = \frac{m \cdot g \cdot h}{U \cdot t} = \frac{1000 \text{ kg} \cdot 9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2} \cdot 10 \text{ m}}{380 \text{ V} \cdot 600 \text{ s}} = 0.43 \text{ A}.$$

### Vježba 194

Motor priključen na napon 380 V pokreće dizalicu koja podigne 1 tonu tereta za 20 min na visinu 20 m. Izračunajte struju koja prolazi motorom. (ubrzanje slobodnog pada  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ )

**Rezultat:** 0.43 A.

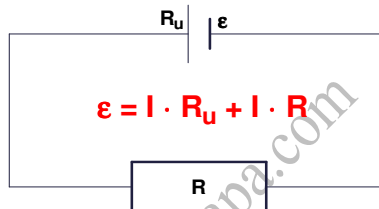
### Zadatak 195 (Petra, gimnazija)

Izvor istosmjerne struje unutarnjeg otpora  $1.5 \Omega$  spojen je s promjenjivim otpornikom čiji se otpor može mijenjati od  $R_1 = 3 \Omega$  do  $R_2 = 7.5 \Omega$ . Koliko se puta pri tome promijeni snaga oslobođena na promjenjivom otporniku?

### Rješenje 195

$$R_u = 1.5 \Omega, \quad R_1 = 3 \Omega, \quad R_2 = 7.5 \Omega, \quad \frac{P_2}{P_1} = ?$$

Kad 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 ( $U = I \cdot R$ ) u vanjskom krugu:



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

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

$$P = I^2 \cdot R,$$

gdje je  $I$  struja i  $R$  otpor trošila.

Kada promjenjivi otpornik ima otpor  $R_1$  oslobođena snaga na njemu iznosi:

$$\left. \begin{array}{l} I_1 = \frac{\varepsilon}{R_u + R_1} \\ P_1 = I_1^2 \cdot R_1 \end{array} \right\} \Rightarrow P_1 = \left( \frac{\varepsilon}{R_u + R_1} \right)^2 \cdot R_1 \Rightarrow P_1 = \frac{\varepsilon^2}{(R_u + R_1)^2} \cdot R_1.$$

Kada promjenjivi otpornik ima otpor  $R_2$  oslobođena snaga na njemu iznosi:

$$\left. \begin{array}{l} I_2 = \frac{\varepsilon}{R_u + R_2} \\ P_2 = I_2^2 \cdot R_2 \end{array} \right\} \Rightarrow P_2 = \left( \frac{\varepsilon}{R_u + R_2} \right)^2 \cdot R_2 \Rightarrow P_2 = \frac{\varepsilon^2}{(R_u + R_2)^2} \cdot R_2.$$

Računamo kvocijent  $P_2$  i  $P_1$ .

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{\frac{\varepsilon^2}{(R_u + R_2)^2} \cdot R_2}{\frac{\varepsilon^2}{(R_u + R_1)^2} \cdot R_1} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{\frac{\varepsilon^2}{(R_u + R_2)^2} \cdot R_2}{\frac{\varepsilon^2}{(R_u + R_1)^2} \cdot R_1} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{\frac{1}{(R_u + R_2)^2} \cdot R_2}{\frac{1}{(R_u + R_1)^2} \cdot R_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{(R_u + R_1)^2 \cdot R_2}{(R_u + R_2)^2 \cdot R_1} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{(1.5 \Omega + 3 \Omega)^2 \cdot 7.5 \Omega}{(1.5 \Omega + 7.5 \Omega)^2 \cdot 3 \Omega} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = 0.625.$$

### Vježba 195

Izvor istosmjerne struje unutarnjeg otpora  $2 \Omega$  spojen je s promjenjivim otpornikom čiji se otpor može mijenjati od  $R_1 = 3 \Omega$  do  $R_2 = 7.5 \Omega$ . Koliko se puta pri tome promijeni snaga oslobođena na promjenjivom otporniku?

**Rezultat:** 0.693.

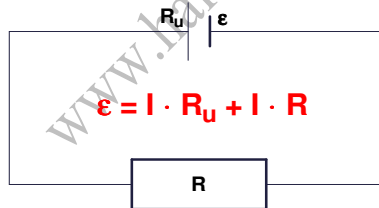
### Zadatak 196 (Petra, gimnazija)

Na akumulator elektromotornog napona  $6.0 \text{ V}$  priključen je uređaj otpora  $2.1 \Omega$  i pri tome izmjerena jakost struje  $2.8 \text{ A}$ . Kolika će biti jakost struje kada se umjesto navedenog uređaja priključi uređaj otpora  $1.2 \Omega$ ?

### Rješenje 196

$$\varepsilon = 6.0 \text{ V}, \quad R = 2.1 \Omega, \quad I = 2.8 \text{ A}, \quad R_1 = 1.2 \Omega, \quad I_1 = ?$$

Kad 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 ( $U = I \cdot R$ ) u vanjskom krugu:



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

Kada je na akumulator priključen prvi uređaj vrijedi

$$\varepsilon = I \cdot R_u + I \cdot R.$$

Kada je na akumulator priključen drugi uređaj vrijedi

$$\varepsilon = I_1 \cdot R_u + I_1 \cdot R_1.$$

Iz sustava jednačbi izračunamo  $I_1$ .

$$\left. \begin{array}{l} I \cdot R_u + I \cdot R = \varepsilon \\ I_1 \cdot R_u + I_1 \cdot R_1 = \varepsilon \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} I \cdot R_u = \varepsilon - I \cdot R \\ I_1 \cdot (R_u + R_1) = \varepsilon \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} I \cdot R_u = \varepsilon - I \cdot R \cdot \frac{1}{I} \\ I_1 \cdot (R_u + R_1) = \varepsilon \cdot \frac{1}{R_u + R_1} \end{array} \right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left. \begin{array}{l} R_u = \frac{\varepsilon - I \cdot R}{I} \\ I_1 = \frac{\varepsilon}{R_u + R_1} \end{array} \right\} \Rightarrow I_1 = \frac{\varepsilon}{\frac{\varepsilon - I \cdot R}{I} + R_1} \Rightarrow I_1 = \frac{\varepsilon}{\frac{\varepsilon - I \cdot R}{I} + \frac{R_1}{1}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow I_1 = \frac{\frac{\varepsilon}{1}}{\varepsilon - I \cdot R + I \cdot R_1} \Rightarrow I_1 = \frac{\varepsilon \cdot I}{\varepsilon - I \cdot R + I \cdot R_1} = \frac{6.0 \text{ V} \cdot 2.8 \text{ A}}{6.0 \text{ V} - 2.8 \text{ A} \cdot 2.1 \Omega + 2.8 \text{ A} \cdot 1.2 \Omega} = 4.8 \text{ A}.$$

### Vježba 196

Na akumulator elektromotornog napona 12.0 V priključen je uređaj otpora 2.1  $\Omega$  i pri tome izmjerena jakost struje 2.8 A. Kolika će biti jakost struje kada se umjesto navedenog uređaja priključi uređaj otpora 1.2  $\Omega$ ?

**Rezultat:** 3.54 A.

### Zadatak 197 (Antonija, gimnazija)

U žici otpora 20  $\Omega$  razvijena je toplina 900 J u vremenu 5 s. Naboj elektrona je  $1.6 \cdot 10^{-19}$  C. Broj elektrona koji su u to vrijeme prošli kroz presjek žice jest:

A.  $5.03 \cdot 10^{10}$       B.  $9.375 \cdot 10^{19}$       C.  $2.1 \cdot 10^{23}$       D.  $3.11 \cdot 10^{19}$

### Rješenje 197

$$R = 20 \Omega, \quad W = 900 \text{ J}, \quad t = 5 \text{ s}, \quad e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}, \quad N = ?$$

Naboj je kvantiziran jer se pojavljuje u cjelobrojnim nakupinama. Budući da je naboj  $e$  najmanji mogući, tijelo može imati manjak ili višak od  $1 \cdot e$ ,  $2 \cdot e$ ,  $3 \cdot e$ , ... odnosno makroskopski naboj tijela  $Q$  može biti samo cjelobrojni višekratnik elementarnog naboja  $e$ :

$$Q = N \cdot e.$$

Električna je struja usmjereno gibanje električnog naboja. Ako za vrijeme  $\Delta t$  presjekom vodiča prođe električni naboj  $\Delta Q$ , tad je jakost električne struje

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

Za stalnu struju vrijedi

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

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

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

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

$$\left. \begin{array}{l} Q = I \cdot t \\ Q = N \cdot e \\ W = I^2 \cdot R \cdot t \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} I \cdot t = N \cdot e \\ W = I^2 \cdot R \cdot t \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} I \cdot t = N \cdot e \\ I^2 \cdot R \cdot t = W \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} I \cdot t = N \cdot e \cdot \frac{1}{t} \\ I^2 \cdot R \cdot t = W \cdot \frac{1}{R \cdot t} \end{array} \right\} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \left. \begin{array}{l} I = \frac{N \cdot e}{t} \\ I^2 = \frac{W}{R \cdot t} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} I = \frac{N \cdot e}{t} \\ I^2 = \frac{W}{R \cdot t} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} I = \frac{N \cdot e}{t} \\ I = \sqrt{\frac{W}{R \cdot t}} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{N \cdot e}{t} = \sqrt{\frac{W}{R \cdot t}} \Rightarrow$$

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

$$\Rightarrow N = \frac{1}{e} \cdot \sqrt{\frac{t \cdot W}{R}} = \frac{1}{1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}} \cdot \sqrt{\frac{5 \text{ s} \cdot 900 \text{ J}}{20 \Omega}} = 9.375 \cdot 10^{19}.$$

Odgovor je pod B.

### Vježba 197

U žici otpora  $40 \Omega$  razvijena je toplina  $1800 \text{ J}$  u vremenu  $5 \text{ s}$ . Naboj elektrona je  $1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ . Broj elektrona koji su u to vrijeme prošli kroz presjek žice jest:

- A.  $5.03 \cdot 10^{10}$       B.  $9.375 \cdot 10^{19}$       C.  $2.1 \cdot 10^{23}$       D.  $3.11 \cdot 10^{19}$

**Rezultat:** B.

### Zadatak 198 (Božidar, srednja škola)

Kroz metalnu žicu prođe u  $10$  sekundi  $10^{21}$  elektrona. Pri tome se u žici razvije toplina od  $10^3 \text{ J}$ . Naboj elektrona je  $1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ . Otpor žice je:

- A.  $0.39 \Omega$       B.  $0.159 \Omega$       C.  $39 \Omega$       D.  $390 \Omega$

### Rješenje 198

$$t = 10 \text{ s}, \quad N = 10^{21}, \quad W = 10^3 \text{ J}, \quad Q = e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}, \quad R = ?$$

Naboj je kvantiziran jer se pojavljuje u cjelobrojnim nakupinama. Budući da je naboj  $e$  najmanji mogući, tijelo može imati manjak ili višak od  $1 \cdot e$ ,  $2 \cdot e$ ,  $3 \cdot e$ , ... odnosno makroskopski naboj tijela  $Q$  može biti samo cjelobrojni višekratnik elementarnog naboja  $e$ :

$$Q = N \cdot e.$$

Električna je struja usmjereno gibanje električnog naboja. Ako za vrijeme  $\Delta t$  presjekom vodiča prođe električni naboj  $\Delta Q$ , tad je jakost električne struje

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

Za stalnu struju vrijedi

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

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

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

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

$$\left. \begin{array}{l} Q = N \cdot e \\ I = \frac{Q}{t} \\ W = I^2 \cdot R \cdot t \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} I = \frac{N \cdot e}{t} \\ I^2 \cdot R \cdot t = W \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} I = \frac{N \cdot e}{t} \\ I^2 \cdot R \cdot t = W \cdot \frac{1}{I^2 \cdot t} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} I = \frac{N \cdot e}{t} \\ R = \frac{W}{I^2 \cdot t} \end{array} \right\} \Rightarrow$$

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

$$\Rightarrow R = \frac{W \cdot t}{(N \cdot e)^2} = \frac{10^3 \text{ J} \cdot 10 \text{ s}}{\left(10^{21} \cdot 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}\right)^2} = 0.39 \Omega.$$

Odgovor je pod A.

### Vježba 198

Kroz metalnu žicu prođe u  $20$  sekundi  $10^{21}$  elektrona. Pri tome se u žici razvije toplina od  $500 \text{ J}$ . Naboj elektrona je  $1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ . Otpor žice je:

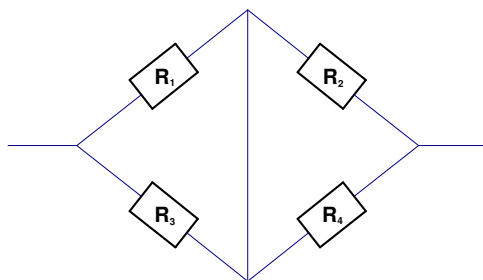
- A.  $0.39 \Omega$       B.  $0.159 \Omega$       C.  $39 \Omega$       D.  $390 \Omega$

**Rezultat:** A.



### Zadatak 199 (Ivan, tehnička škola)

Četiri otpornika otpora  $1 \Omega$  spojeni su prema shemi. Koliki je ukupni otpor?



### Rješenje 199

$$R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R = 1 \Omega, \quad R_u = ?$$

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

$$R = R_1 + R_2.$$

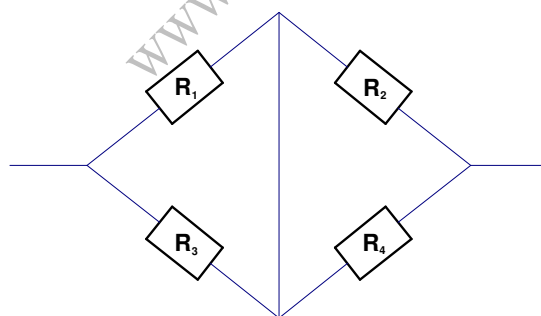
Ukupni otpor R što ga pruža n vodiča spojenih u paralelu možemo naći iz izraza

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

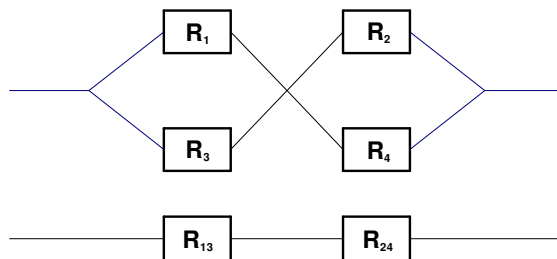
Recipročna vrijednost ukupnog otpora jednaka je zbroju recipročnih vrijednosti paralelno vezanih otpornika.

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

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



U ovom slučaju postoje dva paralelno spojena ( $R_1$  i  $R_3$  te  $R_2$  i  $R_4$ ) otpornika koji su spojeni u seriju pa je ukupni otpor  $R_u$  jednak:

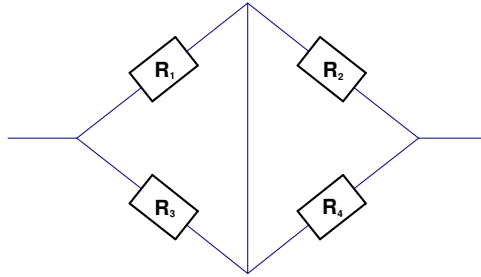


$$R_u = R_{13} + R_{24} \Rightarrow R_u = \frac{R_1 \cdot R_3}{R_1 + R_3} + \frac{R_2 \cdot R_4}{R_2 + R_4} \Rightarrow R_u = \frac{R \cdot R}{R + R} + \frac{R \cdot R}{R + R} \Rightarrow R_u = \frac{R^2}{2 \cdot R} + \frac{R^2}{2 \cdot R} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_u = \frac{R^2}{2 \cdot R} + \frac{R^2}{2 \cdot R} \Rightarrow R_u = \frac{R}{2} + \frac{R}{2} \Rightarrow R_u = \frac{2 \cdot R}{2} \Rightarrow R_u = \frac{2 \cdot R}{2} \Rightarrow R_u = R = 1 \Omega.$$

### Vježba 199

Četiri otpornika otpora  $2 \Omega$  spojeni su prema shemi. Koliki je ukupni otpor?



**Rezultat:**  $2 \Omega$ .

### Zadatak 200 (Marko, tehnička škola)

Odredi masu bakrenog vodiča duljine 1 km čiji je otpor  $450 \Omega$ . (gustoća bakra  $\rho = 8900 \text{ kg/m}^3$ , električna otpornost bakra  $\rho_0 = 0.0172 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$ )

### Rješenje 200

$$l = 1 \text{ km} = 1000 \text{ m}, \quad R = 450 \Omega, \quad \rho = 8900 \text{ kg/m}^3, \quad \rho_0 = 0.0172 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}, \quad m = ?$$

### Obujam valjka

Uspravni i kosi valjak površine osnovke (baze)  $S$  i visine  $v$  imaju jednake obujmove. Taj obujam iznosi:

$$V = S \cdot v$$

Gustoću  $\rho$  neke tvari možemo naći iz omjera mase tijela i njegova obujma:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Električni otpor  $R$  vodiča ovisi o duljini  $l$  vodiča, njegovu presjeku  $S$  i električnoj otpornosti  $\rho_0$ :

$$R = \rho_0 \cdot \frac{l}{S}$$

$$\left. \begin{array}{l} V = S \cdot l \\ \rho = \frac{m}{V} \\ R = \rho_0 \cdot \frac{l}{S} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} \rho = \frac{m}{S \cdot l} \\ R = \rho_0 \cdot \frac{l}{S} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} \rho = \frac{m}{S \cdot l} \cdot \frac{S}{\rho} \\ R = \rho_0 \cdot \frac{l}{S} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} S = \frac{m}{l \cdot \rho} \\ R = \rho_0 \cdot \frac{l}{S} \end{array} \right\} \Rightarrow R = \rho_0 \cdot \frac{l}{\frac{m}{l \cdot \rho}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R = \rho_0 \cdot \frac{l}{\frac{m}{l \cdot \rho}} \Rightarrow R = \rho_0 \cdot \frac{l^2 \cdot \rho}{m} \Rightarrow R = \rho_0 \cdot \frac{l^2 \cdot \rho}{m} \cdot \frac{m}{R} \Rightarrow m = \rho_0 \cdot \frac{l^2 \cdot \rho}{R} =$$

$$= 0.0172 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m} \cdot \frac{(1000 \text{ m})^2 \cdot 8900 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}}{450 \Omega} = 0.34 \text{ kg}.$$

### Vježba 200

Odredi masu bakrenog vodiča duljine 1 km čiji je otpor  $0.45 \text{ k}\Omega$ . (gustoća bakra  $\rho = 8900 \text{ kg/m}^3$ , električna otpornost bakra  $\rho_0 = 0.0172 \cdot 10^{-6} \Omega \cdot \text{m}$ )

**Rezultat:**  $0.34 \text{ kg}$ .