

Zadatak 221 (Marijan, srednja škola)

Voltmetar je baždaren tako da jedan djelić skale pokazuje napon 1 V. Ako se otpornik otpora 4000 Ω spoji paralelno s voltmetrom, isti djelić skale pokazuje napon 0.5 V. Koliki je unutarnji otpor voltmetra?

Rješenje 221

$$U_1 = 1 \text{ V}, \quad R = 4000 \text{ } \Omega, \quad U_2 = 0.5 \text{ V}, \quad r = ?$$

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

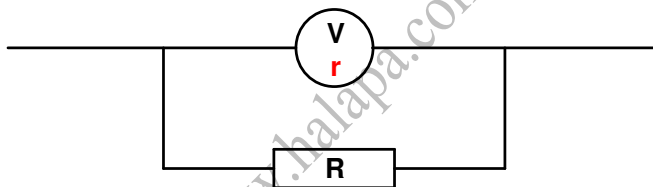
$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Rightarrow R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}.$$

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 (Ω).



Voltmetar unutarnjeg otpora r i otpornik otpora R paralelno su spojeni pa je ukupni (ekvivalentni) otpor jednak

$$R_u = \frac{r \cdot R}{r + R}.$$

Budući da je jakost struje stalna u krugu, slijedi:

$$\begin{aligned} I_1 = I_2 &\Rightarrow \frac{U_1}{r} = \frac{U_2}{R_u} \Rightarrow \frac{U_1}{r} = \frac{U_2}{\frac{r \cdot R}{r + R}} \Rightarrow \frac{U_1}{r} = \frac{U_2}{1} \cdot \frac{r + R}{r \cdot R} \Rightarrow \frac{U_1}{r} = \frac{U_2 \cdot (r + R)}{r \cdot R} \Rightarrow \\ &\Rightarrow \frac{U_1}{r} = \frac{U_2 \cdot (r + R)}{r \cdot R} \quad / \cdot r \cdot R \Rightarrow R \cdot U_1 = U_2 \cdot (r + R) \Rightarrow U_2 \cdot (r + R) = R \cdot U_1 \Rightarrow \\ &\Rightarrow U_2 \cdot r + U_2 \cdot R = R \cdot U_1 \Rightarrow U_2 \cdot r = R \cdot U_1 - U_2 \cdot R \Rightarrow U_2 \cdot r = (U_1 - U_2) \cdot R \Rightarrow \\ &\Rightarrow U_2 \cdot r = (U_1 - U_2) \cdot R \quad / \cdot \frac{1}{U_2} \Rightarrow r = \frac{(U_1 - U_2) \cdot R}{U_2} = \frac{(1 \text{ V} - 0.5 \text{ V}) \cdot 4000 \text{ } \Omega}{0.5 \text{ V}} = 4000 \text{ } \Omega = 4 \text{ k}\Omega. \end{aligned}$$

Vježba 221

Voltmetar je baždaren tako da jedan djelić skale pokazuje napon 2 V. Ako se otpornik otpora 4 kΩ spoji paralelno s voltmetrom, isti djelić skale pokazuje napon 1 V. Koliki je unutarnji otpor voltmetra?

Rezultat: 4 kΩ.

Zadatak 222 (Iva, medicinska škola)

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

Rješenje 222

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

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

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

gdje je R otpor tog trošila, I jakost struje.

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

Vježba 222

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

Rezultat: 230.4 J.

Zadatak 223 (Petar, srednja škola)

Iz akumulatora, koji ima napon 12 V , može se dobiti električna struja od 5 A u vremenskom intervalu od 5 sati. Na koju se maksimalnu visinu može jednolikom brzinom podići teret težine $1.08 \cdot 10^4 \text{ N}$? Trenje zanemarite.

$$A. 0.03 \text{ m} \quad B. 15 \text{ m} \quad C. 100 \text{ m} \quad D. 150 \text{ m}$$

Rješenje 223

$$U = 12 \text{ V}, \quad I = 5 \text{ A}, \quad t = 5 \text{ h} = [5 \cdot 3600] = 18000 \text{ s}, \quad G = 1.08 \cdot 10^4 \text{ N}, \quad h = ?$$

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

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

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

Silu kojom Zemlja privlači sva tijela nazivamo silom težom. Pod djelovanjem sile teže sva tijela padaju na Zemlju ili pritišću na njezinu površinu.

Akceleracija kojom tijela padaju na Zemlju naziva se akceleracijom slobodnog pada. Prema drugom Newtonovu poučku

$$G = m \cdot g,$$

gdje je G sila teža, m masa tijela i g akceleracija slobodnog pada koja je za sva tijela na istome mjestu na Zemlji jednaka. Težina tijela jest sila kojom tijelo zbog Zemljina privlačenja djeluje na horizontalnu podlogu ili ovjes. Za slučaj kad tijelo i podloga, odnosno ovjes, miruju ili se gibaju jednoliko po pravcu s obzirom na Zemlju, težina tijela je veličinom jednaka sili teže.

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

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

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

Zakon očuvanja energije:

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

Rad motora koji koristi pohranjenu električnu energiju iz akumulatora jednak je promjeni gravitacijske potencijalne energije tereta koji podižemo na visinu h .

$$W = E_{gp} \Rightarrow E_{gp} = W \Rightarrow G \cdot h = U \cdot I \cdot t \Rightarrow G \cdot h = U \cdot I \cdot t \cdot \frac{1}{G} \Rightarrow h = \frac{U \cdot I \cdot t}{G} =$$

$$= \frac{12 \text{ V} \cdot 5 \text{ A} \cdot 18000 \text{ s}}{1.08 \cdot 10^4 \text{ N}} = 100 \text{ m.}$$

Odgovor je pod C.

Vježba 223

Iz akumulatora, koji ima napon 12 V, može se dobiti električna struja od 5 A u vremenskom intervalu od 5 sati. Na koju se maksimalnu visinu može jednolikom brzinom podići teret težine $1.08 \cdot 10^4 \text{ N}$? Trenje zanemarite.

- A. 0.03 m B. 15 m C. 100 m D. 150 m

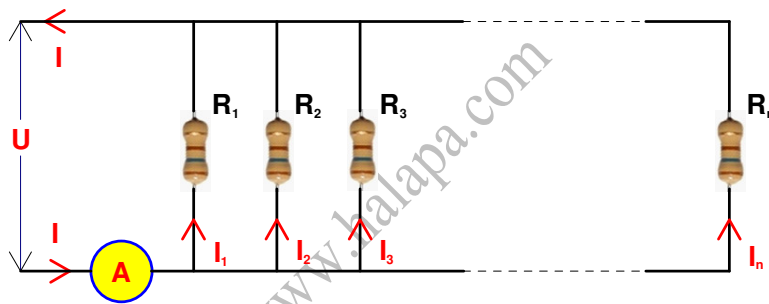
Rezultat: C.

Zadatak 224 (Doc, tehnička škola)

U zgradi su žarulje spojene na izvor napona 220 V. Snaga svake pojedine žarulje pritom naponu iznosi 40 W. Ampermetar spojen serijski na izvor mjeri jakost struje 16 A. Koliko je žarulja upaljeno?

Rješenje 224

$$U = 220 \text{ V}, \quad P = 40 \text{ W}, \quad I = 16 \text{ A}, \quad n = ?$$



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

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

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 jakost struje.

Budući da kroz sve grane teku struje jednake jakosti I_1 (jer su žarulje jednakog otpora), vrijedi:

$$I = n \cdot I_1.$$

Dalje slijedi:

$$\left. \begin{array}{l} I_1 = \frac{P}{U} \\ I = n \cdot I_1 \end{array} \right\} \Rightarrow I = n \cdot \frac{P}{U} \Rightarrow n \cdot \frac{P}{U} = I \Rightarrow n \cdot \frac{P}{U} = I \cdot \frac{U}{P} \Rightarrow n = \frac{I \cdot U}{P} =$$

$$= \frac{16 \text{ A} \cdot 220 \text{ V}}{40 \text{ W}} = 88.$$

Vježba 224

U zgradi su žarulje spojene na izvor napona 220 V. Snaga svake pojedine žarulje pritom naponu iznosi 80 W. Ampermetar spojen serijski na izvor mjeri jakost struje 32 A. Koliko je žarulja upaljeno?

Rezultat: 88.

Zadatak 225 (Doc, tehnička škola)

Tri otpornika otpora $R_1 = 200 \Omega$, $R_2 = 400 \Omega$, $R_3 = 600 \Omega$ serijski su spojeni u strujni krug. Na svakom od otpornika razvija se određena snaga P. Poredajte snage razvijene na tim otpornicima po veličini.

Rješenje 225

$$I, \quad R_1 = 200 \Omega, \quad R_2 = 400 \Omega, \quad R_3 = 600 \Omega, \quad P_1, \quad P_2, \quad P_3$$

Pri serijskom spajanju vodiča kroz sve vodiče teče struja jednake jakosti. Snaga kojom se u trošilu električna energija pretvara u druge oblike energije je

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

gdje je I jakost struje, R otpor tog trošila.

$$\left. \begin{array}{l} P_1 = I^2 \cdot R_1 \\ P_2 = I^2 \cdot R_2 \\ P_3 = I^2 \cdot R_3 \end{array} \right\} \Rightarrow [R_1 < R_2 < R_3] \Rightarrow P_1 < P_2 < P_3.$$

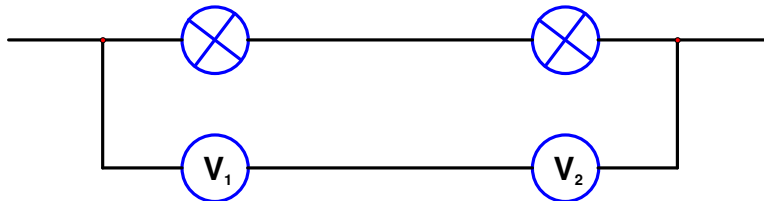
Vježba 225

Tri otpornika otpora $R_1 = 100 \Omega$, $R_2 = 300 \Omega$, $R_3 = 500 \Omega$ serijski su spojeni u strujni krug. Na svakom od otpornika razvija se određena snaga P. Poredajte snage razvijene na tim otpornicima po veličini.

Rezultat: $P_1 < P_2 < P_3$.

Zadatak 226 (Tea, srednja škola)

Na dvije serijski spojene žarulje priključena su dva voltmetra kako je prikazano na slici. Voltmetar V_1 pokazuje napon 6 V, a voltmetar V_2 pokazuje 20 V. Otpor voltmetra V_1 je 4000Ω . Koliki je otpor voltmetra V_2 ?



Rješenje 226

$$U_1 = 6 \text{ V}, \quad U_2 = 20 \text{ V}, \quad R_1 = 4000 \Omega, \quad R_2 = ?$$

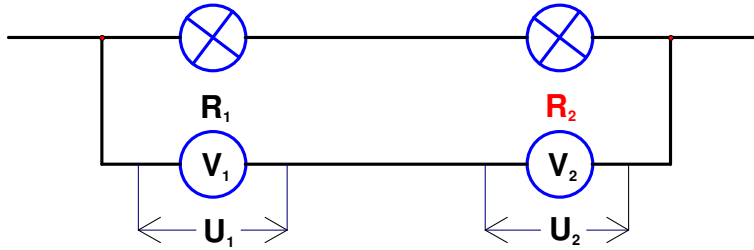
Ohmov zakon je temeljni zakon elektrotehnike.

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 (Ω).

Voltmetar se spaja paralelno (usporedno) s trošilom odnosno između vodiča koji dovode struju trošilu. Voltmetar ima veliki unutarnji otpor.



Kroz voltmetre V_1 i V_2 prolazi struja I pa vrijedi:

$$\left. \begin{array}{l} U_1 = I \cdot R_1 \\ U_2 = I \cdot R_2 \end{array} \right\} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{podijelimo} \\ \text{jednakosti} \end{array} \right] \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{I \cdot R_2}{I \cdot R_1} \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{I \cdot R_2}{I \cdot R_1} \Rightarrow \frac{U_2}{U_1} = \frac{R_2}{R_1} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{U_2}{U_1} \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{U_2}{U_1} / \cdot R_1 \Rightarrow R_2 = \frac{U_2}{U_1} \cdot R_1 = \frac{20 \text{ V}}{6 \text{ V}} \cdot 4000 \Omega = 13333.33 \Omega \approx 13 \text{ k}\Omega.$$

Vježba 226

Na dvije serijski spojene žarulje priključena su dva voltmetra kako je prikazano na slici. Voltmetar V_1 pokazuje napon 12 V, a voltmetar V_2 pokazuje 40 V. Otpor voltmetra V_1 je 4000 Ω . Koliki je otpor voltmetra V_2 ?

Rezultat: 13 k Ω .