

**Jakost električnog struje**  $I$  definiramo kao količinu naboja  $Q$  koja u vremenu  $t$  prođe kroz presjek vodiča:

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

**Gustoća struje**  $J$  je omjer jakosti struje  $I$  i površine presjeka vodiča  $S$ :

$$J = \frac{I}{S}$$

**Električni otpor vodiča**  $R$  proporcionalan je duljini vodiča  $l$ , a obrnuto proporcionalan površini presjeka vodiča  $S$ , gdje je  $\rho$  električna otpornost

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

**Ohmov zakon:** jakost struje  $I$  proporcionalna je naponu  $U$ , a obrnuto proporcionalna otporu  $R$ :

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

**Ovisnost otpora o temperaturi** ( $\alpha$  je temperaturni koeficijent):

$$R = R_0 (1 + \alpha \Delta t)$$

**Realni izvor:** napon realnog izvora umanjeno je za pad napona na izvoru (umnožak struje i unutarnjeg otpora):

$$U = \varepsilon - I \cdot R_u$$

**Spajanje otpornika**

• ukupni otpor **serijskog spoja**  $n$  otpornika:

$$R_u = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

• ukupni otpor **paralelnog spoja**  $n$  otpornika:

$$\frac{1}{R_u} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

**Rad električne struje**

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

**Snaga električne struje**

$$P = U \cdot I$$

**Magnetske sile:**

- **Lorentzova sila** djeluje na točkasti naboj  $Q$  koji se brzinom  $v$  giba u magnetskom polju indukcije  $B$ :

$$F = BQv$$

- **Na vodič** duljine  $l$  kojim teče struja  $I$  u magnetskom polju indukcije  $B$  djeluje sila:

$$F = BI l$$

**Magnetska indukcija:**

- **jakost magnetske indukcije ravnog vodiča** kojim teče struja  $I$  na udaljenosti  $r$  od vodiča:

$$B = \mu_0 \mu_r \frac{I}{2\pi r}$$

- **jakost magnetske indukcije zavojnice** s  $N$  zavoja, duljine  $l$  kroz koju teče struja  $I$ :

$$B = \mu_0 \mu_r \frac{NI}{l}$$

**Magnetska permeabilnost:**

$$\mu = \mu_0 \mu_r$$

**Magnetski tok** je umnožak magnetske indukcije i površine kroz koju prolaze magnetske silnice:

$$\Phi = B \cdot S$$

**Faradayev zakon elektromagnetske indukcije:** inducirani napon jednak je promjeni magnetskog toka u vremenskom intervalu:

$$U_i = -N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

**Samoindukcija** je pojava inducirano napona u zavojnici inuktiviteta  $L$  zbog promjene jakosti struje:

$$U_i = -L \frac{\Delta I}{\Delta t}$$

**Međuindukcija:**

$$M = \sqrt{L_1 L_2}$$

## 1.1. Gibanje naboja pod utjecajem električnog polja

1. Odredite konačnu brzinu elektrona u katodnoj cijevi spojenoj na napon od 220 V.

Rješenje:  $8,8 \cdot 10^6 \text{ ms}^{-1}$

2. Koliki broj elektrona sadrži naboj od  $2 \mu\text{C}$ ?

Rješenje:  $1,25 \cdot 10^{13}$

3. Odredite jakost električnog polja koje djeluje silom od 1 N na naboj od 0,001 C.

Rješenje:  $1000 \text{ NC}^{-1}$

4. Odredite naboj na koji djeluje sila od 5 N ako je jakost električnog polja u toj točki  $10 \text{ NC}^{-1}$ .

Rješenje: 0,5 C

## 1.2. Električna struja

1. Žicom teče stalna struja jakosti 2 A. Koliko naboja prođe kroz žicu u 1 min?

Rješenje: 120 C

2. Koliko elektrona u minuti prođe presjekom žice ako je jakost struje u žici 0,7 A?

Rješenje:  $2,6 \cdot 10^{20}$

3. Koliko elektrona u sekundi prođe kroz električnu žarulju ako je jakost struje kroz žarulju 1,5 A?

Rješenje:  $9,4 \cdot 10^{18}$

4. Odredite jakost struje ako poprečnim presjekom vodiča u vremenu od 2 s prođe  $5 \cdot 10^{20}$  elektrona.

Rješenje: 40 A

5. Odredite gustoću struje ako kroz vodič promjera 2 mm u vremenu od 4 s prođe  $12 \cdot 10^{19}$  elektrona.

Rješenje:  $1,53 \cdot 10^6 \text{ Am}^{-2}$

6. Kroz žaruljicu u vremenu od 2 min prođe količina naboja od 0,5 C. Kolika je jakost struje koja teče kroz žaruljicu?

Rješenje: 0,4 A

7. Kroz žaruljicu teče struja jakosti 0,12 A. Odredite broj elektrona koji prođe kroz žaruljicu u vremenu od 6 min.

Rješenje:  $27 \cdot 10^{19}$

8. U Bohrovu modelu vodikova atoma elektron najnižeg energijskog stanja giba se brzinom od  $2,19 \cdot 10^6 \text{ ms}^{-1}$  kružnom putanjom polumjera  $5,29 \cdot 10^{-11} \text{ m}$ . Kolika je jakost struje?

Rješenje: 1,05 mA

### 1.3. Električni otpor. Ohmov zakon

1. Odredite otpor aluminijske žice duljine 20 cm i promjera 4 mm. ( $\rho_{\text{aluminij}} = 0,0287 \Omega\text{mm}^2\text{m}^{-1}$ )  
Rješenje: 0,46 m $\Omega$
2. Odredite električnu vodljivost bakrene žice duljine 80 cm i promjera 3 mm. ( $\rho_{\text{bakar}} = 0,0175 \Omega\text{mm}^2\text{m}^{-1}$ )  
Rješenje: 504,6 S
3. Žicu od platine, duljine 12 cm i poprečnog presjeka 1,3 mm<sup>2</sup>, spojimo na izvor napona od 0,1 V zanemarivog unutarnjeg otpora. Odredite jakost struje koja će teći žicom. ( $\rho_{\text{platina}} = 0,11 \Omega\text{mm}^2\text{m}^{-1}$ )  
Rješenje: 10 A
4. Odredite poprečni presjek bakrene žice ako joj je duljina 2 m, a njezin otpor 0,02  $\Omega$ . ( $\rho_{\text{bakar}} = 0,0175 \Omega\text{mm}^2\text{m}^{-1}$ )  
Rješenje: 1,75 mm<sup>2</sup>
5. Razlika potencijala od 100 V održava se na otporniku otpora 10  $\Omega$  u vremenu od 20 s. Koliki ukupni naboj prođe kroz žicu u tom vremenu?  
Rješenje: 2 C
6. Izračunajte promjer žarne niti od volframa. Njezina duljina je 2 cm, a otpor 0,05  $\Omega$ . Otpornost volframa je  $5,6 \cdot 10^{-8} \Omega\text{m}$ .  
Rješenje: 0,17 mm
7. Baterija napona 9 V daje struju od 117 mA u strujnom krugu vanjskog otpora 72  $\Omega$ . Odredite unutarnji otpor baterije.  
Rješenje: 4,92  $\Omega$
8. Odredite duljinu aluminijske žice promjera 4 mm i otpora jednakog otporu bakrene žice promjera 2 mm i duljine 60 cm. ( $\rho_{\text{aluminij}} = 0,0287 \Omega\text{mm}^2\text{m}^{-1}$ ,  $\rho_{\text{bakar}} = 0,0175 \Omega\text{mm}^2\text{m}^{-1}$ )  
Rješenje: 1,5 m
9. Kako se odnose duljine bakrene i srebrne žice ako imaju jednake otpore? Poprečni presjek srebrne žice je 2 mm<sup>2</sup>, dok je polumjer bakrene žice 1,2 mm. ( $\rho_{\text{srebro}} = 0,016 \Omega\text{mm}^2\text{m}^{-1}$ ,  $\rho_{\text{bakar}} = 0,0175 \Omega\text{mm}^2\text{m}^{-1}$ )  
Rješenje:  $l_{\text{srebro}} : l_{\text{bakar}} = 2 : 1$
10. Dva aluminijska vodiča imaju jednak otpor. Površine njihovih poprečnih presjeka iznose 2 mm<sup>2</sup> i 1 mm<sup>2</sup>. Kolika je duljina tanjeg vodiča ako je deblji dugačak 10 m?  
Rješenje: 5 m
11. Razlika potencijala od 12 V daje jakost struje od 0,4 A u žici duljine 3,2 m i polumjera 0,4 cm. Izračunajte:
  - a) otpor žice
  - b) otpornost žice.

Rješenje: a) 30  $\Omega$ ; b)  $4,7 \cdot 10^{-4} \Omega\text{m}$

12. U strujnom krugu paralelno su spojeni ampermetar otpora  $R_A = 3 \Omega$  i voltmetar otpora  $R_V = 303 \Omega$ . Na ampermetru je izmjerena struja  $I_A = 25 \text{ mA}$ . Koliki napon pokazuje voltmetar?

Rješenje: 75 mV

13. Akumulator ima elektromotornu silu (EMS) od 12 V i unutarnji otpor od  $0,05 \Omega$ . Na njega je spojena žarulja otpora  $3 \Omega$ . Koliki je napon između polova akumulatora?

Rješenje: 11,8 V

14. U strujnom krugu izmjeničnog napona frekvencije 50 Hz izmjerena je jakost struje od 2 A ako je u krugu samo omski otpornik otpora  $400 \Omega$ . Koliki mora biti kapacitet kondenzatora koji se doda u isti strujni krug kako bi struja pala na 1 A?

Rješenje:  $4,6 \mu\text{F}$

15. Bakrena žica, poprečnog presjeka  $3 \text{ mm}^2$ , dugačka je 10 m na temperaturi od  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ . Koliki je otpor te žice na temperaturi od  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ ? Koeficijent toplinskog rastezanja bakra je  $3,9 \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ , a otpornost  $0,0175 \Omega\text{mm}^2\text{m}^{-1}$ .

Rješenje:  $5,89 \cdot 10^{-2} \Omega$

16. Otpor bakrene žice je  $3,35 \Omega$  pri  $0 \text{ }^\circ\text{C}$ . Koliki otpor ima ista žica pri temperaturi od  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ ? Temperaturni koeficijent bakra je  $4,3 \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ .

Rješenje:  $4,1 \Omega$

17. Žica ima otpor  $25 \Omega$  pri temperaturi od  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , a  $25,17 \Omega$  pri  $35 \text{ }^\circ\text{C}$ . Odredite temperaturni koeficijent.

Rješenje:  $4,5 \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$

18. Odredite unutarnji otpor baterije napona 1,52 V, kojom u kratkom spoju teče struja od 25 A.

Rješenje:  $0,061 \Omega$

19. Izvor istosmjernog napona ima razliku potencijala od 120 V između polova kad nije spojen u strujni krug. Ako ga spojimo u strujni krug kojim teče struja jakosti 20 A, tada je napon između polova izvora 115 V. Odredite unutarnji otpor izvora.

Rješenje:  $0,25 \Omega$

20. Ampermetar može mjeriti maksimalnu struju od 25 mA. Otpor ampermetra je  $R_A = 300 \Omega$  a struja u krugu je 100 mA. Koliki mora biti otpor koji se spoji paralelno s ampermetrom da bi se mogla izmjeriti maksimalna struja?

Rješenje:  $100 \Omega$

21. Od komada metala napravljen je vodič oblika valjka duljine  $l$  i izmjeren mu je otpor  $R$ . Taj komad metala je zatim rastaljen i napravljen je valjak duljine  $2l$ . Koliko sada iznosi izmjereni otpor?

Rješenje:  $4R$