

Zadatak 041 (Frenky, elektrotehnička škola)

U homogenom magnetskom polju indukcije 1.5 T jednoliko se giba vodič brzinom 1 m/s. Duljina je vodiča 10 cm, a njime teče struja 2 A. Vodič se giba okomito na polje. Kolika je snaga potrebna za ovo gibanje?

Rješenje 041

$$B = 1.5 \text{ T}, \quad v = 1 \text{ m/s}, \quad l = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}, \quad I = 2 \text{ A}, \quad \alpha = 90^\circ, \quad P = ?$$

Sila na vodič duljine l kojim teče struja I u magnetskom polju B je

$$F = B \cdot I \cdot l \cdot \sin \alpha,$$

gdje je α kut između smjera struje i polja. Snaga potrebna za to gibanje iznosi:

$$\left. \begin{array}{l} P = \frac{W}{t} = F \cdot v, \quad \alpha = 90^\circ \\ F = B \cdot I \cdot l \cdot \sin \alpha \end{array} \right\} \Rightarrow P = B \cdot I \cdot l \cdot \sin 90^\circ \cdot v \Rightarrow P = B \cdot I \cdot l \cdot 1 \cdot v \Rightarrow P = B \cdot I \cdot l \cdot v =$$

$$= 1.5 \text{ T} \cdot 2 \text{ A} \cdot 0.1 \text{ m} \cdot 1 \frac{\text{m}}{\text{s}} = 0.3 \text{ W}.$$

Vježba 041

U homogenom magnetskom polju indukcije 1.5 T jednoliko se giba vodič brzinom 1 m/s. Duljina je vodiča 100 cm, a njime teče struja 2 A. Vodič se giba okomito na polje. Kolika je snaga potrebna za ovo gibanje?

Rezultat: 3 W.

Zadatak 042 (Mery, gimnazija)

Odredite omjer naboja i mase ($Q : m$) za česticu koja se ubrza iz mirovanja i postigne brzinu $1.2 \cdot 10^7$ m/s zbog razlike potencijala od 400 V.

Rješenje 042

$$v_1 = 0 \text{ m/s}, \quad v_2 = 1.2 \cdot 10^7 \text{ m/s}, \quad U = \varphi_1 - \varphi_2 = 400 \text{ V}, \quad Q : m = ?$$

Čestica u prolazu poljem obavlja rad protiv sile polja. Taj je rad jednak promjeni kinetičke energije čestice:

$$Q \cdot (\varphi_1 - \varphi_2) = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_2^2 - \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_1^2 \Rightarrow \left[\begin{array}{l} U = \varphi_1 - \varphi_2 \\ v_1 = 0 \end{array} \right] \Rightarrow Q \cdot U = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v_2^2 \quad / \cdot \frac{1}{m \cdot U} \Rightarrow \frac{Q}{m} = \frac{v_2^2}{2 \cdot U} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{Q}{m} = \frac{\left(1.2 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2}{2 \cdot 400 \text{ V}} \Rightarrow \frac{Q}{m} = 1.8 \cdot 10^{11} \frac{\text{C}}{\text{kg}}.$$

Vježba 042

Odredite omjer naboja i mase ($Q : m$) za česticu koja se ubrza iz mirovanja i postigne brzinu $1.2 \cdot 10^7$ m/s zbog razlike potencijala od 200 V.

Rezultat: $\frac{Q}{m} = 3.6 \cdot 10^{11} \frac{\text{C}}{\text{kg}}.$

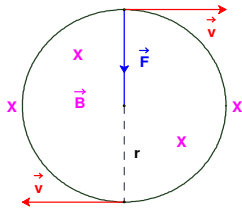
Zadatak 043 (Maca, gimnazija)

Elektron brzine 10^6 m/s upada okomito na silnice homogenog magnetskog polja indukcije 0.02 T. Koliko će vremena proteći dok brzina elektrona poprimi smjer suprotan početnoj brzini? ($m = 9.1 \cdot 10^{-31}$ kg, $e = 1.6 \cdot 10^{-19}$ C).

Rješenje 043

$$v = 10^6 \text{ m/s}, \quad B = 0.02 \text{ T}, \quad m = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}, \quad e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}, \quad t = ?$$

Budući da Lorentzova sila daje elektronu centripetalnu akceleraciju i prisiljava ga da se giba po kružnici polumjera r , vrijedi:



$$m \cdot \frac{v^2}{r} = e \cdot v \cdot B \Rightarrow r = \frac{m \cdot v^2}{e \cdot v \cdot B} \Rightarrow r = \frac{m \cdot v}{e \cdot B}$$

Elektron mijenja smjer gibanja nakon polovice perioda pa je vrijeme t jednako:

$$t = \frac{1}{2} \cdot T \Rightarrow t = \frac{1}{2} \cdot \frac{2 \cdot r \cdot \pi}{v} \Rightarrow t = \frac{r \cdot \pi}{v} \Rightarrow t = \frac{\frac{m \cdot v}{e \cdot B} \cdot \pi}{v} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t = \frac{m \cdot \pi}{e \cdot B} = \frac{9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot \pi}{1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 0.02 \text{ T}} = 8.93 \cdot 10^{-10} \text{ s}$$

Vježba 043

Elektron brzine 10^5 m/s upada okomito na silnice homogenog magnetskog polja indukcije 0.02 T. Koliko će vremena proteći dok brzina elektrona poprimi smjer suprotan početnoj brzini? ($m = 9.1 \cdot 10^{-31}$ kg, $e = 1.6 \cdot 10^{-19}$ C).

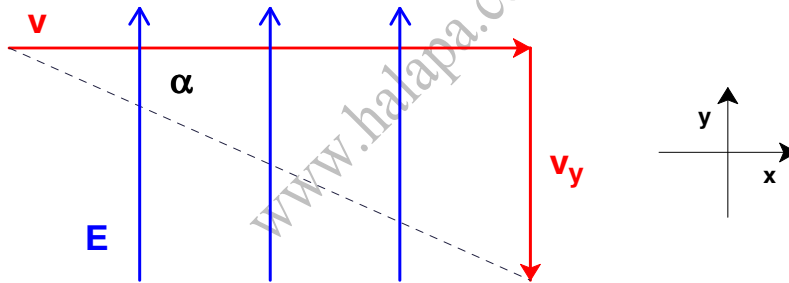
Rezultat: $8.93 \cdot 10^{-10}$ s.

Zadatak 044 (Frenky, elektrotehnička škola)

Elektron ulijeće brzinom 10^6 m/s u homogeno električno polje jakosti 10 N/C okomito na silnice polja. Koliki će mu biti kut otklona od početne putanje kad nakon 10^{-7} s izleti iz polja? Masa elektrona je $9.1 \cdot 10^{-31}$ kg, a naboj elektrona $1.6 \cdot 10^{-19}$ C.

Rješenje 044

$$v = 10^6 \text{ m/s}, \quad E = 10 \text{ N/C}, \quad t = 10^{-7} \text{ s}, \quad m = 9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}, \quad e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}, \quad \alpha = ?$$



Analogija s horizontalnim hicem!

Gibanje elektrona je složeno: sastoji se od jednolikoga gibanja po pravcu brzinom v i ubrzanoga gibanja s akceleracijom a_y u smjeru y – osi. Budući da na elektron djeluje električna sila $F = e \cdot E$, po drugom Newtonovom zakonu slijedi:

$$m \cdot a_y = e \cdot E \Rightarrow a_y = \frac{e \cdot E}{m}$$

Brzina elektrona u smjeru y – osi je:

$$v_y = a_y \cdot t \Rightarrow v_y = \frac{e \cdot E}{m} \cdot t$$

Kut otklona α iznosi:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{v_y}{v} \Rightarrow \operatorname{tg} \alpha = \frac{\frac{e \cdot E}{m} \cdot t}{v} \Rightarrow \operatorname{tg} \alpha = \frac{e \cdot E \cdot t}{m \cdot v} \Rightarrow \alpha = \operatorname{tg}^{-1} \frac{e \cdot E \cdot t}{m \cdot v}$$

$$= \operatorname{tg}^{-1} \frac{1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 10 \frac{\text{N}}{\text{C}} \cdot 10^{-7} \text{ s}}{9.1 \cdot 10^{-31} \text{ kg} \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}} = 90^\circ 58'$$

Vježba 044

Elektron ulijeće brzinom 10^6 m/s u homogeno električno polje jakosti 20 N/C okomito na silnice polja. Koliki će mu biti kut odklona od početne putanje kad nakon 10^{-7} s izleti iz polja? Masa elektrona je $9.1 \cdot 10^{-31}$ kg, a naboj elektrona $1.6 \cdot 10^{-19}$ C.

Rezultat: $19^\circ 22'$.

Zadatak 045 (Kety, gimnazija)

Koliko puta se promijeni rezonantna frekvencija serijskog LC titrajnog kruga ako svakom elementu u krugu serijski priključimo još jedan isti element?

Rješenje 045

$$C_1 = C_2 = C, \quad L_1 = L_2 = L, \quad \nu_1 : \nu_2 = ?$$

Rezonantna frekvencija serijskog LC titrajnog kruga iznosi:

$$\nu = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}}.$$

Induktivni otpor je:

$$R_L = L \cdot \omega,$$

a kapacitivni otpor je:

$$R_C = \frac{1}{C \cdot \omega}.$$

Ako svakom elementu u LC titrajnom krugu serijski priključimo još jedan isti element, slijedi:

$$\blacktriangleright R_{L_1} = R_L + R_L \Rightarrow L_1 \cdot \omega = L \cdot \omega + L \cdot \omega \Rightarrow L_1 \cdot \omega = 2 \cdot L \cdot \omega \quad / : \omega \Rightarrow L_1 = 2 \cdot L.$$

$$\blacktriangleright R_{C_1} = R_C + R_C \Rightarrow \frac{1}{C_1 \cdot \omega} = \frac{1}{C \cdot \omega} + \frac{1}{C \cdot \omega} \Rightarrow \frac{1}{C_1 \cdot \omega} = \frac{2}{C \cdot \omega} \quad / \cdot \omega \Rightarrow \frac{1}{C_1} = \frac{2}{C} \Rightarrow C_1 = \frac{C}{2}.$$

Nova rezonantna frekvencija iznosi:

$$\nu_1 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L_1 \cdot C_1}} \Rightarrow \nu_1 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{2 \cdot L \cdot \frac{C}{2}}} \Rightarrow \nu_1 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L \cdot C}} \Rightarrow \nu_1 = \nu.$$

Ne promijeni se.

Vježba 045

Koliko puta se promijeni rezonantna frekvencija serijskog LC titrajnog kruga ako svakom elementu u krugu serijski priključimo još dva ista elementa?

Rezultat: Ne promijeni se.

Zadatak 046 (Kety, gimnazija)

Metalni prsten otpora 0.1Ω i radijusa 10 cm nalazi se u magnetskom polju, okomitom na ravninu prstena, koje raste brzinom $10 \mu\text{T/s}$. Kolika struja teče prstenom?

Rješenje 046

$$R = 0.1 \Omega, \quad r = 10 \text{ cm} = 0.1 \text{ m}, \quad \frac{\Delta B}{\Delta t} = 10 \mu\text{T/s} = 10^{-5} \text{ T/s}, \quad I = ?$$

$$\left. \begin{array}{l} I = \frac{U}{R} \\ U = S \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t} \end{array} \right\} \Rightarrow I = \frac{S \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t}}{R} \Rightarrow \left[S = r^2 \cdot \pi \right] \Rightarrow I = \frac{r^2 \cdot \pi \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t}}{R} = \frac{(0.1 \text{ m})^2 \cdot \pi \cdot 10^{-5} \frac{\text{T}}{\text{s}}}{0.1 \Omega} = 3.14 \cdot 10^{-6} \text{ A} = 3.14 \mu\text{A}.$$

Vježba 046

Metalni prsten otpora 0.2Ω i radijusa 10 cm nalazi se u magnetskom polju, okomitom na ravninu prstena, koje raste brzinom $10 \mu\text{T/s}$. Kolika struja teče prstenom?

Rezultat: $1.57 \mu\text{A}$.

Zadatak 047 (Anastazija, gimnazija)

U zavojnici s 200 zavoja, promjera 10 cm , indukcija magnetskog polja se poveća od 0.1 T do 0.5 T tijekom 20 ms . Koliki je iznos induciranog napona između krajeva zavojnice?

Rješenje 047

$$N = 200, \quad 2 \cdot r = 10 \text{ cm} \Rightarrow r = 5 \text{ cm} = 0.05 \text{ m}, \quad B_1 = 0.1 \text{ T}, \quad B_2 = 0.5 \text{ T}, \\ \Delta t = 20 \text{ ms} = 0.02 \text{ s}, \quad U_i = ?$$

Inducirani napon u zavojnici ima vrijednost

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

Znak minus u tom izrazu možemo izostaviti jer nas zanima samo veličina napona, a ne njegov smjer. Tok polja je $\Phi = B \cdot S$, gdje se površina S kojom prolazi tok ne mijenja. Prema tome je $\Delta \Phi = \Delta B \cdot S$, odnosno

$$U_i = N \cdot S \cdot \frac{\Delta B}{\Delta t} \Rightarrow U_i = N \cdot r^2 \cdot \pi \cdot \frac{B_2 - B_1}{\Delta t} = 200 \cdot (0.05 \text{ m})^2 \cdot \pi \cdot \frac{0.5 \text{ T} - 0.1 \text{ T}}{0.02 \text{ s}} = 31.42 \text{ V}.$$

Vježba 047

U zavojnici s 200 zavoja, promjera 10 cm , indukcija magnetskog polja se poveća od 0.2 T do 0.6 T tijekom 20 ms . Koliki je iznos induciranog napona između krajeva zavojnice?

Rezultat: 31.42 V .

Zadatak 048 (Anastazija, gimnazija)

Zavojnica s 200 zavoja, polumjera 10 cm , nalazi se u homogenom magnetskom polju indukcije 0.1 T tako da uzdužna os zavojnice tvori kut od 30° sa smjerom magnetskog polja. Kolika je jakost struje koja teče zavojnicom ako na nju djeluje moment sile iznosa 0.5 Nm ?

Rješenje 048

$$N = 200, \quad r = 10 \text{ cm} = 0.10 \text{ m}, \quad B = 0.1 \text{ T}, \quad \alpha = 30^\circ, \quad M = 0.5 \text{ Nm}, \quad I = ?$$

Budući da magnetski moment na strujnu petlju iznosi

$$\vec{M} = N \cdot I \cdot \vec{S} \times \vec{B} \quad (\text{vektorski zapis}), \quad M = N \cdot I \cdot S \cdot B \cdot \sin \alpha \quad (\text{skalarni zapis})$$

jakost struje je:

$$I = \frac{M}{N \cdot S \cdot B \cdot \sin \alpha} \Rightarrow I = \frac{M}{N \cdot r^2 \cdot \pi \cdot B \cdot \sin \alpha} = \frac{0.5 \text{ N} \cdot \text{m}}{200 \cdot (0.10 \text{ m})^2 \cdot \pi \cdot 0.1 \text{ T} \cdot \sin 30^\circ} = 1.59 \text{ A}.$$

Vježba 048

Zavojnica s 200 zavoja, polumjera 10 cm , nalazi se u homogenom magnetskom polju indukcije 0.1 T tako da uzdužna os zavojnice tvori kut od 30° sa smjerom magnetskog polja. Kolika je jakost struje koja teče zavojnicom ako na nju djeluje moment sile iznosa 1 Nm ?

Rezultat: 3.18 A .

Zadatak 049 (Anastazija, gimnazija)

Primar transformatora priključen je na izvor izmjeničnog napona efektivne vrijednosti 100 V . Broj zavoja primara pedeset je puta manji od broja zavoja sekundara transformatora. Koliki je napon na sekundaru transformatora?

Rješenje 049

$$U_1 = 100 \text{ V}, \quad N_1 = \frac{1}{50} \cdot N_2, \quad U_2 = ?$$

Iz jednadžbe idealnog transformatora slijedi:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} \Rightarrow U_1 \cdot N_2 = U_2 \cdot N_1 \Rightarrow U_2 = \frac{U_1 \cdot N_2}{N_1} = \frac{100 \text{ V} \cdot N_2}{\frac{1}{50} \cdot N_2} = 5000 \text{ V} = 5 \text{ kV}.$$

Vježba 049

Primar transformatora priključen je na izvor izmjeničnog napona efektivne vrijednosti 100 V. Broj zavoja primara trideset je puta manji od broja zavoja sekundara transformatora. Koliki je napon na sekundaru transformatora?

Rezultat: 3 kV.

Zadatak 050 (Anastazija, gimnazija)

Primar transformatora priključen je na napon gradske mreže (220 V, 50 Hz). Broj zavoja primara deset je puta manji od broja zavoja sekundara transformatora. Kolika je jakost struje koja teče strujnim krugom sekundara ako su u njemu serijski spojeni otpornik otpora 0.2 kΩ i kondenzator kapaciteta 100 μF?

Rješenje 050

$$U_1 = 220 \text{ V}, \quad \nu = 50 \text{ Hz}, \quad N_1 = \frac{1}{10} \cdot N_2, \quad R = 0.2 \text{ k}\Omega = 200 \Omega, \quad C = 100 \mu\text{F} = 10^{-4} \text{ F},$$

$$I_2 = ?$$

Iz jednadžbe idealnog transformatora dobije se napon na sekundaru transformatora:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} \Rightarrow U_1 \cdot N_2 = U_2 \cdot N_1 \Rightarrow U_2 = \frac{U_1 \cdot N_2}{N_1} = \frac{220 \text{ V} \cdot N_2}{\frac{1}{10} \cdot N_2} = 2200 \text{ V}.$$

Budući da su u strujni krug sekundara serijski spojeni otpornik otpora R i kondenzator kapaciteta C, jakost struje iznosi:

$$I_2 = \frac{U_2}{\sqrt{R^2 + R_C^2}} \Rightarrow I_2 = \frac{U_2}{\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{C \cdot \omega}\right)^2}} \Rightarrow I_2 = \frac{U_2}{\sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{C \cdot 2 \cdot \pi \cdot \nu}\right)^2}} =$$

$$= \frac{2200 \text{ V}}{\sqrt{(200 \Omega)^2 + \left(\frac{1}{10^{-4} \text{ F} \cdot 2 \cdot \pi \cdot 50 \frac{1}{\text{s}}}\right)^2}} = 10.86 \text{ A}.$$

Vježba 050

Primar transformatora priključen je na napon gradske mreže (220 V, 50 Hz). Broj zavoja primara dvadeset je puta manji od broja zavoja sekundara transformatora. Kolika je jakost struje koja teče strujnim krugom sekundara ako su u njemu serijski spojeni otpornik otpora 0.2 kΩ i kondenzator kapaciteta 100 μF?

Rezultat: 21.73 A.

Zadatak 051 (Anastazija, gimnazija)

Električna žarulja snage 100 W dugim je priključnim kabelom spojena na izvor napona od 220 V. Koliki je otpor žice u kabelu ako je pad napona na žarulji 218 V? Unutarnji otpor izvora zanemarivo je malen.

Rješenje 051

$$P = 100 \text{ W}, \quad U = 220 \text{ V}, \quad U_1 = 218 \text{ V}, \quad R = ?$$

Neka je U_1 pad napona na žarulji, a U_2 pad napona na žici. Budući da kroz žarulju i žicu teče struja iste jakosti, ukupni napon (napon na izvoru) jednak je zbroju padova napona na žarulji i žici:

$$U = U_1 + U_2 \Rightarrow U_2 = U - U_1.$$

Budući da je jakost struje

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

otpor žice u kabelu iznosi:

$$R = \frac{U_2}{I} \Rightarrow R = \frac{U_2}{\frac{P}{U}} \Rightarrow R = \frac{U \cdot U_2}{P} \Rightarrow R = \frac{U \cdot (U - U_1)}{P} = \frac{220 \text{ V} \cdot (220 \text{ V} - 218 \text{ V})}{100 \text{ W}} = 4.4 \Omega.$$

Vježba 051

Električna žarulja snage 200 W dugim je priključnim kabelom spojena na izvor napona od 220 V. Koliki je otpor žice u kabelu ako je pad napona na žarulji 218 V? Unutarnji otpor izvora zanemarivo je malen.

Rezultat: 2.2 Ω.

Zadatak 052 (Anastazija, gimnazija)

Elektron ubrzan naponom od 300 V giba se u vakuumu paralelno beskonačno dugom ravnom vodiču na udaljenosti 4 mm od njega. Kolika će sila djelovati na elektron ako vodičem trenutačno poteče struja jakosti 5 A? ($e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $m = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ Tm/A}$)

Rješenje 052

$$U = 300 \text{ V}, \quad a = 4 \text{ mm} = 0.004 \text{ m}, \quad I = 5 \text{ A}, \quad e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}, \\ m = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}, \quad \mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ Tm/A}, \quad F = ?$$

Magnetsko polje ravnog vodiča iznosi:

$$B = \frac{\mu_0}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{I}{a}$$

Elektron je ubrzan naponom U pa njegovu brzinu gibanja dobijemo iz kinetičke energije:

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = e \cdot U \Rightarrow v = \sqrt{\frac{2 \cdot e \cdot U}{m}}$$

Sila koja djeluje na elektron (Lorentzova sila) ima vrijednost:

$$F = e \cdot v \cdot B \Rightarrow F = e \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot e \cdot U}{m}} \cdot \frac{\mu_0}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{I}{a} = \\ = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 300 \text{ V}}{9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}}} \cdot \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{T} \cdot \text{m}}{\text{A}}}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{5 \text{ A}}{0.004 \text{ m}} = 4.11 \cdot 10^{-16} \text{ N}.$$

Vježba 052

Elektron ubrzan naponom od 300 V giba se u vakuumu paralelno beskonačno dugom ravnom vodiču na udaljenosti 4 mm od njega. Kolika će sila djelovati na elektron ako vodičem trenutačno poteče struja jakosti 10 A? ($e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}$, $m = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ Tm/A}$)

Rezultat: $8.23 \cdot 10^{-16} \text{ N}$.

Zadatak 053 (Roby, elektrotehnička škola)

U primaru transformatora teče struja 6 A uz napon 220 V. Kolika je jakost struje u sekundaru ako je napon sekundara 1500 V, a korisnost transformatora 90%?

Rješenje 053

$$I_1 = 6 \text{ A}, \quad U_1 = 220 \text{ V}, \quad U_2 = 1500 \text{ V}, \quad \eta = 90\% = 0.90, \quad I_2 = ?$$

Izmjenična struja proizvedena u generatoru može se na principu elektromagnetske indukcije transformirati na visoki ili niski napon. Naponi u zavojnicama odnose se kao brojevi zavoja zavojnice:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2},$$

gdje je U_1 napon primara (prve zavojnice transformatora), U_2 napon sekundara (druge zavojnice transformatora), N_1 broj zavoja primara, N_2 broj zavoja sekundara. Na temelju zakona o očuvanju energije vrijedi da je rad u primaru jednak radu u sekundaru:

$$W_1 = W_2 \Rightarrow U_1 \cdot I_1 \cdot t = U_2 \cdot I_2 \cdot t \quad / : t \Rightarrow U_1 \cdot I_1 = U_2 \cdot I_2 \Rightarrow \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}.$$

Naponi na zavojnicama odnose se obrnuto kao jakosti struje. Iz sustava jednačbi dobije se:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} \\ \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1}.$$

Zavoji u primaru i sekundaru odnose se kao struje u sekundaru i primaru.

Iz uvjeta zadatka slijedi:

$$\left. \begin{array}{l} P_1 = U_1 \cdot I_1 \\ \eta = \frac{P_2}{P_1} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} P_1 = U_1 \cdot I_1 \\ P_2 = \eta \cdot P_1 \end{array} \right\} \Rightarrow P_2 = \eta \cdot U_1 \cdot I_1.$$

Jakost struje u sekundaru iznosi:

$$I_2 = \frac{P_2}{U_2} \Rightarrow I_2 = \frac{\eta \cdot U_1 \cdot I_1}{U_2} = \frac{0,90 \cdot 220 \text{ V} \cdot 6 \text{ A}}{1500 \text{ V}} = 0,792 \text{ A}.$$

Vježba 053

U primaru transformatora teče struja 3 A uz napon 220 V. Kolika je jakost struje u sekundaru ako je napon sekundara 1500 V, a korisnost transformatora 90%?

Rezultat: 0.396 A.

Zadatak 054 (Roby, elektrotehnička škola)

Primar transformatora ima 1500 zavoja i priključen je na gradsku mrežu. Snaga transformatora je 500 W. Izračunajte jakost struje u sekundaru koji ima 500 zavoja žice. Gubitke zanemarite.

Rješenje 054

$$\begin{array}{l} N_1 = 1500, \quad U_1 = 220 \text{ V (gradska mreža),} \quad P_1 = P_2 = P = 500 \text{ W (nema gubitaka),} \\ N_2 = 500, \quad I_2 = ? \end{array}$$

Izmjenična struja proizvedena u generatoru može se na principu elektromagnetske indukcije transformirati na visoki ili niski napon. Naponi u zavojnicama odnose se kao brojevi zavoja zavojnice:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2},$$

gdje je U_1 napon primara (prve zavojnice transformatora), U_2 napon sekundara (druge zavojnice transformatora), N_1 broj zavoja primara, N_2 broj zavoja sekundara. Na temelju zakona o očuvanju energije vrijedi da je rad u primaru jednak radu u sekundaru:

$$W_1 = W_2 \Rightarrow U_1 \cdot I_1 \cdot t = U_2 \cdot I_2 \cdot t \quad / : t \Rightarrow U_1 \cdot I_1 = U_2 \cdot I_2 \Rightarrow \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}.$$

Naponi na zavojnicama odnose se obrnuto kao jakosti struje. Iz sustava jednačbi dobije se:

$$\left. \begin{array}{l} \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} \\ \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

Zavoji u primaru i sekundaru odnose se kao struje u sekundaru i primaru.

Iz uvjeta zadatka slijedi:

$$\left. \begin{array}{l} P = U_1 \cdot I_1 \\ \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} I_1 = \frac{P}{U_1} \\ I_1 = \frac{N_2 \cdot I_2}{N_1} \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{N_2 \cdot I_2}{N_1} = \frac{P}{U_1} \cdot \frac{N_1}{N_2} \Rightarrow I_2 = \frac{P \cdot N_1}{U_1 \cdot N_2} = \frac{1000 \text{ W} \cdot 1500}{220 \text{ V} \cdot 500} = 6.82 \text{ A}$$

Vježba 054

Primar transformatora ima 1500 zavoja i priključen je na gradsku mrežu. Snaga transformatora je 1000 W. Izračunajte jakost struje u sekundaru koji ima 500 zavoja žice. Gubitke zanemarite.

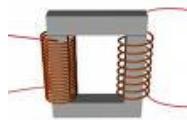
Rezultat: 3.41 A.

Zadatak 055 (Roby, elektrotehnička škola)

Broj zavoja u jednom vodiču transformatora iznosi 2000, a u drugom 500. Koji mora biti primar, a koji sekundar, ako se želi povisiti napon?

Rješenje 055

Iz jednadžbe transformatora



$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

slijedi da se naponi u primaru i sekundaru odnose kao brojevi zavoja u njima. Budući da želimo povisiti napon, proizlazi:

$$U_2 > U_1 \Rightarrow N_2 > N_1$$

Znači sekundar ima 2000, a primar 500 zavoja.

Vježba 055

Broj zavoja u jednom vodiču transformatora iznosi 2000, a u drugom 500. Koji mora biti primar, a koji sekundar, ako se želi sniziti napon?

Rezultat: $U_2 < U_1 \Rightarrow N_2 < N_1$. Znači sekundar ima 500, a primar 2000 zavoja.

Zadatak 056 (Mira, gimnazija)

Kvadratni vodič duljine stranice $a = 20 \text{ cm}$ postavljen je okomito na silnice homogenog magnetskog polja $B = 0.1 \text{ T}$. Kolika će biti inducirana elektromotorna sila u vodiču ako magnetska indukcija opadne 50% tijekom 10 ms ?

Rješenje 056

$$a = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}, \quad B = 0.1 \text{ T}, \quad B_1 = B, \quad B_2 = 50\% \cdot B = 0.5 \cdot B, \quad \Delta t = 10 \text{ ms} = 0.01 \text{ s},$$

$$\varepsilon = ?$$

Tok homogenoga magnetskog polja kroz ravnu površinu S kad silnice prolaze okomito na površinu S jednak je

$$\Phi = B \cdot S.$$

Budući da se magnetska indukcija B smanjila na pola i tok polja Φ će se smanjiti na pola:

$$\Delta \Phi = \Delta B \cdot S \Rightarrow \Delta \Phi = (B_2 - B_1) \cdot S \Rightarrow \Delta \Phi = (0.5 \cdot B - B) \cdot S \Rightarrow \Delta \Phi = -0.5 \cdot B \cdot S.$$

Elektromotorna sila ε inducirana u vodiču jednaka je vremenskoj promjeni magnetskog polja:

$$\varepsilon = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow \varepsilon = -\frac{-0.5 \cdot B \cdot S}{\Delta t} \Rightarrow \varepsilon = \frac{0.5 \cdot B \cdot a^2}{\Delta t} = \frac{0.5 \cdot 0.1 \text{ T} \cdot (0.2 \text{ m})^2}{0.01 \text{ s}} = 0.2 \text{ V}.$$

Vježba 056

Kvadratni vodič duljine stranice $a = 20 \text{ cm}$ postavljen je okomito na silnice homogenog magnetskog polja $B = 0.1 \text{ T}$. Kolika će biti inducirana elektromotorna sila u vodiču ako magnetska indukcija opadne 50% tijekom 20 ms?

Rezultat: 0.1 V.

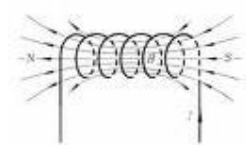
Zadatak 057 (Anamarija, gimnazija)

Zavojnica duljine 20 cm i promjera 3 cm ima 400 zavoja. Odredite induktivitet zavojnice? ($\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ Tm/A}$)

Rješenje 057

$$l = 20 \text{ cm} = 0.2 \text{ m}, \quad 2 \cdot r = 3 \text{ cm} \Rightarrow r = 1.5 \text{ cm} = 0.015 \text{ m}, \quad N = 400,$$

$$\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ Tm/A}, \quad L = ?$$



Induktivnost zavojnice duljine l , presjeka S sa N zavoja može se odrediti iz izraza:

$$L = \frac{\mu_r \cdot \mu_0 \cdot N^2 \cdot S}{l}.$$

Induktivnost zavojnice u zraku iznosi:

$$\left. \begin{array}{l} \mu_r = 1 \text{ za zrak i vakuum} \\ L = \frac{\mu_r \cdot \mu_0 \cdot N^2 \cdot S}{l} \end{array} \right\} \Rightarrow L = \frac{\mu_0 \cdot N^2 \cdot S}{l} \Rightarrow L = \frac{\mu_0 \cdot N^2 \cdot r^2 \cdot \pi}{l} =$$

$$= \frac{4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{T} \cdot \text{m}}{\text{A}} \cdot (400)^2 \cdot (0.015 \text{ m})^2 \cdot \pi}{0.2 \text{ m}} = 7.11 \cdot 10^{-4} \text{ H}.$$

Vježba 057

Zavojnica duljine 40 cm i promjera 3 cm ima 400 zavoja. Odredite induktivitet zavojnice? ($\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \text{ Tm/A}$)

Rezultat: $3.55 \cdot 10^{-4} \text{ H}$.

Zadatak 058 (Anamarija, gimnazija)

Vodič se nalazi u homogenom magnetskom polju tako da njime prolazi magnetski tok 0.02 Wb. Koliki je inducirani napon u vodiču ako se magnetski tok jednoliko smanji do nule za 0.1 ms?

Rješenje 058

$$\Phi_1 = 0.02 \text{ Wb}, \quad \Phi_2 = 0 \text{ Wb}, \quad \Delta t = 0.1 \text{ ms} = 1 \cdot 10^{-4} \text{ s}, \quad U_i = ?$$



Faradayev zakon elektromagnetske indukcije glasi: Inducirani napon javlja se u vodiču pri svakoj promjeni magnetskog toka u vodiču, a po veličini jednak je negativnoj vrijednosti brzine promjene magnetskog toka u vodiču

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

Inducirani napon iznosi:

$$U_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow U_i = -\frac{\Phi_2 - \Phi_1}{\Delta t} = -\frac{0 - 0.02 \text{ Wb}}{1 \cdot 10^{-4} \text{ s}} = 200 \text{ V}.$$

Vježba 058

Vodič se nalazi u homogenom magnetskom polju tako da njime prolazi magnetski tok 0.04 Wb. Koliki je inducirani napon u vodiču ako se magnetski tok jednoliko smanji do nule za 0.1 ms?

Rezultat: 400 V.

Zadatak 059 (Anamarija, gimnazija)

Za koje se vrijeme magnetski tok jednoliko poveća od 2 μWb do 102 μWb kroz površinu omeđenu vodičem ako se u vodiču inducira napon 30 V?

Rješenje 059

$$\Phi_1 = 2 \mu\text{Wb} = 2 \cdot 10^{-6} \text{ Wb}, \quad \Phi_2 = 102 \mu\text{Wb} = 1.02 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}, \quad U_i = 30 \text{ V}, \quad \Delta t = ?$$



Faradayev zakon elektromagnetske indukcije glasi: Inducirani napon javlja se u vodiču pri svakoj promjeni magnetskog toka u vodiču, a po veličini jednak je negativnoj vrijednosti brzine promjene magnetskog toka u vodiču

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

Računamo vrijeme:

$$U_i = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow \left[\begin{array}{l} \text{znak minus u tom izrazu možemo izostaviti jer nas} \\ \text{zanima samo veličina napona, a ne njegov smjer} \end{array} \right] \Rightarrow U_i = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = \frac{\Delta\Phi}{U_i} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \Delta t = \frac{\Phi_2 - \Phi_1}{U_i} = \frac{1.02 \cdot 10^{-4} \text{ Wb} - 2 \cdot 10^{-6} \text{ Wb}}{30 \text{ V}} = 3.33 \cdot 10^{-6} \text{ s} = 3.33 \mu\text{s}.$$

Vježba 059

Za koje se vrijeme magnetski tok jednoliko poveća od 2 μWb do 102 μWb kroz površinu omeđenu vodičem ako se u vodiču inducira napon 10 V?

Rezultat: 10 μs .

Zadatak 060 (Maturant, gimnazija)

Idealan transformator povezan s izmjeničnim izvorom napona efektivne jakosti 120 V ima 200 namotaja u primarnom krugu i 50 namotaja u sekundarnom. Sekundar je povezan sa žaruljom otpora 100 Ω . Kolika je struja u primarnom krugu?

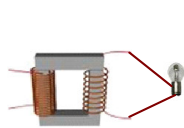
Rješenje 060

$$U_1 = 120 \text{ V}, \quad N_1 = 200, \quad N_2 = 50, \quad R_2 = 100 \Omega, \quad I_1 = ?$$

Za transformatore bez gubitaka vrijedi

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2},$$

gdje su U_1, I_1, N_1 i U_2, I_2, N_2 napon, struja i broj navoja u primarnoj odnosno sekundarnoj zavojnici.



$$\left. \begin{array}{l} \frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2} \\ I_2 = \frac{U_2}{R_2} \end{array} \right\} \Rightarrow \left. \begin{array}{l} U_2 = \frac{U_1 \cdot N_2}{N_1} \\ I_2 = \frac{U_2}{R_2} \end{array} \right\} \Rightarrow I_2 = \frac{U_1 \cdot N_2}{R_2 \cdot N_1}.$$

Struja u primarnom krugu iznosi:

$$\frac{I_2}{I_1} = \frac{N_1}{N_2} \Rightarrow I_1 = \frac{I_2 \cdot N_2}{N_1} \Rightarrow I_1 = \frac{U_1 \cdot N_2}{R_2 \cdot N_1} \cdot \frac{N_2}{N_1} \Rightarrow I_1 = \frac{U_1}{R_2} \cdot \left(\frac{N_2}{N_1} \right)^2 = \frac{120 \text{ V}}{100 \Omega} \cdot \left(\frac{50}{200} \right)^2 = 0.075 \text{ A}.$$

Vježba 060

Idealan transformator povezan s izmjeničnim izvorom napona efektivne jakosti 120 V ima 200 namotaja u primarnom krugu i 100 namotaja u sekundarnom. Sekundar je povezan sa žaruljom otpora 100 Ω . Kolika je struja u primarnom krugu?

Rezultat: 0.3 A.

www.halapa.com