

Zadatak 001 (Ivan, elektrotehnička škola)

U homogenom magnetskom polju indukcije 1.5 T jednoliko se giba vodič duljine 10 cm, brzinom 1 m/s. Njime teče struja 2 A, a vodič je okomit na magnetsko polje. Kolika mu je snaga potrebna za gibanje?

Rješenje 001

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

Sila kojom magnetsko polje djeluje na vodič duljine l strujom jakosti I može se odrediti iz izraza $F = B \cdot I \cdot l \cdot \sin \alpha$, gdje je α kut između smjera magnetskog polja i smjera struje, a B magnetska indukcija.

Snaga P je omjer rada W i vremenskog intervala t u kojem je rad izvršen. Ako za vrijeme rada omjer W/t uvijek ostaje stalan prosječnu snagu izražavamo pomoću izraza:

$$P = \frac{W}{t} = \frac{F \cdot s}{t} = F \cdot v.$$

Snaga potrebna za gibanje je jednaka:

$$P = F \cdot v = B \cdot I \cdot l \cdot \sin \alpha \cdot v = 1.5 \text{ T} \cdot 2 \text{ A} \cdot 0.1 \text{ m} \cdot \sin 90^\circ \cdot 1 \text{ m/s} = 0.3 \text{ W}.$$

Vježba 001

U homogenom magnetskom polju indukcije 2 T jednoliko se giba vodič duljine 10 cm, brzinom 4 m/s. Njime teče struja 2 A, a vodič je okomit na magnetsko polje. Kolika mu je snaga potrebna za gibanje?

Rezultat: 1.6 W.

Zadatak 002 (Robi, gimnazija)

Elektron se giba jednoliko po pravcu brzinom 0.5 m/s, kroz međusobno okomito električno i magnetsko polje. Kolika je jakost električnog polja ako je indukcija $B = 1 \text{ T}$?

Rješenje 002

$$v = 0.5 \text{ m/s}, \quad B = 1 \text{ T}, \quad E = ?$$

Budući da se elektron giba jednoliko po pravcu (dakle, prolazi neotklonjen), električna sila jednaka je Lorentzovoj sili:

$$F_{el} = F_L \Rightarrow e \cdot E = e \cdot v \cdot B \quad / : e \Rightarrow E = v \cdot B = 0.5 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 1 \text{ T} = 0.5 \frac{\text{V}}{\text{m}}.$$

Vježba 002

Elektron se giba jednoliko po pravcu brzinom 2 m/s, kroz međusobno okomito električno i magnetsko polje. Kolika je jakost električnog polja ako je indukcija $B = 1.5 \text{ T}$?

Rezultat: 3 V/m.

Zadatak 003 (Mario, tehnička škola)

Zavojnici dva puta povećamo promjer kao i broj zavoja po metru duljine. Kolika je, uz jednaku struju, jakost magnetskog polja u središtu zavojnice?

Rješenje 0013

1. inačica

Unutar valjkaste zavojnice duljine l sa N zavoja jakost magnetskog polja je:

$$H = \frac{N \cdot I}{l}.$$

Jakost magnetskog polja razmjerna je s brojem zavoja i strujom, a obrnuto razmjerna s duljinom zavojnice. Jakost polja ne ovisi o presjeku vodiča. Ako se broj zavoja poveća dva puta, i polje će biti dva puta veće.

2. inačica

$$N_1 = 2 \cdot N, \quad \frac{H_1}{H} = ?$$

Budući da za jakosti magnetskog polja vrijedi:

$$H = \frac{N \cdot I}{l}, \quad H_1 = \frac{N_1 \cdot I}{l}$$

gledamo omjer:

$$\frac{H_1}{H} = \frac{\frac{N_1 \cdot I}{l}}{\frac{N \cdot I}{l}} = \frac{N_1}{N} = \frac{2 \cdot N}{N} = 2 \Rightarrow H_1 = 2 \cdot H.$$

Vježba 003

Zavojnici tri puta povećamo promjer kao i broj zavoja po metru duljine. Kolika je, uz jednaku struju, jakost magnetskog polja u središtu zavojnice?

Rezultat: $H_1 = 3 \cdot H.$

Zadatak 004 (Tea, gimnazija)

Kad zavojnici priključimo na istosmjernu struju napona 100 V, njome protječe struja jakosti 5 A. Kada se priključi na izmjeničnu struju frekvencije 50 Hz i efektivnog napona 100 V, njome protječe struja 0.5 A. Koliki je induktivitet zavojnice?

Rješenje 004

$$U = 100 \text{ V}, \quad I = 5 \text{ A}, \quad f = 50 \text{ Hz}, \quad U_{ef} = 100 \text{ V}, \quad I_{ef} = 0.5 \text{ A}, \quad L = ?$$

Iz Ohmovog zakona za istosmjernu struju nađemo radni (omski) otpor:

$$R = \frac{U}{I} = \frac{100 \text{ V}}{5 \text{ A}} = 20 \Omega.$$

Priključimo li zavojnici na izvor izmjenične struje, vrijedi:

$$Z = \frac{U_{ef}}{I_{ef}} = \frac{100 \text{ V}}{0.5 \text{ A}} = 200 \Omega.$$

Sada je:

$$Z^2 = R^2 + R_L^2 \Rightarrow R_L = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{200^2 - 20^2} \Omega = 199 \Omega.$$

Iz formule:

$$R_L = L \cdot \omega = L \cdot 2\pi \cdot f$$

lako nađemo L:

$$R_L = L \cdot 2\pi \cdot f \Rightarrow L = \frac{R_L}{2\pi \cdot f} = \frac{199 \Omega}{2\pi \cdot 50 \frac{1}{s}} = 0.63 \text{ H}.$$

Vježba 004

Kad zavojnici priključimo na istosmjernu struju napona 50 V, njome protječe struja jakosti 2.5 A. Kada se priključi na izmjeničnu struju frekvencije 50 Hz i efektivnog napona 100 V, njome protječe struja 0.5 A. Koliki je induktivitet zavojnice?

Rezultat: $L = 0.63 \text{ H}.$

Zadatak 005 (Matija, tehnička škola)

Električni titrajni krug, koji sadrži samo kapacitet i induktivitet, podešava se promjenom kapaciteta. Za koji je faktor potrebno promijeniti kapacitet da se titrajna frekvencija udvostruči?

Rješenje 005

$$f_2 = 2 \cdot f_1, \quad n = \frac{C_1}{C_2} = ?$$

1. inačica
Iz Thompsonove formule

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

vidimo da je frekvencija f obrnuto razmjerna s drugim korijenom kapaciteta C . Frekvencija će se udvostručiti ako kapacitet četiri puta smanjimo. Dakle, $n = 4$.

2. inačica
Računamo:

$$\begin{aligned} f_2 = 2 \cdot f_1 &\Rightarrow \frac{f_2}{f_1} = 2 \Rightarrow \frac{\frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C_2}}}{\frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C_1}}} = 2 \Rightarrow \frac{\sqrt{L \cdot C_1}}{\sqrt{L \cdot C_2}} = 2 \Rightarrow \\ &\Rightarrow \sqrt{\frac{L \cdot C_1}{L \cdot C_2}} = 2 \Rightarrow \sqrt{\frac{C_1}{C_2}} = 2 \quad |^2 \Rightarrow \frac{C_1}{C_2} = 4 \Rightarrow C_1 = 4 \cdot C_2 \Rightarrow n = 4. \end{aligned}$$

Vježba 005

Električni titrajni krug, koji sadrži samo kapacitet i induktivitet, podešava se promjenom kapaciteta. Za koji je faktor potrebno promijeniti kapacitet da se titrajna frekvencija utrostruči?

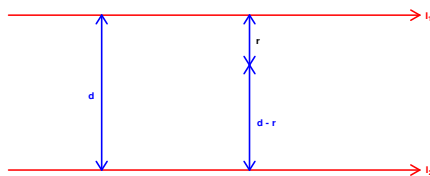
Rezultat: $n = 9$.

Zadatak 006 (Matea, gimnazija)

Kroz dva dugačka paralelna pravocrtna vodiča udaljena 20 cm teku struje $I_1 = 4$ A i $I_2 = 6$ A. Odredite koliko je točka između vodiča, u kojoj magnetsko polje isčezava, udaljena od prvog vodiča?

Rješenje 006

$$d = 20 \text{ cm}, \quad I_1 = 4 \text{ A}, \quad I_2 = 6 \text{ A}, \quad r = ?$$



Budući da je jakost magnetskog polja na udaljenosti r od ravnog vodiča jednaka

$$H = \frac{I}{2 \cdot \pi \cdot r},$$

možemo pisati:

$$\begin{aligned} \frac{I_1}{2 \cdot \pi \cdot r} &= \frac{I_2}{2 \cdot \pi \cdot (d-r)} \quad | \cdot 2\pi \Rightarrow \frac{4}{r} = \frac{6}{d-r} \quad | \cdot \frac{1}{2} \Rightarrow \frac{2}{r} = \frac{3}{d-r} \Rightarrow 3r = 2 \cdot (20-r) \Rightarrow \\ &\Rightarrow 3r = 40 - 2r \Rightarrow 5r = 40 \Rightarrow r = 8 \text{ cm}. \end{aligned}$$

Vježba 006

Kroz dva dugačka paralelna pravocrtna vodiča udaljena 20 cm teku struje $I_1 = 2$ A i $I_2 = 3$ A. Odredite koliko je točka između vodiča, u kojoj magnetsko polje iščezava, udaljena od prvog vodiča?

Rezultat: 8 cm.

Zadatak 007 (Tajanstvena vozačica, gimnazija)

Koliki će biti period LC kruga ako induktivitet zavojnice smanjimo 10%, a kapacitet kondenzatora povećamo 20%?

Rješenje 007

$$L_1 = L, \quad L_2 = L_1 - 10\% \cdot L_1 = L - 0.10 \cdot L = 0.90 \cdot L,$$

$$C_1 = C, \quad C_2 = C_1 + 20\% \cdot C_1 = C + 0.20 \cdot C = 1.20 \cdot C, \quad \frac{T_2}{T_1} = ?$$

Električni titrajni krug (LC krug) sastoji se od kondenzatora kapaciteta C i zavojnice induktiviteta L . Vrijeme jednog titraja struje ili napona takvog kruga određujemo pomoću Thomsonove formule:

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}.$$



Prvi električni titrajni krug označili smo s indeksom 1:

$$T_1 = 2\pi \cdot \sqrt{L_1 \cdot C_1} = 2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}.$$

Drugi električni titrajni krug označili smo s indeksom 2:

$$T_2 = 2\pi \cdot \sqrt{L_2 \cdot C_2} = 2\pi \cdot \sqrt{0.90 L \cdot 1.20 C}.$$

Sada je:

$$\frac{T_2}{T_1} = \frac{2\pi \cdot \sqrt{L_2 \cdot C_2}}{2\pi \cdot \sqrt{L_1 \cdot C_1}} = \frac{\sqrt{0.90 L \cdot 1.20 C}}{\sqrt{L \cdot C}} = \left[\frac{\sqrt{a}}{\sqrt{b}} = \sqrt{\frac{a}{b}} \right] = \sqrt{\frac{0.90 L \cdot 1.20 C}{L \cdot C}} = \sqrt{0.90 \cdot 1.20} = 1.04.$$

Period će se povećati: $T_2 = 1.04 \cdot T_1$.

Vježba 007

Koliki će biti period LC kruga ako induktivitet zavojnice povećamo 10%, a kapacitet kondenzatora smanjimo 20%?

Rezultat: $T_2 = 1.04 \cdot T_1$.

Zadatak 008 (Tajanstvena vozačica, gimnazija)

Titrajni krug sastoji se od zavojnice i kondenzatora promjenjivog kapaciteta. Što treba učiniti s kondenzatorom da bi frekvenciju titrajnog kruga smanjili sa 6 MHz na 2 MHz?

Rješenje 008

$$L_1 = L_2 = L, \quad C_1, \quad C_2, \quad \nu_1 = 6 \text{ MHz}, \quad \nu_2 = 2 \text{ MHz}, \quad \frac{C_2}{C_1} = ?$$

Budući da je frekvencija obrnuto razmjerna s periodom T , pišemo:

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

Nađimo koliki je omjer frekvencija električnog titrajnog kruga, to jest

$$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{\frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L_1 \cdot C_1}}}{\frac{1}{2\pi \cdot \sqrt{L_2 \cdot C_2}}} = \frac{\frac{1}{\sqrt{L \cdot C_1}}}{\frac{1}{\sqrt{L \cdot C_2}}} = \frac{\sqrt{L \cdot C_2}}{\sqrt{L \cdot C_1}} = \sqrt{\frac{L \cdot C_2}{L \cdot C_1}} = \sqrt{\frac{C_2}{C_1}}$$

Konačno je:

$$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \sqrt{\frac{C_2}{C_1}} \Rightarrow \frac{6 \text{ MHz}}{2 \text{ MHz}} = \sqrt{\frac{C_2}{C_1}} \Rightarrow \frac{6}{2} = \sqrt{\frac{C_2}{C_1}} \Rightarrow 3 = \sqrt{\frac{C_2}{C_1}} \Rightarrow 9 = \frac{C_2}{C_1} \Rightarrow C_2 = 9 \cdot C_1$$

Kondenzator treba povećati kapacitet 9 puta.

Vježba 008

Titrajni krug sastoji se od zavojnice i kondenzatora promjenjivog kapaciteta. Što treba učiniti s kondenzatorom da bi frekvenciju titrajnog kruga smanjili sa 8 MHz na 4 MHz?

Rezultat: Povećati 4 puta.

Zadatak 009 (Tajanstvena vozačica, gimnazija)

Zamjenom kondenzatora kapaciteta C_1 kondenzatorom kapaciteta C_2 period titranja LC kruga se povećao sa 3 μs na 4 μs . Koliki bi bio period titranja LC kruga ako bi u njemu bio kondenzator čiji bi kapacitet bio jednak ukupnom kapacitetu paralelno spojenih kondenzatora C_1 i C_2 ?

Rješenje 009

$$C_1, \quad C_2, \quad L_1 = L_2 = L, \quad T_1 = 3 \mu\text{s}, \quad T_2 = 4 \mu\text{s}, \quad T = ?$$

Spojimo li 2 kondenzatora u paralelu, ukupni će kapacitet biti

$$C = C_1 + C_2.$$

Koristimo Thomsonovu formulu:

$$T_1 = 2\pi \cdot \sqrt{L_1 \cdot C_1} = 2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C_1},$$

$$T_2 = 2\pi \cdot \sqrt{L_2 \cdot C_2} = 2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C_2},$$

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C} = 2\pi \cdot \sqrt{L \cdot (C_1 + C_2)}.$$

Nađimo koliki je omjer perioda T_1 i T_2 njihala, to jest

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C_1}}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C_2}} = \frac{\sqrt{L \cdot C_1}}{\sqrt{L \cdot C_2}} = \left[\frac{\sqrt{a}}{\sqrt{b}} = \sqrt{\frac{a}{b}} \right] = \sqrt{\frac{L \cdot C_1}{L \cdot C_2}} = \sqrt{\frac{C_1}{C_2}}$$

Znači da je

$$\frac{T_1}{T_2} = \sqrt{\frac{C_1}{C_2}}$$

pa zato slijedi

$$\frac{3 \mu\text{s}}{4 \mu\text{s}} = \sqrt{\frac{C_1}{C_2}} \Rightarrow \frac{3}{4} = \sqrt{\frac{C_1}{C_2}} \Rightarrow \frac{9}{16} = \frac{C_1}{C_2} \Rightarrow 9 \cdot C_2 = 16 \cdot C_1 \Rightarrow C_2 = \frac{16}{9} \cdot C_1$$

Ponovno nađimo koliki je omjer perioda T i T_2 , to jest

$$\begin{aligned} \frac{T}{T_2} &= \frac{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot (C_1 + C_2)}}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C_2}} = \frac{\sqrt{L \cdot (C_1 + C_2)}}{\sqrt{L \cdot C_2}} = \left[\frac{\sqrt{a}}{\sqrt{b}} = \sqrt{\frac{a}{b}} \right] = \sqrt{\frac{L \cdot (C_1 + C_2)}{L \cdot C_2}} = \sqrt{\frac{C_1 + C_2}{C_2}} = \\ &= \sqrt{\frac{C_1 + \frac{16}{9} C_1}{\frac{16}{9} C_1}} = \sqrt{\frac{\frac{25}{9} C_1}{\frac{16}{9} C_1}} = \sqrt{\frac{25}{16}} = \frac{5}{4}. \end{aligned}$$

Period titranja T je

$$T = \frac{5}{4} \cdot T_2 = \frac{5}{4} \cdot 4 \mu s = 5 \mu s.$$

Vježba 009

Zamjenom kondenzatora kapaciteta C_1 kondenzatorom kapacitete C_2 period titranja LC kruga se smanjio sa $4 \mu s$ na $3 \mu s$. Koliki bi bio period titranja LC kruga ako bi u njemu bio kondenzator čiji bi kapacitet bio jednak ukupnom kapacitetu paralelno spojenih kondenzatora C_1 i C_2 ?

Rezultat: $5 \mu s$.

Zadatak 010 (Marko, gimnazija)

Na zavojnicu induktivnosti 0.25 H priključen je izmjenični napon frekvencije 60 Hz . Koliki bi trebao biti kapacitet serijski priključenog kondenzatora da razlika u fazi između struje i napona bude nula?

Rješenje 010

$$L = 0.25 \text{ H}, \quad \nu = 60 \text{ Hz}, \quad C = ?$$

Razlika faze φ između izmjeničnog napona i izmjenične struje dana je izrazom:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{R_L - R_C}{R},$$

gdje je R radni otpor, $R_L = L \cdot \omega$ induktivni otpor, a $R_C = \frac{1}{C \cdot \omega}$ kapacitivni otpor.

Budući da prema uvjetu zadatka razlika u fazi između struje i napona mora biti jednaka nuli, slijedi:

$$\begin{aligned} \varphi = 0 &\Rightarrow \operatorname{tg} 0 = \frac{R_L - R_C}{R} \Rightarrow \frac{R_L - R_C}{R} = 0 \Rightarrow R_L - R_C = 0 \Rightarrow R_L = R_C \Rightarrow \\ &\Rightarrow L \cdot \omega = \frac{1}{C \cdot \omega} \Rightarrow C = \frac{1}{\omega^2 \cdot L} = \frac{1}{(2\pi \cdot \nu)^2 \cdot L} = \frac{1}{4\pi^2 \cdot \nu^2 \cdot L} = \frac{1}{4\pi^2 \cdot (60 \text{ s}^{-1})^2 \cdot 0.25 \text{ H}} = 28 \cdot 10^{-6} \text{ F} = 28 \mu\text{F}. \end{aligned}$$

Vježba 010

Na zavojnicu induktivnosti 0.5 H priključen je izmjenični napon frekvencije 60 Hz . Koliki bi trebao biti kapacitet serijski priključenog kondenzatora da razlika u fazi između struje i napona bude nula?

Rezultat: $14 \mu\text{F}$.

Zadatak 011 (Marko, gimnazija)

Kolika struja teče primarnim krugom idealnog transformatora koji smanjuje izmjenični napon 220 V na 110 V ako se u sekundarnom krugu nalazi radni otpornik 55Ω ?

Rješenje 011

$$U_1 = 220 \text{ V}, \quad U_2 = 110 \text{ V}, \quad R = 55 \Omega, \quad I_1 = ?$$

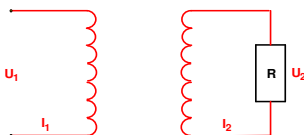
Za transformatore bez gubitaka (idealne transformatore) vrijedi:

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

gdje su U_1 , I_1 , N_1 i U_2 , I_2 , N_2 napon, jakost struje i broj zavoja u primarnoj odnosno u sekundarnoj zavojnici.

Jakost struje u sekundarnoj zavojnici je (Ohmov zakona):

$$I_2 = \frac{U_2}{R} = \frac{110 \text{ V}}{55 \Omega} = 2 \text{ A}.$$



Iz jednakosti transformatora proizlazi:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow I_1 = \frac{U_2 \cdot I_2}{U_1} = \frac{110 \text{ V} \cdot 2 \text{ A}}{220 \text{ V}} = 1 \text{ A}.$$

Vježba 011

Kolika struja teče primarnim krugom idealnog transformatora koji smanjuje izmjenični napon 220 V na 55 V ako se u sekundarnom krugu nalazi radni otpornik 55 Ω ?

Rezultat: 0.25 A.

Zadatak 012 (Marvin, gimnazija)

Između polova elektromagneta vlada homogeno magnetsko polje. U tom se polju, obješen na tankim nitima okomito na smjer silnica, nalazi vodič duljine 5 cm kojim prolazi struja 20 A. Polje djeluje na vodič silom $12.56 \cdot 10^{-2}$ N. Kolika je magnetska indukcija polja?

Rješenje 012

$$\alpha = 90^\circ, \quad l = 5 \text{ cm} = 0.05 \text{ m}, \quad I = 20 \text{ A}, \quad F = 12.56 \cdot 10^{-2} \text{ N}, \quad B = ?$$

Sila kojom magnetsko polje djeluje na vodič duljine l strujom jakosti I može se odrediti iz izraza $F = B \cdot I \cdot l \cdot \sin \alpha$, gdje je α kut između smjera magnetskog polja i smjera struje, a B magnetska indukcija.

Budući da je vodič obješen okomito na smjer silnica, slijedi:

$$\left. \begin{array}{l} \alpha = 90^\circ \\ F = B \cdot I \cdot l \cdot \sin \alpha \end{array} \right\} \Rightarrow F = B \cdot I \cdot l \cdot \sin 90^\circ \Rightarrow F = B \cdot I \cdot l \cdot 1 \Rightarrow B = \frac{F}{I \cdot l} = \frac{12.56 \cdot 10^{-2} \text{ N}}{20 \text{ A} \cdot 0.05 \text{ m}} = 0.1256 \text{ T}.$$

Vježba 012

Između polova elektromagneta vlada homogeno magnetsko polje. U tom se polju, obješen na tankim nitima okomito na smjer silnica, nalazi vodič duljine 5 cm kojim prolazi struja 10 A. Polje djeluje na vodič silom $12.56 \cdot 10^{-2}$ N. Kolika je magnetska indukcija polja?

Rezultat: 0.2512 T.

Zadatak 012 (Marvin, gimnazija)

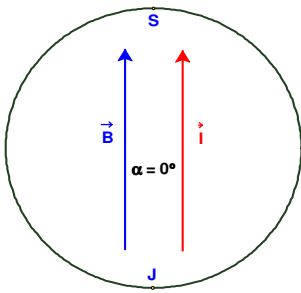
Ravni vodič duljine 1 m nalazi se u Zemljinu magnetskom polju. Vodič leži u smjeru magnetskog meridijana. Kojom silom djeluje polje na vodič ako njime teče struja jakosti 100 A? Magnetska indukcija Zemljina polja ima prosječnu vrijednost $0.45 \cdot 10^{-4}$ T.

Rješenje 012

$$l = 1 \text{ m}, \quad \alpha = 0^\circ, \quad I = 100 \text{ A}, \quad B = 0.45 \cdot 10^{-4} \text{ T}, \quad F = ?$$

Sila kojom magnetsko polje djeluje na vodič duljine l strujom jakosti I može se odrediti iz izraza $F = B \cdot I \cdot l \cdot \sin \alpha$, gdje je α kut između smjera magnetskog polja i smjera struje, a B magnetska indukcija.

Budući da vodič leži u smjeru magnetskog meridijana, slijedi:



$$\left. \begin{array}{l} \alpha = 0^0 \\ F = B \cdot I \cdot l \cdot \sin \alpha \end{array} \right\} \Rightarrow F = B \cdot I \cdot l \cdot \sin 0^0 \Rightarrow F = B \cdot I \cdot l \cdot 0 \Rightarrow F = 0.$$

Vježba 012

Ravni vodič duljine 2 m nalazi se u Zemljinu magnetskom polju. Vodič leži u smjeru magnetskog meridijana. Kojom silom djeluje polje na vodič ako njime teče struja jakosti 200 A? Magnetska indukcija Zemljina polja ima prosječnu vrijednost $0.45 \cdot 10^{-4}$ T.

Rezultat: $F = 0.$

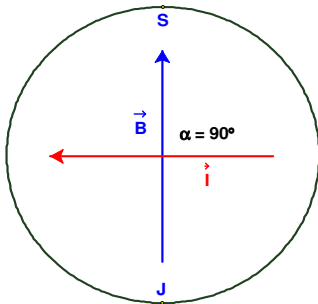
Zadatak 013 (Marvin, gimnazija)

Ravni vodič duljine 1 m nalazi se u Zemljinu magnetskom polju. Vodič leži u smjeru istok - zapad. Kojom silom djeluje polje na vodič ako njime teče struja jakosti 100 A? Magnetska indukcija Zemljina polja ima prosječnu vrijednost $0.45 \cdot 10^{-4}$ T.

Rješenje 013

$$l = 1 \text{ m}, \quad \alpha = 90^\circ, \quad I = 100 \text{ A}, \quad B = 0.45 \cdot 10^{-4} \text{ T}, \quad F = ?$$

Sila kojom magnetsko polje djeluje na vodič duljine l strujom jakosti I može se odrediti iz izraza $F = B \cdot I \cdot l \cdot \sin \alpha$, gdje je α kut između smjera magnetskog polja i smjera struje, a B magnetska indukcija. Budući da vodič leži u smjeru istok - zapad, slijedi:



$$\left. \begin{array}{l} \alpha = 90^0 \\ F = B \cdot I \cdot l \cdot \sin \alpha \end{array} \right\} \Rightarrow F = B \cdot I \cdot l \cdot \sin 90^0 \Rightarrow F = B \cdot I \cdot l \cdot 1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F = 0.45 \cdot 10^{-4} \text{ T} \cdot 100 \text{ A} \cdot 1 \text{ m} = 0.45 \cdot 10^{-4} \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}} \cdot 100 \text{ A} \cdot \text{m} =$$

$$= 0.45 \cdot 10^{-2} \text{ N} = 4.5 \cdot 10^{-3} \text{ N}.$$

Vježba 013

Ravni vodič duljine 1 m nalazi se u Zemljinu magnetskom polju. Vodič leži u smjeru istok - zapad. Kojom silom djeluje polje na vodič ako njime teče struja jakosti 200 A? Magnetska indukcija Zemljina polja ima prosječnu vrijednost $0.45 \cdot 10^{-4}$ T.

Rezultat: $F = 9 \cdot 10^{-3}$ T.

Zadatak 014 (Marvin, gimnazija)

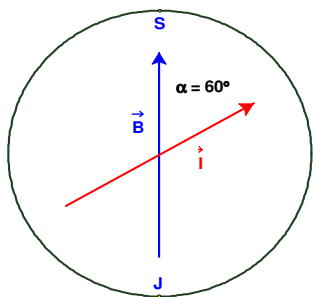
Ravni vodič duljine 1 m nalazi se u Zemljinu magnetskom polju. Vodič leži tako da s magnetskim meridijanom zatvara kut 60° . Kojom silom djeluje polje na vodič ako njime teče struja jakosti 100 A? Magnetska indukcija Zemljina polja ima prosječnu vrijednost $0.45 \cdot 10^{-4}$ T.

Rješenje 014

$$l = 1 \text{ m}, \quad \alpha = 60^\circ, \quad I = 100 \text{ A}, \quad B = 0.45 \cdot 10^{-4} \text{ T}, \quad F = ?$$

Sila kojom magnetsko polje djeluje na vodič duljine l strujom jakosti I može se odrediti iz izraza $F = B \cdot I \cdot l \cdot \sin \alpha$, gdje je α kut između smjera magnetskog polja i smjera struje, a B magnetska indukcija.

Budući da vodič leži tako da s magnetskim meridijanom zatvara kut 60° , slijedi:



$$\left. \begin{aligned} \alpha &= 60^\circ \\ F &= B \cdot I \cdot l \cdot \sin \alpha \end{aligned} \right\} \Rightarrow F = B \cdot I \cdot l \cdot \sin 60^\circ \Rightarrow$$

$$\Rightarrow F = 0.45 \cdot 10^{-4} \text{ T} \cdot 100 \text{ A} \cdot 1 \text{ m} \cdot 0.866025 =$$

$$= 0.45 \cdot 10^{-4} \frac{\text{N}}{\text{A} \cdot \text{m}} \cdot 100 \text{ A} \cdot 1 \text{ m} \cdot 0.866025 = 3.9 \cdot 10^{-3} \text{ N}.$$

Vježba 014

Ravni vodič duljine 1 m nalazi se u Zemljinu magnetskom polju. Vodič leži tako da s magnetskim meridijanom zatvara kut 30° . Kojom silom djeluje polje na vodič ako njime teče struja jakosti 100 A? Magnetska indukcija Zemljina polja ima prosječnu vrijednost $0.45 \cdot 10^{-4} \text{ T}$.

Rezultat: $F = 2.25 \cdot 10^{-3} \text{ T}$.

Zadatak 015 (Marvin, gimnazija)

Nabijena čestica uleti u homogeno magnetsko polje magnetske indukcije 0.52 T brzinom $2 \cdot 10^6 \text{ m/s}$. Koliki je specifični naboj čestice ako je ona u polju opisala luk polumjera 4 cm? Koja je to čestica?

Rješenje 015

$$\alpha = 90^\circ, \quad B = 0.52 \text{ T}, \quad v = 2 \cdot 10^6 \text{ m/s}, \quad r = 4 \text{ cm} = 0.04 \text{ m}, \quad \frac{Q}{m} = ?$$

Lorentzova sila: Ako se u magnetskom polju giba čestica naboja Q brzinom v , onda polje djeluje na nju silom $F = B \cdot Q \cdot v \cdot \sin \alpha$, gdje je α kut između smjera magnetskog polja i smjera gibanja čestice, a B magnetska indukcija.

Kada nabijena čestica uleti u homogeno magnetsko polje ono na nju djeluje silom (Lorentzova sila) i prisiljava je na kružno gibanje. Dakle, Lorentzova sila je centripetalna sila:

$$F_L = F_{cp} \Rightarrow B \cdot Q \cdot v \cdot \sin 90^\circ = m \cdot \frac{v^2}{r} \Rightarrow B \cdot Q \cdot v = m \cdot \frac{v^2}{r} \quad / \cdot \frac{r}{v} \Rightarrow B \cdot Q \cdot r = m \cdot v \quad / \cdot \frac{1}{B \cdot r \cdot m} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{Q}{m} = \frac{v}{B \cdot r} \Rightarrow \frac{Q}{m} = \frac{2 \cdot 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{0.52 \text{ T} \cdot 0.04 \text{ m}} = 9.6 \cdot 10^7 \frac{\text{C}}{\text{kg}}.$$

Specifični naboj elektrona:

$$\frac{Q}{m} = \frac{e}{m_e} = \frac{1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}}{9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}} = 1.8 \cdot 10^{11} \frac{\text{C}}{\text{kg}}.$$

Specifični naboj protona:

$$\frac{Q}{m} = \frac{e}{m_p} = \frac{1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}}{1.6726 \cdot 10^{-27} \text{ kg}} = 9.6 \cdot 10^7 \frac{\text{C}}{\text{kg}}.$$

Čestica je proton.

Vježba 015

Nabijena čestica uleti u homogeno magnetsko polje magnetske indukcije 0.52 T brzinom $4 \cdot 10^6 \text{ m/s}$. Koliki je specifični naboj čestice ako je ona u polju opisala luk polumjera 8 cm? Koja je to čestica?

Rezultat: $\frac{Q}{m} = 9.6 \cdot 10^7 \frac{\text{C}}{\text{kg}}$. Čestica je proton.

Zadatak 016 (Marvin, gimnazija)

U električnom polju razlike potencijala 1000 V elektron dobije brzinu kojom uleti u homogeno magnetsko polje u praznini okomito na magnetske silnice. Magnetska indukcija polja iznosi 0.2 T. Koliki je polumjer kružnice po kojoj se giba elektron?

Rješenje 016

$$U = 1000 \text{ V}, \quad e = 1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}, \quad m = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}, \quad \alpha = 90^\circ, \quad B = 0.2 \text{ T}, \quad r = ?$$

Lorentzova sila: Ako se u magnetskom polju giba čestica naboja Q brzinom v , onda polje djeluje na nju silom $F = B \cdot Q \cdot v \cdot \sin \alpha$, gdje je α kut između smjera magnetskog polja i smjera gibanja čestice, a B magnetska indukcija.

Budući da elektron uleti u homogeno magnetsko polje okomito na magnetske silnice, polje djeluje na njega silom:

$$\left. \begin{array}{l} \alpha = 90^\circ, \quad Q = e \\ F_L = B \cdot Q \cdot v \cdot \sin \alpha \end{array} \right\} \Rightarrow F_L = B \cdot e \cdot v \cdot \sin 90^\circ = B \cdot e \cdot v \cdot 1 = B \cdot e \cdot v.$$

Lorentzova sila prisiljava elektron na kružno gibanje, dakle, ponaša se kao centripetalna sila:

$$F_L = F_{cp} \Rightarrow B \cdot e \cdot v = m \cdot \frac{v^2}{r} \Rightarrow B \cdot e \cdot r = m \cdot v \Rightarrow r = \frac{m \cdot v}{B \cdot e}.$$

Elektron u prolazu poljem obavlja rad. Taj je rad jednak promjeni kinetičke energije elektrona:

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

Poluprijer kružnice po kojoj se giba elektron iznosi:

$$\begin{aligned} r &= \frac{m \cdot v}{B \cdot e} = \frac{m}{B \cdot e} \cdot v = \frac{m}{B \cdot e} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot e \cdot U}{m}} = \frac{1}{B} \cdot \sqrt{\frac{m^2}{e^2} \cdot \frac{2 \cdot e \cdot U}{m}} = \frac{1}{B} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot U \cdot m}{e}} = \\ &= \frac{1}{0.2 \text{ T}} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 1000 \text{ V} \cdot 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}}{1.602 \cdot 10^{-19} \text{ C}}} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ m}. \end{aligned}$$

Vježba 016

U električnom polju razlike potencijala 1000 V elektron dobije brzinu kojom uleti u homogeno magnetsko polje u praznini okomito na magnetske silnice. Magnetska indukcija polja iznosi 0.1 T. Koliki je poluprijer kružnice po kojoj se giba elektron?

Rezultat: $1.07 \cdot 10^{-3} \text{ m}$.

Zadatak 017 (Marvin, gimnazija)

Koliki se napon inducira na krajevima zavojnice induktiviteta 0.08 H ako se struja kroz zavojnicu mijenja brzinom 1100 A/s?

Rješenje 017

$$L = 0.08 \text{ H}, \quad \frac{\Delta I}{\Delta t} = 1100 \frac{\text{A}}{\text{s}}, \quad U_i = ?$$

Samoindukcija je pojava induciranog napona u zavojnici ili zavojnici pri promjeni jakosti struje:

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

gdje je L induktivitet zavojnice. Računamo iznos induciranog napona:

$$U_i = L \cdot \frac{\Delta I}{\Delta t} = 0.08 \text{ H} \cdot 1100 \frac{\text{A}}{\text{s}} = 88 \text{ V}.$$

Vježba 017

Koliki se napon inducira na krajevima zavojnice induktiviteta 0.06 H ako se struja kroz zavojnicu mijenja brzinom 1100 A/s?

Rezultat: 66 V.

Zadatak 018 (Kiki, elektrotehnička škola)

Koliki je omjer napona U_L i U_C serijski vezanog RLC kruga pri rezonanciji?

Rješenje 018

$$U_L : U_C = ?$$

Pri rezonanciji su induktivni otpor R_L i kapacitivni otpor R_C jednaki: $R_L = R_C$. U serijski vezanom RLC krugu vrijedi: $I_L = I_C = I$.

Omjer napona U_L i U_C iznosi:

$$\frac{U_L}{U_C} = \frac{I \cdot R_L}{I \cdot R_C} = \frac{R_L}{R_C} = 1 \Rightarrow U_L = U_C.$$

Vježba 018

Koliki je omjer napona U_C i U_L serijski vezanog RLC kruga pri rezonanciji?

Rezultat: $U_C = U_L.$

Zadatak 019 (Kiki, elektrotehnička škola)

Kolika je kinetička energija protona koji se giba po kružnici polumjera 50 cm u homogenom magnetskom polju $B = 1$ T? Smjer brzine okomit je na silnice magnetskog polja. ($e = 1.6 \cdot 10^{-19}$ C, $m = 1.67 \cdot 10^{-27}$ kg)

Rješenje 019

$$r = 50 \text{ cm} = 0.5 \text{ m}, \quad B = 1 \text{ T}, \quad e = 1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}, \quad m = 1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}, \quad E_k = ?$$

Budući da Lorentzova sila prisiljava proton na kružno gibanje, vrijedi:

$$\underbrace{e \cdot v \cdot B}_{\text{Lorentzova sila}} = \underbrace{m \cdot \frac{v^2}{r}}_{\text{Centripetalna sila}} \Rightarrow e \cdot v \cdot B = m \cdot \frac{v^2}{r} / \cdot \frac{r}{m \cdot v} \Rightarrow v = \frac{e \cdot r \cdot B}{m}.$$

Kinetička energija protona iznosi:

$$E_k = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot m \cdot \left(\frac{e \cdot r \cdot B}{m} \right)^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{(e \cdot r \cdot B)^2}{m} = \frac{1}{2} \cdot \frac{(1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C} \cdot 0.5 \text{ m} \cdot 1 \text{ T})^2}{1.67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}} = 1.92 \cdot 10^{-12} \text{ J}.$$

Vježba 019

Kolika je kinetička energija protona koji se giba po kružnici polumjera 1 m u homogenom magnetskom polju $B = 1$ T? Smjer brzine okomit je na silnice magnetskog polja. ($e = 1.6 \cdot 10^{-19}$ C, $m = 1.67 \cdot 10^{-27}$ kg)

Rezultat: $7.66 \cdot 10^{-12} \text{ J}.$

Zadatak 020 (Kiki, elektrotehnička škola)

Koliko se puta poveća period titrajnog kruga ako kapacitet povećamo 16 puta, a induktivitet smanjimo 4 puta?

Rješenje 020

$$C_1 = 16 \cdot C, \quad L_1 = \frac{1}{4} \cdot L, \quad T_1 : T = ?$$

Thomsonova formula za rezonantnu frekvenciju glasi:

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

Tada je period T jednak:

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

Računamo omjer perioda:

$$\frac{T_1}{T} = \frac{2\pi \cdot \sqrt{L_1 \cdot C_1}}{2\pi \cdot \sqrt{L \cdot C}} = \frac{\sqrt{L_1 \cdot C_1}}{\sqrt{L \cdot C}} = \sqrt{\frac{L_1 \cdot C_1}{L \cdot C}} = \sqrt{\frac{\frac{1}{4} \cdot L \cdot 16 \cdot C}{L \cdot C}} = \sqrt{\frac{1}{4} \cdot 16} = \sqrt{4} = 2.$$

Vježba 020

Koliko se puta poveća period titrajnog kruga ako kapacitet povećamo 32 puta, a induktivitet smanjimo 2 puta?

Rezultat: Poveća se 4 puta.

www.halapa.com