

9 Elektromagnetické pole

Indukované napätie

Úloha 9.1 ★★

Áké stredné elektromotorické napätie sa indukuje za pol otáčky obdĺžnikového závitú s rozmermi $a = 25$ cm, $b = 30$ cm okolo osi vedenej stredmi dlhších strán kolmo na magnetické pole, keď sa otáča s frekvenciou $f = 1200$ min⁻¹ v magnetickom poli intenzity $0,048 \cdot 10^7$ m⁻¹?

$$[U_{es} = 3,6 \text{ V}]$$

Úloha 9.2 ★★

Tyčový magnet s indukčným tokom $\phi = 0,0015$ Wb cez svoj koncový prierez sa otáča okolo zvislej osi tak, že indukčný tok pretína cievku s počtom závitov $N = 10^4$. Jednu polovicu otáčky vykoná magnet za čas $t = 0,02$ s. Nájdite strednú hodnotu elektromotorického napätia indukovaného v cievke.

$$[U_{es} = 1500 \text{ V}]$$

Úloha 9.3 ★★★

V homogénnom magnetickom poli s indukciou $B = 0,2$ T sa v rovine kolmej na \vec{B} otáča vodivá tyč s dĺžkou $l = 10$ cm. Os otáčania je kolmá na tyč a prechádza jej koncovým bodom. Vypočítajte frekvenciu otáčania tyče, keď sa v nej indukuje elektromotorické napätie hodnoty $U_e = 0,628$ V.

$$[f = 100 \text{ Hz}]$$

Úloha 9.4 ★★★

V homogénnom magnetickom poli s indukciou B sa v rovine kolmej na \vec{B} otáča vodivá tyč s dĺžkou $l = 10$ cm. Os otáčania je kolmá na tyč a prechádza jej koncovým bodom. Vypočítajte indukciu magnetického poľa, ak sa tyč otáča s frekvenciou $f = 50$ Hz a indukuje sa v nej elektromotorické napätie hodnoty $U_e = 0,314$ V.

$$[B = 0,2 \text{ T}]$$

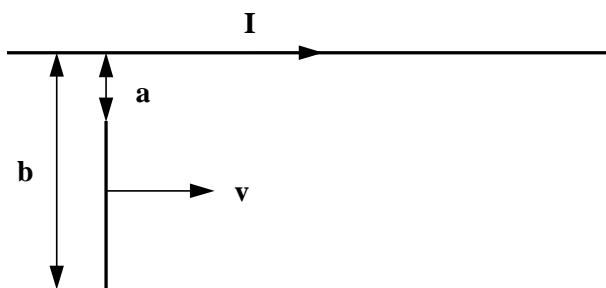
Úloha 9.5 ★★★

Dlhým priamym vodičom tečie prúd $I = 10$ A. Rovnobežne s ním sa pohybuje druhý vodič stálou rýchlosťou $v = 2$ ms⁻¹, tak že jeho bližší koniec je 10 cm a vzdialenejší 100 cm od prvého vodiča. Osi oboch vodičov sú kolmé. Vypočítajte indukované elektromotorické napätie v druhom vodiči. ($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ A⁻²kgms⁻²)

$$[U_e = 9,21 \cdot 10^{-6} \text{ V}]$$

Úloha 9.6 ★★★

Kovová tyč sa pohybuje stálou rýchlosťou $v = 2$ ms⁻¹, rovnobežne s dlhým priamym vodičom, ktorým preteká prúd $I = 40$ A (Obr. 9.1). Vypočítajte indukované elektromotorické napätie v tyči ($a = 10$ cm, $b = 100$ cm). ($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ A⁻²kgms⁻²)



Obr. 9.1

$$[U_e = 3,68 \cdot 10^{-5} \text{ V}]$$

Úloha 9.7 ★★★★★

Kruhový vodič s polomerom R je v pokoji v magnetickom poli v polohe kolmej na indukčné čiary. Indukcia B magnetického poľa sa s časom lineárne znižuje. V čase $t = 0$ indukcia $B = B_0$, v čase $t = t_1$ je $B = 0$. Aké elektromotorické napätie sa indukuje vo vodiči?

$$[U_e = \frac{B_0 \pi R^2}{t_1}]$$

Úloha 9.8 ★★★★★

Závit tvaru štvorca so stranou 3 cm je v pokoji v magnetickom poli v polohe kolmej na indukčné čiary. Indukcia magnetického poľa sa s časom lineárne zväčšuje. V čase $t_0 = 0$ s je $B_0 = 0,5$ T a v čase $t_1 = 2$ s je $B_1 = 1$ T. Aké napätie sa indukuje vo vodiči?

$$[U_e = -0,225 \text{ mV}]$$

Úloha 9.9 ★★★★★

Kruhový vodič s polomerom 5 cm je v pokoji v magnetickom poli v polohe kolmej na indukčné čiary. Indukcia B magnetického poľa sa s časom lineárne zväčšuje z nulovej hodnoty, pričom sa vo vodiči indukuje napätie 0,001 V. Vypočítajte hodnotu magnetickej indukcie poľa v čase 5 s?

$$[B = 0,637 \text{ T}]$$

Úloha 9.10 ★★★★★

Aké maximálne napätie sa indukuje v kruhovom vodiči polomeru $R = 5$ cm, ktorý je uložený v magnetickom poli s $B_0 = 0,5$ T tak, že \vec{B} a \vec{S} zvierajú uhol 180° a indukcia sa s časom mení podľa vzťahu $B = B_0 \cdot \sin \omega t$, kde $\omega = 314 \text{ s}^{-1}$?

$$[U_{\text{emax}} = 1,23 \text{ V}]$$

Úloha 9.11 ★★★★★

Cievka tvaru obdĺžnika s rozmermi $(2,0 \times 2,5) \text{ cm}^2$ so 100 závitmi sa rovnomerne otáča v homogénnom magnetickom poli s indukciou $B = 0,1$ T okolo osi kolmej na smer poľa tak, že sa v nej indukuje elektromotorické napätie s amplitúdou $U_0 = 1,57$ V. Aká je uhlová rýchlosť otáčania cievky?

$$[\omega = 314 \text{ Hz}]$$

Úloha 9.12

Vodič tvaru obdĺžnika so stranami $a = 0,15$ m, $b = 0,2$ m so $N = 400$ závitmi sa nachádza v magnetickom poli s indukciou $B = 5$ mT a otáča sa okolo osi kolmej na kratšiu stranu obdĺžnika s frekvenciou $f = 3\,000$ min⁻¹. Určte maximálnu hodnotu indukovaného napätia.

$$[U_{\text{emax}} = 18,85 \text{ V}]$$

Jav vlastnej a vzájomnej indukcie

Úloha 9.13

Vypočítajte elektromotorické napätie, ktoré sa indukuje v cievke s indukčnosťou $L = 0,06$ H, keď v nej prúd rovnomerne rastie tak, že za jednu sekundu vzrastie z nulovej hodnoty na 10 A.

$$[U_e = -0,6 \text{ V}]$$

Úloha 9.14

Určte maximálnu hodnotu elektromotorického napätia, ktoré sa indukuje v cievke s indukčnosťou $L = 0,25$ H, keď v nej tečie prúd $I = I_0 \sin \omega t$, kde $I_0 = 1$ A a $\omega = 3140$ s⁻¹.

$$[U_{\text{emax}} = -785 \text{ V}]$$

Úloha 9.15

Cievkou s indukčnosťou $L = 5$ H preteká prúd, ktorý za dobu $t_1 = 5$ s, rovnomerne klesol z hodnoty $I_0 = 2$ A v čase $t_0 = 0$ s na hodnotu $I_1 = 0$ A. Vypočítajte elektromotorické napätie, ktoré sa indukovalo v cievke.

$$[U_e = 2 \text{ V}]$$

Úloha 9.16

V cievke sa indukuje vplyvom premenného prúdu elektromotorické napätie, ktorého maximálne hodnoty je 400 V. Prúd sa v cievke mení podľa vzťahu $I = I_0 \cos \omega t$, kde $I_0 = 20$ A a $T = 0,02$ s. Vypočítajte indukčnosť cievky.

$$[L = 0,064 \text{ H}]$$

Úloha 9.17

Vzájomná indukčnosť dvoch cievok je $M = 10$ mH. V prvej cievke sa prúd mení podľa vzťahu $I = I_0 \sin \omega t$, pričom $I_0 = 20$ A a $T = 0,02$ s. Určte závislosť na čase toho elektromotorického napätia, ktoré sa indukuje v druhej cievke a maximálnu hodnotu tohto napätia.

$$[U_{\text{emax}} = 62,8 \text{ V}]$$

Úloha 9.18

Vzájomná indukčnosť dvoch cievok je $M = 20$ mH. V druhej cievke sa prúd mení podľa vzťahu $I = I_0 + kt$, pričom $I_0 = 10$ A a $k = 80$ A/s. Vypočítajte aké elektromotorické napätie, sa indukuje v prvej cievke.

$$[U_e = 1,6 \text{ V}]$$

Úloha 9.19 ★★

Vzájomná indukčnosť dvoch cievok je $M = 5 \text{ mH}$. Vlastná indukčnosť prvej cievky je $L_1 = 0,02 \text{ H}$ a druhej cievky je $L_2 = 0,01 \text{ H}$. V prvej cievke sa prúd mení podľa vzťahu $I_1 = kt$ a v druhej cievke podľa vzťahu $I_2 = I_0 - kt$, pričom $I_0 = 10 \text{ A}$ a $k = 2 \text{ A/s}$. Vypočítajte, aké elektromotorické napätie, sa indukuje v prvej cievke aj v druhej cievke.

$$[U_{e1} = 0,01 \text{ V}, U_{e2} = -0,03 \text{ V}]$$

Úloha 9.20 ★★

Aká je vlastná indukčnosť solenoidu dĺžky $l = 50 \text{ cm}$, ktorý má $N = 10\,000$ závitov s priemerom $d = 6 \text{ cm}$. ($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ A}^2\text{kgms}^{-2}$)

$$[L = 0,71 \text{ H}]$$

Úloha 9.21 ★★

Nájdite vzťah pre indukčnosť uzavretej cievky prstencovitého tvaru, ktorej závitov sú navinuté na železné jadro, a vypočítajte jej hodnotu pre počet závitov $N = 1000$, prierez jadra $S = 25 \text{ cm}^2$, stredný priemer jadra $d = 20 \text{ cm}$. ($\mu = 700\mu_0$, $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ A}^2\text{kgms}^{-2}$)

$$[L = 3,5 \text{ H}]$$

Úloha 9.22 ★★

Aký dlhý musí byť tenký drôt, aby sme z neho vyrobili solenoid kruhového prierezu dĺžky $l = 1 \text{ m}$, s indukčnosťou $L = 0,001 \text{ H}$.

$$[d = 100 \text{ m}]$$

Úloha 9.23 ★★

Kruhový vodič s polomerom 5 cm je uložený vo vonkajšom magnetickom poli s indukciou $0,25 \text{ T}$ tak, že uhol medzi smerom poľa a normálou k ploche je α . Ak vodičom tečie prúd 10 A , potom indukčný tok cez plochu ohraničenú vodičom bude mať rovnakú hodnotu ako vlastný indukčný tok. Vypočítajte hodnotu uhla α , ak indukčnosť vodiča je $5 \cdot 10^{-5} \text{ H}$.

$$[\alpha = 75,23^\circ]$$

Energia, hmotnosť a hustota magnetického poľa**Úloha 9.24** ★★

Aká je energia a hmotnosť magnetického poľa prúdu $I = 2 \text{ mA}$, keď preteká solenoidom dĺžky $l = 50 \text{ cm}$, ktorý má $N = 10\,000$ závitov s priemerom $d = 6 \text{ cm}$? ($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ A}^2\text{kgms}^{-2}$)

$$[E_m = 1,42 \cdot 10^{-6} \text{ J}, m = 1,58 \cdot 10^{-23} \text{ kg}]$$

Úloha 9.25 ★★

Energia magnetického poľa solenoidu je $1,42 \cdot 10^{-6} \text{ J}$. Vypočítajte, aký prúd preteká solenoidom, ak jeho dĺžka je 50 cm , priemer 6 cm a počet závitov $10\,000$?

$$[I = 0,002 \text{ A}]$$

Úloha 9.26 ★★

Aká je energia magnetického poľa prúdu $I = 20$ A, keď preteká solenoidom dĺžky $l = 20$ cm, ktorý má $N = 3000$ závitov s priemerom $d = 5$ cm ($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ A²kgms⁻²)

$$[E_m = 22,2 \text{ J}]$$

Úloha 9.27 ★★

Vypočítajte energiu magnetického poľa toroidu z úlohy 9.20, ak toroidom preteká prúd 0,1 A.

$$[E_m = 0,0175 \text{ J}]$$

Úloha 9.28 ★★

Aká je energia magnetického poľa solenoidu s indukciou $B = 5 \cdot 10^{-5}$ T, ktorej dĺžka je $l = 50$ cm, počet závitov je $N = 10\,000$ závitov a indukčnosť cievky je $L = 0,4$ H? ($\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ A²kgms⁻²)

$$[E_m = 7,9 \cdot 10^{-7} \text{ J}]$$

Úloha 9.29 ★★

Aká je objemová hustota energie magnetického poľa v strede solenoidu dĺžky 2 m, s počtom závitov 4000, ktorou preteká prúd 10 A?

$$[w = 251,2 \text{ J/m}^3]$$