

Magnetické a elektromagnetické pole

1. Veľmi dlhým priamym lineárnym vodičom tečie elektrický prúd I . Aká je indukcia magnetického poľa tohto vodiča vo vzdialenosti a od neho?

(Vypočítajte pre hodnoty: $I = 1 \text{ A}$, $a = 1 \text{ m}$)

$$\left[B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a} = 2 \cdot 10^{-7} \text{ T} \right]$$

2. Lineárnym vodičom tvaru kružnice polomeru R tečie elektrický prúd I . Určite indukciu magnetického poľa buďného týmto vodičom na jeho osi

a) vo vzdialenosti x od jeho stredu

b) v jeho strede!

[a) $B = 3,9738351 \cdot 10^{-7} \text{ T}$, b) $B = 1,256637 \cdot 10^{-5} \text{ T}$]

3. Lineárnym vodičom ohnutým do tvaru kružnice polomeru R tečie elektrický prúd. Indukcia magnetického poľa v strede tohto vodiča je B . Aký je jeho magnetický moment?

(Vypočítajte pre hodnoty: $R = 4 \text{ cm}$, $B = 10 \text{ mT}$)

$$\left[m = \frac{2BR}{\mu_0} \pi R^2 = \frac{2\pi BR^3}{\mu_0} = 3,2 \text{ A} \cdot \text{m}^2 \right]$$

4. Dvomi veľmi dlhými priamymi vodičmi, ktoré sú vzájomne rovnobežné, tečú rovnaké elektrické prúdy $I_1 = I_2 = I$. Vzdialenosť medzi nimi je a . Sila, ktorou pôsobí jeden vodič na jednotku dĺžky druhého vodiča, je f_0 . Určite aké prúdy tečú týmito vodičmi! (Vypočítajte pre hodnoty: $a = 1 \text{ m}$, $f_0 = 2 \cdot 10^{-7} \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$)

$$\left[I = \sqrt{\frac{2\pi a f_0}{\mu_0}} = 1 \text{ A} \right]$$

5. Dvomi medenými rúrkami uloženými vo vákuu so spoločnou osou a polermi r_1 , r_2 tečú elektrické prúdy (obr.1). Rúrkou polomeru r_1 tečie elektrický prúd I_1 a druhou I_2 . Aká je indukcia magnetického poľa

a) vo vnútri tenšej rúrky $r < r_1$

b) vo vnútri medzi rúrkami $r_1 < r < r_2$

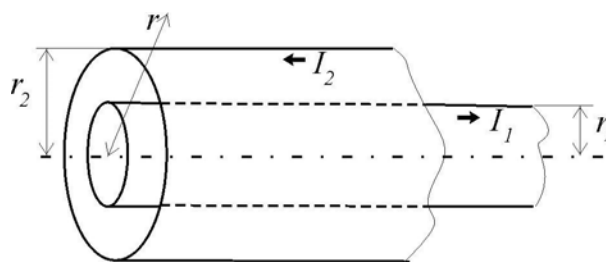
c) vo vonkajšom priestore $r > r_2$.

(Vypočítajte pre hodnoty: $r_1 = 5 \text{ mm}$,

$r_2 = 10 \text{ mm}$, $I_1 = 10 \text{ A}$, $I_2 = 10 \text{ A}$,

elektrické prúdy sú protismerné,

a) $r = 3 \text{ mm}$, b) $r = 8 \text{ mm}$, c) $r = 15 \text{ mm}$)



Obr.1

$$[B = \frac{\mu_0(I_1 + I_2)}{2\pi r}, \text{ a) } B = 0, \text{ b) } B = 0,25 \text{ mT}, \text{ c) } B = 0]$$

6. V homogénnom magnetickom poli indukcie B je uložený vodič ohnutý do tvaru obdĺžnika so stranami a , b , ktorým tečie elektrický prúd I . Os, okolo ktorej sa môže otáčať, prechádza stredmi kratších strán b a je kolmá na vektor indukcie magnetického poľa \mathbf{B} . Akú prácu vykonajú vonkajšie sily, ktoré otočia vodič o uhol α z rovnovážnej polohy? (Vypočítajte pre hodnoty: $B = 0,1 \text{ T}$, $a = 5 \text{ cm}$, $b = 2 \text{ cm}$, $I = 5 \text{ A}$, $\alpha = 90^\circ$)

$$[A = I a b B (1 - \cos \alpha) = 0,5 \text{ mJ}]$$

7. Na oceľovom jadre tvaru anuloidu s polomerom R strednej siločiaru a polomeru r jeho kruhového prierezu je navinutých N závitov. Závitmi tečie elektrický prúd I a vytvára v jadre magnetické pole. Indukčný tok prierezom jadra je Φ . Určite relatívnu permeabilitu μ_r . (Vypočítajte pre hodnoty: $R = 10 \text{ cm}$, $r = 2 \text{ cm}$, $N = 10000$, $I = 1 \text{ A}$, $\Phi = 0,03 \text{ Wb}$)

$$\left[\mu_r = \frac{2 R}{r^2 N \mu_0} \frac{\Phi}{I} = 1194 \right]$$

8. V magnetickom poli Zeme je vodič ohnutý do tvaru obdĺžnika so stranami a , b . Os otáčania vodiča prechádza stredmi kratších strán b a je kolmá na indukciu \mathbf{B} magnetického poľa. Aký je priebeh a amplitúda indukovaného napätia vo vodiči, keď sa otáča okolo svojej osi s frekvenciou f ? (Vypočítajte pre hodnoty: $a = 20 \text{ cm}$, $b = 10 \text{ cm}$, $B = 5 \cdot 10^{-5} \text{ T}$, $f = 100 \text{ s}^{-1}$.)

$$[U = Bab2\pi f \sin 2\pi ft = U_0 \sin 2\pi ft]$$

9. Určite amplitúdu a priebeh elektrického prúdu v medenom lineárnom vodiči ohnutom do tvaru obdĺžnika so stranami a , b prierezu q , ktorý sa v homogénnom magnetickom poli indukcie B otáča s frekvenciou f okolo osi rovnobežnej so stranou a . Os otáčania prechádza stredmi strán b a je kolmá na magnetické pole.

(Vypočítajte pre hodnoty: $a = 10 \text{ cm}$, $b = 4 \text{ cm}$, $q = 2 \text{ mm}^2$, $\rho_{Cu} = 1,7 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}$, $B = 5 \text{ mT}$, $f = 50 \text{ s}^{-1}$!)

$$\left[I = \frac{Bab\pi q}{\rho_{Cu}} \sin 2\pi ft = I_0 \sin 2\pi ft \right]$$

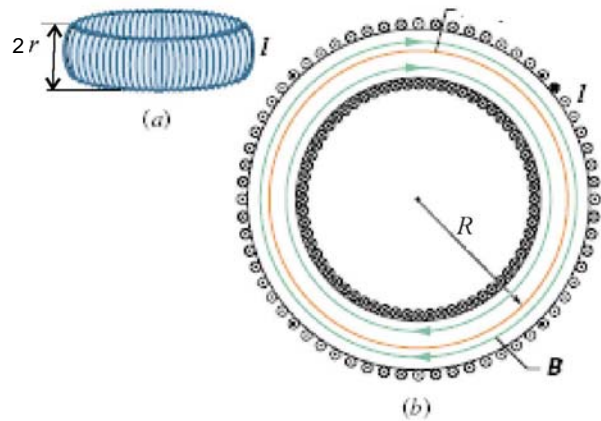
10. Určite vlastnú indukčnosť štíhleho toroidu $r \ll R$, ktorý má navinuté N závitov vodiča! Polomer toroidu je r . Kruhový prierez toroidu má polomer R . Uvažujte, že magnetické pole vo vnútri toroidu je po celej ploche prierezu konštantné!

(Toroid je cievka ohnutá do tvaru kružnice, je znázornený na obr.2.)

$$\left[L = \mu \frac{N^2 r^2}{2R} \right]$$

11. Aká je energia magnetického poľa, vytvoreného prúdom $I = 2 \text{ mA}$ v toroide (cievke, ohnutej do tvaru kružnice – obr.2) týchto parametrov: Počet závitov $N = 10\,000$, polomer závitov $r = 1 \text{ cm}$, polomer toroidu $R = 20 \text{ cm}$ (Predpokladajte, že pre tento štíhly toroid je magnetická indukcia v ploche celého závitov toroidu rovnaká, daná magnetickou indukciou v strede závitov).

$$\left[W_m = \frac{\mu N^2 r^2 I^2}{4R} \right]$$



Obr.2

a) toroid b) prierez toroidom