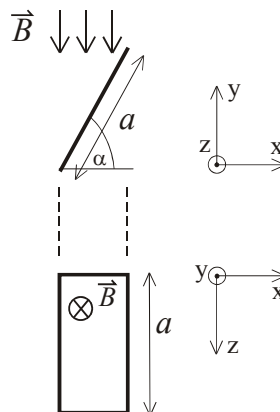
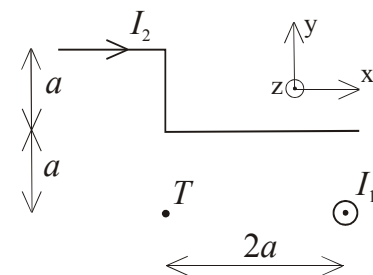


## OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (VSP)

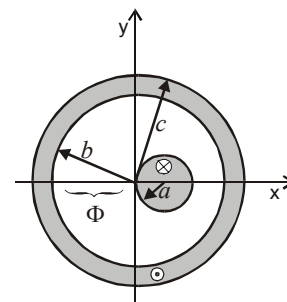
### 1. kolokvij, 8.5.2003

1. Ob ravnem tokovodniku s tokom  $I_1$  se nahaja lomljen tokovodnik s tokom  $I_2$ . Določite izraz za vektor  $\vec{B}$  v točki  $T$ !

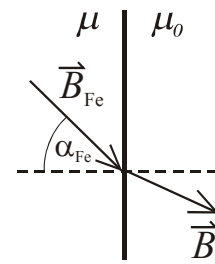


2. Kvadratna zanka s stranico  $a = 1$  cm leži v homogenem magnetnem polju gostote  $B = 0,02$  T pod kotom  $\alpha = 60^\circ$ . Kolikšen je magnetni pretok skozi zanko?

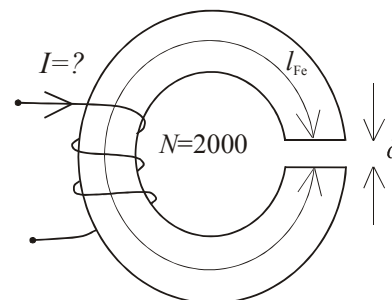
3. V kablu z ekscentričnim jedrom je tok 50 A. Kolikšen je magnetni pretok na dolžini enega metra od koordinatnega izhodišča do točke  $x = -b$  (glej skico)? ( $a = 0,6$  cm,  $b = 2$  cm,  $c = 2,3$  cm).



4. V feromagnetiku permeabilnosti  $\mu = 1200\mu_0$  je homogeno magnetno polje gostote  $B_{Fe} = 1,2$  T; smer polja oklepa z normalo kot  $\alpha_{Fe} = 45^\circ$ . Določite absolutno vrednost vektorja  $\vec{B}_0$  v zraku permeabilnosti  $\mu_0$ !



5. Jedro iz železne litine prereza  $A_{Fe} = 20$  cm<sup>2</sup> in srednje dolžine  $l_{Fe} = 0,52$  m ima zračno režo dolžine  $\delta = 2$  mm. S kolikšnim tokom  $I$  moramo magnetiti jedro, da dosežemo v zračni reži gostoto magnetnega pretoka 0,4 T? Magnetilna krivulja je na hrbtni strani lista!



Rešitve bodo objavljene na internetnem naslovu: <http://torina.fe.uni-lj.si/~oe/>

## OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (VSP)

### 1. kolokvij, 08.05.2003, rešitve

1. Gostoto magnetnega pretoka v točki  $T$  zaradi toka  $I_1$  označimo z  $\vec{B}_1$  in na enak način  $\vec{B}_2$ . Vektor  $\vec{B}_2$  v točki  $T$  zaradi leve polovice lomljenega vodnika označimo z  $\vec{B}_2'$ , vektor  $\vec{B}_2$  v točki  $T$  zaradi desne polovice lomljenega vodnika pa z  $\vec{B}_2''$ :

$$\vec{B}(T) = \vec{B}_1(T) + \vec{B}_2(T) = \vec{B}_1(T) + \vec{B}_2'(T) + \vec{B}_2''(T)$$

$$\vec{B}_1(T) = -\vec{e}_y \frac{\mu_0 I_1}{2\pi 2a} = -\vec{e}_y \frac{\mu_0 I_1}{4\pi a}$$

$$\vec{B}_2'(T) = -\vec{e}_z \frac{\mu_0 I_2}{4\pi d_1} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2); d_1 = 2a, \alpha_1 \rightarrow 0^\circ, \alpha_2 = 90^\circ \Rightarrow \vec{B}_2'(T) = -\vec{e}_z \frac{\mu_0 I_2}{8\pi a}$$

$$\vec{B}_2''(T) = -\vec{e}_z \frac{\mu_0 I_2}{4\pi d_2} (\cos \beta_1 - \cos \beta_2); d_2 = a, \beta_1 = 90^\circ, \beta_2 \rightarrow 180^\circ \Rightarrow \vec{B}_2''(T) = -\vec{e}_z \frac{\mu_0 I_2}{4\pi a}$$

$$\vec{B}(T) = -\vec{e}_y \frac{\mu_0 I_1}{4\pi a} + \left( -\vec{e}_z \frac{\mu_0 I_2}{4\pi a} \cdot \frac{3}{2} \right) = \frac{\mu_0}{4\pi a} \left( 0, -I_1, -\frac{3}{2} I_2 \right)$$

2. Ker je gostota magnetnega pretoka homogena, jo smemo izpostaviti pred integral; med vektorjema  $\vec{B}$  in  $d\vec{A}$  je kot  $\alpha$ , zato skalarni produkt teh dveh vektorjev zapišemo kot  $\vec{B} \cdot d\vec{A} = B dA \cos \alpha$ :

$$\Phi = \int_A \vec{B} \cdot d\vec{A} = \int_A B dA \cos \alpha = B \cos \alpha \int_A dA = B A \cos \alpha = 0,02 \cdot 10^{-4} \cdot 0,5 \text{ Wb} = 1 \mu\text{Wb}$$

3.

$$\vec{B} = \vec{e}_y \frac{\mu_0 I}{2\pi(|x| + a)}$$

$$\Phi = \int_A \vec{B} \cdot d\vec{A} = l \cdot \int_0^{b^-} \vec{e}_y \frac{\mu_0 I}{2\pi(|x| + a)} \cdot (-\vec{e}_y dx)$$

$$\Phi = -l \frac{\mu_0 I}{2\pi} \ln \frac{a}{a+b} \cong 14,6 \mu\text{Wb}$$

4. Za reševanje uporabimo mejni pogoj za vektor  $\vec{B}$ :

$$B_{n0} - B_{nFe} = 0 \Rightarrow B_{n0} = B_{nFe}$$

$$B_{nFe} = B_{Fe} \cos \alpha_{Fe}, B_{n0} = B_0 \cos \alpha_0$$

$$B_{Fe} \cos \alpha_{Fe} = B_0 \cos \alpha_0 \Rightarrow B_0 = B_{Fe} \frac{\cos \alpha_{Fe}}{\cos \alpha_0}$$

Da bi lahko izračunali velikost vektorja  $\vec{B}_0$ , moramo izračunati le še kot med normalo in vektorjem  $\vec{B}_0$  v zraku, ki smo ga v zgornji enačbi označili z  $\alpha_0$ . Pomagamo si z lomnim zakonom:

$$\frac{\tan \alpha_0}{\tan \alpha_{Fe}} = \frac{\mu_0}{\mu_{Fe}} = \frac{\mu_0}{1200\mu_0} \Rightarrow \alpha_0 = \arctan\left(\frac{\tan \alpha_{Fe}}{1200}\right) \cong 0,048^\circ$$

$$B_0 = B_{Fe} \frac{\cos \alpha_{Fe}}{\cos \alpha_0} = 1,2 \frac{\cos 45^\circ}{\cos 0,048^\circ} \text{ T} \cong 0,85 \text{ T}$$

5. Zapišemo Ampere-ov zakon, upoštevamo predpostavko, da v zračni reži ne prihaja do stresanja gostote magnetnega pretoka:

$$NI = H_{Fe} l_{Fe} + H_{\delta} \delta \Rightarrow I = \frac{H_{Fe} l_{Fe} + H_{\delta} \delta}{N}$$

$$H_{\delta} = \frac{B_{\delta}}{\mu_0} = \frac{0,4}{4\pi 10^{-7}} \text{ A/m} \cong 318310 \text{ A/m}$$

$$H_{Fe} : \Phi_{Fe} = \Phi_{\delta} \Rightarrow B_{Fe} A_{Fe} = B_{\delta} A_{\delta} = B_{\delta} A_{Fe} \Rightarrow B_{Fe} = B_{\delta} \xrightarrow{\text{mag. krivulja}} H_{Fe} \cong 1300 \text{ A/m}$$

$$I = \frac{1300 \cdot 0,52 + \frac{1}{\pi} 10^6 \cdot 0,002}{2000} \text{ A} \cong 0,66 \text{ A}$$