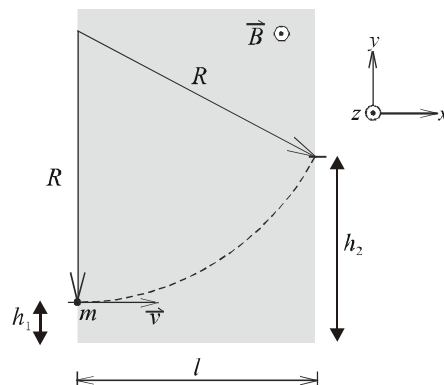


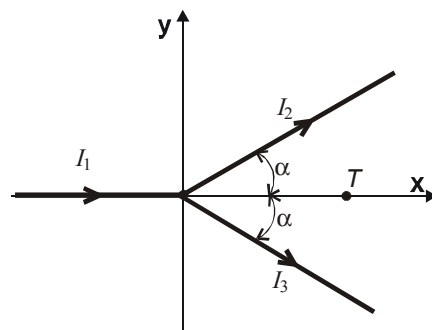
OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (UNI)

1. kolokvij, 17.4.2002

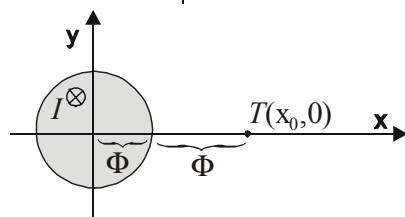
1. Elektron z elektrino $Q = -1.6 \cdot 10^{-19}$ As, maso $m = 9.1 \cdot 10^{-31}$ kg in hitrostjo $v = 6 \cdot 10^6$ m/s vstopi v območje homogenega magnetnega polja širine $l = 2$ cm na višini $h_1 = 0.5$ cm. Vektor \vec{B} ima le z komponento. Določite njeno velikost $|\vec{B}|$ ter predznak ($+\vec{I}_z$ ali $-\vec{I}_z$), da bo delec iz območja magnetnega polja izstopil na višini $h_2 = 1$ cm!



2. Določite gostoto magnetnega pretoka v točki T , ki je za razdaljo 2 cm oddaljena od spojišča! ($I_1=1A$, $I_2=0.2A$, $\alpha=30^\circ$)

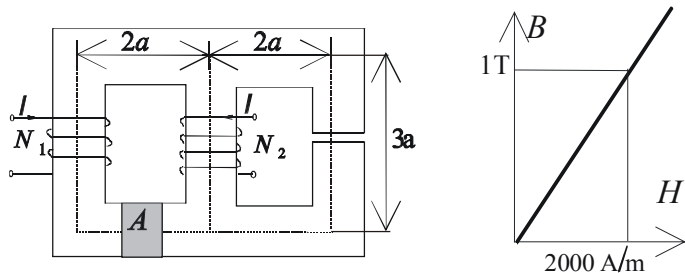


3. Določite mesto točke $T(x_0, 0)$ na osi x tako, da bo magnetni pretok vzdolž polnega vodnika od središča do roba enak pretoku od roba vodnika do točke T ! (polmer vodnika je $R=1$ cm)



4. V prostoru $z < 0$ je feromagnetik z $\mu_1 = 1000\mu_0$ in $\vec{B}_1 = (-0.1, 0.2, 0.5)T$. Določite vektor gostote magnetnega pretoka v prostoru $z > 0$, permeabilnosti $\mu_2 = 4000\mu_0$, če je na meji med feromagnetikoma tokovna $\vec{G} = (0.1, -0.5, 0) \cdot 10^{-3} / \mu_0$ A/m.

5. Kolikšna naj bo debelina zračne reže, da bo gostota magnetnega pretoka v njej enaka $0.4T$? ($I=1A$, $N_1=400$, $N_2=600$, $A=1\text{cm}^2$, $a=2\text{cm}$, $a \gg \delta$)



OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II

1. kolokvij, 17.4.2002, rešitve

1.

$$|\vec{B}| = \frac{mv}{|Q|R} \quad R = \sqrt{\left(\frac{a}{2}\right)^2 + c^2}$$

$$a = \sqrt{(\Delta h)^2 + l^2} \quad c = \tan \alpha \cdot \frac{a}{2} \quad \tan \alpha = \frac{l}{\Delta h}$$

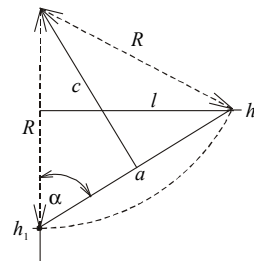
$$\Delta h = h_2 - h_1 \quad \vec{B} \cong \vec{1}_z 8,03 \cdot 10^{-4} T,$$

z komponenta vektorja \vec{B} ima pozitiven predznak!

ali pa tudi:

$$(R - (h_2 - h_1))^2 + l^2 = R^2 \Rightarrow R = 4.25 \text{ cm}$$

$$B = \frac{mv}{QR} \dots\dots$$



2. Seštejemo (odštejemo) prispevka tokovnih daljic I_2 in I_3 :

a je razdalja od tokovne daljice pravokotno na točko T

$$a = 2 \text{ cm} \cdot \sin(30^\circ) = 1 \text{ cm}$$

$$I_3 = I_1 - I_2 = 0.8 \text{ A}$$

$$\vec{B} = \vec{B}_2 + \vec{B}_3 = \vec{1}_z \frac{\mu_0}{4\pi a} (I_3 (\cos(\alpha) - \cos(\pi)) - I_2 (\cos(\alpha) - \cos(\pi)))$$

$$\vec{B} = \vec{1}_z \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}}{4\pi \cdot 10^{-2} \text{ m}} ((0.8 \text{ A} - 0.2 \text{ A}) \cdot 1.86) = \vec{1}_z \underline{\underline{11.16 \mu\text{T}}}$$

3. Zapišemo gostoto magnetnega pretoka na pozitivni x osi in izenačimo fluksa:

$$\vec{B}_{\text{notraj},x} = -\vec{1}_y \frac{\mu_0 I}{2\pi R^2} r, \quad \{y = z = 0, 0 < x < R\}$$

$$\vec{B}_{\text{zunaj},x} = -\vec{1}_y \frac{\mu_0 I}{2\pi r}, \quad \{y = z = 0, x > R\}$$

$$\Phi_{\text{notraj}} = \Phi_{\text{zunaj}} \Rightarrow \int \vec{B}_{\text{notraj},x} \cdot \vec{dA} = \int \vec{B}_{\text{zunaj},x} \cdot \vec{dA}$$

$$\vec{dA} = -\vec{1}_y dr \cdot l$$

$$l \int_0^R \frac{\mu_0 I}{2\pi R^2} r dr = l \int_R^{r_T} \frac{\mu_0 I}{2\pi r} dr$$

$$\frac{1}{R^2} \frac{R^2}{2} = \ln \frac{r_T}{R} \Rightarrow r_T = R \cdot e^{1/2} = \underline{\underline{1.65 \text{ cm}}}$$

4. Zapišemo mejne pogoje za normalno in tangencialni komponenti:

$$B_{n2} = B_{n1} \Rightarrow B_{z2} = B_{z1} = 0.5\text{T}$$

$$\vec{l}_n \times (\vec{H}_1 - \vec{H}_2) = \vec{G}$$

$$\vec{H}_1 = \frac{\vec{B}_1}{\mu_1} = \frac{1}{1000\mu_0}(-0.1, 0.2, 0.5)\text{T}$$

$$\vec{H}_2 = (H_{2x}, H_{2y}, H_{2z}), \quad \vec{l}_n = -\vec{l}_z$$

$$\begin{vmatrix} 1_x & 1_y & 1_z \\ 0 & 0 & -1 \\ \frac{-0.1}{1000\mu_0} - H_{2x} & \frac{0.2}{1000\mu_0} - H_{2y} & \frac{0.5}{1000\mu_0} - H_{2z} \end{vmatrix} = \left(\frac{0.1}{\mu_0}, -\frac{0.5}{\mu_0}, 0\right) \cdot 10^{-3}$$

$$H_{2y} = \frac{0.2}{1000\mu_0} - \frac{10^{-4}}{\mu_0} = \frac{10^{-4}}{\mu_0} \Rightarrow B_{2y} = 4000\mu_0 \frac{10^{-4}}{\mu_0} = \underline{\underline{0.4\text{T}}}$$

$$H_{2x} = \frac{-0.1}{1000\mu_0} - \frac{5 \cdot 10^{-4}}{\mu_0} = -\frac{6 \cdot 10^{-4}}{\mu_0} \Rightarrow B_{2x} = -4000\mu_0 \frac{6 \cdot 10^{-4}}{\mu_0} = \underline{\underline{-2.4\text{T}}}$$

$$\vec{B}_2 = \underline{\underline{(-2.4, 0.4, 0.5)\text{T}}}$$

5. Ker ima magnetni material linearno magnetilno krivuljo lahko uporabljamo enačbe za linearna magnetna vezja. Narišemo magnetno vezje ter določimo Theveninovo nadomestno vezje med sponkama magnetne upornosti zračne reže, iz znane gostote polja v reži pa določimo potreben fluks v reži. Iz teh izračunov nastavimo enačbo za izračun magnetne upornosti zračne reže in nato debeline zračne reže:

$$R_{m1} = \frac{7a}{\mu A}, R_{m2} = \frac{3a}{\mu A}, \mu = \frac{B}{H} = \frac{1\text{T}}{2000\text{A/m}}$$

$$R_{m\text{Th}} = R_{m1} \parallel R_{m2} + R_{m1} = \frac{a}{\mu A} (3 \parallel 7 + 7) = 9.1 \frac{a}{\mu A}$$

$$U_{m\text{Th}} = \frac{I(N_1 + N_2)}{R_{m1} + R_{m2}} R_{m2} - IN_2 = 0.3I(N_1 + N_2) - IN_2 = 0.1I(3N_1 - 7N_2)$$

$$\Phi = B \cdot A = 0.4 \cdot 10^{-4} \text{Vs} = \frac{|U_{m\text{Th}}|}{R_{m\text{Th}} + R_\delta} \Rightarrow R_\delta = \frac{U_{m\text{Th}}}{B \cdot A} - R_{m\text{Th}}$$

$$R_\delta = \frac{\delta}{\mu_0 A} = \frac{0.1I|3N_1 - 7N_2|}{B \cdot A} - 9.1 \frac{a}{\mu A}$$

$$\delta = \frac{I|3N_1 - 7N_2|\mu_0 A}{10B \cdot A} - 9.1 \frac{a\mu_0 A}{\mu A} = \frac{I|3N_1 - 7N_2|\mu_0}{10B} - 9.1 \frac{a\mu_0}{\mu}$$

$$\delta = \left(\frac{3|1200 - 4200|}{10 \cdot 0.4} - 9.1 \cdot 2 \cdot 10^{-2} \cdot 2000 \right) 4\pi 10^{-7} \text{m} = \underline{\underline{2.37 \text{mm}}}$$

