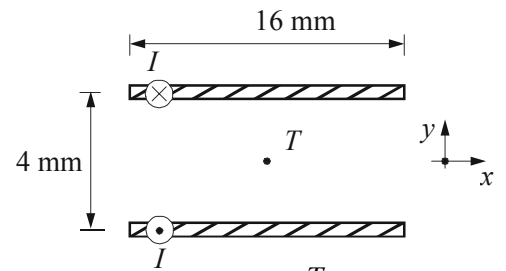


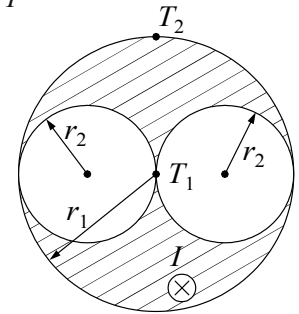
## OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (UNI)

1. kolokvij, 7. 5. 2007

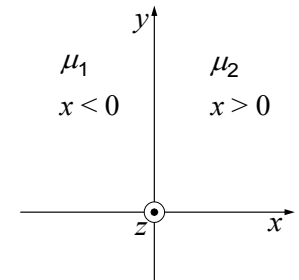
1. Tanka tračna vodnika širine  $a = 16 \text{ mm}$  vodita tok  $I = 2 \text{ A}$ . Razdalja med njima je  $b = 4 \text{ mm}$ . Določite vektor gostote magnetnega pretoka v središnji točki  $T$  med vodnikoma?



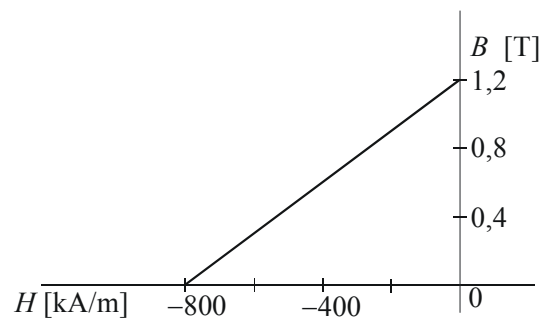
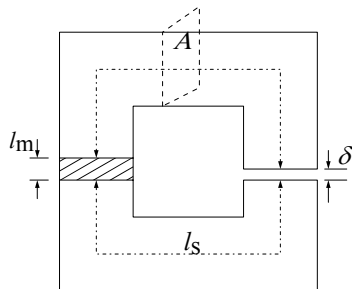
2. V dvocevnem vodniku je tok  $I = 10 \text{ A}$ . Polmera vodnika in lukenj sta  $r_1 = 4 \text{ cm}$  in  $r_2 = 2 \text{ cm}$ . Izračunajte magnetni pretok skozi pravokotno zanko dolžine  $l = 5 \text{ m}$  med točkama  $T_1$  in  $T_2$  vzdolž vodnika?



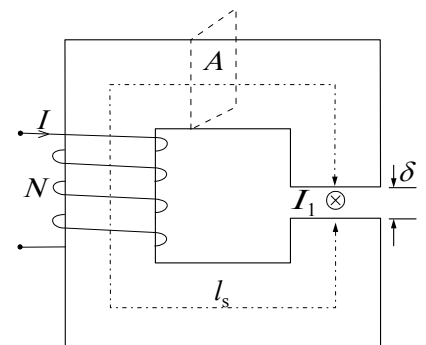
3. Ravnina  $x = 0$  je meja dveh linearnih magnetikov. Na njej je tokovna obloga  $\vec{K} = (0, -30, -20) \text{ A/m}$ . V snovi z  $\mu_1 = 0,2 \text{ V} \cdot \text{s}/(\text{A} \cdot \text{m})$  je vektor gostote magnetnega pretoka  $\vec{B}_1 = (1, 0, 2, 0, 3) \text{ T}$ . Določite vektor magnetne poljske jakosti v snovi z  $\mu_2 = 0,02 \text{ V} \cdot \text{s}/(\text{A} \cdot \text{m})$ ?



4. Trdomagnetni vložek (dolžine  $l_m = 5 \text{ mm}$  in preseka  $A = 2 \text{ cm}^2$ ) z dano  $B$ - $H$  karakteristiko in mehkomagnetni jarm (preseka  $A$ , dolžine  $l_s = 12 \text{ cm}$  in relativne permeabilnosti  $\mu_r = 635$ ) ter zračna reža dolžine  $\delta = 4 \text{ mm}$  oblikujejo magnetni tokokrog. Kolikšna je gostota magnetnega pretoka v reži? (stresanje polja ob reži je zanemarljivo)



5. Jedro iz transformatorske pločevine preseka  $2 \times 2 \text{ cm}$  in srednje dolžine  $l_s = 20 \text{ cm}$  ima zračno režo dolžine  $\delta = 2 \text{ mm}$  in navitje z  $N = 100$  ovoji (magnetilna krivulja je na hrbtni strani lista). V reži je vodnik s tokom  $I_1 = 10 \text{ A}$ . Določite potreben tok  $I$  skozi navitje, da bo sila na tokovodnik v reži  $0,2 \text{ N}$ . (stresanje magnetnega polja v reži je zanemarljivo)



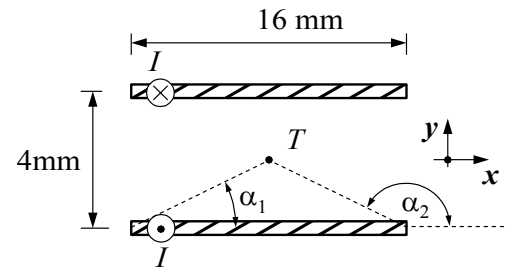
Rešitve so objavljene na spletni strani <http://torina.fe.uni-lj.si/oe/>.

## OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (UNI)

### 1. kolokvij, 7. 5. 2007, rešitve

1. V točki  $T$  sta vertikalni komponenti gostot magnetnih pretokov tokov enaki nič; vrednosti horizontalnih komponent sta tam enaki; določata ju kota zveznic točke  $T$  z roboma trakov:

$$B_x(T) = 2 \frac{\mu_0 I / a}{2\pi} (\alpha_1 - \alpha_2) = -\frac{\mu_0 I}{\pi a} (\pi - 2 \arctan(b/a)) \cong \underline{\underline{-133 \mu\text{T}}}.$$



2. Tok skozi prerez dvocevne vodnika predstavimo s tremi namišljenimi vodniki, v katerih so gostote tokov enake:  $J = I / \pi(r_1^2 - 2r_2^2)$ . V prvem, preseka  $\pi r_1^2$ , je tok v list  $I_1 = 20$  A, v drugih dveh, preseka  $\pi r_2^2$ , pa sta toka iz lista, z  $I_2 = 5$  A. Magnetni pretok toka  $I_1$  skozi pravokotnik med točkama v desno določa integral

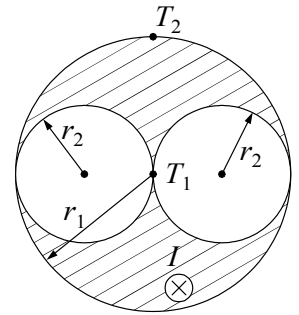
$$\phi_1 = \int_0^{r_1} \left( \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r_1^2} r \right) l dr = \frac{\mu_0 I_1 l}{4\pi},$$

magnetna pretoka ostalih dveh tokov v desno skozi pravokotnik pa sta negativna,

$$\phi_2 = - \int_{r_2}^{\sqrt{r_1^2 + r_2^2}} \left( \frac{\mu_0 I_2}{2\pi r} \right) l dr = -\frac{\mu_0 I_2 l}{2\pi} \ln \frac{\sqrt{r_1^2 + r_2^2}}{r_2} = -\frac{\mu_0 I_2 l}{2\pi} \ln \sqrt{5}.$$

Celoten pretok skozi pravokotnik je

$$\phi = \phi_1 + 2\phi_2 = \frac{\mu_0 I_1 l}{4\pi} - \frac{\mu_0 I_2 l}{\pi} \ln \sqrt{5} \cong \underline{\underline{1,95 \mu\text{Vs}}}.$$



3. Iz gostote polja v levem prostoru sledi:  $\vec{H}_1 = \vec{B}_1 / \mu_1 = (5, 1, 1,5)$  A/m. Mejni pogoj vektorja jakosti,

$$\vec{e}_n \times (\vec{H}_1 - \vec{H}_2) = \vec{K} \text{ oz. } -\vec{e}_x \times (\vec{e}_x (5 - H_{2x}) + \vec{e}_y (1 - H_{2y}) + \vec{e}_z (1,5 - H_{2z})) = \vec{e}_x 0 - \vec{e}_y 30 - \vec{e}_z 20, \text{ da:}$$

$$H_{2y} = -19 \text{ A/m}, H_{2z} = 31,5 \text{ A/m. Iz mejnega pogoja vektorja gostote sledi: } B_{1x} = B_{2x} \text{ in}$$

$$H_{2x} = B_{2x} / \mu_2 = 50 \text{ A/m, kar da: } \vec{H}_2 = \underline{\underline{(50, -19, 31,5) \text{ A/m}}}.$$

4. Za magnetni tokokrog zapišemo napetostno Kirchhoffovo enačbo,

$$H_m l_m + H_{\text{Fe}} l_s + H_\delta \delta = 0 \Rightarrow H_m l_m + \frac{B}{\mu_r \mu_0} l_s + \frac{B}{\mu_0} \delta = 0, \text{ in enačbo trajnega magneta}$$

$$H_m = -H_0 + \frac{H_0}{B_0} B, \text{ kjer sta } H_0 = 800 \text{ kA/m in } B_0 = 1,2 \text{ T. Ko enačbi združimo, dobimo:}$$

$$B = \frac{H_0 l_m}{\frac{H_0}{B_0} l_m + \frac{l_s}{\mu_r \mu_0} + \frac{\delta}{\mu_0}} \cong \underline{\underline{0,6 \text{ T}}}.$$

5. Da bo magnetna sila na vodnik  $F_m = B I l = B \cdot 10 \text{ A} \cdot 0,02 \text{ m} = 0,2 \text{ N}$ , mora biti v reži gostota  $B = 1 \text{ T}$ . Enaka gostota polja je tudi v jedru; iz magnetilne krivulje sledi poljska jakost  $H_j \cong 200 \text{ A/m}$ .

Napetostna enačba magnetne zanke je  $NI = H_j l_s + H_\delta \delta = H_j l_s + B \delta / \mu_0$ ; iz nje izračunamo tok:

$$I = \frac{H_j l_s + B \delta / \mu_0}{N} \cong \underline{\underline{16,3 \text{ A}}}.$$