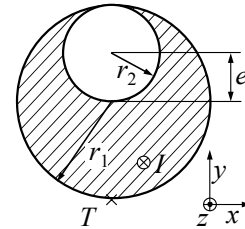


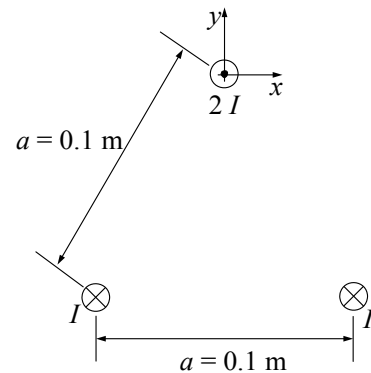
OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (VŠŠ)

1. kolokvij, 13. april 2006

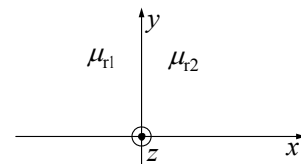
1. Bakren vodnik polmera $r_1 = 4\text{ cm}$ z ekscentrično luknjo polmera $r_2 = 2\text{ cm}$ in ekscentričnostjo $e = 2\text{ cm}$ vodi tok $I = 60\text{ A}$. Določite vektor gostote magnetnega pretoka \vec{B} v točki T tik ob vodniku po sliki.



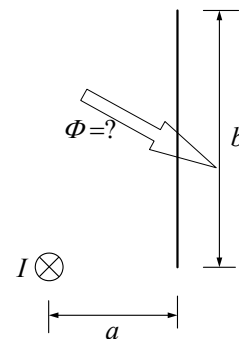
2. Razcepljen dvovod, postavljen v enakostranični trikotnik po sliki, vodi tok $2I$ ($I = 10\text{ A}$). Določite vektor sile na enoto dolžine na vodnik s tokom $2I$.



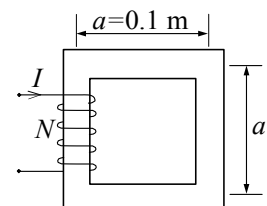
3. Ravnina $x=0$ je meja dveh snovi brez tokovne obloge. V levi snovi ($x < 0$), z $\mu_{r1} = 1$, je gostota magnetnega pretoka $\vec{B} = (500, 40, 30)\text{ mT}$. Določite vektor gostote magnetnega pretoka \vec{B} v desni snovi z $\mu_{r2} = 10$.



4. Na oddaljenosti $a = 0,05\text{ m}$ od vodnika s tokom $I = 20\text{ A}$ je pravokoten okvir dolžine $l = 0,2\text{ m}$ in širine $b = 0,1\text{ m}$. Pravokoten okvir je s svojo daljšo stranico postavljen vzdolž vodnika. Določite magnetni pretok Φ skozi pravokoten okvir.



5. Določite gostoto magnetnega pretoka v feromagnetnem jedru iz transformatorske pločevine preseka 4 cm^2 , če je na jedro navitih 500 ovojev skozi katere teče tok 2 A . V jedru predpostavite homogene razmere. Magnetilna krivulja je na hrbtni strani.



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

OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (VŠŠ)

1. kolokvij, 13. april 2006, rešitve

1. Izvedemo dekompozicijo ekscentrično cevastega vodnika na dva tokovodnika polnega preseka, z enako, a nasprotno usmerjeno tokovno gostoto $J = I/\pi(r_1^2 - r_2^2)$:

- debel vodnik z radijem r_1 , ki vodi tok $I_1 = J\pi r_1^2 = 80\text{A}$ v smeri toka I ,
- tanek, ekscentrično izmaknjen vodnik, z radijem r_2 , ki vodi tok $I_2 = J\pi r_2^2 = 20\text{A}$ v nasprotni smeri toka I .

Gostota magnetnega pretoka je vektorska vsota prispevkov obeh vodnikov:

$$\vec{B}(T) = -\vec{e}_x \frac{\mu_0 I_1}{2\pi r_1} + \vec{e}_x \frac{\mu_0 I_2}{2\pi(r_1 + e)} \doteq -\vec{e}_x 400 \mu\text{T} + \vec{e}_x 67 \mu\text{T} = \underline{\underline{-\vec{e}_x 333 \mu\text{T}}}.$$

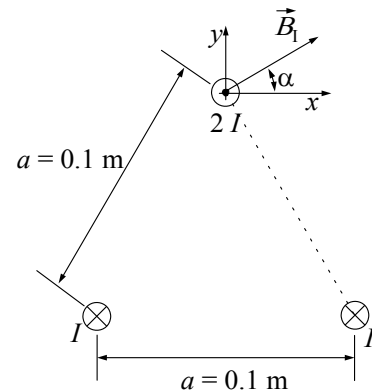
2. Gostota magnetnega polja na mestu zgornjega vodnika je vsota prispevkov gostot spodnjih dveh vodnikov (na sliki je prispevek desnega vodnika označen z \vec{B}_1).

Prispevka v y smeri se med seboj odštejeta, zato ostane le vsota prispevkov v x smeri:

$$\vec{B}_{21} = \vec{e}_x 2 \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \cos\alpha.$$

Silo na zgornji vodnik na dolžinsko enoto zapišemo kot:

$$\vec{F} = 2I\vec{l} \times \vec{B} \rightarrow \vec{f} = \frac{\vec{F}}{l} = 2I\vec{e}_z \times \vec{e}_x 2 \frac{\mu_0 I}{2\pi a} \cos\alpha \doteq \underline{\underline{\vec{e}_y 693 \mu\text{N/m}}}.$$



3. Zapišimo mejne pogoje za postavljeni koordinatni sistem, v katerem je x komponenta normalna glede na mejo med snovema y in z komponenti pa sta tangencialni:

$$B_{n1} = B_{n2} \rightarrow B_{x1} = B_{x2},$$

$$H_{t1} = H_{t2} \rightarrow H_{y1} = H_{y2}, H_{z1} = H_{z2} \text{ oziroma } \frac{B_{y1}}{\mu_0} = \frac{B_{y2}}{\mu_0 \mu_{r2}}, \frac{B_{z1}}{\mu_0} = \frac{B_{z2}}{\mu_0 \mu_{r2}}.$$

Iz tega sledi zapis vektorja gostote magnetnega pretoka v drugi snovi:

$$\vec{B}_2 = (\underline{\underline{B_{x1}, \mu_{r2} B_{y1}, \mu_{r2} B_{z1}}}) = \underline{\underline{(500, 400, 300) \text{ mT}}}.$$

4. Ob upoštevanju brezizvornosti magnetnega polja lahko zapišemo pretok skozi površino pravokotnega okvirja A kot:

$$\Phi = \int_A \vec{B} \cdot d\vec{A} = \int_a^{\sqrt{a^2+b^2}} \vec{e}_\varphi \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \vec{e}_\varphi l dr \doteq \frac{4\pi 10^{-7} 20 \cdot 0,2}{2\pi} \ln \frac{0,112}{0,05} \text{ Wb} = \underline{\underline{644 \text{ nWb}}}.$$

5. V jedru, v katerem je ujet celoten magnetni pretok, predpostavimo homogene magnetne razmere. Zapišemo lahko $\theta = IN = Hl$, od koder lahko izračunamo magnetno poljsko jakost v jedru:

$$H = \frac{IN}{l} = \frac{2 \cdot 500}{4 \cdot 0,1} \text{ A/m} = 2500 \text{ A/m},$$

gostoto magnetnega pretoka pa odčitamo iz magnetilnice za transformatorsko pločevino:

$$B = \underline{\underline{1,47 \text{ T}}}.$$