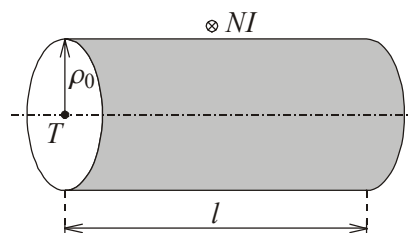
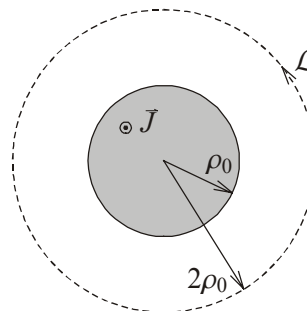


OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (VSŠ)
prvi kolokvij, 11. april 2005

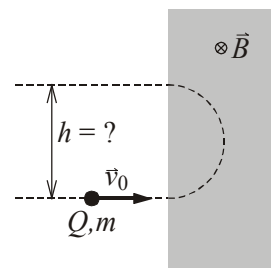
1. Tuljava polmera $\rho_0 = 1$ cm in dolžine $l = 4$ cm ima $N = 1000$ ovojev. Določite gostoto magnetnega pretoka B v točki T , ki je v osi tuljave in to na njenem levem robu, če je tok v tuljavi $I = 2$ A.



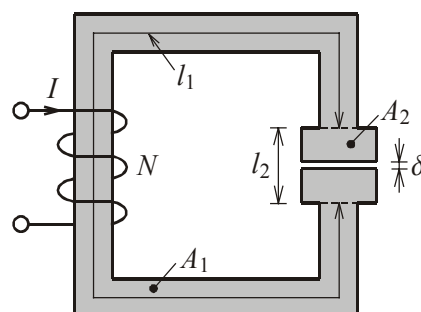
2. Skozi raven dolg vodnik polmera $\rho_0 = 2$ mm teče tok gostote $J = 20$ A/cm². Določite vrednost krivuljnega integrala $\oint_{\mathcal{L}} \vec{H} \cdot d\vec{l}$ po krožnici \mathcal{L} polmera $2\rho_0$ v zraku.



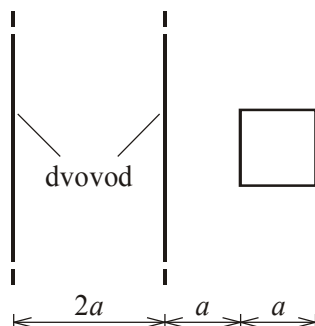
3. Proton vstopi s hitrostjo $v_0 = 2 \cdot 10^5$ m/s v območje homogenega magnetnega polja gostote $B = 2$ T. Določite višino h na kateri proton izstopi iz tega območja. Za maso protona vzamemo $m \approx 1,6 \cdot 10^{-27}$ kg, za njegov naboj pa $Q \approx 1,6 \cdot 10^{-19}$ C.



4. Na jedru iz linearnega magnetika relativne permeabilnosti $\mu_r = 100$ je navitje z $N = 1500$ ovoji. Preseka ožjega in širšega dela jedra sta si v razmerju $A_1 : A_2 = 1 : 2$, njuni srednji dolžini magnetnih poti pa sta $l_1 = 20$ cm in $l_2 = 2$ cm. Kolikšna je gostota magnetnega pretoka B_0 v zračni reži, če skozi navitje teče tok $I = 2$ A? Stresanje polja v reži širine $\delta = 1$ mm zanemarimo.



5. Določite medsebojno induktivnost M med kvadratno zanko s stranico dolžine $a = 5$ cm in dvovodom medosne razdalje $2a$.



$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ Vs/Am}$$

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

OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (VSŠ)

prvi kolokvij, 11. april 2005

Rešitve

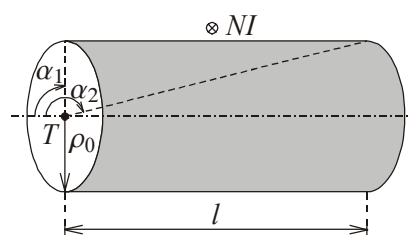
1. Za izračun gostote magnetnega pretoka v točki T uporabimo formulo za magnetno polje v osi dolge tuljave:

$$B(T) = \frac{\mu_0 NI}{2l} (\cos \alpha_1 - \cos \alpha_2).$$

Za točko T sta kota $\alpha_1 = \pi/2$ in $\alpha_2 = \pi/2 + \arctan l/\rho_0 = \pi/2 + \arctan 4$.

Po vstavitvi številskih vrednosti v zgornjo formulo sledi:

$$B(T) = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1000 \cdot 2}{2 \cdot 0,04} (\cos \pi/2 - \cos(\pi/2 + \arctan 4)) \text{ T} \doteq \underline{\underline{30,5 \text{ mT}}}.$$



2. Po Amperovem zakonu toka je integral $\oint_{\mathcal{L}} \vec{H} \cdot d\vec{l}$ enak toku skozi sklenjeno krivuljo \mathcal{L} .

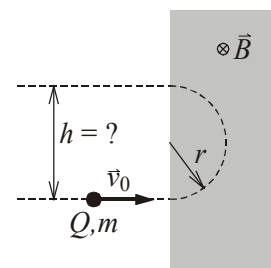
Skozi krožnico \mathcal{L} gre celoten tok vodnika, ki ga izračunamo s produktom površine preseka vodnika in tokovne gostote v njem:

$$I = \pi \rho_0^2 J = \pi \cdot (2 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 20 \cdot 10^4 \text{ A} \doteq \underline{\underline{2,51 \text{ A}}}.$$

3. V območju homogenega magnetnega polja se proton giblje po

krožnici polmera $r = \frac{mv_0}{QB} = \frac{1,6 \cdot 10^{-27} \cdot 2 \cdot 10^5}{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 2} \text{ m} = 1 \text{ mm}$. Višina

h na kateri proton izstopi iz tega območja je enaka premeru kroženja: $h = 2r = \underline{\underline{2 \text{ mm}}}$.



4. Po Amperovem zakonu toka je magnetna napetost navitja enaka vsoti padcev napetosti v ožjem in širšem delu jedra ter v reži: $NI = H_1 l_1 + H_2 l_2 + H_0 \delta$. Magnetni pretok se vzdolž jedra ohranja in je v vsakem delu enak produktu gostote pretoka in površine preseka:

$$\phi = B_1 A_1 = B_2 A_2 = B_0 A_2 \Rightarrow B_2 = B_0, \quad B_1 = B_0 \frac{A_2}{A_1} = 2B_0. \text{ Jakosti polja v posameznih delih}$$

$$\text{jedra izrazimo z gostotami pretoka: } H_1 = \frac{B_1}{\mu_r \mu_0} = \frac{2B_0}{\mu_r \mu_0}, \quad H_2 = \frac{B_2}{\mu_r \mu_0} = \frac{B_0}{\mu_r \mu_0} \text{ in } H_0 = \frac{B_0}{\mu_0}.$$

Tako izražene jakosti vstavimo v Amperov zakon in iz njega izrazimo gostoto B_0 v zračni reži:

$$NI = \frac{2B_0}{\mu_r \mu_0} l_1 + \frac{B_0}{\mu_r \mu_0} l_2 + \frac{B_0}{\mu_0} \delta \Rightarrow (2l_1 + l_2 + \mu_r \delta) B_0 = \mu_r \mu_0 NI \Rightarrow$$

$$B_0 = \frac{\mu_r \mu_0 NI}{2l_1 + l_2 + \mu_r \delta} = \frac{100 \cdot 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1500 \cdot 2}{2 \cdot 0,2 + 0,02 + 100 \cdot 0,001} \text{ T} \doteq \underline{\underline{0,725 \text{ T}}}.$$

5. Medsebojna induktivnost M je enaka razmerju med magnetnim pretokom ϕ_2 skozi kvadratno zanko in tokom I_1 dvovoda, ki ta pretok povzroča: $M = \phi_2 / I_1$. Magnetni pretok ϕ_2 določimo po superpoziciji prispevkov desnega in levega vodnika dvovoda:

$$\phi_2 = \frac{\mu_0 I_1 a}{2\pi} \ln \frac{2a}{a} - \frac{\mu_0 I_1 a}{2\pi} \ln \frac{4a}{3a} = \frac{\mu_0 I_1 a}{2\pi} \ln \frac{3}{2}.$$

$$M = \frac{\phi_2}{I_1} = \frac{\mu_0 a}{2\pi} \ln \frac{3}{2} = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 0,05}{2\pi} \ln \frac{3}{2} \doteq \underline{\underline{4,05 \text{ nH}}}$$

