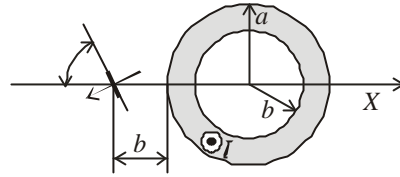
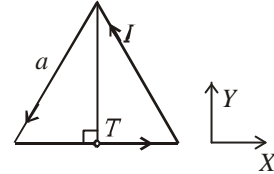


OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (UNI)
1. kolokvij, 4. maj 2006

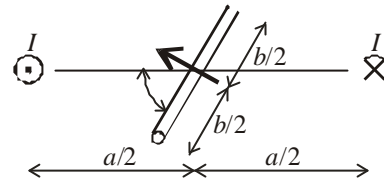
1. Meritev gostote magnetnega pretoka ob cevastem tokovodniku smo izvedli s Hallovo sondo. Sonda ima obliko ploščice in meri komponento vektorja gostote magnetnega pretoka, ki je pravokotna na ravnino ploščice (v smeri puščice na skici). V narisani legi sonde je instrument izmeril vrednost $B_{\text{Hall}} = 2,3 \text{ mT}$. Izračunajte tok I v vodniku. ($a = 1,5 \text{ cm}$, $b = 1 \text{ cm}$, $\alpha = 60^\circ$)



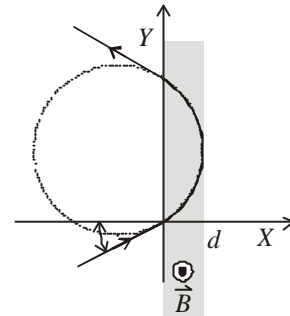
2. Zanka s tokom $I = 2 \text{ A}$ ima obliko enakostranicnega trikotnika s stranico $a = 10 \text{ cm}$. Dolocite vektor magnetne sile na enoto dolžine vodnika v točki T .



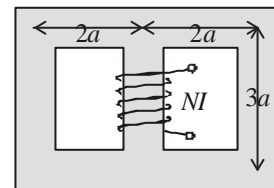
3. Vodnika dvovoda sta na medosni razdalji $a = 8 \text{ cm}$ in vodita tok $I = 10 \text{ A}$. Med njima leži pravokotna zanka dolžine $l = 10 \text{ cm}$ in širine $b = 4 \text{ cm}$ ter oklepa z ravnino dvovoda kót $\alpha = 60^\circ$. Izračunajte magnetni pretok Φ skozi zanko.



4. V šrafiran pas homogenega magnetnega polja gostote B , ki se razteza med ravninama $x = 0 \text{ m}$ in $x = d = 5 \text{ cm}$, vstopi elektron s hitrostjo $v = 2 \cdot 10^6 \text{ m/s}$ pod kotom $\alpha = 30^\circ$ glede na os X , nato doseže desno ravnino in zatem na isti strani izstopi. Dolocite vrednost gostote B . ($m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$, $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$)



5. Dolocite število ovojev navitja, da bo pri toku $1,5 \text{ A}$ gostota magnetnega pretoka v srednjem stebri enaka $0,2 \text{ T}$. Jedro je iz litega železa, njegova magnetilna krivulja pa je na hrbtni strani lista. ($a = 5 \text{ cm}$, preseki stebrov in jarmov so enaki)



OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (UNI)

1. kolokvij, 4. maj 2006, rešitve

1. Gostota magnetnega pretoka v zunanosti cevastega tokovodnika je takšna, kot da bi jo povzročala »tokovna premica«, ležeca v osi vodnika, torej $B = \mu_0 I / 2\pi(a+b)$, kot vektor pa je na mestu sonde usmerjena navzdol. Projekcija gostote polja v smeri Hallove sonde je ustrezno manjša in enaka $B_{\text{Hall}} = B \cos \alpha = \mu_0 I \cos \alpha / 2\pi(a+b)$, iz česar sledi iskani tok: $I = 2\pi(a+b)B_{\text{Hall}} / (\mu_0 \cos \alpha) = \underline{\underline{575 \text{ A}}}$.

2. Diferencial magnetne sile $d\vec{F}$ na tokovni element $I d\vec{l} = I dx \vec{e}_x$ je $d\vec{F} = I dx \vec{e}_x \times \vec{B}$. Vektor gostote magnetnega pretoka v točki T doloca vsota dveh enakih polj tokov skozi ostali dve stranici (daljici):

$$\vec{B} = 2\vec{e}_z \frac{\mu_0 I}{4\pi(a/2)\sin 60^\circ} (\cos 60^\circ - \cos 150^\circ) = \vec{e}_z \frac{\mu_0 I}{\pi a} (1 + 1/\sqrt{3}).$$

Sila na enoto dolžine je $\frac{d\vec{F}}{dx} = I \vec{e}_x \times \vec{B} = -\vec{e}_y \frac{\mu_0 I^2}{\pi a} (1 + 1/\sqrt{3}) \approx \underline{\underline{-\vec{e}_y 25,2 \mu\text{N/m}}}$.

3. Magnetni pretok skozi pravokotno zanko zaradi toka v levem vodniku je enak magnetnemu pretoku med valjema radijev r_2 in r_1 in dolžine l :

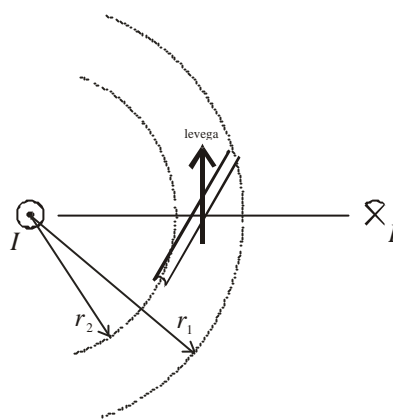
$$f_{\text{levega}} = \frac{\mu_0 I l}{2\pi} \ln \frac{r_1}{r_2} = \frac{\mu_0 I l}{4\pi} \ln \frac{r_1^2}{r_2^2}, \text{ kjer sta:}$$

$$r_1^2 = \left(\frac{a}{2} + \frac{b}{2} \cos \alpha\right)^2 + \left(\frac{b}{2} \sin \alpha\right)^2$$

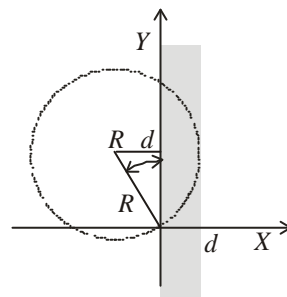
$$r_2^2 = \left(\frac{a}{2} - \frac{b}{2} \cos \alpha\right)^2 + \left(\frac{b}{2} \sin \alpha\right)^2$$

Zaradi simetrije je pretok polja desnega tokovodnika enak pretoku polja levega tokovodnika, zato je

$$f = 2f_{\text{levega}} = \frac{\mu_0 I l}{2\pi} \ln \frac{r_1^2}{r_2^2} \approx \underline{\underline{1,69 \cdot 10^{-7} \text{ V.s.}}}$$



4. Polmer tirnice elektrona skozi magnetno polje je $R = mv / eB$. Iz geometrije določimo zvezo med R in d . Velja: $R - d = R \sin 30^\circ = R/2$, iz česar sledita $R = 2d$ in $B = mv / 2ed \approx \underline{\underline{114 \mu\text{T}}}$.



5. Za levo (ali desno) zanko magnetnega vezja zapišemo Amperov zakon v diskretizirani obliki: $l_1 H_1 + l_2 H_2 = 7aH_1 + 3aH_2 = NI$, kjer sta H_1 in l_1 jakost polja oziroma dolžina magnetne poti v levem (ali desnem) kraku, H_2 in l_2 pa kolicini enakega pomena v srednjem stebru. Pri zahtevani vrednosti gostote $B_2 = 0,2 \text{ T}$ v srednjem stebru odcitamo iz magnetilne krivulje ustrezen $H_2 = 600 \text{ A/m}$. Zaradi enakih presekov jedra na stebrih in jarmih je $B_1 = B_2 / 2 = 0,1 \text{ T}$, iz česar sledi $H_1 = 300 \text{ A/m}$. Potrebno število ovojev dobimo iz prve enačbe: $N = (7aH_1 + 3aH_2) / I = \underline{\underline{130}}$.