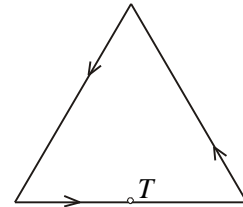
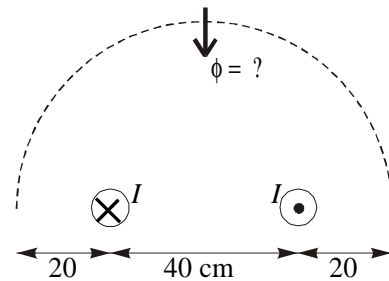


OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (UNI)
prvi kolokvij, 4. maja 2000

1. Dana je poligonalna zanka v obliki enakostranicnega trikotnika s stranico $a = 25 \text{ cm}$, ki vodi enosmerni tok $I = 50 \text{ A}$. Določite magnetno silo na enoto dolžine, $\mathbf{f}_m = d\mathbf{F}_m / dl$ v točki T , ki leži na razpolovišču spodnje stranice!

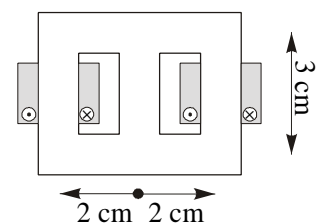


2. Izračunajte magnetni pretok skozi polkrožno napeto ploskev dolžine $l = 10 \text{ m}$ vzdolž dvododa, ki vodi tok $I = 200 \text{ A}$!



3. Tankožična krožna tokovna zanka polmera 10 cm ima v svojem težišču gostoto magnetnega pretoka 8 mT . Za kolikšno razdaljo se je potrebno pomakniti iz težišča vzdolž osi ovoja, da bo gostota upadla na vrednost 1 mT ?

4. Simetrično jedro preseka $1 \text{ cm} \times 1 \text{ cm}$ in relativne permeabilnosti $\mu_r = 10000$ ima kotirane srednje dolžine magnetnih poti. S kolikšnim tokom I skozi dvodelno navitje (2×150 obojev zaporedno) moramo magnetiti jedro, da bo gostota magnetnega pretoka v srednjem stebru $0,8 \text{ T}$?



5. Razmagneteno jedro iz litega jekla ima srednjo dolžino magnetne poti 10 cm in zrarno režo $0,2 \text{ mm}$. Jedro magnetimo s tuljavnikom, v katerem počasno povečujemo magnetno napetost od nič do 140 A . Kolikšno gostoto magnetnega pretoka dosežemo v zrarni reži in kolikšna je takrat magnetizacija v jedru? Magnetilna krivulja litega jekla je na priloženem listu!!

REŠITVE: OSNOVE ELEKTROTEHNIKE II (UNI), prvi kolokvij, 4. maja 2000

1. Silo na vodoravni tokovni element ležece stranice v točki T dolocata le magnetni polji obeh poševnih tokovnih daljic; ti polji sta enaki (simetrija) in orientirani (desno pravilo) ven iz lista. Pišemo: $\mathbf{B}(T) = \mathbf{e}_\bullet B_\bullet(T)$

$$B_\bullet(T) = 2 \frac{\mu_0 I}{4\pi(a/2) \sin 60^\circ} (\cos 30^\circ - \cos 120^\circ) = \frac{\mu_0 I}{\pi a \sqrt{3}/2} (\sqrt{3}/2 - (-1/2)) = \frac{\mu_0 I}{\pi a \sqrt{3}} (\sqrt{3} + 1).$$

Sila $d\mathbf{F}_m$ na tokovni element Idl je $d\mathbf{F}_m = Idl \times \mathbf{B}(T)$. Po desnem pravilu bo smer sile

$$\text{navzdol: } d\mathbf{F}_m = \mathbf{e}_\downarrow dF_{m\downarrow}, \quad dF_{m\downarrow} = IB_\bullet(T)dl, \quad f_{m\downarrow} = IB_\bullet(T) = \frac{\mu_0 I^2}{\pi a \sqrt{3}} (\sqrt{3} + 1) \cong 6,31 \text{ mN/m}$$

2. Za izracun magnetnega pretoka polja ravnega tokovodnika skozi vzporeden trak poljubne precne forme sta merodajni le razdalji robov traku do tokovodnika. Pri tu aktualnem, polkrožno oblikovanem, traku sta za oba tokovodnika ti razdalji 60 in 20 cm. Iskan pretok Φ združujeta dva enaka prispevka, zato je $\Phi = 2I \frac{\mu_0 I}{2\pi} \ln \frac{40+20}{20} \cong 879 \mu\text{V}\cdot\text{s}$.

3. Izhajamo iz izraza za gostoto magnetnega pretoka v osi krožne tokovne zanke:

$$B(z) = \frac{\mu_0 I}{2} \frac{a^2}{(a^2 + z^2)^{3/2}}, \quad \text{kjer je } a \text{ polmer zanke, } I \text{ je tok in } z \text{ je oddaljenost osne tocke od}$$

težišča ovoja. Za iskano razdaljo z_0 , kjer je polje osemkrat manjše kot pri $z = 0$, bi pisali:

$$\frac{B(0)}{B(z_0)} = \frac{(a^2 + z_0^2)^{3/2}}{a^3} = (1 + (z_0/a)^2)^{3/2} = 8 \Rightarrow z_0 = a\sqrt{8^{2/3} - 1} = a\sqrt{3} = \pm 17,3 \text{ cm.}$$

4. Zaradi simetrije vzbujanja bodo fluksi v jedrih ostali nespremenjeni, ce obe magnetni napetosti na krajnih stebrih nadomestimo z eno magnetno napetostjo $150I$ na srednjem stebri.

Z vidika tega vira bo magnetna upornost jedra $R_m = \frac{1}{\mu_r \mu_0} \frac{3 \text{ cm} + 0,5(2+3+2) \text{ cm}}{1 \text{ cm}^2}$. Fluks v

srednjem stebri bo: $\Phi = 150I / R_m$, gostota magnetnega polja pa $B = \Phi / 1 \text{ cm}^2$ oziroma:

$$B = 150I \mu_r \mu_0 / 6,5 \text{ cm. Od tu dobimo potreben } I \text{ za } B = 0,8 \text{ T:}$$

$$I = 0,8 \text{ T} \cdot 6,5 \text{ cm} / 150 \mu_r \mu_0 \cong 27,6 \text{ mA.}$$

5. Napetostno Kirchhoffovo enacbo za tak magnetni tokokrog bi pisali:

$$\Theta \cong H_{\text{jekla}} \cdot 10 \text{ cm} + \frac{B_{\text{reže}}}{\mu_0} \cdot 0,2 \text{ mm} \cong 140 \text{ A. Pri zanemarljivem stresanju ob reži je } B_{\text{jekla}} \cong B_{\text{reže}},$$

$$\text{kar da: } H_{\text{jekla}} \cdot 10 \text{ cm} + \frac{B_{\text{jekla}}}{\mu_0} \cdot 0,2 \text{ mm} \cong 140 \text{ A oziroma } H_{\text{jekla}} \cong 1400 \text{ A/m} - \frac{B_{\text{jekla}}}{500\mu_0}. \text{ Tej enacbi}$$

ustreza v diagramu magnetilne krivulje premica, ki seka abciso pri 1400 A/m, ordinato pa pri $700\,000 \mu_0 \cdot \text{A/m}$ oz. 0,88 T. Ce to premico vrišemo v priložen diagram z magnetilno krivuljo

za lito jeklo, najdemo presečišče v točki: $H_{\text{jekla}} \cong 400 \text{ A/m}$, $B_{\text{jekla}} \cong 0,65 \text{ T}$. Magnetizacija v

jedru je tako: $M_{\text{jekla}} = (B_{\text{jekla}} / \mu_0) - H_{\text{jekla}} \cong 517 \text{ kA/m}$.