

Alalisvoolu magnetahelad. Ülesannete lahendused

Ülesanne 1. Arvuta korrapärase kuusnurga kujulise raami magnetvälja tugevus raami tsentris, kui raami ümbermõõt on 30 cm ja teda läbib vool 20 A.

Antud

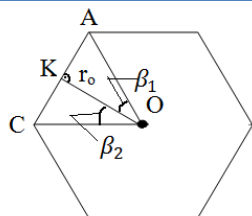
$$P = 30 \text{ cm}$$

$$I = 20 \text{ A}$$

Leida:

$$H_0 = ?$$

Lahendus



Kuuenurkse raami ümbermõõt: $P = 6a$, siit järeldub $a = 5 \text{ cm} = 0,05 \text{ m}$

Raami ühe külje saab vaadata nagu sirgjuhet ning talle saab rakendada Biot-Savart-Laplace seadust:

$$H = \frac{I}{4\pi r_o} (\sin \beta_2 - \sin \beta_1), \text{ kus}$$

r_o - kaugus juhtmest punktini O

$\beta_2 = \beta_1 = 30^\circ$. Kuna kuusnurk on korrapärane, siis $CO = CA = AO = a = 5 \text{ cm}$, seega r_o on leitav järgmisel:

$$AK = KC = a/2 = 2,5 \text{ cm} = 0,025 \text{ m}$$

$$r_o = \sqrt{0,05^2 - 0,025^2} = 0,043 \text{ m}$$

Arvestas kõige kuue küljedega, magnetvälja tugevus punktis O:

$$H_0 = \frac{I}{4\pi r_o} (\sin \beta_2 - \sin \beta_1) = 6 \cdot \frac{20}{4\pi \cdot 0,043} (\sin 30^\circ - \sin(-30^\circ)) = 222 \text{ A/m}$$

Vastus: magnetvälja tugevus raami tsentris on võrdne 222 A/m

Ülesanne 2. On vaja valmistada rauast magnet, millel oleks joonisel toodud kuju.

Magnetahela keskmine pikkus koos õhupiluga on 17 cm, kusjuures õhupilu laius on 1 cm.

Magneti ristlõige on ruudukujuline, mille serva pikkus on 1 cm. Kui palju keerde tuleb kerida südamikule, et voolutugevuse $I = 3 \text{ A}$ korral magnetiline induksioon õhupilus oleks 1,4 T?

Joonisel on ka toodud raua magneetimiskõver.

Antud

$$L_0 = 1 \text{ cm}$$

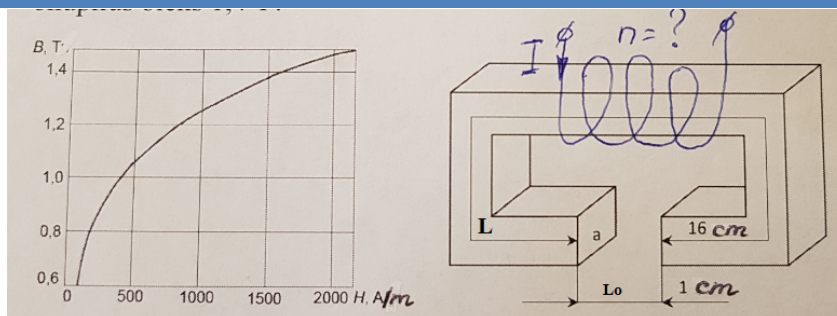
$$L + L_0 = 17 \text{ cm}$$

$$a = 1 \text{ cm}$$

$$I = 3 \text{ A}$$

$$B_0 = 1,4 \text{ T}$$

Lahendus



Leida:

$$w = ?$$

Kirjutame koguvoolu seaduse magnetahela jaoks:

$$I \cdot w = H \cdot L + H_0 L_0 \quad (1)$$

$$L + L_0 = 17 \Rightarrow L = 16 \text{ cm} = 0,16 \text{ m}$$

Leiame magnetvälja tugevuse õhupilus: $H_0 = \frac{B_0}{\mu \mu_0}$, kus

μ - suhteline magnetiline läbitavus, õhu jaoks $\mu = 1$

μ_0 - magnetiline konstant: $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ A/m}$

$$\text{Seega } H_0 = \frac{1,4}{4\pi \cdot 10^{-7}} = 1,115 \cdot 10^{-7} \text{ A/m}$$

Kuna südamikul on ühesugune ristlõige, siis magnetiline induksioon õhupilus ja südamikus on ka võrdne ning magnetvoog südamikus on ka ühesugune.

Otsime magnetvälja tugevus südamikus. Eelpool mainitu põhjal, saab aru, et $B_0 = B = 1,4 \text{ T}$.

Magneetimiskõvera abil leiame $B = 1,4 \text{ T}$ korral vastava magnetilise induksiooni väärtuse. Tulemuseks: $H = 1600 \text{ A/m}$.

Asendades leitud suurused valemisse 1, same keerdude arvu:

$$w = \frac{H \cdot L + H_0 L_0}{I} = \frac{1600 \cdot 0,16 + 1,115 \cdot 10^{-7} \cdot 0,01}{3} = \mathbf{3802 \text{ keerdu}}$$

Vastus: $w = 3802 \text{ keerdu}$

Ülesanne 3. Leida pooli magnetomotoorjõud ning mitu korda suureneb tema väärtus tänu isoleervahekutele (isolatsiooni tihenditele), kui magnetvoog elektrotehnilisest terasest tehtud südamikus on võrdne $\Phi = 25 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$. Isolatsiooni tihendi laius on $L_0 = 0,05 \text{ cm}$, summaarne magnetjoone pikkus on $\sum L = 80,2 \text{ cm}$, südamiku ristlõikepindala $S = 25 \text{ cm}^2$. Teras magnetimiskõverad on antud joonisel. Elektrotehniline teras, rästi suuresisaldusega ning väga väikese soojuskadudega

Antud

$$L_o = 0,05 \text{ cm}$$

$$\Phi = 25 \cdot 10^{-4} \text{ Wb}$$

$$\sum L = 80,2 \text{ cm}$$

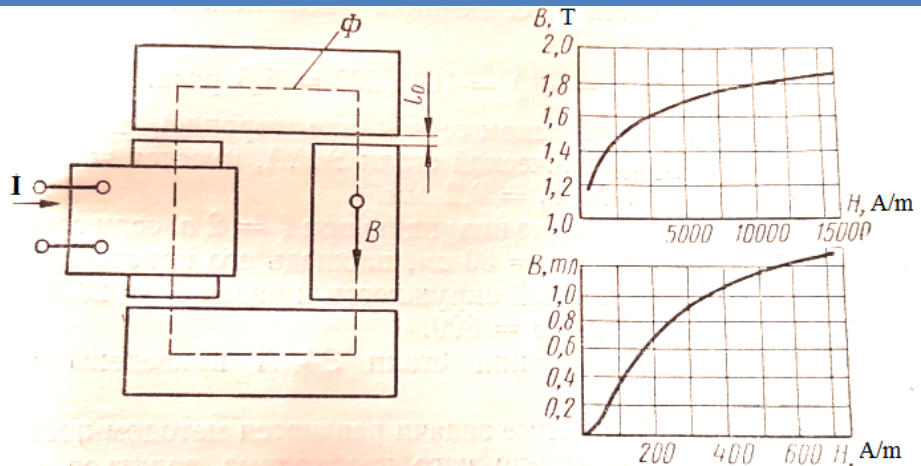
$$S = 25 \text{ cm}^2$$

Leida:

$$I \cdot w = ?$$

$$\frac{(I \cdot w)_{\text{õhus}}}{(I \cdot w)_{\text{südamikus}}} = ?$$

Lahendus



Kõigepealt arvutame magnetilise induktsiooni (**Ärge unustage ühikuid teisendada**):

$$B = \frac{\Phi}{S} = \frac{25 \cdot 10^{-4}}{25 \cdot 10^{-4}} = 1 \text{ T}$$

Magneetimiskõvera abil otsime magnetvälja tugevuse väärtus 1 T korral. Graagikute järgi $H = 365 \text{ A/m}$.

Magnetahela jaoks kirjutame koguvoolu seaduse:

$$F = I \cdot w = H \cdot L + H_o L_o \quad (1)$$

$$L = \sum L + 4L_o = 0,802 - 4 \cdot 0,0005 = 0,8 \text{ m}$$

Otsime magnetvälja tugevus õhus:

$$H_o = \frac{B_o}{\mu \mu_o} = \frac{1}{1,4 \pi \cdot 10^{-7}} = 800\,000 \text{ A/m}$$

Kuna südamikus on 4 tihendit, siis koguvoolu seadus on jägmine:

$$F = I \cdot w = H \cdot L + H_o 4L_o = 365 \cdot 0,8 + 800\,000 \cdot 4 \cdot 0,0005 = \\ = \mathbf{1892 \text{ A}}$$

Nüüd arvutame mitu korda suureneb magnetomotoorjõud tänu tihenditele.

$$\frac{(I \cdot w)_{\text{õhus}}}{(I \cdot w)_{\text{südamikus}}} = \frac{H_o 4L_o}{H \cdot L} = \frac{1600}{292} = \mathbf{5,5 \text{ korda}}$$

Vastus: magnetomotoorjõud $F = 1892 \text{ A}$; tänu isoleertihenditele suureneb magnetomotoorjõud 5,5 korda.