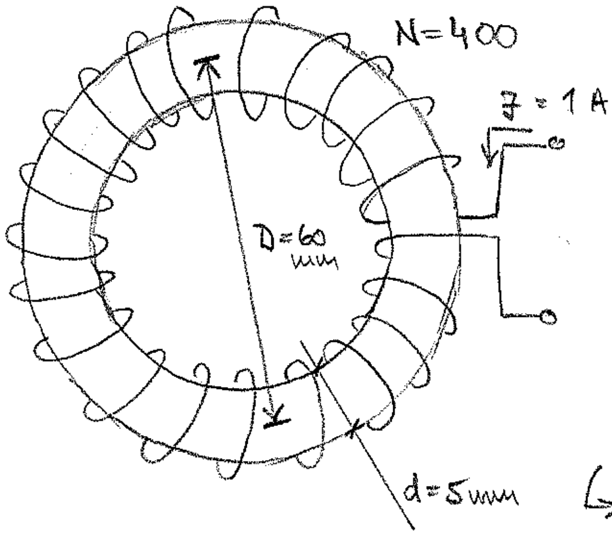
GET (2) Rü (15) Aufg (1) 02.04.2025



Ansatz: Durchflutungsgesetz

$$\oint \vec{H}\,d\vec{l} = \Sigma I = I \cdot w$$

↳ H ist homogen und unabhängig von l

↳ $H \cdot l = Iw$

↳ $H = \frac{Iw}{l} = \frac{Iw}{\pi D} = \frac{400\,A}{\pi\, 6 \cdot 10^{-2}\,m}$

$$H = 2122\,\frac{A}{m}$$

$B = \mu \cdot H = \mu_0 \mu_r H$

Isolierstoffring ↳ $\mu_r = 1$

$$B = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7}\,\frac{Vs}{Am} \cdot 2122\,\frac{A}{m} = 2{,}67 \cdot 10^{-3}\,\frac{Vs}{m^2}$$

Sowohl H als auch B gelten exakt für die Mitte des Ringdurchmessers. Wenn $D >> d$ kann dies in guter Näherung für die gesamte Querschnittsfläche des Rings angenommen werden. Dann gilt:

$\Phi = B \cdot A$ mit $A = \frac{\pi}{4} d^2 = \frac{25}{4} \pi \cdot 10^{-6}\,m^2$

$$\Phi = 2{,}67 \cdot 10^{-3}\,\frac{Vs}{\cancel{m^2}} \cdot \frac{25}{4} \pi \cdot 10^{-6}\,\cancel{m^2}$$

$$\Phi = 52{,}44 \cdot 10^{-9}\,Vs$$

GET 2 RÜ 15 Aufg. 2 03.04.2025

Ansatz: $\oint H\,dl = \Sigma I = I\cdot w$ und $F = \frac{1}{2}\frac{\Phi_{Lu}^2}{\mu_0 A_{Lu}}$ Gesucht: I

$$\Rightarrow H\cdot L = Iw \Rightarrow I = \frac{H\cdot L}{w} = \frac{1}{w}\cdot(H_{Ke}\cdot L_{Ke} + H_{Lu}\cdot L_{Lu} + H_{An}\cdot L_{An})$$

Berechnungskette $F \to \Phi_{Lu} = \Phi_{An} \to \Phi_{Ke}$

$\Phi_{Lu} \to B_{Lu} \to H_{Lu} = \frac{B_{Lu}}{\mu_0} \to H_{Lu}$

$\Phi_{An} \to B_{An}$, $\Phi_{Ke} \to B_{Ke}$ → Verwendung der Magnetisierungskennlinien → H_{An}, H_{Ke}

$\underbrace{H_{Lu} \quad H_{An} \quad H_{Ke}}_{I}$

→ Tabellarische Lösung

Zwei Pole ergeben $\Sigma F = 100\,N$ ⇝ pro Pol gilt $F = 50\,N$

	Luft	Anker	Kern	[·]
Φ	117,57	117,57	138,32	10^{-6} Vs
A	$11\cdot10^{-5}$	10^{-4}	10^{-4}	m^2
B	1,0688	1,1757	1,3832	Vs/m²
H	$851\cdot10^{3}$	500 *1	1100 *1	A/m
L	10^{-3}	$45\cdot10^{-3}$	$75\cdot10^{-3}$	m

$F = \frac{1}{2}\frac{\Phi_{Lu}^2}{\mu_0 A_{Lu}} \leadsto \Phi_{Lu} = \sqrt{2\mu_0 A_{Lu} F}$

$A_{Lu} = \frac{11}{10}A_{Ke}$ $\quad A_{Ke} = (10\,mm)^2 = 10^{-4}\,m^2$

$A_{Lu} = 11\cdot10^{-5}\,m^2$ $\quad A_{An} = A_{Ke} = 10^{-4}\,m^2$

$$\Phi_{Lu} = \sqrt{2\cdot\mu_0\cdot\frac{11}{10}A_{Ke}F} = \sqrt{2\cdot4\cdot\pi\cdot10^{-7}\frac{Vs}{Am}\cdot\frac{11}{10}\cdot10^{-4}\,m^2\cdot50\,N}$$

$$= \sqrt{400\,\pi\,11\cdot10^{-12}\frac{Nm\,Vs}{A}} = 20\cdot10^{-6}\sqrt{11\pi\frac{\cancel{VAs}\,Vs^2}{\cancel{A}}}$$

$$= 20\cdot10^{-6}\,Vs\sqrt{11\pi} = 117{,}57\cdot10^{-6}\,Vs = \Phi_{Lu} = \Phi_{An}$$

$$\Phi_{Ke} = \frac{20}{17}\Phi_{Lu} = \frac{400}{17}\sqrt{11\pi}\,10^{-6}\,Vs = 138{,}32\cdot10^{-6}\,Vs$$

$(85\%)^{-1}$

$$B_{Lu} = \frac{\Phi_{Lu}}{A_{Lu}} = \frac{117{,}57\cdot10^{-6}\,Vs}{11\cdot10^{-5}\,m^2} = \frac{11{,}757}{11}\frac{Vs}{m^2} = 1{,}069\frac{Vs}{m^2}$$

Analog $B_{Ke} = \frac{\Phi_{Ke}}{A_{Ke}}$ und $B_{An} = \frac{\Phi_{An}}{A_{An}}$

*1 ⇝ Ablesen der Magnetfeldkennlinie zur Ermittlung von H_{Ke} u. H_{An}

$$H_{Lu} = \frac{B_{Lu}}{\mu_0} = \frac{1{,}0688\,\cancel{Vs}\,Am}{4\pi\cdot10^{-7}\,\cancel{Vs}\,m^2} = 851\cdot10^{3}\frac{A}{m}$$

$$I = \frac{1}{w}\Sigma(H_x\cdot L_x) = \frac{1}{600}\cdot\left(851\cdot10^{3}\frac{A}{m}\cdot10^{-3}\,m + 500\frac{A}{m}\cdot45\cdot10^{-3}\,m + 1100\frac{A}{m}\cdot75\cdot10^{-3}\,m\right)$$

$$= \frac{1}{600}(851 + 22{,}5 + 82{,}5)\,A = \frac{956}{600}\,A = 1{,}593\,A$$

GET (2) Rü (15) Aufg. (3) 03.04.2025

Magnetfeld

Ansatz: $W = \int dW$ und $dW = u i dt$

mit $u = N \frac{d\Phi}{dt}$ $\longrightarrow$ weil homog. Feld gilt $\longrightarrow$ $u = N \cdot A \cdot \frac{dB}{dt}$

und $\oint H dl = N i$ $\longrightarrow$ $HL = Ni \rightsquigarrow i = \frac{HL}{N}$

$$dW = \cancel{N} A \frac{dB}{\cancel{dt}} \frac{HL}{\cancel{N}} \cancel{dt} = L A H dB = V H dB \quad \Big| \int$$

$$W = V \int_0^B H dB = V \int_0^B \frac{B}{\mu} dB \rightsquigarrow \frac{W}{V} = \frac{1}{\mu} \int_0^B B dB = \underline{\underline{\frac{B^2}{2\mu}}}$$

$$\frac{W}{V} = \frac{2{,}25\ V\cancel{s^2}\ A\cancel{m}}{2\ m^{\cancel{4}3}\ 4\pi \cdot 10^{-7}\ \cancel{Vs}} = \underline{\underline{895 \cdot 10^3 \frac{VAs}{m^3}}}$$

E-Feld

Es gilt $\frac{W}{V} = \frac{\varepsilon_0 E^2}{2} = \frac{\varepsilon_0 \left(30 \frac{kV}{cm}\right)^2}{2} = \frac{\varepsilon_0 \left(\frac{3 \cdot 10^4 V}{10^{-2} m}\right)^2}{2}$

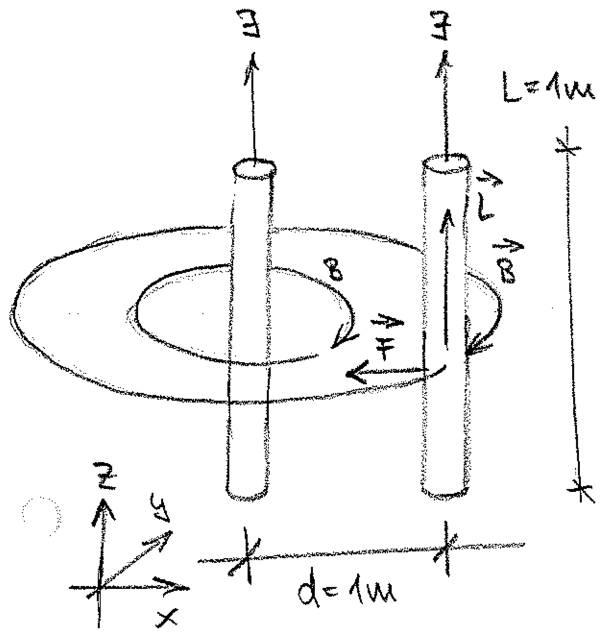
$$= \frac{\varepsilon_0 \left(3 \cdot 10^6 \frac{V}{m}\right)}{2} = \frac{8{,}85 \cdot \cancel{10^{-12}}\ As\ 9 \cdot \cancel{10^{12}}\ V^{\cancel{2}}}{\cancel{V}m\ \ 2\ \ m^2}$$

$$= 8{,}85 \cdot 4{,}5 \frac{VAs}{m^3} = \underline{\underline{39{,}825 \frac{VAs}{m^3}}}$$

$\rightsquigarrow$ Man sieht, daß das magnetische Feld in diesem Fall eine höhere Energiedichte aufweist (Größenordnung Faktor 10^4).

$\rightsquigarrow$ Daher findet das Magnetfeld Anwendung als Kraftquelle in der Elektromechanik.

GET 2 RÜ 15 Aufg. 4 03.04.2025



Ansatz: $\vec{F} = Q(\vec{v} \times \vec{B})$

mit $Q = It$ und $v = \frac{s}{t}$

$\rightsquigarrow \vec{F} = I(\vec{s} \times \vec{B})$

$\vec{F} = I \cdot (\vec{L} \times \vec{B}) = IBL \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$

$\begin{matrix} 0 & -B \\ L & 0 \\ 0 & 0 \\ 0 & -B \end{matrix}$

$\rightsquigarrow F = IBL = I H \mu_0 L$

mit $\oint H\,dl' = I = H \cdot L' \rightsquigarrow H = \frac{I}{L'}$

und $L' = 2\pi d$

$\rightsquigarrow F = \frac{I^2 \mu_0 L}{2\pi d}$ $\rightsquigarrow I = \sqrt{\underbrace{\frac{F}{L}\,\frac{2\pi d}{\mu_0}}}$

$\frac{\cancel{2 \cdot 10^{-7}}\,N}{\cancel{m}} \cdot \frac{\cancel{2\pi}\,m\,A\cancel{m}}{\cancel{4\pi \cdot 10^{-7}}\,Vs}$

$1\,Nm\,\frac{A}{Vs} \cdot \frac{A}{A}$

$1\,\cancel{Nm}\,\frac{A^2}{\cancel{VAs}}$

$1\,A^2$

$\underline{\underline{I = \sqrt{(1A^2)} = 1A}}$