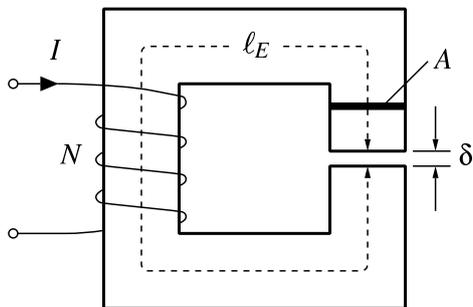


Ü 3.1

Zwei parallele Leiter im Abstand von 10 cm werden von den Strömen $I_1 = I_2 = 100 \text{ A}$ durchflossen. Welche Größe und Richtung hat die Kraft pro Längeneinheit zwischen den Leitern, wenn die beiden Ströme

- die gleiche Richtung,
- die entgegengesetzte Richtung haben?

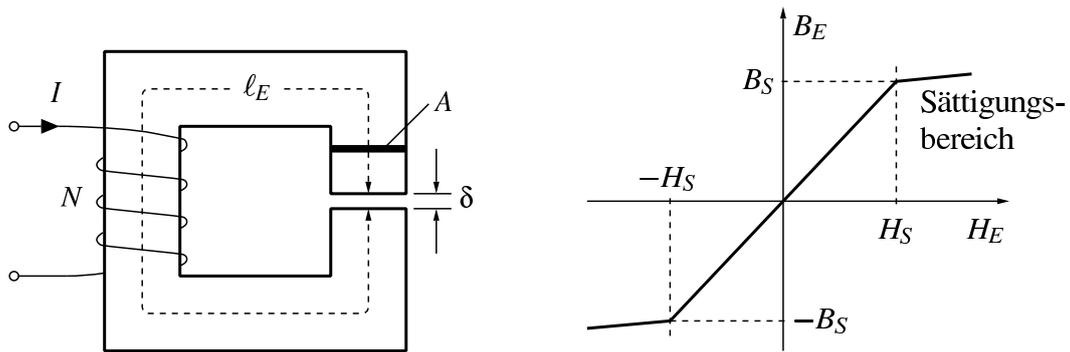
Ü 3.2



Gegeben ist der skizzierte magnetische Kreis, dessen Eisenkern eine konstante Permeabilitätszahl $\mu_r = 3000$ aufweist. Die Windungszahl der Spule ist $N = 100$. In der Spule fließt ein Gleichstrom von $I = 1 \text{ A}$. Die mittlere Weglänge des magnetischen Flusses im Eisen ist $\ell_E = 318 \text{ mm}$, die Luftspaltbreite ist $\delta = 2 \text{ mm}$. Die Querschnittsfläche des Eisenkerns hat die Größe $A = 4 \text{ cm}^2$.

- Zeichnen Sie das elektrische Ersatzschaltbild des magnetischen Kreises und berechnen Sie dessen Elemente.
- Wie groß sind die magnetischen Flussdichten im Luftspalt und im Eisen? Welche Richtung hat die Flussdichte im Luftspalt?
- Berechnen Sie die magnetischen Erregungen in Luftspalt und Eisen.

Ü 3.3



Gegeben ist der skizzierte magnetische Kreis, dessen Eisenkern die ebenfalls skizzierte magnetische Kennlinie besitzt. Weiterhin sind gegeben:

Kernquerschnitt: $A = 1 \text{ cm}^2$

Sättigungs-Flussdichte: $B_S = 1,25 \text{ T}$

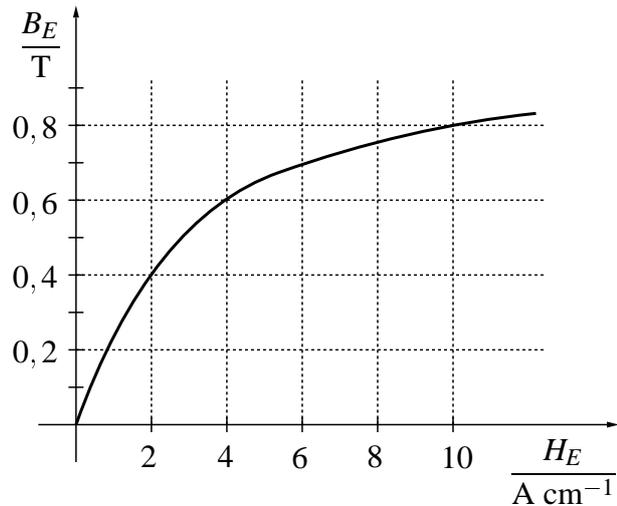
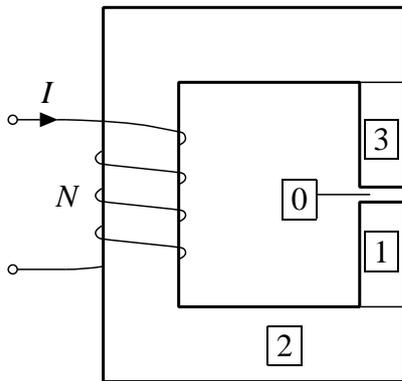
Windungszahl der Spule: $N = 100$

Sättigungs-Erregung: $H_S = B_S / (\mu_0 \cdot 1000)$

mittlere Weglänge im Eisen: $\ell_E = 12,5 \text{ cm}$

- Zunächst sei $\delta = 0$. Bei welchem Strom $I = I_S$ geht der Kern in die Sättigung?
- Bestimmen Sie die kleinste erlaubte Luftspaltbreite, bei der das Eisen für $I = 12,5 \text{ A}$ noch nicht gesättigt ist.

Ü 3.4



Der skizzierte Magnetkreis besteht aus 4 Abschnitten \boxed{v} ($v = 0 \dots 3$): Abschnitt 0 ist der Luftspalt, die Abschnitte 1 bis 3 bestehen aus Dynamoeisen mit der angegebenen nichtlinearen Magnetisierungskennlinie.

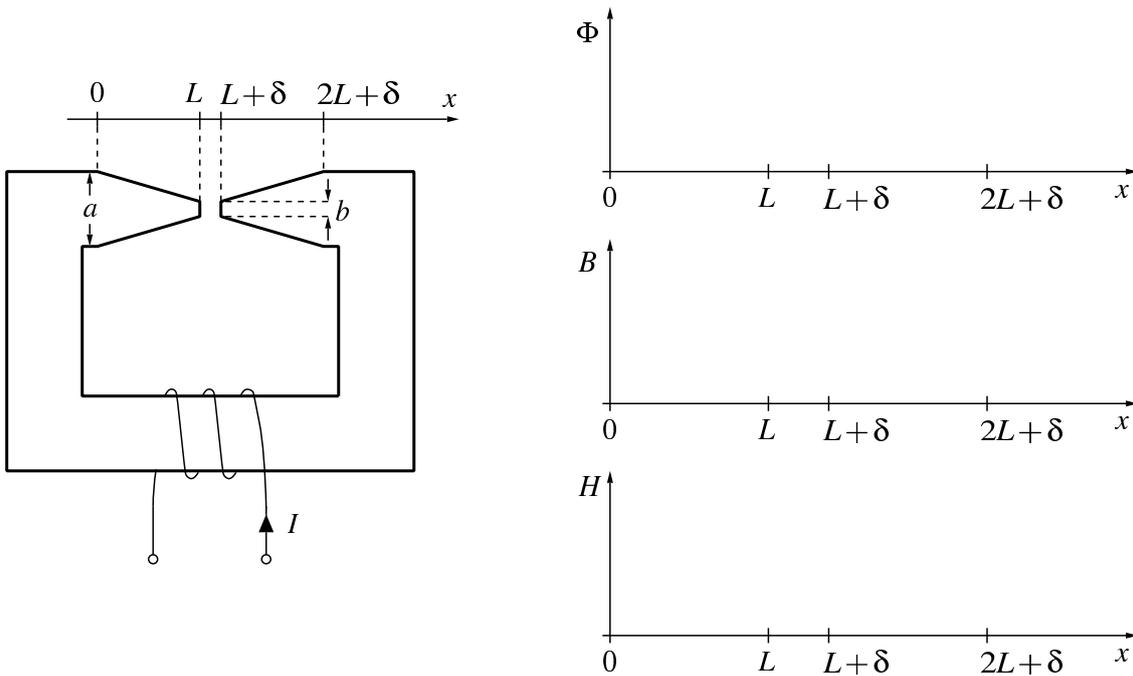
Die Abschnitte des Kreises haben folgende mittlere Längen und Querschnitte: $\ell_0 = 1 \text{ mm}$, $\ell_1 = \ell_3 = 1 \text{ cm}$, $\ell_2 = 10 \text{ cm}$, $A_0 = A_1 = A_3 = 5 \text{ cm}^2$, $A_2 = 10 \text{ cm}^2$. Die Windungszahl der Spule ist $N = 1000$.

Im Luftspalt (Abschnitt 0) wird eine magnetische Flussdichte $B_0 = 0,8 \text{ T}$ benötigt. Der dazu notwendige Strom I in der Spule soll berechnet werden. Gehen Sie dazu wie folgt vor:

- Vervollständigen Sie die gegebene Tabelle.
- Berechnen Sie die notwendige elektrische Durchflutung Θ des Kreises.
- Berechnen Sie den benötigten Strom I .

Abschnitt	$\frac{\Phi_v}{\text{Vs}}$	$\frac{B_v}{\text{T}}$	$\frac{H_v}{\text{A cm}^{-1}}$	$\frac{\ell_v}{\text{cm}}$	$\frac{H_v \ell_v}{\text{A}}$
0					
1					
2					
3					

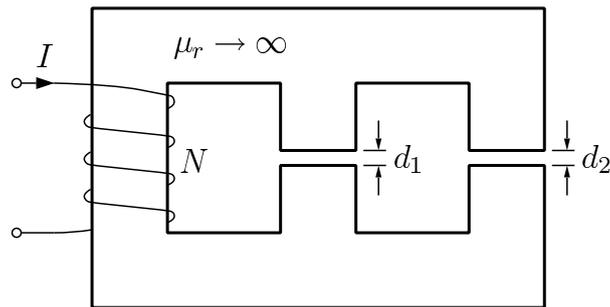
Ü 3.5



Gegeben ist der skizzierte magnetische Kreis. Die Tiefe aller Schenkel ist konstant und beträgt a . Der Querschnitt A der Schenkel beträgt somit außerhalb der sich verjüngenden Elemente a^2 , und in den sich verjüngenden Schenkeln sinkt der Querschnitt linear auf den Wert ba ab. Die Luftspaltbreite sei δ . μ_r ist konstant. Streufelder werden vernachlässigt. In den sich verjüngenden Schenkeln gilt näherungsweise $B(x) = \Phi(x)/A(x)$.

- Zeichnen Sie die **qualitativen** Verläufe des magnetischen Flusses, der magnetischen Flussdichte und der magnetischen Erregung im Bereich $0 \leq x \leq 2L + \delta$.
- Wie können Sie aus Ihren Diagrammen den Wert von μ_r entnehmen?
- Welche Richtung hat der Vektor der magnetischen Erregung im Luftspalt?
- Berechnen Sie im Bereich $0 \leq x \leq L$ die magnetische Flussdichte als Funktion von a , b , L und Φ_0 , wenn Φ_0 der magnetische Fluss an der Stelle $x = 0$ ist.

Ü 3.6



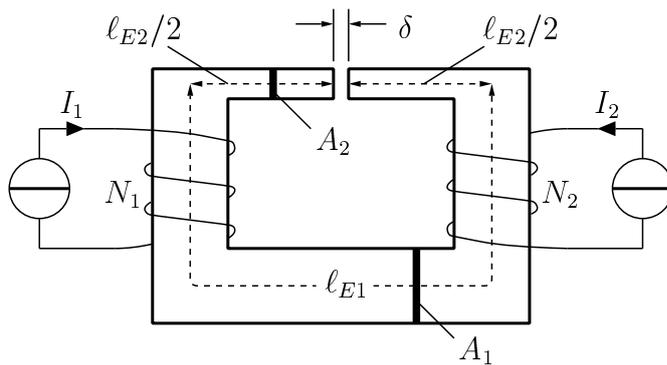
Gegeben ist der skizzierte magnetische Kreis mit zwei Luftspalten, auf dessen linken Schenkel eine Spule mit der Windungszahl N aufgebracht ist. Die Spule wird von einem noch zu bestimmenden Gleichstrom I durchflossen. Für die relative Permeabilität des Eisenkerns gilt $\mu_r \rightarrow \infty$. seine Querschnittsfläche ist überall A .

Im Luftspalt des mittleren Schenkels wird die magnetische Flussdichte B_1 gemessen. Diese ist doppelt so groß wie die magnetische Flussdichte B_2 im rechten Schenkel. Bekannt ist außerdem die Selbstinduktivität L der Spule.

Zahlenwerte: $N = 100$, $A = 1 \text{ cm}^2$, $B_1 = 2B_2 = 1 \text{ T}$, $L = 20 \text{ mH}$

- Wie groß ist der von der Spule aus gesehene magnetische Widerstand $R_{m_{ges}}$ des magnetischen Kreises?
- Berechnen Sie den magnetischen Fluss Φ_0 im linken Schenkel des Eisenkerns. Welche Richtung hat er, wenn der Strom I positiv ist?
- Wie groß ist der Strom I in der Spule?
- Berechnen Sie die Ausdehnungen d_1 und d_2 der beiden Luftspalte.
- Zeichnen Sie das elektrische Ersatzschaltbild des magnetischen Kreises und bestimmen Sie dessen Elemente.

Ü 3.7



Zahlenwerte:

$$N_1 = 400 \quad N_2 = 300$$

$$I_1 = 1 \text{ A}$$

$$l_{E1} = 15 \text{ cm} \quad l_{E2} = 5 \text{ cm}$$

$$A_1 = 2 \text{ cm}^2 \quad A_2 = 0,5 \text{ cm}^2$$

$$\delta = 1 \text{ mm}$$

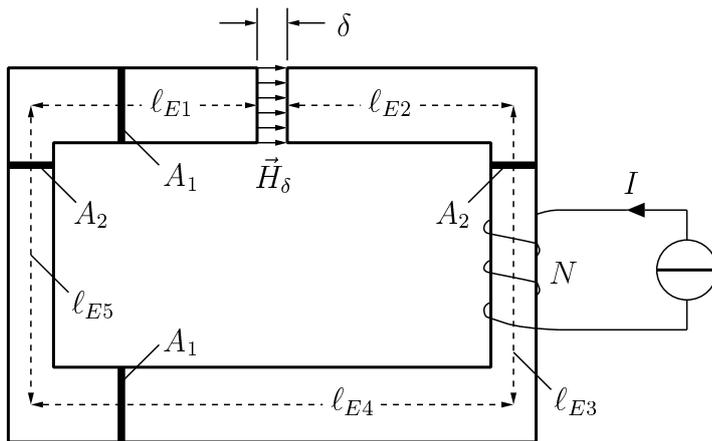
$$B_\delta = 0,6 \text{ T}$$

$$\mu_{rE} = 3000 \quad \mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}$$

Gegeben ist der skizzierte magnetische Kreis mit einem Luftspalt der Länge δ . Der Eisenkern weist zwei verschiedene Querschnitte A_1 und A_2 auf, die zugehörigen mittleren Längen betragen l_{E1} und l_{E2} . Die Permeabilitätszahl des Eisens ist konstant und hat die Größe μ_{rE} . Es gelten die üblichen Näherungen für das Rechnen mit magnetischen Kreisen.

- Zeichnen Sie das elektrische Ersatzschaltbild des magnetischen Kreises und berechnen Sie – soweit mit den oben gegebenen Größen möglich – dessen Elemente.
- Wie groß ist der magnetische Fluss Φ_E im Eisenkern?
- Wie groß ist der Strom I_2 ? (Es genügt die Angabe einer von zwei möglichen Lösungen.)
- Begründen Sie: Warum ist es mit dem gegebenen magnetischen Kreis in der Praxis nicht möglich, im Luftspalt eine Flussdichte $B_\delta = 5 \text{ T}$ zu erzeugen?

Ü 3.8



Zahlenwerte:

$$N = 500$$

$$l_{E1} = l_{E2} = 2 \text{ cm}$$

$$l_{E3} = l_{E5} = 2,5 \text{ cm}$$

$$l_{E4} = 4,1 \text{ cm} \quad \delta = 1 \text{ mm}$$

$$A_1 = 2 \text{ cm}^2 \quad A_2 = 1 \text{ cm}^2$$

$$|\vec{H}_\delta| = 5 \cdot 10^5 \frac{\text{A}}{\text{m}}$$

$$\mu_{rE} = 2000$$

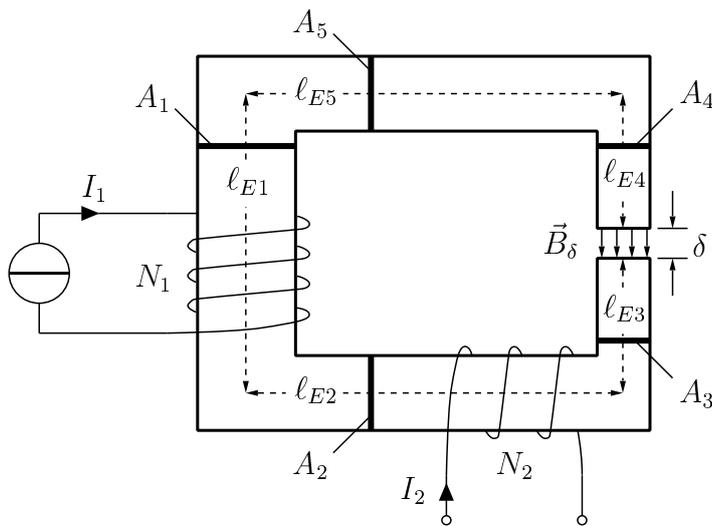
$$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}$$

Gegeben ist der skizzierte magnetische Kreis mit einem Luftspalt der Länge δ . Der Eisenkern weist zwei verschiedene Querschnitte A_1 und A_2 auf, die zugehörigen mittleren Längen sind l_{Ev} ($v = 1 \dots 5$). Die Permeabilitätszahl des Eisens ist konstant und hat die Größe μ_{rE} . Es gelten die üblichen Näherungen für das Rechnen mit magnetischen Kreisen.

Bekannt ist die magnetische Erregung \vec{H}_δ im Luftspalt (Richtung in Skizze eingezeichnet).

- Zeichnen Sie das elektrische Ersatzschaltbild des magnetischen Kreises und berechnen Sie – soweit mit den oben gegebenen Größen möglich – dessen Elemente.
- Wie groß ist der Betrag der magnetischen Flussdichte $|\vec{B}_3|$ im Eisenkern im Inneren der aufgebrauchten Wicklung?
- Wie groß ist der Strom I ?
- Eine Messung zeigt, dass $|\vec{H}_\delta|$ bei einer Verdoppelung des Stromes I deutlich weniger als auf den doppelten Wert ansteigt. Was könnte der Grund dafür sein?

Ü 3.9



Zahlenwerte:

$$\begin{aligned}
 N_1 &= 500 & N_2 &= 200 \\
 l_{E1} &= 4 \text{ cm} & A_1 &= 2 \text{ cm}^2 \\
 l_{E2} &= l_{E5} = 3 \text{ cm} \\
 A_2 &= A_5 = 1 \text{ cm}^2 \\
 l_{E3} &= l_{E4} = 1,9 \text{ cm} \\
 A_3 &= A_4 = 0,5 \text{ cm}^2 \\
 \delta &= 2 \text{ mm} & |\vec{B}_\delta| &= 0,5 \text{ T} \\
 \mu_{rE} &= 2000 \\
 \mu_0 &= 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}
 \end{aligned}$$

Gegeben ist der skizzierte magnetische Kreis mit einem Luftspalt der Länge δ . Der Eisenkern weist verschiedene Querschnitte A_v ($v = 1 \dots 5$) auf, die zugehörigen mittleren Längen sind l_{E_v} . Die Permeabilitätszahl des Eisens ist konstant und hat die Größe μ_{rE} . Es gelten die üblichen Näherungen für das Rechnen mit magnetischen Kreisen.

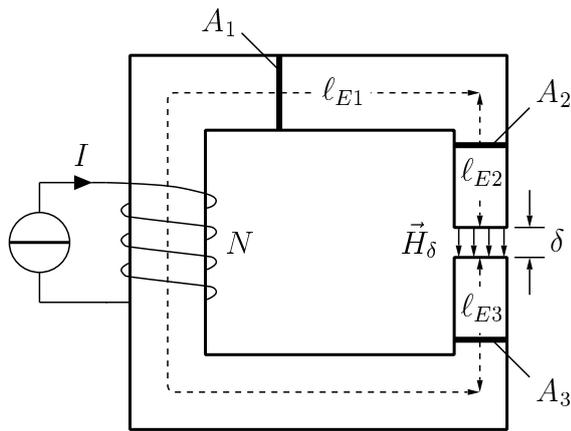
Zunächst gilt $I_2 = 0$. Bekannt ist die magnetische Erregung \vec{B}_δ im Luftspalt (Richtung ist eingezeichnet).

- Zeichnen Sie das elektrische Ersatzschaltbild des magnetischen Kreises und berechnen Sie alle magnetischen Widerstände.
- Wie groß ist der Strom I_1 ?
- Berechnen Sie den Fluss Φ_1 im Eisenschenkel mit dem Querschnitt A_1 . Zeichnen Sie diesen Fluss in das Ersatzschaltbild aus Teil a) ein.

Jetzt gilt $I_2 \neq 0$. Der Strom I_1 hat den in Teil b) berechneten Wert. (Falls Sie in Teil b) kein Ergebnis berechnen konnten, verwenden Sie $I_1 = 1,5 \text{ A}$.)

- Wie groß muss der Strom I_2 sein, damit der Fluss Φ_1 im Eisenschenkel mit dem Querschnitt A_1 verschwindet, dass also $\Phi_1 = 0$ gilt?

Ü 3.10



Zahlenwerte:

$$\begin{aligned}
 N &= 300 & I &= 1,5 \text{ A} \\
 \ell_{E1} &= 6 \text{ cm} & A_1 &= 2 \text{ cm}^2 \\
 \ell_{E2} &= \ell_{E3} = 1 \text{ cm} \\
 A_2 &= A_3 = 1 \text{ cm}^2 \\
 \delta &= 1 \text{ mm} & |\vec{H}_\delta| &= 0,4 \cdot 10^6 \frac{\text{A}}{\text{m}} \\
 \mu_0 &= 4\pi \cdot 10^{-7} \frac{\text{Vs}}{\text{Am}}
 \end{aligned}$$

Gegeben ist der skizzierte magnetische Kreis mit einem Luftspalt der Länge δ . Der Eisenkern weist verschiedene Querschnitte A_ν ($\nu = 1 \dots 3$) auf, die zugehörigen mittleren Längen sind $\ell_{E\nu}$. In der Wicklung mit der Windungszahl N fließt der Strom I . Die magnetische Erregung im Luftspalt ist \vec{H}_δ (Richtung ist eingezeichnet).

Es gelten die üblichen Näherungen für das Rechnen mit magnetischen Kreisen.

- Berechnen Sie den Betrag der magnetischen Flussdichte \vec{B}_δ im Luftspalt.
- Berechnen Sie den Betrag der magnetischen Flussdichte \vec{B}_{E1} sowie den magnetischen Fluss Φ_1 im Bereich des Querschnitts A_1 .
- Wie groß ist der magnetische Widerstand $R_{m,ges}$ des gesamten magnetischen Kreises (Eisenkern *mit* Luftspalt)?
- Es wird angenommen, dass die Permeabilitätszahl μ_{rE} aller Teile des Eisenkerns gleich groß ist. Berechnen Sie μ_{rE} .
- Zeichnen Sie das elektrische Ersatzschaltbild des magnetischen Kreises (eine zahlenmäßige Berechnung der magnetischen Widerstände ist unnötig!). Zeichnen Sie den Fluss Φ_1 aus Aufgabenteil c) in das Ersatzschaltbild ein.