

Aufgabe 5.1 - 2 Pkt.

Innerhalb eines Eisenkörpers ($\mu_r = 1000$) existiert ein homogenes Magnetfeld mit $B = 1.2\text{ T}$. In diesen Körper wird ein schmaler Luftspalt, der in der Abbildung dargestellten Orientierung hinein geschnitten. Welche Stärke und welche Orientierung hat das B -Feld im Luftspalt? Welche Bedingungen gelten an den Grenzflächen für das H und das B -Feld?

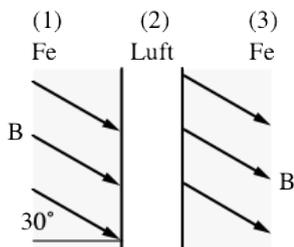


Figure 1: Skizze des Problems.

Lösung: 1.04 T

Aufgabe 5.2 - 3 Pkt.

Gegeben ist ein magnetischer Kreis (siehe Abbildung), bestehend aus einem Anker (mittlerer Eisenweg $l_1 = 0.36\text{ m}$, Querschnittsfläche $A_1 = 12\text{ cm}^2$, Permeabilitätszahl $\mu_{r1} = 400$) und einem Joch (2 Teile mit je $l_2 = 0.3\text{ m}$, $A_2 = 8\text{ cm}^2$, $\mu_{r2} = 800$), welches einen Luftspalt ($\mu_{rL} = 1$) der Breite $d = 2\text{ mm}$ enthält. Der Kreis wird durch eine Ankerspule (Windungszahl $N = 600$, Stromstärke $I = 2.5\text{ A}$) magnetisiert.

Man berechne den magnetischen Fluss Φ im Kreis sowie die magnetischen Feldstärken H_{E1} , H_{E2} , H_L und Flussdichten B_{E1} , B_{E2} , B_L in Anker und Joch.

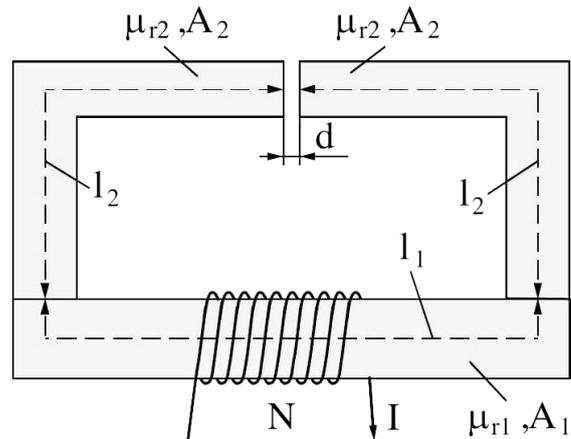


Figure 2: Skizze des Problems.

Lösung: $\Phi = 4.5 \cdot 10^{-4}\text{ Wb}$, beispielsweise: $B_{E1} = 0.375\text{ T}$, $H_{E1} = 0.746\text{ kA/m}$

Aufgabe 5.3 - 3 Pkt.

(a) Ein fester, von einem Strom I durchflossener Draht besteht aus einem Halbkreis mit dem Radius r und zwei geraden Abschnitten (siehe Abbildung). Der Draht liegt in einer senkrecht zum homogenen Magnetfeld \vec{B}_0 verlaufenden Ebene (x - y -Ebene). Von den geraden Abschnitten des Drahtes liegt jeweils ein Stück der Länge L innerhalb des Magnetfeldes. Bestimmen Sie die Kraft, die das Magnetfeld \vec{B}_0 effektiv auf den Draht ausübt.

(b) Nun sei dieser Draht außerhalb des Magnetfeldes geschlossen. Die geschlossene Schleife habe den Widerstand R und wird mit einer konstanten Geschwindigkeit v aus dem Magnetfeld herausgezogen. Welche Spannung U wird in die Schleife induziert solange sich der halbkreisförmige Bügel noch vollständig im Magnetfeld befindet? Welcher Strom fließt dann in der Schleife und in welche Richtung? Welche Kraft F muss dafür aufgewandt werden?

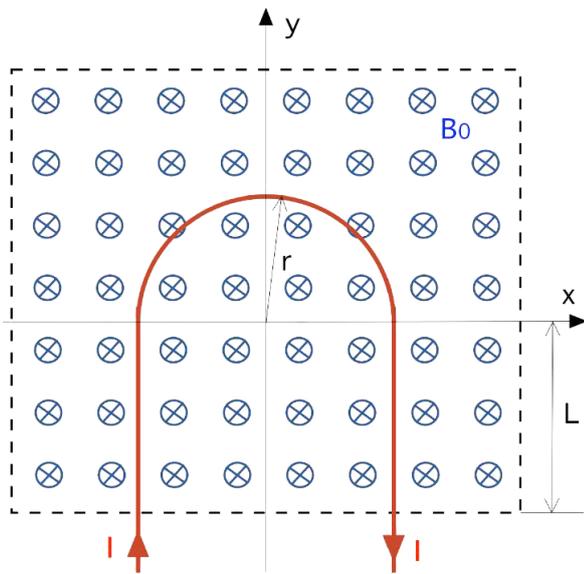


Figure 3: Skizze zu (a).

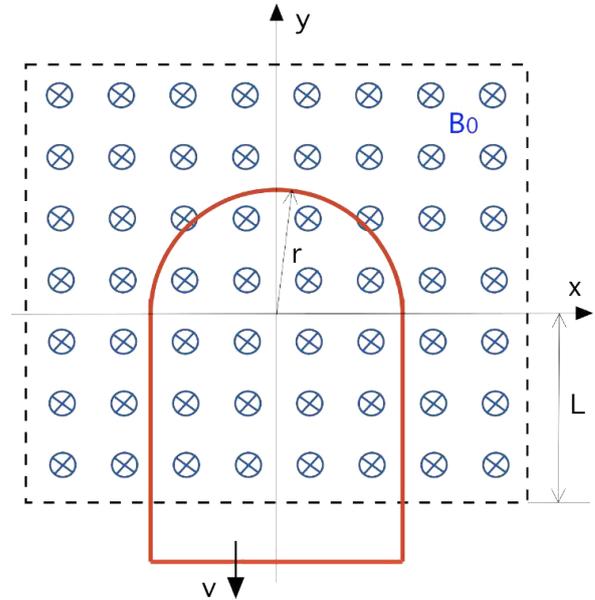


Figure 4: Skizze zu (b).

Lösung: (a) $F = 2IB_0r$, (b) $F_y = 4B_0^2r^2\frac{v}{R}$

Aufgabe 5.4 - 4 Pkt.

Ein unendlich langer Leiter ist entlang der y -Achse orientiert, wobei in positive y -Richtung ein Strom I fließt. Eine gleichförmig mit der konstanten Geschwindigkeit v_0 senkrecht zum Leiter bewegte rechteckige Leiterschleife erreicht zum Zeitpunkt $t = 0$ die in der Abbildung dargestellte Lage.

(a) Wie groß ist die zu diesem Zeitpunkt in ihr induzierte Spannung?

Rechnen Sie zunächst allgemein! Geben Sie anschließend die spezielle Lösung für folgende Werte an: $I = 100\text{ A}$, $v_0 = 5\text{ m/s}$, $x_0 = 15\text{ cm}$, $a = 8\text{ cm}$ und $b = 10\text{ cm}$.

(b) In welche Richtung würde der Strom zum angegebenen Zeitpunkt durch die Schleife fließen?

(c) Die Leiterschleife habe einen elektrischen Widerstand R . Wie groß muss dann die Kraft auf die Leiterschleife sein um sie mit konstanter Geschwindigkeit v_0 vom Leiter weg zu bewegen?

(d) Zeigen Sie, dass die für diese Bewegung notwendige mechanische Leistung der Heizleistung im Widerstand der Leiterschleife entspricht.

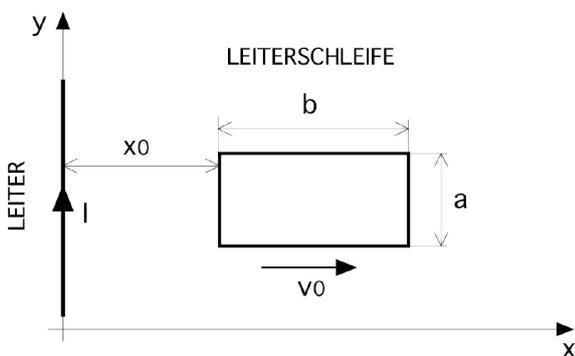


Figure 5: Skizze des Problems.

Lösung: (a) $2.13 \cdot 10^{-5}\text{ V}$, (c) $F_x = -\frac{v_0}{R} \left(\frac{\mu_0 I a b}{2\pi(b+x_0+v_0 t)(x_0+v_0 t)} \right)^2$

Aufgabe 5.5 - 1 Pkt.

Eine Spule mit einem mittleren Radius $R = 12\text{ cm}$ besitzt $N = 4000$ Windungen. Sie rotiert mit einer Frequenz $f = 30\text{ Hz}$ im Erdmagnetfeld an einem Ort, wo die Feldstärke $B = 5 \cdot 10^{-5}\text{ T}$ beträgt. Welche Spitzenspannung wird in diese Spule induziert?

Lösung: 1.705 V

Aufgabe 5.6 - 4 Pkt.

Zwei Schenkel eines Leiters schließen einen Winkel von 60° ein und liegen in der x - y -Ebene. Ein zeitlich konstantes homogenes Magnetfeld von B_0 steht senkrecht dazu und zeigt in die Zeichenebene hinein. Ein gerader Leiter wird mit einer Geschwindigkeit von v_0 so über die Leiterschlenkel gezogen, dass die eingeschlossene Fläche durch ein gleichseitiges Dreieck begrenzt ist (siehe Abbildung). Zum Zeitpunkt $t = 0$ hat das gleichseitige Dreieck eine Seitenlänge von l_0 . Alle Drähte haben einen gleichen Widerstand/Längeneinheit von λ . Die Leiter haben einen perfekten elektrischen Kontakt zueinander.

(a) Berechnen Sie die in der Schleife induzierte Spannung U_{ind} als Funktion von B_0 , v_0 , l_0 und t .

(b) Welcher Strom I fließt in der Schleife und in welche Richtung?

(c) Welche Kraft F muss dabei auf den Bügel ausgeübt werden.

(d) Vergleichen Sie die aufgebrauchte mechanische Leistung mit der elektrischen Leistung im Stromkreis.

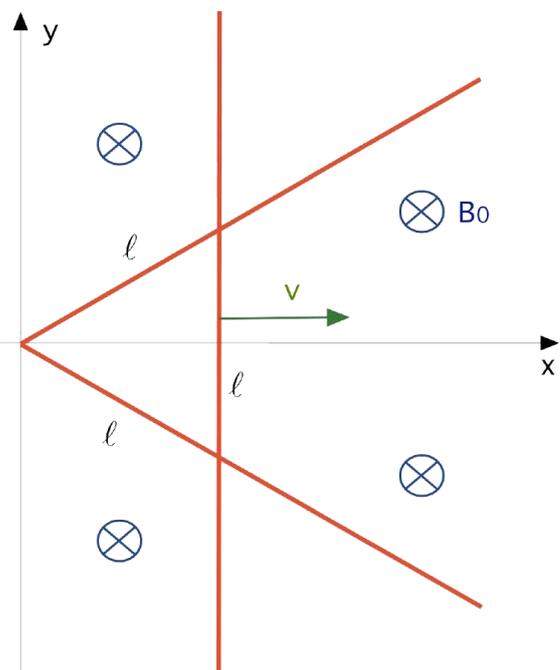


Figure 6: Skizze des Problems.

Lösung: (a) $|U_{\text{ind}}(t)| = (l_0 \sqrt{3} + 2v_0 t) v_0 B_0 / \sqrt{3}$, (b) $I(t) = \frac{v_0 B_0}{3\lambda}$, (c) $F = \frac{v_0 B_0^2 (l_0 \sqrt{3} + 2v_0 t)}{3\sqrt{3}\lambda}$

Aufgabe 5.7 - 2 Pkt.

Eine Physikerin arbeitet in einem Labor in dem an ihrem Arbeitsplatz ein Magnetfeld $B_1 = 2\text{T}$ herrscht. Sie trägt eine Halskette, die eine Fläche von $A = 0.01\text{m}^2$ umschließt und einen Widerstand von $R = 0.01\Omega$ hat. Das Magnetfeld sei senkrecht zur Ebene der Halskette orientiert. Bedingt durch ein technisches Gebrechen fällt das Magnetfeld an ihrem Arbeitsplatz innerhalb von $\Delta t = 10^{-3}\text{s}$ linear auf $B_2 = 1\text{T}$ ab.

Bestimmen Sie den in ihrer Halskette induzierten Strom und die dabei produzierte Wärme.

Lösung: $I = 1000\text{ A}$, $Q = 10\text{ J}$