

## Übungsserie - Selbstinduktion und magnetische Energie

1. Aus Aluminiumdraht von 0.80 mm Radius wird eine runde Leiterschleife von 3.8 cm Radius geformt. Diesen Ring lässt man um eine Achse rotieren, die in der Ringebene liegt und senkrecht zum erdmagnetischen Feld steht. Der Ring rotiert mit 5000 U/min. Wie gross wird der Spitzenwert des Induktionsstroms wenn die Selbstinduktion vernachlässigt? (36mA)
2. Die grosse Spule mit Eisenkern, die Sie im Experiment zur Selbstinduktion gesehen haben, weist eine Induktivität von 200 H und einen Widerstand von  $76\Omega$  auf. Nach welcher Zeit hat der Einschaltstrom die Hälfte des Endwerts erreicht? (1.8 s)
3. Das Solenoid (Syn. für Spule) für das ATLAS - Experiment im LHC des CERN hat einen Durchmesser von 2513 mm, ist 5300 mm lang und hat 1151 Windungen. Wie gross ist sein Selbstinduktionskoeffizient  $L$  ungefähr? (Warum ungefähr? 1.558 H)
4. Bestimme die Steigung von  $I(t)$  in einem LR Stromkreis beim Einschalten der Spannungsquelle  $U_0$ . Welcher Funktion nähert sich  $I(t)$  für  $R \rightarrow 0$ .
5. An der Oberfläche der ruhigen Sonne misst man durchschnittlich 0.15 mT (in Sonnenflecken typischerweise 0.25 T). Wie viel magnetische Energie ist im Raum um die Sonne bis zu einem Abstand von einem Sonnenradius gespeichert? Nimm an, die Feldstärke sei konstant. (Ein kleiner Teil dieser magnetischen Energie heizt die Korona auf bis zu  $\cdot 10^5$  K auf.) ( $8.8 \cdot 10^{25}$  J)
6. Zu  $t = 0$  s wird eine 12-V-Batterie in Reihe mit einem 30- $\Omega$ -Widerstand und einer 220-mH-Induktionsspule geschaltet.
  - a) Wie gross ist die Zeitkonstante  $\tau$ ?
  - b) Wie gross ist die Rate, mit der die Batterie Energie liefert, wenn der Strom die Hälfte des maximalen Werts erreicht hat?
  - c) Wie gross ist zu diesem Zeitpunkt die Rate, mit der im Magnetfeld der Induktionsspule Energie gespeichert wird? (7.3 ms, 2.4 W, 1.2 W)
7. Berechne die magnetische und die elektrische Energiedichte an der Oberfläche eines Kupferdrahtes, der einen Strom von 25 A führt und einen Durchmesser von 3.0 mm besitzt. ( $4.4$  J/ $m^3$ ,  $14$  fJ/ $m^3$ )
8. Ein elektrisches Gerät muss gegen plötzliche Stromstösse abgesichert werden. Im Allgemeinen sollte der Strom in den ersten 100  $\mu$ s nach dem Einschalten um nicht mehr als 7.5 mA zunehmen. Das Gerät besitzt einen Widerstand von 150  $\Omega$  und ist für einen Strom von 150 mA ausgelegt. Wie würdest du dieses Gerät absichern?
9. Zwei dünne Spulen mit Induktivitäten  $L_1$  und  $L_2$  sind in Reihe geschaltet und nahe beieinander angeordnet.
  - a) Wie gross ist die gesamte Selbstinduktion der Anordnung?
  - b) Und wenn sie parallel geschaltet sind?

## Übungsserie - Selbstinduktion und magnetische Energie

1. Aus Aluminiumdraht von 0.80 mm Radius wird eine runde Leiterschleife von 3.8 cm Radius geformt. Diesen Ring lässt man um eine Achse rotieren, die in der Ringebene liegt und senkrecht zum erdmagnetischen Feld steht. Der Ring rotiert mit 5000 U/min. Wie gross wird der Spitzenwert des Induktionsstroms wenn die Selbstinduktion vernachlässigt? (36mA)
2. Die grosse Spule mit Eisenkern, die Sie im Experiment zur Selbstinduktion gesehen haben, weist eine Induktivität von 200 H und einen Widerstand von  $76\Omega$  auf. Nach welcher Zeit hat der Einschaltstrom die Hälfte des Endwerts erreicht? (1.8 s)
3. Das Solenoid (Syn. für Spule) für das ATLAS - Experiment im LHC des CERN hat einen Durchmesser von 2513 mm, ist 5300 mm lang und hat 1151 Windungen. Wie gross ist sein Selbstinduktionskoeffizient  $L$  ungefähr? (Warum ungefähr? 1.558 H)
4. Bestimme die Steigung von  $I(t)$  in einem LR Stromkreis beim Einschalten der Spannungsquelle  $U_0$ . Welcher Funktion nähert sich  $I(t)$  für  $R \rightarrow 0$ .
5. An der Oberfläche der ruhigen Sonne misst man durchschnittlich 0.15 mT (in Sonnenflecken typischerweise 0.25 T). Wie viel magnetische Energie ist im Raum um die Sonne bis zu einem Abstand von einem Sonnenradius gespeichert? Nimm an, die Feldstärke sei konstant. (Ein kleiner Teil dieser magnetischen Energie heizt die Korona auf bis zu  $\cdot 10^5$  K auf.) ( $8.8 \cdot 10^{25}$  J)
6. Zu  $t = 0$  s wird eine 12-V-Batterie in Reihe mit einem 30- $\Omega$ -Widerstand und einer 220-mH-Induktionsspule geschaltet.
  - a) Wie gross ist die Zeitkonstante  $\tau$ ?
  - b) Wie gross ist die Rate, mit der die Batterie Energie liefert, wenn der Strom die Hälfte des maximalen Werts erreicht hat?
  - c) Wie gross ist zu diesem Zeitpunkt die Rate, mit der im Magnetfeld der Induktionsspule Energie gespeichert wird? (7.3 ms, 2.4 W, 1.2 W)
7. Berechne die magnetische und die elektrische Energiedichte an der Oberfläche eines Kupferdrahtes, der einen Strom von 25 A führt und einen Durchmesser von 3.0 mm besitzt. ( $4.4$  J/ $m^3$ ,  $14$  fJ/ $m^3$ )
8. Ein elektrisches Gerät muss gegen plötzliche Stromstösse abgesichert werden. Im Allgemeinen sollte der Strom in den ersten 100  $\mu$ s nach dem Einschalten um nicht mehr als 7.5 mA zunehmen. Das Gerät besitzt einen Widerstand von 150  $\Omega$  und ist für einen Strom von 150 mA ausgelegt. Wie würdest du dieses Gerät absichern?
9. Zwei dünne Spulen mit Induktivitäten  $L_1$  und  $L_2$  sind in Reihe geschaltet und nahe beieinander angeordnet.
  - a) Wie gross ist die gesamte Selbstinduktion der Anordnung?
  - b) Und wenn sie parallel geschaltet sind?