

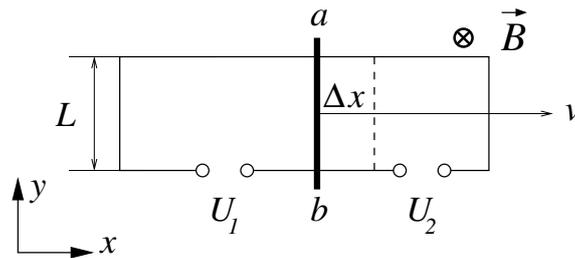
Übungen und Ergänzungen zur Einführung in die Physik II
für Studierende
der Biologie, Pharmazie und Geowissenschaften

Serie 6 / 16.04.2019

Lösungen

Aufgabe 16.

Der Draht zerlegt die Schleife in zwei Teile und in jedem Teil wird eine Spannung induziert.



(a) Der magnetische Fluss durch den rechten Teil wird kleiner und der durch den linken wird grösser. Die Änderungen auf beiden Seiten erfolgen mit gleicher Geschwindigkeit. Die Beträge der induzierten Spannungen sind gleich:

$$|U_1| = |U_2| = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Das magnetische Feld ist konstant, aber die Fläche ändert sich, somit gilt:

$$|U_1| = |U_2| = \frac{BL\Delta x}{\Delta t} = BLv$$

Für den Strom folgt:

$$I = \frac{|U_1|}{R_1} + \frac{|U_2|}{R_2} = \frac{2BLv}{R}$$

(b) s. Skript 307-3. Die Lorentzkräfte (erzeugt durch den in der Schleife fließenden Strom I) auf den oberen horizontalen Teil der Leiterschleife und den unteren ebenfalls horizontalen Teil der Leiterschleife heben sich auf.

Die Lorentzkraft F_x auf den vertikalen Abschnitt der Schleife im Magnetfeld muss gemäss der Lenz'schen Regel in die $-x$ - Richtung zeigen (der bewegenden Kraft entgegen). Kraft auf ein Längenelement dl .

$$|dF_x| = dq \cdot v_D \cdot B = e \cdot n \cdot A \cdot dl \frac{i}{en} B = dl \cdot I \cdot B$$

oder für die Länge L :

$$|F_x| = L \cdot I \cdot B$$

Aufgabe 17.

Infolge der zeitlichen Änderung des magnetischen Flusses Φ im Spuleninnern beim Abschalten der Spannung, wird in der Spule selbst ein Kurzschlussstrom

$$I = \frac{U_{ind}}{R} = -\frac{N}{R} \frac{d\Phi}{dt} = -\frac{L}{R} \frac{dI}{dt}$$

induziert, wobei $R = U_0/I_0$ der ohmsche Widerstand der Wicklung und $L = \mu_r \mu_0 N^2 A/l$ die Induktivität der Spule mit der Querschnittsfläche $A = \pi d_E^2/4$ und der Länge $l = 2\pi r = \pi d_S$ ist. Mit den Zahlenwerten wird $R = 38 \Omega$ und $L = 67.9 \text{ mH}$. Umgeschrieben für I :

$$\frac{dI}{I} = -\frac{R}{L} dt$$

Nach der Integration mit der Anfangsbedingung $I(t=0) = I_0$:

$$\ln I - \ln I_0 = \ln \frac{I}{I_0} = -\frac{R}{L} t \quad \text{bzw.} \quad I(t) = I_0 \exp^{-(R/L)t}$$

Für $t = 1 \cdot 10^{-3} \text{ s}$ folgt daraus $I(t = 1 \cdot 10^{-3}) = 2.0 \text{ A}$.

Aufgabe 18.

(a) S. Skript 307-11.

$$B = \frac{\mu_0 N I}{l} \quad \Rightarrow \quad I = \frac{B_h l}{\mu_0 N} = 0.33 \text{ A}$$

(b) Damit das Feld B_h der Erde kompensiert wird, muss das Feld B_S in der Spule nach rechts zeigen. Mit der "rechten - Hand - Regel" ergibt sich dann I_+ .

Zusatzaufgabe.

Nachdem die Leiterschleife gedreht wurde, ist die Induktionsspannung gleich:

$$U = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

Aus dem Ohmschengesetz folgt:

$$\begin{aligned} U &= IR = R \frac{\Delta Q}{\Delta t} \\ R \frac{\Delta Q}{\Delta t} &= -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \\ \Delta Q &= -\frac{\Delta\Phi}{R} \end{aligned}$$

Im ersten Moment (die Feldlinien durchstossen die Fläche senkrecht) ist:

$$\Phi_1 = BS$$

Nach der Drehung:

$$\Phi_2 = BS \cos \alpha$$

$$\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1 = -BS(1 - \cos \alpha)$$

$$\cos \alpha = 1 - \frac{RQ}{BS} = -0.5 \Rightarrow \alpha = 120^\circ$$