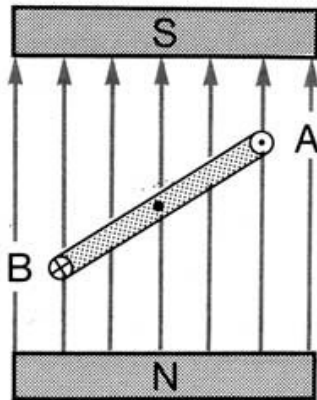


6.6 Aufgaben

A6.1 Man gebe den Drehsinn der in der Skizze dargestellten beweglichen Leiterschleife im Magnetfeld an!

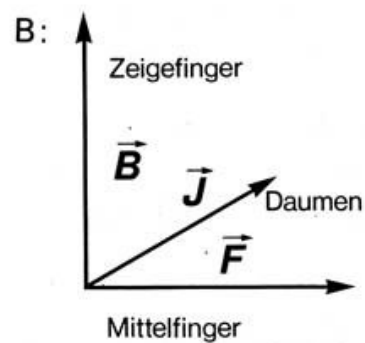
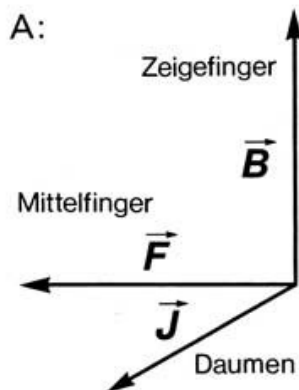


⊙ Strom fließt aus der Zeichenebene heraus

⊗ Strom fließt in die Zeichenebene hinein

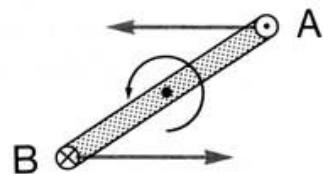
Lösung:

Wir wenden die 3-Fingerregel jeweils für die Punkte A und B an:

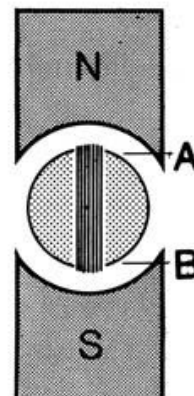


An der Leiterschleife greifen die Kräfte so an:

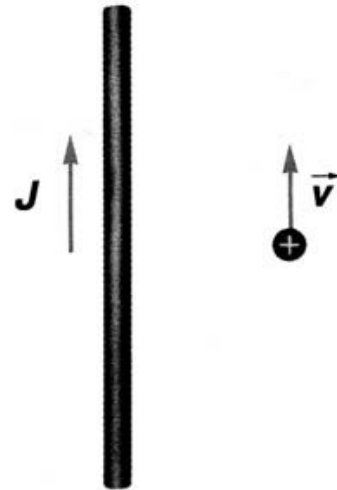
Sie wird gegen den Uhrzeigersinn gedreht.



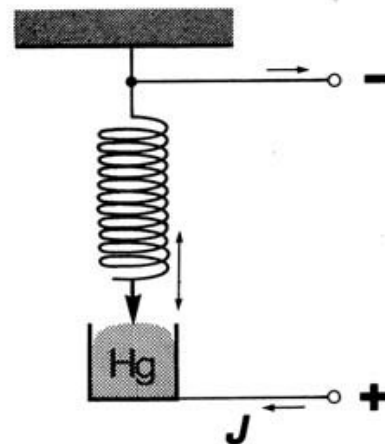
A6.2 Eine Spule ist auf einen Weicheisenkern geschoben, der zwischen den Polschuhen eines Elektromagneten drehbar gelagert ist. Der Strom tritt bei A aus der Zeichenebene und fließt bei B wieder in sie hinein. Wie bewegt sich der Weicheisenkern?



- A6.3** Ein positiv geladenes Partikelchen bewegt sich parallel zu einem stromdurchflossenen geradlinigen Leiter. Welche Richtung hat die am Partikel angreifende Lorentzkraft?



- A6.4** Eine Schraubenfeder hat am unteren Ende eine Spitze, die in Quecksilber taucht. Schickt man einen elektrischen Strom in der angegebenen Richtung durch die Feder, so zieht sich die Feder zusammen, der Stromkreis wird an der Spitze unterbrochen, die Feder dehnt sich wieder aus usw. Auf diese Weise fängt die Schraubenfeder zu schwingen an. Man gebe eine Begründung dieser Erscheinung!



Lösung:

Die benachbarten Windungen der Feder stellen parallel laufende, gleichsinnig vom Strom durchlaufene Drähte dar. Nach der Regel von Ampere ziehen sich diese gegenseitig an. Die Feder wird verkürzt. Nachdem der Stromkreis unterbrochen ist, verschwinden diese Kräfte wieder.

- A6.5** Eine Spule hat 360 Windungen und ist 9,0 cm lang. Sie wird von einem Strom der Stärke 150 mA durchflossen. Wie groß sind die Beträge von Feldstärke und Flußdichte im Inneren der Spule? $\left(\mu_0 = 1,26 \cdot 10^{-6} \frac{\text{N}}{\text{A}^2}\right)$
- A6.6** Wie groß ist der Betrag der Kraft auf einen Leiter der Länge 3,0 cm im Magnetfeld mit der Flußdichte $B = 0,15 \text{ T}$? Durch den Leiter fließt ein Strom der Stärke 1,5 A. Stromrichtung und Magnetfeldrichtung stehen aufeinander senkrecht.
- A6.7** Beim Messen der Flußdichte in einem homogenen Magnetfeld schickt man durch einen Leiter der Länge 5,0 cm einen Strom von 0,50 A. Dabei erfährt der Leiter eine Kraft von 0,15 N. Berechnen Sie die Flußdichte und die Feldstärke! Es gilt $\vec{B} \perp \vec{J}$. $\left(\mu_0 = 1,3 \cdot 10^{-6} \frac{\text{N}}{\text{A}^2}\right)$

- A6.8** Welche Lorentzkraft erfährt ein mit der Geschwindigkeit $2,0 \cdot 10^9 \frac{\text{cm}}{\text{s}}$ geradlinig fliegendes, » α -Teilchen«, wenn es in ein Magnetfeld der Flußdichte 6,5 T eintaucht? Die Flugrichtung ist senkrecht zur Richtung des $\vec{B}$ -Vektors! ($e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$).

Lösung:

Ein » α -Teilchen« besteht aus zwei Protonen und zwei Neutronen. Es trägt also die Ladung $Q = 2e$.

$$Q = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ As}, v = 2,0 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad B = 6,5 \frac{\text{N}}{\text{Am}}$$

$$F = B \cdot Q \cdot v$$

$$F = 6,5 \frac{\text{N}}{\text{Am}} \cdot 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ As} \cdot 2,0 \cdot 10^7 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

$$F = 6,5 \cdot 3,2 \cdot 2,0 \cdot 10^{-12} \text{ N}$$

$$F = 41,6 \cdot 10^{-12} \text{ N} \approx 4,2 \cdot 10^{-11} \text{ N}$$

- A6.9** Welche Geschwindigkeit müßte ein Elektron haben, damit es in einem starken Magnetfeld mit der Flußdichte $B = 10^2 \text{ T}$ eine Lorentzkraft von 10^{-9} N erfährt? (Näherung: $e = 10^{-19} \text{ C}$)

- *A6.10** Zeigen Sie, daß die rechte Seite der Gleichung

$$\frac{e}{m} = \frac{2U}{B^2 \cdot r^2}$$

die Einheit $1 \frac{\text{C}}{\text{kg}}$ hat!

- A6.11** Bei der Bestimmung der spezifischen Ladung des Elektrons wurden am Fadenstrahlrohr folgende Größen gemessen:

Anodenspannung $U = 1,6 \cdot 10^2 \text{ V}$

Flußdichte $B = 7,2 \cdot 10^{-4} \text{ T}$

Radius des Fadenstrahls: $r = 6,0 \text{ cm} = 6 \cdot 10^{-2} \text{ m}$

Man berechne die Größe $\frac{e}{m}$ und gebe den absoluten und relativen Fehler an, wenn für den exakten Wert $\frac{e}{m} = 1,8 \cdot 10^{11} \frac{\text{C}}{\text{kg}}$ gesetzt werden kann!

Lösung:

$$\frac{e}{m} = \frac{2U}{B^2 \cdot r^2}$$

$$\frac{e}{m} = \frac{3,2 \cdot 10^2 \frac{\text{Nm}}{\text{C}}}{\left(7,2 \cdot 10^{-4} \frac{\text{N}}{\text{Am}}\right)^2 \cdot (6 \cdot 10^{-2} \text{ m})^2} = \frac{3,2 \cdot 10^2 \frac{\text{Nm}}{\text{C}}}{52 \cdot 10^{-8} \frac{\text{N}^2}{\text{A}^2 \text{ m}^2} \cdot 36 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2}$$

Nach A6.10 ergeben die Einheiten zusammengefaßt $\frac{\text{As}}{\text{kg}}$ oder $\frac{\text{C}}{\text{kg}}$.

$$\frac{e}{m} = \frac{320}{52 \cdot 36} \cdot 10^{12} \frac{\text{C}}{\text{kg}} = 0,17 \cdot 10^{12} \frac{\text{C}}{\text{kg}} = 1,7 \cdot 10^{11} \frac{\text{C}}{\text{kg}}$$

Absoluter Fehler:

$$|f| = 1,8 \cdot 10^{11} \frac{\text{C}}{\text{kg}} - 1,7 \cdot 10^{11} \frac{\text{C}}{\text{kg}} = 0,1 \cdot 10^{11} \frac{\text{C}}{\text{kg}}$$

Relativer Fehler:

$$r = \frac{0,1 \cdot 10^{11}}{1,8 \cdot 10^{11}} \cdot 100\% = 5,6\%$$

***A6.12** Wie groß ist die mittlere Geschwindigkeit der Elektronen im Fadenstrahlenrohr, wenn die Beschleunigungsspannung $U = 150 \text{ V}$ beträgt? (Spezifische Ladung eines Elektrons $1,8 \cdot 10^{11} \frac{\text{C}}{\text{kg}}$),

***A6.13** Ein Elektron bewegt sich mit 10% der Lichtgeschwindigkeit im homogenen Feld (Flußdichte $B = 4,5 \cdot 10^{-3} \text{ T}$) senkrecht zu den Feldlinien. Berechnen Sie die Lorentzkraft und den Radius der Kreisbahn! ($e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$.)

A6.14 Für die Flußdichte B ist außer der Einheit $1 \frac{\text{N}}{\text{Am}}$ auch noch $1 \frac{\text{Vs}}{\text{m}^2}$ gebräuchlich, wie wir in der nächsten Lektion sehen werden. Zeigen Sie, daß $1 \frac{\text{N}}{\text{Am}} = 1 \frac{\text{Vs}}{\text{m}^2}$ ist!