

Übung 12 **Magnetfeld / Elektromagnetismus** **Magnetfelder, Magnetische Feldstärke, Lorentz-Kraft, Hall-Effekt**

Lernziele

Magnetfelder

- zwischen magnetischen und elektrischen Kraftwirkungen unterscheiden können.
- magnetische Kraftwirkungen kennen und beschreiben können.
- die Analogie zwischen der magnetischen Kraftwirkung auf einen stromdurchflossenen Leiter, der elektrischen Kraftwirkung auf einen elektrisch geladenen Probekörper und der gravitativen Kraftwirkung auf einen nicht-masselosen Probekörper verstehen.
- wissen, dass jeder Magnet zwei Pole hat.
- wissen, dass sich gleichnamige magnetische Pole abstoßen und ungleichnamige magnetische Pole anziehen.
- wissen, dass man magnetische Pole nicht trennen kann.
- das Modell der Elementarmagnete kennen und verstehen.
- wissen, dass sich die magnetische Eigenschaft der Elementarmagnete auf molekulare und atomare Ringströme zurückführen lassen.
- das Modell des Magnetfeldes als Analogie zum elektrischen Feld und zum Gravitationsfeld verstehen.
- die Veranschaulichung eines Magnetfeldes durch Feldlinien verstehen.
- Grundeigenschaften von magnetischen Feldlinien kennen.
- das magnetische Feldlinienbild eines Stabmagneten, eines Hufeisenmagneten, eines stromdurchflossenen geraden Leiters, einer stromdurchflossenen zylindrischen Spule kennen.
- bei einem stromdurchflossenen geraden Leiter eine Rechte-Hand-Regel für die Beziehung zwischen der Richtung des Stromes und dem Umlaufsinn der magnetischen Feldlinien kennen.
- bei einer stromdurchflossenen Spule eine Rechte-Hand-Regel für die Beziehung zwischen dem Umlaufsinn des Stromes und der Richtung der magnetischen Feldlinien im Innern der Spule kennen.
- das magnetische Feld der Erde kennen.

Magnetische Feldstärke

- verstehen, wie die magnetische Feldstärke definiert ist.
- die SI-Masseinheit der magnetischen Feldstärke kennen.
- bei der magnetischen Kraftwirkung auf einen stromdurchflossenen geraden Leiter eine Rechte-Hand-Regel für die Beziehung zwischen den Richtungen von Strom, Magnetfeld und Kraft kennen und anwenden können.

Lorentz-Kraft

- wissen, dass auf einen bewegten Ladungsträger im Magnetfeld eine Kraft wirkt.
- bei der Lorentz-Kraft eine Rechte-Hand-Regel für die Beziehung zwischen den Richtungen von Geschwindigkeit, Magnetfeld und Kraft kennen und anwenden können.
- die mathematische Beziehung zwischen Ladung, Geschwindigkeit und Lorentz-Kraft kennen und anwenden können.
- die Bahnkurve eines bewegten Ladungsträgers in einem homogenen Magnetfeld verstehen.

Hall-Effekt

- den Hall-Effekt kennen und verstehen.
- verstehen, wie eine Hall-Sonde funktioniert.
- technische Einsatzmöglichkeiten von Hall-Sonden kennen.

Aufgaben

Magnetfelder

1. Studieren Sie im Buch *Metzler* den Beginn des Kapitels 6 *Bewegte Ladungsträger und magnetisches Feld* und den Abschnitt 6.1.1 *Magnetfelder* (Seiten 224 und 225).

2. **Experiment: Magnetfeld der Erde** (Posten 1)
Nehmen Sie die drehbare Magnetnadel in die Hände, und beobachten Sie die Richtung der Nadelspitzen. Geben Sie an, in welche Richtungen der Nord- bzw. der Südpol der Magnetnadel zeigt.

3. **Experiment: Feldlinienbilder** (Posten 2)
Beobachten Sie die Feldlinienbilder der folgenden Magnete:
 - a) 1 Stabmagnet
Legen Sie eine Folie über den Magneten, streuen Sie Eisenfeilspäne auf die Folie, und klopfen Sie leicht auf die Folie.
Erstellen Sie eine Skizze mit dem Feldlinienbild.
 - b) 2 Stabmagnete, gleiche Pole gegeneinander gerichtet
Legen Sie eine Folie über den Magneten, streuen Sie Eisenfeilspäne auf die Folie, und klopfen Sie leicht auf die Folie.
Erstellen Sie eine Skizze mit dem Feldlinienbild.
 - c) Stromdurchflossene Spule
Schalten Sie den Strom ein, streuen Sie Eisenfeilspäne auf die Folie, und klopfen Sie leicht auf die Plexiglasplatte.
Erstellen Sie eine Skizze mit dem Feldlinienbild.Geben Sie bitte nach den Versuchen die Eisenfeilspäne wieder zurück in den Behälter.

4. **Experiment: Magnetfeld eines stromdurchflossenen geraden Leiters** (Posten 3)
 - a) Halten Sie die kleine Magnetnadel nahe an den Leiter.
Schalten Sie den Strom ein. Beobachten Sie, was mit der Magnetnadel passiert.
Schalten Sie den Strom aus. Beobachten Sie wiederum, was mit der Magnetnadel passiert.
 - b) Führen Sie nun ein Experiment aus, mit welchem der Zusammenhang zwischen der Stromrichtung und der Richtung der magnetischen Feldlinien bestimmt werden soll.
Leiten Sie aus dem Ergebnis des Experimentes eine Rechte-Hand-Regel für den gesuchten Zusammenhang her.

Magnetische Feldstärke

5. Studieren Sie im Buch *Metzler* den Abschnitt 6.1.2 *Magnetische Feldstärke* (Seiten 226 und 227).

6. **Experiment: Magnetische Kraftwirkung auf einen stromdurchflossenen Leiter** (Posten 4)
Ein stromdurchflossener Leiter in Form einer Wippe verläuft durch das Magnetfeld eines Hufeisenmagneten.
Schalten Sie den Strom ein. Beobachten Sie was mit der Wippe passiert.
Schalten Sie den Strom aus. Beobachten Sie wiederum, was mit der Wippe passiert.
Wiederholen Sie das Experiment mit umgekehrter Stromrichtung.
Wiederholen Sie das Experiment mit umgekehrter Richtung des Magnetfeldes.

7. *Metzler: 227/1, 227/2, 227/4*

Lorentz-Kraft

8. Studieren Sie im Buch *Metzler* die Abschnitte 6.1.3 *Lorentz-Kraft* (Seiten 228 und 229) und 6.1.5 *Teilchen auf Kreisbahnen* (Seite 232).

9. **Experiment: Fadenstrahlrohr** (Posten 5, Dunkelraum L23)

Im linken Dunkelraum L23 ist das Fadenstrahlrohr aufgebaut.

Im Fadenstrahlrohr wird ein Elektronenstrahl, der sich in einem homogenen Magnetfeld befindet, auf Grund der Lorentz-Kraft abgelenkt.

Untersuchen Sie die Bahnkurve des bläulichen Elektronenstrahls für:

a) $B = 0$

b) $B \neq 0$ und verschiedene Werte für $|B|$ und $|v|$

i) $B \perp v$

ii) $B \parallel v$

Versuchen Sie jeweils zu verstehen, dass die theoretisch erwartete Bahnkurve mit der beobachteten Bahnkurve übereinstimmt.

Achten Sie auf die folgenden experimentellen Randbedingungen:

i) Elektronen-Beschleunigungsspannung U (linkes graues Netzgerät, ganz rechter Drehknopf):
 $150 \text{ V} \leq U \leq 300 \text{ V}$

(Die Spannung U ist proportional zur Elektronen-Geschwindigkeit v)

ii) Spulenstrom I (rechtes DC-Netzgerät, ganz rechter Drehknopf):

$I \leq 2 \text{ A}$

(Der Spulenstrom I ist proportional zur Magnetfeldstärke B)

10. *Metzler: 229/1, 229/3*

Hall-Effekt

11. Studieren Sie im Buch *Metzler* den Abschnitt 6.1.4 *Der Hall-Effekt* (Seiten 230 und 231).

12. *Metzler: 231/1, 231/3*

Lösungen

1. ...

2. ...

3. ...

4. ...

5. ...

6. ...

7. *Metzler: 227/1*

$$F = 0.29 \text{ N}$$

Metzler: 227/2

$$F = 2.1 \cdot 10^{-4} \text{ N, } F \text{ nach Westen gerichtet}$$

Metzler: 227/4

$$F = 0 \text{ N}$$

8. ...

9. ...

10. *Metzler: 229/1*

$$F = 3 \cdot 10^{-8} \text{ N, } F \text{ senkrecht nach unten gerichtet}$$

Metzler: 229/3

a) $F = 5.34 \cdot 10^{-15} \text{ N}$

b) $F = 4.62 \cdot 10^{-15} \text{ N}$

c) $F = 2.67 \cdot 10^{-15} \text{ N}$

d) $F = 0 \text{ N}$

11. ...

12. *Metzler: 231/1*

a) Polung der Hall-Spannung in entgegengesetzter Richtung als in Abb. 230.1 (*Metzler: Seite 230*)

b) keine Hall-Spannung nachweisbar

Metzler: 231/3

Die Hall-Sonde wird so lange gedreht, bis die Hall-Spannung maximal ist. Die magnetischen Feldlinien durchsetzen dann die Folie der Hall-Sonde senkrecht.