

Aufgabe 1. Magnetische Kraft (2+4)

a) Messung des magnetischen Feldes.

Eine rechteckige Leiterschleife hängt vertikal im Zentrum eines großen Magneten, so dass das magnetische Feld senkrecht zum Draht gerichtet ist und aus der „Papierebene“ herauszeigt. Das Magnetfeld B ist gleichförmig auf der Länge des horizontalen Abschnittes des Drahtes ($l = 10.0\text{cm}$). Der obere Teil der Leiterschleife ist feldfrei. Die Schleife hängt an einer Waage die eine Kraft von $F = 3.48 \times 10^{-2}\text{N}$ nach unten misst, wenn durch der Draht ein Strom von $I = 0.245\text{A}$ fließt. Wie groß ist Magnetfeld B im Zentrum?

b) Halbrunder Draht im magnetischen Feld.

Der Draht, durch den ein Strom I fließt, besteht aus einem nach unten geöffneten Halbkreis mit Radius R und zwei geraden Zuleitungen. Der Draht liegt senkrecht zum homogenen magnetischen Feld B . Das magnetische Feld ist vom Betrachter weg gerichtet. Jede Zuleitung hat die Länge l im Feld B_0 .

Bestimmen Sie die resultierende Kraft auf den Draht durch magnetische Feld B_0 .

Aufgabe 2. Magnetisches Moment eines kreisenden Elektrons (2+2+2)

In einem einfachen Modell kreist ein Elektron auf einer Bahn von Radius $a = 0.528\text{Å}$ um den Atomkern. Sein mechanischer Drehimpuls ist dabei gequantelt und hat den Wert $L = \hbar$.

- Welche mittlere Stromstärke stellt das umlaufende Elektron dar?
- Welchen Zusammenhang besteht zwischen dem Drehimpuls L und dem magnetischen Moment $p = \text{Stromstärke} \times \text{Fläche}$?
- Wie groß ist das Magnetfeld, das vom kreisenden Elektron am Ort des Kerns erzeugt wird?

Das Planck'sche Wirkungsquant hat den Wert $h = 2\pi\hbar = 2\pi \cdot 1.05 \cdot 10^{-34}\text{Joule}\cdot\text{s}$, die spezifische Ladung des Elektrons ist $e/m = 1.76 \cdot 10^{11}\text{C/kg}$.

Aufgabe 3. Die Hohlkugel (2+2+4)

Auf der Oberfläche einer Hohlkugel mit dem Radius R sei eine Ladung q gleichmäßig verteilt. Die Kugel rotiere mit der konstanten Winkelgeschwindigkeit ω um einen ihrer Durchmesser.

- a. Bestimmen Sie die dadurch erzeugte Stromdichte $\mathbf{j}(\mathbf{r})$.
- b. Berechnen Sie das von $\mathbf{j}$ hervorgerufene magnetische Moment der Kugel.
- c. Leiten Sie die Komponenten des Vektorpotentials $\mathbf{A}(\mathbf{r})$ und der magnetischen Induktion $\mathbf{B}(\mathbf{r})$ ab.