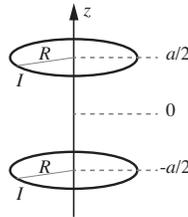


Übungen zur Vorlesung
 Theoretische Physik B: Elektrodynamik (WS 2016/2017)
 BLATT VIII

21. Helmholtz-Spulen

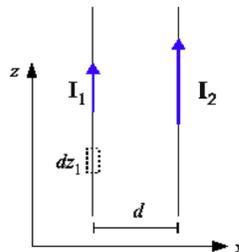


Wir betrachten zwei kreisförmige Leiterschleifen vom Radius R . Sie seien im Abstand a koaxial um die z -Achse angeordnet und tragen jeweils den Strom I .

- Berechnen Sie das Magnetfeld dieser Anordnung unter Verwendung des Biot-Savartschen Gesetzes.
- Wie muss der Abstand a gewählt werden, damit das Magnetfeld entlang der z -Achse möglichst homogen wird? Diese Geometrie ist unter dem Namen *Helmholtz-Spulen* bekannt. Entwickeln Sie dazu den in (a) gewonnenen Ausdruck für das Magnetfeld um $z = 0$ in eine Taylor-Reihe.
- Prüfen Sie explizit die Homogenität, indem Sie für einen Strom $I = 10$ A pro Leiterschleife vom Radius $R = 10$ cm das Magnetfeld bei $z = 0$ und bei $z = 1$ cm berechnen.

22. Kraft auf Leiterstück

Gegeben seien zwei unendlich lange, stromdurchflossene Drähte mit $\vec{I}_1 = I_1 \vec{e}_z$ und $\vec{I}_2 = I_2 \vec{e}_z$, die sich im Abstand d zueinander befinden und parallel zur z -Achse liegen:



Zeigen Sie, dass aus der Formel für die Kraft zwischen zwei Leiterschleifen

$$\vec{F}_{12} = -\frac{\mu_0 I_1 I_2}{4\pi} \oint_{C_1} \oint_{C_2} d\vec{r}_1 \cdot d\vec{r}_2 \frac{\vec{r}_{12}}{r_{12}^3}$$

für die Kraft pro Länge folgt:

$$\vec{f}_{12} = \mu_0 \frac{I_1 I_2}{2\pi d} \vec{e}_x$$

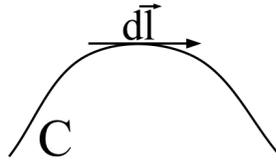
Dabei ist $\vec{r}_{12} = \vec{r}_1 - \vec{r}_2$ und \vec{F}_{12} die Kraft von Leiter(schleife) 2 auf 1.

Tipps:

- Die beiden Drähte seien im Unendlichen geschlossen (Halbkreise mit $R \rightarrow \infty$). Dann können die Integrale $\oint d\vec{r}$ durch $\int_{-\infty}^{\infty} dz \vec{e}_z$ ersetzt werden.
- Da die infinitesimale Kraft $d\vec{F}_{12}$ auf das infinitesimale Drahtstück dz_1 berechnet werden soll, muss statt dem Doppelintegral nur ein einfaches Integral berechnet werden.

23. Stromfaden

Gegeben sei ein Strom I , der linienförmig dem Weg C folgt.



Zeigen Sie, dass zwischen der mikroskopischen Stromdichte \vec{j} und dem makroskopischen Strom I im Wegelement $d\vec{l}$ folgende Relation gilt:

$$I d\vec{l} = \vec{j} d^3r$$