

Übungsblatt 8

Ausgabe: 21 Dezember 2025
 Abgabefrist: 11 Januar 2026

Bitte laden Sie Ihre Lösungen als PDF Datei auf ILIAS hoch und benennen Sie diese mit Ihrem Nachnamen (z.B. Blatt8_Einstein.pdf).

Aufgabe 1 – Ein langes Magnet

[45 Punkte]

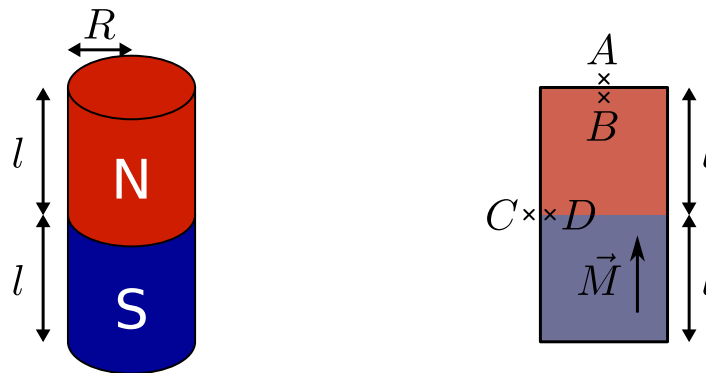


Abbildung 1.1: Ein langes Magnet.

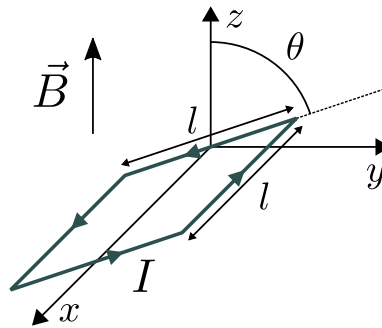
Betrachten Sie einen zylindrischen Magneten mit Länge $2l$, Radius $R \ll l$ und einer homogenen Magnetisierung \vec{M} , die entlang der Zylinderachse ausgerichtet ist. Wir möchten die Magnetfelder \vec{B} und \vec{H} an den in Abbildung 1.1 dargestellten Punkten A, B, C, D bestimmen.

- [5 Punkte] Bestimmen Sie das magnetische Moment \vec{m} des Magneten.
- [5 Punkte] Bestimmen Sie die gebundenen Ströme \vec{j}_b .
- [10 Punkte] Verwenden Sie die Stetigkeitsbedingungen, um die tangentialen und normalen Komponenten der Felder \vec{B} und \vec{H} für die Punktepaarungen (A, B) und (C, D) miteinander in Beziehung zu setzen.
- [20 Punkte] Bestimmen Sie die Magnetfelder \vec{B} und \vec{H} an den Punkten A, B, C, D (in führender Ordnung in $\epsilon = R/l \ll 1$). [**Hinweis:** Nutzen Sie die Ähnlichkeit der Gleichungen für \vec{H} und \vec{E}]:

$$\begin{aligned} \vec{\nabla} \cdot \vec{H} &= -\vec{\nabla} \cdot \vec{M}, & \vec{\nabla} \times \vec{H} &= 0, \\ \vec{\nabla} \cdot \vec{E} &= \frac{\rho}{\epsilon_0}, & \vec{\nabla} \times \vec{E} &= 0, \end{aligned}$$

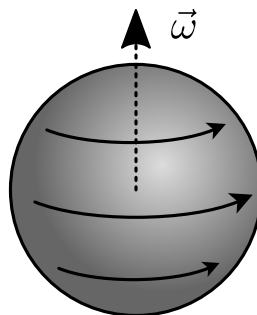
[um dieses Problem auf ein Problem der Elektrostatik zurückzuführen.]

- [5 Punkte] Skizzieren Sie die Felder \vec{B} und \vec{H} innerhalb und außerhalb des Magneten.

Aufgabe 2 – Stromschleife im magnetischen Feld
[10 Punkte]

Abbildung 2.1: Quadratische Stromschleife im Magnetfeld.

Betrachten Sie eine quadratische Leiterschleife mit der Seitenlänge l und dem Strom I , die unter einem Winkel θ in ein homogenes Magnetfeld \vec{B} eingebracht ist, wie in Abbildung 2.1 dargestellt. Die oberen und unteren Seiten des Quadrats sind parallel zur x -Achse.

- A) [5 Punkte] Bestimmen Sie das magnetische Moment \vec{m} dieses Systems.
- B) [5 Punkte] Bestimmen Sie das auf die Schleife wirkende Drehmoment $\vec{\tau}$.

Aufgabe 3 – Magnetfeld einer rotierenden geladenen Kugel
[45 Punkte]

Abbildung 3.1: Rotierende geladene Kugel.

Betrachten Sie eine Kugel mit dem Radius R und homogener Ladungsdichte ρ , die sich mit der Winkelgeschwindigkeit $\vec{\omega}$ dreht, wie in Abbildung 3.1 dargestellt.

- A) [5 Punkte] Bestimmen Sie ihr magnetisches Moment \vec{m} .
- B) [25 Punkte] Bestimmen Sie das Vektorpotential $\vec{A}(\vec{r})$ sowohl innerhalb als auch außerhalb der Kugel. Verwenden Sie die Coulomb-Eichung $\vec{\nabla} \cdot \vec{A} = 0$.
- C) [5 Punkte] Überprüfen Sie, dass im Grenzfall $R \ll r$ die in Punkt B) gefundene Lösung die Dipolnäherung reproduziert

$$\vec{A}(\vec{r}) \approx \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{\vec{m} \times \vec{r}}{r^3}.$$

- D) [10 Punkte] Bestimmen Sie das Magnetfeld \vec{B} sowohl innerhalb als auch außerhalb der Kugel.