

**Übungen zu Theoretische Physik Ib - Elektrodynamik und Optik**  
**Blatt 8 (abzugeben am 24. Juni)**

---

**Aufgabe 1 Dipol Identität (4 Punkte)**

Es sei  $V \subset \mathbb{R}^3$  und eine statische Stromdichte  $j(x)$  gegeben mit

$$(\forall x \in \partial V)(j(x) = 0). \quad (1)$$

Zeigen Sie dann, dass

$$\int_V dx' j(x')(x \cdot x') = - \int_V dx' x'(x \cdot j(x')). \quad (2)$$

**Aufgabe 2 Reiner magnetischer Dipol (4 Punkte)**

Bestimmen Sie das Magnetfeld  $\vec{B}$  und die Stromdichte  $j$  für einen reinen magnetischen Dipol definiert durch

$$\vec{A}(x) = \frac{1}{|x|^3} \mu \times x. \quad (3)$$

**Aufgabe 3 Dipol im externen Feld (6 Punkte)**

Zeigen Sie zuerst, dass die Kraft die von einem externen magnetischen Feld  $\vec{B}^{\text{ext}}$  auf einen reinen Dipol mit Dipolmoment  $\mu$  am Koordinatenursprung ausgeübt wird, sich schreiben lässt als

$$\vec{F} = \left[ \nabla(\mu \cdot \vec{B}^{\text{ext}}(x)) \right]_{x=0}. \quad (4)$$

Verwenden Sie hierzu das Ergebnis der vorangehenden Aufgabe für die Stromdichte eines reinen Dipols.

Die zugehörige Energie der Stromverteilung im externen Feld ist also

$$W = -\mu \cdot \vec{B}^{\text{ext}}(0). \quad (5)$$

Wie richtet sich also das Dipolmoment  $\mu$  aus um die Energie zu minimieren?

**Aufgabe 4 Magnetische Feldstärke an Grenzfläche (6 Punkte)**

Zeigen Sie, dass aus

$$\hat{n}_{\parallel} \cdot (\vec{H}^{(1)} - \vec{H}^{(2)}) = \frac{4\pi}{c} (\hat{n}_{\perp} \times \hat{n}_{\parallel}) \cdot J^{\text{frei,grenz.}} \quad (6)$$

folgt, dass

$$\hat{n}_{\perp} \times (\vec{H}^{(1)} - \vec{H}^{(2)}) = \frac{4\pi}{c} J^{\text{frei,grenz.}}. \quad (7)$$

Die Notation ist im Skript der Vorlesung definiert.