

Übungen zu Theoretische Physik Ib - Elektrodynamik und Optik
Blatt 8 (abzugeben am 11. 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}^{ext} auf einen reinen Dipol mit Dipolmoment μ 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 μ 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.