Elektrodynamik
Serie 7

Aufgabe 7.1

Betrachte zwei lineare dielektrische Halbräume, die die y-z-Ebene als gemeinsame Grenzfläche haben (Dielektrizitätskonst. ϵ_1 für $x > 0$, ϵ_2 für $x < 0$). Im Medium 1 (ϵ_1) befinde sich eine Punktladung q. Berechne und zeichne mit der Methode der Spiegelladungen die **E**- und **D**-Felder für beide Fälle $\epsilon_1 > \epsilon_2$ und $\epsilon_1 < \epsilon_2$.

Aufgabe 7.2

1. Wir betrachten ein Material aus homogen verteilten, elektrischen Dipolen ($\mathbf{p}$) von fester Grösse, die an jeweils einem Punkt drehbar gelagert sind. Wir legen an eine grosse Kugel (Radius R) aus diesem Material ein homogenes **E**-Feld in z-Richtung an. Berechne unter Annahme von optimaler Ausrichtbarkeit der Dipole das Feld im Zentrum der Kugel. (Tip: Benutze die Homogenitätsannahme (Dichte der Dipole $n(\mathbf{x}) \equiv n \equiv \text{const.}$))

2. Jetzt betrachten wir eine Kugel mit gleichmässig verteilten magnetischen Dipolen ($\mathbf{m}$) in einem homogenen **B**-Feld. Berechne wiederum die innere **B**- un **H**-Felder.

3. Beide Fälle sehen auf den ersten Blick analog aus. Wie erklärt man die qualitativ verschiedenen Resultate? Wie würde das Resultat von b) aussehen, wenn magnetische Dipole aus Monopolen aufgebaut wären?

4. Beweise (4.31) und leite daraus Clausius-Mosotti her. Warum darf man die Lösung des Problems "Kavität im Dielektrikum" (Skriptseiten 124/125) nicht benutzen? (Tip: Ueberlege genau, welche Felder für welches Problem konstant gehalten werden!)

Aufgabe 7.3

1. Berechne die Demagnetisierungsfaktoren n_z für prolate (= zigarrenförmige) und oblate (= diskusförmige) Rotationsellipsoide. Die Rotationsachse sei z, die längere (kürzere) Achse a (b). Gib Ausdrücke in der Exzentrizität $\epsilon = \frac{c}{a} = \frac{\sqrt{a^2-b^2}}{a}$ an, sowie die Grenzwerte $\epsilon \to 0$ und $\epsilon \to 1$ (ersetze dann $\epsilon = \sqrt{1-\eta^2}, \eta \to 0$).

   Tips: Wir haben keine Ströme und lineare Medien, also $\text{rot}\mathbf{H} = 0$ und $\text{div}\mathbf{H} = 0$. Man kann also schreiben $\mathbf{H} = -\nabla\Phi_m$. Mit den richtigen Randbedingungen für Φ_m haben wir also ein Laplaceproblem. Benütze Separationsansatz, Randbedingungen und Kenntnisse über die Eigenschaften von Legendrefunktionen - Es lässt sich alles auf Legendrefunktionen zurückführen!

2. Warum ist n klein für Zigarren und gross für Diskusse? Ueberlege graphisch. Warum heisst der Demagnetisierungsfaktor so?