

Theoretische Physik IIa, Übungsblatt 4

Prof. Alejandro Muramatsu SS 2010, 11. Mai 2010

Aufgabe 1: Oberflächenladung und Dipolmoment (4 Punkte)

In der Vorlesung wurde das Potential einer ungeladenen leitenden Kugel mit Radius a im homogenen elektrischen Feld $\mathbf{E} = E_0 \mathbf{e}_z$ hergeleitet als

$$\phi(\mathbf{r}) = -E_0 \cos \theta \left[r - \frac{a^3}{r^2} \right] \quad (1)$$

- a) Berechne die Normalkomponente des elektrischen Feldes an der Kugeloberfläche, die Oberflächenladung σ und daraus über

$$p_z = \int d^3x z \sigma(\mathbf{x}) \quad (2)$$

das induzierte Dipolmoment.

- b) Wie kann man p_z direkt aus Gl. (1) sehen?

Aufgabe 2: Dielektrische Kugel (8 Punkte)

Gegeben sei eine ungeladene dielektrische Kugel mit Radius a und Dielektrizitätskonstante ε im Vakuum. An diese wird ein homogenes elektrisches Feld $\mathbf{E}_0 = E_0 \mathbf{e}_z$ angelegt.

- a) Berechne das Potential im inneren und ausserhalb der Kugel über die Reihe

$$\phi(r, \vartheta) = \sum_{l=0}^{\infty} (A_l r^l + B_l r^{-(l+1)}) P_l(\cos \vartheta) \quad (3)$$

und den Bedingungen

$r \rightarrow 0$: ϕ stetig,

$r \rightarrow a$: ϕ und die Normalkomponente von $\mathbf{D} = \varepsilon \mathbf{E}$ stetig,

$r \rightarrow \infty$: $\phi = -E_0 r \cos \vartheta$.

- b) Wie gross ist die Polarisation \mathbf{P} der Kugel?
c) Skizziere das elektrische Feld innerhalb und ausserhalb der Kugel.

Tipp: Vorgehen wie im Skript.

Aufgabe 3: Dipol im Coulomb-Feld (4 Punkte)

Wir betrachten einen Dipol \mathbf{p} an Position \mathbf{r} im Potential $\phi = q/r$.

Wie gross ist die Kraft auf den Dipol \mathbf{p} ?

Tipp: Vektoranalysis.