

Übungsblatt 6 Abgabe: 26.05./29.05.	Theoretische Physik A, Laserphysik RWTH Aachen Prof. Dr. H.-J. Kull	Theoretische Physik: Elektrodynamik SS 2006
---	---	---

(H1) **Dipol im inhomogenen elektrischen Feld**

Ein unpolarisierter Strahl von elektrischen Dipolmomenten  $\mathbf{p}$  durchquert ein inhomogenes elektrisches Feld  $\mathbf{E} = E(z)\mathbf{e}_x$ . In welcher Richtung tritt eine Aufweitung des Strahls ein? Welche Komponente des Dipolmoments ist für die Ablenkung verantwortlich.

Anleitung:

Berechnen Sie die Kraft auf ein Dipolmoment nach den Formeln

$$\begin{aligned}\mathbf{F}_1 &= \int dV \varrho_{Dipol} \mathbf{E}, & \varrho_{Dipol} &= -\mathbf{p} \cdot \nabla \delta(\mathbf{r}), \\ \mathbf{F}_2 &= -\nabla U, & U &= -\mathbf{p} \cdot \mathbf{E}.\end{aligned}$$

Warum ist  $\mathbf{F}_1 \neq \mathbf{F}_2$ ? Welches Ergebnis ist richtig?

(H2) **Wechselwirkungsanteil der Feldenergie**

Die Ebene  $x = 0$  sei die Oberfläche eines Leiters mit dem Potential  $\phi = 0$ . Eine Punktladung  $q$  wird im Halbraum  $x > 0$  aus dem Unendlichen bis auf den Abstand  $a$  an die Oberfläche herangeführt. Berechnen Sie den Wechselwirkungsanteil  $\Delta U$  der Feldenergie, den Sie erhalten, wenn Sie von der Feldenergie des Endzustandes  $U(a)$  die (divergente) Selbstenergie  $U(\infty)$  des Anfangszustandes abziehen

$$\Delta U = U(a) - U(\infty), \quad U = \int dV \frac{1}{8\pi} E^2$$

Wählen Sie den Koordinatenursprung am Ort der Punktladung und führen Sie die Integration in Kugelkoordinaten durch.

(H3) **Multipolmomente**

- a) Zeigen Sie, daß das Dipolmoment und alle Elemente des Quadrupoltensors einer homogen geladenen Kugel verschwinden.
- b) Berechnen Sie für die Ladungsverteilung

$$\varrho(\mathbf{r}) = -q\delta(\mathbf{r} - a\mathbf{e}_x) - q\delta(\mathbf{r} + a\mathbf{e}_x) + q\delta(\mathbf{r} - b\mathbf{e}_y) + q\delta(\mathbf{r} + b\mathbf{e}_y)$$

alle Multipolmomente bis einschließlich zum Quadrupolmoment. Untersuchen Sie die Spezialfälle  $a = 0$  und  $a = b$ .