

INSTITUT FÜR ANGEWANDTE PHYSIK  
FRIEDRICH-SCHILLER-UNIVERSITÄT JENA

Übungen zur Elektrodynamik, SS 2009  
Übungsserie 4

- 1.) Beweisen Sie folgenden Mittelwertsatz: Im ladungsfreien Raum ist der Wert des elektrostatischen Potentials an jedem Punkt gleich dem Mittelwert des Potentials auf der Oberfläche einer Kugel um diesen Punkt! 2 Pkt.

**Hinweis:** Nutzen Sie die Darstellung

$$\varphi(\mathbf{r}_0) = -\frac{1}{4\pi} \int \varphi(\mathbf{r}) \Delta \frac{1}{|\mathbf{r} - \mathbf{r}_0|} d^3r.$$

- 2.) Bestimmen Sie die Elemente des Quadrupoltensors eines homogen geladenen Rotationsellipsoids im Hauptachsensystem, d.h. 4 Pkt.

$$\rho(\mathbf{r}) = \begin{cases} \rho_0 & \text{für } \frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} + \frac{z^2}{a^2} \leq 1 \text{ mit } a = b \neq c, \\ 0 & \text{sonst.} \end{cases}$$

**Hinweis:** Berücksichtigen Sie die Symmetrien des Problems und die Eigenschaften des Quadrupoltensors!

- 3.) Eine Punktladung  $q$  befindet sich am Raumpunkt  $\mathbf{r}_0$ . 4 Pkt.

- (a) Berechnen Sie die kartesischen Monopol-, Dipol- und Quadrupolmomente dieser Ladung bezogen auf den Ursprung des Koordinatensystems für die drei unterschiedlichen Lagen der Punktladung

i)  $\mathbf{r}_0 = z_0 \mathbf{e}_z$ ,

ii)  $\mathbf{r}_0 = -z_0 \mathbf{e}_z$ ,

iii)  $\mathbf{r}_0 = x_0 \mathbf{e}_x$ .

- (b) Zeigen Sie, dass durch eine geeignete Verschiebung des Ursprungs des Koordinatensystems Dipol und Quadrupol zum Verschwinden gebracht werden können!

---

Σ 10 Pkt.

**Abgabetermin:** Mittwoch, 13.05.2009, vor der Vorlesung.