

# Moderne Theoretische Physik für Lehramtskandidaten

Vorlesung: PD Dr. S. Gieseke – Übung: Dr. C. B. Duncan

## Übungsblatt 5

Abgabe: Mi, 09.12.2020 – Besprechung: Fr, 11.12.2020

### Aufgabe 1: Dipol- und Quadrupolmoment

**10 P**

Berechnen Sie das Dipolmoment  $\vec{p}$  und den Quadrupoltensor  $Q$  der folgenden Ladungsanordnungen.

- (a) **2P** Zwei Ladungen  $q$  befinden sich in einem kartesischen Koordinatensystem an den Punkten

$$\begin{pmatrix} 0 \\ d \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} -d \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

und zwei Ladungen  $-q$  an den Punkten

$$\begin{pmatrix} d \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ -d \\ 0 \end{pmatrix}$$

- (b) **3P** Zwei Ladungen  $q$  befinden sich in einem kartesischen Koordinatensystem an den Punkten

$$\begin{pmatrix} d \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} -d \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

und zwei Ladungen  $-q$  an den Punkten

$$\begin{pmatrix} 0 \\ d \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ -d \\ 0 \end{pmatrix}$$

- (c) **5P** Vier Ladungen  $q$  befinden sich in einem kartesischen Koordinatensystem an den Punkten

$$\begin{pmatrix} 0 \\ d \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} -d \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} d \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ -d \\ 0 \end{pmatrix}$$

und fünf Ladungen  $-q$  an den Punkten

$$\begin{pmatrix} -d \\ d \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} d \\ d \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} -d \\ -d \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} d \\ -d \\ 0 \end{pmatrix}.$$

**Aufgabe 2: Ladungsverteilungen****4 P**

Bestimmen Sie die Ladungsverteilung, die das elektrische Feld

$$\vec{E}(r) = \begin{cases} \frac{\rho_0}{4\pi\epsilon_0} \left( \frac{r}{3} - \frac{r^2}{4R} \right) \vec{e}_r & \text{falls } r \leq R \\ \frac{\rho_0}{48\pi\epsilon_0} \frac{R^3}{r^2} \vec{e}_r & \text{falls } r > R \end{cases}$$

erzeugt. Was passiert an der Stelle  $r = R$ ?

**Aufgabe 3: Kreisförmige Lochscheibe****6 P**

Eine kreisförmige Lochscheibe mit innerem Radius  $R_i$  und äußerem Radius  $R_a$  ist mit der Flächenladungsdichte  $\sigma$  belegt.

- (a) **3 P** Berechnen Sie die Kraft, die auf eine Punktladung  $q$  wirkt, die sich im Abstand  $x$  von der Kreisscheibe auf der Mittelachse senkrecht zur Kreisscheibe befindet.
- (b) **3 P** Wie lautet das Ergebnis für folgende Grenzfälle:
- (i)  $R_i \rightarrow 0$
  - (ii)  $R_a \rightarrow \infty$
  - (iii)  $R_i \rightarrow 0$  und  $R_a \rightarrow \infty$
  - (iv)  $R_i \rightarrow R_a$  bei konstanter Ladung auf dem Ring.  
Was ergibt sich, wenn man in (iv) den Grenzfall  $R_a \rightarrow 0$  betrachtet?