

Übungen zur Vorlesung  
Theoretische Physik B: Elektrodynamik (WS 2016/2017)

BLATT III

6. Energie einer kontinuierlichen Ladungsverteilung

- a) Ohne Rechnen: Geben Sie zunächst anhand der Vorlesung das elektrische Feld einer geladenen *Hohlkugel* mit infinitesimaler Schalendicke und einer homogen geladenen *Vollkugel* mit Radius  $R$  an.
- b) Berechnen Sie damit die Energie dieser beiden stetigen Ladungsverteilungen über das Integral

$$W = \frac{\epsilon_0}{2} \int_{\mathbb{R}^3} |\mathbf{E}(\mathbf{r})|^2 d^3r.$$

- c) In einem klassischen Modell des Elektrons liegt es nahe, dieses als geladene Hohlkugel oder Vollkugel mit einem klassischen Radius  $R = r_e$  zu betrachten. Bestimmen Sie in beiden Fällen den Radius  $r_e$ , indem Sie die Energie  $W$  mit der Ruheenergie  $m_e c^2$  gleichsetzen.
- d) Nach derzeitiger Kenntnis hat das Elektron keine Ausdehnung. Welches Problem ergibt sich bei der klassischen Berechnung der Energie  $W$  für  $R \rightarrow 0$ ?

7. Ziemlich viele Punktladungen

Gegeben sei folgende Ladungsanordnung von Punktladungen. In kartesischen Koordinaten liegen die positiven Ladungen  $+q$  bei

$$\begin{pmatrix} 0 \\ a \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ -a \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ a \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ -a \end{pmatrix} \quad (1)$$

und die negativen Ladungen  $-q$  bei

$$\begin{pmatrix} -a \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} -\frac{a}{2} \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} a \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 2a \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}. \quad (2)$$

- a) Wie lautet die Ladungsdichte  $\rho(\vec{r})$ ?
- b) Berechnen Sie das Dipolmoment.
- c) Berechnen Sie den Quadrupoltensor.

8. Dipolmomente

- a) Um den Ursprung zentriert befinde sich eine radialsymmetrische Ladungsverteilung  $\rho(r)$ . Bestimmen Sie das Dipolmoment dieser Ladungsverteilung.
- b) Bei  $\rho(\vec{r})$  handele es sich nun um eine beliebige Ladungsverteilung. Unter welchen Umständen unterscheidet sich das Dipolmoment der verschobenen Ladungsverteilung  $\rho'(\vec{r}) = \rho(\vec{r} - \vec{b})$  von dem der unverschobenen?