



Theoretische Physik II (Elektrodynamik)

SS04, Studienziel Diplom (160 203)

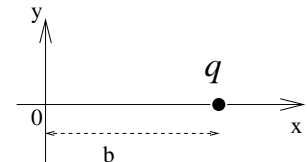
Dozent: J. König Übung: M. Braun, B. Kubala, J. Splettstößer, D. Urban

Übungsblatt 6 Abgabe: 08.06.04 vor der Vorlesung

Aufgabe 21: Einführung zur Multipolentwicklung

(2 Punkte)

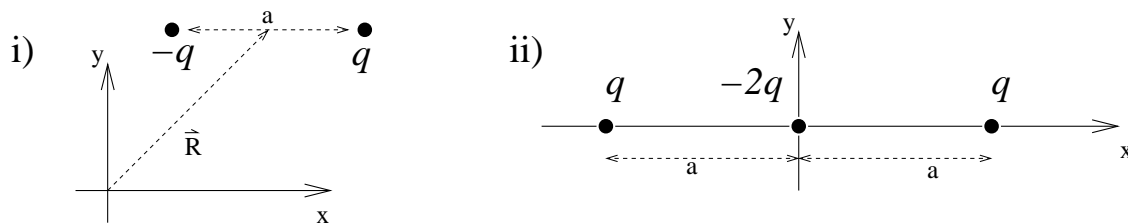
- Berechnen Sie das Potential der Ladungsverteilung in einer Multipolentwicklung. Legen Sie den Koordinatenursprung wie in der Skizze angedeutet.
- Geben Sie das Monopol-, Dipol- und Quadrupolmoment an.
- Wie sehen die Multipolmomente für $b = 0$ aus?



Aufgabe 22: Translation von Dipolen

(2 Punkte)

Gegeben sind folgende Ladungsanordnungen:

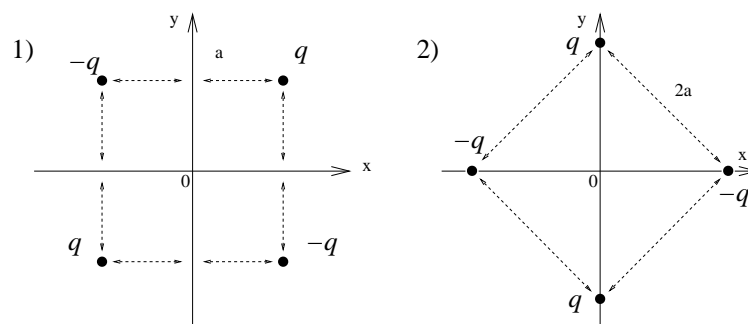


- Bestimmen Sie das Monopol- und Dipolmoment der Ladungsverteilungen i) und ii).
- Geben Sie das Quadrupolmoment der Ladungsverteilung ii) an.
- Finden Sie eine Konfiguration von Punktladungen auf einer Linie, so dass die Multipolentwicklung des Potentials mit dem Oktupolterm beginnt.

Aufgabe 23: Quadrupolmomente durch Punktladungen

(4 Punkte)

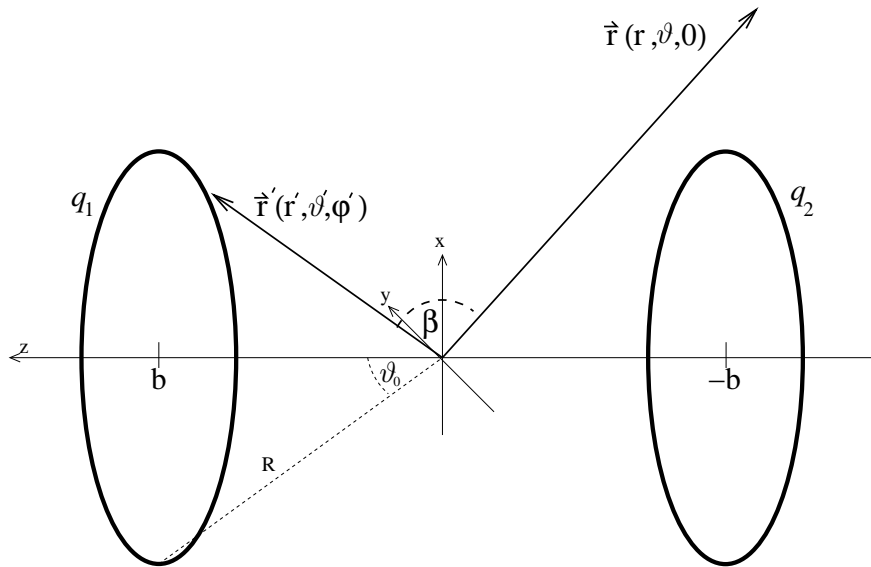
Gegeben seien folgende Ladungsverteilungen:



- Berechnen Sie die Dipol- und Quadrupolmomente.
- Weisen Sie nach, dass die Quadrupoltensoren Q_1 und Q_2 durch die Ähnlichkeitstransformation $Q_2 = S Q_1 S^{-1}$ miteinander verknüpft sind. Wie hängt die Matrix S mit derjenigen Transformation zusammen, welche die Ladungskonfigurationen ineinander überführt?
- Berechnen Sie das Potential und das elektrische Feld für $|\vec{r}| \gg a$, und skizzieren Sie dies.

Aufgabe 24: Multipolentwicklung einer kontinuierlichen Ladungsverteilung (4 Punkte)

Zwei Kreisringe mit Radius $R \sin \vartheta_0$ sind homogen mit der Ladung q_1 bzw. q_2 geladen und liegen in den Ebenen $z = b$ und $z = -b$.



Bestimmen Sie das Potential **approximativ** mittels einer Multipolentwicklung. Gehen Sie wie folgt vor:

- (a) Zeigen Sie, dass die Ladungsverteilung gegeben ist durch:

$$\rho(\vec{r}') = \frac{1}{2\pi r'^2 \sin \vartheta'} \delta(r' - R) \left(q_1 \delta(\vartheta' - \vartheta_0) + q_2 \delta(\vartheta' - \pi + \vartheta_0) \right)$$

- (b) Finden Sie einen Ausdruck für $\cos \beta = \cos \angle(\vec{r}, \vec{r}')$ als Funktion von ϑ' , φ' und ϑ
- (c) Berechnen Sie das Potential als Multipolentwicklung bis einschliesslich dem Quadrupolterm im Bereich $r \gg R$, d.h. es gilt: $\Phi(\vec{r}) \approx \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \sum_{l=0}^2 \frac{1}{r^{l+1}} \int (r')^l P_l(\cos \beta) \rho(\vec{r}') dV'$.
- (d) Warum ist die Entwicklung in dieser Form für $R \gg r$, d.h. zwischen den Ringen ungeeignet?
- (e) Welche Terme verschwinden für $q_1 = q_2$, bzw. $q_1 = -q_2$? (evt. mit kurzer Begründung)

Termine: (siehe auch <http://www.tp3.ruhr-uni-bochum.de/~koenig/LEHRE/SS04/>)

Übungsklausur: Di, 15.06.2004 in HNC 30 Start: 16Uhr

(Haupt-)Klausur: Do, 29.07.2004 in HNC 10 Start: 16Uhr