

Elektrodynamik WS 2007/2008

Serie 05

Multipolmomente

Aufgabe 1): Quadrupolmoment [3 PUNKTE]

Gegeben ist eine Ladungsverteilung bestehend aus 4 Punktladungen mit jeweils der Ladung q an den Orten:

$$(0, d, 0), (0, -d, 0), (0, 0, d), (0, 0, -d)$$

sowie 4 Punktladungen der Ladung $-q$ an den Orten:

$$(-d, 0, 0), (-d/2, 0, 0), (d, 0, 0), (2d, 0, 0)$$

Berechnen Sie das Dipolmoment und den Quadrupoltensor Q dieser Ladungsanordnung!

Aufgabe 2): Quadrupolmoment eines Ellipsoiden [3 PUNKTE]

Man bestimme die kartesischen Quadrupolmomente Q_{ij} im Hauptachsensystem eines mit der Ladungsdichte ρ_0 homogen geladenen Ellipsoids bezüglich seines Zentrums. Im Hauptachsensystem heißt hierbei: Das Koordinatensystem (x, y, z) falle mit den Hauptachsen (a, b, c) des Ellipsoids zusammen.

Aufgabe 3): Dipolmoment der Wasserstoffatoms [4 PUNKTE]

In einem elektrisch neutralen Wasserstoffatom im Grundzustand wird die Ladungsdichte des Elektrons durch

$$\rho(\mathbf{r}) = -\frac{e}{\pi a^3} e^{-2r/a} \quad (e \text{ Elementarladung, } a \text{ Bohrscher Radius})$$

beschrieben. Bei Anlegen eines äußeren elektrischen Feldes \mathbf{E}_0 gilt in erster Näherung, daß die Ladungsdichte des Elektrons ohne Deformation um einen Vektor \mathbf{r}_0 relativ zum Proton verschoben wird. Das Proton ist als Punktladung zu betrachten.

- (a) Berechne das durch \mathbf{E}_0 induzierte Dipolmoment.
- (b) Berechne die durch die verschobene Ladungswolke des Elektrons auf das Proton wirkende Rückstellkraft und drücke diese für $r_0/a \ll 1$ durch das Dipolmoment aus.

Abgabetermin: Mittwoch, 28. 11. 2007, vor der Vorlesung