

# Übungsblatt 8

für das Tutorium am 19.05.2017

## 1. Linearer Quadrupol

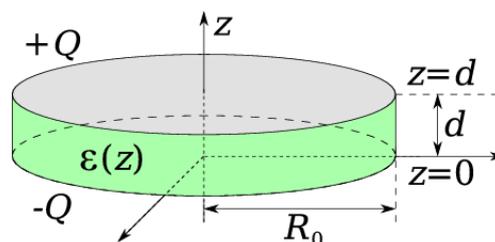
Ein linearer Quadrupol besteht aus drei Ladungen  $q$ ,  $-2q$ , und  $q$  auf der  $z$ -Achse. Die positiven Ladungen sind an  $z = \pm d$ . Die negative Ladung ist am Ursprung.

- Argumentieren Sie, dass man dieses System auch durch zwei Dipole beschreiben kann. Was sind die beiden Dipolmomente? Wo liegen die Zentren der Dipole?
- Berechnen Sie den führenden Term des Potentials für  $r \gg d$  in Kugelkoordinaten.
- Skizzieren Sie das Potential für festen Radius, in Abhängigkeit von den Winkeln  $\theta$  und  $\varphi$ .

## 2. Kreisförmige Plattenkondensatoren

Gegeben sei eine Anordnung von zwei unendlich dünnen parallelen kreisförmigen Metallplatten mit Radius  $R_0$ , Abstand  $d \ll R_0$  und den freien Gesamtladungen  $+Q$  bzw.  $-Q$  (siehe Abbildung). Der Raum zwischen den Platten sei mit einem Dielektrikum gefüllt, dessen Dielektrizitätskonstante gemäß  $\epsilon(z) = 1 + 4\pi\chi_e z/d$  vom Ort abhängt, wobei  $\chi_e > 0$  ist.

- Berechnen Sie die elektrische Feldstärke  $\vec{E}$ , das Polarisationsfeld  $\vec{P}$  und das Verschiebungsfeld  $\vec{D}$  im Dielektrikum.
- Berechnen Sie die Flächenladungsdichten freier Ladungen und Polarisationsladungen bei  $z = d$  und  $z = 0$ , sowie die Polarisations-Raumladungsdichte im Dielektrikum.



## 3. Hohlraum in Dielektrikum

Ein allseitig unendlich ausgedehntes Dielektrikum mit der Dielektrizitätskonstanten  $\epsilon$  sei homogen polarisiert mit Polarisation  $\vec{P}_0$ .

- Welche Feldstärke  $\vec{E}_0$  herrscht dann im Dielektrikum?

- (b) In dem polarisierten Dielektrikum werde ein kugelförmiger Hohlraum mit Radius  $a$  erzeugt. Schreiben Sie für das Potential  $\phi$  und die Feldstärke  $\vec{E}$  die im Innen- und Außenraum der Kugel geltenden Feldgleichungen an. Welche Stetigkeits- bzw. Randbedingungen müssen  $\phi$  und  $\vec{E}$  auf der Kugeloberfläche und im Unendlichen erfüllen?
- (c) Zeigen Sie, dass für die elektrische Feldstärke im Hohlraum

$$\vec{E} = \frac{12\pi\epsilon}{(2\epsilon + 1)(\epsilon - 1)} \vec{P}_0 \quad (1)$$

gilt. Ist der Betrag dieser Feldstärke kleiner oder größer als jener von  $\vec{E}_0$ , d.h. hat die Feldstärke durch Erzeugen des Hohlraumes in diesem Raumbereich ab- oder zugenommen?

Anleitung: Wählen Sie den *Kugelmittelpunkt* als Koordinatenursprung und die Richtung von  $\vec{P}_0$  als  $z$ -Richtung, sowie einen geeigneten Lösungsansatz für das Potenzial. Nutzen Sie die vorliegenden Symmetrien bevor Sie rechnen (Plenum) und passen Sie dann den Ansatz an die Rand- bzw. Stetigkeitsbedingungen an.

Ankreuzbar: 1, 2a, 2b, 3ab, 3c