

## Übungsserie 2

Abgabe: 19. März 2010

### Aufgabe 1 [*Ladung in einer leitenden Kugel*]:

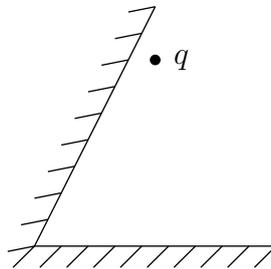
- (i) Eine Punktladung  $q$  sitzt am Punkt  $\mathbf{a}$  in einer leitenden und geerdeten Kugel mit Radius  $R$  ( $|\mathbf{a}| < R$ ). Berechne das Potential und das elektrische Feld im Innenraum der Kugel. Berechne ferner die induzierte Ladungsdichte auf der Kugeloberfläche und zeige, dass die Gesamtladung auf der Kugeloberfläche  $-q$  ist. Was sagt der Satz von Gauss nun über das elektrische Feld im Aussenraum der Kugel? Schliesslich berechne die Kraft, die auf die Punktladung wirkt.
- (ii) Wiederhole die Analyse aus (i) für den Fall, dass die Kugel mit Radius  $R$  isoliert und ungeladen ist. Zeige, dass die induzierte Gesamtladung auf der Kugeloberfläche jetzt Null ist.
- (iii) Was verändert sich in (ii) wenn die Kugel geladen ist (Ladung  $Q$ )?

#### *Hinweis:*

- (1) Um das richtige Potential im Inneren der Kugel zu finden, kannst Du eine Spiegelladung  $q'$  auf die Position  $\mathbf{a}'$  setzen. Da die leitende Kugel geerdet ist, muss das Potential auf der Kugeloberfläche Null sein.
- (2) Bestimme erst das elektrische Feld ausserhalb der Kugel. Passe dann das Potential aus (i) der neuen Randbedingung an.

### Aufgabe 2 [*Spiegelladungen*]:

An einem beliebigen Ort zwischen zwei geerdeten, leitenden Metallplatten, die einen Winkel von  $60^\circ$  zueinander haben, befindet sich eine Punktladung  $q$ .



- (i) Berechne das elektrostatische Potential im Raum zwischen den Platten. Benutze hierzu die Methode der Spiegelladungen: Überlege Dir anhand einer Skizze Anzahl, Größe, Vorzeichen und Lage der Spiegelladungen, und bestimme anschließend das Potential.
- (ii) Bestimme die Kraft  $\mathbf{F}$  auf die Ladung  $q$  nach Betrag und Richtung.

**Aufgabe 3** [*Abhängigkeit der Multipolmomente vom Koordinatenursprung*]:

- (i) Eine Ladungskonfiguration hat kartesische Multipolmomente  $q$ ,  $\mathbf{p}$  und  $Q_{ij}$  bezüglich eines Koordinatensystems und kartesische Multipolmomente  $\hat{q}$ ,  $\hat{\mathbf{p}}$  und  $\hat{Q}_{ij}$  bezüglich eines anderen Koordinatensystems, das relativ zu dem ersten um den Abstand  $\mathbf{R}$  verschoben ist. (Die Koordinatenachsen der beiden Systeme sind aber parallel.) Berechne explizit den Zusammenhang zwischen dem Monopol-, Dipol- und Quadrupolmoment in den beiden Koordinatensystemen.
- (ii) Falls  $q \neq 0$ , kann  $\mathbf{R}$  so gewählt werden, dass  $\hat{\mathbf{p}} = 0$ ? Falls  $q \neq 0$  und  $\mathbf{p} \neq \mathbf{0}$ , kann  $\mathbf{R}$  so gewählt werden, dass  $\hat{Q}_{ij} = 0$ ?