

# Experimentalphysik 2 [PK2]

Humboldt-Universität zu Berlin, Sommersemester 2017  
Prof. Dr. S. Kowarik

## Blatt 3

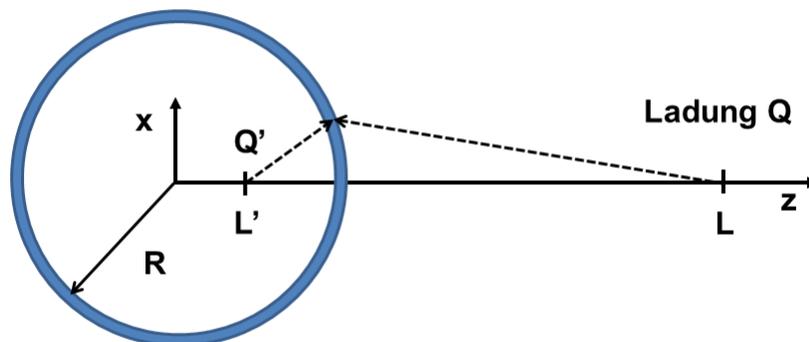
Abgabe: 11. Mai 2017 bis 13:00 Uhr (Kasten vor NEW 15 1'415)

### Aufgabe 1: Elektrischer Dipol (40%)

Eine positive Punktladung  $Q$  befindet sich im Punkt  $(0, 0, -a)$ , eine zweite im Punkt  $(0, 0, a)$  (mit  $a > 0$ ).

- Berechnen Sie das elektrische Feld  $\vec{E}(x, y, z)$ .
- Berechnen Sie das Feld im Ursprung  $(0, 0, 0)$ .
- Ein mikroskopischer elektrischer Dipol mit Dipolmoment  $\vec{p}_{\text{el}}$  wird an den Ursprung gebracht und in Richtung der positiven  $z$ -Achse ausgerichtet. Berechnen Sie die Kraft  $\vec{F}$ , die auf den Dipol wirkt.
- Der Dipol wird nun in Richtung der positiven  $x$ -Achse ausgerichtet. Berechnen Sie das Drehmoment  $\vec{M}$ , das auf den Dipol wirkt.
- Untersuchen Sie, ob (und, wenn ja, wie) sich die Kraft auf den Dipol in d) von der Kraft auf den Dipol in c) unterscheidet.

### Aufgabe 2: Spiegelladungsmethode (60%)



Betrachten Sie eine ideal leitende, geerdete Hohlkugel mit Radius  $R$ , die in das elektrische Feld einer Punktladung  $Q$  ( $Q > 0$ ) gebracht wird. Die Ladung  $Q$  befindet sich auf der  $z$ -Achse (siehe Skizze) im Abstand  $L$  zum Mittelpunkt der Hohlkugel. Berechnen Sie mit Hilfe der Methode der Spiegelladungen das Potential unter Berücksichtigung der Randbedingungen.

### Anleitung:

- a) Notieren Sie zunächst das Potential der Punktladung  $Q$ , das sich *ohne* die Hohlkugel ergibt. Verwenden Sie kartesische Koordinaten und beachten Sie, dass sich die Punktladung am Ort  $(0, 0, L)$  und nicht im Ursprung des Koordinatensystems befindet.
- b) Betrachten Sie nun die Situation mit der Hohlkugel, deren Mittelpunkt mit dem Ursprung des Koordinatensystems zusammenfällt. Platzieren Sie nun eine Spiegelladung  $\pm Q'$  im Punkt  $(0, 0, L')$  so, dass das Potential im Außenraum der Hohlkugel angegeben werden kann. Begründen Sie, warum die Spiegelladung auf der  $z$ -Achse liegen muss.
- c) Stellen Sie mit Hilfe der Spiegelladung einen Ansatz für das Potential  $\Phi$  im Außenraum der Hohlkugel auf. Das Gesamtpotential ist die Superposition der Potentiale der Punktladung und der Spiegelladung.
- d) Wie lauten die Randbedingungen für das elektrostatische Potential auf der Oberfläche der Hohlkugel und was folgt daraus für Ihren Ansatz aus dem vorigen Aufgabenteil? Welches Vorzeichen müssen Sie für  $\pm Q'$  wählen? Welchen Wert hat das Potential im Innern der Hohlkugel?
- e) Lösen Sie die Bestimmungsgleichungen aus dem Aufgabenteil (d) für die Ladung der Spiegelladung  $Q'$ , sowie die Lage der Spiegelladung  $L'$ . Drücken Sie  $Q'$  und  $L'$  als Funktion von  $R$  und  $Q$  aus und notieren Sie damit das Gesamtpotential.

### Zusatzaufgabe zur Spiegelladungsmethode (+25%)

Stellen Sie das Potential aus der vorigen Aufgabe in der  $x$ - $z$ -Ebene grafisch dar. Verwenden Sie  $Q = 4\pi \cdot 8.854 \cdot 10^{-12} \text{ As}$ ,  $R = 2 \text{ cm}$  und  $L = 5 \text{ cm}$ .