

Experimentalphysik 2 [PK2]

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

Blatt 3

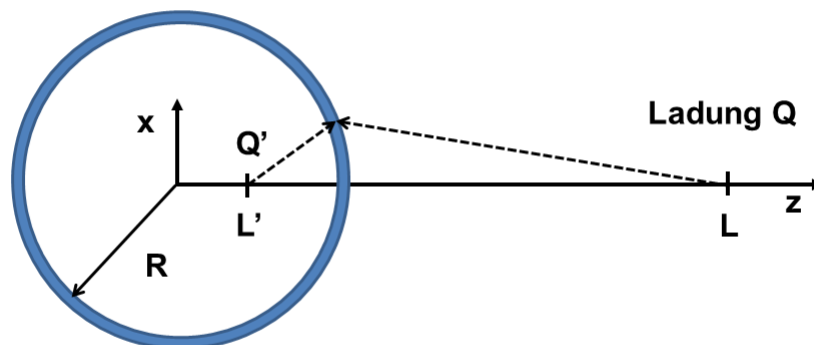
Abgabe: 11. Mai 2017 bis 13:00 Uhr (Kasten vor NEW 15 1'415)

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}_{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 Φ 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 $L = 5 \text{ cm}$.