Theoretische Physik II - Elektrodynamik WS 05/06

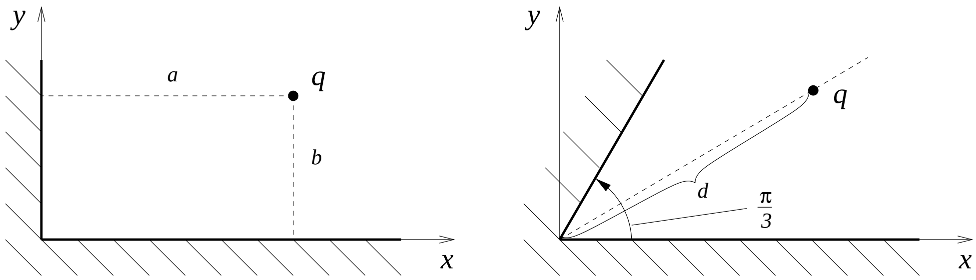
(PD Dr. Achim Feldmeier) [1]

Übungsblatt 5 (33 Punkte) – Ausgabe: 14.11.2005, Abgabe: 21.11.2005 [2]

▷ **Aufgabe 1 (Potentialberechnung)** (8 Punkte)

Im Zentrum einer Sphäre sitzt eine Punktladung q. Welche homogene Ladungsschicht und homogene Dipolschicht muss man auf die Sphäre aufbringen, damit der Außenraum der Sphäre feldfrei, das Feld im Innern das der Punktladung allein ist?

▷ **Aufgabe 2 (Ladung vor Ecke / Spiegelladungen)** (8 Punkte)



(a) Eine Ladung q befinde sich vor zwei aufeinander senkrecht stehenden Halbebenen, die die Oberfläche eines leitenden Volumens bilden, im Abstand a bzw. b (Abb.). Geben Sie die Positionen und Ladungen der Spiegelladungen an, mit deren Hilfe das Potential der Anordnung leicht berechnet werden kann. Geben Sie dieses Potential an und verifizieren Sie, dass es auf der Oberfläche des leitenden Volumens verschwindet. Wo in $\{x \geq 0,\, y \geq 0,\, z\}$ verschwindet das el. Feld (Begründung oder Rechnung)?

(b) Die Halbebenen sollen nunmehr einen Winkel von 60° einschließen und die Ladung q sei auf der Winkelhalbierenden im Abstand d von der Ecke angeordnet (Abb.). Zeigen Sie die Position(en) und Ladung(en) der Spiegelladung(en) in einer Skizze und geben Sie die Position(en) in Polarkoordinaten an.

(c) Läßt sich eine (bzw. ein System von) Spiegelladung(en) für beliebige Winkel zwischen den Halbebenen finden? Können Sie einen allgemeinen Ausdruck für die Position(en) der Spiegelladung(en) angeben? (Hinweis: wiederholen Sie die Aufgabe ggf. für einen Winkel von 45°.)

▷ **Aufgabe 3 (Influenzierte Oberflächenladungsdichte)** (9 Punkte)

Gegeben seien zwei parallele leitende Platten im Abstand D. Die Platten seien mit einem Draht kurzgeschlossen. In der Symmetrieebene zwischen den beiden Platten befinde sich eine Punktladung Q.

(a) Berechnen Sie einen Ausdruck für die Oberflächenladungsdichte $\sigma(x, Q, D)$, die auf der unteren Platte influenziert wird. x sei der Abstand von der Mitte der Platte.

[1] `http://www.quantum.physik.uni-potsdam.de/teaching/ws2005/ed05/`

[2] Abgabe bis 11 Uhr in die jeweiligen Fächer der Übungsleiter im Erdgeschoss von Haus 19

Dabei sollen Sie die Methode der Spiegelladungen verwenden. Wo liegen die Spiegelladungen und wieviele Spiegelladungen benötigen Sie? (*Hinweis*: viele)

(b) Zeichnen Sie $\sigma(x, Q, D)$ für festes Q und D als numerische Funktion. Lassen Sie sich ruhig von einem Computer beim Zeichnen helfen (schreiben Sie z.B. ein kleines Programm oder benutzen Sie Ihr Leib- und Magen- Computeralgebraprogramm). Wie groß ist die gesamte Ladung auf jeder der beiden Platten?

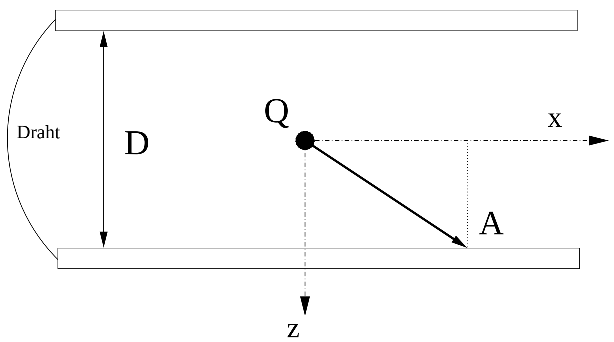


Abbildung 1: Punktladung Q zwischen parallelen Metallplatten

▷ Aufgabe 4 (Ein Hilfegesuch) (8 Punkte)

Ein Forscherteam des Potsdamer Instituts für Klimafolgenforschung misst beim Vorbeiziehen einer Wolke ein elektrisches Feld der Stärke $E = 300\frac{V}{m}$. Weitere Messungen ergeben, dass das untere Ende der Wolke 300m, das obere Ende 600m über dem Erdboden ist.

Die Forscher modellieren die elektrischen Eigenschaften durch die Annahme, dass die Wolke eine Ladung q am oberen Ende und eine Ladung $-q$ am unteren Ende trägt.

Für die weitere Arbeit an dem Problem benötigen die Forscher die Größe der Ladung q und sie benötigen die Richtung und die Stärke der Kraft, die auf die Wolke wirkt. Vertrauensvoll wenden sie sich an Sie mit der Bitte um Ihre Hilfe bei der Berechnung. Helfen Sie Ihnen!

Hinweis: Sie dürfen annehmen, dass außer den Ladungen in der Wolke keine weiteren Ladungen in der Atmosphäre sind.