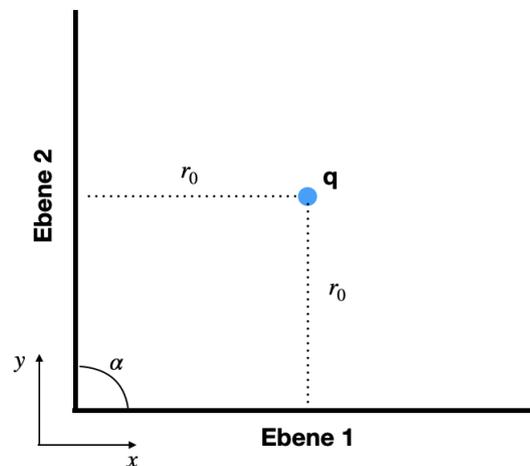


# Übungsblatt 5

für das Tutorium am 21.04.2023,  
Kreuzerldeadline 8:00

## 1. In die Zange genommen

Zwei geerdete Leiterebenen treffen sich in einem Winkel von  $\alpha = 90^\circ$  im Ursprung, so dass die Schnittgerade die  $\hat{z}$ -Achse ist. Eine Punktladung  $q$  befindet sich im Abstand  $\sqrt{2}r_0$  vom Ursprung entlang der  $x$ -Achse, sodass der Winkel zwischen der  $x$ -Achse und den beiden Platten jeweils  $\alpha/2 = 45^\circ$  beträgt.



- Welche Anordnung von Spiegelladungen löst das Randwertproblem? Skizziere die Anordnung, bestimme die Ortsvektoren der Spiegelladungen und schreibe die Poissongleichung und die Randbedingungen an.
- Bestimme das elektrostatische Potential und zeige, dass die Randbedingungen erfüllt sind.
- Bestimme die Oberflächenladungsdichte auf der oberen Leiterebene.
- Ein überambitionierter Übungsleiter möchte diese Aufgabe etwas weniger trivial gestalten. Ihm schweben die folgenden Öffnungswinkel vor:  $\alpha = \{2^\circ, 4^\circ, 8^\circ, 3^\circ, 9^\circ, 27^\circ\}$ . Für welche dieser Winkel ist das Vorhaben zum Scheitern verurteilt, warum?

## 2. Die impulsiven Zwei

Betrachte zwei Punktladungen  $q_1$  und  $q_2$  an  $z = \pm a$  und  $x = y = 0$ .

- Bestimme die Ladungsdichte  $\rho(\vec{r})$  und die Gesamtladung.
- Bestimme das elektrische Feld  $\vec{E}(\vec{r})$  zunächst für beliebiges  $\vec{r}$ . Was ist das Feld an  $\vec{r} = (0, y, 0)$  für  $q_1 = q_2$  und  $q_1 = -q_2$ ?

- (c) Verwende den Impulserhaltungssatz der Elektrodynamik um die Kraft von  $q_1$  auf  $q_2$  für den Fall  $q_1 = q_2 = q$  als Oberflächenintegral des Maxwell'schen Spannungstensors entlang der Symmetrieebene  $z = 0$  auszurechnen.

### 3. Aus heiterem Himmel

Bei der Demo gegen den Paragraph 109 des UG wird ein Luftballon, wie aus heiterem Himmel, von einem Blitz getroffen. Leider schlägt der Blitz ein kleines Loch in den Ballon, so da dieser nicht mehr von einem Druckunterschied zwischen innen und außen stabil gehalten wird. Zur Überraschung aller implodiert der Luftballon nicht, denn der Blitz hat den Ballon mit Radius  $R_0$  homogen mit einer Ladung  $Q$  aufgeladen. Der elektrostatischen Ausdehnung wirkt nun lediglich die Oberflächenspannung der Gummihaut entgegen. Es gelte

$$Y = \frac{dW_m}{dA}, \quad (1)$$

wobei  $Y$  die "Hookesche" Konstante,  $W_m$  die mechanische Arbeit, und  $A$  die Fläche sind.

- (a) Bis zu welchem Radius  $R'$  dehnt sich der Ballon aus?
- (b) Berechne den Maxwell'schen Spannungstensor  $\tilde{T}_{ij}$  für die Konfiguration kurz nach dem Einschlag.
- (c) Berechne das Oberflächenintegral dieses Tensors über die Außenhaut des Ballons. Wie sind die Ergebnisse a) und c) bezüglich der Bewegung des Ballons zu interpretieren?

Ankreuzbar: 1ab, 1cd 2ab, 2c & 3a, 3bc