9. Übung zur Physik II (SS 2014) — **Prof. Kohl/Prof. Rohlfing**

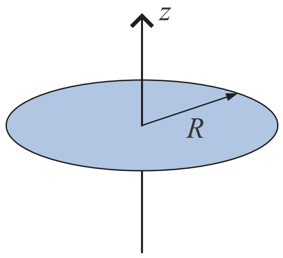
Ausgabedatum: 03.06.2014 — Abgabedatum: 17.06.2014

10:30 Uhr, Briefkasten neben IG 1-85

Dieses Blatt enthält Zusatzaufgaben (37 c) und 40 b)) mit insgesamt 10 Bonuspunkten (durch * gekennzeichnet).

Aufgabe 37: Geladene Scheibe **(mündlich 5 + 5* Punkte)**

Eine runde, flache Scheibe mit Radius R trage die homogene Flächenladungsdichte σ.



a) Geben Sie die Ladungsdichte $\rho(\vec{r})$ an und berechnen Sie die Gesamtladung Q der Scheibe.

b) Berechnen Sie das Potential $\varphi(\vec{r})$ entlang der Scheibenachse, d. h. für $\vec{r} = (0, 0, z)$.

c*) Berechnen Sie das zugehörige elektrische Feld $\vec{E}(\vec{r})$ entlang der Scheibenachse durch Integration über die Ladungsdichte. Skizzieren Sie $E_z(\vec{r})$ für $\vec{r} = (0, 0, z)$.

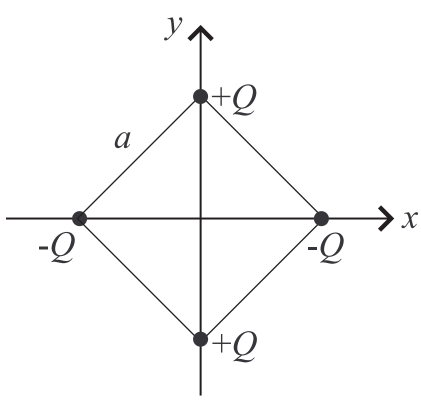
Hinweis: Rechnen Sie in Zylinderkoordinaten $x = r_\parallel \cos\varphi$, $y = r_\parallel \sin\varphi$, $z = z$.

Aufgabe 38: Dipol im elektrischen Feld **(mündlich, 2 Punkte)**

Ein aus zwei Elementarladungen $Q = \pm 1{,}6 \cdot 10^{-19}$ C im Abstand $d = 5$ Å bestehender Dipol befinde sich im Feld eines Plattenkondensators. Die Platten haben einen Abstand von $D = 1$ cm und sind auf $U = 5000$ V aufgeladen. Der Dipol bilde mit der Feldrichtung einen Winkel von $\alpha = 45°$. Wie groß ist das Drehmoment, das der Dipol erfährt?

Aufgabe 39: Planarer Quadrupol **(schriftlich, 8 Punkte)**

Vier Punktladungen befinden sich symmetrisch um den Koordinatenursprung auf den Ecken eines Quadrates mit der Seitenlänge a in der x-y-Ebene. Berechnen Sie das Potential $\varphi(\vec{r})$ dieser Ladungsverteilung für $r \gg a$.



Hinweis: Benutzen Sie die Reihenentwicklung von $(1 + \varepsilon)^{-\frac{1}{2}}$ für $\varepsilon \ll 1$ bis zum 3. Glied einschließlich.

Aufgabe 40: **Zylinderkondensator** **(schriftlich, 5 + 5* Punkte)**

Ein Kondensator der Länge L bestehe aus zwei koaxialen unendlich dünnen Hohlzylindern mit den Radien R_1 bzw. R_2. Die Ladungsdichte sei in Zylinderkoordinaten $(r_\parallel, \varphi, z)$ durch

$$\rho(\vec{r}) = \frac{Q}{2\pi L}\left(\frac{\delta(r_\parallel - R_1)}{R_1} - \frac{\delta(r_\parallel - R_2)}{R_2}\right)$$

gegeben.

a) Berechnen Sie mit Hilfe des Gauß'schen Gesetzes das elektrische Feld des Zylinderkondensators. Vernachlässigen Sie dabei die Randeffekte durch die beiden Deckelflächen.

b*) Zeigen Sie, dass das Potential $\varphi(r_\parallel)$ mit den Randbedingungen $\varphi(\infty) = 0$ durch

$$\varphi(r_\parallel) = \frac{Q}{2\pi L \varepsilon_0} \cdot \begin{cases} \ln\left(\frac{R_2}{R_1}\right) & \text{für } r_\parallel < R_1 \\ \ln\left(\frac{R_2}{r_\parallel}\right) & \text{für } R_1 \leq r_\parallel \leq R_2 \\ 0 & \text{für } r_\parallel > R_2 \end{cases}$$

gegeben ist, und bestimmen Sie die Kapazität C für dieses System.

c) Berechnen Sie die Gesamtenergie des Zylinderkondensators.