

## 10. Tutorium

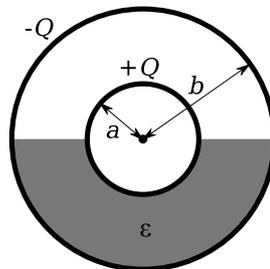
für 10.06.2016

## 10.1 Kreisförmige Plattenkondensatoren

Gegeben sei eine Anordnung von zwei unendlich dünnen parallelen kreisförmigen Metallplatten mit Radius  $R_0$  an den Positionen  $z = d$  und  $z = 0$ , mit Abstand  $d \ll R_0$  und den freien Gesamtladungen  $+Q$  (bei  $z = d$ ) bzw.  $-Q$  (bei  $z = 0$ ). Der Raum zwischen den Platten sei mit einem Dielektrikum gefüllt, und zwar mit  $\epsilon_1$  für  $0 \leq z < \frac{d}{2}$  und mit  $\epsilon_2$  für  $\frac{d}{2} \leq z \leq d$ .

- Berechne die elektrische Feldstärke  $E^i$ , das Polarisationsfeld  $P^i$  und das Verschiebungsfeld  $D^i$  im Dielektrikum.
- Berechne die Flächenladungsdichten freier Ladungen und Polarisationsladungen bei  $z = d$ ,  $z = \frac{d}{2}$  und  $z = 0$  sowie die Polarisations-Raumladungsdichte im restlichen Dielektrikum.
- Berechne die Kapazität der Anordnung.

## 10.2 Kugelkondensator

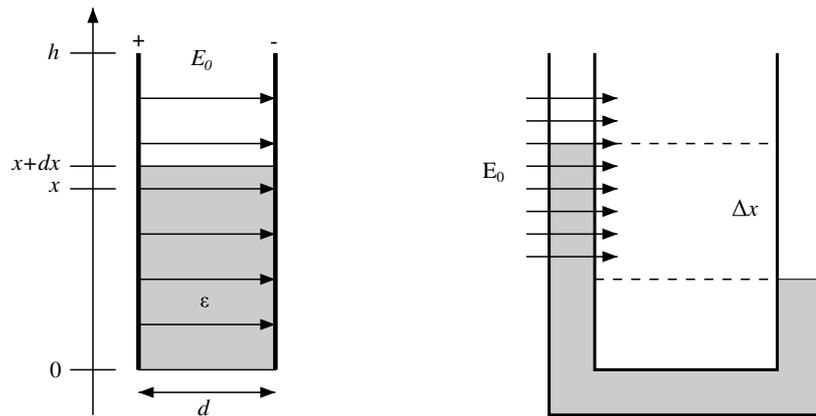


Zwei konzentrische ideal-leitende Kugelflächen mit innerem und äußerem Radius  $a$  bzw.  $b$  tragen die Ladungen  $+Q$  bzw.  $-Q$ . Der Raum zwischen den Kugelflächen sei unterhalb der Äquatorebene mit einem Dielektrikum (Dielektrizitätskonstante  $\epsilon$ ) gefüllt, während die obere Hälfte freier Raum sei.

- Berechne das elektrische Feld  $E^i(x^m)$  und die elektrische Flussdichte  $D^i(x^m)$  im Raum zwischen den Kugelflächen. Hierfür kann als Ansatz für den gesamten Zwischenraum  $E^i(x^m) = E(r)e_r^i$  verwendet werden. Zeige, dass mit diesem Ansatz alle Rand- und Anschlussbedingungen erfüllt werden.
- Berechne die Verteilung der Flächenladung auf den leitenden Kugeln.
- Berechne die Kapazität dieser Anordnung.

### 10.3 Steighöhenmethode

Auf einen begrenzten dielektrischen Körper wirkt im elektrischen Feld eine “ponderomotische” Kraft. Um diese zu berechnen soll ein Plattenkondensator (Plattenabstand  $d$ , Höhe  $h$ , Breite der Platten  $b$ ) betrachtet werden, dessen Zwischenraum bis zur Position  $x$  ein Dielektrikum der Permittivität  $\epsilon$  ausfüllt, während der restliche Raum leer ist.



- Berechne die Kapazität  $C(x)$  des Kondensators.
- Der Kondensator sei an eine Batterie angeschlossen, sodass die Platten auf konstanter Potentialdifferenz  $V$  gehalten werden. Berechne, die Kraft mit der das Dielektrikum in den Kondensator hineingezogen wird und drücke das Resultat durch das elektrische Feld  $E_0$  zwischen den Kondensatorplatten aus. Um das Resultat zu erhalten, betrachte die Energiebilanz, wenn das Dielektrikum um  $dx$  verschoben wird.
- Die Permittivität  $\epsilon$  einer Flüssigkeit mit Massendichte  $\rho_m$  lässt sich messen, indem man sie in ein U-förmiges Rohr füllt und einen Schenkel in ein homogenes elektrisches Feld  $E_0$  einbringt. Wie lautet der Zusammenhang zwischen  $\epsilon$  und der durch das Feld hervorgerufenen Steighöhe  $\Delta x$  der Flüssigkeit?

---

Ankreuzbar: 1ab, 1c, 2ab, 2c, 3abc