

5. Tutorium

für 04.05.2012

5.1 Kreisförmige Plattenkondensatoren

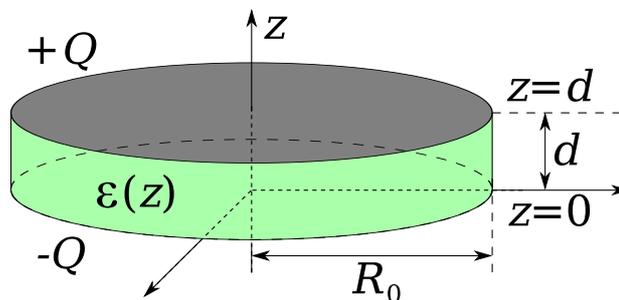
Gegeben sei eine Anordnung von zwei unendlich dünnen parallelen kreisförmigen Metallplatten mit Radius R_0 , Abstand $d \ll R_0$ und den freien Gesamtladungen $+Q$ bzw. $-Q$ (siehe Abbildung). Der Raum zwischen den Platten sei mit einem Dielektrikum gefüllt, dessen Dielektrizitätskonstante gemäß

$$\epsilon(z) = \epsilon_0 - \Delta\epsilon \frac{z}{d}$$

vom Ort abhängt ($0 < \Delta\epsilon < \epsilon_0$).

a) Berechne die elektrische Feldstärke \vec{E} , das Polarisationsfeld \vec{P} und das Verschiebungsfeld \vec{D} im Dielektrikum.

b) Berechne die Flächenladungsdichten freier Ladungen und Polarisationsladungen bei $z = d$ und $z = 0$ sowie die Polarisations-Raumladungsdichte im Dielektrikum.



5.2 Maxwellscher Spannungstensor

Eine ruhende Punktladung q befinde sich in einem homogenen elektrostatischen Feld $\vec{E}^{(\text{ex})}$, welches von Quellen im Unendlichen erzeugt wird. Nach dem Kraftgesetz von Lorentz wirkt dann auf die Punktladung die Kraft $\vec{F} = q\vec{E}^{(\text{ex})}$. Leite diese Formel für die Kraft auf die Punktladung mit Hilfe des Maxwellschen Spannungstensors her.

Anleitung: Wähle den Ort der Punktladung als Ursprung und die Richtung von $\vec{E}^{(\text{ex})}$ als z -Richtung. Beachte, dass in den Maxwellschen Spannungstensor die Komponenten des Gesamtfeldes eingehen! Wähle als geschlossene Oberfläche eine Kugel mit Radius r um den Ursprung.

5.3 Zylinderförmiger Isolator

Ein unendlich langer elektrisch *permanent* polarisierter zylinderförmiger Isolator (Elektret¹) mit dem Radius a und der z -Achse als Zylinderachse besitzt die Polarisation

$$\vec{P}(\vec{r}) = P_0 \frac{R}{a} \vec{e}_R, \quad P_0 > 0$$

(R, φ, z Zylinderkoordinaten).

a) Berechne die Polarisations-Volumsladungsdichte ρ_P im Inneren des Zylinders und die Polarisations-Flächenladungsdichte σ_P auf dem Zylindermantel sowie die Gesamtladung des Zylinders pro Längeneinheit.

b) Berechne im gesamten Raum das vom polarisierten Zylinder verursachte \vec{E} -Feld. Gib ferner für den gesamten Raum das zugehörige \vec{D} -Feld an und kommentiere das Ergebnis für \vec{D} .

Ankreuzbar: 1a, 1b, 2, 3a, 3b

¹Siehe z.B. Wikipedia: <http://de.wikipedia.org/wiki/Elektret>