

## 5.1 Kugelförmiger Elektret

Ein elektrisch *permanent* polarisierter kugelförmiger Isolator (Elektret<sup>1</sup>) mit dem Radius  $a$  und dem Mittelpunkt im Koordinatenursprung besitzt die Polarisation

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

( $r, \vartheta, \varphi$  Kugelkoordinaten).

- Berechne die Polarisations-Volumsladungsdichte  $\rho_P$  im Inneren der Kugel und die Polarisations-Flächenladungsdichte  $\sigma_P$  auf der Kugeloberfläche sowie die Gesamtladung der Kugel.
- Berechne im gesamten Raum das von der polarisierten Kugel verursachte  $\vec{E}$ -Feld. Gib ferner für den gesamten Raum das zugehörige  $\vec{D}$ -Feld an und kommentiere das Ergebnis für  $\vec{D}$ .

## 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.

---

<sup>1</sup>(aus Wikipedia) Der oder das **Elektret** ist ein elektrisch isolierendes Material, das quasi-permanent gespeicherte elektrische Ladungen oder quasi-permanent ausgerichtete elektrische Dipole enthält und somit ein quasi-permanentes elektrisches Feld in seiner Umgebung oder in seinem Inneren erzeugt. Der Name ist in Anlehnung an das Wort Magnet entstanden und stammt von dem englischen Physiker Oliver Heaviside, der die Existenz von Elektreten 1885 theoretisch vorhersagte. [...] Technisch werden Elektrete in teilweise sehr großen Stückzahlen eingesetzt als Membranen in Schallwandlern (Elektret-Mikrofon oder Kopfhörer), als elektrisch und mechanisch wirksame Fasern in der Filtertechnik (Luftfilter), als Quelle eines quasi-permanenten elektrischen Feldes in Strahlungs-Dosimetern, als Ultraschallwandlerschichten in der Medizintechnik, als Infrarot-Bewegungsmelder und in vielen weiteren Anwendungen.

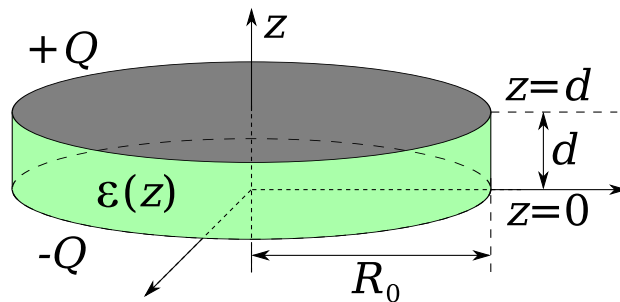
### 5.3 Kreisförmige Plattenkondensatoren

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.

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



---

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