

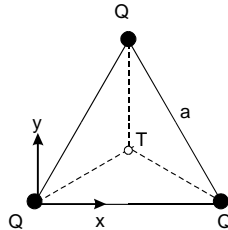
1. Ein Kondensator besteht aus zwei coaxialen Zylindern mit den Abmessungen r_1, r_2 und h .

a) Berechnen Sie seine **Kapazität C** .

b) Wie groß ist C für $r_1 = 3 \text{ cm}$, $r_2 = 4 \text{ cm}$ und $h = 20 \text{ cm}$? (Lösung: $C = 38,7 \text{ pF}$)

Hinweis: Das Dielektrikum zwischen den beiden Zylindern ist Vakuum.

2. Im Schwerpunkt eines gleichseitigen Dreiecks, an dessen Ecken drei gleich große Ladungen Q fixiert sind, befindet sich die Ladung T (siehe Skizze).



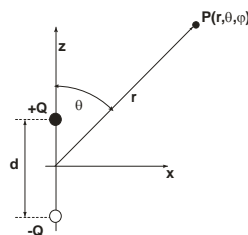
a) Man berechne das Potential am Ort der Ladung T sowie die potentielle Energie der Ladung T .

b) Man berechne die potentielle Energie der Ladung T , wenn diese um eine Strecke h senkrecht zur x/y -Ebene ausgelenkt wird. Welches Vorzeichen muss T in Relation zu Q haben, damit eine in Richtung der x/y -Ebene wirkende Kraft auftritt?

c) Für kleine h kann die potentielle Energie von T durch ein parabolisches Potential angenähert werden. Man bestimme dieses Potential.

d) Für den Fall, dass es sich bei Q um Protonen und bei T um ein Elektron handelt bestimme man die Schwingungsfrequenz des Elektrons für einen Wert von $a = 5 \cdot 10^{-10} \text{ m}$. (Lösung: $f = 8,95 \cdot 10^{14} \text{ Hz}$)

3. **Potential und Feld eines Dipols:** Gegeben sei ein **parallel zur z -Achse** orientierter Dipol. Dieser besteht aus zwei **gleich großen Ladungen entgegengesetzten Vorzeichens** mit dem **Abstand d** (Skizze):



a) Berechnen Sie das **elektrostatistische Potential U** des **Dipols** in **Kugelkoordinaten im Aufpunkt**

$P(r, \theta, \varphi)$ in der in der **Näherung $r \gg d$** . (Lösung: $U = \frac{p \cdot \cos \theta}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot r^2}$)

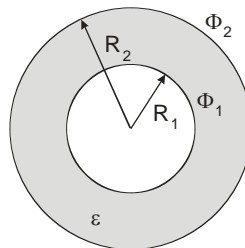
b) Berechnen Sie daraus in gleicher Näherung das **elektrische Feld** in Kugelkoordinaten mit Hilfe der

Darstellung des Gradientenoperators in Kugelkoordinaten, $\vec{\nabla} = \left(\frac{\partial}{\partial r}, \frac{1}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial \theta}, \frac{1}{r \cdot \sin \theta} \cdot \frac{\partial}{\partial \varphi} \right)$.

c) Berechnen Sie **Betrag und Richtung** des Feldes für $\theta = 0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ, 180^\circ$ für $r = R = \text{const.}$. Zeichnen Sie die Feldvektoren in einer Skizze ein.

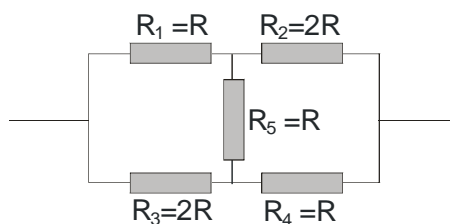
Bitte Seite wenden!

4. Die Platten eines **Kondensators** sind durch eine Porzellanscheibe mit **0,5 cm** Dicke und einer gleich dicken Luftschicht voneinander getrennt.
- a) Berechnen Sie die elektrischen Feldstärken in Luft und Porzellan ($\epsilon_r = 6$), wenn die Spannung zwischen den Kondensatorplatten **10 kV** beträgt. (*Lösung:* $1714,3 \text{ kVm}^{-1}$, $285,7 \text{ kVm}^{-1}$)
- b) Wie groß sind die Spannungen in der Luft- und in der Porzellanschicht? (*Lösung:* 8571 V , 1429 V)
5. **Koaxialkabel mit Leckstrom:** Ein offenes Koaxialkabel mit den Leiterradien R_1 und R_2 und der Länge L (siehe Skizze) wird an die konstante Potentialdifferenz $U = \Phi_1 - \Phi_2$ angeschlossen.



Berechnen Sie:

- a) die Menge der **statischen Ladung** Q , die sich im Kabel befindet (Dielektrizitätskonstante des Dielektrikums zwischen den Leitern ϵ). Im weiteren wird gleichzeitig ein (extrem geringer) **Strom** I zwischen den beiden Leitern gemessen. Berechnen Sie
- b) den **spezifischen Widerstand** ρ des Dielektrikums, welchen den Raum zwischen den beiden Leitern ausfüllt.
- c) Berechnen Sie Q und ρ für $R_1 = 3 \text{ mm}$, $R_2 = 5 \text{ mm}$, $U = 50 \text{ V}$, $\epsilon = 2$, $L = 1 \text{ m}$ und $I = 2 \mu\text{A}$.
(*Lösung:* $Q = 1,089 \cdot 10^{-8} \text{ C}$, $\rho = 308 \text{ M}\Omega\text{m}$)
6. **Kirchhoff'sche Regeln:** Gegeben ist die skizzierte Widerstandskonfiguration; gesucht ist der **Gesamtwiderstand** R_g des Widerstandsnetzwerkes.



- a) Lässt sich das Widerstandsnetzwerk auf eine **Kombination von in Serie und parallel geschalteten Widerständen** reduzieren?
- b) Falls das nicht der Fall ist, verwenden Sie die **Kirchhoff'schen Regeln** und das **Ohm'sche Gesetz** zur Bestimmung von R_g . (*Lösung:* $R_g = 7/5 R$)

Hinweis: Bei der Lösung des Gleichungssystems zeigt sich, dass $I_1 = I_4$ und $I_2 = I_3$.