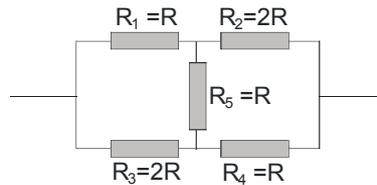


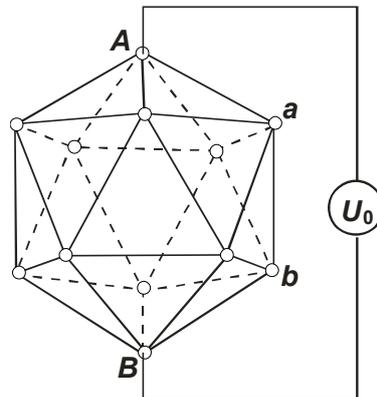
1. **Kirchhoff'sche Regeln:** Gegeben ist die skizzierte Widerstandskonfiguration; gesucht ist der **Gesamtwiderstand R_g** des Widerstandsnetzwerkes.



- 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: $R_g = 7/5R$)

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

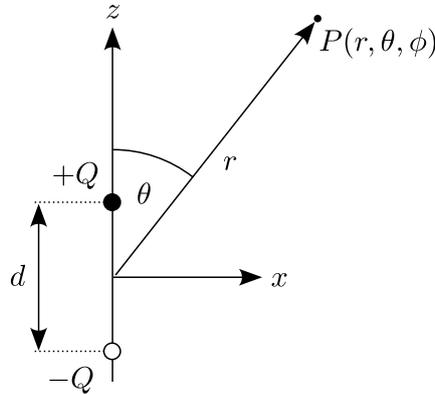
2. **Dreidimensionale Widerstandsordnung:** Ein Drahtnetzwerk bildet einen **Ikosaeder** (siehe Skizze), und die Drähte werden mit **gleich großen Widerständen R** (nicht eingezeichnet) bestückt.



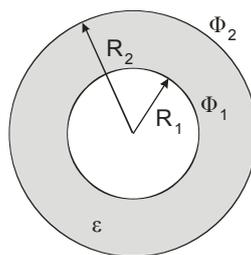
Die **Knoten** des Ikosaeders bilden die leitfähigen Verbindungen zwischen den Widerständen. Zwischen den **genau gegenüberliegenden Knoten A und B** wird eine Spannung U_0 angelegt.

- a) Berechnen Sie den **Gesamtwiderstand R_{ges}** zwischen den Knoten A und B sowie den **Gesamtstrom I_{ges}** zwischen A und B . (Lösung: $R_{ges} = R/2$, $I_{ges} = 2U_0/R$)
- b) Bestimmen Sie den **Strom I_{Aa}** , welcher durch den zwischen den **Knoten A und a** liegenden Widerstand fließt. (Lösung: $I_{Aa} = 2U_0/(5R)$)
- c) Bestimmen Sie weiters die Spannung U_{ab} , welche am Widerstand zwischen den **Knoten a und b** abfällt. (Lösung: $U_{ab} = U_0/5$)
3. 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: $1714,3 \text{ kV m}^{-1}$, $285,7 \text{ kV m}^{-1}$)
- b) Wie groß sind die Spannungen in der Luft- und in der Porzellanschicht? (Lösung: 8571 V , 1429 V)

4. Ein **Plattenkondensator** mit dem Plattenabstand **0,1 cm** ist vollständig mit einem Dielektrikum der Dielektrizitätszahl $\epsilon_r = 7$ gefüllt. Welche Fläche müssen die Platten haben, damit der Kondensator eine Kapazität von **150 pF** hat? (*Lösung:* $A = 24,2 \text{ cm}^2$)
5. **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 **elektrostatische Potential U** des Dipols in **Kugelkoordinaten im Aufpunkt $P(r, \theta, \varphi)$** in der in der Näherung $r \gg d$. (*Lösung:* $U = \frac{Q \cdot d \cdot \cos \theta}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot r^2}$)
- 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.
6. **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.



- a) Berechnen Sie 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.

- b) Berechnen Sie den **spezifischen Widerstand rho** des Dielektrikums, welchen den Raum zwischen den beiden Leitern ausfüllt.
- c) Berechnen Sie **Q und rho** 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:* $Q = 1,089 \cdot 10^{-8} \text{ C}$, $\rho = 308 \text{ M}\Omega \text{ m}$)