Übung 4

Netzwerke und Schaltungen 1

Nachbesprechung #1

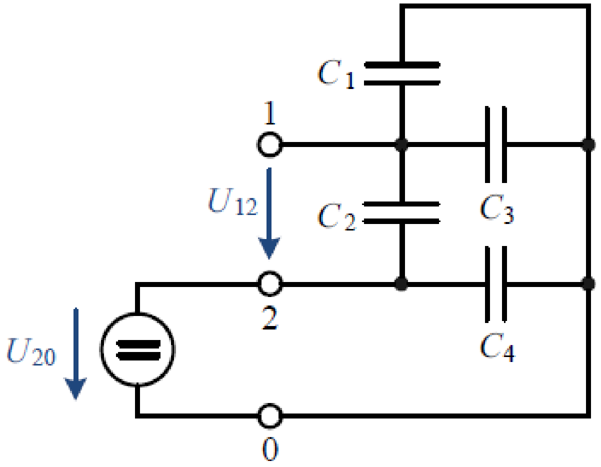
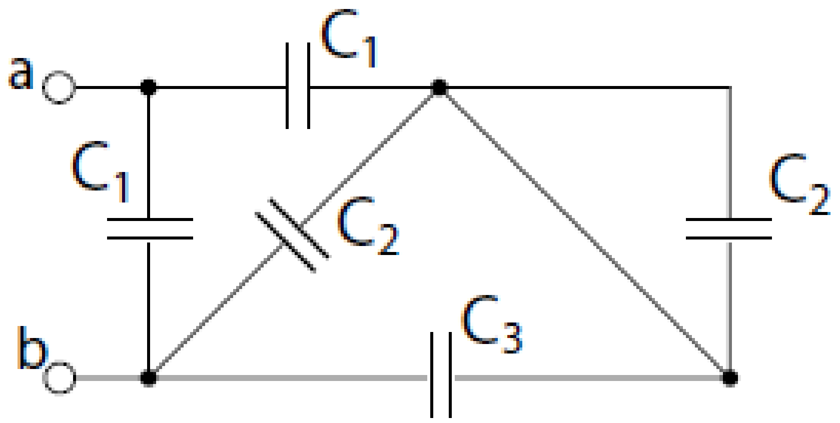


Figure 3.3: Netzwerk aus Kondensatoren mit Gleichspannungsquelle

a) Welchen Ausdruck erhalten Sie für die Spannung U_{12}?

Nachbesprechung #2

Was ist der Gesamtwiderstand zwischen den Klammern «ab»



(b)

Theorie

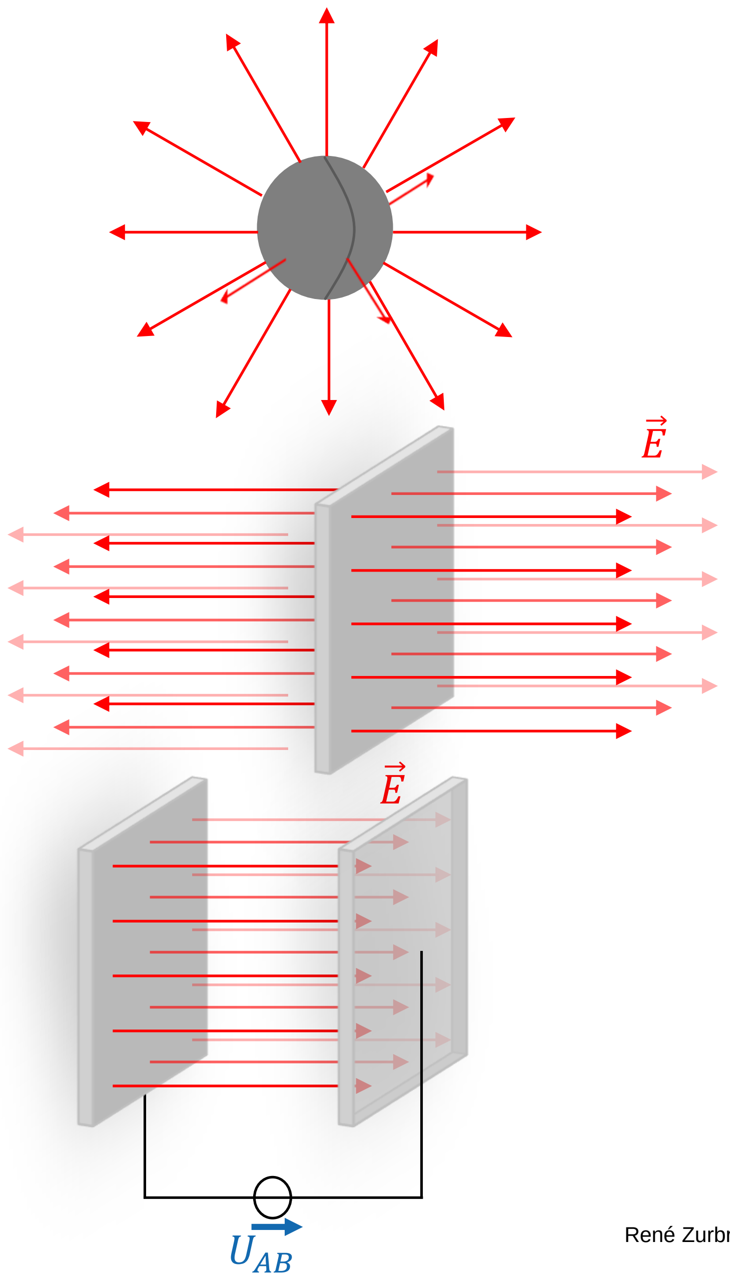
Recap Elektrostatische Felder

Recap: Elektrisches Feld

Punktladung: $\vec{E}(r) = \frac{Q}{4\pi\varepsilon r^2} \cdot \vec{e}_r$

Platte im freien Raum: $\vec{E}(x,y,z) = \begin{cases} \frac{Q}{2A\varepsilon} \cdot \overrightarrow{e_x} \;, y > y_0 \\ -\frac{Q}{2A\varepsilon} \cdot \overrightarrow{e_x}, y < y_0 \end{cases}$

Plattenkondensator $\vec{E}(x,y,z) = \frac{Q}{A\varepsilon} \cdot \overrightarrow{e_d} = \frac{\mathrm{U}}{\mathrm{d}} \cdot \overrightarrow{e_d}$



Recap: Spannung

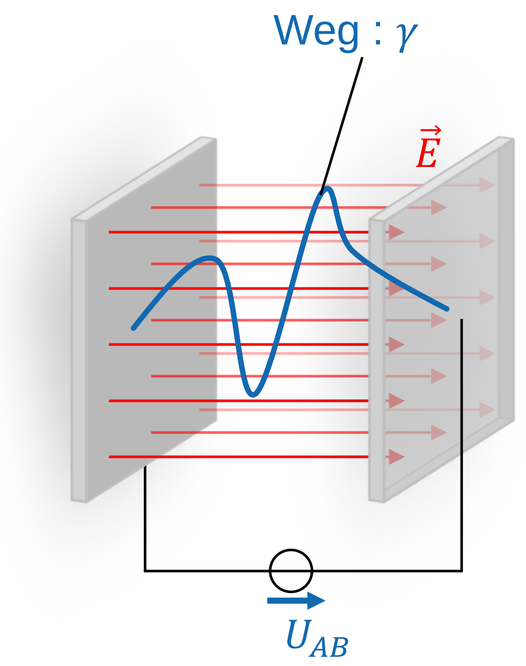
$$U_{AB} = \int_{\gamma_{AB}} \vec{E}(\vec{r}) \cdot d\vec{s}$$

E-Feld und Weg Parallel

$$U_{AB} = \int_{r_a}^{r_b} E(r) \cdot dr$$

E-Feld Konstant auf Weg

$$|U_{AB}| = |\vec{E}| \cdot l$$



Die Spannung ist unabhängig vom gewählten Weg!
→ Eindeutig durch die Punkte A und B definiert

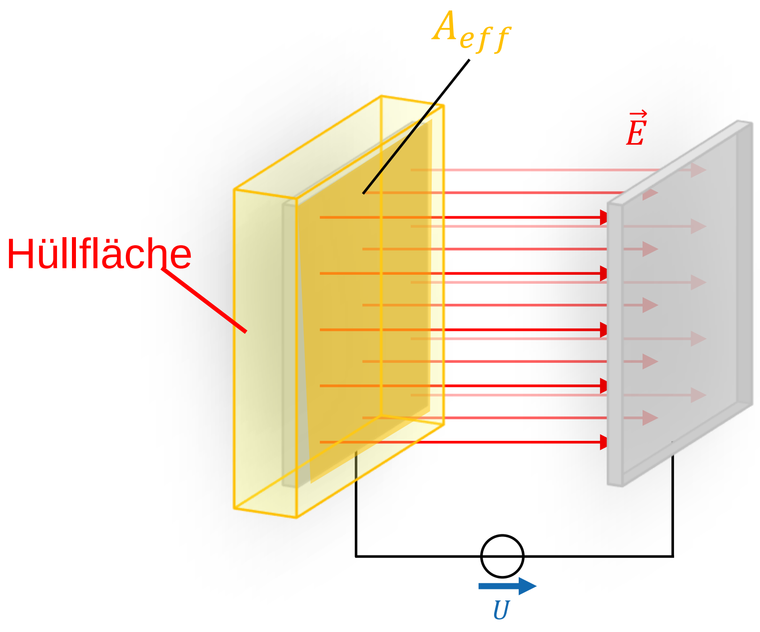
Recap: Satz von Gauss (D-Feld)

$$Q = \oiint_A \vec{D}(\vec{r}\,) \cdot d\vec{A}$$

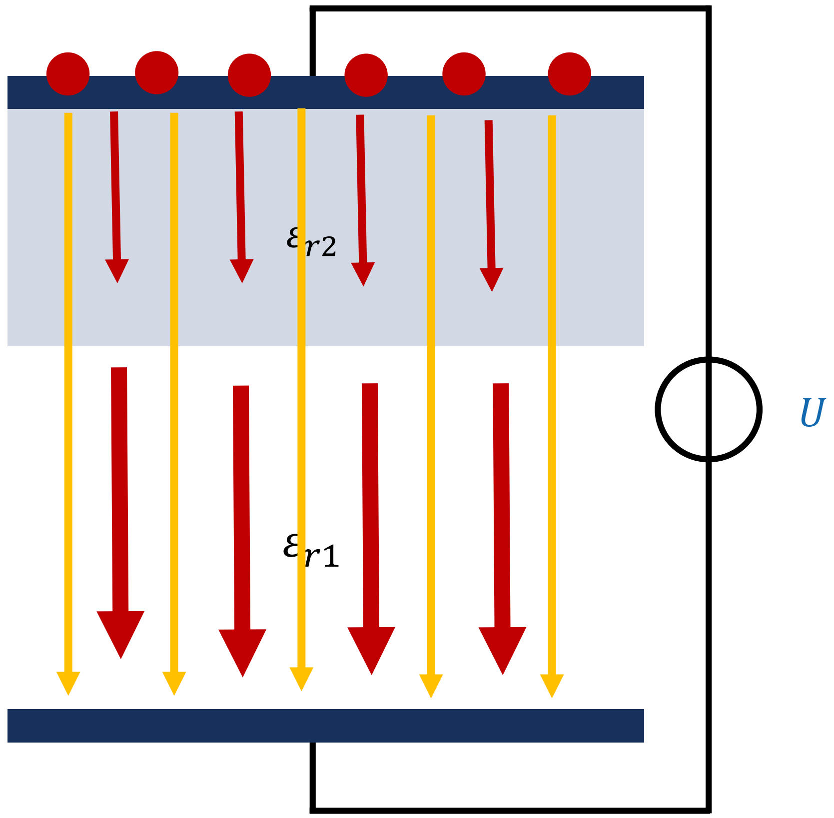
$\boxed{\text{D Feld steht senkrecht auf Fläche}}$

$$|Q| = \left|\vec{D}(r)\right| \cdot A_{eff}$$

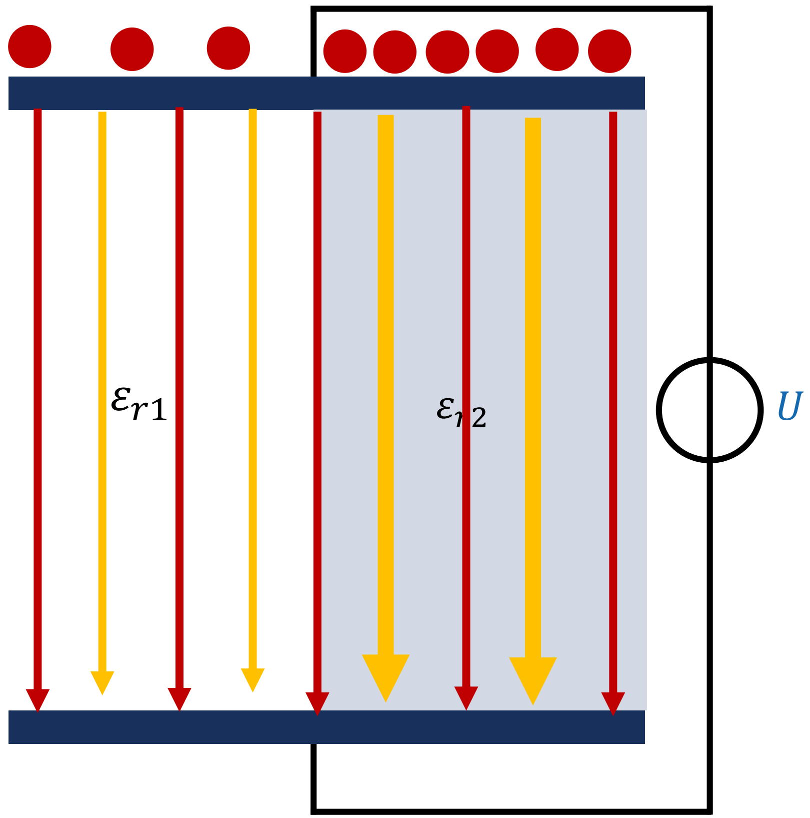
Fläche durch welche das Feld durchfliesst



D-Feld Konstant $(=\frac{Q_{Platte}}{A_{Platee}})$



E-Feld Konstant $(=\frac{U}{d})$

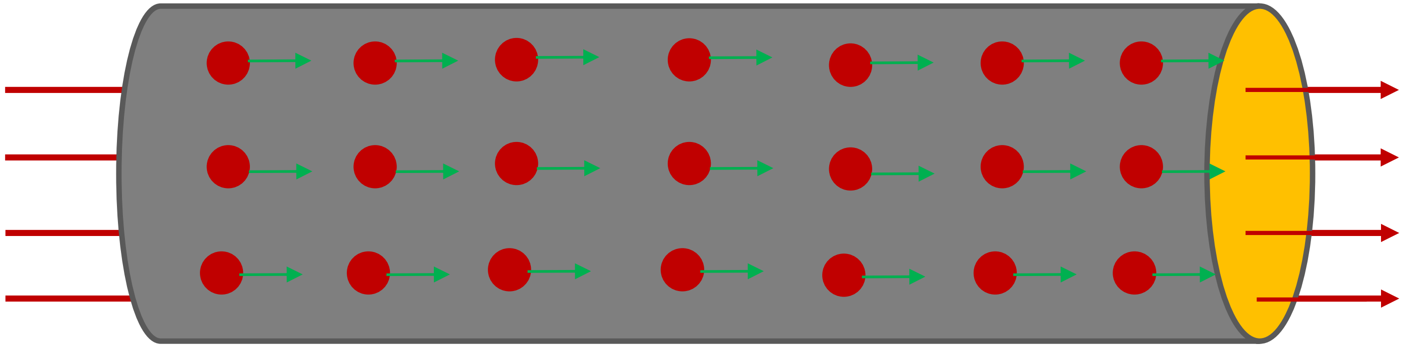


Theorie

Strom

- Bewegte Ladungsträger bezeichnen wir als Strom
- Stromstärke = Anzahl Ladungsträger pro Zeit

$$I = \frac{4 \cdot e}{3\ s} = \frac{4}{3} \cdot \frac{e}{s} = \frac{4}{3} \cdot \frac{1.6 \cdot 10^{-19} As}{s} = 2.13 \cdot 10^{-19} A$$



Fliesst ein E-Feld durch ein Metall mit Elektronen, so verspüren diese eine Kraft und bewegen sich in Richtung des E-Feldes

$$\vec{J} = \kappa \cdot \vec{E}$$

Abhängig vom Material

$$I = \iint_A \vec{j} \cdot d\vec{A} \rightarrow \mathrm{I} = j \cdot A_{eff}$$

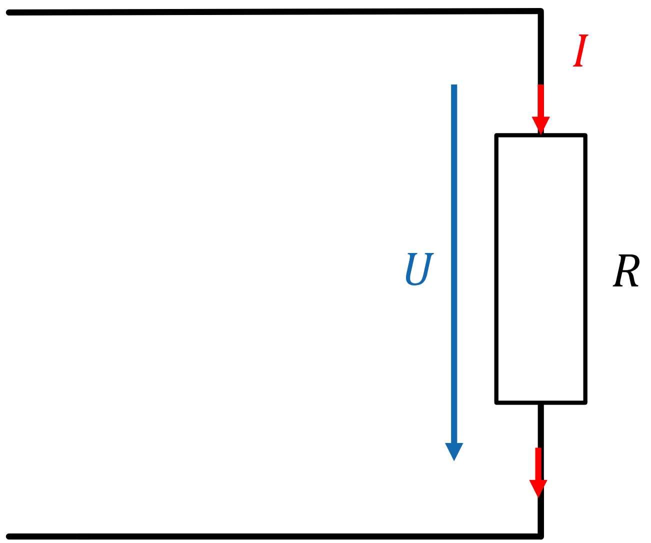
Widerstand

$$R = \frac{U}{I} = \frac{\int_A^B \vec{E}\,d\vec{s}}{\iint_A \kappa\vec{E}\,d\vec{A}}$$

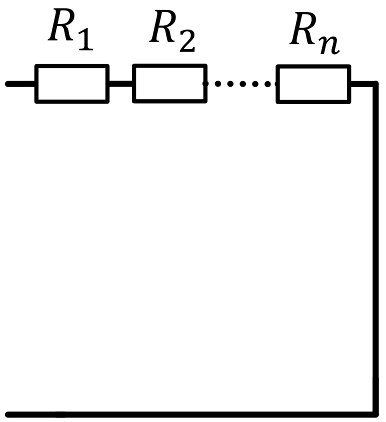
E Feld Konstant, Weg parallel, Fläche Senkrecht

$$\rho := \frac{1}{\kappa}$$

$$\boxed{R =} \frac{1}{\kappa} \cdot \frac{E \cdot l}{E \cdot A} = \boxed{\rho \cdot \frac{l}{A}}$$

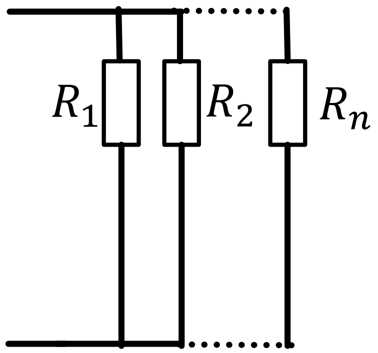


Widerstände



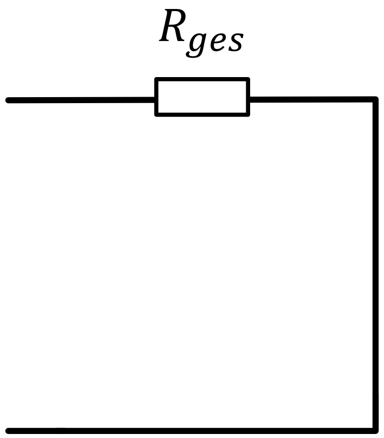
$$R_{ges} = \sum_i R_i$$

$$R_{ges} = (R_1 || \dots || R_n)$$
$$= \left[\sum_i \frac{1}{R_i}\right]^{-1}$$



$R_{ges} \geq \max\{R_1, \dots, R_n\}$

$R_{ges} \leq min\{R_1, \dots, R_n\}$



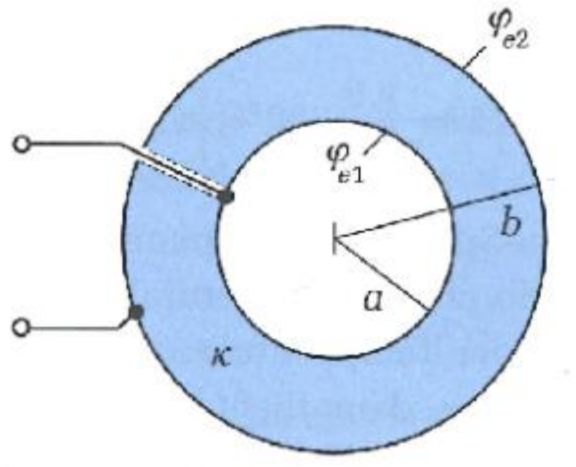
Aufgaben

Driftgeschwindigkeit

Durch ein Kupferkabel mit einer Querschnittsfläche $A = 1mm^2$ fliesst ein Strom I = 5A. Bestimme die Geschwindigkeit der Elektronen. ($1mm^3$ Kupfer enthält $8.5 \cdot 10^{19}$ Atome)

Widerstand einer Hohlkugel

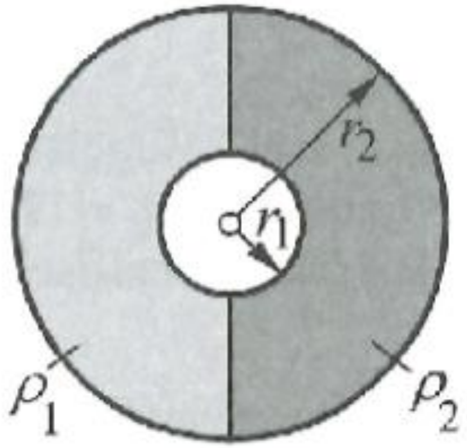
Berechne den Widerstand folgender Anordnung (2 Ideal Leitende Kugelplatten und Dielektrikum mit Leitfähigkeit κ)



Widerstand eines Koaxialkabels

Berechne den Widerstand R zwischen den beiden Leitern des Koaxialkabels.

Gegeben: $r_i = 10mm, r_2 = 25mm. l = 2m, \rho_1 = 2 \cdot 10^7 \Omega m,\ \rho_2 = 5 \cdot 10^7 \Omega m$



Randbedingungen und Verhalten von Feldgrössen

1) Berechnen Sie die Leitfähigkeit κ_1
2) Berechnen Sie die Normal und Tangentialkomponenten der Stromdichte J
3) Berechnen Sie den Betrag von J_1

Es gilt: $\alpha_1 = 30°, \alpha_2 = 45°, \kappa_2 = \frac{10m}{\Omega mm^2}, \mathrm{J}_2 = \frac{1\mathrm{A}}{\mathrm{mm}^2}$