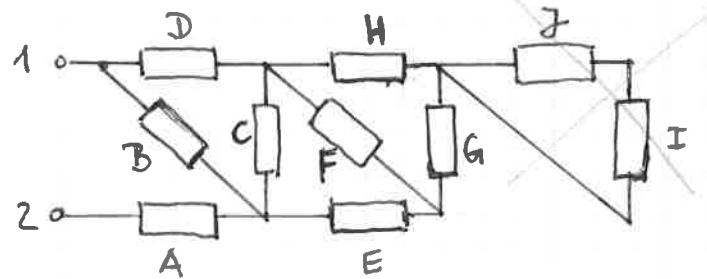
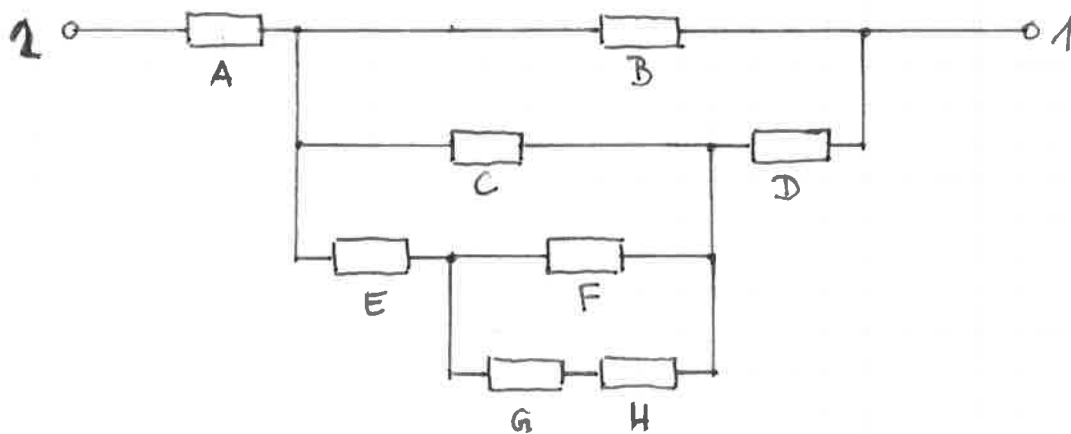


Aufgabe 1



a)



✗ I u. J : Kurzschluss weglassen

$$R_{GH} = R + R = 2R$$

$$\frac{1}{R_{FGH}} = \frac{1}{2R} + \frac{1}{R} = \frac{3}{2R} \leadsto R_{FGH} = R_{F'} = \frac{2}{3}R$$

$$R_{EFI} = R + \frac{2}{3}R = \frac{5}{3}R$$

$$\frac{1}{R_{CEFI}} = \frac{1}{R} + \frac{3}{5R} = \frac{8}{5R} \leadsto R_{CEFI} = \frac{5}{8}R = R_{C'}$$

$$R_{C'D} = \frac{5}{8}R + R = \frac{13}{8}R$$

$$\frac{1}{R_{C'DB}} = \frac{1}{R} + \frac{8}{13R} = \frac{21}{13R} \leadsto R_{C'DB} = \frac{13}{21}R$$

$$R_{ges} = R + \frac{13}{21}R = \frac{34}{21}R$$

b) skizze wie in a)

$$\frac{1}{C_{GH}} = \frac{1}{C} + \frac{1}{C} \leadsto C_{GH} = \frac{C}{2}$$

$$C_{FGH} = C + \frac{C}{2} = \frac{3}{2}C = C_{FI}$$

$$\frac{1}{C_{EFI}} = \frac{1}{C} + \frac{2}{3C} \leadsto C_{EFI} = \frac{3}{5}C$$

$$C_{CEFI} = C + \frac{3}{5}C = \frac{8}{5}C = C_{CI}$$

$$\frac{1}{C_{C'D}} = \frac{5}{8C} + \frac{1}{C} = \frac{13}{8C} \leadsto C_{C'D} = \frac{8}{13}C$$

$$C_{BC'D} = C + \frac{8}{13}C = \frac{21}{13}C$$

$$\frac{1}{C_{ges}} = \frac{1}{C} + \frac{13}{21C} = \frac{34}{21C}$$

$$\leadsto C_{ges} = \frac{21}{34}C$$

Aufgabe 2

] für Punktladungen $\varphi(R) = \sum \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{q_i}{R}$ [

Kontinuierliche Ladungsverteilung $\varphi(R) = \int \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{dq}{R}$

$$\sigma = \frac{Q}{\pi a^2} \quad \text{Kont. Ladungsdichte}$$

$$dq = \sigma dA$$

$$dq = \sigma \underbrace{2\pi r dr}$$

Kreisring mit Radius r und Breite dr

$$R^2 = r^2 + z^2$$

$$d\varphi(z) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{\sigma \cdot 2\pi r dr}{\sqrt{r^2 + z^2}}$$

$$\varphi(z) = \int \frac{1}{2\epsilon_0} \cdot \frac{\sigma r dr}{(r^2 + z^2)^{1/2}}$$

$$\varphi(z) = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \left[(r^2 + z^2)^{1/2} \right]_{r=0}^{r=a}$$

$$\varphi(z) = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \left[(a^2 + z^2)^{1/2} - z \right]$$

b) $\vec{E} = -\text{grad } \varphi$; nur z -Komponente

$$E_z = -\frac{\sigma}{2\epsilon_0} \frac{\partial}{\partial z} \left[(a^2 + z^2)^{1/2} - z \right]$$

$$E_z = -\frac{\sigma}{2\epsilon_0} \left[\frac{1}{2} (a^2 + z^2)^{-1/2} \cdot 2z - 1 \right]$$

$$E_z = \frac{\sigma}{2\epsilon_0} \left(1 - \frac{z}{\sqrt{a^2 + z^2}} \right)$$

c) $z \gg a$

$$\varphi(z) = \frac{Q}{2\epsilon_0} (\sqrt{a^2 + z^2} - z) = \frac{Q}{2\epsilon_0} (z \underbrace{\sqrt{\frac{a^2}{z^2} + 1}}_{\approx 1 + \frac{a^2}{2z^2}} - z)$$

$$\varphi(z) = \frac{Q}{2\epsilon_0} (z (1 + \frac{a^2}{2z^2}) - z)$$

$$\varphi(z) = \frac{Q}{4\epsilon_0} \cdot \frac{a^2}{z}$$

mit $Q = \sigma \cdot \pi a^2$

$$\varphi(z) = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0} \cdot \frac{1}{z}$$

] Potential einer Punktladung [

d) $z \ll a$

$$E_z = \frac{Q}{2\epsilon_0} (1 - \frac{z}{\sqrt{a^2 + z^2}}) = \frac{Q}{2\epsilon_0} (1 - \frac{z}{a \underbrace{\sqrt{1 + \frac{z^2}{a^2}}}_{\approx 1}})$$

$$E_z \approx \frac{Q}{2\epsilon_0} (1 - \frac{z}{a})$$

$$E_z \approx \frac{Q}{2\epsilon_0}$$

Aufgabe 3

$$\vec{B}(\vec{r}) = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int \frac{d\vec{l} \times \vec{r}}{r^3} \quad \vec{B} \text{ im Ursprung}$$

a) zu- und Ableitung: $d\vec{l} \parallel \vec{r}$
 $\leadsto \vec{B}(\sigma) = 0$

auf Kreisbogen: $d\vec{l} \perp \vec{r} \leadsto d\vec{l} \times \vec{r} \hat{=} dl \cdot r$

mit $dl = r d\varphi$

$$\leadsto B(\sigma) = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int \frac{r d\varphi \cdot r}{r^3} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int_{\varphi=\sigma}^{\varphi=\pi} \frac{1}{r} d\varphi$$

$$B(\sigma) = \frac{\mu_0 I}{4R}$$

Halbkreis $\nearrow$
hier: $r = R$

zeigt in $-z$ -Richtung (in Zeichenebene hinein)

$\mathcal{R}$ rechte Hand Regel

b) zu- und Ableitung wieder 0

Integration von $\varphi = \frac{\pi}{4}$ bis $\varphi = \frac{3\pi}{4}$ (Viertelkreis)

$$\int_{\pi/4}^{3/4\pi} d\varphi = \frac{\pi}{2}$$

$$\text{damit } B_z(\sigma) = - \frac{\mu_0 I}{8R}$$

(Richtung bleibt gleich)

Aufgabe 4

a) L und C parallel: $\frac{1}{Z_p} = \frac{1}{i\omega L} + i\omega C = \frac{1 - \omega^2 LC}{i\omega L}$

$$Z_{\text{ges}} = R + Z_p = R + \frac{i\omega L}{1 - \omega^2 LC}$$

b) Spannungsteiler: $\frac{U_{\text{out}}}{U_{\text{in}}} = \frac{R}{Z_{\text{ges}}}$

$$\frac{U_{\text{out}}}{U_{\text{in}}} = \frac{R}{Z_{\text{ges}}} = \frac{R}{R + \frac{i\omega L}{1 - \omega^2 LC}} \cdot \frac{R - \frac{i\omega L}{1 - \omega^2 LC}}{R - \frac{i\omega L}{1 - \omega^2 LC}}$$

$$\frac{U_{\text{out}}}{U_{\text{in}}}(\omega) = \frac{R \left(R - \frac{i\omega L}{1 - \omega^2 LC} \right)}{R^2 + \frac{\omega^2 L^2}{(1 - \omega^2 LC)^2}} = \frac{R}{R^2 + \frac{\omega^2 L^2}{(1 - \omega^2 LC)^2}} \cdot \left(R + i \frac{\omega L}{\omega^2 LC - 1} \right)$$

$$\left| \frac{U_{\text{out}}}{U_{\text{in}}}(\omega) \right| = \sqrt{R^2 \left(\frac{U_{\text{out}}}{U_{\text{in}}} \right) + I_m^2 \left(\frac{U_{\text{out}}}{U_{\text{in}}} \right)} = \frac{R^2}{R^2 + \frac{\omega^2 L^2}{(1 - \omega^2 LC)^2}} \sqrt{R^2 + \frac{\omega^2 L^2}{(\omega^2 LC - 1)^2}}$$

$$\left| \frac{U_{\text{out}}}{U_{\text{in}}}(\omega) \right| = \frac{R}{\sqrt{R^2 + \frac{\omega^2 L^2}{(\omega^2 LC - 1)^2}}}$$

c) $\omega = 0 \leadsto \left| \frac{U_{\text{out}}}{U_{\text{in}}} \right| = 1$

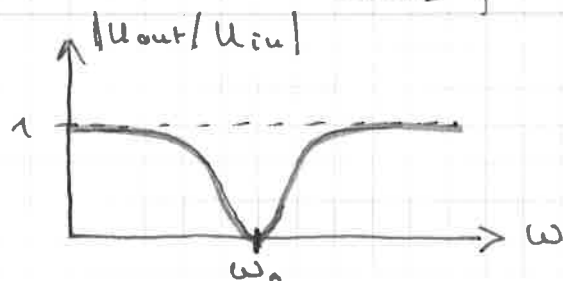
$$\omega \rightarrow \infty \leadsto \left| \frac{U_{\text{out}}}{U_{\text{in}}} \right| \rightarrow 1$$

für $\omega_0^2 = \frac{1}{LC}$ bzw. $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ (Resonanzfrequenz von LC-Schwingkreis)

geht $(\omega^2 LC - 1) \rightarrow 0$

$$\Rightarrow \left| \frac{U_{\text{out}}}{U_{\text{in}}}(\omega_0) \right| \rightarrow 0$$

Bei ω_0 "sperrt" die Anordnung

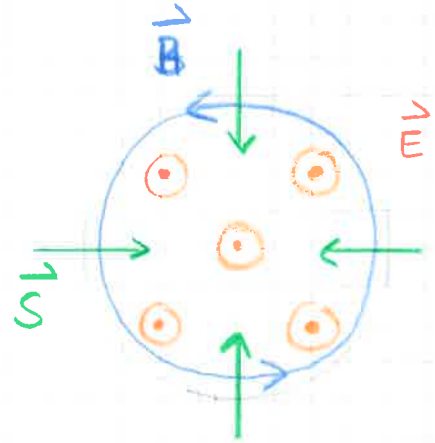
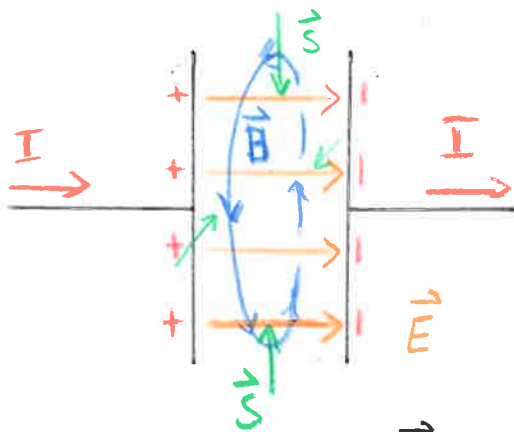


Aufgabe 5

a) Kondensator : $Q = C \cdot U = \epsilon_0 \frac{A}{d} \cdot U = \epsilon_0 A \cdot E$

$$E(t) = \frac{Q(t)}{\epsilon_0 A} \quad \text{mit} \quad I(t) = \dot{Q}(t) = \text{konst.}$$

$$E(t) = \frac{I \cdot t}{\epsilon_0 A}$$



b) $\text{rot } \vec{H} = \vec{j} + \frac{\partial \vec{D}}{\partial t}$

bzw. $\text{rot } \vec{B} = \mu_0 \vec{j} + \frac{1}{c^2} \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$

mit $\vec{B} = \mu_0 \vec{H} \quad \left\{ \begin{array}{l} \mu_r = 1 \\ \epsilon_r = 1 \end{array} \right.$

mit $\frac{1}{c^2} = \epsilon_0 \mu_0$

→ magnetisches Wirbelfeld um das veränderliche elektrische Feld

c) $\vec{S} = \vec{E} \times \vec{H} = \frac{1}{\mu_0} \vec{E} \times \vec{B}$

$$\vec{S} \perp \vec{E} \perp \vec{B} \quad (\text{rechte Hand Regel})$$

→ der Poynting-Vektor zeigt radial ins Innere des Kondensators

$\vec{S} \hat{=}$ Leistungsstromdichte

Energie im Kondensator nimmt beim Laden zu → Leistungsstromdichte zeigt hinein ✓