Seminar zur Vorlesung Physik II für Naturwissenschaftler

Sommersemester 2024 **Blatt 5** **13.05.2024**

Aufgabe 12 *Momentan-Strom*

In einem Leiter messen Sie den Strom

$$I(t) = I_0 \, \mathrm{e}^{-t/\tau}$$

mit $\tau = 2\,\mathrm{s}$.

a) Skizzieren Sie $I = I(t)$ als Funktion der Zeit t. (1 Punkt)

b) Nach welcher charakteristischen Zeit ist der Strom auf die Hälfte abgesunken? (1 Punkt)

c) Wie groß muss der anfängliche Strom I_0 sein, damit nach einer Sekunde ein Coulomb durch den Querschnitt des Leiters geflossen ist? (1 Punkt)

Aufgabe 13 *Wie ruiniere ich meine Autobatterie?*

Wir betrachten den Stromkreis aus Abb. 1. In diesem Stromkreis befinden sich die beiden Spannungsquellen $U_1 = 10\,\mathrm{V}$ (Autobatterie) und $U_2 = 12\,\mathrm{V}$ (Starthilfe) und drei Widerstände mit den Werten $R_1 = 0,1\,\Omega$, $R_2 = 0,02\,\Omega$ und $R_\mathrm{A} = 0,2\,\Omega$. Warum beschreibt dieser Stromkreis eine falsch gepolte Starthilfe (siehe Stromkreis Vorlesung)? Berechnen Sie die Ströme und die Spannungen an den Widerständen. (1 Punkt)

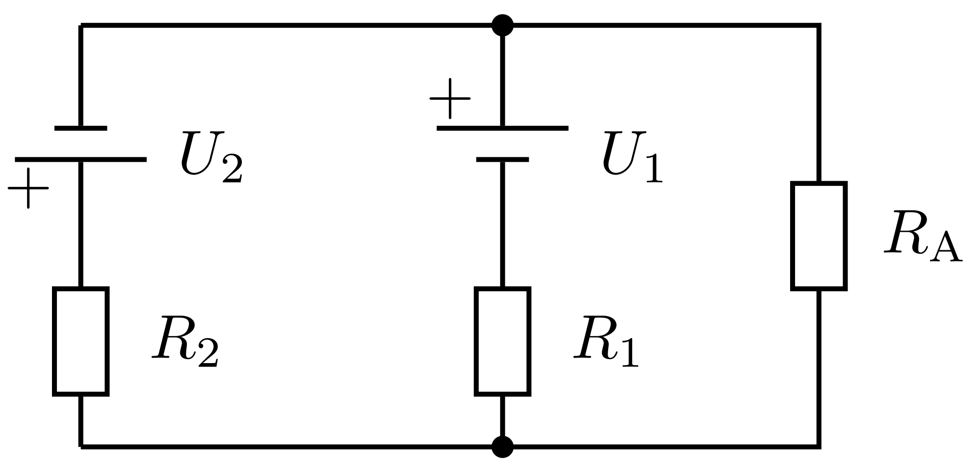


Abb. 1: Verpolter Starthilfe-Stromkreis

Aufgabe 14 *Kirchhoffsche Regeln*

Wir analysieren zunächst das in Abb. 2 dargestellte Netzwerk aus zwei Spannungsquellen U_i ($i = 1, 2$) und drei ohmschen Widerständen, wovon zwei den gleichen Widerstandswert R besitzen.

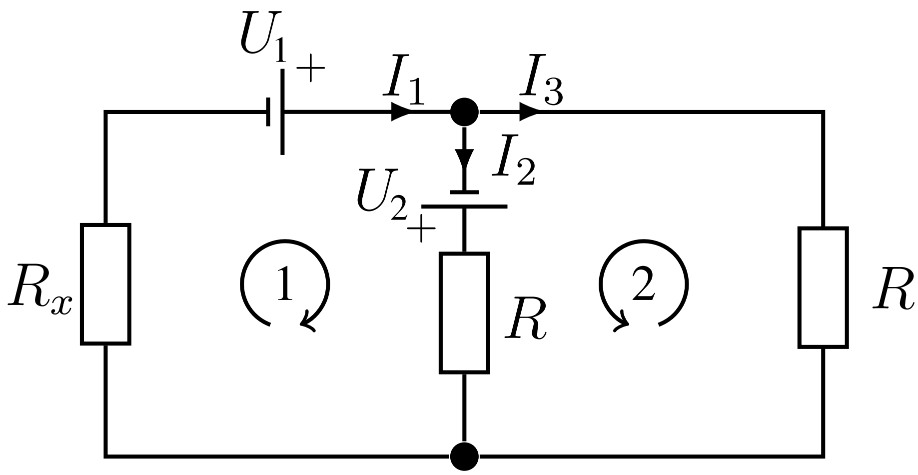


Abb. 2: Ohmsches Netzwerk

a) Formulieren Sie Knoten- und Maschenregeln für die in Abb.2 angegebenen Richtungen. (1 Punkt)

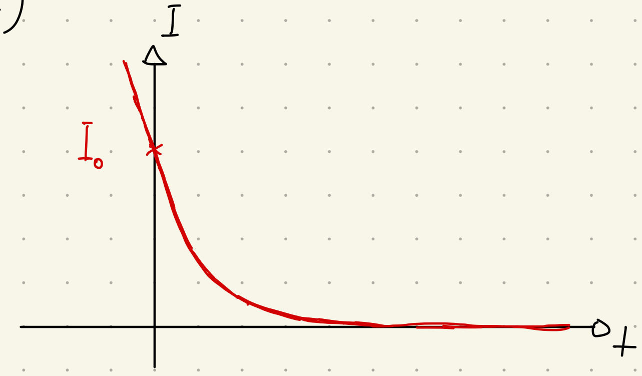
b) Für die Spannungen $U_1 = 6\,\mathrm{V}$ und $U_2 = 3\,\mathrm{V}$ sowie den Widerstand $R = 2\,\Omega$ verschwindet der Strom I_3. Berechnen Sie den unbekannten Widerstand R_x. (1 Punkt)

c) Jetzt ersetzen wir zur Zeit $t = 0$ die Spannungsquelle U_1 durch einen ungeladenen Kondensator mit der Kapazität $C = 5\,\mu\mathrm{F}$. Skizzieren Sie dessen Ladestrom $I_1 = I_1(t)$ als Funktion der Zeit t. Welchen Wert hat folglich der Strom I_3 zur Zeit $t \to \infty$? Welche Ladung besitzt dann der Kondensator? (1 Punkt)

Aufgabe 12: Momentan-Strom

$I(t) = I_0 e^{-\frac{t}{\tau}}$, $\tau = 2s$

a)



b) $I(t) = \frac{I_0}{2}$

$\Leftrightarrow I_0 e^{-\frac{t}{\tau}} = \frac{I_0}{2}$ $\quad | : I_0 \quad | \ln$

$\Leftrightarrow -\frac{t}{\tau} = \ln\left(\frac{1}{2}\right)$

$\Leftrightarrow \ln(1) - \ln(2)$
$\Leftrightarrow 0 - \ln(2)$
$-\ln(2)$

$\Leftrightarrow -\frac{t}{\tau} = -\ln(2) \quad | \cdot (-\tau)$

$\Leftrightarrow \underline{t = \ln(2)\tau}$

mit $\tau = 2s \Rightarrow \underline{\underline{t \approx 1{,}39\,s}}$

c) $Q = \int_0^1 I(t)\,dt = \int_0^1 I_0 e^{-\frac{t}{\tau}}\,dt$, $\tau = 2$ $\rightsquigarrow I_0 \int_0^1 e^{-\frac{t}{2}}\,dt$

Substitution: $u = -\frac{t}{2} \rightsquigarrow t = -2u \rightsquigarrow dt = -2\,du$

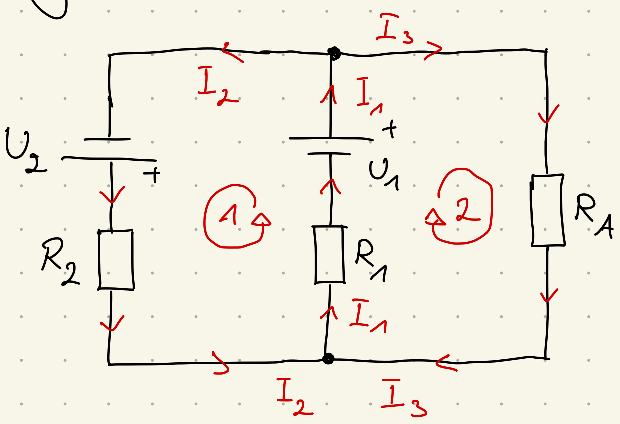
$\hookrightarrow$ Grenzen 0 und $-\frac{1}{2}$

$Q = -2I_0 \int_0^{-\frac{1}{2}} e^u\,du = -2I_0 \left[e^u\right]_0^{-\frac{1}{2}} = -2I_0 \left[e^{-\frac{1}{2}} - e^0\right] = -2I_0 \left(\frac{1}{\sqrt{e}} - 1\right)$

mit $Q = 1$

$1 = -2I_0\left(\frac{1}{\sqrt{e}} - 1\right) \rightsquigarrow \underline{I_0 = \frac{1}{\frac{-2}{\sqrt{e}} + 2}} \approx \underline{\underline{1{,}27\,A}}$

Aufgabe 13: Wie ruiniere ich meine Autobatterie?



$U_1 = 10\,V$, $U_2 = 12\,V$

$R_1 = 0{,}1\,\Omega$, $R_2 = 0{,}02\,\Omega$, $R_A = 0{,}2\,\Omega$

KR: $I_1 = I_2 + I_3 \quad (1)$

MR: $U_1 + U_2 - (R_2 \cdot I_2) - (R_1 \cdot I_1) = 0 \quad (2)$

$U_1 - (R_A \cdot I_3) - (R_1 \cdot I_1) = 0 \quad (3)$

$$\begin{array}{l|lllll}
I & I_1 & - I_2 & - I_3 & = & 0 \\
II & R_1 I_1 & + R_2 I_2 & & = & U_1 + U_2 \\
III & R_1 I_1 & & + R_A I_3 & = & U_1
\end{array}$$

$I - \frac{II}{R_1} = IV$

$II - III = V$

$$\begin{array}{l|lllll}
IV & & -I_2 - \frac{R_2}{R_1} I_2 & - I_3 & = & -\frac{U_1 + U_2}{R_1} \\
V & & R_2 I_2 & - R_A I_3 & = & U_2 \\
III & R_1 I_1 & & + R_A I_3 & = & U_1
\end{array}$$

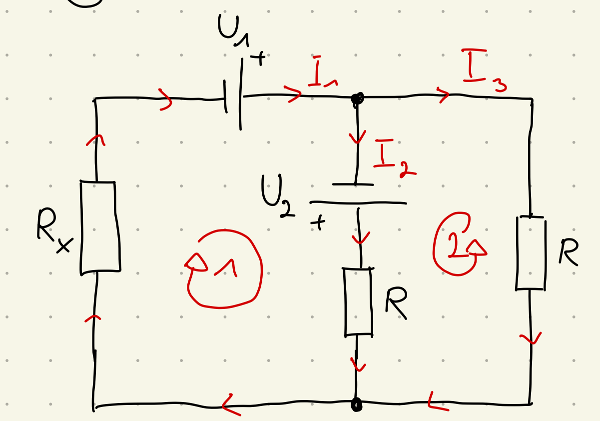
$R_A\, IV - V = VI$

VI: $-I_2 R_A - \frac{R_2 R_A}{R_1} I_2 - R_2 I_2 = -\frac{(U_1 + U_2) R_A}{R_1} - U_2$ $\quad A \approx -56$

$\Leftrightarrow I_2 \boxed{\left(-R_A - \frac{R_2 R_A}{R_1} - R_2\right)} = \text{"}$ $\quad B = -0{,}26$

$\Leftrightarrow I_2 = \frac{A}{B} = \frac{-56}{-0{,}26} A = \frac{2800}{13} A \approx \underline{215.38\,A}$

Aufgabe 14: Kirchhoffsche Regeln



a)

$$KR: \quad I_1 = I_2 + I_3 \qquad (1)$$

$$MR: \quad U_1 + U_2 - (R \cdot I_2) - (R_x I_1) = 0 \qquad (2)$$

$$U_2 - (R I_2) + (R I_3) = 0 \qquad (3)$$

b)

$U_1 = 6V$, $U_2 = 3V$, $R = 2\Omega$

$$\begin{array}{llll} \mathrm{I} & I_1 - I_2 & -I_3 & = 0 \\ \mathrm{II} & R_x I_1 + R I_2 & & = U_1 + U_2 \\ \mathrm{III} & R I_2 & -R I_3 & = U_2 \end{array} \quad \Bigg| \quad \begin{array}{l} \leadsto I_1 = I_2 \\ \\ \leadsto I_2 = \frac{U_2}{R} = \frac{3}{2} A \end{array}$$

$$\mathrm{II}: \quad R_x = \frac{U_1 + U_2 - R I_2}{I_1} = \frac{9 - 2 \cdot \frac{3}{2}}{\frac{3}{2}} \Omega = 4\,\Omega$$

c)