

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

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

mit $\tau = 2$ 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 $U_1 = 10$ V (Autobatterie) und $U_2 = 12$ V (Starthilfe) und drei Widerstände mit den Werten $R_1 = 0,1 \Omega$, $R_2 = 0,02 \Omega$ und $R_A = 0,2 \Omega$. Warum beschreibt dieser Stromkreis eine falsch gepolte Starthilfe (siehe Stromkreis Vorlesung)? Berechnen Sie die Ströme und die Spannungen an den Widerständen. (1 Punkt)

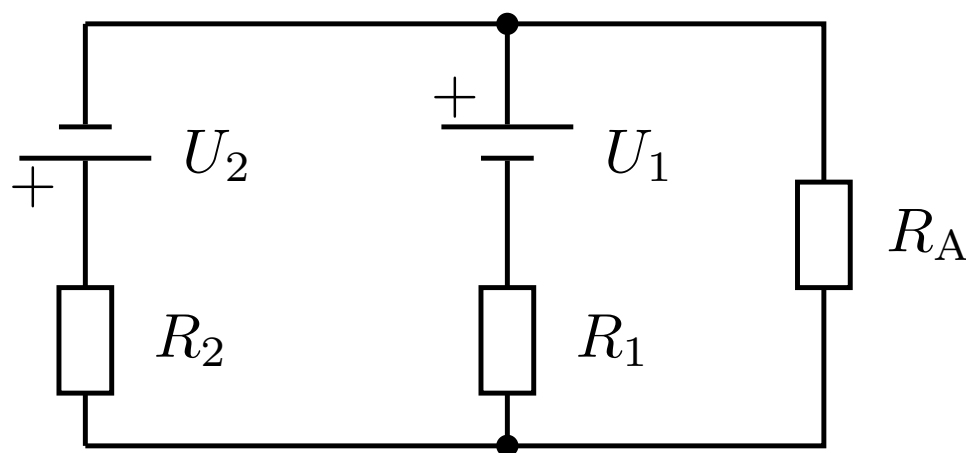


Abb. 1: Verpolter Starthilfe-Stromkreis

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.

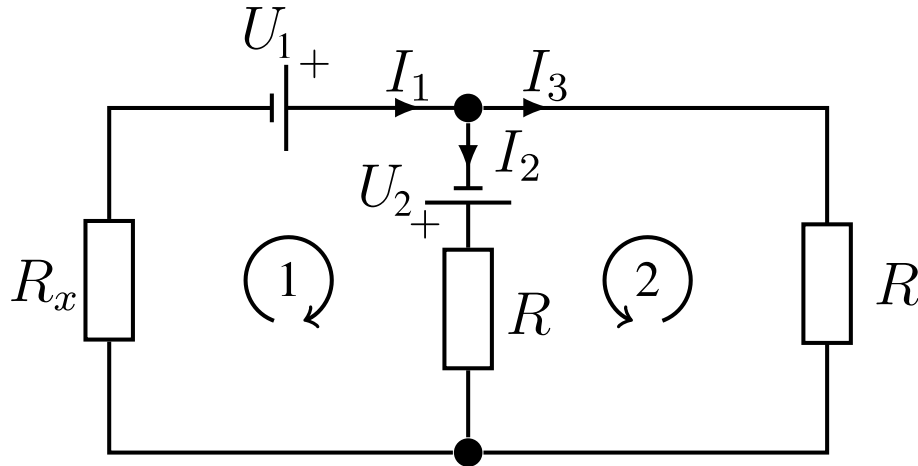
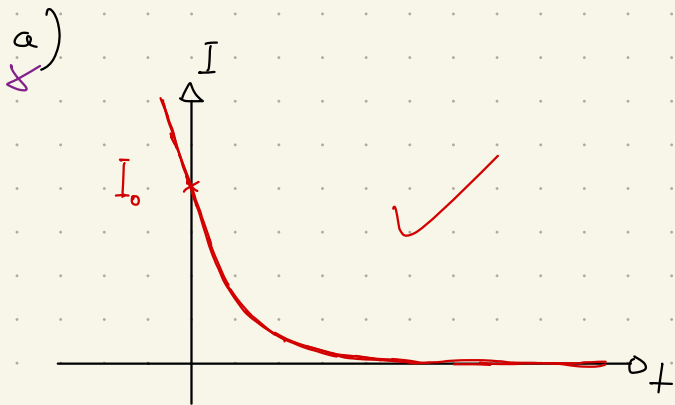


Abb. 2: Ohmsches Netzwerk

- Formulieren Sie Knoten- und Maschenregeln für die in Abb.2 angegebenen Richtungen.
(1 Punkt)
- Für die Spannungen $U_1 = 6 \text{ V}$ und $U_2 = 3 \text{ V}$ sowie den Widerstand $R = 2 \Omega$ verschwindet der Strom I_3 . Berechnen Sie den unbekannten Widerstand R_x .
(1 Punkt)
- Jetzt ersetzen wir zur Zeit $t = 0$ die Spannungsquelle U_1 durch einen ungeladenen Kondensator mit der Kapazität $C = 5 \mu\text{F}$. Skizzieren Sie dessen Ladestrom $I_1 = I_1(t)$ als Funktion der Zeit t . Welchen Wert hat folglich der Strom I_3 zur Zeit $t \rightarrow \infty$? Welche Ladung besitzt dann der Kondensator?
(1 Punkt)

Aufgabe 12: Momentan-Strom

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



$$\begin{aligned} &\Leftrightarrow \ln(1) - \ln(2) \\ &\Leftrightarrow 0 - \ln(2) \\ &\quad -\ln(2) \end{aligned}$$

b)

$$I(t) = \frac{I_0}{2}$$
$$\Leftrightarrow I_0 e^{-\frac{t}{\tau}} = \frac{I_0}{2} \quad | : I_0 \quad | \ln$$
$$\Leftrightarrow -\frac{t}{\tau} = \ln\left(\frac{1}{2}\right)$$

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

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

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

c)

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

Substitution: $u = -\frac{t}{2} \quad \sim t = -2u \quad \sim dt = -2du$

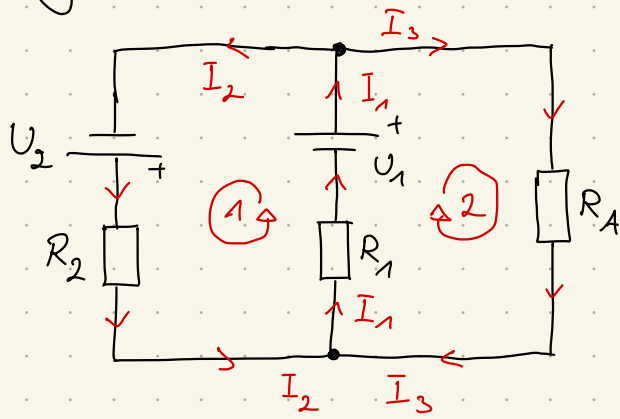
↳ Grenzen 0 und $-\frac{1}{2}$

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

mit $Q = 1$

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

Aufgabe 13: Wie winniere ich meine Autobatterie?



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

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

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

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

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

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

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

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

$$\Leftrightarrow I_2 \left(-R_A - \frac{R_2 R_A}{R_1} - R_2 \right) = \frac{(U_1 + U_2) R_A}{R_1} + U_2 \quad B = -0,26$$

$$\Leftrightarrow \underline{I_2 = \frac{A}{B} = \frac{-56}{-0,26} = \frac{2800}{13} A \approx 215,38 A} \quad \checkmark$$

$$I_1 = -176,5 A$$

$$I_3 = 38,5 A$$

Vorzeichen

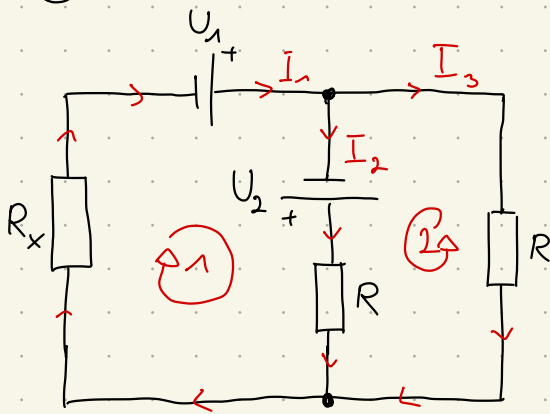
aus den
V
o

$$U_A = 7,7V$$

$$U_{R2} = 4,3V$$

$$U_{R1} = -17,6V$$

Aufgabe 14: Kirchhoffsche Regeln



a)

KR: $I_1 = I_2 + I_3$

(1)

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

$U_2 - (R I_2) + (R I_3) = 0$

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

I $I_1 - I_2 - I_3 = 0$

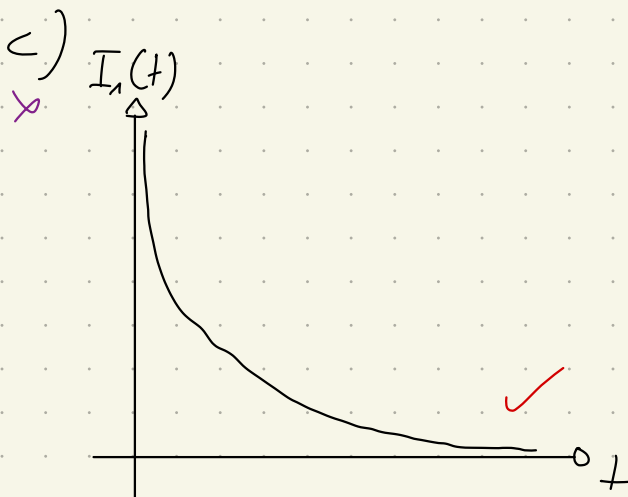
II $R_x I_1 + R I_2 = U_1 + U_2$

III $R I_2 - R I_3 = U_2$

$\sim I_1 = I_2$

$\sim \underline{I_2} = \frac{U_2}{R} = \underline{\frac{3}{2} A}$

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



$I_1(t) = \frac{U_0}{R} e^{-\frac{t}{RC}} \xrightarrow{t \rightarrow \infty} 0$

$\Rightarrow 0 = I_2 + I_3$

$I_3 = -I_2$

$\sim \underline{I_3(\infty)} = -\frac{U_2}{2R} = -\frac{3}{4} A$

$Q(t) = U_0 \cdot C \cdot (1 - e^{-\frac{t}{RC}}) = 3V \cdot 5\mu F = \underline{\underline{15\mu C}}$

\downarrow
 $= U_2$

no Skizze neu 4 neu rechnen!