GET-Übung Nr. 3

Nr. 3.1

a) geg: $R = 150\,\Omega$

$I = 3\,A$

ges: U → Spannung

$U = R \cdot I = 150\,\Omega \cdot 3A = \underline{\underline{450\,V}}$ „Ohmsches Gesetz"

b) geg: $l_{Draht} = 80cm = 0{,}8m$

$A_{Draht} = 10\,mm^2$ → Querschnitsfläche

$\rho_{Draht} = 0{,}02\,\Omega\,mm^2/m$ → spezifischer Widerstand

ges: R

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A} = 0{,}02\,\Omega mm^2/m \cdot \frac{0{,}8m}{10mm^2} = \underline{\underline{1{,}6\,m\Omega}}$$

c) ges: κ → elektrische leitfähigkeit

$\kappa = \frac{1}{\rho}$! Achtung ! Einheit des spezifischen Widerstandes beachten!

$$\kappa \left[\frac{1}{\Omega m} = \frac{S}{m}\right]$$

$$\kappa = \frac{1}{0{,}02\,\Omega\,\frac{mm^2}{m}} = \frac{1}{0{,}02\,\Omega\,\frac{mm^2}{m} \cdot \frac{1\,m^2}{1\,m^2}}$$

$$\left(\frac{1m^2}{1m^2} = \frac{1\,m^2}{1000\,mm \times 1000\,mm} = \frac{1m^2}{1 \times 10^6\,mm^2}\right)$$

$$\kappa = \frac{1}{0{,}02\,\Omega\,\frac{\cancel{mm^2}}{\cancel{m}} \cdot 1 \times 10^{-6}\,\frac{m^2}{\cancel{mm^2}}} = \frac{1}{0{,}02 \times 10^{-6}\,\Omega m}$$

$$= 50.000.000\,\frac{1}{\Omega m} = \underline{\underline{50 \times 10^6\,\frac{S}{m}}}$$

Nr. 3.2

geg: $P_{Glühlampe} = 60W$ → Leistung

$U = 12V$ → Spannung

Sicherung $> 5A$

a) ges: I → Strom

$$P = U \cdot I \iff I = \frac{P}{U} = \frac{60W}{12V} = \underline{\underline{5A}}$$

b) ges: R → Widerstand

$$U = R \cdot I \iff R = \frac{U}{I} = \frac{12V}{5A} = \underline{\underline{2{,}4\,\Omega}}$$

c) Frage: Wieso leuchtet der Glühdraht?

Wie in der Vorlesung beschrieben, stoßen beim Stromfluss Elektronen mit dem Kristallgitter zusammen. Die Schwingung des Gitters wird dadurch stärker, wodurch sich der Metalldraht erhitzt und zu glühen beginnt. Beim Glühen wird elektromagnetische Strahlung emittiert, die im Bereich des sichtbaren Lichts liegt. Der größere Anteil wird in Form von IR-Strahlung (→ Wärme) emittiert.

d) Frage: Was bedeutet das für die Sicherung?

Der elektrische Widerstand wurde zuvor für den Dauerbetrieb berechnet → er gilt somit für den heißen Draht.

Aus Vorlesung: Der Widerstand eines kalten Metalls ist geringer, als der eines heißen.

Da gilt $U = R \cdot I \Rightarrow I = \frac{U}{R} \Rightarrow$ bei abnehmendem Widerstand R steigt der Strom I.

→ Die Sicherung würde durchbrennen / auslösen.

→ In der Realität werden Sicherungen eingesetzt, die einen höheren Stromfluss zulassen.

Nr. 3.3 geg.: $l_{Draht} = 420\,m$

$d_{Draht} = 2{,}8\,mm$

Material: Kupfer

↳ aus Tabelle:

$\rho_{Kupfer,0} = 0{,}0175 \frac{\Omega mm^2}{m}$ → spez. Widerstand @ 20°C

$\alpha_{Kupfer} = 0{,}00392 \frac{1}{°C}$ → Temp.-koeffizient zw. 0°C < T < 100°C

a) ges: $R(T=20°C)$

$R(T=80°C)$

$R(T=0°C)$

$$R(T) = R(T_0) \cdot [1 + \alpha(T - T_0)]$$

$$R(T_0) = \rho_0 \frac{l}{A} \qquad \text{vgl. 3.1b)}$$

$$= 0{,}0175 \frac{\Omega mm^2}{m} \cdot \frac{420\,m}{\pi (d/2)^2} \approx \underline{\underline{1{,}19\,\Omega}} \Rightarrow \underline{\underline{R(T=20°C)}}$$

Mit diesen errechneten Grundwiderstand können die Widerstände bei 0°C und 80°C berechnet werden.

$$R(80°C) = R(T_0) \cdot \left[1 + 0{,}00392 \frac{1}{°C}(80°C - 20°C)\right]$$

$$= 1{,}19\,\Omega \cdot 1{,}2352 \approx \underline{\underline{1{,}47\,\Omega}}$$

$$R(0°C) = 1{,}19\,\Omega \cdot 0{,}936 \approx \underline{\underline{1{,}11\,\Omega}}$$

b) Diagramm $U(I)$ mit $0A < I < 1A$

Was kommt auf welche Achse? U → y-Achse

I → x-Achse

1. Achsen zeichnen

2. Werte für d. Punkte berechnen:

$U = R \cdot I$ → linearer Verlauf (2 Punkte)

Für alle T gilt:

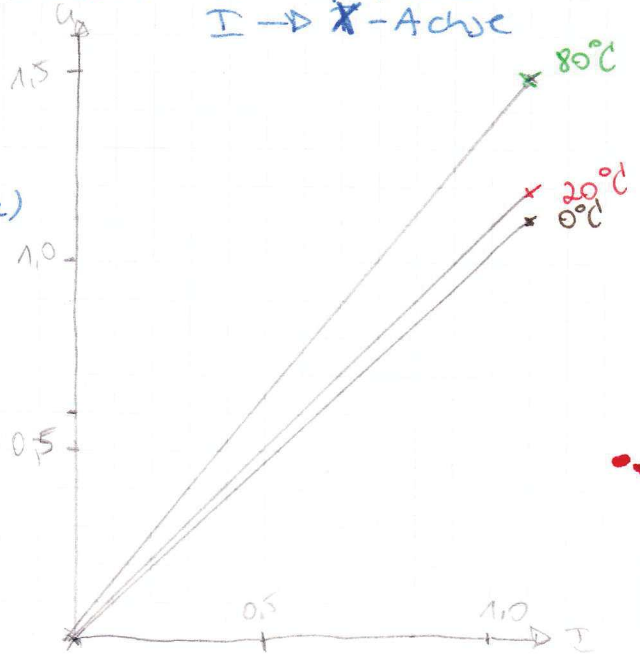
$U(0A) = 0V$

$U_{20°C}(1A) = 1{,}19V$

$U_{80°C}(1A) = 1{,}47V$

$U_{0°C}(1A) = 1{,}11V$

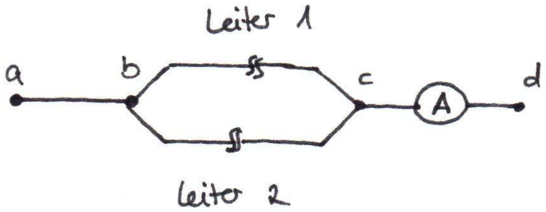
3. einzeichnen



GET - Übung Lösung II

Nr. 3.4

Situation:



geg: Leiter 1: Material ⇒ Aluminium

$l_1 = 0{,}2\,km = 200\,m$

$A_1 = 0{,}1\,mm^2$

Leiter 2: $l_2 = 200\,m$

$A_2 = 0{,}0025\,cm^2 = 0{,}25\,mm^2$

$U_{a,d} = 6\,V$ → Spannung zwischen Knoten a und d

$I(20°C) = 221\,mA$

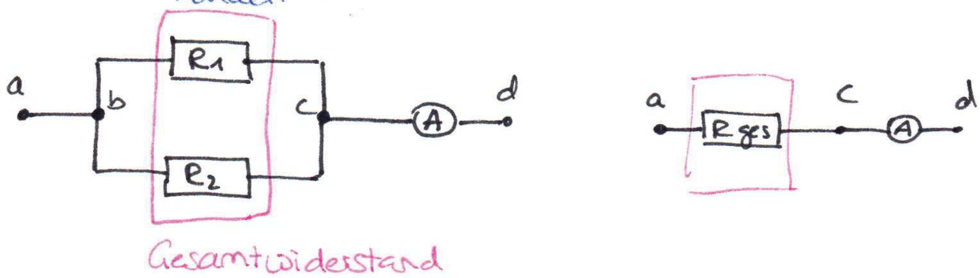
$I(140°C) = 168\,mA$

ges: Material von Leiter 2,

zur Bestimmung werden benötigt:

ρ_2 und α_2

Vorgehen: → in der nächsten Vorlesung (Kapitel 4) sehen wir, dass es sich um eine Parallelschaltung handelt:



$R_1 \parallel R_2 \Rightarrow \frac{1}{R_{ges}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

$\Leftrightarrow R_{ges} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$ → Berechnung des Ersatzwiderstands über das Ohm'sche Gesetz

$$U_{ges} = I_{ges} \cdot R_{ges} \Leftrightarrow R_{ges} = \frac{U_{ges}}{I_{ges}}$$

$$R_{ges}(20°C) = \frac{6V}{0{,}221\,A} = 27{,}15\,\Omega$$

$$R_{ges}(140°C) = \frac{6V}{0{,}168\,A} = 35{,}71\,\Omega$$

Berechnung des Widerstands von Leiter 1 (Angaben reichen aus):

$$R_1(20°C) = \rho_{Alu,20°C} \cdot \frac{l_1}{A_1} = 0{,}0264\,\frac{\Omega\,mm^2}{m} \cdot \frac{200m}{0{,}1mm^2} = 52{,}8\,\Omega$$

$$R_1(140°C) = \rho_{Alu,140°C} \cdot \frac{l_1}{A_1} = 77{,}51\,\Omega$$

Berechnung von R_2:

$$\frac{1}{R_{ges}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \Leftrightarrow R_2 = \frac{R_{ges} \cdot R_1}{R_{ges} - R_1}$$

$$R_2(20°C) = 55{,}9\,\Omega$$

$$R_2(140°C) = 66{,}21\,\Omega$$

$$\rho_{2,20°C} = R_2(20°C) \cdot \frac{A_2}{l_2} = 0{,}07\,\frac{mm^2}{m}$$

$$\alpha_2 \Rightarrow R_2(140°C) = R_2(20°C)\,[1 + \alpha_2(140°C - 20°C)]$$

$$\Leftrightarrow \cancel{\alpha}\ \cancel{\alpha_2 =}\ \alpha_2 = \frac{\left(\frac{R_2(140°C)}{R_2(20°C)} - 1\right)}{\underbrace{140°C - 20°C}_{\text{besser in K}}} = \underline{\underline{0{,}0015\ 1/K}}$$

$$\left.\begin{array}{l}\Rightarrow \rho_0 = 0{,}07\ mm^2/m \\ \alpha = 0{,}0015\ 1/K\end{array}\right\}\ \text{siehe Tabelle} \Rightarrow \text{Material: Messing}$$