Alexey Ustinov, Hannes Rotzinger Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Übungen/Lösungen zur Klassischen Experimentalphysik II SS 2017

Übungsblatt 5 · Besprechung am 31. Mai 2017

http://www.phi.kit.edu/phys2.php ILIAS KPW: *KPII-SS2017*

Aufgabe 15: Kupferdraht

(a) $A = 10^{-6}\mathrm{m}^2$, $l = 3\,\mathrm{m}$, $I = 1\,\mathrm{A}$ $\rho = 1.7 \cdot 10^{-8}\,\Omega\mathrm{m}$

$$j = \frac{I}{A} = \sigma E = \frac{E}{\rho} \iff E = \frac{\rho I}{A} = 0.017\,\mathrm{V/m}$$

$$U = E \cdot l = 51\,\mathrm{mV}$$

(b) Anzahl e^-= Anzahl der Cu-Atome (pro Volumenelement)

$$n_e = n_{Cu} = \rho_{Cu} \cdot \frac{N_A}{M_{Cu}} = 8.5 \cdot 10^{22}\,\mathrm{cm}^{-3}(N_A = 6.02 \cdot 10^{23})$$

$$j = \frac{I}{A} = n_e \cdot e \cdot v_D \iff$$

$$v_D = \frac{I}{A n_e e} = 7.4 \cdot 10^{-5}\,\mathrm{m/s}$$

(c) Im Mittel ist nach einem Stoß v=0. Die e^- bewegen sich 'gerichtet' mit v_D (die thermische Geschwindigkeit ist viel höher) τ = Streuzeit = Zeit zwischen zwei Stößen eines e^-.
Beschleunigung: $m_e \cdot a = e \cdot E$
Die dadurch gewonnene Geschwindigkeit Δv entspricht im Mittel genau $\frac{1}{2}v_D$, da das e^- beim Stoß in beliebige Richtungen streut.

$$m_e \frac{v_D}{\tau} \approx e \cdot E \iff \tau = \frac{m_e v_D}{eE}$$

$$\tau = 2.5 \cdot 10^{-14}\,\mathrm{s}$$

(d) Im Metall:

$$\mu = \frac{v_D}{E} = 44 \frac{\mathrm{cm}^2}{\mathrm{Vs}}$$

bei spez. Halbleiter:

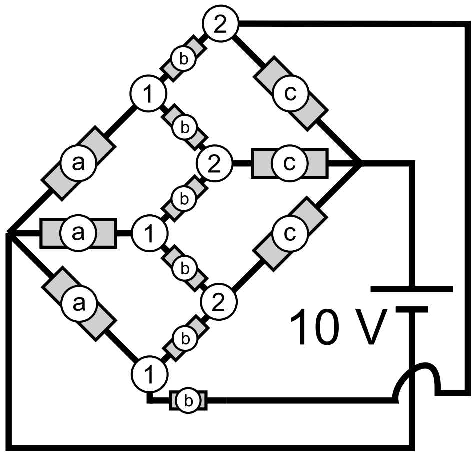
$$v_D = \mu E = 17\,\mathrm{m/s}$$

$$\tau = \frac{m_e v_D}{eE} = \frac{m_e \mu_{HL}}{e}$$

$$\tau = 6 \cdot 10^{-9}\,\mathrm{s}$$

$\rightarrow$ sehr viel größer als im Metall

Aufgabe 16: R^3



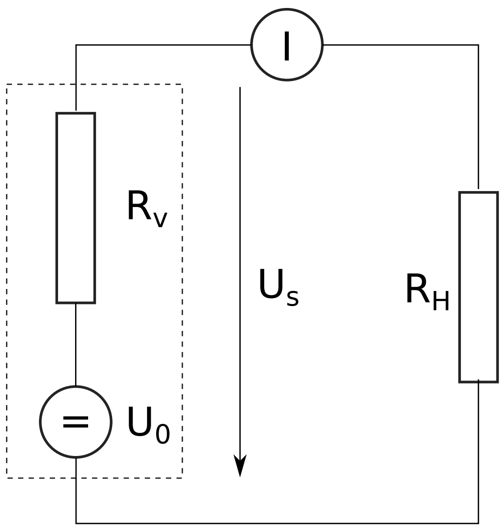
(a)

(b) Der Strom I durch die erste Ecke verteilt sich zunächst gleichmäßig auf drei Kanten (a) (Strom jeweils $I_a = I/3$); der Strom durch die Kanten (1) verteilt sich auf je zwei Kanten (b) (Strom jeweils $I_b = I/6$) und läuft wiederum über die Ecken (2) über drei Kanten (c) (Strom jeweils $I_a = I/3$) zusammen. Betrachtet man einen Weg (a)→(1)→(b)→(2)→(c), so verteilt sich die Spannung $U = RI/3 + RI/6 + RI/3 \to I = 1\,\mathrm{A}$.

(c) Ergibt sich aus a): $I_a = I_c = 1/3A, Ib = 1/6\,\mathrm{A}$.

(d) Da an den Widerständen (a) und (c) jeweils eine Spannung von 4 V abfällt liegen die Punkte (1) auf 4 V und die Punkte (2) auf 6 V.

Aufgabe 17: Energietransfer



In der Aufgabe soll eine ideale Spannungsquelle mit vorgeschaltetem Widerstand mit und ohne Last behandelt werden.

Die Spannung U_S lässt sich nur zusammen mit U_0 und R_v messen.

Nach der Maschenregel muss somit

$$U_s = U_0 - U_R = U_0 - R_\mathrm{v} I$$

gelten.

Nach dem Ohmschen Gesetz gilt für die Stromstärke:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{U_0}{R_\mathrm{v} + R_H}$$

Beide Gleichungen zusammen ergeben:

$$U = U_0 - \frac{R_\mathrm{v} U_0}{R_\mathrm{v} + R_H} = \frac{U_0 R_H}{R_\mathrm{v} + R_H}$$

Für die Leistung gilt

$$P = UI = \frac{U_0 R_H}{R_\mathrm{v} + R_H} \cdot \frac{U_0}{R_\mathrm{v} + R_H} = \frac{U_0^2 R_H}{(R_\mathrm{v} + R_H)^2}$$

Ableiten für maximale Leistung:

$$\frac{dP}{dR_H} = \frac{U_0^2 (R_\mathrm{v} + R_H) - 2U_0^2 R_H}{(R_\mathrm{v} + R_H)^3} = 0$$

$$\rightarrow U_0^2 R_\mathrm{v} = U_0^2 R_H$$

Die Heizung hat bei $10\,\Omega$, also bei gleicher Impedanz wie die Spannungsquelle, das Maximum.