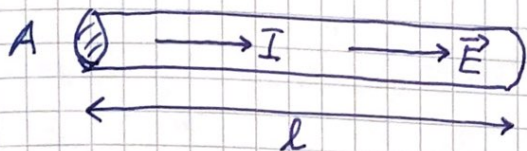


Ohms lov [OS2 9.2-9.4; YF 25.2, 25.6; LHL 21.2, 21.4] (76)

Anta spenning V over leder med lengde l :



$$V = E \cdot l$$

$$j = I/A$$

N2: $\vec{F} = m_e \vec{a}$; kollisjoner $\Rightarrow \vec{v}_d = \vec{a} \cdot \tau$, der τ er midlere tid mellom kollisjoner. $\vec{F} = -e\vec{E}$ og $\vec{j} = -ne\vec{v}_d$ gir nå Ohms lov, på mikroskopisk form:

$$\vec{j} = -ne\tau\vec{a} = -ne\tau \cdot \left(-\frac{e}{m_e}\vec{E}\right) = \frac{ne^2\tau}{m_e}\vec{E}$$

Dvs: $\boxed{\vec{j} = \sigma \cdot \vec{E}}$ Materialets konduktivitet: $\sigma = \frac{ne^2\tau}{m_e}$

("Drude-modellen"; P. Drude ca 1900)

$j = I/A$ og $E = V/l$ gir nå:

$$\boxed{V = R \cdot I \quad ; \quad R = \frac{l}{\sigma A}}$$

Ohms lov; $R = \text{lederens motstand}$

Materialets resistivitet: $\rho = \frac{1}{\sigma} \Rightarrow \vec{j} = \frac{\vec{E}}{\rho}$

Lederens konduktans: $G = \frac{1}{R} \Rightarrow I = G \cdot V$; $G = \frac{\sigma \cdot A}{l}$

Enheter: $[R] = \frac{V}{A} = \Omega$ (ohm); $[G] = \Omega^{-1} = S$ (siemens)

$$[\rho] = \Omega \cdot m \quad ; \quad [\sigma] = \Omega^{-1} \cdot m^{-1} = S/m$$

Kretssymbol:



Eks: Betraktninger om en strømførende kobber-
ledning med tverrsnitt $A = 2.5 \text{ mm}^2$ og strøm $I = 1 \text{ A}$.

(77)

- Elektronfart v_T : $K_e = \frac{1}{2} m_e v_T^2 = \frac{3}{2} k_B T$ (følger av kinetisk gassteori og ideell gaslov $p \cdot V = N k_B T$)
 $\Rightarrow v_T = \sqrt{3 k_B T / m_e} \approx 10^5 \text{ m/s}$ ved romtemp. $T \approx 300 \text{ K}$;
 $k_B = 1.38 \cdot 10^{-23} \text{ J/K}$; $m_e = 9.11 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$)
- Midlere fri veilengde ("mean free path"), dvs midlere lengde mellom påfølgende kollisjoner: $d \approx 1 \text{ nm}$
- Midlere tid mellom kollisjoner: $\tau = d / v_T \approx 10^{-14} \text{ s}$
- Tetthet av frie elektroner: Anta 1 pr Cu-atom, molar masse 63 g og massetetthet ca 9 g/cm^3
 $\Rightarrow n \approx \frac{9 \cdot 10^6 \text{ g/m}^3}{63 \text{ g/mol}} \cdot 6 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \approx 10^{29} \text{ pr m}^3$
- Konduktivitet (Drude): $\sigma = n e^2 \tau / m_e \approx 3 \cdot 10^7 \text{ S/m}$
- Midlere driftshastighet: $v_d = j / n e = I / n e A \approx \frac{1}{4} \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$
 $\approx 9 \text{ cm/h}$

Resistivitet og temperatur [OS2 9.3; YF 25.2; LHL 21.2, 21.5] (78)

Druedmodellen : $\rho = m_e / n e^2 \tau \sim 1 / n \cdot \tau$

Metaller : Stor n , som er lite avhengig av T . Kortere tid τ mellom kollisjoner når T øker. Dvs, ρ øker med økende T . Exp. gir linear oppførsel,

$$\rho(T) = \rho_0 \{1 + \alpha \cdot (T - T_0)\} ; \alpha \approx 0.004 \text{ K}^{-1}$$

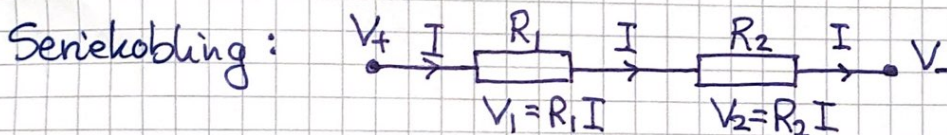
$\rho_0 = \rho(T_0)$ ved referansetemp. f.eks. 20°C ($\approx 293 \text{ K}$)

Halledere (Si, Ge, GaAs, GaN,):

Isolator med $n \approx 0$ ved $T = 0$. Økt $T \Rightarrow$ elektroner frigjøres $\Rightarrow n$ øker $\Rightarrow \rho$ avtar når T øker

Anvendelser : Dioder, transistorer, solceller, lysdioder osv.

Kobling av motstander [OS2 10.2; YF 26.1; LHL 21.3]

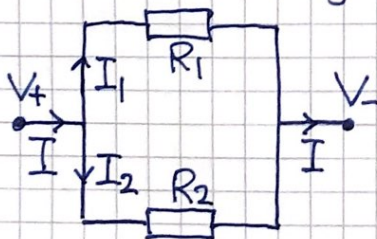


Lik strøm gjennom R_1 og R_2 .

Total spenning : $V = V_+ - V_- = V_1 + V_2 = (R_1 + R_2)I$

$$\Rightarrow R = V/I = R_1 + R_2$$

Parallellkobling :



Lik spenning over R_1 og R_2 :

$$V = R_1 I_1 = R_2 I_2$$

Total strøm : $I = I_1 + I_2$

$$\Rightarrow I = V/R_1 + V/R_2 = V/R$$

$$\Rightarrow 1/R = 1/R_1 + 1/R_2$$

N i serie : $R = \sum_{j=1}^N R_j$; N i parallell : $R^{-1} = \sum_{j=1}^N R_j^{-1}$