

Elektricitet

Elektrisk ladning er en egenskab ved elementarpartikler
 Elektriske ladninger påvirker hinanden med elektriske kræfter
 q, Q

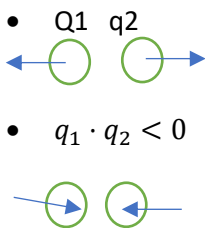
$[q]=[Q]=C$ (Coulomb)

e : mindste frie elektriske ladning - elementarladningen

$$e = 1,602 \cdot 10^{-19} C$$

"Den samlede ladning er bevaret"

Coulombs lov



$$F = k_C \cdot \frac{q_1 \cdot q_2}{r^2}$$

$$k_C = 8,99 \cdot 10^9 \frac{N \cdot m^2}{C^2}$$

$$q_1 = q_2 = -e = -1,602 \cdot 10^{-19} C$$

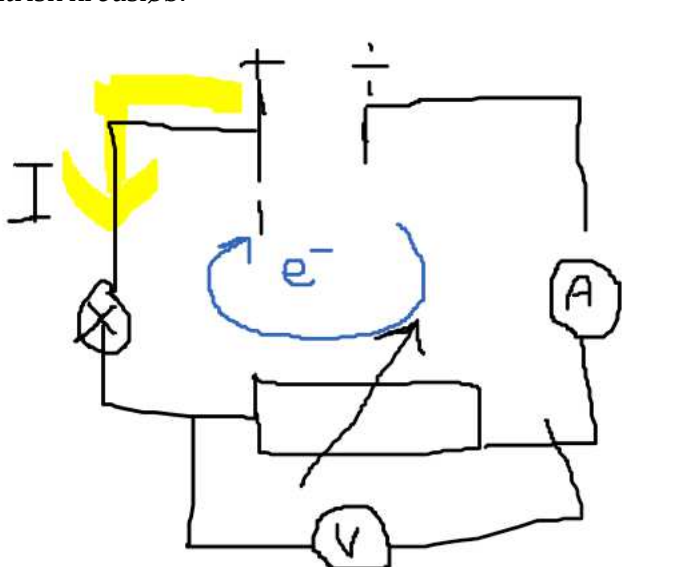
$$r = 10^{-10} m$$

$$F_C = 2,3 \cdot 10^{-8} N$$

$$F_G = 8,6 \cdot 10^{-41} N$$

$$N_e = \frac{Q}{e} = \frac{1 C}{1,602 \cdot 10^{-19} C} = 6,2 \cdot 10^{18} \text{ antallet af elektroner der kræves for } 1 C$$

Elektrisk kredsløb:



I et atom kaldes de yderste og løst bundne elektroner for valenselektroner

Når atomerne samles - f.eks. i et metal danner valenselektronerne et ledningsbånd med ledningselektroner.

Det er kun ledningselektroner der kan bevæge sig gennem metallet når der går en strøm gennem metallet.

Elektrisk ladning i bevægelse = elektrisk strøm

Hvis der skal gå en elektrisk strøm gennem et materiale skal der være negativ og/eller positiv ladning der kan bevæge sig

Metaller: e-

Væsker: ioner

Gasser: e- og ioner

Hvis en ladning ΔQ passerer et tværsnitsareal i en elektrisk leder i tiden Δt er den elektriske strømstyrke I givet ved

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

$$[I] = \frac{C}{s} = A \text{ (Ampere)}$$

Strømstyrken måles med et amperemeter som sættes i serie

Kirchhoffs første lov

I et kredsløb med konstant strømstyrke er den samlede strømstyrke ind mod et knudepunkt det samme som den samlede strømstyrke bort fra knudepunktet

$$\Sigma I_{ind} = \Sigma I_{ud}$$

Spændingsfald/spændingsforskel

Spændingsfaldet er altid positivt i strømmens retning

$$U_{AB} = \frac{A_E(q: A \rightarrow B)}{q} = \frac{E_{pot,tab}(q: A \rightarrow B)}{q}$$

$$[U] = \frac{J}{C} = V$$

-e: A → B

$$\begin{aligned} &E_{pot} \text{ op} \\ &E_{pot,tab} < 0 \\ &U_{AB} = \frac{E_{pot,tab}}{-e} > 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &+e: A \rightarrow B \\ &E_{pot} \text{ ned} \\ &E_{pot,tab} > 0 \end{aligned}$$

$$U_{AB} = \frac{E_{pot,tab}}{-e} > 0$$

$$-e: B \rightarrow A$$

$$\begin{aligned} &E_{pot} \text{ ned} \\ &E_{pot,tab} > 0 \end{aligned}$$

$$U_{AB} = \frac{E_{pot,tab}}{-e} < 0$$

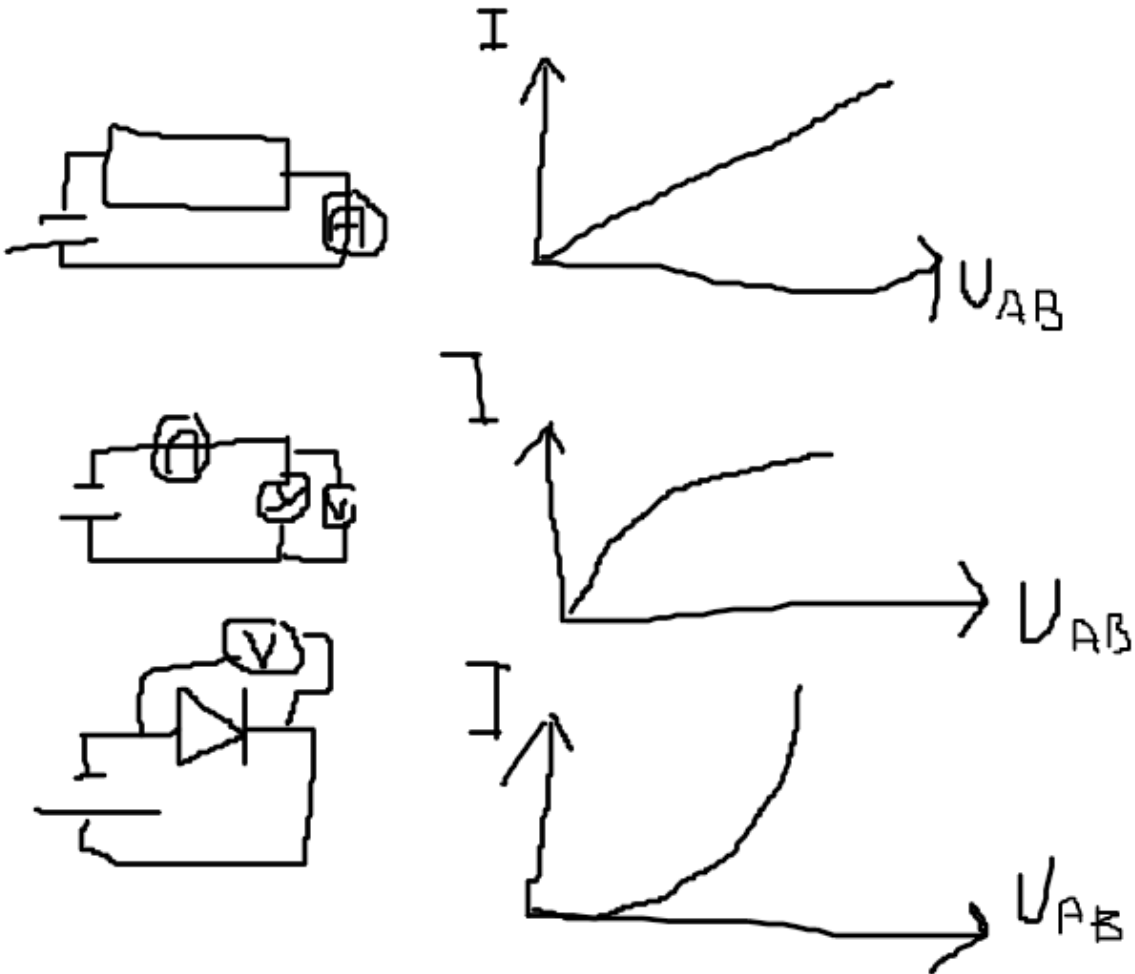
$$\begin{aligned} &+e: B \rightarrow A \\ &E_{pot} \text{ op} \\ &E_{pot,tab} > 0 \end{aligned}$$

$$U_{AB} = \frac{E_{pot,tab}}{-e} < 0$$

1 eV er det tab en ladning +e får når den flyttes over en ladningsforskel på 1 V.

Elektriske komponenter

En komponents karakteristik er dens (I,U) graf eller (I,U) graf



diode

Resistans for en komponent

Ved resistans for en komponent forstås

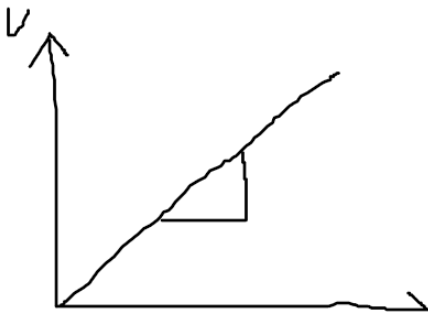
$$R \equiv \frac{U}{I}$$

U spændingsforskel over komponent
 I strømstyrke gennem komponent

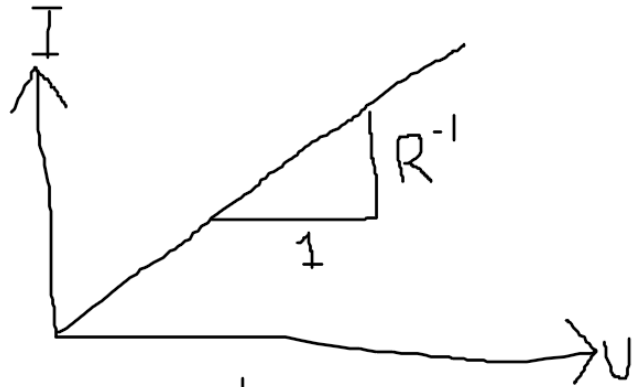
$$[R] = \frac{V}{A} = \Omega \text{ (Ohm)}$$

R afhænger som ofte af U og I

U og I er proportionale

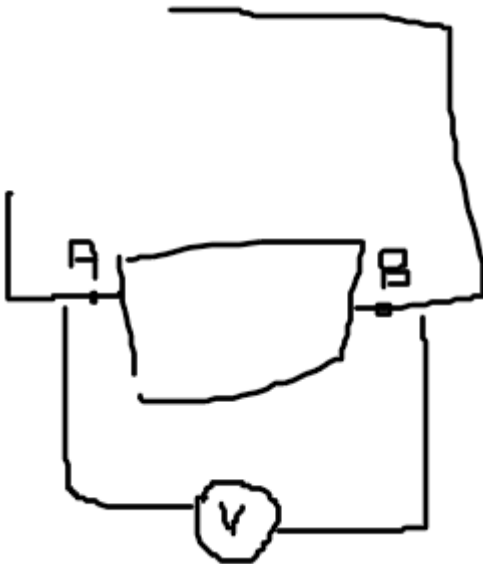


$$U = R \cdot I$$



$$I = \frac{1}{R} \cdot U$$

Elektrisk energi og effekt



$$\Delta E_{komp} = E_{pot,tab}(q: A \rightarrow B)$$

Tilvækst i komponentens energi når ladningen q passerer komponenten

$$\Delta E_{komp} = E_{pot,tab}(q: A \rightarrow B)$$

$$\Delta E_{komp} = U_{AB} \cdot q$$

$$I = \frac{q}{\Delta t}$$

$$q = I \cdot \Delta t$$

Generelt:

$$\Delta E_{komp} = U_{AB} \cdot q = U_{AB} \cdot I \cdot \Delta t \quad (J = V \cdot C = V \cdot A \cdot s)$$

$$P_{komp} = \frac{\Delta E_{komp}}{\Delta t} = U_{AB} \cdot I \quad (W = V \cdot A)$$

Resistor:

Her gælder specielt

$$U = R \cdot I \Leftrightarrow R = \frac{U}{I} \Leftrightarrow I = \frac{U}{R}$$

$$\Delta E_{\text{resistor}} = U \cdot q = U \cdot I \cdot \Delta t = R \cdot I^2 \cdot \Delta t = \frac{U^2}{R} \cdot \Delta t$$

$$P_{\text{resistor}} = \frac{\Delta E_{\text{resistor}}}{\Delta t} = U \cdot I = R \cdot I^2 = \frac{U^2}{R}$$

Bemærk

$$J = V \cdot C = V \cdot A \cdot s = \Omega \cdot A^2 \cdot s = \frac{V^2}{\Omega} \cdot s$$

$$W = V \cdot A = \Omega \cdot A^2 = \frac{V^2}{\Omega}$$

Generelt:

$$\Delta E_{\text{komp}} = U \cdot Q = U \cdot I \cdot \Delta t$$

$$P_{\text{komp}} = \frac{\Delta E_{\text{komp}}}{\Delta t} = U \cdot I$$

Resistor:

$$\Delta E_{\text{komp}} = U \cdot Q = U \cdot I = U \cdot I \cdot \Delta t$$

$$P_{\text{res}} = U \cdot I = \frac{U^2}{R} = R \cdot I^2$$

En metaltråds resistans:



A: tværsnitsareal

l: længde

d: diameter

Man kan eksperimentelt vise at:

a) R er proportional med l

$$R = k_1 \cdot l$$

b) R er omvendt proportional med A

$$R = k_2 \cdot \frac{1}{A}$$

DVS

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A} \Leftrightarrow \rho = \frac{R \cdot A}{l}$$

ρ : trådens resistivitet

–afhænger af materialet, temperaturen

$$[\rho] = \frac{\Omega \cdot m^2}{m} = \Omega \cdot m \text{ ofte ses } [\rho] = \frac{\Omega \cdot mm^2}{m} = \frac{\Omega \cdot (10^{-3}m)^2}{m} = \frac{10^{-6}\Omega m^2}{m} = 10^{-6}\Omega m$$

$$R = \rho \cdot \frac{l}{A} = \rho \cdot \frac{l}{\pi \cdot (d/2)^2}$$

d fordobles → R bliver 4 gange mindre

En metaltråds resistans B

R₀: resistans ved 0°C

R_T: resistans ved temperaturen T

α: temperaturkoefficienten

R_T er en lineær funktion af T

$$R_T = R_0 \cdot (1 + \alpha(T - T_0))$$

< = >

$$R_T = (R_0 \alpha) \cdot T + (R_0 - R_0 \alpha \cdot T_0)$$

$$R_T = a \cdot T + b$$

$$[\alpha] = ^\circ\text{C}^{-1} = \text{K}^{-1}$$

$$T_0 = 0^\circ\text{C}$$

$$\alpha_{\text{Ag}} = 0,0410^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\alpha_{\text{W}} = 0,0048^\circ\text{C}^{-1} \quad \alpha > 0$$

$$\alpha_{\text{Cu}} = 0,0043^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\alpha_{\text{C}} = -0,0004^\circ\text{C}^{-1} \quad \alpha < 0$$

R_T øges når T øges

R_T mindskes når T mindskes

Journaløvelse karakteristikker for pærer

$$[R] = \Omega$$

$$[T] = \frac{^\circ\text{C}}{\text{K}}$$

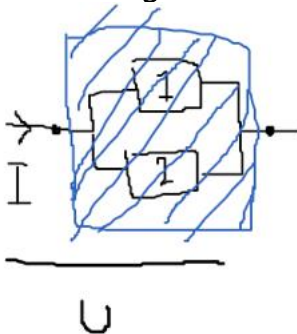
$$[\alpha] = ^\circ\text{C}^{-1} / \text{K}^{-1}$$

α > 0 R falder når T stiger

α = 0 R er konstant når T stiger

α < 0 R stiger når T stiger

Parallelkobling



$$U = U_1 = U_2$$

$$I = I_1 + I_2$$

1 og 2 er resistorer, så vil:

$$U_1 = R_1 \cdot I_1 \text{ og } R_1 \text{ er konstant}$$

$$U_2 = R_2 \cdot I_2 \text{ og } R_2 \text{ er konstant}$$

$$\begin{aligned}
 I &= I_1 + I_2 \\
 I &= \frac{U_1}{R_1} + \frac{U_2}{R_2} \\
 I &= \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} \\
 I &= \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \cdot U \\
 U &= \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)^{-1} \cdot I \\
 U &= R_p \cdot I \quad R_p = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)^{-1} = \text{KONSTANT}
 \end{aligned}$$

Så U og I er proportionale og dermed vil komponenten = parallelkoblingen være en resistor og dens resistans kaldes erstatningsresistansen $R_p =$

$$\begin{aligned}
 &\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)^{-1} \\
 \frac{1}{R_p} &= \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \\
 \frac{1}{R_p} &= \frac{R_1 + R_2}{R_1 \cdot R_2} \\
 R_p &= \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}
 \end{aligned}$$

Resume:

Seri koblede resistorer

$$R_S = R_1 + R_2 + R_3 + \dots$$

$$I = I_1 = I_2 = I_3 = \dots$$

$$U = U_1 + U_2 + U_3 + \dots$$

Parallelkoblede resistorer

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots$$

$$I = I_1 + I_2 + I_3 + \dots$$

$$U = U_1 = U_2 = U_3 = \dots$$

Bemærk!

$$R_S > R_1$$

$$R_S > R_2$$

$$R_S > R_3$$

$$\frac{1}{R_p} > \frac{1}{R_1} \Rightarrow R_p < R_1$$

$$\frac{1}{R_p} > \frac{1}{R_2} \Rightarrow R_p < R_2$$

$$\frac{1}{R_p} > \frac{1}{R_3} \Rightarrow R_p < R_3$$

...

