

1

Elektrisk strøm er ladninger i bevegelse

Positiv strømretning er retningen de positive ladningene beveger seg.

Elektroner har negativ ladning.

Ladningen til elektronet er

$$-q_e = -1.6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

q_e elementarladningen

C Coulomb, enheten til ladning

Strømstyrke (strøm) er ladning som passerer et tverrsnitt per tidsenhet

$$I = \frac{dQ}{dt}$$

Q ladning
t tid

"endringsrate til ladning m.h.t. tid."

Enheden til strømstyrke er

Ampere $A = \text{C s}^{-1} = \text{C/s}$

Strømtetthet $J = \frac{I}{a}$

a areal til tverrsnittet

Enheden til strømtetthet er $\text{A/m}^2 = \text{A m}^{-2} = \text{C s}^{-1} \text{m}^{-2}$

2 Elektriske feltstyrke (felt)

\vec{E} (vektor : størrelse og retning)

Kraft $\vec{F} = q \cdot \vec{E}$

\vec{E} el. kraft / ladning enhet : $N/C = N \cdot C^{-1}$

Elektrisk potensiale U

$$\frac{d}{dx} U = -E_x \quad (\text{x-komponenten til } \vec{E})$$

$$\left(\begin{array}{l} \frac{d}{dy} U = -E_y \\ \frac{d}{dz} U = -E_z \end{array} \right)$$

Potensiell energi : $q \cdot U$

Enheden til elektrisk potensial er $V = \int C^{-1} = J/C$
V Volt

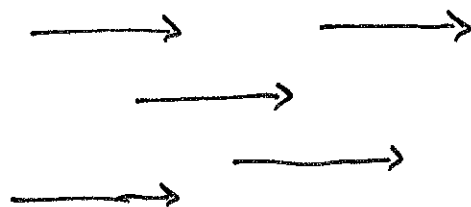
J : Joule enheden til energi

$$J : N \cdot m$$

Energi = kraft \times veg

Homogent elektrisk felt \vec{E}
(i x-retning)

$$\vec{E} = E_x \cdot \vec{z}$$



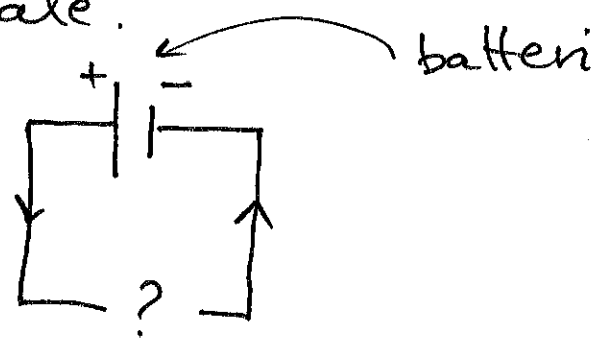
$$U_{el} = -E_x \cdot x$$

$$B > A : \quad U_A - U_B = -E_x(A - B) = E_x(B - A) > 0$$

3

Elektrisk spenning er differanse i elektrisk potensiale.

Elektrisk strøm går fra høyt til lavt potensiale.



En leder kalles Ohmsk hvis strømtetthet \vec{j} er proporsjonal til elektrisk feltstyrke \vec{E}

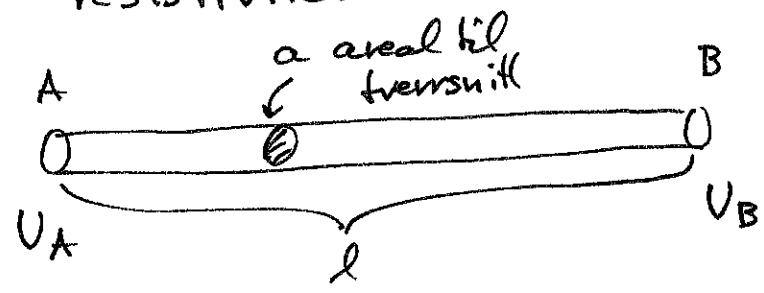
$$\vec{j} = \sigma \cdot \vec{E}$$

(σ sigma)

σ : konduktivitet, ledningsevne

$\rho = \frac{1}{\sigma}$ resistivitet

(ρ rho)



Antar at \vec{E} er homogen

l lengden på ledere

Spenning

$$U = l \cdot E$$

(ser bort fra fortegn)

$$U = |U_A - U_B|$$

$$4 \quad J = \frac{I}{a} = \sigma \cdot E = \sigma \left(\frac{U}{l} \right)$$

$$U = \frac{l}{\sigma \cdot a} \cdot I = \rho \frac{l}{a} \cdot I$$

$$R = \rho \frac{l}{a} = \frac{l}{\sigma \cdot a} \quad \text{kalles resistansen}$$

Enheden til resistansen er $\Omega = V/A$ Ohm
(Ω omega)

Ohms lov $U = R \cdot I$

Kobber	$\sigma = 5.8 \cdot 10^7 \Omega^{-1} m^{-1}$	leder
Karbon	$\sigma = 2.8 \cdot 10^4 \Omega^{-1} m^{-1}$	halvleder
Glass	$\sigma < 10^{-10} \Omega^{-1} m^{-1}$	isolator

Eksempel Finn resistansen til en kobberledning som er 1 km lang og har tværsnit 1 cm^2 .

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{l}{\sigma \cdot a} = \frac{10^3 \text{ m}}{5.8 \cdot 10^7 \Omega^{-1} m^{-1} \cdot \left(\frac{1}{100} \text{ m} \right)^2} \\
 &= \frac{10^3}{5.8 \cdot 10^7 \cdot 10^{-4}} \frac{\text{m}}{\Omega^{-1} m^{-1} \cdot m^2} \\
 &= \frac{1}{5.8} \Omega \quad \sim 0.2 \Omega
 \end{aligned}$$

5

Sammenkobling av motstandere

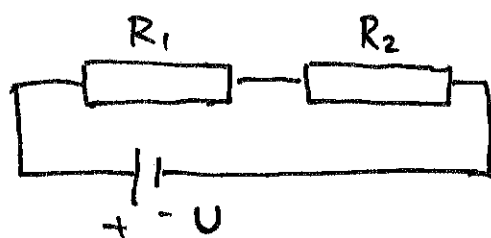
serie kobling



Parallell kobling



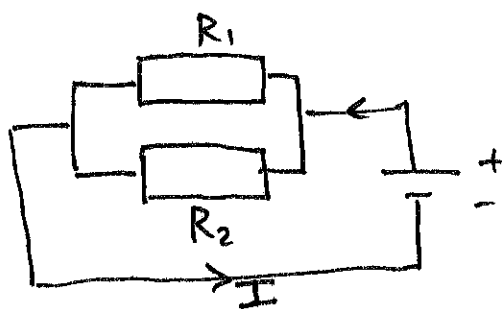
Resultantresistansen er resistansen til koblingen

Det går like mye strøm gjennom motstandene, I .

$$R_1 \cdot I + R_2 \cdot I = U = R \cdot I$$

R resultatmotstanden.

$$\underline{R = R_1 + R_2 \quad \text{seriekobling}}$$

Spenningen over R_1 og R_2 er U .Strøm gjennom R_1 er I_1

$$I = I_1 + I_2$$

 R_2 er I_2 Resultantresistans R

$$R_1 \cdot I_1 = U \quad \text{og} \quad R_2 \cdot I_2 = U$$

$$I_1 = \frac{U}{R_1} \quad I_2 = \frac{U}{R_2}$$

$$U = R \cdot I = R(I_1 + I_2) = R\left(\frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2}\right) = R\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right) \cdot U$$

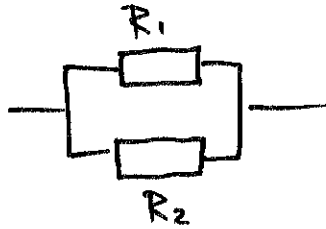
$$\text{Så} \quad R = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)^{-1} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad \text{parallell kobling.}$$

6

Beispiel

Aufgabe

$$R_1 = R_2 = 2\Omega$$



Resultantwiderstand

R:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{2\Omega} + \frac{1}{2\Omega} = \left(\frac{1}{2} + \frac{1}{2}\right) \Omega^{-1}$$

$$\text{Sä } \underline{R = 1\Omega}$$

$$R_1 = 2\Omega$$

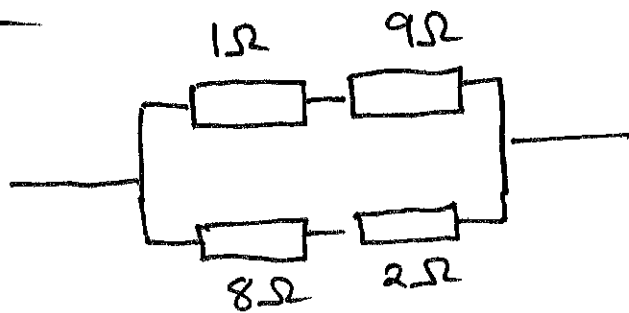
$$R_2 = 3\Omega$$

Serie: Resultantwiderstand $R_1 + R_2 = 5\Omega$

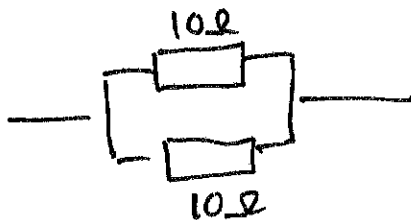
Parallel: Resultantwiderstand R

$$R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{2 \cdot 3}{2 + 3} \Omega = \frac{6}{5} \Omega$$

$$= \underline{1.2\Omega}$$

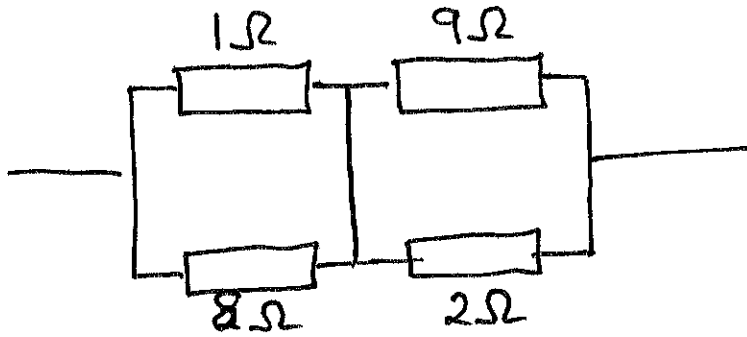


Resultantwiderstand R



$$\underline{R = 5\Omega}$$

7



$$R = \frac{8}{9} \Omega + \frac{18}{11} \Omega$$

$$\approx \underline{2.5} \quad \Omega$$

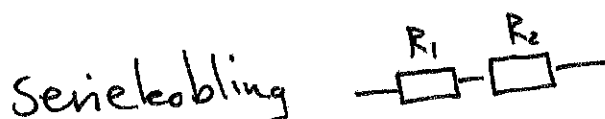
$$\left(\frac{8}{9} + \frac{18}{11} = \frac{88 + (90 + 72)}{99} = \frac{250}{99} \right)$$

$$= 2.525\dots$$

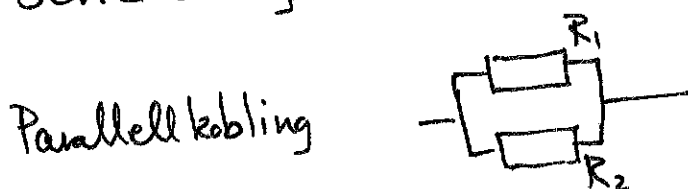
Ohms lov

$$U = R \cdot I$$

gyldig for ohmske ledere

Resultant resistanse R ved

er $R = R_1 + R_2$



$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

$$\left(\text{eller } R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \right)$$