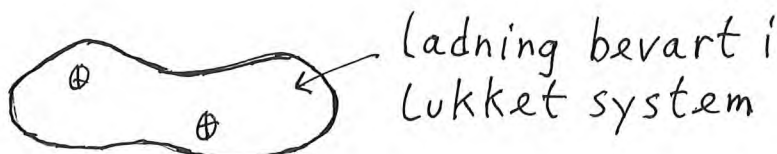
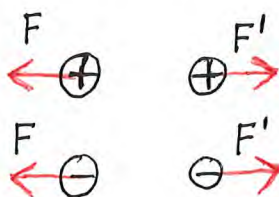


# 11. Elektrisitet

## Elektriske krefter og ladninger



elementærladningen =  $e = |-e|$

$$e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

proton

elektron

Ladning er kvantisert

$$Q = N \cdot e$$

heltall

fast stoff  $\Rightarrow$  ytterelektron(er) kan lett rives løs  
EL. ledere (metaller) har frie ledningselektroner. av el. krefter.

17.03

## Elektrisk spenning og arbeid

$U_{AB} = \frac{W_{AB}}{q}$  per ladning  $q$  som flyttes

$$U = \frac{W}{q} \left[ \frac{\text{J}}{\text{C}} = \text{V volt} \right]$$

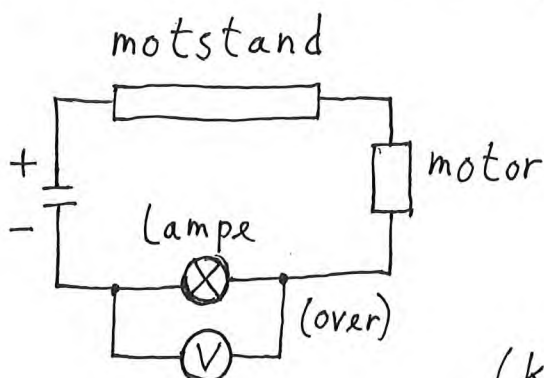
Eks 11.2

$U = 12 \text{ MV}$  i lynnedslag,  $q = 30 \text{ C}$ ,  $W = ?$

$$W = U \cdot q = 12 \cdot 10^6 \text{ V} \cdot 30 \text{ C} = 3,6 \cdot 10^8 \text{ J}$$

(9,6 kg smør/olje)

Voltmeter måler spenning



Kretstegning



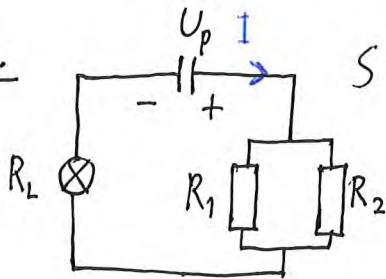
polspenning

spenningskilde  
(kjemisk energi pumper elektroner)

Kirchhoffs 2.lov: I en seriekrets er summen av spenningene over komponentene lik polspenningen til spenningskilden.

I en parallellkopling er spenningen over hver av greinene den samme og lik spenningen over hele parallellkoplingen.

Eks.



Strømkrets

$$U_{R1} = U_{R2}$$

$$U_p = U_L + U_{R1}$$

17.06

Elektrisk strøm

$$I = \frac{q}{t} \quad \text{ladning per tid gjennom et tverrsnitt}$$

Eks. 11.4 Lyspære  $I = 0,18A$  (ampere)

a) q per minutt?

$$q = I \cdot t = 0,18A \cdot 60s = 10,80C$$

b) elektroner per minutt?

$$n = \frac{q}{e} = \frac{10,80C}{1,60 \cdot 10^{-19}C} = 6,8 \cdot 10^{19}$$

Strømretning = retning til  $\oplus$ -ladning

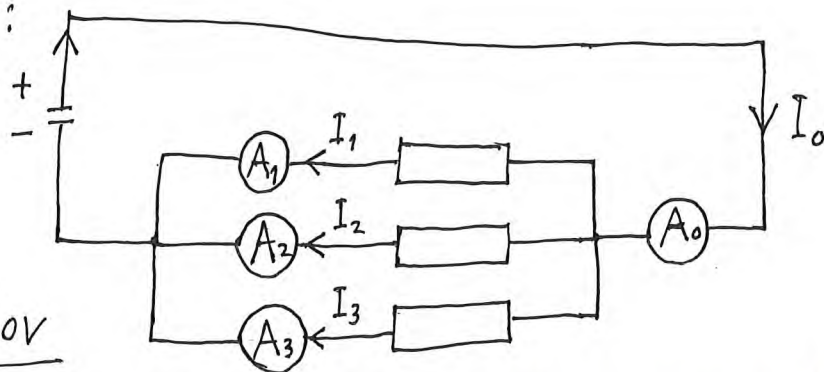
~ vekslestrøm fra generatorer

$$f = 50Hz$$

⊥ likestrøm

$$\bar{U} = 230V$$

Eks. Strømkrets:



$$I_0 = I_1 + I_2 + I_3$$

Kirchhoffs 1.lov

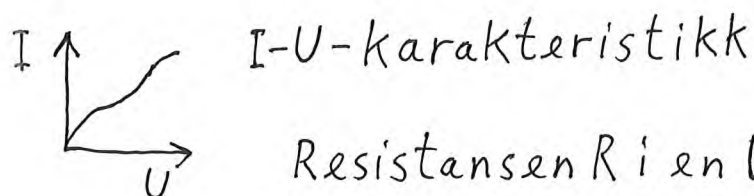
strøm måles med amperemeter

17.13



②

# Sammenhenger mellom strøm og spenning



Resistansen  $R$  i en leder =  $\frac{U \text{ over lederen}}{I \text{ gjennom lederen}}$

$$R = \frac{U}{I} \quad \left[ \frac{V}{A} = \Omega \text{ ohm} \right]$$

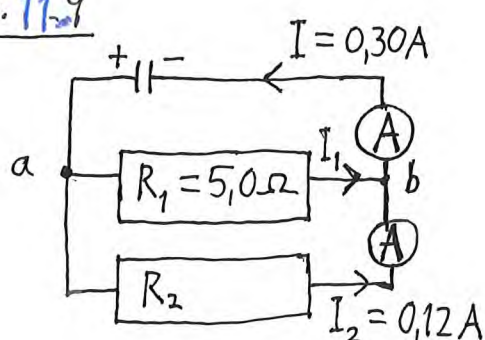
Ⓐ ( $R$  liten)

Ⓥ ( $R$  stor)

Ohms lov:  $U = RI$  (når  $T$  er uendret)  
 (når  $R$  er konstant)  
 For noen ledere er  $R$  konstant

Motstand = komponent med en viss resistans

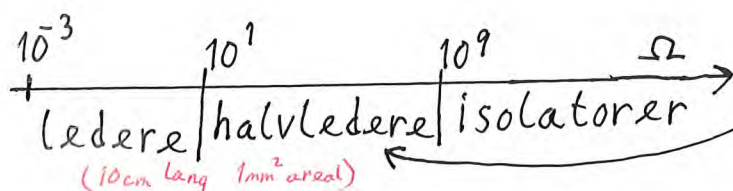
eks. 11.9



Finn  $R_2$ ! Kirchh. 1. lov:  $I = I_1 + I_2$   
 $I_1 = I - I_2 = 0.30A - 0.12A = 0.18A$

$$U = R_1 \cdot I_1 = 5.0 \Omega \cdot 0.18A = 0.90V$$

$$\text{og } R_2 = \frac{U}{I_2} = \frac{0.90V}{0.12A} = \underline{7.5 \Omega}$$

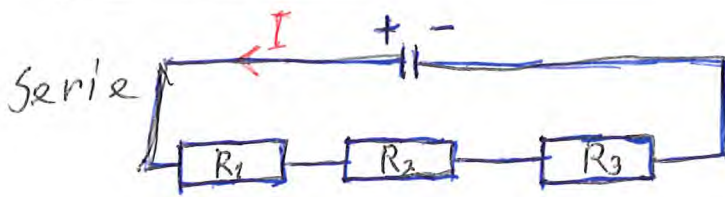


dioder osv. (I én vei)  
 i PC-er osv.

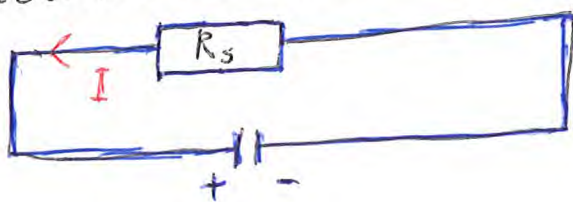
12.19



# Kopling av motstander



Resultantresistansen



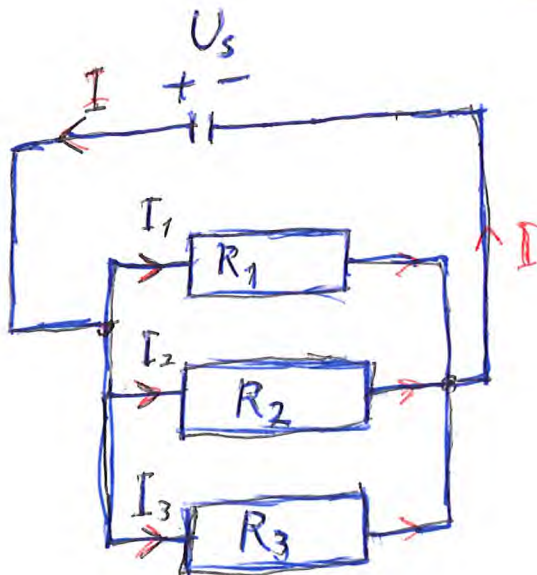
$$U_s = U_1 + U_2 + U_3$$

$$R_s \cdot I = R_1 \cdot I + R_2 \cdot I + R_3 \cdot I$$

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3$$

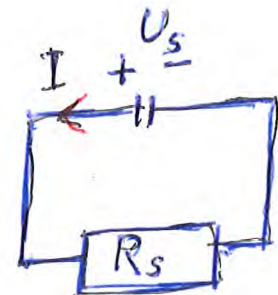
11.24

Parallell



$$U = RI$$

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



$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$\frac{U_s}{R_s} = \frac{U_s}{R_1} + \frac{U_s}{R_2} + \frac{U_s}{R_3} \quad | :U_s$$

$$\frac{1}{R_s} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

Eks.  $R_1 = 20 \Omega$

$R_2 = 10 \Omega$

$R_3 = 15 \Omega$

$R_s = ?$

$$\frac{1}{R_s} = \frac{1}{20 \Omega} + \frac{1}{10 \Omega} + \frac{1}{15 \Omega}$$

$$\frac{1}{20} + \frac{1}{10} + \frac{1}{15} = 0,21666 \dots \quad (\Omega^{-1})$$

$$\frac{1}{R_s} = 0,21666 \dots \Omega^{-1}$$

$$R_s = \frac{1}{0,21666 \dots} \Omega = 4,6 \Omega$$

Dobbel isolert



Jording

Sikring  $I_{max}$

## Elektromotorisk spenning $\mathcal{E}$ . Indre resistans i batterier, $R_i$

$$e_{ms} = \frac{W}{q} \text{ når } q \text{ flyttes fra } (-) \text{ til } (+) \text{ pol}$$

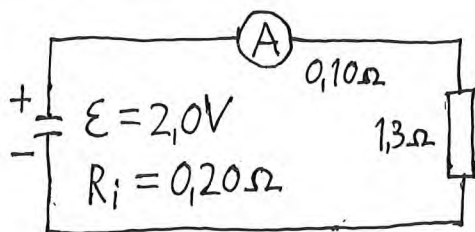
$$\mathcal{E} = R_i I + R_y I$$

↑                      ↖  
indre motstand      ytre motstand

$$\mathcal{E} = R_i I + U_p$$

og  $\mathcal{E} = U_p$  for  $I = 0$   
(ubelastet)

eks. 11.13



Finn  $I$  og  $U_p$ !

$$R_y = 0.10\Omega + 1.3\Omega = 1.4\Omega$$

$$\mathcal{E} = R_i I + R_y I = (R_i + R_y) \cdot I$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_i + R_y} = \frac{2.0V}{(0.20 + 1.4)\Omega} = 1.250A = \underline{1.3A}$$

$$\mathcal{E} = R_i I + U_p$$

$$U_p = \mathcal{E} - R_i I = 2.0V - 0.20\Omega \cdot 1.250A = \underline{1.8V}$$

11.26

## Elektrisk energi

$$W = UIt = (RI)It = RI^2t$$

el. arbeid på  
ladningene

til en komponent

fordi  $U = RI$  [ $V = \Omega \cdot A$ ]

Definisjon:  $U = \frac{W}{q}$   
 $I = \frac{q}{t}$

$$W = U \cdot q = U \cdot I \cdot t$$

[ $J = V \cdot A \cdot s$ ]

[ $J = \Omega \cdot A \cdot A \cdot s$ ]

a)  $U = ?$

$$U = RI = 64.5\Omega \cdot 3.4A = 219.3V = \underline{0.22kV}$$

b) avgitt varme = ? på 15 min.

$$W = UIt = 219.3V \cdot 3.4A \cdot 15 \cdot 60s = \underline{0.67MJ}$$

eller  $W = RI^2t = 64.5\Omega \cdot (3.4A)^2 \cdot 15 \cdot 60s = \underline{0.67MJ}$