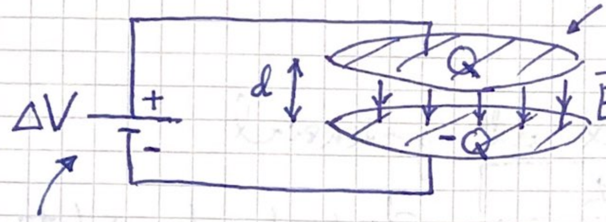
26.01.22, F11, F12

Sist:

$$\Delta V = -\int_A^B \vec{E}\cdot d\vec{s} = V_B - V_A = \text{potensialforskjellen}$$

mellom posisjon A og B

Eks: Platekondensator.

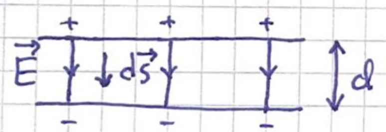


Finn ladningen $\pm Q$ på kondensator-platene (metall)

Løsning: Fra s10 og 11 er feltstyrken mellom platene

$$E = 2\cdot\frac{\sigma}{2\varepsilon_0} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0} = \frac{Q}{\varepsilon_0 A}$$

med retning på $\vec{E}$ fra pos. mot neg. plate



$$\Delta V = V_+ - V_- = -\int_-^+ \vec{E}\cdot d\vec{s}$$

$$= \int_+^- \vec{E}\cdot d\vec{s} = E\cdot d = \frac{Q\cdot d}{\varepsilon_0 A}$$

$$\Rightarrow \underline{\underline{Q = \frac{\varepsilon_0 A}{d}\cdot \Delta V}}$$

Forholdet mellom Q og ΔV er kondensatorens <u>kapasitans</u>:

[OS2 8]

$$\underline{\underline{C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{\varepsilon_0 A}{d}}}$$

Talleks: $d = 2.0$ mm, $R = 10$ cm, $\Delta V = 30$ V

$$\Rightarrow Q = \frac{8.85\cdot 10^{-12}\cdot\pi\cdot 0.10^2\cdot 30}{0.0020}\ C = 4.2\cdot 10^{-9}\ C = \underline{4.2\ nC}$$

Kapasitansen blir:

$$C = \frac{4.2 \cdot 10^{-9}\,C}{30\,V} = 1.4 \cdot 10^{-10}\ C/V$$

dvs $[C] = C/V = F$ (farad)

slik at $\underline{C = 0.14\ nF}$ i dette eksempelet.

Merk:

- Siden $dV = -\vec{E} \cdot d\vec{s}$, peker $\vec{E}$ i retning mot lavere potensial. Fra før: $\vec{E}$ går fra positiv mot negativ ladning.

  Dermed: Høyere potensial ved pos. ladn. enn ved neg. ladn. i et gitt system.

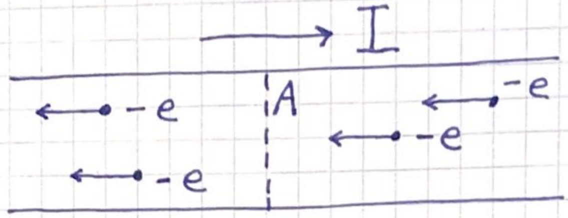
- Fra resultatet $C = \varepsilon_0 A/d$ ser vi at kapasitansen bestemmes av kondensatorens størrelse og utforming (A og d), samt typen isolator mellom platene, her luft, som er tilnærmet vakuum, dermed <u>vakuum</u>permittiviteten ε_0.

  Hvis rommet mellom platene fylles med en annen isolator (plast, tre...), blir kapasitansen

  $$C = \varepsilon \cdot A/d$$

  der ε nå er isolatorens permittivitet. Senere skal vi vise at og hvorfor $\varepsilon > \varepsilon_0$ for materialer som plast etc.

Elektrisk strøm [OS2 9, 10]



Elektrisk <u>leder</u>, typisk en metalltråd med tverrsnitt A.

Lederen har <u>frie elektroner</u> som kan strømme gjennom / langs lederen.

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \overset{\Delta t \to 0}{=} \frac{dQ}{dt}$$ = mengden ladning som passerer tverrsnittet A pr tidsenhet = strømmen i lederen

Enhet: $[I] = C/s = A$ (ampere)

Merk at elektrisk strøm I går i motsatt retning av partikkelstrømmen, da elektronene har neg. ladn. $-e$.

Strømtetthet:

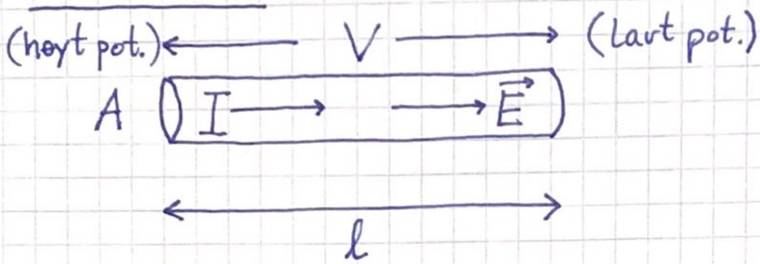
$$j = I/A$$ = strøm pr flateenhet

$$[j] = A/m^2$$

Merk: En metalltråd (tilførselsledning) i en elektrisk krets er praktisk talt elektrisk nøytral overalt, selv om den fører en strøm I, fordi det er like mye positiv ladning på "fastlåste" metallioner som negativ ladning på mobile elektroner.

[OS2 9.2 - 9.4]

Ohms lov



$j = I/A$

Spenning (= pot. forskjell) V over leder med lengde l og tverrsnitt A.

El. felt i lederen : $E = \frac{V}{l}$ $\quad (V = E \cdot l)$

Kraft $\vec{F} = -e \cdot \vec{E}$ akselererer frie elektroner langs lederen. Kollisjoner hindrer stadig økende fart og gir elektronene en midlere driftshastighet langs lederen.

Ohms lov, på mikroskopisk form :

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

σ = materialets elektriske ledningsevne (konduktivitet)

Med $j = I/A$ og $E = V/l$:

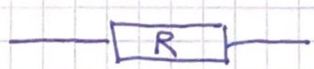
$$\frac{I}{A} = \sigma \cdot \frac{V}{l} \Rightarrow V = \frac{l}{\sigma A} \cdot I$$

Dvs :

$$\boxed{V = R \cdot I} \; ; \quad R = \frac{l}{\sigma A} = \text{lederens resistans (motstand)}$$

Ohms lov

$[R] = V/A = \Omega$ (ohm)

Kretssymbol : 

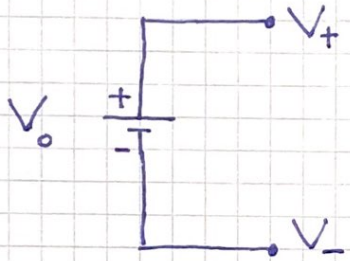
eller 

Elektriske kretser [OS2 10, 14, 15]

Består typisk av en spenningskilde koblet til et eller flere kretselementer.

Vi kan regne ut og/eller måle
- spenningen over hvert kretselement
- strømmen gjennom ———〃———

Likespenningskilde:



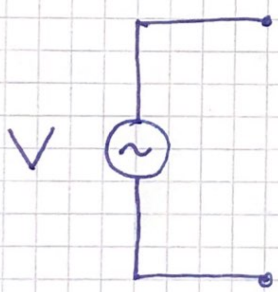
Sørger for konstant spenning

$$V_0 = V_+ - V_-$$

mellom de to polene.

Eks: Kjemisk batteri, solcelle

Vekselspenningskilde:



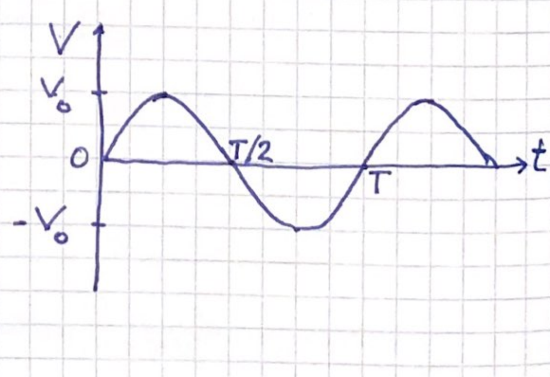
Sørger for tidsavhengig spenning $V(t)$ mellom polene.
Som regel harmonisk,

$$V(t) = V_0 \sin \omega t$$

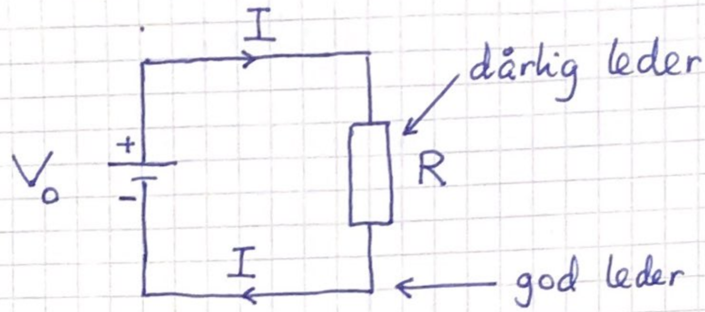
Amplitude: V_0

Frekvens: $f = \omega / 2\pi$

Periode: $T = 1/f$



Eks:



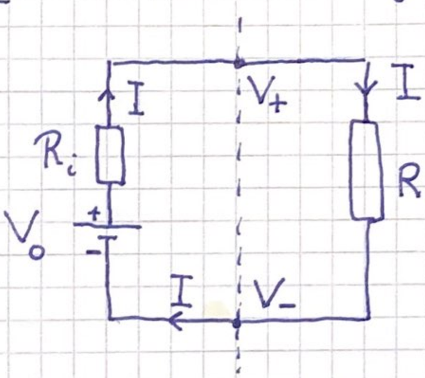
Ledningene har typisk mye mindre motstand enn motstanden R

$\Rightarrow$ Typisk neglisjerbart spenningsfall over ledningene

$\Rightarrow$ Påtrykt spenning V_0 $\approx$ spenningsfall over R

$\Rightarrow$ $V_0 = R \cdot I$ $\Rightarrow$ $\underline{I = V_0 / R}$

En <u>reell</u> spenningskilde har en (typisk liten) <u>indre</u> motstand R_i :



<u>Samme strøm</u> I overalt i hele "strømsløyfa"

Spenningsfall over indre motstand : $R_i I$

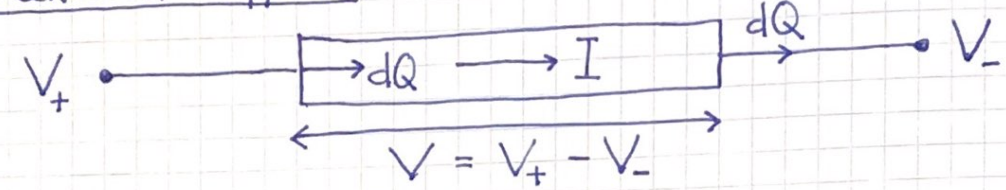
$\Rightarrow$ Spenning over R : $V_+ - V_- = V_0 - R_i I$

$\Rightarrow$ $V_0 - R_i I = RI$ $\Rightarrow$ $I = \dfrac{V_0}{R_i + R}$

"Gamle" batterier har stor R_i $\Rightarrow$ (for) liten polspenning $V_+ - V_-$ når strøm I skal "leveres" til kretsen

[OS2 9.5]

Elektrisk effekt



Netto energi "levert" til lederbiten i løpet av tid dt:

$$dU = dU_{inn} - dU_{ut} = V_+ \cdot dQ - V_- \cdot dQ = V \cdot dQ$$

Pr tidsenhet, dvs tilført effekt:

$$P = \frac{dU}{dt} = V \cdot \frac{dQ}{dt} = \underline{\underline{V \cdot I}}$$

Denne energien omdannes til ("tapes i form av") varmeenergi inne i lederbiten; overføres i neste omgang til omgivelsene, pga økt temperatur i lederbiten, og dermed en temperaturforskjell mellom lederen og omgivelsene.

Hvis lederbiten er en "vanlig" motstand (ohmsk):

$$V = R \cdot I$$

$$\Rightarrow P = V \cdot I = R \cdot I^2 = V^2/R$$

Motstand og temperatur: Pga hyppigere kollisjoner blir ledningsevnen σ mindre når temp. T øker i en vanlig leder (motstand); dvs R øker når T øker.

Relativ endring, $\Delta\sigma/\sigma$, er typisk ca 4-5 ‰ for en temp. endring på 1 K (kelvin)