

Forelesning - 11.03.22

FYS009-G 21H - Fysikk realfagskurs

Kapittel 12 - Elektrisitet

Forelesningene dekker i hovedsak boken *Rom-Stoff-Tid - Fysikk forkurs* fra Cappelen Damm. I tillegg til teorien gjennomgås det endel simuleringer og regnede eksempler. De fleste eksemplene er orientert etter oppgaver fra boka, men også andre oppgaver og problemstillinger kan taes opp.

Repetisjon

Boka: side 308-321.

- Elektriske krefter og ladninger
- Elektrisk spenning og arbeid
- Elektrisk strøm
- Kirchhoffs lover

Regnet: Oppgave 12.10

Regnet: Oppgave 12.308

Sammenhenger mellom strøm og spenning

Boka: side 321-327.

- Resistans
- Ohms lov
- Ledere og isolatorer

Regnet: Eksempel 12.7

Regnet: Eksempel 12.8

Regnet: Eksempel 12.9

Regnet: Eksempel 12.10

Regnet: Oppgave 12.320

Regnet: Oppgave 12.329

Elektriske kretser

Boka: side 328-331.

Kobling av motstander i kretser. Resultantresistans ved:

- Seriekoblinger
- Parallellkoblinger

Regnet: Eksempel 12.11

Regnet: Eksempel 12.12

Nyttig simulering for å konstruere elektriske kretser:

Link: *Simulering - Elektriske kretser*

Oppgave 12.10

Ved elektrolyse av aluminium kreves det 40 millioner coulomb for å felle ut 3.7 kg Al. Hva må strømmen til elektrolysekaret være hvis utfellingen skal skje i løpet av 1 minutt?

Løsning:

Vi setter

$$I = \frac{q}{t} = \frac{40 \cdot 10^6 \text{ C}}{60 \text{ s}} = 0.67 \cdot 10^6 \text{ A} = 0.67 \text{ MA}$$

Dette er en abnorm strømstyrke. Vanligvis regnes strømstyrker på omlag 1 ampere for å være potensielt dødelige.

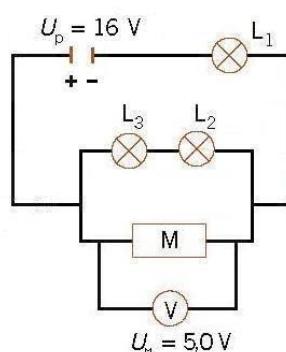
LØST OPPGAVE 12.308**12.308**

I en krets er en lampe koplet i serie med en spenningskilde med polspenningen 16 V og en parallellkopling. Parallellkoplingen består av to greiner. I den ene greina er det to like lamper, og i den andre greina står det en liten motor. Over motoren er det koplet et voltmeter som viser 5,0 V. Den lampen som står alene er ikke lik de to andre.

- Lag en kretstegning
- Hva er spenningen over hver av de tre lampene?

Løsning:

- Kretsen er vist på figuren nedenfor. Vi har kalt lampene for L_1 , L_2 og L_3 og motoren for M . Lampene L_2 og L_3 er like.



- Spenningen over parallellkoplingen er lik spenningen over hver av greinene, altså lik spenningen $U_M = 5,0 \text{ V}$. Kirchhoffs 2. lov gir da

$$\begin{aligned}
 U_p &= U_{L_1} + U_M \\
 U_{L_1} &= U_p - U_M \\
 &= 16 \text{ V} - 5,0 \text{ V} = \underline{11 \text{ V}}
 \end{aligned}$$

Spenningen over de to lampene L_2 og L_3 er like og til sammen lik spenningen over parallellkoplingen.

Vi setter $U_{L_1} = U_{L_2} = U_L$. Da er altså

$$\begin{aligned}
 2U_L &= U_M \\
 U_L &= \frac{U_M}{2} \\
 &= \frac{5,0 \text{ V}}{2} = \underline{2,5 \text{ V}}
 \end{aligned}$$

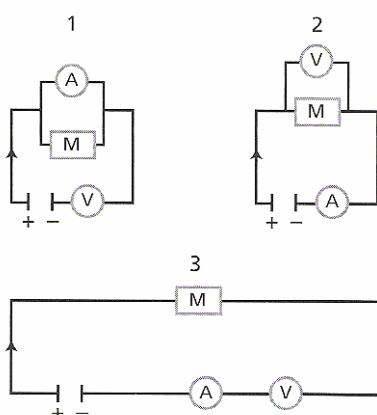


LØST OPPGAVE 12.320**12.320**

- a) Hva sier Ohms lov?
- b) Vi skal finne sammenhørende verdier mellom strømmen I gjennom en motstand M og spenningen U over motstanden. Til dette kan vi bruke en av koplingene nedenfor.

Hvilken kopling skal vi bruke?

Hva er galt med de andre koplingene?



- c) Tabellen viser sammenhørende verdier av spenningen U og strømmen I når vi bruker den riktige koplingen.

U/V	10	22	34	40	49
I/A	0,80	1,75	2,65	3,15	3,90

Tegn en graf som viser strømmen som funksjon av spenningen.

Bruk grafen til å bestemme resistansen i motstanden M .

Bruk gjerne et digitalt hjelpemiddel.

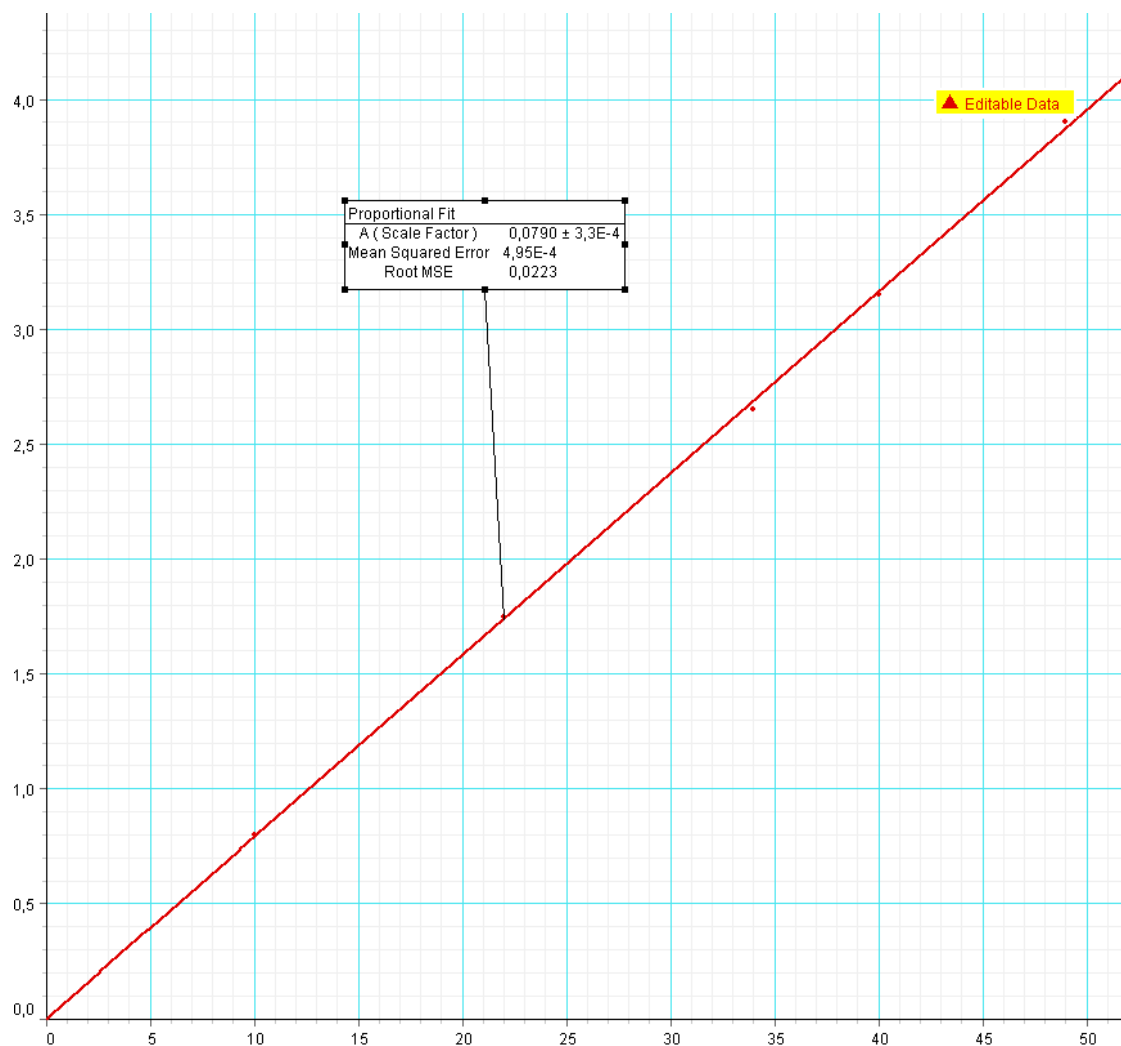
Løsning:

- a) Ohms lov sier at spenningen over en leder er proporsjonal med strømmen gjennom lederen. Loven gjelder bare for noen bestemte typer ledere.
- b) Vi skal bruke kopling 2. Der er voltmeteret koplet parallelt med komponenten M slik at spenningen over M er lik spenningen over voltmeteret. Amperemeteret er koplet i serie med M slik at strømmen gjennom amperemeteret er lik strømmen gjennom M . (Det siste

forutsetter at strømmen gjennom voltmeteret er neglisjerbar.)

Feilen med kopling 1 er at amperemeteret er koplet parallelt med M og at voltmeteret er koplet i serie. I kopling 3 er feilen at voltmeteret koplet i serie med M.

- c) Grafen nedenfor viser strømmen som funksjon av spenningen.



Vi ser at en rett linje gjennom origo passer godt med de gitte dataene. Strøm og spenning er altså – med god tilnærming – proporsjonale, og Ohms lov gjelder. Da kan vi finne funksjonsuttrykket for I -grafene:

$$U = RI$$

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

Vi ser av funksjonsuttrykket at stigningstallet til grafen er $1/R$. Av figuren ser vi at regresjons-programmet har beregnet stigningstallet til $0,0790\Omega^{-1}$.

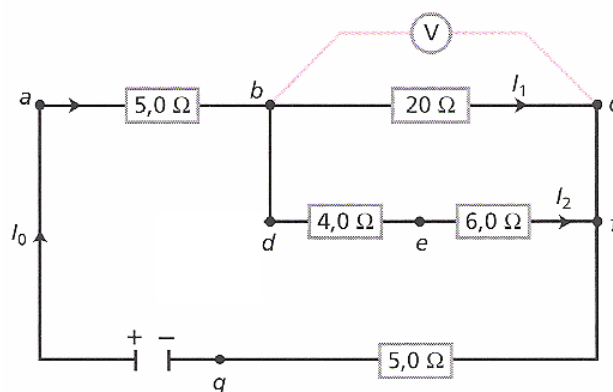
Vi får:

$$\frac{1}{R} = 0,0790 \, \Omega^{-1}$$

$$R = \frac{1}{0,0790 \, \Omega^{-1}} = 12,65 \, \Omega = \underline{\underline{13 \, \Omega}}$$

LØST OPPGAVE 12.329**12.329**

I kretsen er det gjort én spenningsmåling, og vi har funnet at $U_{bc} = 4,0 \text{ V}$.



- Finn alle strømmene.
- Finn spenningen over hver av motstandene.
- Vis at batteriet har polspenningen 10 V.

Løsning:

Vi bruker opplysningene og symbolene på figuren i oppgaven.

- a) Vi omformulerer definisjonslikningen for resistans

$$R = \frac{U}{I} \text{ og får: } U = RI \text{ og } I = \frac{U}{R}. \text{ Da får vi}$$

$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{U_{bc}}{R_{bc}} \\ &= \frac{4,0 \text{ V}}{20 \Omega} = 0,2000 \text{ A} = \underline{\underline{0,20 \text{ A}}} \end{aligned}$$

Spenningen $U_{df} = U_{bc}$ fordi greinene bc og df er koplet i parallell. Da får vi

$$I_2 = \frac{U_{df}}{R_{df}}$$

$$= \frac{4,0 \text{ V}}{4,0 \Omega + 6,0 \Omega} = 0,4000 \text{ A} = \underline{0,40 \text{ A}}$$

Så bruker vi Kirchhoffs 1. lov i forgreiningspunktet a og får

$$I_0 = I_1 + I_2$$

$$= 0,2000 \text{ A} + 0,4000 \text{ A} = 0,6000 \text{ A} = \underline{0,60 \text{ A}}$$

I_0 er også strømmen gjennom begge $5,0 \Omega$ -motstandene og gjennom batteriet.

b) Vi bruker likningen $U = RI$ og får etter tur spenningene

$$U_{gf} = U_{ab} = RI_0$$

$$= 5,0 \Omega \cdot 0,6000 \text{ A} = \underline{3,0 \text{ V}}$$

$$U_{de} = RI_2$$

$$= 4,0 \Omega \cdot 0,4000 \text{ A} = \underline{1,6 \text{ V}}$$

$$U_{ef} = RI_2$$

$$= 6,0 \Omega \cdot 0,4000 \text{ A} = \underline{2,4 \text{ V}}$$

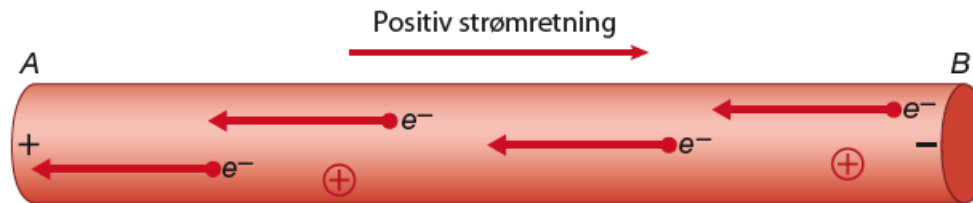
Dessuten er spenningen U_{bc} oppgitt i oppgaven til 4,0 V.

c) Vi bruker Kirchhoffs 2. lov og får

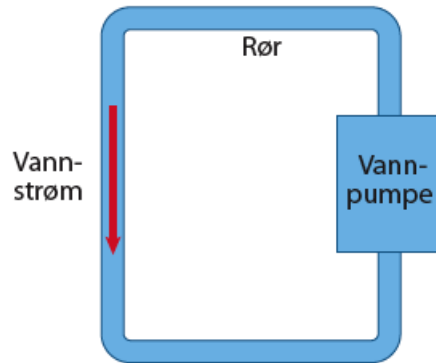
$$U_p = U_{ab} + U_{bc} + U_{fg}$$

$$= 3,0 \text{ V} + 4,0 \text{ V} + 3,0 \text{ V} = \underline{10 \text{ V}}$$

Elektrisk strøm I og elektrisk spenning U

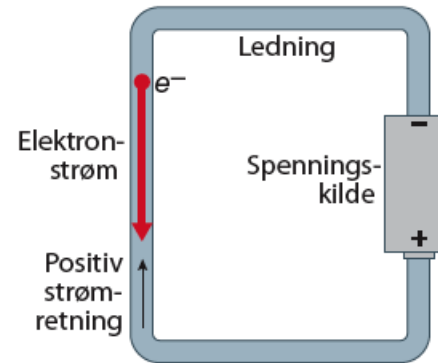


9-5



9-6

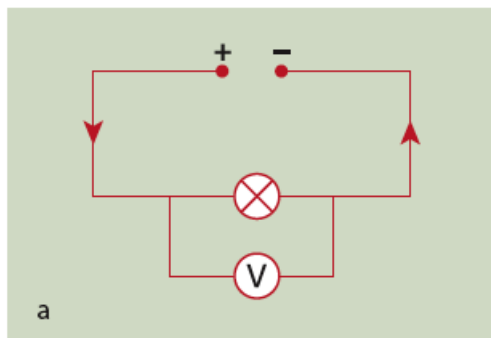
a



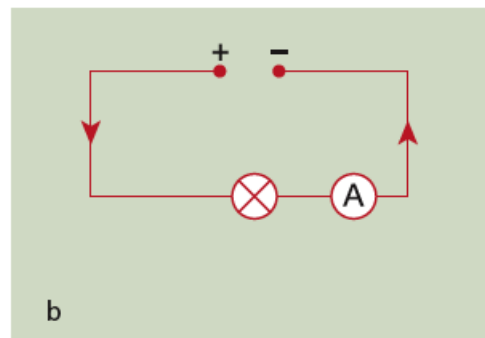
b

Enkle kretser: Voltmeter, amperemeter og lyspære

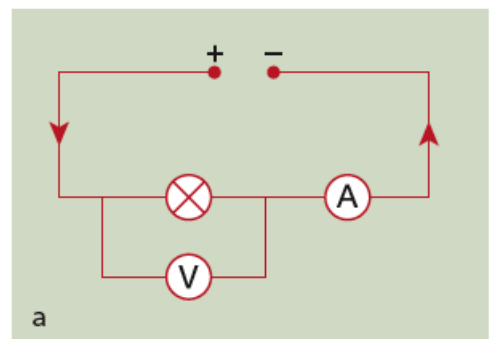
9-11



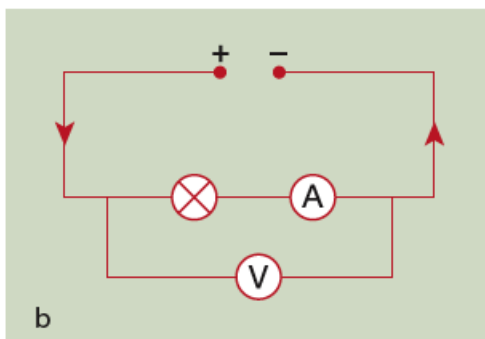
b



9-12

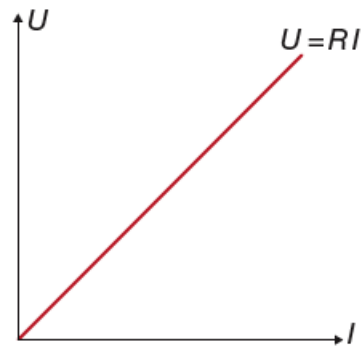
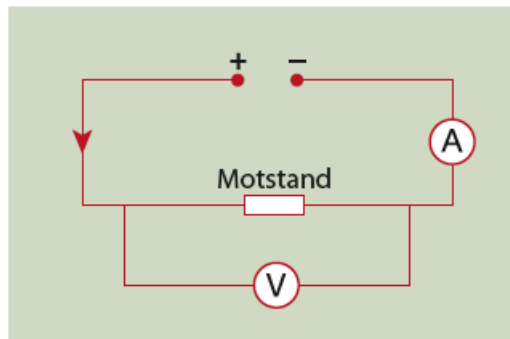


b

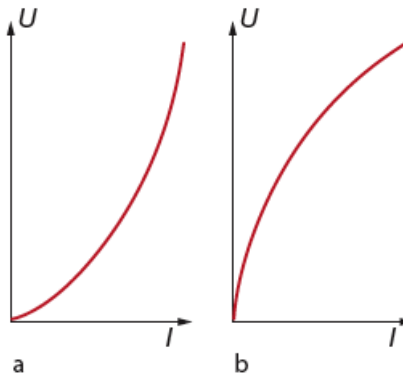


Ohms lov

9-14

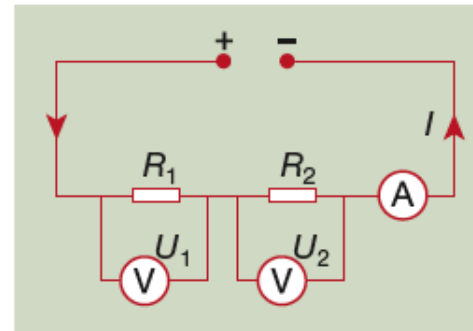
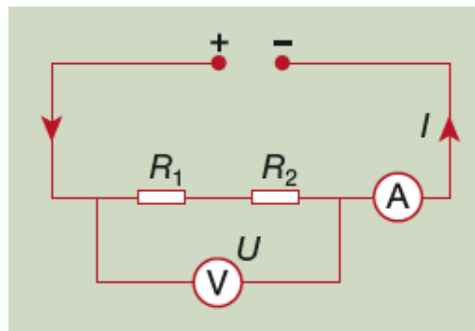


9-15

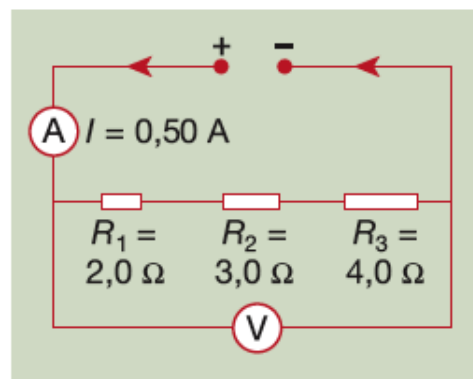


Seriekoblinger

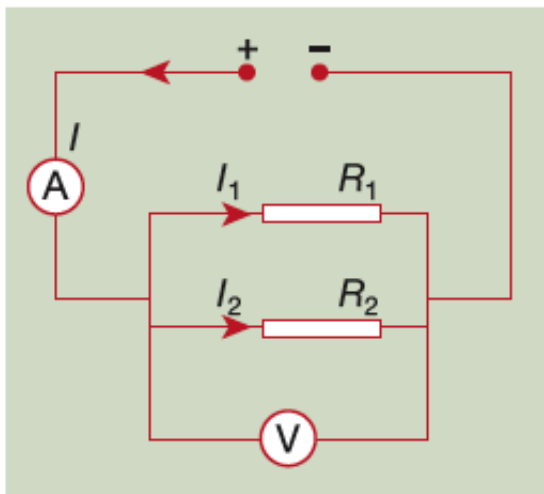
9-19



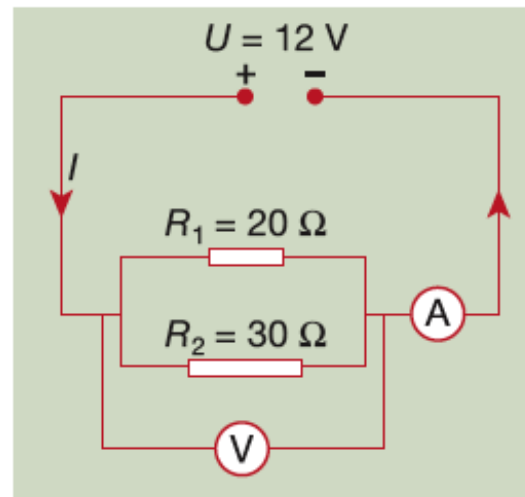
9-20



Parallellkoblinger

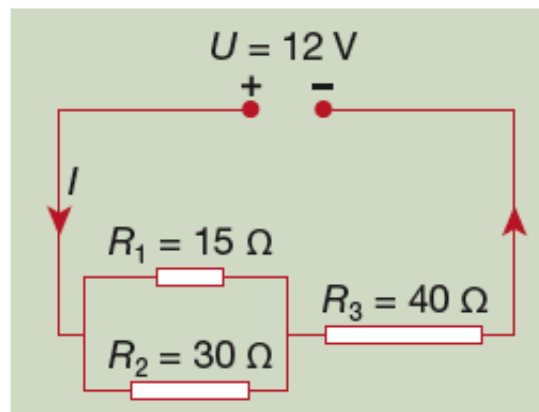


9-21



9-22

Generelle kretser



9-23