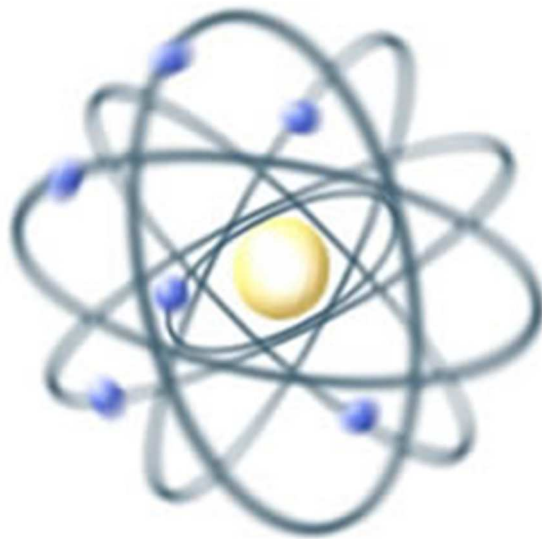


# Joule's lov



## Formål

---

I dette eksperiment vil vi eftervise Joules lov.

## Teori

---

P = Watt / effekt	R = Modstand /resistor $\Omega$	I = Ampere / spænding (A)
$\Delta$ Tid = Delta tid / samlet tid	m = Massen	c =Specifik varmekapacitet
$\Delta$ temp = Samlet temperatur		

Vi vil bevise Joules lov ved at lave et forsøg. Joules lov lyder.

$$Q = I^2 * R * t$$

Q er Varmen der udvikles af en konstant elektrisk strøm ( I ) som løber igennem en leder mostand ( R ) igennem en periode i tid ( t ).

Joules første lov fortæller at til førelsen af varme i en resistans fra en leder er proportional med kvadratet af den elektriske strøm gennem lederens resistans. Dvs. at strømmen stiger når modstanden stiger, og omvendt.

Vi har valgt at tage Joules lov med i omskrevet form, for at kunne benytte den i en eksamens situation.

Joules lov kan vi omskrive til

$$P = R \cdot I^2$$

⇓

$$\frac{E}{\Delta tid} = R \cdot I^2$$

⇓

$$E = R \cdot I^2 \cdot \Delta tid$$

Vi ved at

$$Q = E$$

⇓

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta tid$$

⇓

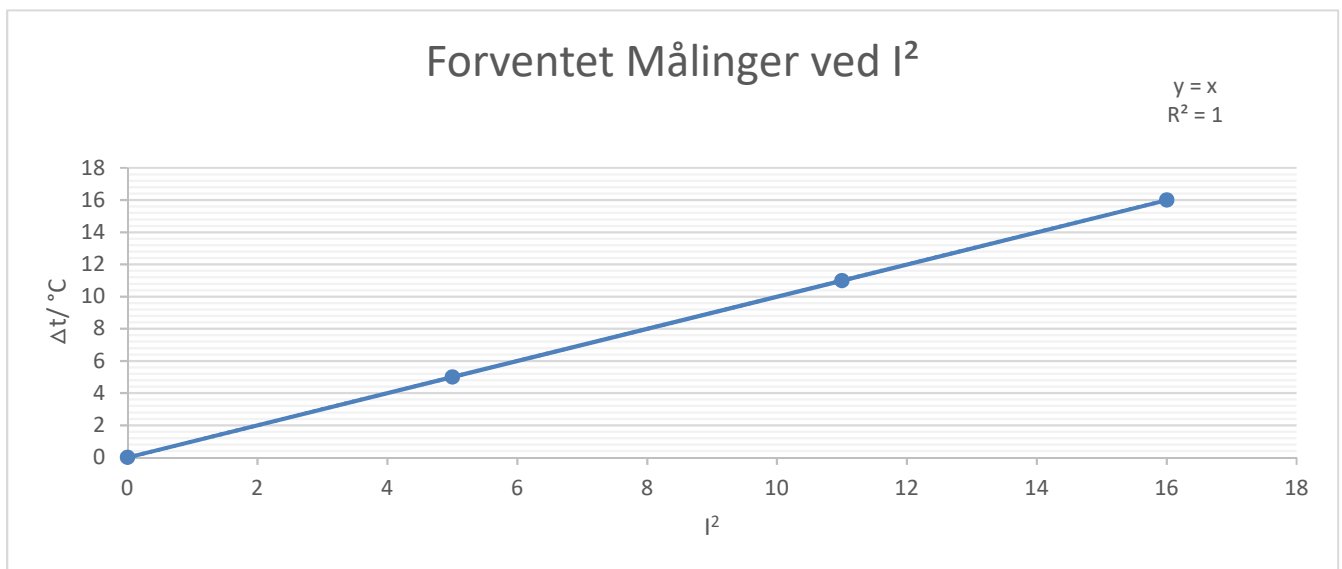
$$m \cdot c \cdot \Delta tid = R \cdot I^2 \cdot \Delta tid$$

⇓

$$\Delta temp = \frac{R \cdot I^2 \cdot \Delta tid}{m \cdot c}$$

For at bevise de 2 grafer som vi senere skal behandle i databehandlingen, vil vi her nævne de to formler vi har tænkt os at bruge og hvilke præfikser der er konstanter.

$$\begin{array}{ll} \Delta temp = \frac{R \cdot I^2}{m \cdot c} \cdot \Delta tid & \Delta temp = \frac{R \cdot \Delta tid}{m \cdot c} \cdot I^2 \\ \Downarrow & \Downarrow \\ \Delta temp = k \cdot \Delta tid & \Delta temp = k \cdot I^2 \end{array}$$



## Materialer

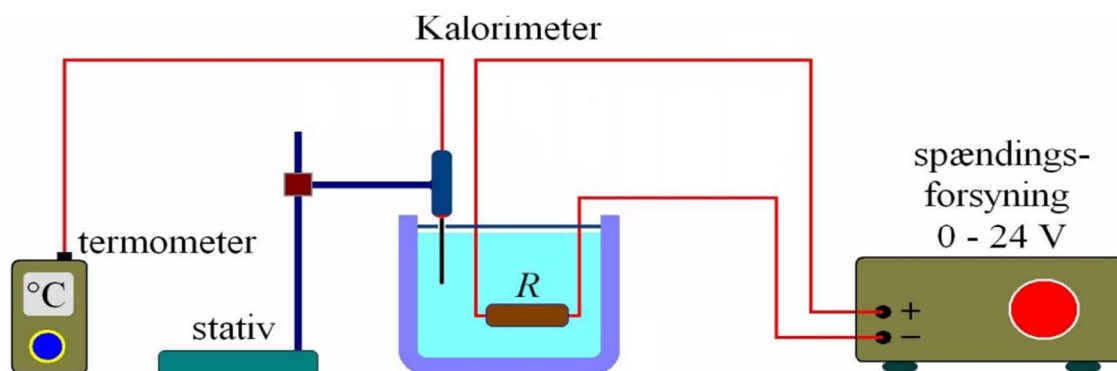
---

- Kalorimeter
- Låg til kalorimeter med indbyggede resistorer / varmelegeme. ( $5\Omega$ )
- Strømforsyning
- Stopur
- Termometer
- Vægt
- Kande
- Ekstra bæger med vand

## Fremgangsmåde/arbejdsgang

---

Vi vil ved dette eksperiment eftervise Joules lov ved at lave to måleserier. Ved begge serier starter vi med at hælde 250 g koldt vand (m) i kalorimeteret. Det gælder om at være meget præcis med målingerne og omrøre vandet hele tiden. Opstillingen er som vist:



(lånt fra Hans Ulriks opgave)

Før hvert forsøg/delforsøg sættes i gang, sættes låget med resistorer over i et ekstra bæger med vand og strømforsyningen indstilles på den strømstyrke, som skal anvendes.

1. Måleserie med fast strøm ( $I = 3 \text{ A}$ ): Her vil vi undersøge sammenhængen mellem temperaturstigningen  $\Delta\text{temp}$  og tidsrummet  $\Delta\text{tid}$ . Vi lader strømmen løbe og aflæser samtidig temperaturen for hvert minut (60 s) og udregner for hver måling temperaturstigningen  $\Delta t$  fra startmålingen (tid = 0):
2. Måleserie med fast tidsrum ( $\Delta\text{tid} = 120 \text{ sek}$ ): Her starter vi hver gang med nyt koldt vand af samme temperatur og bruger hver gang den samme mængde på 250 g. Kanden fyldes derfor med vand, så man har vand til alle delforsøg. Fire gange skal strømmen løbe i 120 sek, og for hver gang vil vi aflæse vandtemperaturen før og efter de 120 sek og udregne temperaturforskellen  $\Delta\text{temp}$ .

## Måledata

---

Ved forsøget har vi taget målingerne her under:

### Måleserie 1.

Tid/s	0	60	120	180	240	300
t/ °C	17,5	19,4	21,9	24,2	26,8	28,8
Δt/ °C (udregnes)	0	1,9	4,4	6,7	9,3	11,3

### Måleserie 2.

I/A	1,00	2,00	3,00	4,00
t <sub>start</sub> / °C	18,4	18,2	18,3	18,3
t <sub>slutt</sub> / °C	19,1	19,3	22,8	25,0
Δt/ °C (udregnes)	0,7	1,1	4,5	6,7

## Databehandling

---

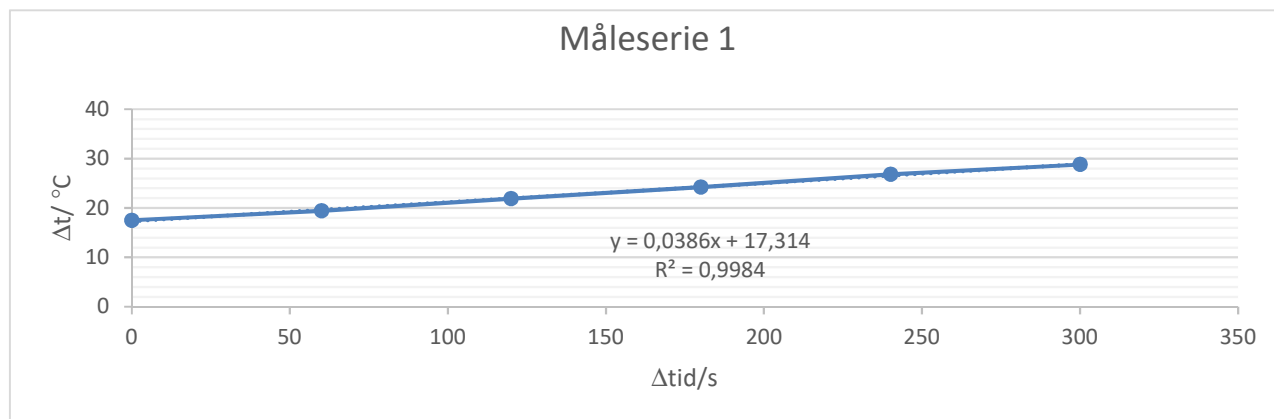
Som der kan ses under måle dataen er der blevet udregnet temperaturstigningen. Stigningen kan udregnes ved at bruge den nye temperatur og minus den medstart temperatur.

$$t_{60 \text{ sekunder}} - t_{\text{start}} = 19,4^{\circ}\text{C} - 17,5^{\circ}\text{C} = 1,9^{\circ}\text{C}$$

Dvs de 1,9°C er den temperaturstigning der har været fra starten af forsøget og efter 60 sekunder. De andre værdier er tilført Måleserie 1.

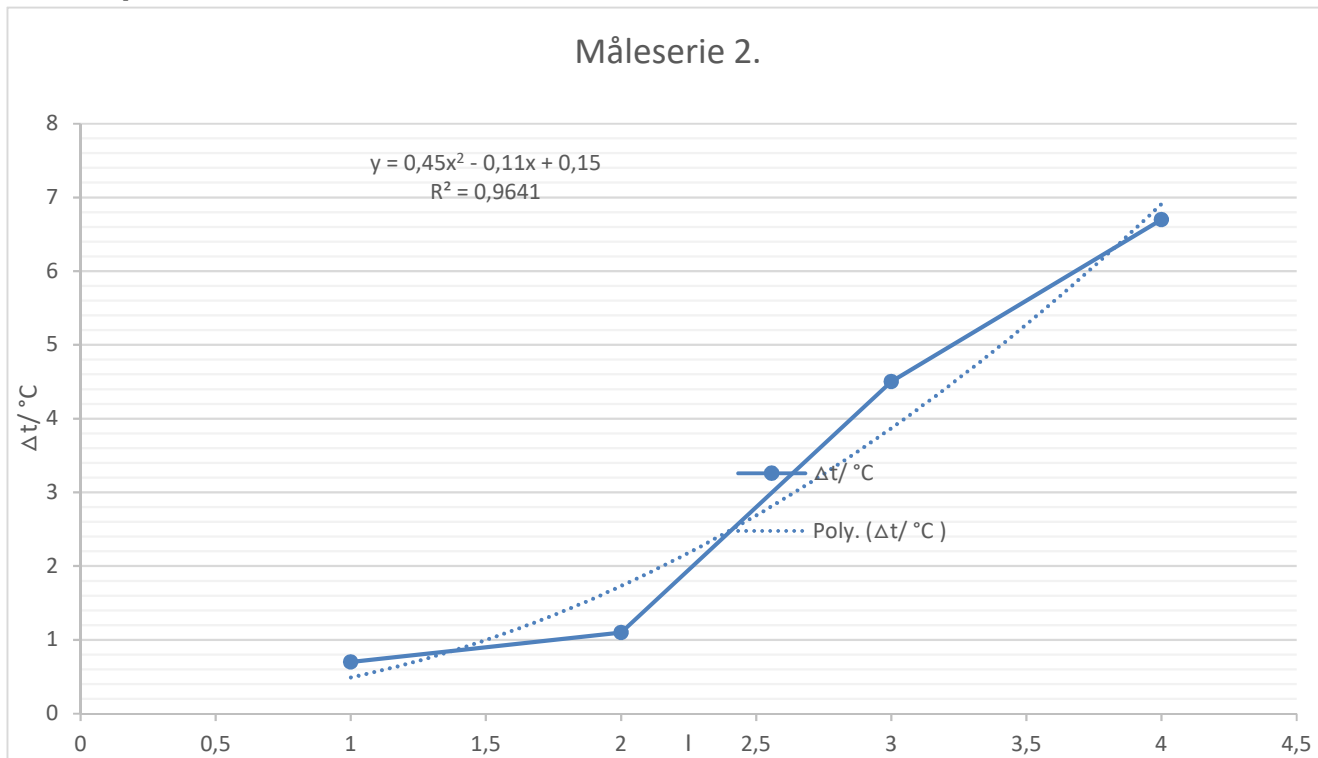
Denne temperatur kan vi se stiger lineært med at vi øger strømmen, altså ampere (I)

Ud fra målingerne har vi lavet grafen neden under.



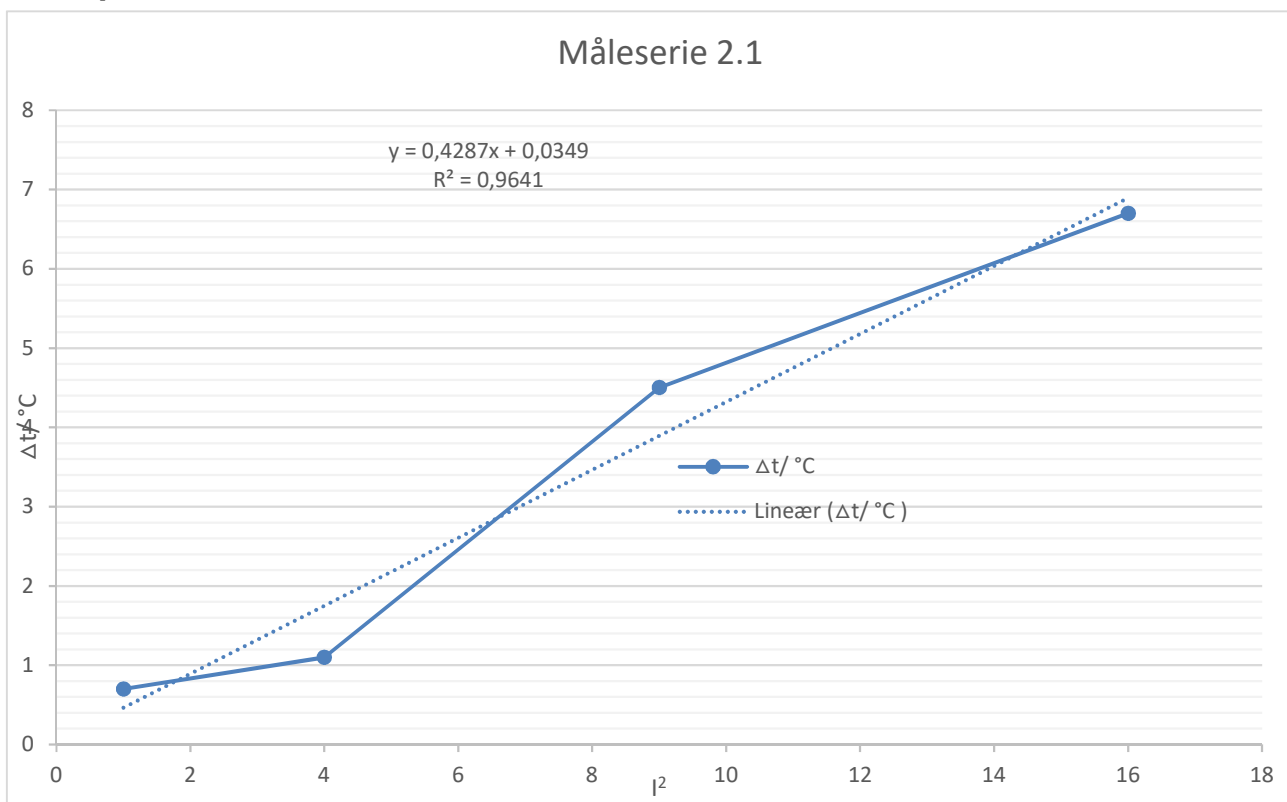
Vi har brugt den omskrivne Joules lov og tilføjet den til en graf neden under.

$$\Delta temp = k \cdot \Delta tid$$



Ligeledes har vi benyttet formlen med  $I^2$  for at lave en lineær graf

$$\Delta temp = k \cdot I^2$$



## Usikkerheder

---

For langsomme instrumenter/ termometer. Ikke præcist lige meget vand i kalorie meter for hver måling, og vægten er så præcis at målingen stod og hoppede, så aflæsningen kan muligvis være ukorrekt. Ikke god nok omrøring.

## Fejlkilder

---

Ikke kalibrerede instrumenter. Vores indflydelse på forsøget, da vi skiftede hvem der gjorde hvad for hvert forsøg.

## Konklusion

---

Vi har bevist Joules lov, da man ud fra vores forventninger af målingerne kan se at de er meget lig vores målinger.