

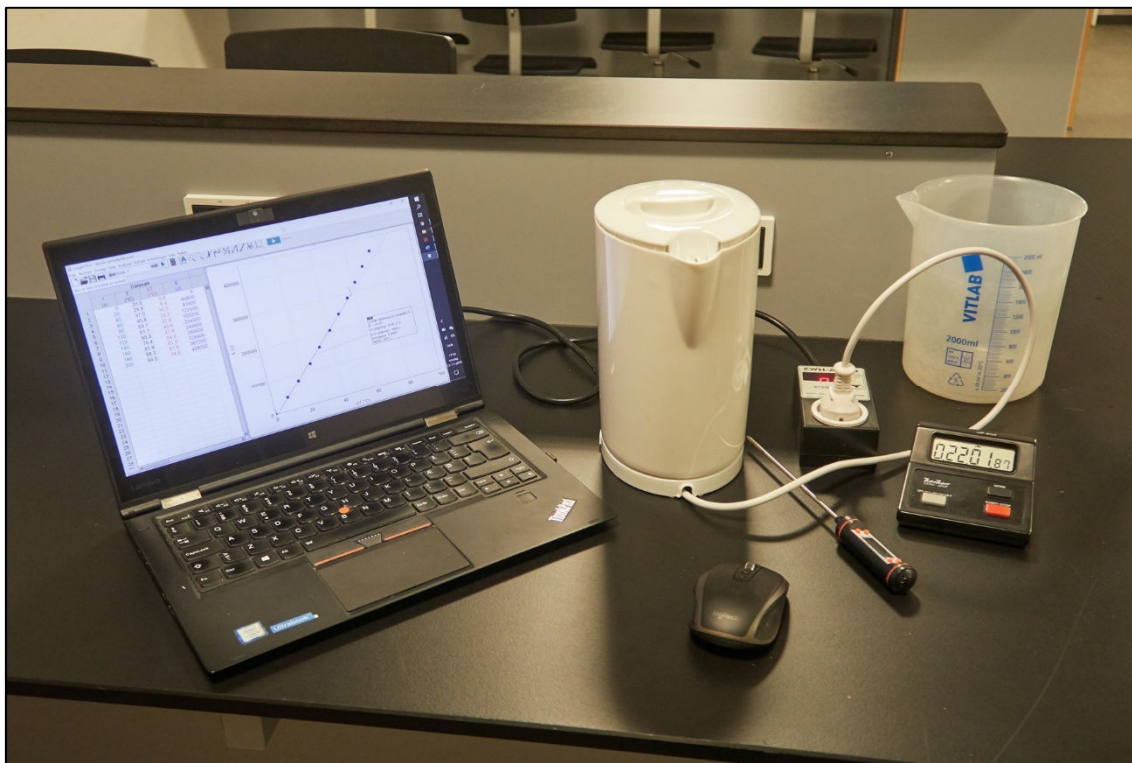
Vands varmfylde

Formål

Vi skal bestemme den *specifikke varmekapacitet*, også kaldet *varmfylden*, for vand.

Udstyr

En elkedel, et ur, et termometer, et måleglas og et Watt-meter.



Udførelse

Gennemfør følgende:

1. Afmål et sted mellem 1,0 og 1,4 liter vand i et bægerglas, men *ikke* præcist 1 liter. Hvad er vandets masse m . Noter det i tabellen på næste side til højre.
2. Hæld vandet i en elkedel og tilslut elkedlen til en stikkontakt via et watt-meter, mens stikkontakten stadig er slukket.
3. Aflæs vandets starttemperatur T_0 og noter det i tabellen på næste side til højre.
4. Tænd for elkedlen og lad den være tændt i 20 sek. inden du slukker igen. Mål den nye temperatur i vandet, samtidigt med, at du rører rundt i vandet med termometeret og giver det tid til at indstille sig. Noter temperaturen i søjle 2 i tabellen på næste side til venstre, eller gerne direkte ind i programmet Logger Pro, hvor du laver de samme søjler som nedenfor. Se detaljer om hvordan det gøres sidst i vejledningen.
5. Gentag proceduren hvert 20 sekund. Husk samtidigt én gang for alle at aflæse elkedlens effekt P_0 på Watt-meteret, mens elkedlen er tændt. Skriv værdien for effekten ned i feltet i tabellen på næste side til højre.

| t (sek) | T (°C) | ΔT (°C) | E (J) |
|-----------|----------|-----------------|---------|
| 0 | | | |
| 20 | | | |
| 40 | | | |
| 60 | | | |
| 80 | | | |
| 100 | | | |
| 120 | | | |
| 140 | | | |
| 160 | | | |
| 180 | | | |
| 190 | | | |
| 200 | | | |

| | |
|------------|--|
| m (kg) | |
| T_0 (°C) | |
| P (W) | |

Opgaver

I det følgende **skal** du benytte Logger Pro. Data fra søjle 1 og 2 indsættes i Logger Pro, hvis de ikke allerede er det. Se detaljer om Logger Pro sidst i dokumentet.

- Beregn værdierne i søjle 3 i skemaet. Her er tale om temperaturændringerne i forhold til starttemperaturen, dvs. træk starttemperaturen T_0 fra værdierne i søjle 2.
- Bestem energierne med formlen $E = P \cdot t$ og skriv dem i søjle 4.
- I Logger Pro vil der sandsynligvis allerede være tegnet en form for graf automatisk. Du skal sørge for at *energien* er tegnet som funktion af *temperaturstigningen*, dvs. så energien E er afsat op ad y -aksen (søjle 4), mens temperaturstigningen ΔT er afsat henad x -aksen (søjle 3). I Logger Pro kan det gøres ved at klikke på betegnelserne på akserne og vælge de rigtige størrelser ...
- Foretag *lineær regression* ved i Logger Pro at klikke på værktøjet *lineær tilpasning* eller *linear fit* i værktøjslinjen.
- Hvor godt ligger datapunkterne i forhold til linjen? Går linjen omtrent igennem (0,0)? Der skulle gerne være tale om en linje, som omtrent går igennem (0,0). Hvorfor?
- Hældningskoefficienten for regressionslinjen kan aflæses i den boks, som er hæftet på regressionslinjen i Logger Pro. Den hedder "Stigning" eller "Slope". Hældningskoefficienten er lig med den såkaldte *varmekapacitet*, som ofte betegnes med bogstavet store C . Den afhænger af massen af materialet.
- Den *specifikke varmekapacitet* (også kaldet *varmefylden*) c fås ved at dividere varmekapaciteten C med massen m , altså $c = C/m$.
- Sammenlign talværdien for varmefylden c med datahæftets "korrekte" værdi, som er $c = 4186 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$. Bestem den procentvise afvigelse.
- Prøv at forklare, hvorfor du får en for stor/for lille værdi, hvis dette er tilfældet. Altså vurder de vigtigste usikkerheder/fejlkilder.

Logger Pro teknik

Lad os sige, at man i Logger Pro skal fremstille følgende kolonner:

| | Datasæt | | | |
|---|----------|-----------|--------------------|----------|
| | t (s) | T (°C) | ΔT (°C) | E (J) |
| 1 | 0 | 20,5 | 0,0 | 0 |
| 2 | 20 | 28,9 | 8,4 | 40800 |
| 3 | 40 | 37,0 | 16,5 | 81600 |
| 4 | 60 | 45,8 | 25,3 | 122400 |
| 5 | 80 | 53,1 | 32,6 | 163200 |

- 1) Man kan omdøbe kolonner ved at *dobbelklikke* på hovedet i hver kolonne. I starten er der bare X og Y . Lad os sige, at man ønsker at omdøbe Y til T , temperaturen: Man skriver følgende i de forskellige felter:

For at skrive gradtegnet under feltet *Enheder*, bruges pilen til højre for feltet. Et gradtegn kommer til syne, hvorefter man kan skrive C for Celsius. Derefter kan man klikke på fanen *Indstillinger* for at indstille antal decimaler. Ikke flere detaljer her.

- 2) I starten er der kun to kolonner, X og Y . Man kan indsætte flere via menuen *Data > Ny manuel kolonne...* (*New manual column...*). Den tredje kolonne med temperaturforskellen $\Delta T = T - T_0$ kan indsættes på denne måde. Et stort Delta, altså Δ , fås frem ved at via pilen til højre for feltet at vælge *Greek Upper > Δ* .

NB! Man kan i Logger Pro sagtens få udregnet søjler automatisk via formler ved at vælge menuen *Data > Ny beregnet kolonne...* eller *New calculated Column...* men vi undlader det her af pædagogiske grunde, da der er tale om en meget tidlig øvelse, hvor det er mere vigtigt at forstå processen i detaljer.

Ændre på akserne i plottet

Det kan sagtens være, at man har brug for at ændre på de intervaller, der vises på hver af de to akser. Ændringerne kan meget nemt foretages ved at venstreklikke på de yderste tal på akserne. Det sætter en i stand til at ændre tallene her.

NB! Et første valg kan være at trykke på ikonen med A'et i værktøjslinjen:



hvorved man vil få alle punkter repræsenteret i vinduet. Det vil dog efterfølgende være hensigtsmæssigt at ændre på grænserne. Ofte vil man for eksempel ønske at kunne se punktet (0,0) i plottet.