

Rapport: Bestemmelse af vands specifikke varmekapacitet.

Formål:

Formålet med denne øvelse er at bestemme vands specifikke varmekapacitet og sammenligne denne værdi med tabelværdien på 4180 J/(kg · grad).

Teori:

Specifik varmekapacitet, c med enheden J/(kg · grad), betegner den nødvendige mængde energi for at opvarme 1 kg 1 grad.

Ved opvarmningen stiger den indre energi (den termiske energi) i vandet.

Sammenhængen mellem den indre energitilvækst og temperaturændringen er som følger:

$$\Delta E = c_{\text{vand}} \cdot m_{\text{vand}} \cdot \Delta T,$$

hvor

ΔE angiver den tilførte energimængde i joule

c_{vand} angiver vands specifikke varmekapacitet

m_{vand} angiver vandets masse

ΔT angiver temperaturtilvæksten

Systemet anses som et isoleret system. Derfor vil al den tilførte energi (ΔE) blive brugt til at opvarme systemet.

$$\Delta E = P \cdot \Delta t,$$

og

$$\Delta E = m_{\text{vand}} \cdot c_{\text{vand}} \cdot (T_{\text{slut}} - T_{\text{start}}) + m_{\text{bæger}} \cdot c_{\text{bæger}} \cdot (T_{\text{slut}} - T_{\text{start}}), \text{ hvor } c_{\text{bæger}}=390 \text{ J/(kg} \cdot \text{grad)}$$

$$\Delta E = (m_{\text{vand}} \cdot c_{\text{vand}} + m_{\text{bæger}} \cdot c_{\text{bæger}}) \cdot (T_{\text{slut}} - T_{\text{start}})$$

$$\Delta E = C_{\text{system}} \cdot (T_{\text{slut}} - T_{\text{start}})$$

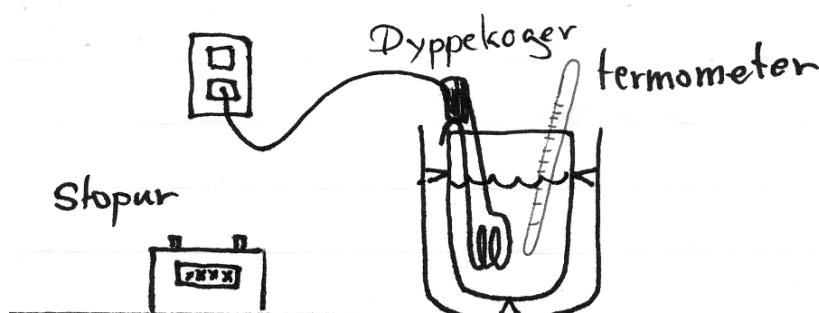
Apparatur:

Kalorimeter, vand, dyppekoger, termometer, vægt, stopur.

Sikkerhed:

Dyppekogeren må kun tændes, når den er nede i vandet, idet den kan blive meget varm. Vandet må maksimalt opvarmes til 60 grader.

Opstilling:



Fremgangsmåde:

Forsøget udføres med en dyppekoger hvor dyppekogerens effekt er kendt. Dyppekogeren opvarmer en afvejede mængde vand. Ved at registrere sammenhængende værdier af temperaturstigningen i vandet og den tilførte energimængde, er det muligt at beregne vands specifikke varmekapacitet.

Måledata:

Vægt af bæger med vand 509,8 gram

Vægt af bæger uden vand 182,8 gram

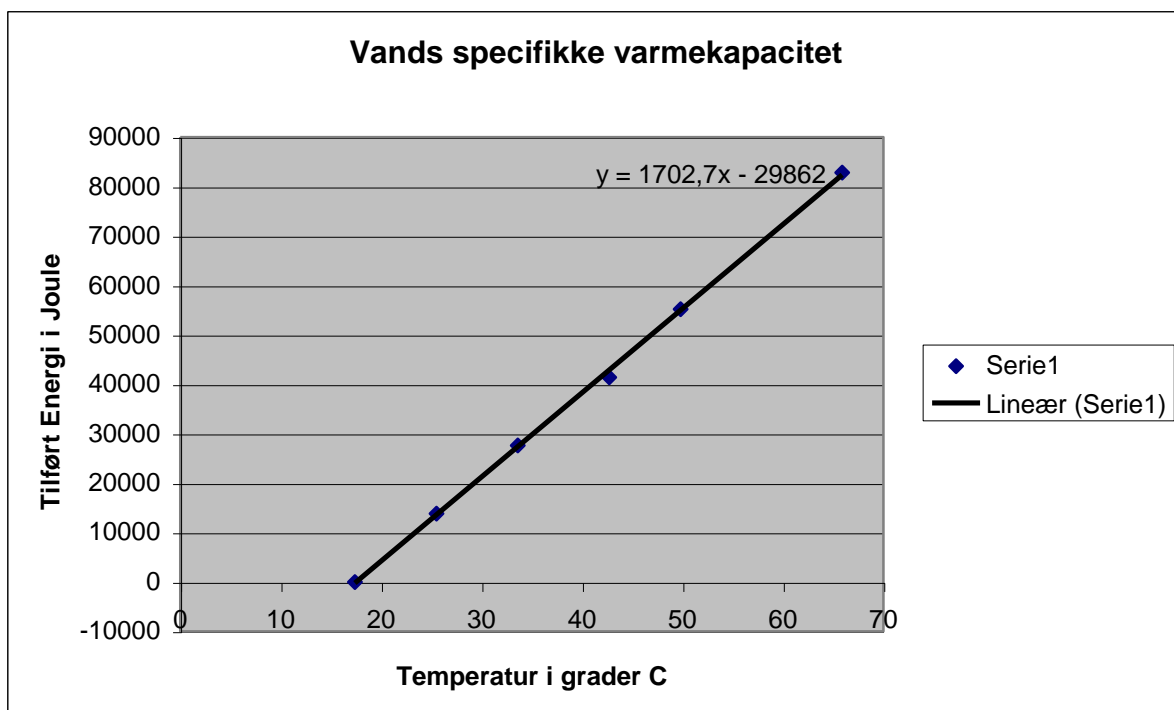
Vægt af vand 327,0 gram

Dyppekogers effekt $P = 1380 \text{ W}$

Måling nr.	Antal sekunder dyppekogeren var tændt	Antal sekunder dyppekogeren var tændt i alt (Δt)	$\Delta E_{\text{tilført}} = P \cdot \Delta t$ Joule (y-værdier)	Målt temperatur Grader Celcius (x-værdier)
1	0	0	0	17,4
2	10	10	13800	25,5
3	10	20	27600	33,6
4	10	30	41400	42,7
5	10	40	55200	49,8
6	20	60	82800	65,9

Databehandling:

Størrelsen ΔE afsættes som funktion af Temperaturen i et koordinatsystem. Da det gælder at $\Delta E = C_{\text{system}} \cdot (T_{\text{slut}} - T_{\text{start}})$ betyder det at hældningskoefficienten på grafen er C_{system} .



Idet $C_{\text{system}} = m_{\text{vand}} \cdot c_{\text{vand}} + m_{\text{bæger}} \cdot c_{\text{bæger}}$ kan c_{vand} beregnes:

$$\begin{aligned} C_{\text{system}} &= m_{\text{vand}} \cdot c_{\text{vand}} + m_{\text{bæger}} \cdot c_{\text{bæger}} \\ \Downarrow \\ c_{\text{vand}} &= \frac{C_{\text{system}} - (m_{\text{bæger}} \cdot c_{\text{bæger}})}{m_{\text{vand}}} \\ \Downarrow \\ c_{\text{vand}} &= \frac{1702,7 \text{ J/grad} - (0,5098 \text{ kg} \cdot 390 \text{ J/(kg} \cdot \text{ grad)})}{0,3270 \text{ kg}} \\ c_{\text{vand}} &= 4599,0 \text{ J/(kg} \cdot \text{ grad)} \end{aligned}$$

Vands specifikke varmekapacitet bestemmes i dette forsøg til $c_{\text{vand}} = 4599 \text{ J/kg} \cdot \text{grad}$. Denne værdi er 10 % højere end tabelværdien som er $c_{\text{vand}} = 4180 \text{ J/kg} \cdot \text{grad}$.

Usikkerheder og fejlkilder.

Usikkerheden på vejning og temperaturmålingen er anslået til maksimalt at give en fejl på 2%.

Når der i dette forsøg bestemmes en højere værdi end forventet ud fra usikkerheder, må det skyldes følgende fejlkilder:

- temperaturen er højere end omgivelserne, og der vil derfor være et vist energitab til omgivelserne, hvilket ligeledes betyder en for høj værdi-bestemmelse af c_{vand} .
- dyppekogeren har en varmekapacitet som ikke medregnes, hvilket betyder en for høj værdi-bestemmelse af c_{vand} .

Konklusion:

Den i forsøget fundne specifikke varmekapacitet for vand stemmer godt overens med tabelværdien, når usikkerheder og fejlkilder tages i betragtning. Forsøget bekræfter således teorien.