Vands specifikke fordampningsvarme

**Formål**

At bestemme vands specifikke fordampningsvarme ved 100 °C.

**Teori**

Når vand koger under fortsat tilførsel af energi, går al den tilførte energi til fordampning af vandet. Hvis fordampningen finder sted i løbet af et tidsrum Δ*t*, er den tilførte energi:

$$\begin{array}{c}ΔE\_{tilført}=P⋅Δt,\#\left(1\right)\end{array}$$

hvor *P* er effekten, hvormed der tilføres varme (f.eks. med en dyppekoger). Den energi, der skal tilføres for at fordampe massen Δ*m*, er:

$$\begin{array}{c}ΔE\_{fordampning}=Δm⋅L\_{f},\#\left(2\right)\end{array}$$

hvor $L\_{f}$ er vands specifikke fordampningsvarme ved 100 °C. Hvis det antages, at al den tilførte energi går til fordampning af vandet, fås:

$$ΔE\_{fordampning}=ΔE\_{tilført}.$$

Ved indsættelse af udtrykkene fra ligning (1) og (2) ses:

$$Δm⋅L\_{f}=P⋅Δt.$$

Ved isolering af Δ*m* fås:

$$\begin{array}{c}Δm=\frac{P}{L\_{f}}⋅Δt,\#\left(3\right)\end{array}$$

og det ses derfor, at Δ*m* er proportional med Δ*t*. Når Δ*m* afbildes som funktion af Δ*t*, må grafen altså blive en ret linje gennem (0,0). Vandets masse ved starttidspunktet kaldes *m0*, og massen efter tidsrummet Δ*t* kaldes *m*. Med disse betegnelser er

$$Δm=m\_{0}-m$$

Generelt for opvarmning af vand med faseændringer ses en sammenhæng mellem tilført energi og temperatur som vist på Figur 1, der viser opvarmningskurven for 1 kg vand fra is ved -20 °C til vanddamp ved 120 °C.



Figur 1: Opvarmningskurve for 1 kg vand fra -20 °C til 120 °C

**Materialer og opstilling**

(Skitse af opstilling)

* Messingbæger (kalorimeter)
* Dyppekoger
* Effektmåler
* Stativ
* Vægt
* Stopur

**Fremgangsmåde**

1. Kalorimeteret anbringes på vægten, som nulstilles.
2. Ca. 300 g vand afmåles i kalorimeteret.
3. Dyppekogeren sættes fast i et stativ og forbindes til effektmåleren, hvorefter dyppekogeren nedsænkes i vandet. OBS: Sæt ikke stikket i stikkontakten, før dyppekogeren er helt nedsænket i vandet!
4. Vandet bringes i kog, stopuret startes, og massen *m0* aflæses. Dyppekogerens effekt aflæses.
5. Massen af vandet aflæses med 30 sekunders mellemrum i nogle minutter.
6. Dyppekogeren slukkes og fjernes fra vandet. Pas på! Dyppekoger og messingbæger er meget varme.

**Måleresultater**

Dyppekogerens effekt $P= $

Masse af vand ved starttidspunkt $m\_{0}= $

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| $$Δt (s)$$ | $$m (kg)$$ | $$Δm (kg)$$ |
| 0 |  | 0 |
| 30 |  |  |
| 60 |  |  |
| 90 |  |  |
| 120 |  |  |
| 150 |  |  |
| 180 |  |  |
| 210 |  |  |
| 240 |  |  |
| 270 |  |  |
| 300 |  |  |
| 330 |  |  |
| 360 |  |  |

**Resultatbehandling**

1. Udfyld alle felter i tabellen. Vis ét eksempel på udregning af Δ*m*.
2. Afbild Δ*m* som funktion af Δ*t*.
3. Lav en grafanalyse af den fremstillede graf. Beskriv grafens udseende, angiv sammenhængen mellem Δ*m* og Δ*t* og angiv ligningen for grafen.
4. Bestem vands specifikke fordampningsvarme *Lf* (husk enheder). Benyt ligningen for grafen samt ligning (3).
5. Forklar den fysiske betydning af den specifikke fordampningsvarme.
6. Sammenlign resultatet med tabelværdien $L\_{f,tabel}=2257\frac{kJ}{kg}$ og beregn den procentvise afvigelse.
7. Forklar hvad Figur 1 i teoriafsnittet viser. Hvad fortæller den om faseovergange?

**Diskussion og konklusion**

* Vurder det opnåede resultat på baggrund af resultatbehandlingen.
* Angiv relevante fejlkilder og usikkerheder. Der er især én relativt simpel måling, der kunne gøre resultatet mere præcist. Hvad er det?
* Konkluder hvad eksperimentet har vist.