

FYS2160 - Termodynamikk

Labøvelse 1 - Faseoverganger

Ömer Faruk Öztürk
Stian B. Søisdal
Even Marius Nordhagen

November 3, 2016

1 Hensikt

Hensikten med dette forsøket er at vi skal få en dypere forståelse av hvordan varmekapasiteten til et kalorimeter henger sammen med forskjellige parameter for et varmeelement, og hvordan den spesifikke smeltevarmen igjen henger sammen med denne varmekapasiteten, den spesifikke varmekapasiteten til vann og forskjellige temperaturer (som vi vil gå nærmere inn på senere). Vi skal også bli kjent med Clausius-Clapeyrons likning og ved hjelp av denne beregne vannets fordampningsvarme.

Som indikert ovenfor, består dette forsøket av to delforsøk hvor det første går ut på å beregne smeltevarmen til vann ved hjelp av målinger og matematiske relasjoner. Den andre delen går ut på å beregne vannets fordampningsvarme. Av denne grunn vil alle kategorier være delt inn i to deler som tar for seg de to hoveddelene ved forsøket.

2 Apparat

2.1 Smeltevarme

For å beregne smeltevarme trenger vi følgende apparater

- Kalorimeter
- Strømforsyning

- Amperemeter
- Voltmeter
- Termometer (PASCO, koblet til PC via USB)
- Digitalvekt
- Isblokk i et isvannbad (kar med is og vann)
- Datamaskin med datalogger

2.2 Fordampningsvarme

For å beregne fordampningsvarme trenger vi følgende utstyr

- Kolbe (A)
- Glassrør
- Gummislange
- Buffervolum (B)
- Vannstrålepumpe
- Varmeelement
- Manometer (trykksensor)
- To haner (H_1 og H_2)
- Kokstein

Alle benevninger som står i parantes er knyttet til Figur (1) og er brukt på samme måte som i figuren.

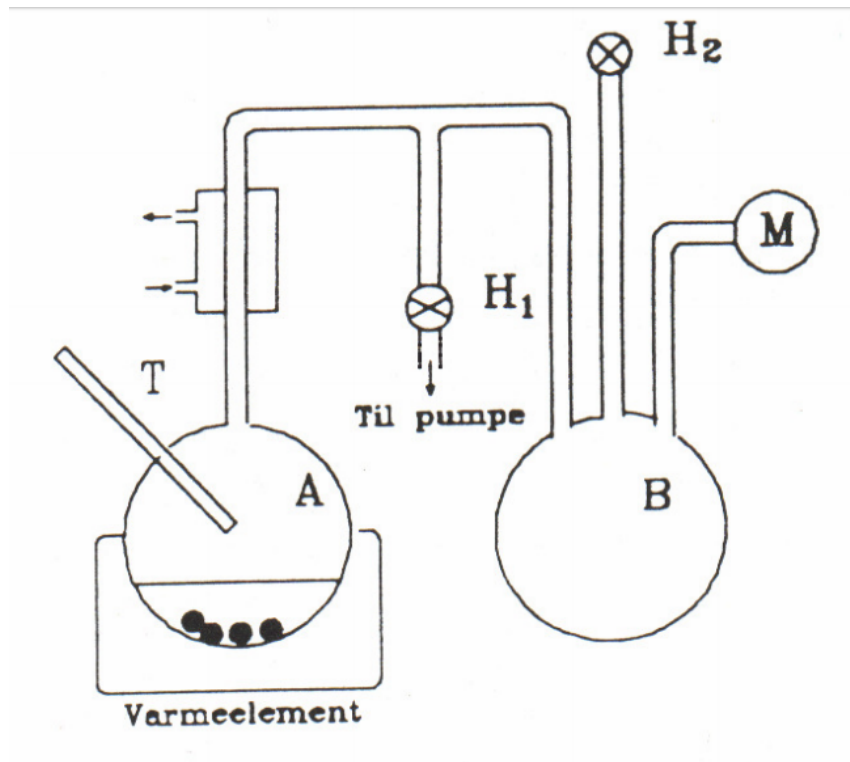


Figure 1: Oppsett for måling av relevante faktorer når man skal beregne fordampningsvarmen til vann.

3 Fremgangsmåte

3.1 Beregning av smeltevarme

Det første vi skal gjøre er å beregne smeltevarmen L_s ved hjelp av formel (1), noe vi trenger parameterene C_0 , C_v , m , T_0 , T_1 og T_2 til.

$$m[L_s + C_v(T_2 - T_0)] = C_0(T_1 - T_2) \quad (1)$$

Massen til isen som blir smeltet i kalorimeteret m , vannets spesifikke varmekapasitet C_v og temperaturen T_0 har vi generelle verdier for, mens de øvrige er vi nødt til å beregne gjennom målinger.

C_0 kan finnes ved formelen

$$C_0\left(\frac{dT}{dt}\right) = U \cdot I \quad (2)$$

hvor vi setter strømmen lik $I = 0.75A$, måler spenningen over varmeelementet med et multimeter og beregner dT/dt ut fra et kalorimeter fylt med 1.25 liter vann med temperatur som øker fra 20°C til 30°C .

Vi er nå klare til å gjøre målinger direkte knyttet til smeltevarmen. Det første vi gjør, er å smelte en isklump i kalorimeteret mens temperaturen logges. Ut fra dette kan vi finne temperaturene T_1 og T_2 .

3.2 Beregning av fordampningsvarme

For å beregne smeltevarmen, må vi bruke Clausius-Clapeyrons likning

$$\ln \frac{P_1}{P_2} = -\frac{L_f}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right) \quad (3)$$

hvor R er konstant, mens L_f er den molare fordampningsvarmen, som vi skal finne. Vi må beregne damptrykkene P_1 og P_2 ved temperaturene T_1 og T_2 , noe som gjøres når systemet er i en stasjonær tilstand, siden metningstrykket over vanndampen (som vi måler) da er likt trykket i vannet. Vi måler temperaturen i vannet.

4 Måledata

Under målingen av smeltevarme var spenningsfallet over varmeelementet konstant på ca ...V. Temperaturøkningen var på 10°C , og det tok ... sekunder å gjennomføre denne endringen.

Vi fant så at temperaturene var

$$T_1 = \dots, \quad T_2 = \dots \quad (4)$$

ved trykkene

$$P_1 = \dots, \quad P_2 = \dots \quad (5)$$

for en isklump som veier ...

5 Resultat

Vi fant at

$$\frac{dT}{dt} = \frac{10^{\circ}\text{C}}{\dots s} = \dots \quad (6)$$

Dette gir kalorimeteret en spesifikk varmekapasitet på:

$$C_0 = U \cdot I \left(\frac{dT}{dt} \right)^{-1} = \quad (7)$$

Vi kan løse Formel (1) med hensyn på den latente varmekapasiteten, og vi får den til å være:

$$L_s = \frac{C_0(T_1 - T_2)}{m} - C_v(T_2 - T_0) = \frac{C_0(T_1 - T_2)}{m} J/kg - 4200(T_2) J/kg = \quad (8)$$

Må forklare formelen ovenfor (Oppgave 3)

Den molare fordampningsvarmen er gitt ved

$$L_f = R \ln \left(\frac{P_1}{P_2} \right) \left(\frac{T_1 T_2}{T_1 - T_2} \right) \quad (9)$$

hvor konstanten $R = k_B N_A$, hvor k_B igjen er Boltzmanns konstant og N_A er Avogadros tall. Vi er ute etter fordampningsvarmen per masse (ikke per mol), og fra en kjemisk tabell over molare masser kan man finne at den molare massen til vann (og is) er $18g/mol$. Fordampningsvarmen per gram er derfor

$$L_f = 18 \cdot 6.022 \cdot 10^{23} \cdot 1.381 \cdot 10^{-23} \ln \left(\frac{P_1}{P_2} \right) \left(\frac{T_1 T_2}{T_1 - T_2} \right) J/g \quad (10)$$

Må svare på spørsmål 6