

# Pràctica 2. Mesura de la calor latent de vaporització de l'aigua

Adrià Vilanova Martínez (T1B)

Tardor 2020

## 1 Objectiu de la pràctica

L'objectiu és mesurar la calor latent de vaporització de l'aigua, és a dir, mesurar l'energia que ha d'absorbir per mol per tal de canviar de fase líquida a gaseosa.

Per realitzar això, un tercer ha realitzat l'experiment descrit a la següent secció, i en aquest informe s'analitzaran les dades recollides (corresponents a la sèrie 3).

## 2 Procediment experimental

El procediment experimental està explicat en detall al Guió de Pràctiques.

En resum, l'experiment consisteix en el següent: una resistència dissipa calor per l'efecte Joule. Tot i que part d'aquesta calor es perd, l'altra part s'absorbeix per l'aigua, fet que fa que s'evapori. El vapor es desplaça fins a un tub condensador, fet que fa que es condensi i es reculli en un matràs. A partir de la massa d'aigua que ha caigut al matràs, es pot saber la quantitat d'aigua que s'ha evaporat (que s'aproximarà que és la mateixa).

## 3 Desenvolupament

A partir de les dades subministrades (taula 2), es pot calcular la potència dissipada per la resistència  $P$  i aproximar la velocitat d'evaporació de massa  $\dot{m}(t)$ . Això es fa mitjançant les següents expressions:

$$\begin{cases} P = VI \\ \dot{m}(t) = \frac{dm}{dt} \approx \frac{\Delta m}{\Delta t} \end{cases} \quad (1)$$

on  $V$  i  $I$  són el voltatge i intensitat mesurats i  $\Delta m$  és la variació de massa en el matràs durant un interval de temps  $\Delta t$  donat.

Segons les dades subministrades, les incerteses en les dades són les següents:

$$\begin{cases} \delta V = 0.1 \text{ V} \\ \delta I = 0.01 \text{ A} \\ \delta m = 0.01 \text{ g} \end{cases} \quad (2)$$

En el cas del temps s'ha pres la incertesa  $\delta(\Delta t) = 1 \text{ s}$ , ja que a les dades no s'ha especificat explícitament cap valor de la incertesa. Aquest valor és la incertesa implícita associada a les dades, donat que la resolució és com a màxim d'un segon.

A partir de les expressions de (1), es poden determinar les incerteses de  $P$  i  $\dot{m}(t)$ :

$$\begin{cases} \varepsilon_P = \varepsilon_V + \varepsilon_I \implies \delta P = |P|(\varepsilon_V + \varepsilon_I) \\ \varepsilon_{\dot{m}} = \varepsilon_{\Delta m} + \varepsilon_{\Delta t} \implies \delta \dot{m} = |\dot{m}|(\varepsilon_{\Delta m} + \varepsilon_{\Delta t}) \end{cases} \quad (3)$$

on  $\varepsilon_f$  és la incertesa relativa del valor  $f$ .

Es calcula  $\Delta m$  com la diferència entre la massa final al matràs i la inicial (que són les mesures que s'han enregistrat), així que es considera la incertesa de  $\Delta m$  com  $\delta(\Delta m) = 2 \cdot \delta m$ .

Les dades originals i els valors processats són, doncs, les següents:

Mesura	$V$ (V)	$I$ (A)	Massa acumulada $m_a$ (g)	$\Delta t$ (s)
1	133.1	2.58	12.22	111
2	122.3	2.29	21.79	111
3	121.9	2.28	34.62	149
4	104.6	1.94	45.20	200
5	89.1	1.66	51.96	241
6	75.3	1.40	57.86	603
7	61.7	1.13	57.91	900

**Taula 1:** Dades subministrades.

Mesura	$\Delta m$ (g)	$\delta(\Delta m)$ (g)	$P$ (W)	$\delta P$ (W)	$\dot{m}$ (g s <sup>-1</sup> )	$\delta \dot{m}$ (g s <sup>-1</sup> )
1	12.22	0.02	343.4	1.6	0.1101	0.0012
2	9.57	0.02	280.1	1.5	0.0862	0.0010
3	12.83	0.02	277.9	1.4	0.0861	0.0007
4	10.58	0.02	202.9	1.2	0.0529	0.0003
5	6.76	0.02	147.9	1.1	0.0281	0.0002
6	5.90	0.02	105.4	0.9	0.00978	0.00004
7	0.05	0.02	69.7	0.7	0.00006	0.00002

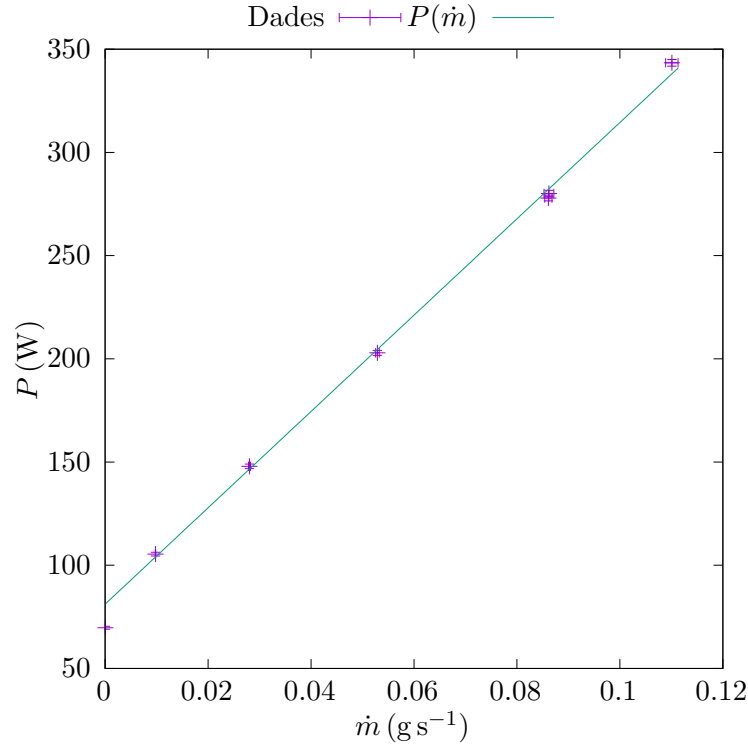
**Taula 2:** Valors processats.

Seguint el desenvolupament teòric del Guió de Pràctiques, s'arriba a la següent relació:

$$P = \dot{m}L + \dot{Q} \quad (4)$$

on  $\dot{Q}$  són les pèrdues de calor per unitat de temps.

Aleshores, es pot fer una regressió lineal de (4) per obtenir el valor de  $L$ .



**Figura 1:** Gràfica de les dades amb la regressió lineal. A l'hora de fer la regressió lineal s'ha ignorat la mesura 7, donat que és un outlier.

El valor de  $L$  obtingut, amb la incertesa estadística calculada pel gnuplot, és:

$$L = (2330 \pm 40) \text{ J g}^{-1} \quad (5)$$

## 4 Conclusió

S'ha obtingut el valor de la calor latent de vaporització de l'aigua com  $L = (2330 \pm 40) \text{ J g}^{-1}$ . Segons (Cox, J. D. et al.) aquest valor és de  $2257 \text{ J g}^{-1}$ , que entra dins de dues vegades l'interval de confiança del valor experimental trobat. Així doncs, ambdues mesures són compatibles.

## 5 Bibliografia

(Cox, J. D. et al.): Cox, J. D., Wagman, D. D., and Medvedev, V. A., *CODATA Key Values for Thermodynamics*, Hemisphere Publishing Corp., New York, 1989.