

Pràctica 3. Equivalent mecànic de la calor

Adrià Vilanova Martínez (T1B)

Tardor 2020

1 Objectiu de la pràctica

L'objectiu de la pràctica és comprovar l'equivalència entre el treball mecànic i la calor. Això es fa analitzant les dades que resulten de realitzar l'experiment 3 descrit a la guia de les pràctiques de Termodinàmica.

2 Gràfiques de les dades

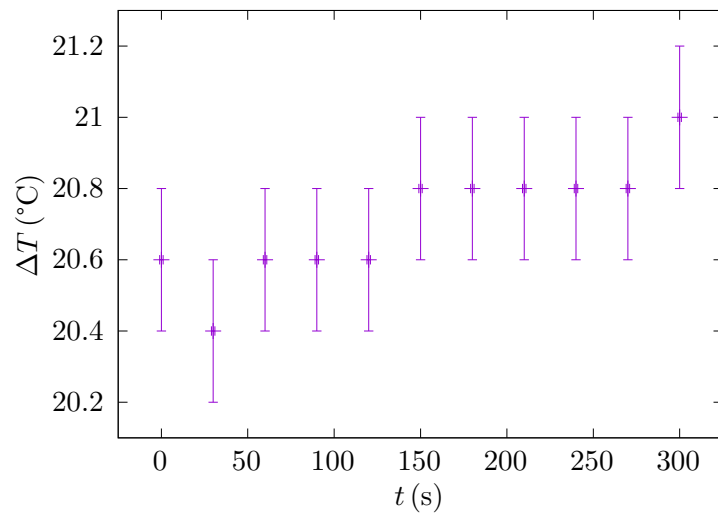


Figura 1: Gràfica que mostra l'evolució de la temperatura durant 300 segons al laboratori abans de començar l'experiment.

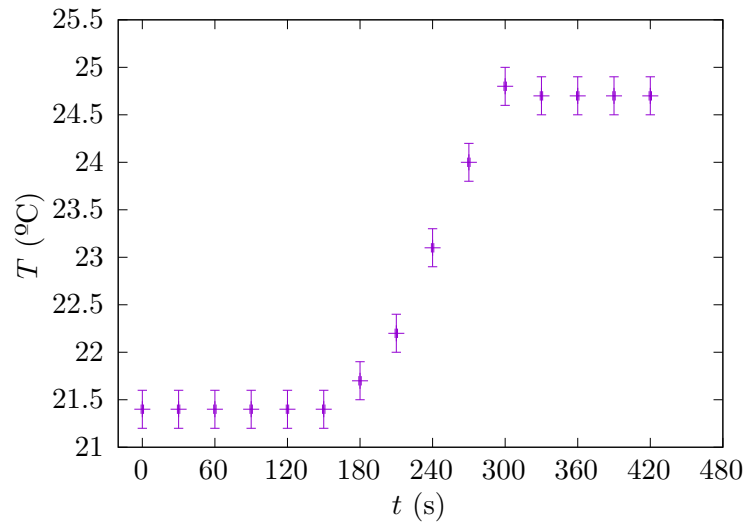


Figura 2: Gràfica que mostra l'evolució de la temperatura abans, durant i després de la realització n° 1 de l'experiment quan la massa que penja és de $M = 5\text{ kg}$ i es gira la maneta uniformement 200 cops durant $t = 264\text{ s}$.

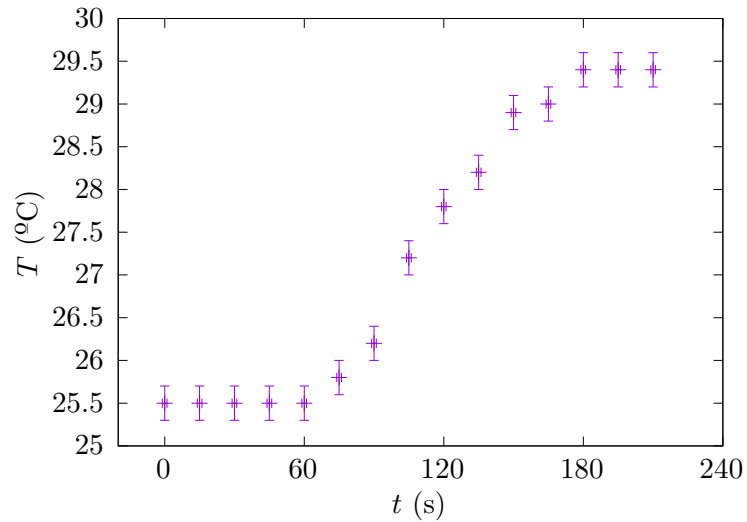


Figura 3: Gràfica que mostra l'evolució de la temperatura abans, durant i després de la realització n° 2 de l'experiment quan la massa que penja és de $M = 5\text{ kg}$ i es gira la maneta uniformement 200 cops durant $t = 68\text{ s}$.

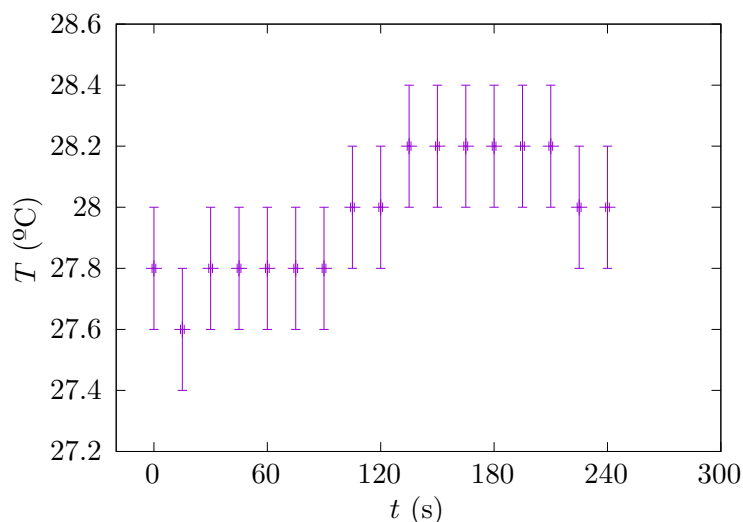


Figura 4: Gràfica que mostra l'evolució de la temperatura abans, durant i després de la realització n^o 3 de l'experiment quan la massa que penja és de $M = 1$ kg i es gira la maneta uniformement 200 cops durant $t = 106$ s.

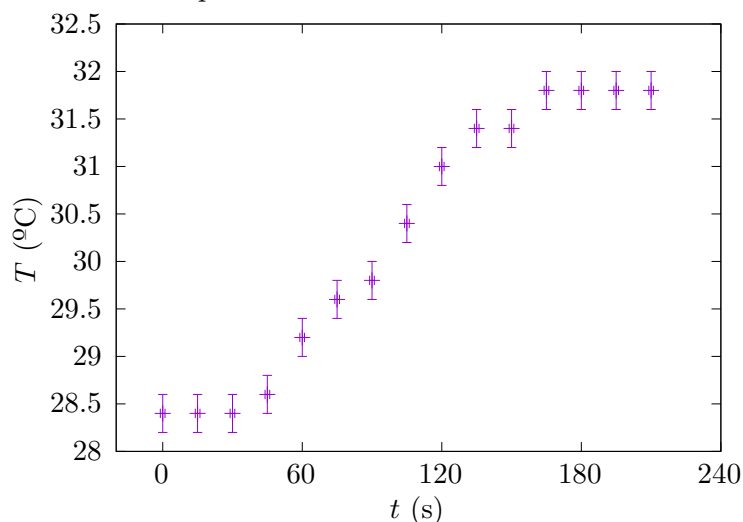


Figura 5: Gràfica que mostra l'evolució de la temperatura abans, durant i després de la realització n^o 4 de l'experiment quan la massa que penja és de $M = 5$ kg i es gira la maneta uniformement 200 cops durant $t = 84$ s.

3 Obtenció del calor específic del cilindre

Per tal de trobar el calor específic del cilindre de llautó es calcula el calor que el treball mecànic de la força de fregament hauria transferit a la barra per tal que s'escalfi. Això es fa a partir de la següent fórmula:

$$W = 2\pi r n F_R$$

on $2\pi r$ és el perímetre d'una secció transversal del cilindre, $n = 200$ és el nombre de girs complets que fa el cilindre, i F_R és la força de fregament, que es pot calcular com

$$F_R = F_G - F_D$$

on $F_G = Mg$ és el pes del bloc lligat al final de la cinta.

Aleshores, a partir d'aquests valors i la diferència de temperatures inicial i final, ΔT , es calcula la capacitat calorífica total:

$$C_{tot} = \frac{2\pi r n (Mg - F_D)}{\Delta T} \implies Mg - F_D = \frac{C_{tot}}{K} \Delta T$$

on $K = 2\pi r n$.

Fent una regressió lineal de la relació entre $Mg - F_D$ i ΔT es pot estimar el valor de $\frac{C_{tot}}{K}$.

i	M_i (kg)	F_{D_i} (N)	$M_i g - F_{D_i}$ (N)	ΔT_i (°C)
1	5	17	32	3.3
2	5	15	35	3.9
3	1	3	7	0.2
4	5	12	37	3.4

Taula 1: Valors obtinguts cada vegada que s'ha executat l'experiment.

S'ha suposat que la incertesa en M_i és menyspreable, que l'incertesa de les F_D és de 2 N i que la incertesa de les ΔT és de $2 \cdot 0.2 = 0.4$ °C.

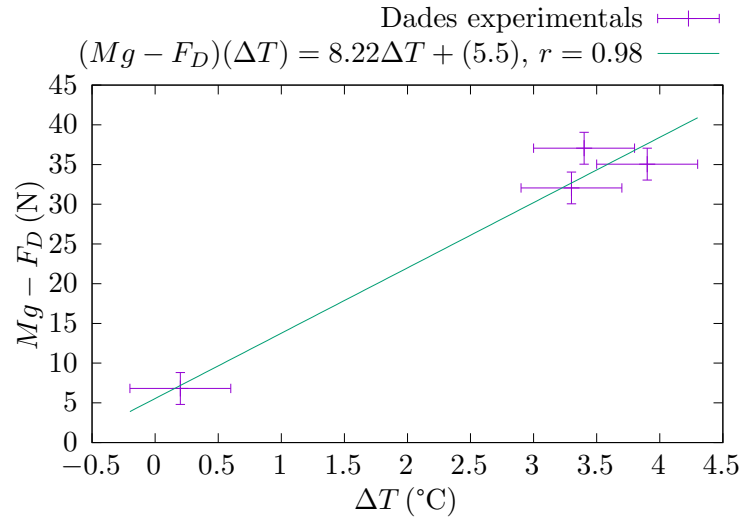


Figura 6: Gràfica que mostra la regressió lineal.

Així doncs, $C_{tot} \approx K \cdot 8.2 \approx 232.4 \text{ J } ^\circ\text{C}^{-1} = 232.4 \text{ J K}^{-1}$.

Un cop calculada l'aproximació de la capacitat calorífica total del cilindre, s'ha de treure la contribució de la cinta i el termòmetre, que s'estima és $C' = 8 \text{ J K}^{-1}$. Aleshores, la capacitat calorífica del cilindre serà:

$$c = \frac{1}{m} (C_{tot} - C') \approx 400 \text{ J K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$$

on $m = 0.63 \text{ kg}$ és la massa del cilindre.

Segons el fit que fa gnuplot, la incertesa de $\frac{C_{tot}}{K}$ és de 1 J K^{-2} , i per tant la incertesa de c és de $1 \cdot \frac{K}{m} \approx 40 \text{ J K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$.

4 Conclusió

A partir d'una regressió lineal ben ajustada ($r = 0.98$) s'ha determinat que existeix la capacitat calorífica del cilindre de llautó: $c_{exp} = (400 \pm 40) \text{ J K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$.

Segons (Tipler, 1999) la capacitat calorífica del llautó és de $c = 386 \text{ J K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$, que cau dins de l'interval de confiança del valor que s'ha obtingut experimentalment, així que ambdós valors són compatibles.

5 Bibliografia

(Tipler, 1999): Tipler, Paul A. *Physics for Scientists and Engineers, 4th ed.*, W.H. Freeman, 1999.