

AL 3.4 — Capacidade térmica mássica de um material e entalpia mássica de fusão do gelo

10.º Ano

Física e Química A

3 páginas

Atividade laboratorial

Objetivo: Determinar experimentalmente a capacidade térmica mássica de um metal (calorimetria elétrica) e a entalpia mássica de fusão do gelo (método das misturas), comparando os valores obtidos com os de referência e quantificando os desvios.

Material e reagentes

- Bloco de alumínio de massa conhecida ($m \approx 0,500 \text{ kg}$) com furo para termómetro
- Resistor de aquecimento ($12 \text{ V} \cdot 0,5 \text{ A}$) ligado a fonte de 12 V e cronómetro
- Termómetro (-10 a $110 \text{ }^\circ\text{C}$, divisão $0,5 \text{ }^\circ\text{C}$), isolante térmico (espuma) e recipiente
- Gelo picado a $0 \text{ }^\circ\text{C}$ (secar com papel) e balança ($0,1 \text{ g}$)
- Água destilada, dois recipientes de isolante (calorímetros improvisados) e agitador

Normas de segurança

- O resistor de aquecimento pode queimar a pele — manter fora de alcance e desligar antes de tocar.
- Gelo recém-saído do congelador: manusear com pano; não deixar a pele húmida em contacto prolongado.
- Termómetro de vidro: nunca flamejar nem deixar apoiado a escorrer.
- Recipientes cheios a caminho da bancada: transportar com as duas mãos, na base.

Cuidado experimental: para a parte (b), o gelo tem de estar *exatamente* a $0 \text{ }^\circ\text{C}$ (retirado do congelador e escorrido) — se estiver abaixo de 0 , o calor serve primeiro para o aquecer e o λ resultante fica subestimado. E o calorímetro tem de estar isolado: toda a perda de calor ao ar envenena a medição.

Procedimento

(A) Capacidade térmica mássica do alumínio (calorimetria elétrica)

1. Medir a massa do bloco; registar a temperatura inicial.
2. Ligar o resistor ($12,0 \text{ V} \cdot 0,50 \text{ A}$) durante **300 s** com o bloco em contacto.
3. Registrar a temperatura final e calcular ΔT .
4. Calcular $Q = U \cdot i \cdot t$ e $c = Q / (m \cdot \Delta T)$.

(B) Entalpia mássica de fusão do gelo (método das misturas)

5. Pesar $0,250 \text{ kg}$ de água a $40,0 \text{ }^\circ\text{C}$ e $0,200 \text{ kg}$ de gelo picado a $0 \text{ }^\circ\text{C}$.
6. Juntar o gelo à água no calorímetro isolado, agitar e esperar o equilíbrio ($T_{\text{final}} \approx 0 \text{ }^\circ\text{C}$ com gelo restante).
7. Pesar o recipiente para determinar o gelo que **não** derreteu (massa restante).
8. Calcular o gelo derretido e $\lambda = m_{\text{água}} \cdot c \cdot (T_i - T_f) / m_{\text{derretido}}$.

Registo de dados

Tabela 1 — Calorimetria elétrica (alumínio)

Grandeza	Valor
Massa do bloco	0,500 kg
Tensão / corrente / tempo	12,0 V · 0,50 A · 300 s
T inicial → T final	20,0 °C → 60,0 °C (ΔT = 40,0 K)

Tabela 2 — Método das misturas (gelo)

Grandeza	Valor
Água: massa e T inicial	0,250 kg · 40,0 °C
Gelo inicial (a 0 °C)	0,200 kg
T final	0,0 °C (com gelo restante)
Gelo restante (pesagem final)	0,075 kg
Gelo derretido	 kg

Tratamento de resultados

(A) Capacidade térmica mássica do alumínio:

$$Q = U \cdot i \cdot t = 12,0 \times 0,50 \times 300 = 18\,000\text{ J}$$
$$c = Q / (m \cdot \Delta T) = 18\,000 / (0,500 \times 40,0) = 900\text{ J/(kg}\cdot\text{K)} \text{ (referência: } 900 \text{ ✓)}$$

(B) Entalpia mássica de fusão do gelo: gelo derretido = 0,200 – 0,075 = 0,125 kg.

$$Q_{\text{água}} = 0,250 \times 4180 \times (40,0 - 0) = 41\,800\text{ J}$$
$$\lambda = 41\,800 / 0,125 = 334\,400\text{ J/kg} = 334,4\text{ kJ/kg} \text{ (referência: } 334 \rightarrow \text{desvio } +0,12\text{ \%)}$$

Coerência: a água perdeu 41 800 J e o gelo consumiu exatamente 41 800 J para derreter 0,125 kg — o balanço $Q_{\text{perdido}} = Q_{\text{ganho}}$ fecha com $T_f = 0\text{ °C}$.

Análise e conclusão

- 1. Porque é que a parte (A) assume $Q_{\text{elétrico}} = Q_{\text{bloco}}$? Que perdas desviam o cálculo e em que sentido?
- 2. O valor de c obtido é de alumínio ($900 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$) — como saberias, só com o resultado, que o material não é cobre ou ferro?
- 3. Porque é que na parte (B) a temperatura final fica em 0°C em vez de algum valor intermédio?
- 4. O que aconteceria ao λ calculado se o gelo estivesse a -10°C ? E se o calorímetro não estivesse isolado?
- 5. Explica a diferença de escala entre c (centenas de $\text{J/(kg}\cdot\text{K)}$) e λ (centenas de kJ/kg) — o que é que a fusão «quebra» que o aquecimento não quebra?
- 6. Comunica os dois resultados com desvios e avalia se o método é adequado (precisão suficiente para a referência).

Leitura dos resultados: $c = 900 \text{ J/(kg}\cdot\text{K)}$ exato e $\lambda = 334,4 \text{ kJ/kg}$ (+0,12 %) mostram que os métodos funcionam — mas nota as sensibilidades: Q perdido ao ar **subestima** c (menos ΔT por J) e gelo sub-resfriado **subestima** λ . Sempre que dois métodos dão λ diferentes, a causa está nas perdas, não na fórmula.

Fontes de erro sistemático

Falha experimental	Efeito no resultado	Melhoria
Perdas de calor ao ar (parte A)	ΔT menor $\rightarrow c$ subestimado	isolar o bloco; registar T por vídeo
Contato ruim resistor–bloco	parte de Q não chega ao bloco $\rightarrow c$ subestimado	apertar o contato; pasta térmica
Gelo abaixo de 0°C	λ subestimado (calor gasto a aquecer o gelo)	gelo a 0°C , escorrido, uso imediato
Calorímetro não isolado	balanço Q perde/ganha incompleto $\rightarrow \lambda$ desviado em qualquer sentido	dupla parede; tampa; agitar
Termómetro com paralaxe	ΔT errado nos dois sentidos	linha de visão perpendicular

Ligação à ficha de teoria: esta atividade executa as fórmulas $Q = m\cdot c\cdot\Delta T$ e $Q = m\cdot\lambda$ da ficha «Capacidade Térmica Mássica e Transições de Fase» — aqui medem-se os dois coeficientes em vez de os fornecer.