

Determinação dos calores específicos do cobre (Cu), chumbo (Pb) e vidro utilizando um calorímetro

TEORIA

A quantidade de calor Q que é absorvida ou libertada, quando um corpo é aquecido ou arrefecido, é proporcional à variação de temperatura ΔT e à sua massa m .

$$Q = c m \Delta T \quad (1)$$

O factor de proporcionalidade c , designado por calor específico do corpo, é uma quantidade que depende do material. Nesta experiência vai ser determinado o calor específico de vários sólidos (cobre, chumbo, vidro). Em cada caso a massa do corpo é determinada (m_1), o corpo é aquecido com vapor de água até à temperatura $T_1 = 100^\circ\text{C}$ e depois colocado num recipiente termos com água (massa m_2 , água que se encontra a uma temperatura inicial T_2). Após ser atingido o equilíbrio térmico (com agitação mecânica) o corpo e a água atingem uma temperatura de equilíbrio T_m por transferência de calor. A quantidade de calor libertada pelo corpo quente:

$$Q_1 = c_1 m_1 (T_1 - T_m) \quad (2)$$

é igual à quantidade de calor absorvida pela água

$$Q_2 = c_2 m_2 (T_m - T_2) \quad (3)$$

onde c_2 e m_2 são respectivamente o calor específico da água ($c_2 = 4,186 \text{ kJ}/(\text{kg } ^\circ\text{C})$) e a sua massa. A Fig.1 representa esquematicamente o corpo quente à temperatura T_1 , a ser lançado no calorímetro com água à temperatura T_2 . Após se atingir o equilíbrio, a temperatura final é T_m .

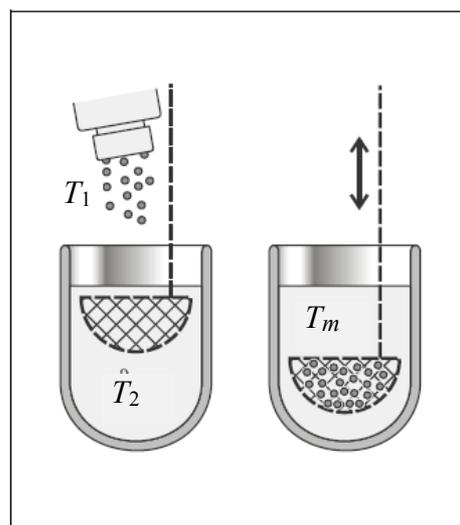


Fig.1: Esquema de lançamento do corpo quente no calorímetro.

Podemos assim determinar o valor do calor específico do material, c_1 :

$$c_1 = c_2 \frac{m_2}{m_1} \left(\frac{T_m - T_2}{T_1 - T_m} \right) \quad (4)$$

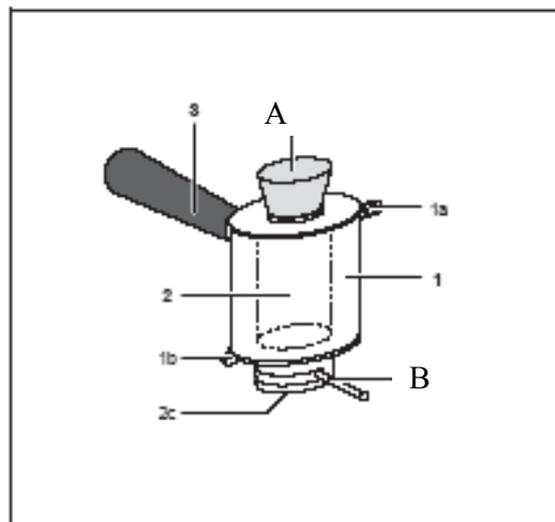
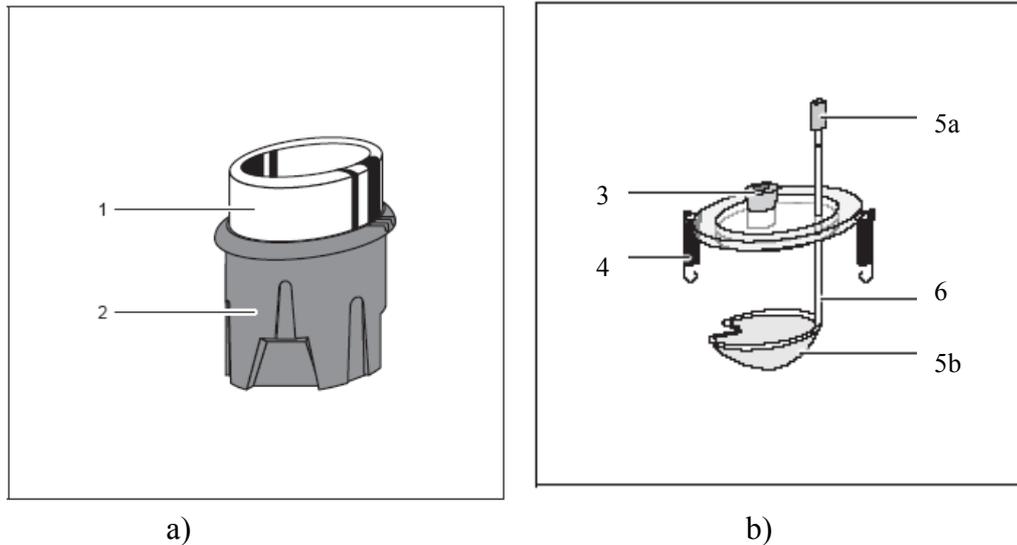
Na realidade, o termos (o calorímetro) também absorve algum do calor libertado pelo corpo quente. Nesta experiência, consideramos que o calor absorvido pelo calorímetro é equivalente ao calor absorvido por uma massa de água m_{equi} . Assim a expressão (3) altera-se para

$$Q_2 = c_2 (m_1 + m_{equi}) (T_m - T_2) \quad (5)$$

e a expressão (4) altera-se para:

$$c_1 = c_2 \frac{m_2 + m_{equi}}{m_1} \cdot \left(\frac{T_m - T_2}{T_1 - T_m} \right)$$

onde $c_2 = 4,186 \text{ kJ}/(\text{kg } ^\circ\text{C})$ e $m_{equi} = 0,024\text{kg}$ (6)

MÉTODO EXPERIMENTAL**1- EQUIPAMENTO:****I- Calorímetro (termos)**

- II- Termómetro (menor divisão da escala 0,2°C)
- III- Balança
- IV- Gerador de vapor
- V- Cobre (mini lingotes), chumbo (esferas) e vidro (esferas)
- VI- Luvas de protecção térmica.

2- PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL:

Monte a experiência tal como é indicado na Fig.5.

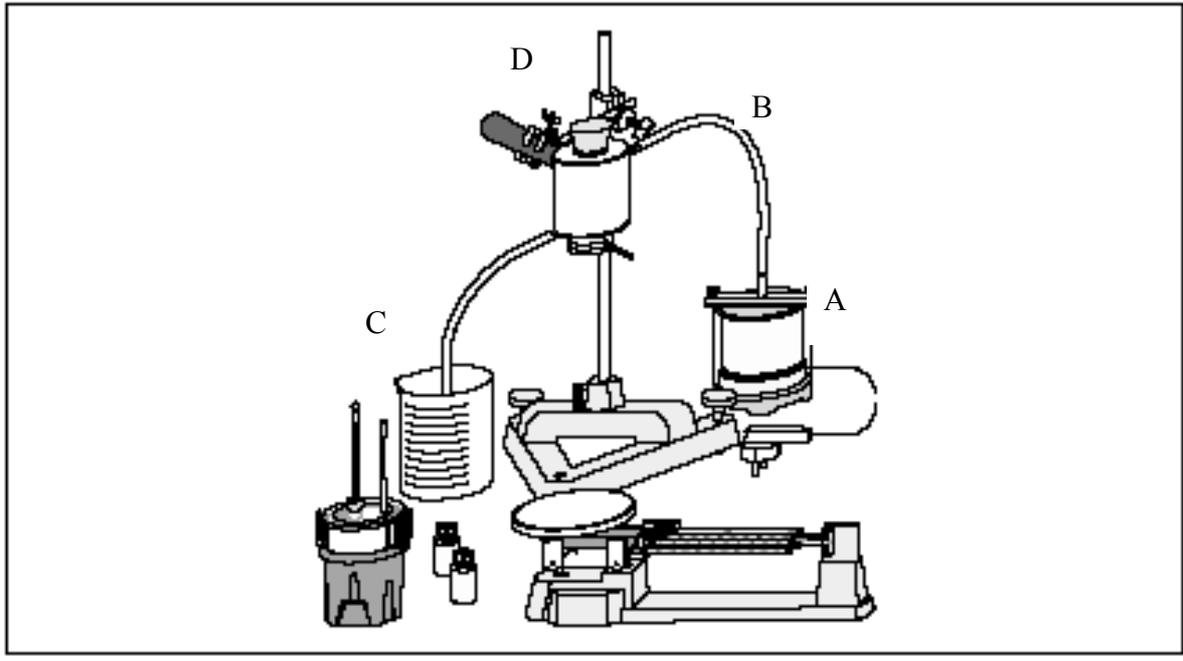


Fig.5: Esquema da montagem do calorímetro.

1- Encha de água o recipiente do gerador de vapor (A na Fig.5)

2- Ligue os tubos do recipiente de aquecimento (B na Fig.5) e recipiente de vidro (C na Fig.5).

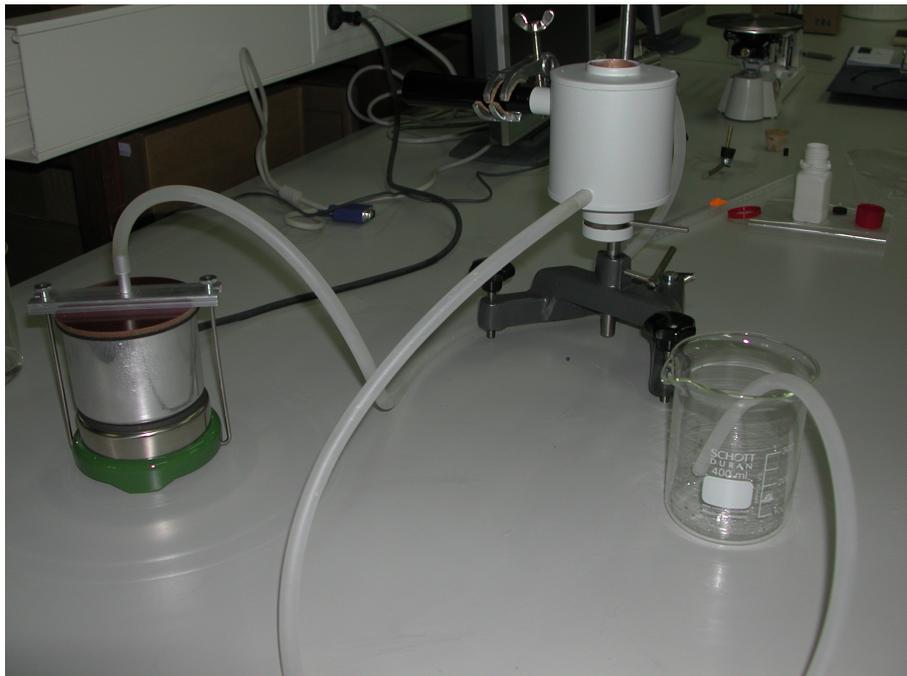


Fig.6: Montagem do calorímetro.

3- Encha o recipiente (D na Fig5) com o material cujo calor específico c_1 pretende determinar e tape com a rolha.

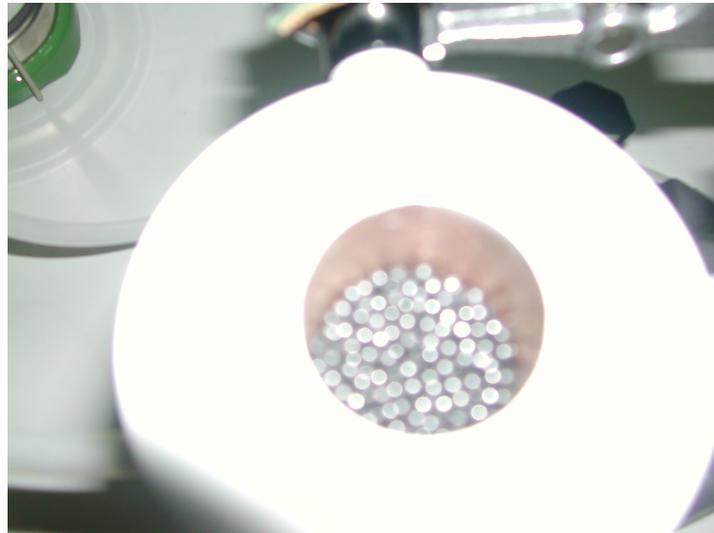


Fig. 7: Aspecto do forno de aquecimento com as esferas de vidro no interior.

- 4- Ligue o disco de aquecimento (tenha atenção para que o tubo de libertação do vapor não saia do recipiente de vidro). Para que o corpo a analisar atinja a temperatura do vapor de água em ebulição ($T_1=100^\circ\text{C}$) espere 10 a 15 min (20 min no caso do vidro).
- 5- Neste intervalo de tempo meça a massa do calorímetro vazio, m_c , utilizando a balança.
- 6- Coloque de seguida cerca de 180 a 200 ml de água no calorímetro e meça a massa total ($m_c + m_2$; **sem tampa**). Determine a massa de água no calorímetro, m_2 .
- 7- Introduza o termómetro na tampa do calorímetro e meça a temperatura inicial da água (T_2).
- 8- Ao fim de 15 a 20 min de aquecimento, coloque o calorímetro com a rede por baixo da saída do recipiente de aquecimento para receber o corpo a analisar (mas sem a tampa). Abra a porta inferior do recipiente de aquecimento, deixando cair os pedaços de Cu (Pb, vidro) até encher a rede de recolha. De imediato, coloque a tampa no calorímetro e o termómetro.
- 9- Desligue o prato de aquecimento.
- 10- Vá deslocando para baixo e para cima o corpo quente no calorímetro, de modo a homogeneizar a temperatura da mistura. Vá observando a subida da temperatura da mistura até atingir a temperatura máxima T_m .



Fig. 8: Aspecto do calorímetro completo, com água e as esferas de chumbo.

- 11- Tire a tampa do calorímetro e meça a sua massa total na balança ($m_c + m_2 + m_1$) (balança). Determine a massa do material que caiu na água, m_1 .



Fig. 9: Aspecto da balança numa operação de pesagem do calorímetro com água e o material.

12- Preencha a tabela na ficha de laboratório e calcule a partir da expressão (6) o calor específico c_1 .

13- Repita os passos 1 a 12 para determinar os calores específicos dos outros materiais.

ATENÇÃO: a manipulação do gerador de vapor requer cuidado (utilize as luvas térmicas), e **não deixe esgotar a água** no gerador de vapor com o prato ligado. Mantenha o tubo de saída do vapor seguro ao recipiente de vidro e este sempre com água. **NÃO SE QUEIME.**

NOTA - Os valores c^* representam valores de referência obtidos na literatura para os calores específicos dos materiais a estudar:

	$c^*(\text{kJ}/(\text{kg}^\circ\text{C}))$
Cu	0,385
Pb	0,1295
vidro	0,746

Baseado em Paulo J.P. Freitas
29 de Setembro de 2005

M.R. Silva, L.L. Alves
Março 2010