

Calor Específico

1. Introdução

Nesta experiência, serão estudados os efeitos do calor sobre os corpos, e a relação entre quantidade de calor, variação da temperatura e calor específico.

Vamos supor que tenhamos certa quantidade de massa m de um material com calor específico igual a c . Para a sua temperatura sofrer uma variação de ΔT , a quantidade de calor necessária será:

$$Q = mc\Delta T \quad (1)$$

Vamos supor que um experimento realizado em um recipiente que não seja adiabático, por exemplo, um simples béquer que facilmente perde calor para o meio ambiente [1]. Se nesse béquer for colocada certa quantidade de água aquecida, com o passar do tempo a sua temperatura vai decrescer, pois passará a existir uma perda para o ambiente (Parte I). Se, além disso, durante este resfriamento, um pedaço de metal com temperatura inferior a água foi introduzido nela, a água perderá calor também para o metal (Parte II), o que corresponde a uma perda no interior do sistema. Após estabelecer um equilíbrio termodinâmico, o sistema (água + metal) continua a perder calor para a vizinhança (Parte III). A Parte III mostra a mesma taxa de transferência de calor apresentada na Parte I. A Figura 1 apresenta o resultado da variação da temperatura em função do tempo para um bloco de alumínio imerso em água previamente aquecida [1].

Na Parte I, o sistema (S) é composto apenas da água (A). Pode-se, então, dizer que a perda de calor do sistema para vizinhança (V) ($\Delta Q_{S \rightarrow V}$) é dada por:

$$\Delta Q_{S \rightarrow V} = \Delta Q_{A \rightarrow V} \quad (2)$$

Para tanto, foi desprezada a interferência do recipiente (béquer), já que a capacidade térmica dele é muito menor do que a da água.

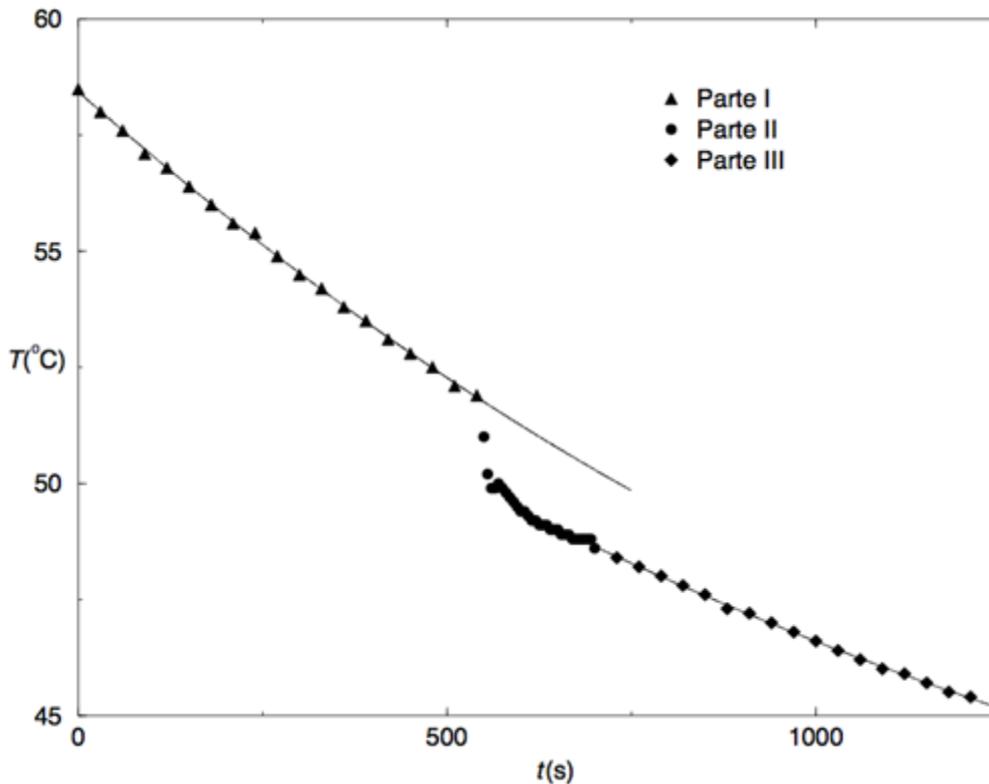


Figura 1. Resultado experimental para um bloco de alumínio que foi imerso na água aquecida. Parte I corresponde à transferência de calor da água para vizinhança, a Parte II a transferência de calor da água para o bloco de alumínio e a Parte III corresponde à transferência de calor da água + alumínio para o meio ambiente [1].

Durante a Parte II, há troca de calor entre a água (A) e o metal (M) e também a transferência de calor do sistema para vizinhança que continua existindo. Então:

$$\Delta Q'_{S \rightarrow V} = \Delta Q'_{A \rightarrow V} + \Delta Q_{A \rightarrow M} + \Delta Q_{M \rightarrow A} \quad (3)$$

Desde que a massa de água seja suficientemente grande para encobrir totalmente a massa metálica, é possível supor que a perda calor do sistema para o ambiente tenha variação mínima quando o metal foi imerso na água, e que, portanto, a transferência de calor e a taxa em relação tempo com que ela evolui são quase idênticas com ou sem a presença do metal. Assim, têm-se:

$$\Delta Q_{S \rightarrow V} = \Delta Q'_{S \rightarrow V} \quad (4)$$

$$\Delta Q_{A \rightarrow V} = \Delta Q'_{A \rightarrow V} \quad (5)$$

Então, considerando a Equação 2, a Equação 5 pode ser reescrita como:

$$0 = \Delta Q_{A \rightarrow M} + \Delta Q_{M \rightarrow A} \quad (6)$$

Usando a definição expressa pela Equação 1, o calor específico do metal é dado por:

$$c_M = - \frac{m_A c_A (T_{fS} - T_{iS})}{m_M (T_{fM} - T_{iM})} \quad (7)$$

onde c_A é o calor específico da água.

2. Objetivos

O objetivo desta experiência será determinar o calor específico de uma peça metálica.

3. Materiais e Métodos

Os materiais necessários para realização deste experimento são:

- Béquero
- Aquecedor
- Termômetro digital
- Cronômetro
- Balança
- Água
- Peça metálica

Roteiro Experimental:

- i. Rodar o programa Calorimetria-DFI;
- ii. Verificar a “COM” que está sendo utilizada;
- iii. Conectar a interface;

- iv. Clicar na nova “COM” que aparecer. Caso não apareça uma nova, clique na mesma “COM” do item 2;
- v. Clicar em “On”. O sistema vai medir a temperatura atual, que deve ser considerada com apenas o décimo do grau, visto que a incerteza informada pelo fabricante do termômetro é de $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- vi. Meça a temperatura ambiente a massa do metal (m_M) e a sua temperatura inicial (T_{iM}) com as respectivas incertezas. Para medir a temperatura, coloque o metal dentro de um béquer com água e introduza o termômetro na água, espere até a temperatura estabilizar e anote o valor;
- vii. Meça uma quantidade de água (m_A) com sua incerteza, em temperatura ambiente, de maneira que $m_M/m_A \cong 0,3$, e coloque-a em um béquer;
- viii. Coloque o béquer + água sobre o aquecedor e introduza o sensor de temperatura dentro da água, posicionando-o no centro do béquer. Cuidado para não deixar os fios do aquecedor e do termômetro entrarem em contato com a chapa quente;
- ix. Aqueça a água até aproximadamente a $55\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- x. **Desligue o aquecedor**, coloque o béquer sobre a bancada em uma placa de madeira e mexa a água com o próprio termômetro para uniformizar a temperatura da água;
- xi. Posicione o termômetro à meia-altura no béquer, em uma posição que permita introduzir a peça metálica e que não esteja em contato com a superfície do béquer, conforme a Figura 2. Para começar a medir (sem colocar a peça metálica), aperte o botão RESET na interface para zerar o tempo e clique no ícone que aparece a temperatura. Meça por um período de 4 minutos;
- xii. Após este período, a peça metálica deve ser imersa rapidamente na água, e a temperatura deve continuar a ser medida, sem que haja interrupção, por mais 4 minutos. É importante garantir que a peça metálica imersa não fique em contato com a superfície do béquer, que esteja completamente submersa e com seu centro a mesma altura do termômetro;
- xiii. Finalize a medida clicando em “Off” e depois em Salvar.

Observação: A partir do início das medidas de temperatura, no passo “vi”, e principalmente no instante de imersão da peça metálica, o grupo precisará conduzir o experimento com muita agilidade e precisão de movimentos. Por isso, é recomendável que os passos sejam simulados antes do aquecimento da água. Como o processo de aquecimento e resfriamento da água não é rápido, na maioria das vezes, não há tempo suficiente para repetir o experimento.

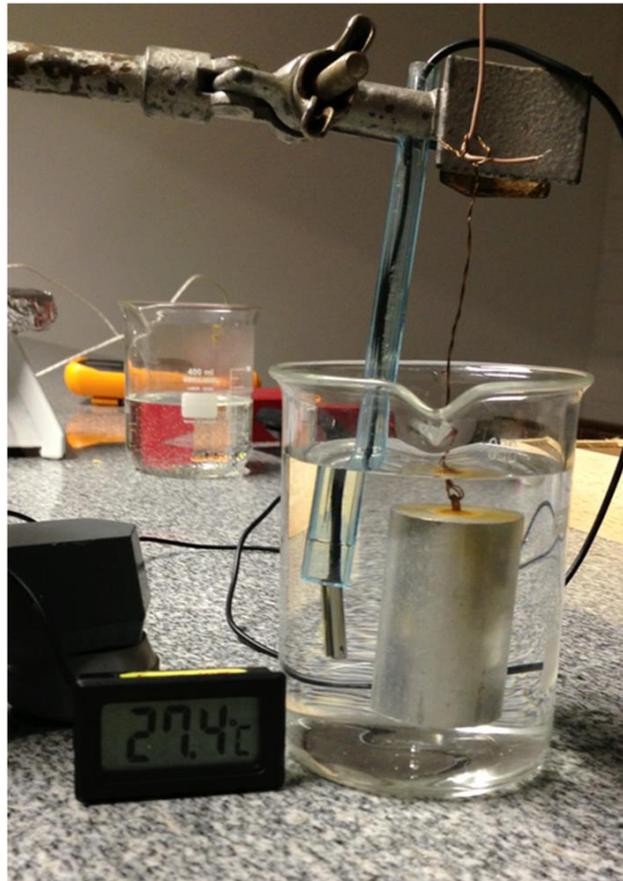


Figura 2. Visão geral do sistema mostrando a posição do termômetro e da peça metálica.

4. Tabela de Dados

Com os exemplos de tabela de dados apresentados nas aulas anteriores, monte a sua tabela de dados para este experimento e apresente as medidas feitas de forma clara e completa.

5. Discussão

1. Construa o gráfico de temperatura T ($^{\circ}\text{C}$) versus tempo t (s). Para melhor análise, o gráfico deve ser dividido em três partes: Parte I - representa o processo de transferência de calor do sistema, no nosso caso a água, para a vizinhança; Parte II - representa o processo de troca de calor no interior do sistema, entre a água e a massa metálica; Parte III - transferência de calor do sistema (água + massa metálica) para a vizinhança. O comportamento esperado está representado na Figura 3 [1].

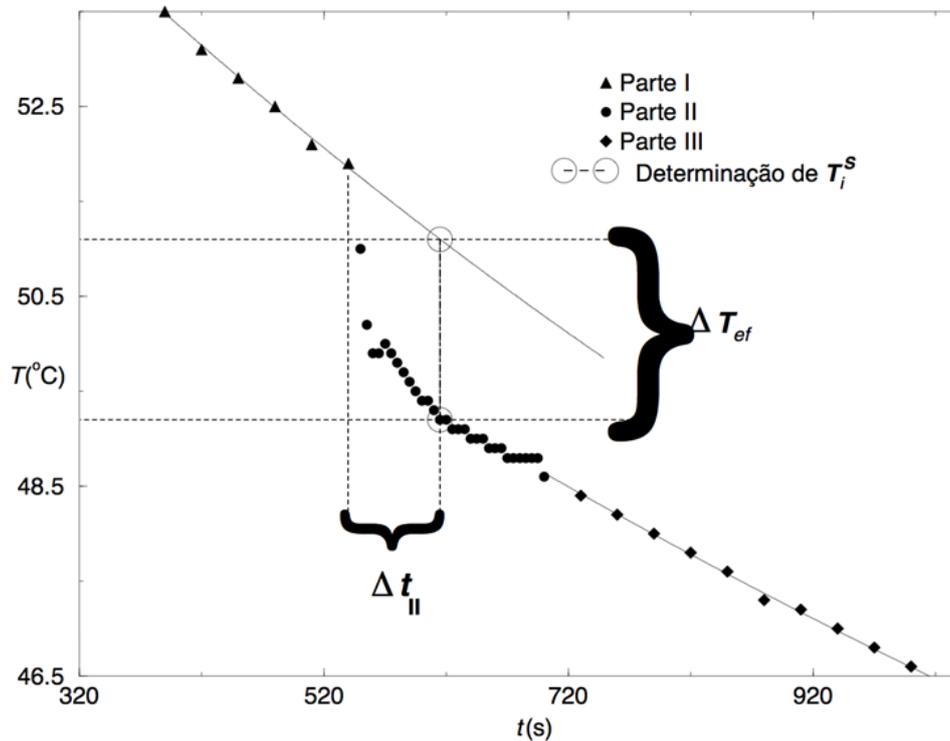


Figura 3. Determinação do intervalo de temperatura efetivo $\Delta T_{ef} = T_{is} - T_{fs}$, onde $T_{is} = 51,1$ °C e $T_{fs} = 49,2$ °C para um bloco de alumínio [1].

2. Através do gráfico T ($^{\circ}\text{C}$) x t (s) determine a temperatura inicial (T_{is}) e final (T_{fs}) do sistema com as suas respectivas incertezas, encontrando assim o intervalo de temperatura efetivo $\Delta T_{ef} = T_{is} - T_{fs}$, conforme o exemplo do bloco de alumínio mostrado na Figura 3 [1];
3. Com os valores de m_A , m_M , T_{iM} , T_{fM} , T_{is} , T_{fs} , sabendo que $c_A = 1,0$ cal/g $^{\circ}\text{C}$ e que $T_{fM} = T_{fs}$, usando a Equação 8, obtenha o valor do calor específico do metal (c_M) com a sua respectiva incerteza;

4. Consulte uma tabela de calor específico (c_M) de metais e ligas e descubra qual foi o metal utilizado no experimento;
5. Determine o erro percentual de c_M medido em relação ao tabelado (cite na bibliografia onde foi encontrado o valor de c_M para fazer essa comparação);
6. Discuta quais as principais fontes de erros experimentais.

Referência

[1] C. Mattos e A. Gaspar, Uma medida de calor específico sem calorímetro, “Revista Brasileira de Ensino de Física”, Vol. 25, no. 1, pp. 45-48 (2003).