

### AL 1.3. Capacidade térmica mássica

*Em grupo de trabalho e com ajuda do professor os alunos planificam um procedimento experimental que os vai ajudar a dar resposta ao problema.*

*Durante a realização da actividade os alunos fotografam cada passo do procedimento experimental e registam os resultados experimentais.*

*No final fazem o tratamento e análise dos resultados e comparam os resultados obtidos com os resultados inicialmente previstos.*

#### 1. O que se pretende com a actividade laboratorial (AL)?

Com o presente trabalho de laboratório pretendemos responder às seguintes questões problema:

- **Porque razão no Verão a areia escalda e a água não?**
- **Por que razão os climas marítimos são mais amenos que os continentais?**

Para respondermos a estas questões-problema poderíamos, por exemplo, realizar uma experiência com água do mar e areia. Contudo, a utilização destes materiais, implicaria algumas dificuldades experimentais. Por exemplo, existe ar entre os grãos de areia, que introduziria erros na medição de temperaturas; por outro lado seria mais difícil a homogeneização da temperatura neste material.

Assim com esta actividade pretende-se determinar a capacidade térmica mássica de um material (alumínio, latão, etc.), fornecendo uma certa quantidade de energia a um bloco calorimétrico de massa conhecida, através de uma resistência eléctrica colocada no seu interior.

Com base nas conclusões obtidas, podemos responder, por analogia, às questões problema.

#### 2. A preparação da AL pode ser realizada pelos alunos:

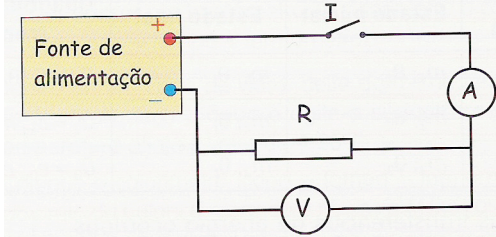
- TPC    Aula normal    Aula laboratorial    Outra

Pré-requisitos ao nível das teorias/conceitos/conhecimentos (o que o aluno deve saber para realizar a AL):

<b>Termos:</b>	<b>Breve descrição</b>
Capacidade térmica mássica	A quantidade de energia que é necessário fornecer a 1kg de qualquer

	material, de modo, a que a sua temperatura se eleve de 1°C.
Energia fornecida pela resistência	$E = P \times \Delta t$
Potência fornecida pela resistência	$P = U \times I$ , em que U é a diferença de potencial nos terminais da resistência e I é a intensidade de corrente que a atravessa.

O grupo de trabalho deverá na preparação da AL:

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Esquematizar o circuito eléctrico;</li> <li>- Indicar quais as grandezas a medir, as respectivas unidades e os instrumentos de medida;</li> <li>- Organizar um quadro com os valores das grandezas que vão ser medidas;</li> </ul>	
---	---

### 3. Competências a desenvolver pelos alunos:

- Construir uma montagem experimental a partir de um esquema e/ou descrição;
- Manipular, com correcção e respeito por normas de segurança, material e equipamento;
- Recolher, registar e organizar dados de observações;
- Analisar e interpretar os dados recolhidos e confrontá-los com as previsões efectuadas ou com os valores de referência.
- Elaborar relatório
- Adequar ritmos de trabalho aos objectivos da actividade.

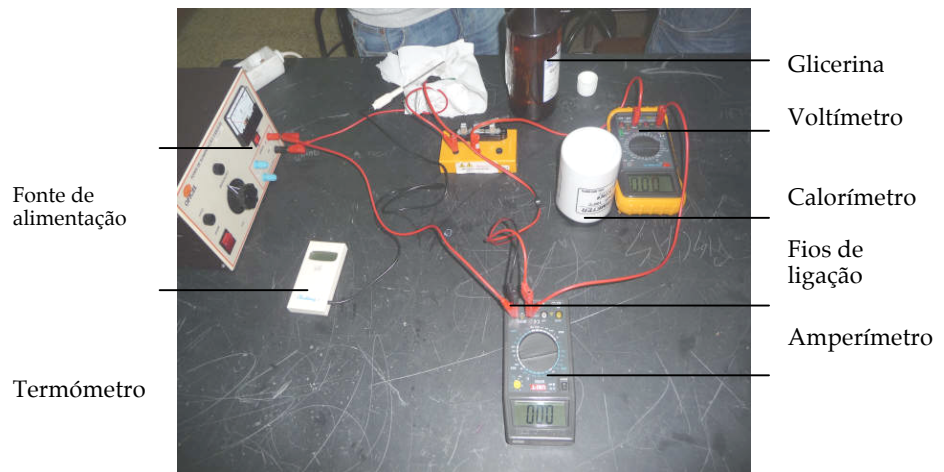
### 4. Procedimento experimental

- I. Medir a massa do cilindro metálico.
- II. Colocar o cilindro metálico sobre um suporte isolador, cortiça, para minimizar as perdas de calor para a vizinhança do sistema.
- III. Inserir a resistência e o termómetro nas cavidades existentes no cilindro metálico.

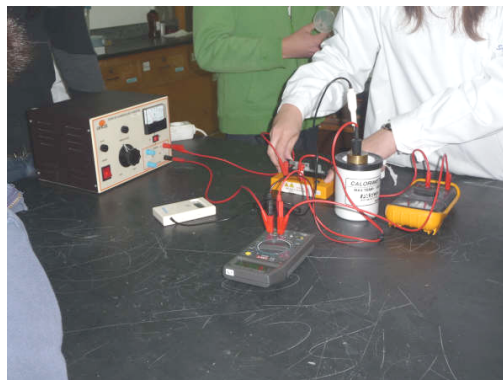
- IV. Deitar algumas gotas de glicerina, material bom condutor do calor, de modo a permitir um melhor contacto térmico nos orifícios onde se encontram a resistência e o termómetro,



- V. Ligar, em série, a resistência, a fonte de alimentação e o amperímetro.
- VI. Ligar o voltímetro em paralelo com a resistência. Verificar se a montagem que realizou é idêntica à do esquema.



- VII. Anotar a temperatura indicada no termómetro.
- VIII. Ligar o interruptor e accionar o cronómetro. Registrar a diferença de potencial do voltímetro e a intensidade da corrente eléctrica do amperímetro.



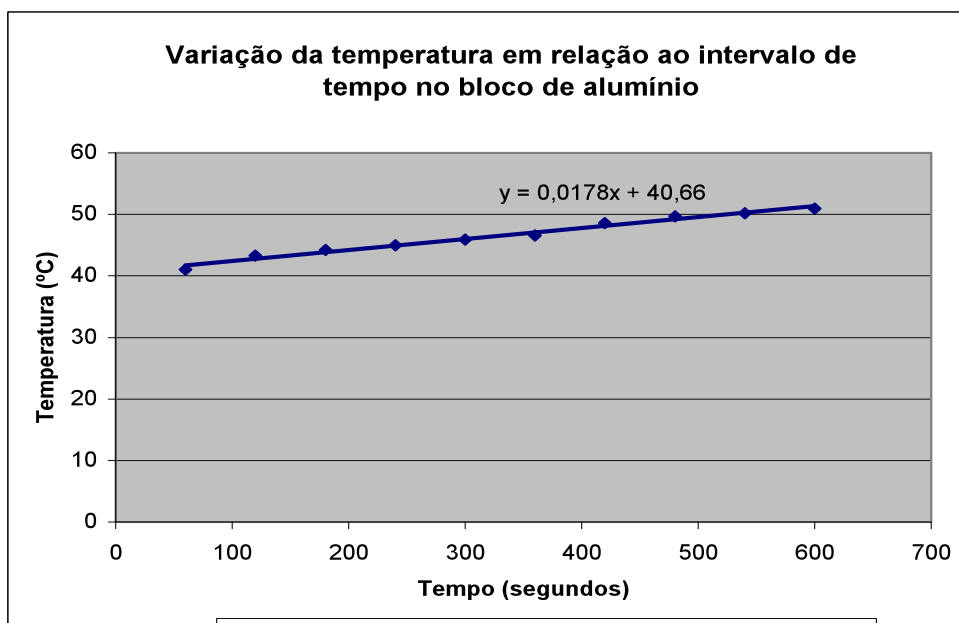
- IX. De 60 em 60 segundos e durante 10 minutos, registar a temperatura, a diferença de potencial e a intensidade da corrente eléctrica.
- X. Registrar, os valores das leituras efectuadas

**Sugestão:** Cada grupo de trabalho deve determinar a capacidade térmica mássica de apenas um dos materiais. Após a experiência e tratamento dos dados os grupos devem confrontar os resultados experimentais obtidos, entre si e com valores tabelados.

5. Registo e Tratamento de resultados:

**Quadro**

Bloco calorimétrico de Alumínio m= 1,0136kg			
t/s	$\theta$ /°C	U/V	I/A
60,0	41,0	12,35	1,23
120,0	43,3	12,39	1,23
180,0	44,2	12,29	1,22
240,0	45,0	12,32	1,22
300,0	45,9	12,36	1,23
360,0	46,6	12,34	1,23
420,0	48,6	12,39	1,23
480,0	49,7	12,39	1,23
540,0	50,2	12,43	1,24
600,0	50,9	12,37	1,24



## 6. Exploração dos resultados

Para calcular a capacidade térmica do alumínio utilizou-se a expressão:

$$c = \frac{P_{fornecida}}{m \times \frac{\Delta\theta}{\Delta t}}$$

√ o **declive**  $\left(\frac{\Delta\theta}{\Delta t}\right)$  do traçado do gráfico obtido é 0,0178 (o declive da linha de tendência corresponde ao valor da capacidade térmica mássica do material).

√ a **potência fornecida** ( $P = \bar{U} \times \bar{I}$ ) ao circuito eléctrico é 14,228W;

O valor da capacidade térmica mássica do alumínio obtido experimentalmente foi de 775,018 J/(kgK)

**Sugestão:** Todos os cálculos devem vir em anexo.

## 7. Análise e crítica dos resultados

Após se ter calculado a capacidade térmica mássica para o material comparou-se com os dados da tabela do manual e, chegou-se à conclusão que o material do bloco é alumínio. Comparou-se os valores de capacidade térmica mássica dos dois materiais, alumínio e latão (**trabalho realizado por outro grupo**) e viu-se que é necessária maior quantidade de energia para aquecer um grau o bloco de alumínio do que para aquecer o bloco de latão (pois a capacidade térmica mássica do alumínio é  $9 \times 10^2 \text{ J/(KgK)}$  e a do latão  $3,93 \times 10^2 \text{ J/(KgK)}$ ). Apesar de o bloco de alumínio ter uma condutividade térmica elevada, para que a homogeneização da temperatura desta substância fosse rápida, a capacidade térmica mássica encontrada na experiência apresenta um desvio significativo relativamente aos valores tabelados, isto deve-se a diferentes factores entre eles:

- Perdas de calor para a vizinhança do sistema, através das paredes do bloco calorimétrico, havendo por isso dissipação de energia;
- Apesar de se ter usado glicerina como um material bom condutor de calor, de modo a permitir um melhor contacto térmico, também ocorre dissipação de energia,

- Os valores tabelados para podermos comparar a capacidade térmica mássica dos materiais dizem respeito a substâncias puras ou a ligas metálicas isentas de impurezas . Neste caso era necessário saber a composição do alumínio.

#### 8. Resposta às questões problema

Assim, pode-se concluir que a capacidade térmica da água é muito maior do que a da areia, pelo que a mesma quantidade de energia transferida provoca um menor aquecimento na água do que na areia. Durante o dia, quando a radiação solar incide na areia e na água do mar, a areia fica a maior temperatura que a água do mar, fazendo com que junto às rochas se originem correntes de convecção que provocam a circulação de ar, o ar mais quente (menos denso) sobe e o seu lugar é ocupado pelo ar mais frio que desce em direcção ao mar. Em consequência deste movimento do ar forma-se uma brisa marítima, o ar mais fresco circula à superfície do mar para a costa. Durante a noite passa-se o fenómeno contrário porque, tendo a água uma elevada capacidade térmica mássica, funciona como um grande reservatório de energia, então o ar quente que sobe do mar substitui o ar frio que se movimenta para a superfície da terra, dando origem a um vento continental, o ar mais quente desloca-se à superfície da costa para o mar.

Na sequência desta conclusão é fácil perceber porque os climas marítimos são mais amenos que os continentais. Assim devido à sua enorme capacidade térmica mássica, a água é capaz de armazenar grandes quantidades de energia ao longo do dia, e quando se dá o arrefecimento nocturno, pode libertar-se, aquecendo o ar vizinho; por outro lado como o ar tem uma capacidade térmica mássica muito baixa, um pequeno abaixamento de temperatura da água liberta energia suficiente para o aquecimento de uma grande massa de ar, fazendo com que as regiões à beira mar não apresentem grandes amplitudes térmicas.

## **Bibliografia**

Paiva, João, Ferreira A. J., ital – Física e Química A Bloco 2 Física, 1ª edição, 2007.

Ribeiro, Laila – Manual de Física, Edições ASA, 2ª edição, 2007.

Diciopédia X [DVD-ROM]. Porto: Porto Editora, 2006. ISBN: 978-972-0-65262-1

<http://videos.howstuffworks.com/hsw/17688-chemistry-connections-specific-heat-capacity-video.htm> - Consultado no dia 9 de Maio de 2009.

- A capacidade térmica da água é muito maior do que a da areia, pelo que a mesma quantidade de energia transferida provoca um menor aquecimento na água do que na areia. Durante o dia, quando a radiação solar incide na areia e na água do mar, a areia fica a maior temperatura que a água do mar, fazendo com que junto às rochas se originem correntes de convecção que provocam a circulação de ar, o ar mais quente (menos denso) sobe e o seu lugar é ocupado pelo ar mais frio que desce em direcção ao mar. Em consequência deste movimento do ar forma-se uma brisa marítima, o ar mais fresco circula à

superfície do mar para a costa. Durante a noite passa-se o fenómeno contrário porque, tendo a água uma elevada capacidade térmica mássica, funciona como um grande reservatório de energia, então o ar quente que sobe do mar substitui o ar frio que se movimenta para a superfície da terra, dando origem a um vento continental, o ar mais quente desloca-se à superfície da costa para o mar.

- Na sequência desta conclusão é fácil perceber porque os climas marítimos são mais amenos que os continentais. Assim devido à sua enorme capacidade térmica mássica, a água é capaz de armazenar grandes quantidades de energia ao longo do dia, e quando se dá o arrefecimento nocturno, pode libertar-se, aquecendo o ar vizinho; por outro lado como o ar tem uma capacidade térmica mássica muito baixa, um pequeno abaixamento de temperatura da água liberta energia suficiente para o aquecimento de uma grande massa de ar, fazendo com que as regiões à beira mar não apresentem grandes amplitudes térmicas.



**Fig.6- Glicerina**  $C_3H_5(OH)_3$ .

## Anexo

### **Cálculos efectuados**

$$\text{Declive} = \left( \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \right)$$

Declive Quadro I 0.0178

Declive Quadro II 0.029

### **Quadro I**

$$P = U \times I$$

$$P = 11,573 \times 1,491$$

$$= 17,255 \text{ W}$$

### **Quadro II**

$$P = U \times I$$

$$P = 12,354 \times 1,228$$

$$= 14,228 \text{ W}$$

### **Para o latão**

$$c = \frac{P_{\text{fornecida}}}{m \times \frac{\Delta\theta}{\Delta t}}$$

$$c = \frac{17,255}{1,0021 \times \frac{15,5}{540}}$$

$$c = 588,49 \text{ J / (KgK)}$$

### **Para o alumínio**

$$c = \frac{P_{\text{fornecida}}}{m \times \frac{\Delta\theta}{\Delta t}}$$

$$c = \frac{14,228}{1,00136 \times \frac{9,9}{540}}$$

$$c = 775,018 \text{ J / (KgK)}$$

## **Bibliografia**

Paiva, João, Ferreira A. J., ital – Física e Química A Bloco 2 Física, 1ª edição, 2007.

Ribeiro, Laila – Manual de Física, Edições ASA, 2ª edição, 2007.

Diciopédia X [DVD-ROM]. Porto: Porto Editora, 2006. ISBN: 978-972-0-65262-1

<http://videos.howstuffworks.com/hsw/17688-chemistry-connections-specific-heat-capacity-video.htm> - Consultado no dia 9 de Maio de 2009.