

## Experimento B3: Calor específico da água e de sólidos

### 1 – INTRODUÇÃO

Aquecedores elétricos são dispositivos em que se observa a transformação de energia elétrica em energia térmica. Tendo-se um condutor, no qual se estabelece uma corrente, a Potência ( $P$ ) é a taxa de transformação de energia elétrica em energia térmica por TEMPO. Para um resistor, a potência elétrica é dada por:

$$P = VI \dots\dots\dots[1]$$

em que  $I$  é a corrente, e  $V$  a diferença de potencial elétrico.

Então, em um aquecedor elétrico, a energia  $E$  dissipada em um intervalo de tempo  $\Delta t$  é dada por

$$E = IV\Delta t \dots\dots\dots[2]$$

A quantidade de energia térmica (calor sensível) que é retirada ou fornecida a um corpo e é capaz apenas de gerar variação de temperatura é dada pela equação a seguir:

$$Q = mc\Delta T \dots\dots\dots[3]$$

onde  $m$  e  $c$  correspondem a massa e o calor específico da substância aquecida ou resfriada, respectivamente. A variação de temperatura é dada por  $\Delta T$ .

A Figura 1 ilustra o calorímetro, que consiste em um recipiente isolado termicamente contendo um termômetro e um aquecedor (ebulidor). O aquecedor é alimentado com uma tensão  $V$  que gera uma corrente elétrica  $I$ . Dentro do calorímetro há uma massa  $m$  de água.

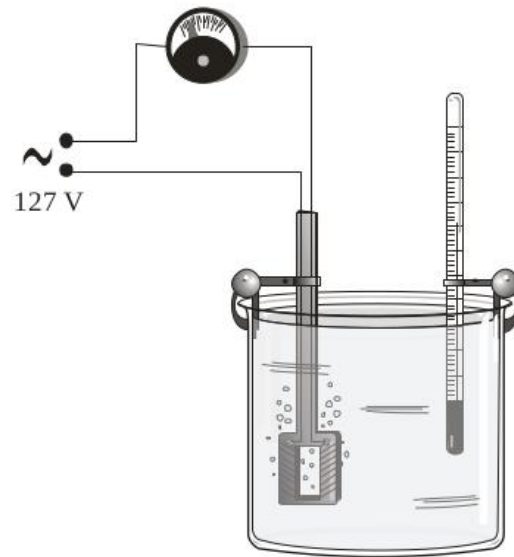


Figura 1 – Calorímetro contendo aquecedor ligado à rede elétrica

Supondo que toda energia térmica fornecida pelo aquecedor é completamente absorvida pela água dentro do calorímetro. Nesta condição é possível igualar as equações [2] e [3] para obter uma expressão matemática que permite descrever a temperatura (T) da água em função do tempo (t)

$$T = T_0 + \frac{IV}{mc} \Delta t \dots\dots\dots [4]$$

## 2 – OBJETIVOS

- Aprender a utilizar um multímetro;
- Montar um circuito elétrico contendo amperímetro e voltímetro;
- Verificar a transformação de energia elétrica em energia térmica e sua influência na temperatura do sistema;
- Determinar se o calorímetro utilizado é adequado a esta prática experimental;
- Determinar o calor específico da água;
- Determinar o calor específico de corpos calorimétricos em liga de cobre, latão e alumínio (a seco).

## Parte A: Calor específico da água

### A.1 – MATERIAIS UTILIZADOS

- (i) Recipiente térmico isolado;
- (ii) Aquecedor;
- (iii) Termômetro;
- (iv) 2 Multímetros;
- (v) Água;
- (vi) Cronômetro;
- (vii) Misturador;
- (viii) Protoboard e fios elétricos.

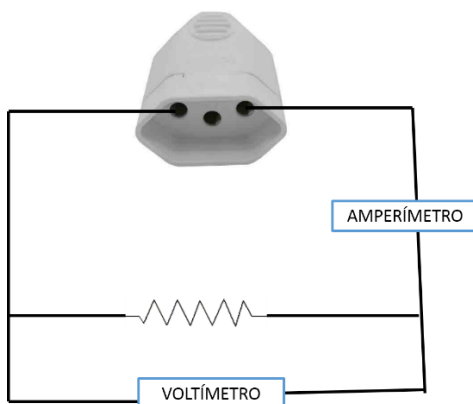
### A.2 – PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

#### →ADVERTÊNCIAS

- (i) Não ligue o aquecedor fora da água;
- (ii) Não retire o aquecedor da água imediatamente após o término do experimento;
- (iii) Não ligue o circuito antes de chamar o professor a sua mesa e explicar as conexões elétricas;
- (iv) Durante o processo de aquecimento, faça a homogeneização da temperatura misturando a água levemente;

#### → PROCEDIMENTO

- (i) Meça a massa do calorímetro;
- (ii) Preencha o calorímetro com água até que ela alcance uma altura aproximada de 0,5 cm de sua capacidade. Meça a massa desse sistema e obtenha a massa correspondente a água.
- (iii) Com o termômetro, meça a temperatura inicial da água no recipiente e anote seu valor;
- (iv) Monte o circuito elétrico mostrado na figura abaixo para obter a corrente e tensão elétrica;



- (v) Ligue o aquecedor ao mesmo tempo em que inicia a medida de tempo no cronômetro;
- (vi) Anote o valor da corrente e da tensão no circuito na folha de dados;
- (vii) Anote os valores da temperatura e tempo até que a água alcance temperatura de 40 °C (anote o tempo para cada variação de 2°C).

### A.3 – ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÕES

- (a) Construa um gráfico de temperatura  $T$  em função do tempo  $t$ ;
- (b) Com base na equação (3) e no gráfico construído, obtenha o calor específico da água e sua temperatura inicial;
- (c) Faça o cálculo da propagação de incerteza para o calor específico. Note que todas as grandezas utilizadas para obter  $c$  possuem incerteza.

## Parte B: Calor Específico de Corpos Sólidos em Ligas Metálicas

### B.1 – MATERIAIS UTILIZADOS

- (i) Câmara calorimétrica;
- (ii) Resistor;
- (iii) Termopar
- (iv) Multímetro;
- (v) Blocos calorimétricos de cobre, latão e alumínio;
- (vi) Cronômetro;
- (vii) Interruptor multiuso;
- (viii) Protoboard e fios elétricos;
- (ix) Disco Isolante;
- (x) Extrator de blocos;
- (xi) Fonte de alimentação digital

## B.2 – PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

- (i) Não ligue o circuito antes de chamar o professor a sua mesa e explicar as conexões elétricas;
- (ii) Certifique-se de que os aparelhos eletrônicos estão conectados na rede de tensão correta;

→ PROCEDIMENTO

- (i) Meça a massa  $m$  de um dos blocos calorimétricos;
- (ii) Conecte um cabo no borne preto (-) da fonte de alimentação e no borne C da chave liga-desliga. Conecte outro cabo no borne A da chave e no borne preto da tampa do calorímetro;
- (iii) Conecte um cabo no borne vermelho da fonte e no borne D da chave. Conecte outro cabo no borne B da chave e no borne vermelho da tampa;
- (iv) Conecte os cabos do resistor nos respectivos bornes de mesma cor na tampa do calorímetro;
- (v) Posicione o termopar no respectivo orifício do bloco calorimétrico;
- (vi) Ligue o interruptor e verifique na fonte a tensão  $V$  (V) sobre o resistor e a corrente elétrica  $I$  (A) que ele consome. Anote os valores de  $V$  e  $I$ ;
- (vii) Com o termopar conectado ao multímetro, meça a temperatura inicial do bloco e anote seu valor;
- (viii) Anote os valores da temperatura e tempo até que a água alcance temperatura de  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  (anote o tempo para cada variação de  $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ).
- (ix) Retire o bloco utilizando o extrator e coloque-o sobre um disco isolante. Repita todos os procedimentos para os outros dois blocos de diferentes ligas.

## B.3 – ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÕES

- (a) Construa um gráfico de temperatura  $T$  em função do tempo  $t$ , para cada um dos três blocos;
- (b) Com base no gráfico construído e nas equações (1), (2) e (3), determine o coeficiente angular ( $\Delta T/\Delta t$ ) de cada gráfico e determine os respectivos valores para o calor específico e para suas temperaturas iniciais;
- (c) Faça o cálculo da propagação de incerteza para o calor específico. Note que todas as grandezas utilizadas para obter  $c$  possuem incerteza.

## 6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de física – Gravitação, ondas e Termodinâmica. Volume 2. 8. ed. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2009

Figura 1 – Retirada do livro Física Experimental Básica na Universidade – 2ª Edição revista – Editora UFMG

## 7 – QUESTIONÁRIO PREPARATÓRIO

- 1) O que é Energia e Potência? Qual a característica da energia que permite que ela seja utilizada de diversas formas.
- 2) A energia interna do sistema apresentado na Figura 1 aumenta ou diminui? Essa variação ocorre de qual forma?
- 3) Em um pequeno parágrafo, descreva o que é capacidade térmica, calor específico, corrente elétrica e tensão elétrica.
- 4) O multímetro deve estar com qual função habilitada para medir a tensão e corrente elétrica. Quais as formas de conectar o multímetro ao circuito para obter a tensão e a corrente elétrica.
- 5) Demonstre a equação [4].
- 6) Descreva de forma sucinta o procedimento experimental que será realizado para concretização dos objetivos desta prática.

## CALOR ESPECÍFICO

**Professor:** \_\_\_\_\_ **Data:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_  
**Aluno 1** \_\_\_\_\_  
**Aluno 2** \_\_\_\_\_  
**Aluno 3** \_\_\_\_\_

Tabela 1: Tempo e Temperatura durante o processo de aquecimento da água

Tempo (s) $\pm$ _____	Temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) $\pm$ _____
0	$T_0 =$

$M = ( \quad \pm \quad ) \text{ kg}$

$I = ( \quad \pm \quad ) \text{ A}$

$V = ( \quad \pm \quad ) \text{ V}$

Tabela 2: Tempo e Temperatura durante o processo de aquecimento dos blocos calorimétricos

Bloco de Cobre		Bloco de Latão		Bloco de Alumínio	
t (s)	T <sub>1</sub> (°C)	t (s)	T <sub>2</sub> (°C)	t (s)	T <sub>3</sub> (°C)
± _____	± _____	± _____	± _____	± _____	± _____
0	T <sub>0</sub> =	0	T <sub>0</sub> =	0	T <sub>0</sub> =

M<sub>1</sub> = (\_\_\_\_ ± \_\_\_\_ ) kg

M<sub>2</sub> = (\_\_\_\_ ± \_\_\_\_ ) kg

M<sub>3</sub> = (\_\_\_\_ ± \_\_\_\_ ) kg

I = (\_\_\_\_ ± \_\_\_\_ ) A

V = (\_\_\_\_ ± \_\_\_\_ ) V