



**UFAM**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS

INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS

DEPARTAMENTO DE FÍSICA

## MANUAL DE FÍSICA II

MANAUS - AM  
2013

# MANUAL DE LABORATÓRIO

## **Autores:**

Profa. Marta Gusmão

Profa. Simara Seixas

Prof. Haroldo Guerreiro

Prof. Marcelo Brito

Prof. Marcílio de Freitas

Prof. Waltair Machado

Prof. Walter Castro Jr.

Profa. Gláucia de Oliveira

Prof. Heyrton Bessa

3<sup>a</sup> EDIÇÃO  
2013

# Sumário

<b>1</b>	<b>UNIDADE I</b>	<b>1</b>
1.1	TÍTULO: OSCILAÇÕES LIVRES . . . . .	1
1.2	OBJETIVOS . . . . .	1
1.3	INTRODUÇÃO TEORICA . . . . .	1
1.4	PARTE EXPERIMENTAL . . . . .	3
1.4.1	EXPERIMENTO 1: Determinação da constante elástica pelo método estático . . . . .	3
1.4.2	EXPERIMENTO 2: Determinação da constante elástica pelo método dinâmico . . . . .	4
<b>2</b>	<b>UNIDADE II</b>	<b>6</b>
2.1	TÍTULO: PÊNDULO SIMPLES . . . . .	6
2.2	OBJETIVO . . . . .	6
2.3	TEORIA . . . . .	6
2.4	PARTE EXPERIMENTAL . . . . .	8
2.4.1	EXPERIMENTO 1 . . . . .	8
2.4.2	EXPERIMENTO 2 . . . . .	10

<b>3</b>	<b>UNIDADE III</b>	<b>12</b>
3.1	TÍTULO: OSCILAÇÕES FORÇADAS . . . . .	12
3.2	OBJETIVO . . . . .	12
3.3	TEORIA . . . . .	12
3.4	PARTE EXPERIMENTAL . . . . .	13
<b>4</b>	<b>UNIDADE IV</b>	<b>15</b>
4.1	TÍTULO: PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES . . . . .	15
4.2	OBJETIVO . . . . .	15
4.3	TEORIA . . . . .	15
4.4	PARTE EXPERIMENTAL . . . . .	16
<b>5</b>	<b>UNIDADE V</b>	<b>18</b>
5.1	TÍTULO : DILATAÇÃO TÉRMICA . . . . .	18
5.2	OBJETIVO . . . . .	18
5.3	TEORIA . . . . .	18
5.4	PARTE EXPERIMENTAL . . . . .	19
<b>6</b>	<b>UNIDADE VI</b>	<b>21</b>
6.1	TÍTULO : TROCA DE CALOR . . . . .	21
6.2	OBJETIVO . . . . .	21
6.3	TEORIA . . . . .	21
6.4	PARTE EXPERIMENTAL . . . . .	22
6.4.1	EXPERIMENTO 1 . . . . .	22
6.4.2	EXPERIMENTO 2 . . . . .	24

## UNIDADE I

### 1.1 TÍTULO: OSCILAÇÕES LIVRES

### 1.2 OBJETIVOS

Determinar a constante elástica de uma mola helicoidal por dois métodos diferentes.

### 1.3 INTRODUÇÃO TEORICA

Qualquer movimento que se repete em intervalos regulares é denominado de **movimento periódico** ou **movimento harmônico simples** (MHS). Todo corpo que executa tal movimento possui sempre uma posição de equilíbrio estável e, neste caso, as grandezas características do movimento se repetem depois de um tempo chamado de **período**, que representa o intervalo de tempo de uma oscilação (ou ciclo) completa. Além do período, outra propriedade importante do movimento periódico, movimento harmônico, oscilatório, ou vibratório (os quatro termos são equivalentes) é a sua **frequência**, que representa o número de ciclos completados a cada segundo.

Um dos sistemas mais simples que podem executar um MHS é constituído por um bloco de massa  $m$  preso à extremidade de uma mola (suposta ser ideal e de massa desprezível)

de constante elástica  $k$  com a outra extremidade da mola fixa. Ao ser colocado para oscilar o sistema massa-mola executa um MHS cujo período é dado por:

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}. \quad (1.1)$$

Uma das técnicas utilizadas por profissionais das mais diversas áreas é a construção e interpretação de gráficos. A utilização de gráficos constitui uma maneira muito fácil de ter uma visualização do comportamento das variáveis do fenômeno estudado, além de muitas outras informações. As técnicas de construção de gráficos são extremamente úteis quando se quer fazer uma comparação entre dados experimentais e teóricos. Isto pode ser realizado de duas maneiras:

- a) Através do gráfico traçado a partir de dados experimentais, pode-se estabelecer a relação matemática entre as variáveis, e
- b) Podem-se traçar as curvas teórica e experimental num mesmo sistema de eixos e então compará-las.

É ainda através de gráficos que se determinam com mais facilidade os diversos coeficientes ligados às propriedades de certos materiais ou se encontram parâmetros para situações particulares.

De acordo com a natureza da relação entre as grandezas envolvidas, os gráficos podem ser feitos em papel milimetrado, mono-log, di-log, além de outros com padrões especiais.

## 1.4 PARTE EXPERIMENTAL

### 1.4.1 EXPERIMENTO 1: Determinação da constante elástica pelo método estático

#### MATERIAL NECESSÁRIO

- 1 mola
- 1 porta-peso de 10g
- 5 massas de 50g
- 1 régua graduada com dois cursores
- prendedores
- hastes
- garras de montagem

#### PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

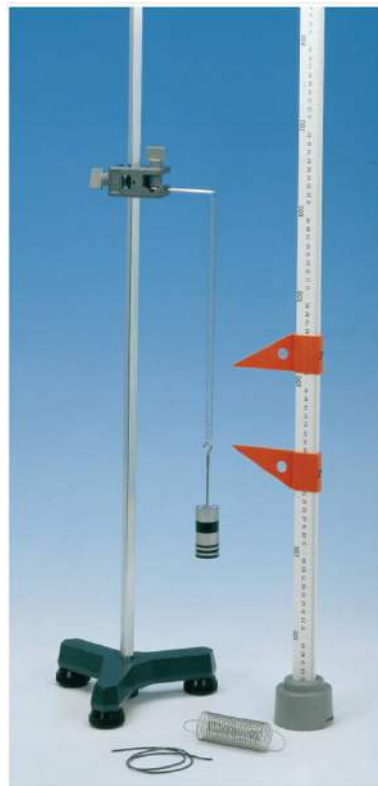


Figura 1.1: Sistema massa mola.

1. Monte o sistema massa-mola de acordo com a Fig.1.1. Adote o referencial do seu sistema com o cursor da régua na extremidade da mola.

2. Coloque o porta-peso na extremidade da mola e anote a correspondente distensão  $y$ .
3. Adicione uma massa de  $50g$  e anote a correspondente distensão do sistema porta-peso + massa adicionada.
4. Repita o procedimento anterior para outros quatro valores de massa.

### TRATAMENTO DE DADOS

1. Construa uma tabela contendo valores de intensidade da força  $F = mg$ , responsável pela elongação da mola, e a respectiva distensão  $y$ . Considere  $g = 9,8m/s^2$  e use o Sistema Internacional de unidades.
2. Faça um gráfico em papel milimetrado e, a partir da curva obtida, determine a constante elástica da mola.

### QUESTÕES

1. Que tipo de curva você obteve?
2. De que forma seus resultados foram afetados por se considerar a massa da mola desprezível?

### 1.4.2 EXPERIMENTO 2: Determinação da constante elástica pelo método dinâmico

#### PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

1. Utilize a mesma montagem do experimento 1.
2. Começando com uma massa de  $50g$  no porta-peso, determine o período do sistema massa-mola da seguinte forma: adotando uma amplitude da ordem de  $3cm$ , cronometre o tempo correspondente a 10 oscilações completas, e divida o resultado por 10.
3. Repita este procedimento para outros quatro valores de massa.



**TRATAMENTO DE DADOS**

1. Construa uma tabela contendo os valores da massa e do período no Sistema Internacional de unidades.
2. Faça um gráfico em escala logarítmica e obtenha a constante elástica da mola.

**QUESTÃO**

1. Compare o valor da constante elástica obtido pelo método estático com aquele obtido pelo método dinâmico. Faça comentários.

# UNIDADE 2

## UNIDADE II

### 2.1 TÍTULO: PÊNDULO SIMPLES

### 2.2 OBJETIVO

Determinar as funções: *período* × *comprimento* do fio e *período* × *ângulo*, e através destas obter a aceleração da gravidade.

### 2.3 TEORIA

A expressão da energia  $E$  do pêndulo simples para qualquer valor de  $\phi$ , veja a Fig.2.1, é descrita como

$$E = \frac{1}{2}m\ell^2 \left\{ \frac{d\phi}{dt} \right\}^2 + mg\ell(1 - \cos\phi), \quad (2.1)$$

sendo  $m$  a massa do corpo suspenso,  $\ell$  o comprimento do fio,  $\phi$  o ângulo e  $g$  a aceleração da gravidade.

No ponto de inversão do movimento, a velocidade angular é nula, e o ângulo é máximo

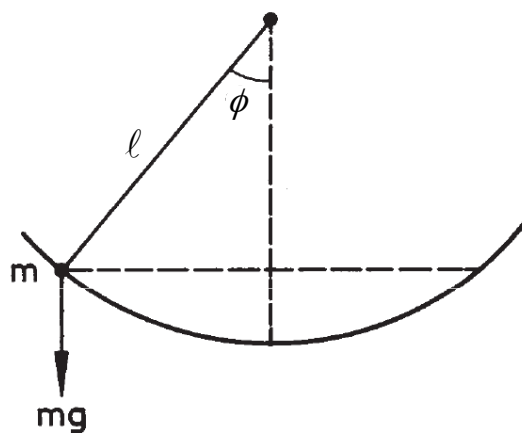


Figura 2.1: Movimento do pêndulo simples, formado por um fio com uma esfera na extremidade, onde o fio forma com a vertical o ângulo  $\phi$ .

$\phi_m$ , nesta situação podemos expressar a energia como:

$$E = mgl(1 - \cos\phi_m). \quad (2.2)$$

Portanto, temos que da Eq.(2.1), a seguinte expressão

$$\frac{T}{4} = \sqrt{\frac{\ell}{2g}} \int_0^{\phi_m} \frac{d\phi}{\sqrt{(\cos\phi - \cos\phi_m)}}, \quad (2.3)$$

com  $k = \sin\frac{\phi_m}{2}$ , o período é obtido como

$$T = 4\sqrt{\frac{\ell}{g}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\phi}{\sqrt{1 - k^2 \sin^2\phi}} = 4\sqrt{\frac{\ell}{g}} K(k), \quad (2.4)$$

sendo  $K$  a integral elíptica de primeira ordem completa.

Com o desenvolvimento da série para  $K(k)$ , obtemos

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} \left\{ 1 + \frac{1}{4} \sin^2\frac{\phi_m}{2} + \dots \right\}, \quad (2.5)$$

considerando somente o primeiro e o segundo termo, temos

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}} + \frac{\pi}{2}\sqrt{\frac{\ell}{g}}\text{sen}^2\frac{\phi_m}{2}. \quad (2.6)$$

Para pequenos valores do ângulo, ou seja,  $\phi_m \leq 10^\circ$ , temos

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{\ell}{g}}. \quad (2.7)$$

## 2.4 PARTE EXPERIMENTAL

### MATERIAL NECESSÁRIO

- 1 esfera de  $D = 25,4\text{mm}$
- 1 barreira de luz com cronômetro digital
- 1 haste quadrada de  $1250\text{mm}$
- 1 régua milimetrada de  $1000\text{mm}$  com 2 cursores
- 1 haste redonda
- 1 porta placa
- 1 fio de  $1500\text{mm}$
- 1 transferidor
- 2 tripés
- 4 grampos duplos

Ao prender o fio no porta placa, a esfera deve ficar centralizada com o feixe de luz da barreira de luz, como mostra Fig.2.2. Se não estiver alinhado, o aluno ou o professor podem alinhar da seguinte forma: mudando a posição do porta placa; e se necessário regulando o tripé, o tripé tem três pés que podem ser ajustados rodando seus niveladores.

No procedimento em que se mede as oscilações da esfera, deve-se soltar a esfera centralizada da barreira de luz para que não a torque, evitando danificações a esse equipamento.

### 2.4.1 EXPERIMENTO 1

#### OBJETIVO

Determinar a função: *perodo*  $\times$  *comprimento*. E através desta obter a aceleração da gravidade.



Figura 2.2: Mostra a montagem do pêndulo simples.

## PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

1. Prenda o fio no porta placa com o comprimento de  $500\text{mm}$  até ao centro da esfera e anote esta distância.
2. Obtenha o período de uma oscilação da esfera usando o terceiro comando do cronômetro digital<sup>1</sup>. Repita esta medida 3 vezes e tire uma média<sup>2</sup>.
3. Repita este procedimento para os seguintes comprimentos: 600, 700, 800 e 900mm.

## TRATAMENTO DE DADOS

1. Construa uma tabela contendo seus resultados (comprimento e período), usando o Sistema Internacional (SI).
2. Construa o gráfico em escala logarítima:  $T = f(\ell)$ .
3. Use a regressão linear e obtenha a função *perodo*  $\times$  *comprimento*.

<sup>1</sup>Sabendo que o tempo medido pelo cronômetro é de meia oscilação, então obtenha o período  $T$ , multiplicando este valor por dois.

<sup>2</sup>Deve-se fazer estas oscilações para ângulos que meçam no máximo  $10^\circ$

4. Verifique se a função obtida coincide com a função esperada teoricamente, veja Eq.(2.7), e a partir desta obtenha o valor de  $g$ .
5. Compare o valor da aceleração da gravidade obtido, com o valor adotado,  $g = 9,8m/s^2$ .

## 2.4.2 EXPERIMENTO 2

### OBJETIVO

Determinar o período como uma função angular e através desta obter a aceleração da gravidade.

### PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

1. Utilize a montagem do experimento com o transferidor<sup>3</sup>. Fixe o fio ao comprimento de  $500m$ .
2. Para o ângulo de  $10^\circ$ , obtenha o período usando o terceiro comando do cronômetro digital. Repita esta medida 3 vezes e tire uma média.
3. Repita este procedimento para os ângulos:  $20^\circ$ ,  $30^\circ$ ,  $40^\circ$  e  $50^\circ$ .

### TRATAMENTO DE DADOS

1. Calcule  $\text{sen}\frac{\alpha}{2}$  e  $\text{sen}^2\frac{\alpha}{2}$ .
2. Tabele os seguintes dados ( $\text{sen}\frac{\alpha}{2}$ ,  $\text{sen}^2\frac{\alpha}{2}$  e  $T$ ), usando o SI.
3. Construa os gráficos em escala linear:  $T = f(\text{sen}\frac{\alpha}{2})$  e  $T = f(\text{sen}^2\frac{\alpha}{2})$ .
4. Que tipo de curva você obteve no 1º gráfico.
5. Use a regressão linear no 2º gráfico e encontre a sua respectiva função.

---

<sup>3</sup>O transferidor deverá estar centralizado no início do fio com o porta placa, para se medir os ângulos.

6. Verifique se a função obtida  $T \times \text{sen}^2 \frac{\alpha}{2}$ , coincide com a função esperada teoricamente, veja Eq.(2.6). Compare estas funções e obtenha o valor de  $g$ .

## QUESTÕES

1. Faça um comentário sobre a influência da variação angular no pêndulo simples em cada experiência.
2. Compare o valor da aceleração da gravidade, obtidos nas duas experiências e verifique qual obteve melhor precisão. Comente as possíveis fontes de erros.
3. Quais das duas experiências descrevem um movimento harmônico simples? Justifique.
4. Explique em quais condições um pêndulo pode ser usado como um relógio?

## UNIDADE III

### 3.1 TÍTULO: OSCILAÇÕES FORÇADAS

### 3.2 OBJETIVO

Estudar as características das ondas estacionárias através da ressonância em cordas vibrantes.

### 3.3 TEORIA

Todo sistema físico que exibe movimento harmônico simples (MHS) é caracterizado por uma (ou mais) frequência natural  $\nu_0$ . Se um desses sistemas encontra-se sob a ação de uma força externa que varia harmonicamente com uma frequência  $\nu$ , constata-se que a frequência da força externa se aproxima da frequência natural do sistema, a amplitude de vibração aproxima-se do infinito. Esse fenômeno é conhecido como ressonância.

Se uma corda, fixada nas suas extremidades e tracionada por uma força  $F$ , for



excitada por um vibrador de frequência qualquer, toda extensão da corda entrará em vibração. São as chamadas *oscilações forçadas*. Quando a frequência do excitador for igual a uma das frequências naturais da corda, formam-se ondas estacionárias e diz-se que o excitador e a corda estão em ressonância.

Os corpos (corda, coluna de ar, etc.), de um modo geral, possuem uma ou mais frequências naturais, nas quais se observa que eles vibram com maior facilidade, ou seja, com melhor aproveitamento da energia recebida.

### 3.4 PARTE EXPERIMENTAL

#### MATERIAL NECESSÁRIO

- 1 motor vibrador
- 1 porta peso de  $10g$
- 4 massas de  $50g$
- 1 polia
- 1 régua milimetrada com dois cursores
- 2 grampos duplos
- 1 barbante
- 1 haste de  $1m$
- 1 tripés
- 4 grampos

A montagem do experimento é como mostra a Fig.3.1

#### PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

1. A polia deve está presa na haste e aproximadamente à  $60cm$  acima da mesa.
2. Determine o comprimento e a massa do barbante.
3. Coloque  $20g$  no porta peso da montagem acima, anote a massa responsável pela força de tração no barbante.
4. Ligue o motor vibrador, aumentando a frequência até achar uma onda estacionária.
5. Meça a distância entre os dois nós.



Figura 3.1: Montagem do experimento sobre oscilações forçadas.

6. Repita este procedimento aumentando os valores da força de tração sobre a corda, acrescentando massa de  $10g$  no porta peso.

### TRATAMENTO DE DADOS

1. Calcule as forças de trações  $F$ .
2. Tabele os seguintes dados ( $\sin \frac{\alpha}{2}$ ,  $\sin^2 \frac{\alpha}{2}$  e  $T$ ), usando o SI.
3. Usando a expressão  $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ , sendo  $F$  a intensidade da força que traciona o barbante e  $\mu$  a sua massa específica linear, calcule a velocidade de propagação da onda (incidente ou refletida) no barbante, para cada força de tração.
4. Determine a frequência  $\nu = \frac{v}{\lambda}$  da onda, para cada velocidade. Lembre-se que a distância entre dois nós consecutivos corresponde a meio comprimento de onda ( $\frac{\lambda}{2}$ ).
5. Tabele seus resultados (força, velocidade, comprimento de onda e frequência).

### QUESTÕES

1. Quais são as variáveis que influem na frequência de vibração do barbante? E na de uma corda de violão?

# UNIDADE 4

## UNIDADE IV

### 4.1 TÍTULO: PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES

### 4.2 OBJETIVO

Estudo do princípio de Arquimedes e determinação de densidade de sólidos e líquidos.

### 4.3 TEORIA

“Todo corpo, total ou parcialmente mergulhado em um fluido, sofre a ação de uma força vertical dirigida para cima, de densidade igual ao peso do fluido deslocado pelo corpo” (princípio de Arquimedes). Essa força é chamada de Empuxo.

Para calcular a densidade de um sólido, podemos usar a expressão da densidade relativa:

$$\rho_{rel} = \frac{P_r}{P_r - P_{ap}}, \quad (4.1)$$

sendo  $\rho_{rel}$  a densidade relativa,  $P_r$  o peso real do sólido e  $P_{ap}$  o peso aparente. Esta medida é adimensional.

Para se obter a densidade do sólido, deve-se relacionar a densidade relativa com a densidade da substância em que foi medido (exemplo: pode-se medir a densidade de um sólido na água, no álcool, no óleo, etc.).

## 4.4 PARTE EXPERIMENTAL

### MATERIAL NECESSÁRIO

- 1 recipiente com abertura lateral
- 1 proveta graduada
- 1 dinamômetro graduado em  $gf$
- 1 cilindro de ferro
- 1 barra de ferro
- 1 barra de alumínio
- 1 haste metálica
- ganchos e presilhas

A montagem do experimento é como mostra a Fig.4.1

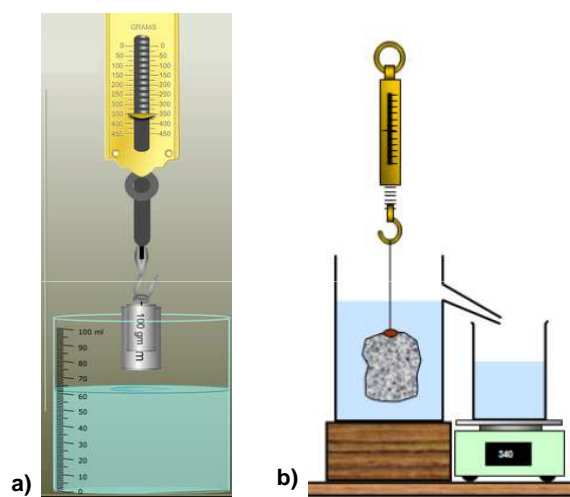


Figura 4.1: a) Montagem para medir o peso aparente dos objetos. b) Montagem para medir a água transbordada.

## PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

1. Usando o dinamômetro determine o peso do cilindro de ferro e seu peso aparente quando totalmente imerso em água, conforme indicado na Fig.4.1(a).
2. Coloque o cilindro de ferro no recipiente com abertura lateral, inicialmente cheio de água. Recolha a água que transbordou e determine o seu peso, veja a Fig.4.1(b).
3. Faça os procedimentos dos itens 1 e 2 substituindo a água pelo álcool.
4. Usando o dinamômetro, determine os pesos das barras de ferro e de alumínio e seus respectivos pesos aparentes quando totalmente imerso na água.
5. Introduzindo a barra de ferro numa proveta graduada contendo água, determine a leitura no dinamômetro quando o líquido é deslocado de 2, 4, 6, 8, 10 e 12ml.
6. Repita o procedimento anterior com a barra de alumínio.
7. Repita o procedimento dos itens 5 e 6, substituindo a água pelo álcool.

## TRATAMENTO DE DADOS

1. Coloque em tabelas os resultados dos itens 1 e 3.
2. Para os procedimentos dos itens 4 e 6, construa tabelas contendo os valores dos empuxos  $E$  e os respectivos volumes  $V$  deslocados e trace um gráfico  $E = f(V)^2$ .

## QUESTÕES

1. Há algumas relações entre perda de peso, dos objetos quando imerso num determinado líquido, e peso do volume deste que transbordou? Explique.
2. Qual a densidade do ferro e do alumínio em relação à água e em relação ao álcool?
3. Através do gráfico  $E = f(V)$ , determine a densidade da água e do álcool.
4. O empuxo exercido sobre um corpo depende da sua forma geométrica? Explique.

# UNIDADE 5

## UNIDADE V

### 5.1 TÍTULO : DILATAÇÃO TÉRMICA

### 5.2 OBJETIVO

Determinação do coeficiente de dilatação térmica.

### 5.3 TEORIA

As variações de temperatura geralmente provocam alterações nos tamanhos dos objetos.

Quando se fornece calor a um corpo, a sua temperatura se eleva, provocando um aumento na intensidade da energia cinética de vibração de suas moléculas, com o conseqüente aumento da distância média que se separam. Se este corpo é um sólido, aumentam as suas dimensões lineares (comprimento, largura e altura). A variação da dimensão linear de um objeto denomina-se dilatação linear.

## 5.4 PARTE EXPERIMENTAL

### MATERIAL NECESSÁRIO

- 1 ebulidor
- 1 extensômetro
- 1 termômetro
- tubos de: alumínio, ferro ou latão

A montagem é feita como mostra a Fig.5.1

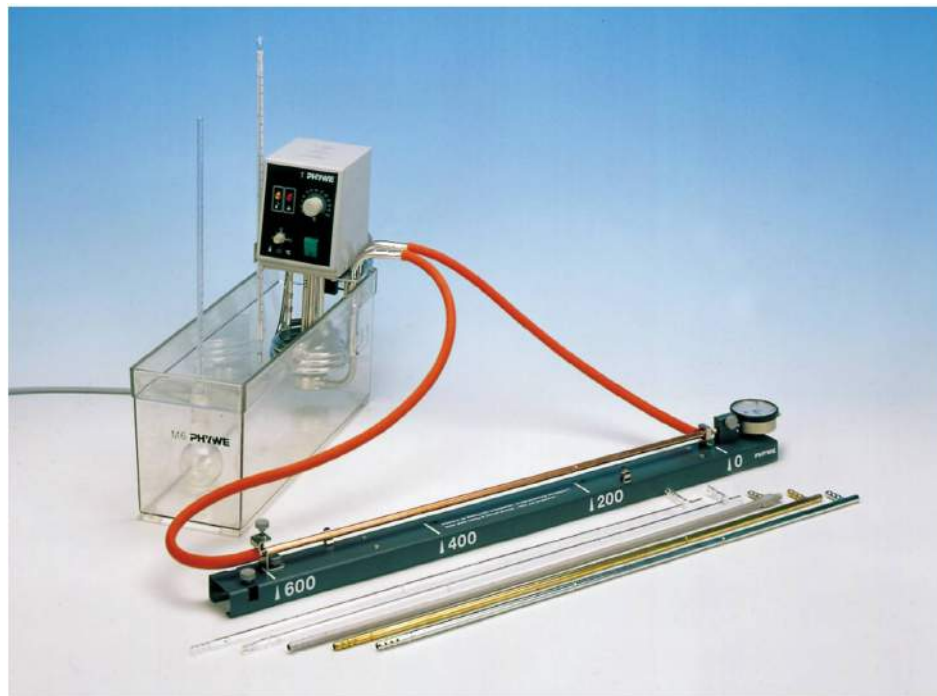


Figura 5.1: Montagem do experimento.

### PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

1. Examine a montagem esquematizada na Fig.5.1 o tubo é montado com uma das extremidades fixa e a outra móvel, acoplada a um extensômetro. Ao passar uma corrente de vapor d'água pelo tudo, este sofrerá uma dilatação que é registrada pelo extensômetro, em centésimos de milésimos.
2. Anote a temperatura inicial do tubo (ele está em equilíbrio térmico com o ambiente).

3. Meça o comprimento do tubo (entre o ponto de fixação e o acionador do extensômetro).
4. Zere o extensômetro. Se encontrar dificuldades operacionais para zerá-lo, anote a leitura que ele registra.
5. Ligue o ebulidor até começar a sair vapor de água pela outra extremidade do tubo. Nesta etapa, anote a leitura fornecida pelo extensômetro.
6. Repita os procedimentos anteriores para o tubo de outro material.

### IMPORTANTE

1. Verifique se o ebulidor está pelo menos, com 2/3 de água.
2. Qualquer choque na montagem, ou mesmo na mesa, pode alterar a aferição da medida.

### TRATAMENTO DE DADOS

1. Através da expressão  $\alpha = \Delta L / L_0 \Delta t$ , onde  $\Delta L$  é a variação de comprimento do tubo e  $\Delta t$  é a variação de sua temperatura, determine o coeficiente de dilatação linear  $\alpha$  de 2 dos 3 materiais (alumínio, ferro ou latão).

### QUESTÕES

1. Compare os valores obtidos com os valores tabelados e enumere as possíveis fontes de erro do experimento.



# UNIDADE 6

## UNIDADE VI

### 6.1 TÍTULO : TROCA DE CALOR

### 6.2 OBJETIVO

Determinar o calor específico de uma substância.

### 6.3 TEORIA

Se dois sistemas de temperaturas diferentes são colocados em contato, depois de certo tempo eles estarão com a mesma temperatura. Em condições ideais de isolamento com o ambiente, o calor  $Q_1$  fornecido pelo sistema mais quente é igual ao calor  $Q_2$  recebido pelo sistema mais frio.

Isto acontece porque, em um sistema que não entra e nem sai calor (sistema ideal), a soma algébrica das transferências internas de calor é zero. Este calor é função da massa  $m$ ,

do calor específico  $c$  e da variação de temperatura  $\Delta t$  de cada um dos sistemas:

$$Q = mc\Delta t. \quad (6.1)$$

Então, imaginemos um sistema composto de água quente, água fria e calorímetro, a partir de nossa afirmação, podemos dizer que:

$$Q_{\text{água quente}} + Q_{\text{água fria}} + Q_{\text{calorímetro}} = 0. \quad (6.2)$$

Os calorímetros instrumentos usados para determinar o calor específico das substâncias, não conseguem reproduzir essas condições ideais. Portanto, há necessidade de se calcular o seu equivalente em água (capacidade térmica  $C = mc$ ), isto é, a quantidade de água que tem a mesma capacidade calorífica do calorímetro.

## 6.4 PARTE EXPERIMENTAL

### MATERIAL NECESSÁRIO

- 1 calorímetro de 500ml
- 1 haste de madeira
- 1 termômetro
- 1 balança
- 1 béquer
- 1 cilindro de latão
- 1 aquecedor de imersão
- barras: 1 de ferro e 1 de alumínio

Esta montagem é feita somente quando a água for aquecida dentro do calorímetro.

### 6.4.1 EXPERIMENTO 1

#### OBJETIVO

Determinar a capacidade térmica do calorímetro.



Figura 6.1: Montagem do experimento.

### PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

1. Coloque 200g de água no calorímetro e anote a temperatura.
2. Meça 200g de água fria em um béquer.
3. Aqueça a água do calorímetro até uma temperatura entre  $70^{\circ}$  e  $80^{\circ}$ . Anote essa medida.
4. Coloque a água fria no calorímetro e, sempre agitando a mistura com uma haste de madeira, anote a temperatura de equilíbrio. Essa operação não deve ser muito demorada para que as perdas de calor para o ambiente sejam minimizadas.

### TRATAMENTO DE DADOS

1. Disponha todas as medias em uma tabela.
2. Sabendo que, abstraindo-se as perdas, todo o calor cedido pelo sistema água quente + calorímetro foi absorvido pela água fria, determine a capacidade térmica do calorímetro, veja a Fig.6.1.

## 6.4.2 EXPERIMENTO 2

### OBJETIVO

Determinar o calor específico do latão.

### PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

1. Derrame a água de seu calorímetro e deixe-o esfriar por uns 10 minutos.
2. Enquanto espera, determine a massa do cilindro de latão, mergulhe-o num béquer com água e ligue o aquecedor até que a água entre em ebulição.
3. Coloque 200g de água fria no calorímetro e anote a sua temperatura.
4. Retire o cilindro de latão da água fervente e coloque no calorímetro. Sempre agitando, espere e anote a temperatura de equilíbrio térmico.

### TRATAMENTO DE DADOS

Você a temperatura do metal ( $100^\circ$ ) e sua massa, a temperatura da água do calorímetro e sua massa, tanto no estado inicial como final, bem como a capacidade térmica do calorímetro. Utilizando esses dados, determine o calor específico do latão<sup>1</sup>.

### QUESTÕES

Quais as providências que devem ser tomadas para que o resultado obtido seja mais preciso?

---

<sup>1</sup>Este procedimento é idêntico ao do experimento 1, porém em vez de usar água quente, usou-se o latão quente.