

MLEQ239B



*a Ciência além  
das fórmulas*



## Livro de Atividades Experimentais

Física Experimental - Termodinâmica -  
Conjunto para dilatação, digital, com  
gerador elétrico de vapor - EQ239B

Rev.11



# Física Experimental - Termodinâmica - Conjunto para dilatação, digital, com gerador elétrico de vapor - EQ239B

Índice Remissivo .....	2
<b>Abertura .....</b>	<b>3</b>
<b>Guarantee / Garantia .....</b>	<b>4</b>
Certificado de Garantia Internacional .....	4
As instruções identificadas no canto superior direito da página pelos números que se iniciam pelos algarismos "199..." são destinadas ao professor. ....	4
International Certificate of Guarantee .....	4
All of the basic instructions identifies by numbers beginning with "199 . . ." are meant for use by teachers. ....	4
<b>PCN .....</b>	<b>4</b>
Os produtos Cidepe são adequados aos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN .....	4
<b>1992.123_B .....</b>	<b>5</b>
Conheça o conjunto para dilatação, digital, com gerador de vapor elétrico - EQ239B .....	5
Como colocar os termômetros. ....	5
<b>1992.093 .....</b>	<b>6</b>
Conheça o gerador de vapor EQ217.....	6
<b>1992.000_2 .....</b>	<b>7</b>
A preparação e os ajustes do dilatômetro, como colocar o corpo de prova. ....	7
• Como preparar a conexão de saída dos vapores. ....	7
• A quantidade de água no reservatório. ....	7
• A importância da fonte de calor. ....	7
Como colocar ou trocar o corpo de prova. ....	7
• Como variar o comprimento inicial do corpo de prova. ....	8
<b>Os ajustes no painel do medidor para iniciar o experimento. ....</b>	<b>8</b>
• Como calibrar o "zero" no medidor. ....	8
• Quando fazer as leituras finais num experimento. ....	8
• Como fazer a leitura no medidor de dilatação. ....	9
• Considerações sobre valor final. ....	9
<b>Como e onde colocar os termômetros químicos. ....</b>	<b>9</b>
• Caso de dilatômetros com termômetros. ....	9
<b>Como e onde colocar o(s) sensor(es) termoclétrico(s). ....</b>	<b>9</b>
• Caso de dilatômetros digitais. ....	9
<b>1052.020 .....</b>	<b>10</b>
A alteração no comprimento do latão em função da temperatura. ....	10
• O latão. ....	10
<b>1052.020A .....</b>	<b>11</b>
A dilatação do latão em função do comprimento inicial, sob mesma variação da temperatura. ....	11
<b>1052.020B .....</b>	<b>13</b>
A determinação do coeficiente de dilatação linear do latão. ....	13
<b>1052.020C .....</b>	<b>14</b>
A determinação do coeficiente de dilatação linear do aço. ....	14
• O aço 1020. ....	14
<b>1052.020D .....</b>	<b>15</b>
A determinação do coeficiente de dilatação linear do cobre. ....	15
• O cobre. ....	15

# Física Experimental - Termodinâmica - Conjunto para dilatação, digital, com gerador elétrico de vapor - EQ239B

## Índice Remissivo

### A

aço 1020 14

### C

cobre 15

coeficiente de dilatação linear do aço 14

coeficiente de dilatação linear do cobre 15

coeficiente de dilatação linear do latão 10, 13

### G

gráfico variação do comprimento versus temperatura 11

### L

latão 10, 11

### M

medidor de dilatação 8

### V

variação no comprimento do latão em função de  $L_0$  10

variação no comprimento do latão em função de  $L_0$  e 11

variação no comprimento do latão em função de  $t$  10

Prezado professor,

Gratos pela escolha de um produto Cidepe.

Este equipamento é resultado de diversas pesquisas desenvolvidas pelo **Cidepe - Centro Industrial de Equipamentos de Ensino e Pesquisa**, visando a modernidade, a praticidade e a melhoria do ensino, mais do que nunca, necessárias nestes dias de mudanças contínuas.

O nosso maior objetivo é promovermos, através da utilização adequada dos nossos produtos, aulas de melhor qualidade e com melhores resultados.

Este livro deverá ajudá-lo a fazer a identificação de seus componentes, executar as principais montagens e compreender melhor o funcionamento do seu equipamento. Você encontrará aqui outras informações importantes para obter o máximo aproveitamento do seu equipamento.

Conheça nossa linha de produtos visitando nosso site.

**Atendimento ao cliente.**

**No Brasil:**

Telefone - (55)(51) 3477-4909

E-mail: cidepe@cidepe.com.br

E-mail: suportetecnico@cidepe.com.br

Site: www.cidepe.com.br

Os produtos Cidepe se encontram protegidos por Lei Federal, sendo proibida a reprodução dos manuais, total ou parcial, bem como a reprodução de apostilas a partir desta obra, de qualquer forma ou por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, inclusive através de digitalização, processos xerográficos, de fotocópia e de gravação, sem a permissão, por escrito, do autor. Todos os direitos reservados, conforme obras ISBN 852001159.1.2, ISBN 852800336.1, ISBN 852800339.6, ISBN 852800340.x, ISBN 852800341.8, ISBN 85280034.2.6, BN REG 117296, ISBN 852800343.4, ISBN 852800344.2, ..., ISBN 852800345.0, BN REG 117297, ISBN 85900159.2.0, etc.

Dear teacher,

Congratulations for choosing a Cidepe product.

The equipment that you have just acquired is the result of exhaustive research by **Cidepe: The Industrial Center of Equipment for Teaching and Research**. We know the importance of improving, modernizing and making teaching more practical, now more than ever, in these days of constant changes.

Our major goal is to contribute to your success, through recommended uses of our products and suggestions of teaching practices.

This manual will help you to identify components, mount and assemble equipments, and better understand how each part functions. This book also contains other important information to help you to take advantage of equipment features to the maximum extent possible.

Discover what else our product line visiting our site.

**Customer service.**

**Brazil:**

Telephone (55)(51) 3477-4909

E-mail: cidepe@cidepe.com.br

E-mail: suportetecnico@cidepe.com.br

Site: www.cidepe.com.br

Cidepe products, including this copyrighted book, are protected by Federal Law, making it illegal to reproduce them, entirely or partially, by any method, be it electronic or mechanical, including xerox, photocopy, or any type of recording, without the written permission of the author. All rights reserved, according to copyright registration numbers: ISBN 852001159, ISBN 852800336.1, ISBN 852800339.6, ISBN 852800340.x, ISBN 852800341.8, ISBN 85280034.2.6, BN REG 117296, ISBN 852800343.4, ISBN 852800344.2, ... ISBN 852800345.0, BN REG 117297, ISBN 85900159.2.0, etc. .

## Certificado de Garantia Internacional

Este equipamento é garantido pelo **Cidepe - Centro Industrial de Ensino e Pesquisa** por um período de dois anos, a partir da data de sua entrega.

Para que a garantia tenha validade é imprescindível que seja apresentada a sua nota fiscal de compra.

• **Estão excluídos desta garantia:**

- Defeitos decorrentes do descumprimento do manual de instruções do produto, de casos fortuitos ou de força maior, bem como aqueles causados por agentes da natureza e acidentes.

• **Esta garantia perderá sua validade se:**

- O defeito apresentado for ocasionado por uso indevido ou em desacordo com o manual de instruções do produto.
- O produto for violado, alterado ou consertado por pessoa não autorizada.
- A nota fiscal estiver adulterada, rasurado ou danificada.
- Os defeitos ou desempenho insatisfatório forem provocados pela utilização de material fora das especificações, ou pela utilização em rede elétrica imprópria ou sujeita a flutuações excessivas.

As instruções identificadas no canto superior direito da página pelos números que se iniciam pelos algarismos "199..." são destinadas ao professor.

## International Certificate of Guarantee

This equipment is guaranteed by **Cidepe: The Industrial Center of Equipment for Teaching and Research** for the period of two years from the date of its delivery.

For the product to be covered by the guarantee, purchaser must be in possession of the proof of purchase receipt.

- After manufacturing defects caused by failure to comply with instructions in the manual, as in the accidental application of force, whether by acts of nature or accidents, are also not covered by this guarantee.

• **This guarantee is invalidated in the following cases:**

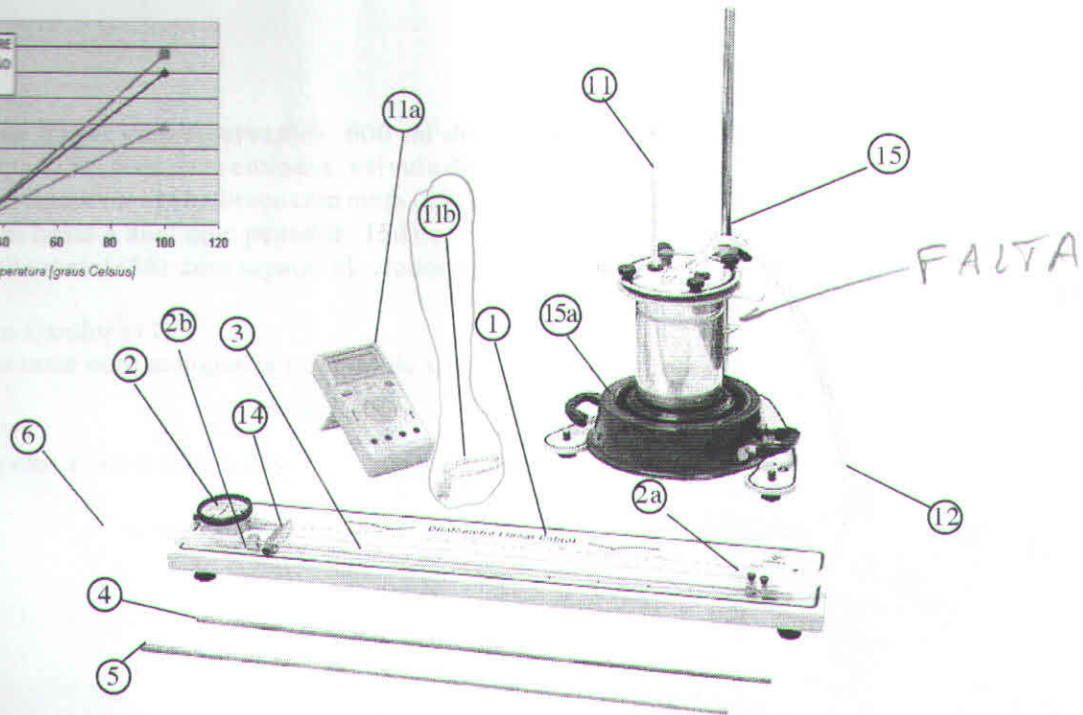
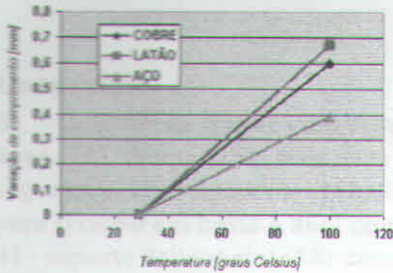
- The defect was caused by misuse, or handling prohibited by the accompanying manual.
- The product was dismantled, altered or repaired by a non-authorized person.
- The proof of purchase receipt is destroyed, torn or damaged.
- The defects or unsatisfactory performance of the product were created by uses beyond the specifications, or with inappropriate electric power supply subject to excessive fluctuations.

All of the basic instructions identified by numbers beginning with "199 ..." are meant for use by teachers.

PCN

Os produtos Cidepe são adequados aos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN

Conheça o conjunto para dilatação, digital, com gerador de vapor elétrico - EQ239B



FALTA

**Composição.**

- 01 base principal metálica (1) com medidor de dilatação, divisão um centésimo de milímetro (2), escala milimetrada, guia com mufa (2a), guia de saída (2b) e sapatas niveladoras;
- 01 corpo de prova em aço (3);
- 01 corpo de prova em latão (4);
- 01 corpo de prova em cobre (5);
- 01 conexão de saída com duto flexível e expansão terminal (6);
- 01 conexão de entrada, duto flexível e terminal em vidro (12);
- 01 termômetro químico (11);
- 01 termômetro digital (11a), com termopar tipo K (11b);
- 01 batente-móvel fim de curso (14);
- 01 gerador de vapor (15) elétrico, tampa em aço, manípulos de fechamento, válvula de segurança, retenção de segurança com fixação;
- 01 trocador de calor elétrico (15a);
- 01 manual instrucional.

**Como colocar os termômetros.**

**Ponto principal:** Coloque termopar dentro da mangueira de saída - **Figura 2.**

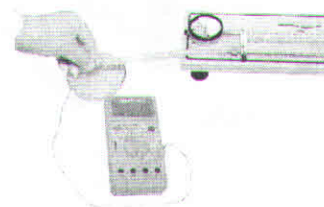


Figura 2

O termômetro químico deve ser colocado no orifício 1 do gerador de vapor - **Figura 3.**

**Atenção!** O bulbo do termômetro deve ficar afastado de 1 a 2 cm do fundo do gerador de vapor, não devendo tocá-lo de modo algum.

**Observação:** Os termômetros químicos são aferidos para funcionarem submersos no meio em que se quer medir a temperatura.



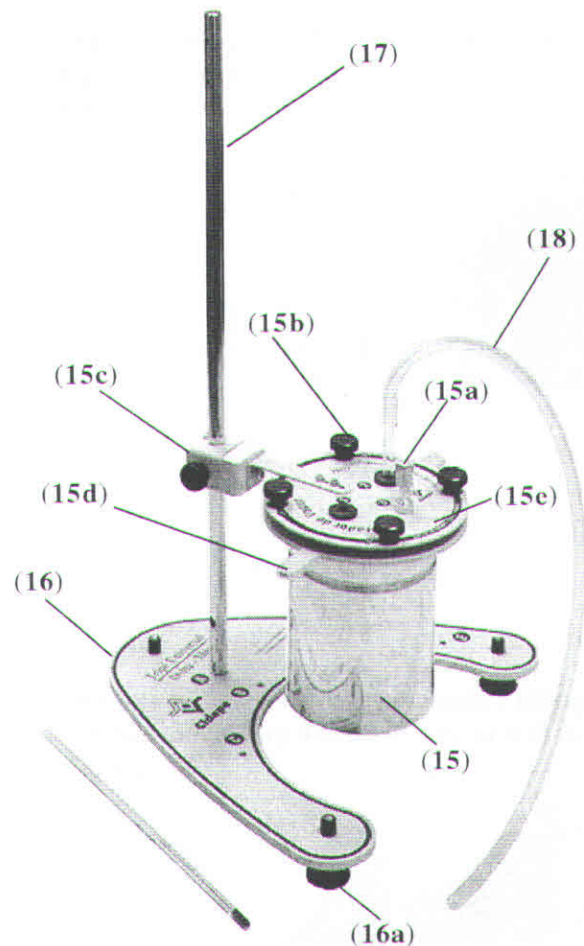
Figura 3

FALTA

## Conheça o gerador de vapor EQ217.

### Composição.

- 01 - Gerador de vapor com reservatório 600 ml de água (15), tampa (15e) com duas entradas, válvula de segurança (15a), fixadores (15b), braço com mufa (15c) para fixação em haste e anel com pegador (15d);
- 01 - suporte delta maior (16) com sapatas niveladoras (16a);
- 01 - haste com fixador (17);
- 01 - tubo conectante com mangueira flexível de silicone (18);
- 01 - termômetro;
- 01 - livro com check list e instruções.



A preparação e os ajustes do dilatômetro, como colocar o corpo de prova.

• **Como preparar a conexão de saída dos vapores.**

Insira a mangueira menor, 10 mm para dentro da mangueira maior - **Figura 1.**

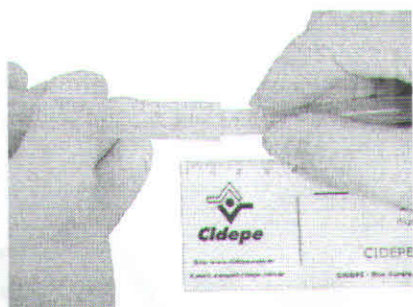


Figura 1

• **A quantidade de água no reservatório.**

As quantidades de água abaixo visam permitir a realização do experimento num tempo curto.

• **modelos EQ019:** coloque 50 ml de água no balão volumétrico.

• **modelos EQ239,** coloque 150 ml de água no reservatório.

Para acelerar ainda mais o andamento, você pode utilizar água pré-aquecida ( numa garrafa térmica) para colocar no reservatório.

• **A importância da fonte de calor.**

Caso você pretenda utilizar lamparina à álcool para produzir vapor, verifique a qualidade do álcool em uso. O poder calorífico do álcool à venda não é igual para todas as marcas, para poder calorífico muito baixo você terá que optar por outra fonte de calor ou utilizar mais de uma lamparina simultaneamente. Boas fontes de calor são o fogareiro elétrico e o bico de bunsen.

• **Como colocar ou trocar o corpo de prova.**

• Coloque o corpo de prova 10 mm dentro da mangueira menor da conexão de saída dos vapores - **Figura 2.**



Figura 2

• Passe o corpo de prova pelo guia e coloque o batente móvel fim de curso (14), sem fixá-lo - **Figura 3.**

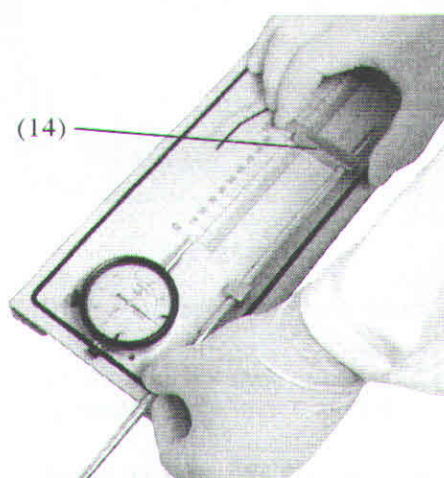


Figura 3

• Passe a extremidade do corpo de prova pelo guia de saída (2b), ultrapassando-o - **Figura 4.**



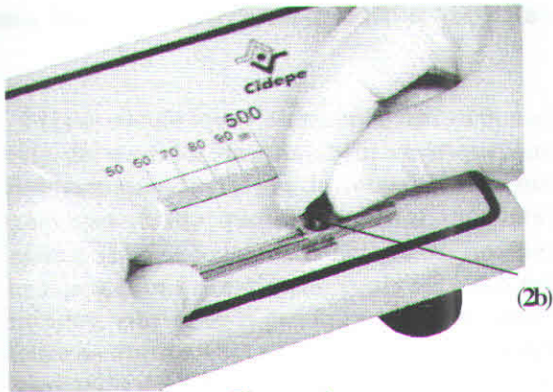


Figura 4

- Encaixe o conjunto com conexão rápida (6) ao corpo de prova, após o guia (2b) - Figura 5.

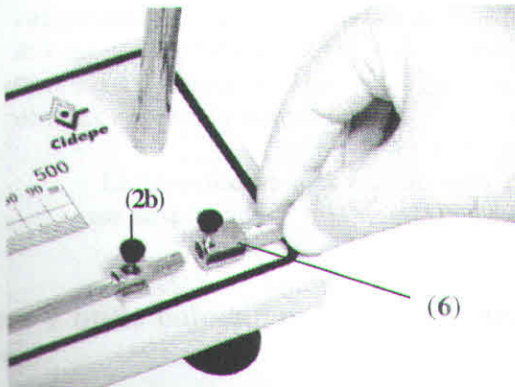


Figura 5

- Posicione o batente móvel fim de curso (14) sobre o zero da escala - Figura 6.

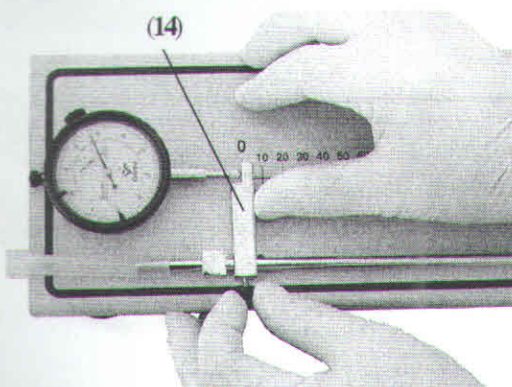


Figura 6

Esta operação acarreta um pequeno deslocamento do ponteiro, não se preocupe, isto garante que o extremo livre do corpo de prova esta tocando na ponteira do medidor.

- Certifique-se de que o reservatório contém o volume de água recomendado e tampe-o.

### • Como variar o comprimento inicial do corpo de prova.

Geralmente o guia com mufa (2a) fica sobre a marca 500 mm. Este será o comprimento inicial  $L_0$  e equivale à distância entre o centro do guia e o centro do batente móvel fim de curso (12) (trecho do corpo de prova que terá influência sobre a leitura indicada no medidor de dilatação). Caso você queira distâncias menores, transfira o guia com mufa (2a) para as outras furações disponíveis no painel.

### Os ajustes no painel do medidor para iniciar o experimento.

Observe que o medidor de dilatação possui um anel recartilhado ao seu redor (I), gire-o levemente para a esquerda e para a direita, constatando que a escala externa acompanha estes movimentos. Cada traço da escala externa equivale a 0,01 mm - Figura 7.

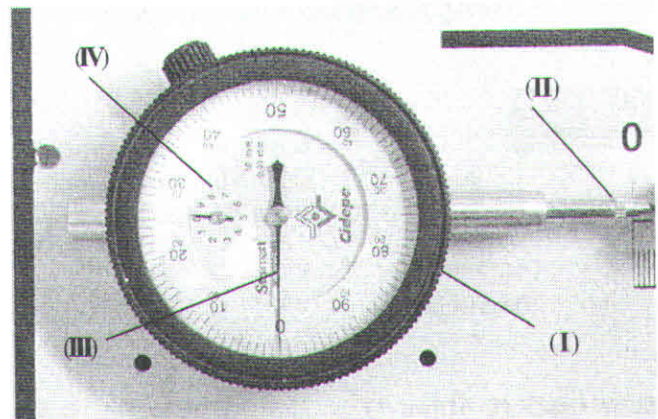


Figura 7

### • Como calibrar o "zero" no medidor.

Para facilitar as leituras, ajuste o zero do medidor, girando com a mão o anel (I).

### • Quando fazer as leituras finais num experimento.

Um bom momento é aquele que sucede a estabilização no termômetro colocado na saída dos vapores.

• **Como fazer a leitura no medidor de dilatação.**

Pressionando levemente com o dedo a ponteira (II) do medidor de dilatação, verifique que o ponteiro grande (III) se desloca rapidamente e, para cada volta que ele executar, o ponteiro menor (IV) se deslocará de um dígito (nesta escala menor cada divisão equivale a um milímetro), isto é, se o ponteiro pequeno estiver entre os dígitos 1 e 2 e o ponteiro grande estiver marcando o segundo traço após o 20, leremos uma variação de 1,22 mm.

• **Considerações sobre valor final.**

Podem ocorrer pequenas diferenças entre os valores encontrados no experimento e os tabelados do coeficiente de dilatação dos materiais, uma das causas é a variação nas ligas e misturas obtidas em escala industrial.

Didaticamente estas diferenças podem ser desprezadas.

**Como e onde colocar os termômetros químicos.**

• **Caso de dilatômetros com termômetros.**

- **Ponto 1:** Coloque um termômetro dentro da mangueira de saída (deixe a marca 90 para fora) - **Figura 8.**

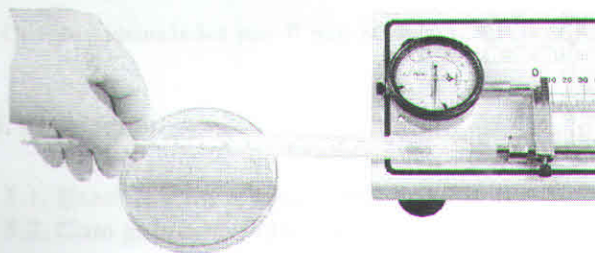


Figura 8

- **Ponto 2:** O segundo termômetro deve ser colocado no orifício da rolha do reservatório - **Figura 9.**



Figura 9

O bulbo do termômetro deve ficar afastado de 1 a 2 cm do fundo do reservatório, não devendo tocá-lo de modo algum.

**Observação:** Estes termômetros são aferidos para funcionarem submersos no meio em que se quer medir a temperatura.

**Como e onde colocar o(s) sensor(es) termoelétrico(s).**

• **Caso de dilatômetros digitais.**

**O ponto 1:** Coloque o termopar dentro da mangueira de saída - **Figura 10.**

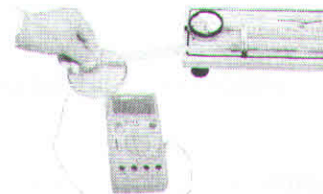


Figura 10

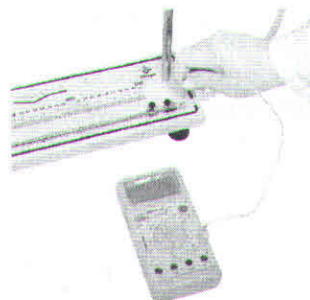


Figura 11

**O ponto 2:** Caso você possua um segundo medidor digital de temperatura, coloque o segundo termopar no pequeno orifício localizado no conjunto com conexão rápida (6) por onde se introduz a mangueira - **Figura 11.**

Caso necessário, gire a mangueira para desobstruir o orifício de entrada do termopar.

## A alteração no comprimento do latão em função da temperatura.

### 1. Habilidades e competências.

• Ao término desta atividade o aluno deverá ter competência para:

- relacionar a variação no comprimento do latão em função de  $t$  (temperatura);
- relacionar a variação no comprimento do latão em função de  $L_0$  (comprimento inicial);
- determinar o coeficiente de dilatação linear do latão.

### 2. Material necessário.

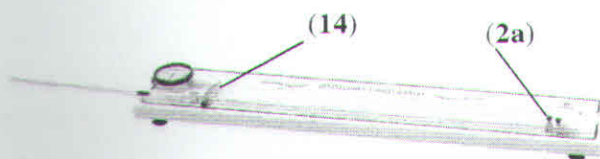
01 dilatômetro com base principal (1), medidor de dilatação, div: centésimo de milímetro (2), escala milimetrada, guia com mufa (2a), guia de saída (2b) e sapatas niveladoras;

- 01 corpo de prova em latão (4);
- 01 conexão rápida de saída;
- 01 conexão de entrada (12);
- 01 medidor de temperatura;
- 01 batente móvel fim de curso (14);
- ☆ 01 pano de limpeza;
- ☆ 01 fonte de calor;
- ☆ 01 garrafa térmica com água quente;
- ☆ 01 funil;
- ☆ 01 balde vazio;
- ☆ 01 recipiente com água fria.

Os itens assinalados por ☆ não acompanham o conjunto

### 3. Montagem.

- 3.1. Execute a montagem conforme **Figura 1**.
- 3.2. Com guia com mufa (2a) na marca dos 500 mm



verifique se o batente móvel fim de curso (14) está tocando na ponteira do medidor de dilatação.

Observe se escala do medidor está indicando zero.

### 4. Andamento das atividades.

#### • O latão.

Latão é o nome genérico das ligas cujos principais constituintes são cobre e zinco (com uma menor proporção de zinco), apresentando uma cor semelhante a do ouro.

4.1. Determine o comprimento inicial do corpo de prova.

Distância  $L_0$  entre o centro do guia com mufa (2a) até o medidor (parte do corpo de prova que terá influência sobre a leitura do medidor).

$$L_0 = \underline{\hspace{2cm}}$$

4.2. Anote a temperatura inicial  $\theta_0$  do sistema.

4.3. Fazendo circular água a diferentes temperaturas pelo interior do corpo de prova verifique a validade da seguinte afirmação:

“A variação de comprimento sofrida por um material é diretamente proporcional a sua variação de temperatura, isto é:  $\Delta L \propto \Delta \theta$ ”.

## A dilatação do latão em função do comprimento inicial, sob mesma variação da temperatura.

### 1. Habilidades e competências.

• Ao término desta atividade o aluno deverá ter competência para:

- relacionar a variação no comprimento do latão em função de  $L_0$  e  $t$  (variação da temperatura).
- construir e interpretar tabela de dados coletados;
- construir o gráfico **variação do comprimento versus temperatura** de um corpo de prova;

### 2. Material necessário.

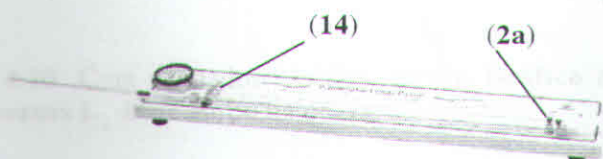
01 dilatômetro com base principal (1), medidor de dilatação, div: centésimo de milímetro (2), escala milimetrada, guia com mufa (2a), guia de saída (2b) e sapatas niveladoras;

- 01 corpo de prova em latão (4);
- 01 conexão rápida de saída;
- 01 conexão de entrada (12);
- 01 medidor de temperatura;
- 01 batente móvel fim de curso (14);
- 01 gerador de vapor (9);
- ☆ 01 pano de limpeza;
- ☆ 01 fonte de calor;
- ☆ recipiente com água fria.

Os itens assinalados por ☆ não acompanham o conjunto.

### 3. Montagem.

Execute a montagem da **Figura 1** conforme as instruções em separado.



- Com guia com mufa (2a) na marca dos 500 mm, **verifique se o batente móvel fim de curso (14) está tocando na ponteira do medidor de dilatação.**

Observe se escala do medidor está indicando zero.

### 4. Andamento das atividades.

#### O latão.

Latão é o nome genérico das ligas cujos principais constituintes são cobre e zinco (com uma menor proporção de zinco), apresentando uma cor semelhante a do ouro.

4.1. Determine o comprimento inicial do corpo de prova.

Distância  $L_0$  entre o centro da guia com mufa (2a) até o medidor (este é o único trecho do corpo de prova que terá influência sobre a leitura indicada pelo medidor).

$$L_0 = \underline{\hspace{2cm}}$$

4.2. Determine a temperatura inicial  $\theta_0$  do sistema.

$$\theta_0 = \underline{\hspace{2cm}}$$

4.3. Ligue a fonte de calor e aguarde para que o corpo de prova atinja a temperatura máxima.

O momento para a execução desta leitura deve ser (no mínimo) 60 segundos após a estabilização dos medidores.

Após o equilíbrio térmico, determine as temperaturas nos pontos de entrada e saída dos vapores.

Coincidem estas temperaturas? Justifique a sua resposta.

4.4. Calcule a **temperatura média final**  $\theta$  do corpo de prova.

4.5. Calcule a **variação de temperatura**  $\Delta\theta$  sofrida pelo corpo de prova.

4.6. Meça a **variação de comprimento**  $\Delta L$  sofrida pelo corpo de prova.

4.7. Com um pano molhado (para evitar queimaduras) remova o corpo de prova e o esfrie.

Transfira o guia com mufa (2a) para o orifício na marca dos 400 mm “diminuindo”, deste modo, o comprimento inicial  $L_0$  do corpo de prova.

4.8. Refaça a atividade anterior e medindo o novo  $\Delta L$  sofrido pelo corpo de prova, agora com um  $L_0$  igual a 400 mm.

Realize o experimento no menor tempo possível para manter que a temperatura ambiente se mantenha a mesma.

4.9. Repita o procedimento com  $L_0$  igual a 300 mm e

Comprimento inicial da haste (mm)	Temperatura inicial (média)	Temperatura final (média)	Variação de temperatura	Variação de comprimento sofrida pelo corpo de prova
500				
400				
300				

Tabela 1

complete a Tabela 1.

4.10. Com os dados obtidos, faça o **Gráfico  $\Delta L$  versus  $L_0$**  deste corpo de prova.

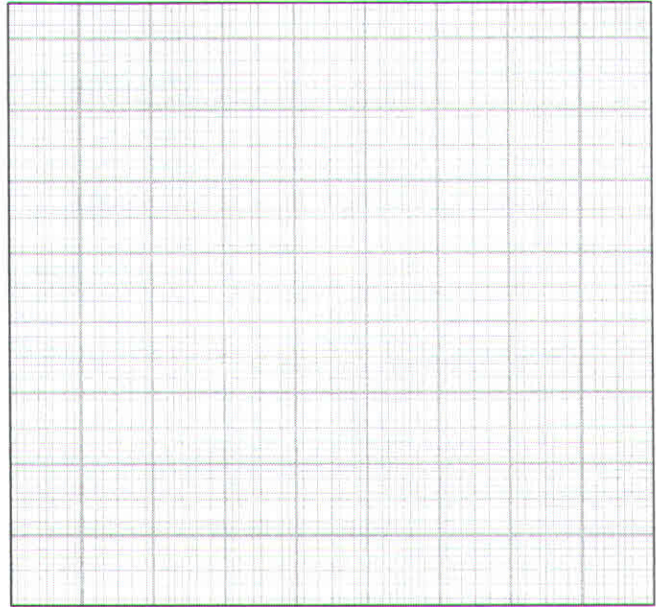


Gráfico  $\Delta L$  versus  $L_0$

4.11. Represente matematicamente a relação existente entre  $\Delta L$  e  $L_0$  (para uma mesma variação de temperatura) identificando cada termo da mesma.

4.12. Verifique a validade da afirmação:

“ A variação de comprimento sofrida por um material (sob a mesma variação de temperatura) é diretamente proporcional ao seu comprimento inicial.”

isto é:

$$\Delta L \propto L_0$$

## A determinação do coeficiente de dilatação linear do latão.

### 1. Habilidades e competências.

- Ao término desta atividade o aluno deverá ter competência para:
  - determinar o coeficiente de dilatação linear de um corpo de prova tubular metálico, utilizando um dilatômetro linear.

### 2. Material necessário.

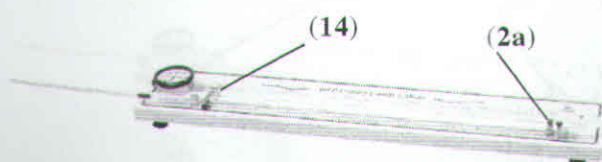
01 dilatômetro com base principal (1), medidor de dilatação, div: centésimo de milímetro (2), escala milimetrada, guia com mufa (2a), guia de saída (2b) e sapatas niveladoras;

- 01 corpo de prova em latão (4);
- 01 conexão rápida de saída;
- 01 conexão de entrada (12);
- 01 medidor de temperatura;
- 01 batente móvel fim de curso (14);
- 01 gerador de vapor (9);
- ☆ 01 pano de limpeza;
- ☆ 01 fonte de calor;
- ☆ recipiente com água fria.

Os itens assinalados por ☆ não acompanham o conjunto.

### 3. Montagem.

Execute a montagem da **Figura 1** conforme as instruções em separado.



- Com o guia com mufa (2a) na marca dos 500 mm verifique se o batente móvel fim de curso (14) está tocando na ponteira do medidor de dilatação.

Observe se a escala do medidor está indicando zero.

### 4. Pré-requisitos.

Admitiremos neste experimento o conhecimento das seguintes proporcionalidades entre grandezas físicas:

$$\Delta L \propto L_0 \quad \text{e} \quad \Delta L \propto \Delta \theta$$

### 5. Andamento das atividades.

5.1. Determine o comprimento inicial do corpo de prova.

Distância  $L_0$  entre o centro da guia com mufa (2a) até o medidor (parte do corpo de prova que terá influência sobre a leitura indicada no medidor).

$$L_0 =$$

5.2. Determine a temperatura inicial  $\theta_0$  do sistema.

$$\theta_0 =$$

5.3. Ative a fonte de calor e aguarde para que o corpo de prova atinja a temperatura máxima.

O momento para a execução desta leitura deve ser (no mínimo) 60 segundos após a estabilização dos medidores.

- Após o equilíbrio térmico, meça as temperaturas nos pontos de entrada e saída do vapor.

5.4. Determine o  $\Delta L$  sofrido pelo corpo de prova.

5.5. Com base em suas respostas determine o coeficiente de dilatação linear  $\alpha$  do corpo de prova utilizado.

5.6. Mostre que a equação  $\Delta L = \alpha L_0 \Delta \theta$  pode ser escrita como  $L = L_0 (1 + \alpha \Delta \theta)$ .

- Identifique cada termo da expressão:

$$L = L_0 (1 + \alpha \Delta \theta)$$

## A determinação do coeficiente de dilatação linear do aço.

### 1. Habilidades e competências.

- Ao término desta atividade o aluno deverá ter competência para:
  - determinar o coeficiente de dilatação linear do aço (corpo de prova tubular metálico), utilizando um dilatômetro linear.

### 2. Material necessário.

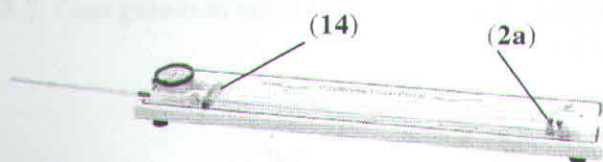
01 dilatômetro com base principal (1), medidor de dilatação, div: centésimo de milímetro (2), escala milimetrada, guia com mufa (2a), guia de saída (2b) e sapatas niveladoras;

- 01 corpo de prova em aço 1020;
- 01 conexão rápida de saída;
- 01 conexão de entrada (12);
- 01 medidor de temperatura;
- 01 batente móvel fim de curso (14);
- ☆ 01 pano de limpeza;
- ☆ 01 fonte de calor;
- ☆ recipiente com água fria.

Os itens assinalados por ☆ não acompanham o conjunto.

### 3. Montagem.

Execute a montagem da **Figura 1** conforme as instruções em separado.



- Com o guia com mufa (2a) na marca dos 500 mm verifique se o batente móvel fim de curso (14) está tocando na ponteira do medidor de dilatação.

Observe se a escala do medidor está indicando zero.

### 4. Pré-requisitos.

Admitiremos neste experimento o conhecimento das seguintes proporcionalidades entre grandezas físicas:

$$\Delta L \propto L_0 \text{ e } \Delta L \propto \Delta \theta$$

### 5. Andamento das atividades.

#### • O aço 1020.

O aço 1020 é uma liga de vários elementos químicos, sendo os principais o Ferro e o Carbono.

5.1. Determine o comprimento inicial do corpo de prova.

Distância  $L_0$  entre o centro da guia com mufa (2a) até o medidor (parte do corpo de prova que terá influência sobre a leitura indicada no medidor).

$$L_0 =$$

5.2. Determine a temperatura inicial  $\theta_0$  do sistema.

$$\theta_0 =$$

5.3. Ative a fonte de calor e aguarde para que o corpo de prova atinja a temperatura máxima.

O momento para a execução desta leitura deve ser (no mínimo) 60 segundos após a estabilização dos medidores.

- Após o equilíbrio térmico, meça as temperaturas nos pontos de entrada e saída do vapor.

5.4. Determine o  $\Delta L$  sofrido pelo corpo de prova.

5.5. Determine o coeficiente de dilatação linear  $\alpha$  do corpo de prova utilizado.

## A determinação do coeficiente de dilatação linear do cobre.

### 1. Habilidades e competências.

- Ao término desta atividade o aluno deverá ter competência para:
  - determinar o coeficiente de dilatação linear de um corpo de prova tubular metálico.

### 2. Material necessário.

01 dilatômetro com base principal (1), medidor de dilatação, div: centésimo de milímetro (2), escala milimetrada, guia com mufa (2a), guia de saída (2b) e sapatas niveladoras;

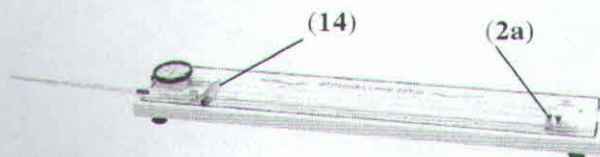
- 01 corpo de prova em cobre;
- 01 conexão rápida de saída;
- 01 conexão de entrada (12);
- 01 medidor de temperatura;
- 01 batente móvel fim de curso (14);
- 01 gerador de vapor (9);
- ☆ 01 pano de limpeza;
- ☆ 01 fonte de calor;
- ☆ recipiente com água fria.

Os itens assinalados por ☆ não acompanham o conjunto.

### 3. Montagem.

3.1. Execute a montagem da **Figura 1** conforme as instruções em separado.

3.2. Com guia com mufa (2a) na marca dos 500 mm,



verifique se o batente móvel fim de curso (14) está tocando na ponteira do medidor de dilatação.

Observe se a escala do medidor está indicando zero.

### 4. Pré-requisitos.

Admitiremos o conhecimento das seguintes proporcionalidades:

$$\Delta L \propto L_0 \quad \text{e} \quad \Delta L \propto \Delta \theta$$

### 5. Andamento das atividades.

#### • O cobre.

O cobre e suas ligas metálicas são utilizados mundialmente. Suas principais características são as elevadas condutividade elétrica e térmica, resistência à corrosão, elevada resistência mecânica e à fadiga e facilidade de fabricação.

5.1. Determine o comprimento inicial do corpo de prova.

$$L_0 =$$

5.2. Determine a temperatura inicial  $\theta_0$  do sistema.

$$\theta_0 =$$

5.3. Ligue a fonte de calor e aguarde para que o corpo de prova atinja a temperatura máxima.

- Após o equilíbrio térmico, meça as temperaturas nos pontos de entrada e saída do vapor.

5.4. Determine o  $\Delta L$  sofrido pelo corpo de prova.

5.5. Determine o coeficiente de dilatação linear  $\alpha$  do corpo de prova utilizado.