

PRÁTICA VII - COEFICIENTE DE DILATAÇÃO LINEAR DOS SÓLIDOS

1- OBJETIVOS:

- Relacionar a variação de comprimento sofrida por uma barra em função da variação de temperatura experimentada pela mesma.
- Relacionar a variação do comprimento sofrida por uma barra em função do comprimento inicial da mesma.
- Determinar o coeficiente de dilatação linear de uma barra metálica.

2 - TEORIA

DILATAÇÃO TÉRMICA

Dilatação térmica de um corpo é a variação que ele sofre em suas dimensões, quando sua temperatura varia. Ao dilatar-se, um corpo sofre alteração nas suas três dimensões. No entanto, dependendo de sua forma, a alteração pode ocorrer predominantemente em apenas uma ou duas dimensões. Se a dilatação ocorrer principalmente em uma dimensão, receberá o nome de **Dilatação Linear**; se ocorrer em duas dimensões, **Dilatação Superficial**, e em três dimensões, **Dilatação Volumétrica**.

2.1 – DILATAÇÃO LINEAR.

Tomemos como exemplo uma barra de ferro. Podemos notar que a área de sua secção reta é muito pequena quando comparada com seu comprimento. Assim, é fácil perceber que, neste caso, a dimensão que mais se altera com a dilatação é o comprimento. Por este motivo, dizemos que a barra sofreu uma dilatação linear. Seja (L_0) o comprimento inicial da barra a uma temperatura, também inicial, (T_0). Aquecendo essa barra a uma temperatura (T), ela sofrerá uma dilatação (ΔL).

A experiência mostra que a dilatação (ΔL) é proporcional à variação de temperatura e ao comprimento inicial da barra. Ou seja,

$$\Delta L \propto L_0 (T - T_0)$$

A proporção expressa acima pode ser transformada numa igualdade, introduzindo-se uma constante chamada **Coefficiente de Dilatação Linear** (α). O valor desta constante depende diretamente do material que está sofrendo dilatação.

$$\Delta L = \alpha \cdot L_0 \cdot \Delta T$$

Na tabela 1 que segue, apresentamos os coeficientes de dilatação linear de algumas substâncias.

SUBSTÂNCIA	COEF. DE DILAT. LINEAR $\times 10^{-6} (^{\circ}\text{C})^{-1}$
CHUMBO	27
ZINCO	26
ALUMINIO	22
PRATA	19
COBRE	17
OURO	15
AÇO	12
VIDRO COMUM	9
VIDRO TIPO PIREX	3
DIAMANTE	0.9

Tabela 1

2.2 - DILATAÇÃO SUPERFICIAL E VOLUMÉTRICA

Quando colocamos uma chapa para dilatar, as dimensões que mais se alteram com o aumento de temperatura são a largura e o comprimento tornando-se, pois, desprezível, a dilatação sofrida pela espessura da mesma. Desta forma, dizemos que a chapa sofreu uma Dilatação Superficial.

A dilatação superficial de um corpo de área inicial (S_0) a uma temperatura inicial (T_0), pode ser calculada através da equação;

$$\Delta S = \beta \cdot S_0 \cdot \Delta T$$

onde β na equação acima, representa o **coeficiente de dilatação superficial**.

Em alguns corpos, nenhuma de suas dimensões pode ser desprezada, pois sua dilatação altera não apenas o seu comprimento ou sua superfície, mas o seu volume. Nesses casos, temos que considerar as três dimensões, pois o corpo sofre uma dilatação volumétrica.

A expressão para o cálculo da dilatação volumétrica é:

$$\Delta V = \gamma \cdot V_o \cdot \Delta T$$

nessa expressão, ΔV representa a variação de volume, V_o é o volume inicial, ΔT é a variação da temperatura e (γ) é o **coeficiente de dilatação volumétrica**

2.3 - RELAÇÕES ENTRE AS CONSTANTES (α , β , γ)

Normalmente, as tabelas (ver tabela 1, acima) trazem somente os valores dos coeficientes de dilatação linear das substâncias sólidas, pois os valores dos outros coeficientes podem ser obtidos a partir destes. Isso é possível, porque há uma relação entre os coeficientes. Como (α) representa a dilatação em uma dimensão, (β) em duas dimensões e (γ) em três, podemos ter, então;

$$\beta = 2\alpha \quad \gamma = 3\alpha \quad \beta = \frac{2}{3}\gamma$$

3 - EXPERIÊNCIA

A) Material:

- Dilatômetro de precisão, Três tubos metálicos (ferro, cobre e latão), Dois termômetros com escala até 100°C, Balão volumétrico de 300ml, 50 ml de água, Fonte térmica (placa de aquecimento)

a1) O dilatômetro de precisão

O dilatômetro de precisão possui estrutura básica metálica, três hastes de metais diferentes, painel de leitura direta com precisão de 0,01 mm (um centésimo de milímetro), fixador e alinhador de tubos, escala milimetrada na base, três dissipadores de 70mm, 120mm e 170mm, duas rolhas com furação em "T", uma haste suporte de 350mm e opera por vapor.

Observe que o relógio comparador do dilatômetro possui um anel recartilhado ao seu redor. Gire-o levemente para a esquerda e para a direita, constatando que a escala externa acompanha estes movimentos e que cada traço da mesma equivale a 0,01mm.

Pressione levemente, com o dedo, a ponteira do relógio comparador e constate que: o ponteiro grande se desloca rapidamente e que para cada volta executada, o ponteiro menor se desloca de um dígito (cada divisão na escala menor 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 1,22mm.

B) Atividades Dirigidas

b1) Solte o manípulo de fixação I, coloque a haste de latão no dilatômetro e, com cuidado, avance a haste metálica até tocar na ponteira do comparador.

b2) Alinhe a haste metálica corretamente e aperte o manípulo recartilhado I existente no topo do alinhador traseiro. Esta operação, por mais cuidado que se tome, acarretará (e deve acarretar) um pequeno deslocamento do ponteiro maior, garantindo que o extremo da haste metálica, realmente, está tocando na ponteira do indicador. Acerte o "zero" da escala maior girando o anel recartilhado do anel comparador.

b3) Fixe o balão volumétrico à pinça com mufla, coloque 50ml de água no seu interior e faça as conexões (com mangueira).

b4) Introduza os termômetros e verifique se as passagens nas regiões "A" não ficaram obstruídas.

b5) Determine o comprimento inicial (L_o) da haste (trecho que terá influência sobre a leitura do relógio) deste a ponteira do comparador até o centro do fixador I.

R: _____

b6) Determine a temperatura inicial (T_o) do sistema.

R: _____

b7) Ligue a fonte térmica e aguarde para que o vapor, percorrendo o circuito, ative os termômetros.

b8) Espere o equilíbrio térmico e leia as temperaturas de entrada e saída dos vapores. Coincidem estas temperaturas? Justifique.

R: $T_1 =$ _____

$T_2 =$ _____

b9) Após determinar a temperatura média final da haste, determine a variação de temperatura sofrida;

R: $T_M =$ _____

$\Delta T =$ _____

b10) Verifique a variação de comprimento (ΔL), sofrida pela haste de (latão, ferro ou cobre).

R: _____

b11) Com um pano, remova a haste de latão do aparelho, torne a esfriá-la na água fria ou com um pano molhado, solte o parafuso que segura o alinhador I, existente sob a base, e o transfira para o orifício existente na marca dos 400mm (deste modo diminuiremos o comprimento inicial da barra). Torne a montar o conjunto e determine a variação (ΔL), sofrida pelos 400mm da haste. Proceda semelhantemente para L_o igual a 350mm e 300mm, completando os quadros a seguir.

Barra 1 (Deixe o dilatômetro estabilizar e anote as temperaturas para três valores decrescentes e preencha a tabela abaixo para as quatro distâncias)

L_o (mm)	500	500	500	400	400	400	350	350	350	300	300	300
T_o												
T_1												
T_2												
T_m												
ΔT												
ΔL												

Barra 2 .idem para barra 2

L_o (mm)	500	500	500	400	400	400	350	350	350	300	300	300
T_o												
T_1												
T_2												
T_m												
ΔT												
ΔL												

Tabela 2 – Resultados Experimentais

b12) Construir o gráfico do comprimento (ΔL), sofrido pela haste das barras 1 e 2, em função do seu comprimento inicial (L_o), para uma mesma variação de temperatura (usar o computador).

b13) Com base no gráfico levantado, classifique o comportamento de (ΔL) em função de (L_o) (para uma dada temperatura). Represente, matematicamente, esta relação.

R: _____

b14) Qual o significado físico da constante e qual a sua unidade dimensional no sistema internacional?

R: _____

b15) Com base na experiência acima realizada, determine o coeficiente de dilatação linear (α) para os dois materiais usados..

R: _____

b16) Mostre que a equação $\Delta L = \alpha L_o \Delta T$ pode ser escrita como $L = L_o(1 + \alpha \Delta T)$, reconhecendo cada termo da mesma.

R: _____

b18) Caso sejam usados, determine os coeficientes de dilatação linear das hastes do material 1 e 2 respectivamente.

R: $\alpha_1 =$ _____ $\alpha_2 =$ _____

b19) Compare os resultados obtido com os da tabela e discuta as diferenças. Identificando cada uma das barras.

R: _____