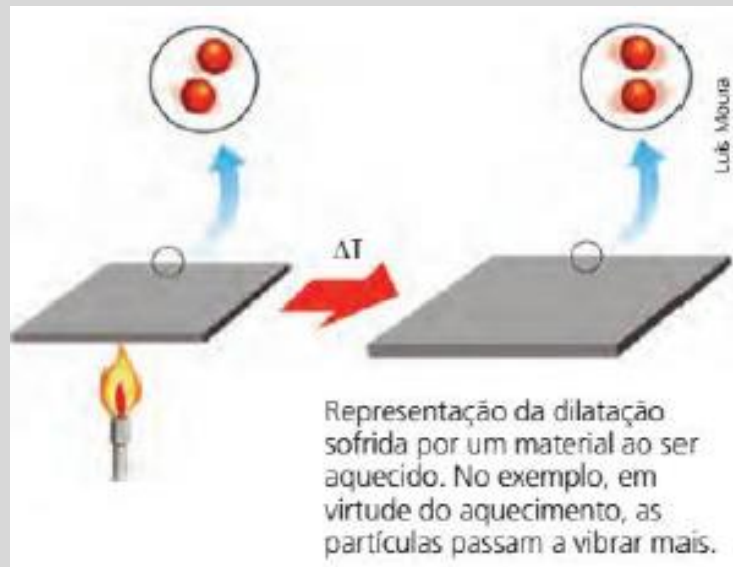


DILATAÇÃO TÉRMICA

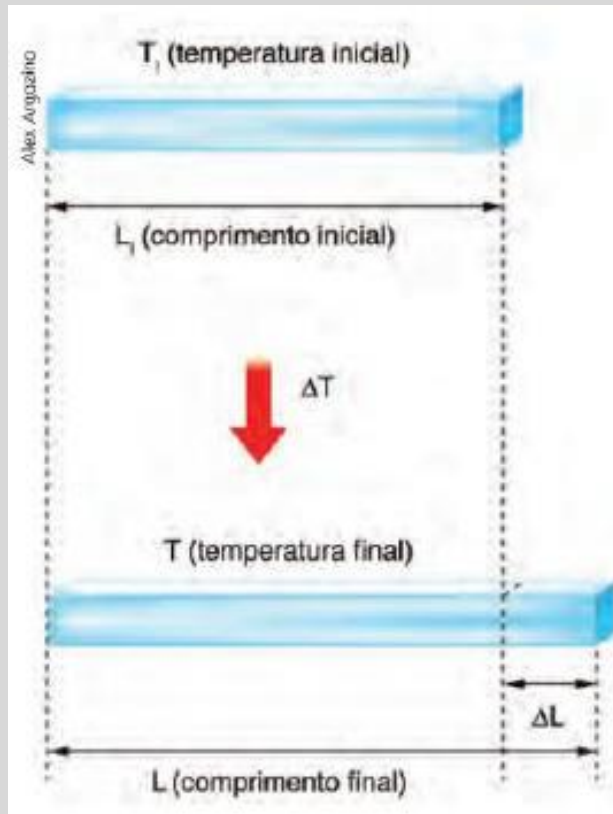
Dilatação dos sólidos

De modo geral, os corpos, ao serem aquecidos, têm suas dimensões aumentadas. A esse fenômeno damos o nome de **dilatação térmica**. Em um dia quente, por exemplo, algumas portas podem oferecer mais dificuldade para ser abertas, pois a madeira se expande.

O caso inverso, chamado de **contração térmica**, acontece quando se diminui a temperatura de um corpo. Analogamente, isso causa a diminuição da agitação das partículas e a consequente diminuição do volume do corpo.



Dilatação linear



Se considerarmos que um corpo sólido à temperatura inicial de T_i tem comprimento inicial L_i , então, após um aquecimento ΔT , ele apresentará um comprimento final L (barra com temperatura final T).

Dessa forma, houve uma variação de temperatura $\Delta T = T - T_i$, e o comprimento da barra sofreu uma dilatação térmica $\Delta L = L - L_i$.

Podemos observar, de modo empírico, que a variação do comprimento ΔL é diretamente proporcional ao comprimento inicial L_i e à variação de temperatura ΔT , de tal forma que podemos traduzi-la na equação:

$$\Delta L = \alpha L_i \Delta T$$

O coeficiente de proporcionalidade α é característico de cada material e é chamado de coeficiente de dilatação térmica linear.

Notamos que a unidade do coeficiente de dilatação linear é o inverso da unidade de variação de temperatura, $\frac{1}{^{\circ}\text{C}} = ^{\circ}\text{C}^{-1}$, chamada grau recíproco.

Outra maneira de escrever a equação da dilatação é substituir o termo ΔL por $(L - L_i)$:

$$L - L_i = \alpha L_i \Delta T$$

$$L = L_i + \alpha L_i \Delta T$$

$$L = L_i (1 + \alpha \Delta T)$$

Valores de coeficiente de dilatação linear de alguns materiais

Material	α ($10^{-5} ^{\circ}\text{C}^{-1}$)
aço	1,5
alumínio	2,3
cobre	1,7
ferro	1,2
níquel	1,3
ouro	1,4
prata	1,9
vidro comum	0,9
vidro pirex	0,3

Fontes: **Web Elements**. Disponível em: <www.webelements.com/periodicity/coeff_thermal_expansion/>. Acesso em: 7 jan. 2016; GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física). **Física 2: física térmica, óptica**. São Paulo: Edusp, 1990, p. 45.

EXERCÍCIOS RESOLVIDOS

1. Uma ponte será construída sobre um rio, mas os engenheiros não decidiram qual material será utilizado. Ela terá 100 m de comprimento, e a variação de temperatura na região onde será erguida pode ser de até 30 °C. Qual será a variação de comprimento da ponte, caso seja escolhido o:

a) concreto, cujo coeficiente de dilatação linear é $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$?

b) aço, cujo coeficiente de dilatação é $1,1 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$?

Resolução

Tomando os dados do problema, temos:
 $L_0 = 100 \text{ m}$ e $\Delta\theta = 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$

a) Para o concreto:

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta\theta \Rightarrow \Delta L = 100 \cdot 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 30$$

$$\Delta L = 1,2 \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot 10^{-5}$$

$$\Delta L = 3,6 \cdot 10^{-2}$$

$$\Delta L = 0,036 \text{ m ou } \Delta L = 3,6 \text{ cm}$$

b) Para o aço:

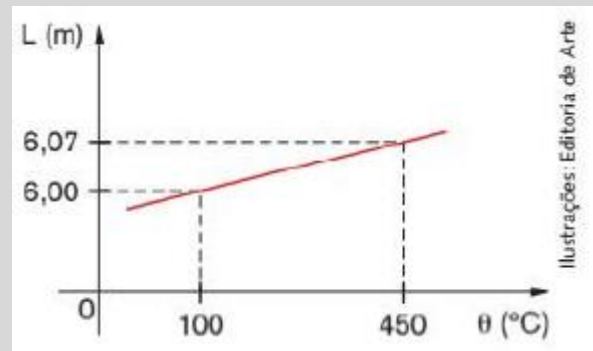
$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta\theta \Rightarrow \Delta L = 100 \cdot 1,1 \cdot 10^{-5} \cdot 30$$

$$\Delta L = 1,1 \cdot 3 \cdot 10^3 \cdot 10^{-5}$$

$$\Delta L = 3,3 \cdot 10^{-2}$$

$$\Delta L = 0,033 \text{ m ou } \Delta L = 3,3 \text{ cm}$$

2. Após várias experimentações num instituto de pesquisas, descobriu-se um novo material que poderá ser utilizado pela indústria. Os pesquisadores analisaram um fio produzido com esse material e traçaram um gráfico do seu comprimento em função da temperatura. Pelo gráfico ao lado, eles determinaram o coeficiente de dilatação linear do material pesquisado. Qual foi o valor?



Resolução

Podemos obter, segundo o gráfico, os seguintes dados:

$$\Delta\theta = 450 - 100 \Rightarrow \Delta\theta = 350\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta L = 6,07 - 6,00 \Rightarrow \Delta L = 0,07\text{ m}$$

Logo, o coeficiente de dilatação linear do material pode ser obtido da expressão:

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta\theta \Rightarrow \alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \cdot \Delta\theta} \Rightarrow \alpha = \frac{1}{L_0} \cdot \frac{0,07}{350} \Rightarrow \alpha = \frac{0,0002}{L_0}$$

Cálculo de L_0 :

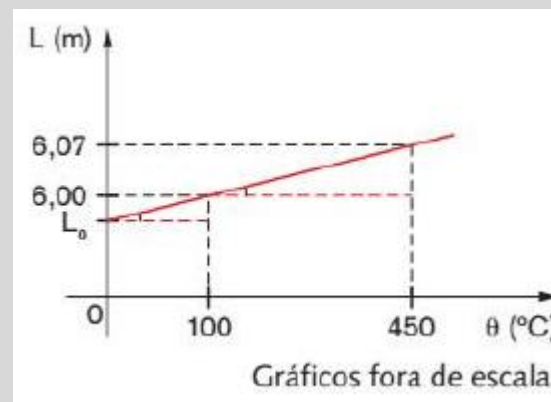
$$\frac{6,07 - 6,00}{450 - 100} = \frac{6,00 - L_0}{100 - 0} \Rightarrow \frac{0,07}{350} = \frac{6,00 - L_0}{100} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow 0,002 = \frac{6,00 - L_0}{100} \Rightarrow L_0 = 6,00 - 100 \cdot 0,002$$

$$L_0 = 5,98\text{ m}$$

Voltando à expressão de α , encontramos:

$$\alpha = \frac{0,0002}{L_0} \Rightarrow \frac{0,0002}{5,98} \Rightarrow 0,000033444 \Rightarrow \alpha \simeq 3,34 \cdot 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$



EXERCÍCIOS PROPOSTOS

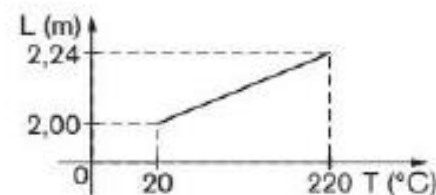
NÃO ESCREVA
NO LIVRO

1. Qual é o significado do coeficiente de dilatação linear $\alpha = 23 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ para uma barra de alumínio com 1 m de comprimento?
2. Um pote de vidro comum ($\alpha_{\text{vidro}} = 9 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$) está fechado com tampa de metal ($\alpha_{\text{metal}} = 25 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$). Quando precisou ser aberto, a tampa emperrou e só foi possível soltá-la deixando-o em banho-maria. Explique o que ocorre nesse processo.
3. Em colunas e vigas usadas nas construções de casas, por exemplo, o concreto e o ferro se moldam formando um conjunto rígido. Ambos apresentam coeficientes de dilatação muito próximos. O que aconteceria se esses coeficientes fossem muito diferentes?
4. Dois fios, de mesmo material, sofrem a mesma variação de temperatura. Verifica-se que as dilatações sofridas pelos fios são diferentes. Como isso pode ser explicado?
5. Na instalação de um sistema a gás para aquecer a água numa residência, são utilizados canos de cobre. Considere um cano de cobre de 4 m de comprimento a $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Quando a água que passar por esse cano estiver a uma temperatura

de $60 \text{ }^{\circ}\text{C}$, qual será, em milímetros, o aumento no comprimento dele?

Dado: coeficiente de dilatação linear do cobre: $1,7 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

6. Uma trena de aço inox (aço inoxidável: liga metálica de ferro, carbono, cromo e níquel) é aferida à temperatura de $0 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Um corretor de imóveis usou essa trena para medir a frente de um lote numa tarde em que os termômetros registravam $32 \text{ }^{\circ}\text{C}$. O corretor registrou 50 m em sua ficha para a medida do lote. Mas, na realidade, qual é a medida aproximada do lote? Dado: $\alpha_{\text{aço}} = 1,2 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
7. O comprimento de uma barra de certo material em função da temperatura foi colocado no gráfico fora de escala a seguir.



- a) Qual é o valor do coeficiente linear do material que constitui a barra?
- b) Calcule a contração dessa barra, caso a temperatura caia para $-5 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Referências bibliográficas

Física : termologia, óptica, ondulatória, 2º ano. —
3. ed. — São Paulo : FTD, 2016. — (Coleção física)

Barreto Filho, Benigno
Física aula por aula : termologia, óptica, ondulatória,
2º ano / Benigno Barreto Filho, Claudio Xavier da Silva.
— 3. ed. — São Paulo : FTD, 2016. — (Coleção física aula
por aula)