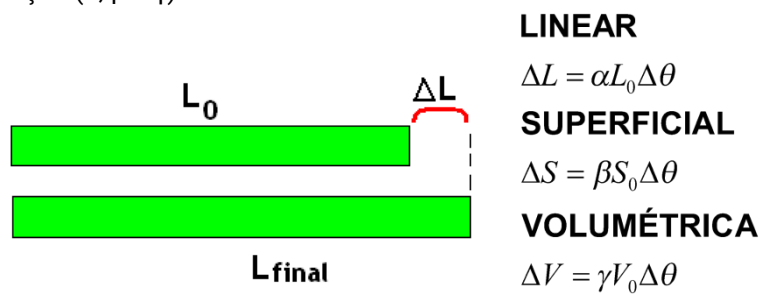


Dilatação dos sólidos

Resumo

Dilatação é a variação na dimensão de um corpo e depende do(a):

- Tamanho inicial (L_0 , S_0 e V_0)
- Variação de temperatura ($\Delta\theta$)
- Coeficiente de dilatação (α , β e γ)



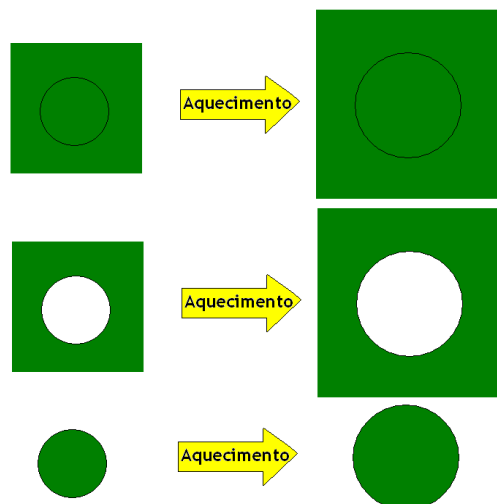
$$L_{FINAL} = L_0 + \Delta L \Rightarrow L_{FINAL} = L_0(1 + \alpha\Delta\theta)$$

$$S_{FINAL} = S_0 + \Delta S \Rightarrow S_{FINAL} = S_0(1 + \beta\Delta\theta)$$

$$V_{FINAL} = V_0 + \Delta V \Rightarrow V_{FINAL} = V_0(1 + \gamma\Delta\theta)$$

Observações:

1. $\gamma = 3\alpha$ e $\beta = 2\alpha$;
2. Unidade usual de α , β e $\gamma \Rightarrow ^\circ\text{C}^{-1}$ (no SI usa-se o K^{-1});
3. Uma chapa com orifício dilata-se como preenchida.



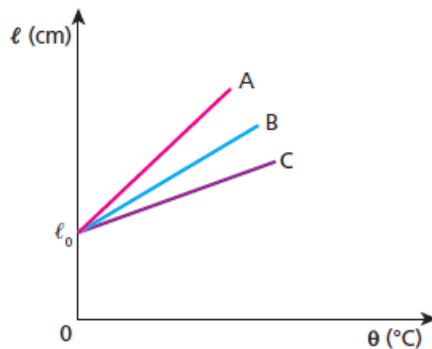
Uma chapa inteira dilata-se por inteiro. Ao ser retirado um pedaço da chapa, este pedaço vai se dilatar. Então o espaço deixado pela retirada do pedaço vai aumentar como se fosse preenchido.

Quer ver este material pelo Dex? Clique [aqui](#)

Exercícios

1. Uma dona de casa resolveu fazer uma salada para o jantar, mas não conseguiu abrir o frasco de palmito, que tem tampa metálica. Porém, lembrando-se de suas aulas de Física, ela mergulhou a tampa da embalagem em água quente durante alguns segundos e percebeu que ela abriu facilmente. Isso provavelmente ocorreu porque:
- a) reduziu-se a força de coesão entre as moléculas do metal e do vidro;
 - b) reduziu-se a pressão do ar no interior do recipiente;
 - c) houve redução da tensão superficial existente entre o vidro e o metal;
 - d) o coeficiente de dilatação do metal é maior que o do vidro;
 - e) o coeficiente de dilatação do vidro é maior que o do metal.
2. Uma régua de alumínio tem comprimento de 200,0 cm a 20 °C. O valor, em centímetros, do seu comprimento a 60 °C é:
Dado: coeficiente de dilatação linear do alumínio = $2,5 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$
- a) 200 cm
 - b) 200,2 cm
 - c) 300,5 cm
 - d) 202 cm
 - e) 305 cm
3. Uma barra metálica, inicialmente à temperatura de 20 °C, é aquecida até 260 °C e sofre uma dilatação igual a 0,6% de seu comprimento inicial. O coeficiente de dilatação linear médio do metal nesse intervalo de temperatura é:
- a) $2,5 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
 - b) $3,5 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
 - c) $4,5 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
 - d) $5,5 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
 - e) $6,5 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
-

4. O gráfico da figura a seguir mostra a dilatação térmica de três barras metálicas, feitas de alumínio (Al), ferro (Fe) e chumbo (Pb). O aquecimento é feito a partir de 0 °C, e elas possuem o mesmo comprimento inicial. A tabela mostra também alguns dados numéricos referentes ao processo.

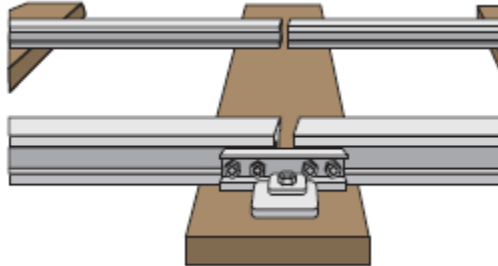


	$\Delta \ell$ (cm)	$\Delta \theta$ (°C)
Fe	0,60	500
Al	0,46	200
Pb	0,27	100

As letras **A**, **B** e **C** representam, respectivamente, as substâncias:

- Pb, Al, Fe;
 - Al, Pb, Fe;
 - Fe, Pb, Al;
 - Al, Fe, Pb;
 - Fe, Al, Pb.
5. Ao aquecermos um sólido de 20 °C a 80 °C, observamos que seu volume experimenta um aumento correspondente a 0,09% em relação ao volume inicial. O coeficiente de dilatação linear do material de que é feito o sólido vale:
- $5 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
 - $6 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
 - $7 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
 - $8 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
 - $9 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$
6. Um mecânico de automóveis precisa soltar um anel que está fortemente preso a um eixo. Sabe-se que o anel é feito de aço, de coeficiente de dilatação linear $1,1 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$. O eixo, de alumínio, tem coeficiente $2,3 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$. Lembrando que tanto o aço quanto o alumínio são bons condutores térmicos e sabendo que o anel não pode ser danificado e que não está soldado ao eixo, o mecânico deve:
- aquecer somente o eixo.
 - aquecer o conjunto (anel + eixo).
 - resfriar o conjunto (anel + eixo).
 - resfriar somente o anel.
 - aquecer o eixo e, logo após, resfriar o anel.

7. Um estudante ouviu de um antigo engenheiro de uma estrada de ferro que os trilhos de 10 m de comprimento haviam sido fixados ao chão num dia em que a temperatura era de 10 °C. No dia seguinte, em uma aula de Geografia, ele ouviu que, naquela cidade, a maior temperatura que um objeto de metal atingiu, exposto ao sol, foi 50 °C.

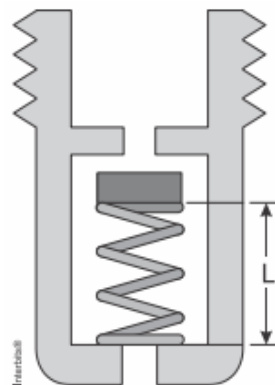


O espaço entre os trilhos possibilita sua dilatação.

Com essas informações, o estudante resolveu calcular a distância mínima entre dois trilhos de trem. O valor que ele encontrou foi de:

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

- a) 2,2 mm
 - b) 4,4 mm
 - c) 5,6 mm
 - d) 9 mm
 - e) 55 mm
8. A cada ano, milhares de crianças sofrem queimaduras graves com água de torneiras fervendo. A figura a seguir mostra uma vista em corte transversal de um dispositivo antiescaldante, bem simplificado, para prevenir este tipo de acidente.



Dentro do dispositivo, uma mola feita com material com um alto coeficiente de expansão térmica controla o êmbolo removível. Quando a temperatura da água se eleva acima de um valor seguro preestabelecido, a expansão da mola faz com que o êmbolo corte o fluxo de água. Admita que o comprimento inicial L da mola não tensionada seja de 2,40 cm e que seu coeficiente de expansão volumétrica seja de $66,0 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$. Nas condições acima propostas o aumento no comprimento da mola, quando a temperatura da água se eleva de 30 °C, é de:

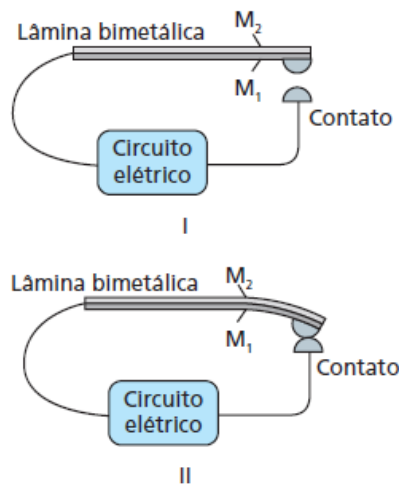
- a) $1,58 \times 10^{-3} \text{ cm}$
- b) $4,74 \times 10^{-3} \text{ cm}$
- c) $3,16 \times 10^{-3} \text{ cm}$
- d) $2,37 \times 10^{-3} \text{ cm}$

9. A caminho da erradicação da pobreza, para poder contemplar a todos com o direito à habitação, as novas edificações devem ser construídas com o menor custo e demandar cuidados mínimos de manutenção. Um acontecimento sempre presente em edificações, e que torna necessária a manutenção, é o surgimento de rachaduras. Há muitas formas de surgirem rachaduras como, por exemplo, pela acomodação do terreno ou ocorrência de terremotos. Algumas rachaduras, ainda, ocorrem devido à dilatação térmica. A dilatação térmica é um fenômeno que depende diretamente do material do qual o objeto é feito, de suas dimensões originais e da variação de temperatura a que ele é submetido.

Considere dois muros feitos com o mesmo material, sendo que o menor deles possui uma área de superfície igual a 100 m^2 , enquanto que o maior tem 200 m^2 . Se o muro menor sofrer uma variação de temperatura de $+ 20^\circ\text{C}$ e o maior sofrer uma variação de $+ 40^\circ\text{C}$, a variação da área da superfície do muro maior em relação à variação da área da superfície do muro menor, é:

- a) quatro vezes menor.
- b) duas vezes menor.
- c) a mesma.
- d) duas vezes maior.
- e) quatro vezes maior.

10. Uma lâmina bimetálica é constituída de duas placas de materiais diferentes, M_1 e M_2 , presas uma à outra. Essa lâmina pode ser utilizada como interruptor térmico para ligar ou desligar um circuito elétrico, como representado, esquematicamente, na figura I:



Quando a temperatura das placas aumenta, elas dilatam-se e a lâmina curva-se, fechando o circuito elétrico, como mostrado na figura II. Esta tabela mostra o coeficiente de dilatação linear α de diferentes materiais:

Material	$\alpha (10^{-6} \cdot ^\circ\text{C}^{-1})$
Aço	11
Alumínio	24
Bronze	19
Cobre	17
Níquel	13

Considere que o material M_1 é cobre e o outro, M_2 , deve ser escolhido entre os listados nessa tabela. Para que o circuito seja ligado com o menor aumento de temperatura, o material da lâmina M_2 deve ser o:

- a) aço.
- b) alumínio.
- c) bronze.
- d) níquel.

Gabarito

1. D

O coeficiente de dilatação do metal é maior que o do vidro. Ao ser mergulhada na água quente, a tampa de metal dilata mais do que o vidro, soltando-se.

2. B

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta \theta$$

$$\Delta L = 200,0 \cdot 2,5 \cdot 10^{-5} \cdot (60 - 20) \text{ (cm)}$$

$$\Delta L = 0,2 \text{ cm}$$

Portanto:

$$L = L_0 + \Delta L$$

$$L = 200,0 + 0,2 \text{ (cm)}$$

$$L = 200,2 \text{ cm}$$

3. A

$$L_0 \rightarrow 100\%$$

$$\Delta L \rightarrow 0,6\% \Rightarrow \Delta L = \frac{0,6 L_0}{100}$$

Como:

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta \theta,$$

então:

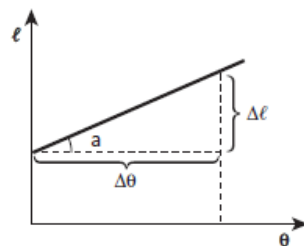
$$\frac{0,6 \cdot L_0}{100} = L_0 \alpha \Delta \theta$$

$$6 \cdot 10^{-3} = \alpha \cdot (260 - 20)$$

$$\alpha = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

4. A

No diagrama, temos:



$$\text{tg } a = \frac{\Delta \ell}{\Delta \theta}$$

Assim, da tabela, vem:

$$\text{tg } a_{\text{Fe}} = \left(\frac{\Delta \ell}{\Delta \theta} \right)_{\text{Fe}} = \frac{0,60 \text{ cm}}{500 \text{ } ^\circ\text{C}} = 1,2 \cdot 10^{-3} \text{ cm/} ^\circ\text{C}$$

$$\text{tg } a_{\text{Al}} = \left(\frac{\Delta \ell}{\Delta \theta} \right)_{\text{Al}} = \frac{0,46 \text{ cm}}{200 \text{ } ^\circ\text{C}} = 2,3 \cdot 10^{-3} \text{ cm/} ^\circ\text{C}$$

$$\text{tg } a_{\text{Pb}} = \left(\frac{\Delta \ell}{\Delta \theta} \right)_{\text{Pb}} = \frac{0,27 \text{ cm}}{100 \text{ } ^\circ\text{C}} = 2,7 \cdot 10^{-3} \text{ cm/} ^\circ\text{C}$$

Como: $\text{tg } a_{\text{Pb}} > \text{tg } a_{\text{Al}} > \text{tg } a_{\text{Fe}}$

então: $a_{\text{Pb}} > a_{\text{Al}} > a_{\text{Fe}}$

Portanto, a correlação entre as retas e os materiais é:

A → Chumbo (Pb)

B → Alumínio (Al)

C → Ferro (Fe)

5. A

O volume inicial V_0 corresponde a 100% e a variação de volume ΔV , a 0,09%. Assim, podemos escrever a relação:

$$\Delta V = \frac{0,09V_0}{100}$$

Como: $\Delta V = V_0 \gamma \Delta \theta$,

então: $\frac{0,09V_0}{100} = V_0 \gamma \Delta \theta$

Mas $\gamma = 3\alpha$

Portanto:

$$\frac{0,09}{100} = 3\alpha(80 - 20)$$

$$\alpha = 5 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

6. C

Como $\alpha_{\text{Al}} > \alpha_{\text{aço}}$, ao resfriarmos o conjunto, o eixo de alumínio irá se contrair mais que o anel de aço, ocorrendo a separação.

7. B

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta \theta$$

Como:

$$L_0 = 10 \text{ m} = 10000 \text{ mm}$$

vem:

$$\Delta L = 10000 \cdot 1,1 \cdot 10^{-5} \cdot (50 - 10)$$

$$\Delta L = 4,4 \text{ mm}$$

8. A

A dilatação térmica da mola é dada por:

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

São dados o comprimento inicial da mola L_0 , a variação de temperatura ΔT e o coeficiente de expansão volumétrica γ . Este último dado é uma "pegadinha", pois precisamos é do coeficiente de dilatação linear do material α , que é a terça parte do coeficiente volumétrico:

$$\alpha = \frac{\gamma}{3} \Rightarrow \alpha = \frac{66,0 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}}{3} \therefore \alpha = 22,0 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

Agora calculando a dilatação linear, temos:

$$\Delta L = 2,40 \text{ cm} \cdot 22,0 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \cdot 30 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\therefore \Delta L = 1,584 \cdot 10^{-3} \text{ cm}$$

9. E

Dilatação térmica do muro maior:

$$\Delta S_1 = S_{01} \cdot \beta \cdot \Delta \theta_1 \Rightarrow \Delta S_1 = 200 \text{ m}^2 \cdot \beta \cdot 40^\circ\text{C} \therefore \Delta S_1 = 8000 \text{ m}^2 \cdot \beta \cdot ^\circ\text{C}$$

Dilatação térmica do muro menor:

$$\Delta S_2 = S_{02} \cdot \beta \cdot \Delta \theta_2 \Rightarrow \Delta S_2 = 100 \text{ m}^2 \cdot \beta \cdot 20^\circ\text{C} \therefore \Delta S_2 = 2000 \text{ m}^2 \cdot \beta \cdot ^\circ\text{C}$$

A razão das dilatações térmicas será:

$$\frac{\Delta S_1}{\Delta S_2} = \frac{8000 \text{ m}^2 \cdot \beta \cdot ^\circ\text{C}}{2000 \text{ m}^2 \cdot \beta \cdot ^\circ\text{C}} \therefore \frac{\Delta S_1}{\Delta S_2} = 4$$

Portanto, a razão será 4 vezes maior.

10. B

Para que a lâmina se curve com o menor aumento de temperatura, a lâmina M2 deverá ter o maior coeficiente de dilatação (o alumínio).