



Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Campus São Paulo

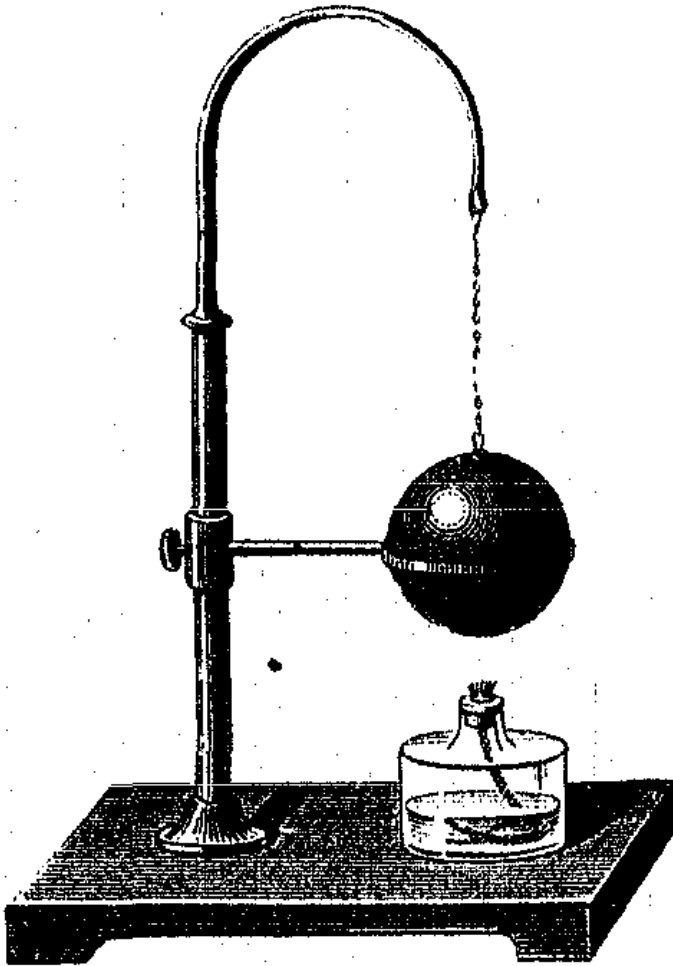
Dilatação Térmica

Resultados indesejados



Curiosidades

Anel de S' Gravesande



Willem Jacob's Gravesande
1688 - 1742

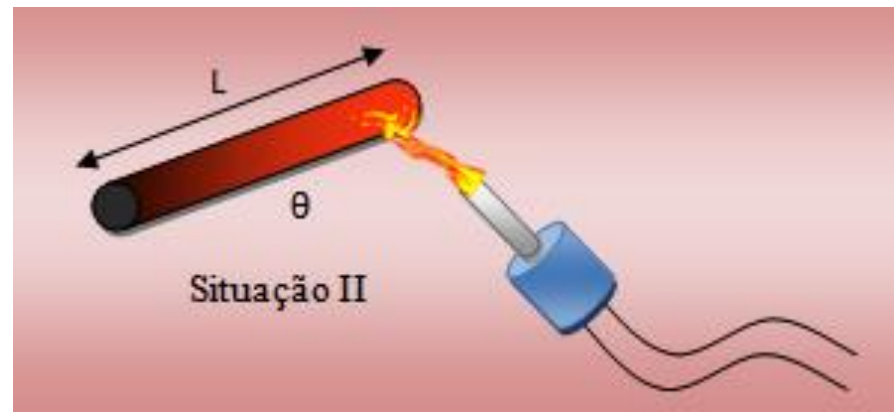
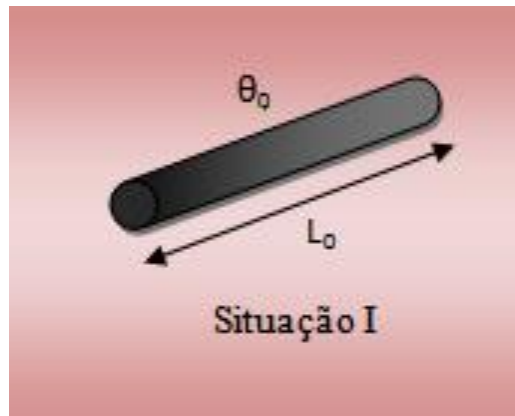
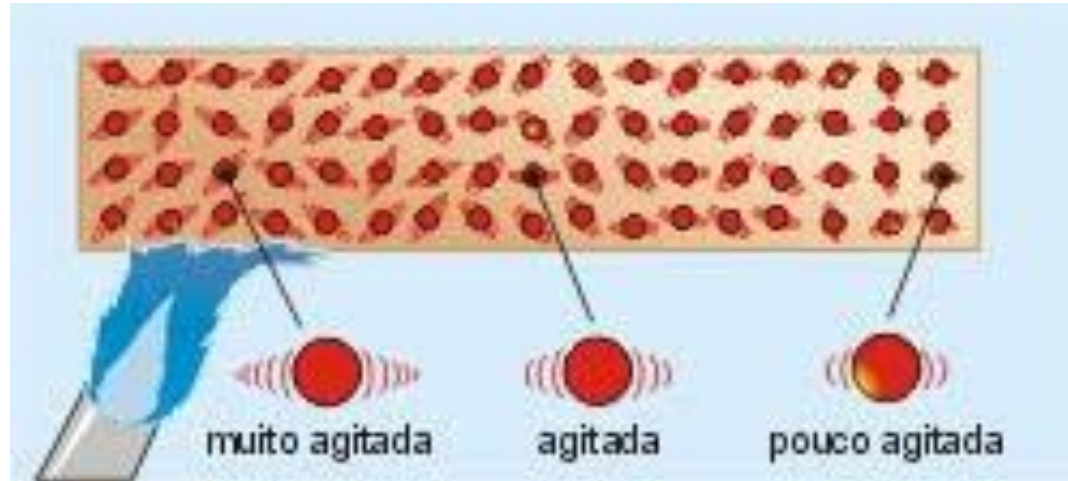
Solução para a dilatação térmica de trilhos ferroviários



https://www.youtube.com/watch?v=3Yi_8XgOf_g - Termita

<https://www.youtube.com/watch?v=IF9d607uSmE> - Por que os trilhos não precisam de juntas de expansão?

Modelo microscópico para o aquecimento



Contração e Expansão Térmicas

• Linear:

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



L_0 em T_0

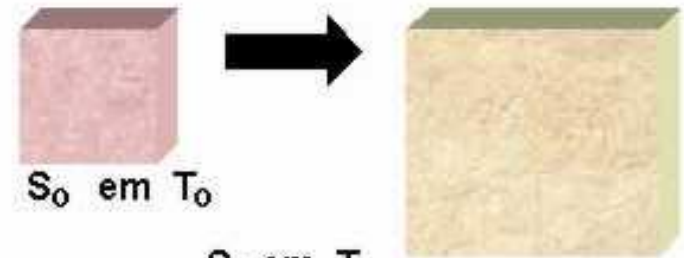
L_f em T_f

α - Coeficiente de dilatação linear

Apenas uma dimensão apresenta dilatação mensurável como fios, arames, varas etc

• Superficial:

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



S_0 em T_0

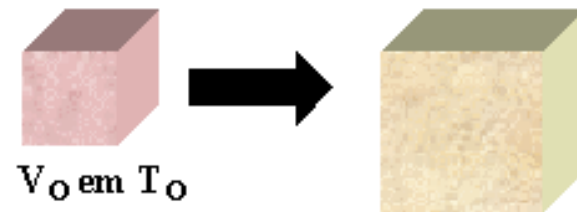
S_f em T_f

β - Coeficiente de dilatação superficial

Duas dimensões apresentam dilatação mensurável como placas, folhas, discos etc

• Volumétrica:

$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T$$



V_0 em T_0

V_f em T_f

γ - Coeficiente de dilatação volumétrica

Três dimensões apresentam dilatação mensurável como blocos, recipientes etc

Coeficientes

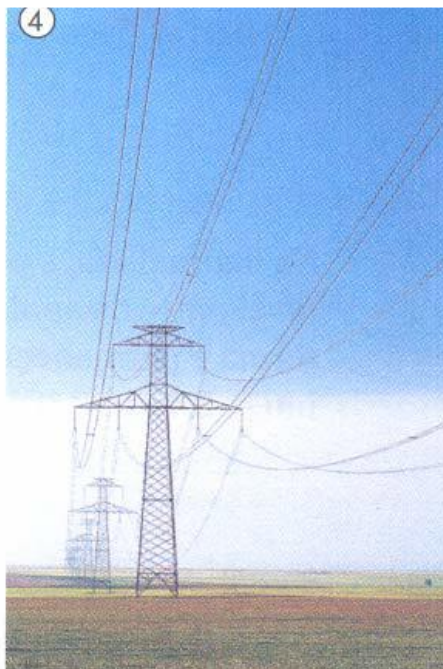
<u>Substância</u>	<u>Coeficiente de dilatação linear (K^{-1})</u>
<i>aço</i>	$1,1 \times 10^{-5}$
<i>alumínio</i>	$2,4 \times 10^{-5}$
<i>chumbo</i>	$2,9 \times 10^{-5}$
<i>cobre</i>	$1,7 \times 10^{-5}$
<i>ferro</i>	$1,2 \times 10^{-5}$
<i>latão</i>	$2,0 \times 10^{-5}$
<i>ouro</i>	$1,4 \times 10^{-5}$
<i>prata</i>	$1,9 \times 10^{-5}$
<i>vidro comum</i>	$0,9 \times 10^{-5}$
<i>vidro pirex</i>	$0,3 \times 10^{-5}$
<i>zinco</i>	$6,4 \times 10^{-5}$

<u>Substância</u>	<u>Coeficiente de dilatação volumétrica (K^{-1})</u>
<i>álcool</i>	100×10^{-5}
<i>gases</i>	366×10^{-5}
<i>gasolina</i>	110×10^{-5}
<i>mercúrio</i>	$18,2 \times 10^{-5}$

Aplicações



Construção de calçadas



Linhas de transmissão

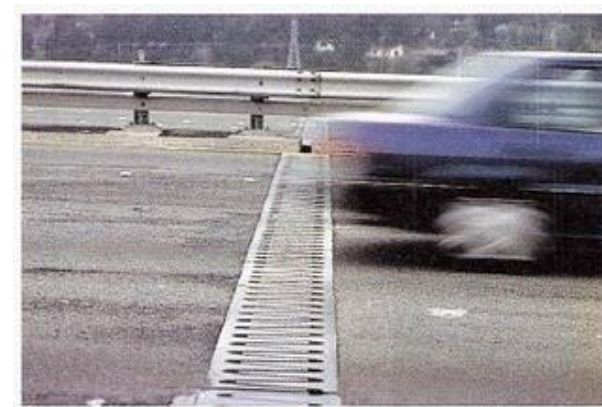


Apoio de expansão

Juntas de Dilatação



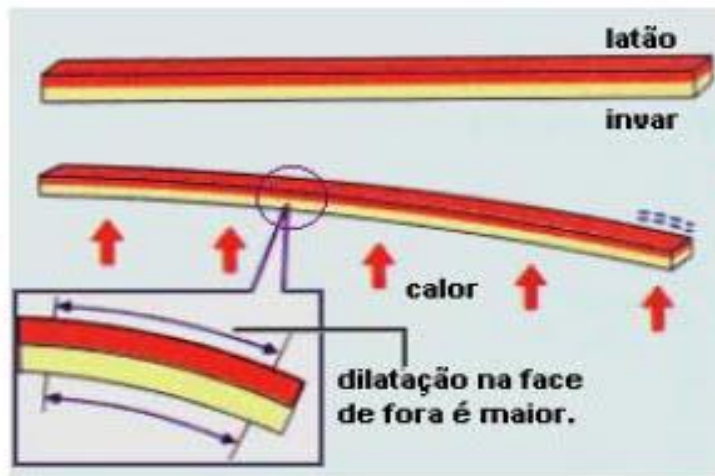
Predial



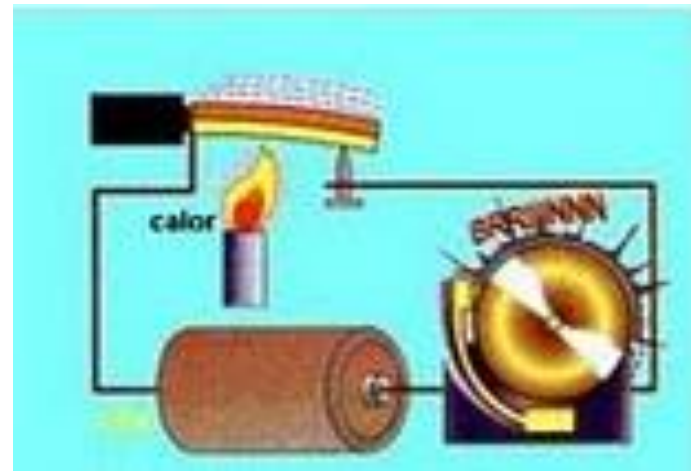
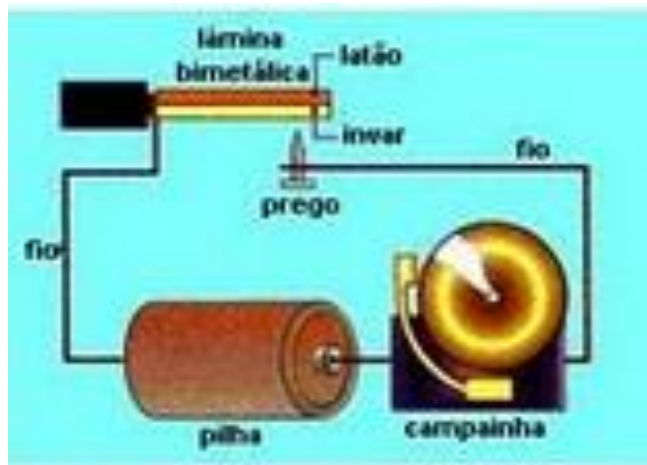
Rodoviária

Aplicações

Lâmina Bimetálica



$$\alpha_{\text{Invar}} = 0,9 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$
$$\alpha_{\text{latão}} = 20,0 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$$

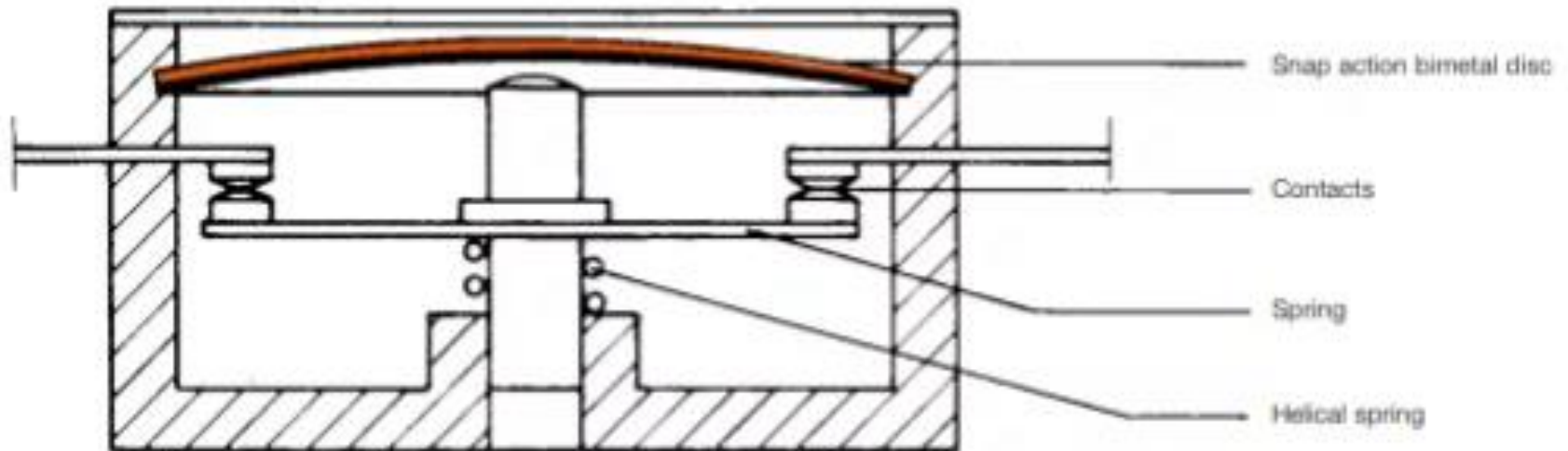


Disco Bimetálico



3/4" Disc Bimetal Thermostat Switch Temperature Control for Water Heater Ksd302-321 (10 - 160°C)

Dongguan Esun Intelligent Technology Co., Ltd.



Dessin technique en coupe d'un thermostat bimétallique

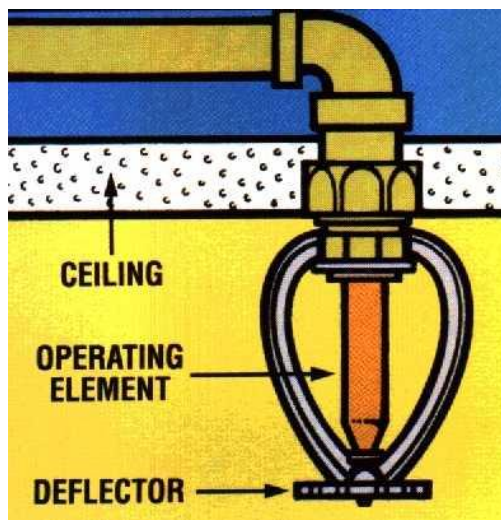
Aplicações

“SPRINKLER”

Chuveiro automático de extinção de incêndio



“Sprinkler”



68°C - Bulbo vermelho



79°C - Bulbo amarelo



93°C - Bulbo verde

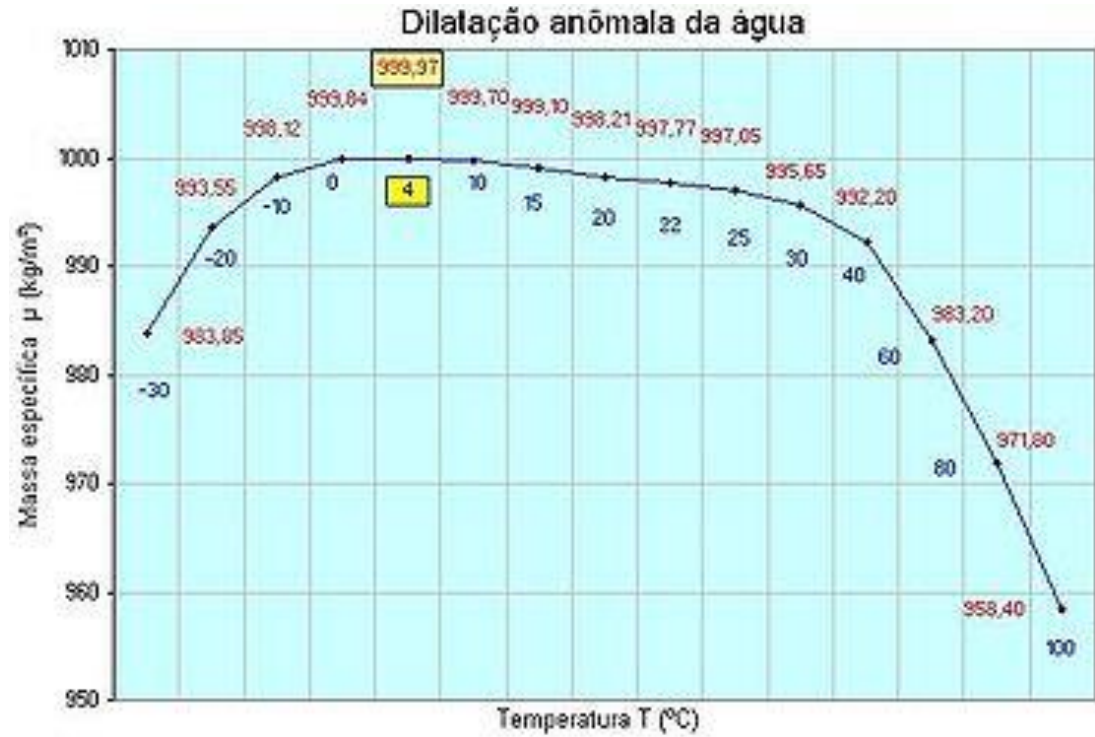
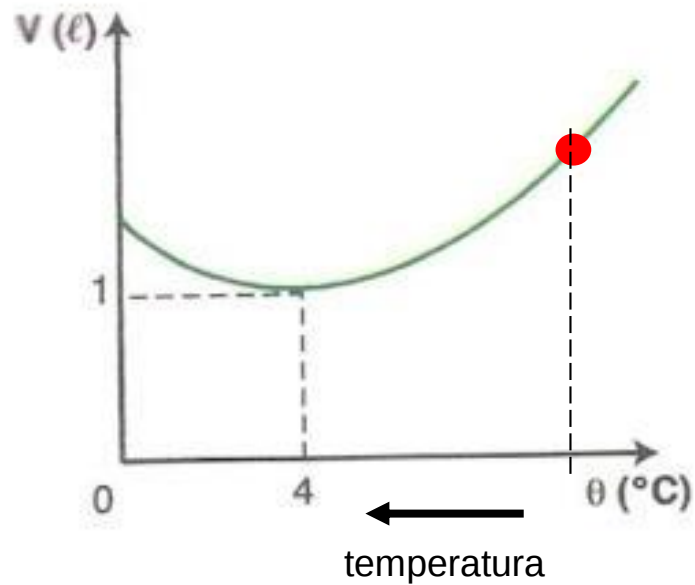


141°C - Bulbo azul

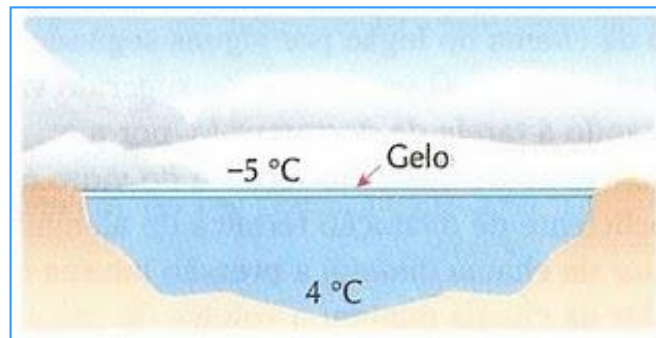
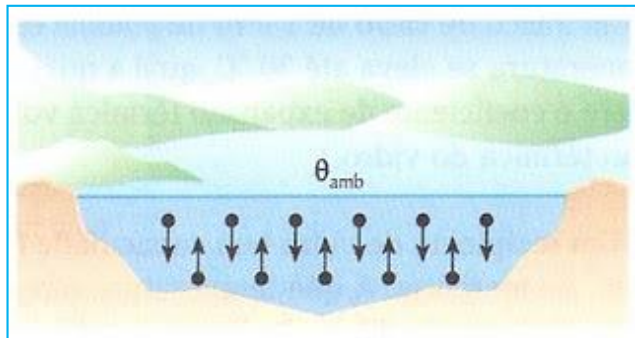


Sistema “sprinkler”
em salão

Comportamento da Água

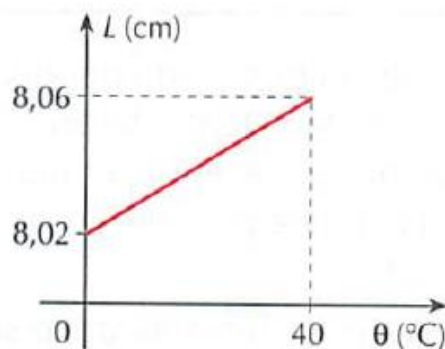


Inverno



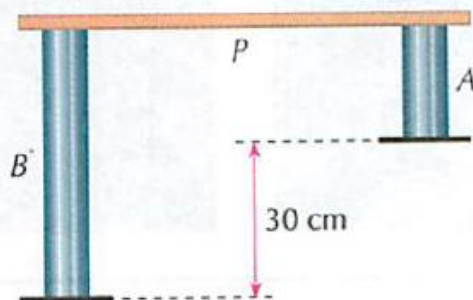
Exercícios de aplicação

- 1) Uma barra apresenta a $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ comprimento de 90 m, sendo feita de um material cujo coeficiente de dilatação linear médio vale $19 \cdot 10^{-6}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$. A barra é aquecida até $20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Determine:
 - a) a dilatação ocorrida;
 - b) o comprimento final da barra.
- 2) Duas barras A e B de materiais diferentes apresentam, a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, comprimentos respectivamente iguais a 75,0 cm e 75,3 cm. A que temperatura devem ser aquecidas para que seus comprimentos se tornem iguais? Os coeficientes de dilatação linear dos materiais de A e B valem, respectivamente, $5,4 \cdot 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ e $2,4 \cdot 10^{-5}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.
- 3) O gráfico mostra como varia o comprimento de uma barra metálica em função da temperatura.

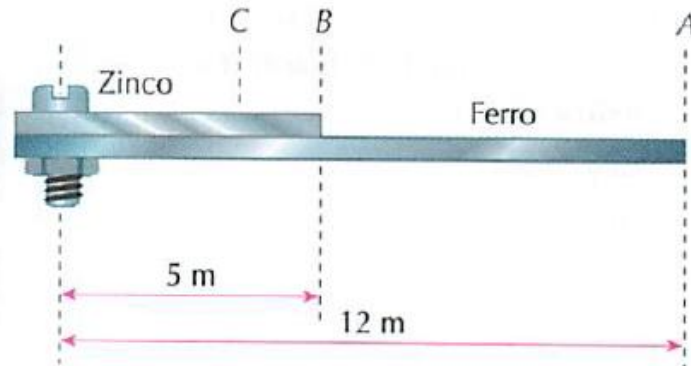


- a) Determine o coeficiente de dilatação linear médio do metal, no intervalo de temperatura considerado.
- b) Considerando que o gráfico continue com as mesmas características para $\theta > 40\text{ }^{\circ}\text{C}$, determine o comprimento da barra a $70\text{ }^{\circ}\text{C}$.

- 4) Na figura dada, a plataforma P é horizontal por estar apoiada nas colunas A (de alumínio) e B (de ferro). O desnível entre os apoios é de 30 cm. Calcule quais devem ser os comprimentos das barras a 0°C para que a plataforma P permaneça horizontal em qualquer temperatura. (São dados os coeficientes de dilatação linear: alumínio = $2,4 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$; ferro = $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.)



- 5) (Fuvest-SP) Duas barras metálicas finas, uma de zinco e outra de ferro, cujos comprimentos, a uma temperatura de 300 K, valem 5,0 m e 12,0 m, respectivamente, são sobrepostas e aparafusadas uma à outra em uma de suas extremidades, conforme ilustra a figura. As outras extremidades B e A das barras de zinco e ferro, respectivamente, permanecem livres. Os coeficientes de dilatação linear do zinco e do ferro valem $3,0 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ e $1,0 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$, respectivamente. Desprezando as espessuras das barras, determine:
- a variação da distância entre as extremidades A e B quando as barras são aquecidas até 400 K;
 - a distância até o ponto A de um ponto C da barra de zinco cuja distância ao ponto A não varia com a temperatura.



- 6) Uma placa apresenta inicialmente área de 1 m^2 a 0°C . Ao ser aquecida até 50°C , sua área aumenta de $0,8 \text{ cm}^2$. Determine o coeficiente de dilatação superficial e linear médio do material que constitui a placa.
- 7) Um disco de ebonite tem orifício central de diâmetro igual a 1 cm . Determine o aumento da área do orifício quando a temperatura do disco varia de 10°C para 100°C . O coeficiente de dilatação superficial médio da ebonite é, no intervalo considerado, igual a $1,6 \cdot 10^{-4}^\circ\text{C}^{-1}$.
- 8) (Fuvest-SP) Considere uma chapa de ferro circular, com um orifício circular concêntrico. À temperatura inicial de 30°C , o orifício tem um diâmetro de $1,0 \text{ cm}$. A chapa é então aquecida a 330°C .
- Qual a variação do diâmetro do furo, se o coeficiente de dilatação linear do ferro é $12 \cdot 10^{-6}^\circ\text{C}^{-1}$?
 - A variação do diâmetro do furo depende do diâmetro da chapa?
- 9) O coeficiente de dilatação linear médio de um sólido homogêneo é $12,2 \cdot 10^{-6}^\circ\text{C}^{-1}$. Um cubo desse material tem volume de 20 cm^3 a 10°C . Determine o aumento de volume experimentado pelo cubo quando sua temperatura se eleva para 40°C .
- 10) Um paralelepípedo de chumbo tem a 0°C o volume de 100 litros . A que temperatura ele deve ser aquecido para que seu volume aumente de $0,405 \text{ litro}$? O coeficiente de dilatação linear médio do chumbo é $27 \cdot 10^{-6}^\circ\text{C}^{-1}$ para o intervalo de temperatura considerado.

- 11) Um recipiente de vidro de coeficiente de dilatação linear médio $9 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ tem volume de 100 cm^3 a $0 \text{ }^{\circ}\text{C}$, estando completamente cheio com um líquido. Ao ser aquecido até $200 \text{ }^{\circ}\text{C}$, extravasam 5 cm^3 de líquido. Determine:
- o coeficiente de dilatação aparente do líquido;
 - o coeficiente de dilatação real do líquido.
- 12) Um recipiente de vidro tem a $0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ volume interno de 30 cm^3 . Calcule o volume de mercúrio a ser colocado no recipiente de modo que o volume da parte vazia não se altere ao variar a temperatura. Dados: coeficiente de dilatação volumétrica do vidro $= 24 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$; coeficiente de dilatação do mercúrio $= 180 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.
- 13) Um líquido cujo coeficiente de dilatação térmica é γ tem densidade d_0 na temperatura inicial θ_0 . Ao ser aquecido até uma temperatura θ , sua densidade se altera para d . Relacione a densidade final d com a variação de temperatura ocorrida $\Delta\theta$, com a densidade inicial d_0 e com o coeficiente de dilatação térmica γ .
- 14) Um certo frasco de vidro está completamente cheio, com 50 cm^3 de mercúrio. O conjunto se encontra inicialmente a $28 \text{ }^{\circ}\text{C}$. No caso, o coeficiente de dilatação médio do mercúrio tem um valor igual a $180 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ e o coeficiente de dilatação linear médio do vidro vale $9 \cdot 10^{-6} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$. Determine o volume de mercúrio extravasado quando a temperatura do conjunto se eleva para $48 \text{ }^{\circ}\text{C}$.
- 15) (FEI-SP) Um recipiente cujo volume é de 1.000 cm^3 a $0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ contém 980 cm^3 de um líquido à mesma temperatura. O conjunto é aquecido e, a partir de uma certa temperatura, o líquido começa a transbordar. Sabendo-se que o coeficiente de dilatação volumétrica do recipiente vale $2 \cdot 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ e o do líquido vale $1 \cdot 10^{-3} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$, qual a temperatura em que ocorre o início de transbordamento do líquido?

Referências Sitioográficas

- http://www.feiradeciencias.com.br/sala08/08_34.asp