

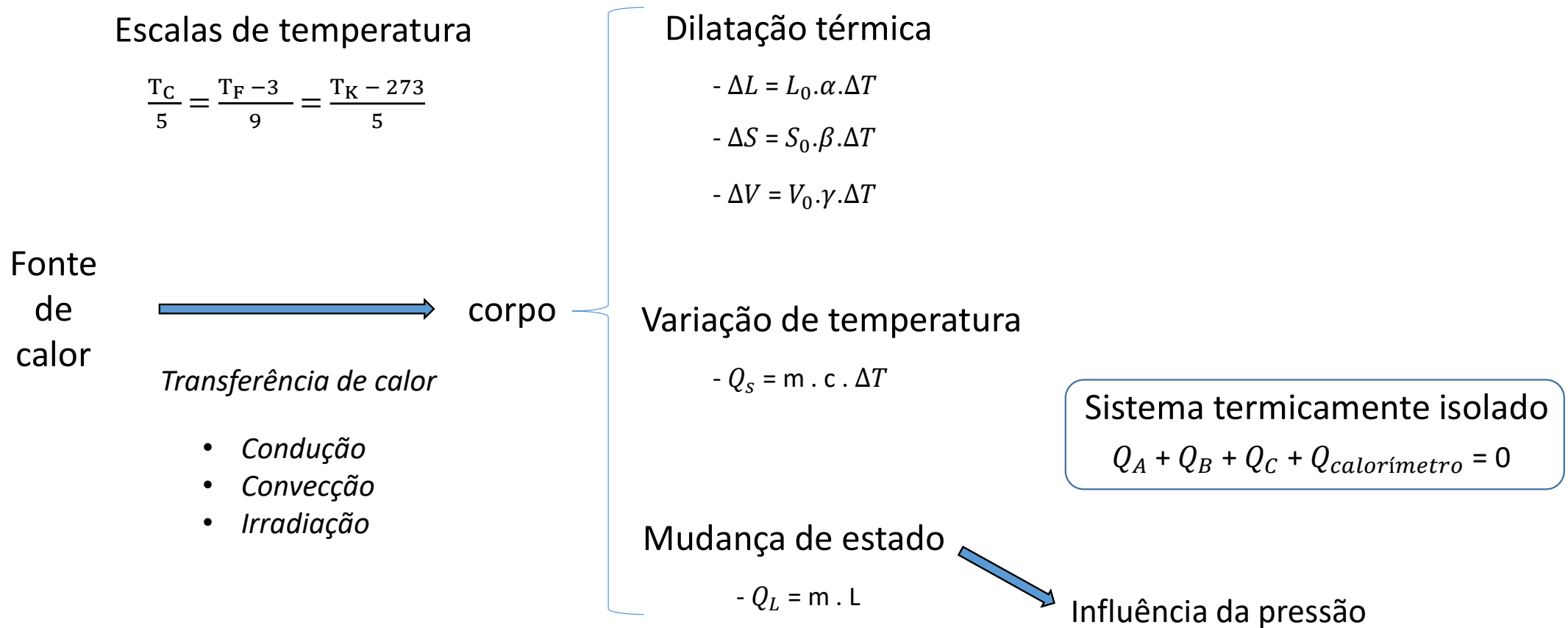
Dilatação térmica de sólidos

Aula 2 / Pg. 732 / Octa 1

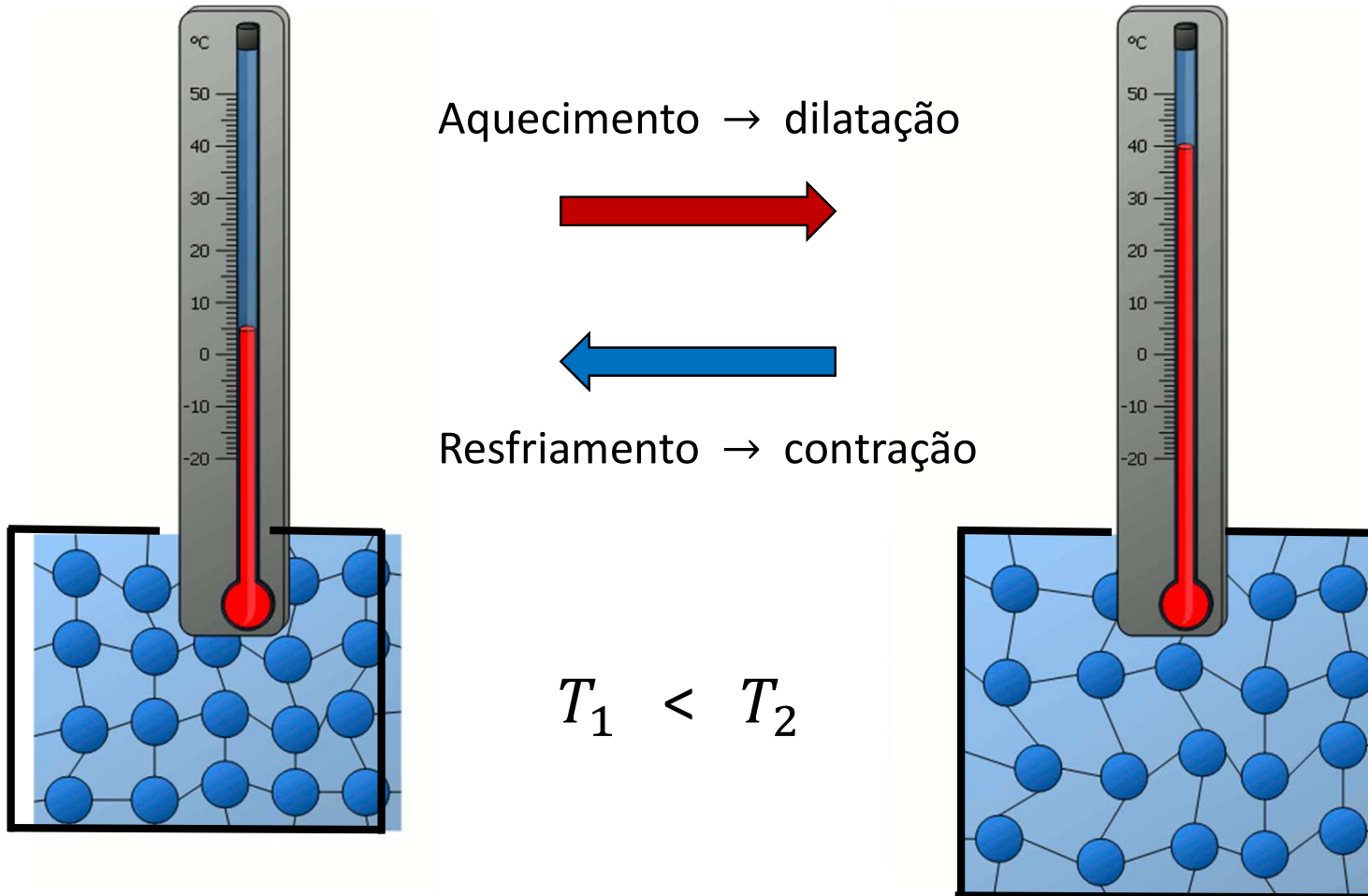
- SL 02 – Mapa conceitual
- SL 04 – Dilatação linear
- SL 07 – Dilatação superficial e volumétrica
- SL 08 – Corpo oco ou com furo
- SL 13 – Corpo qualquer
- SL 15 – Exercícios

Apresentação e demais documentos: **fisicasp.com.br**

Mapa conceitual



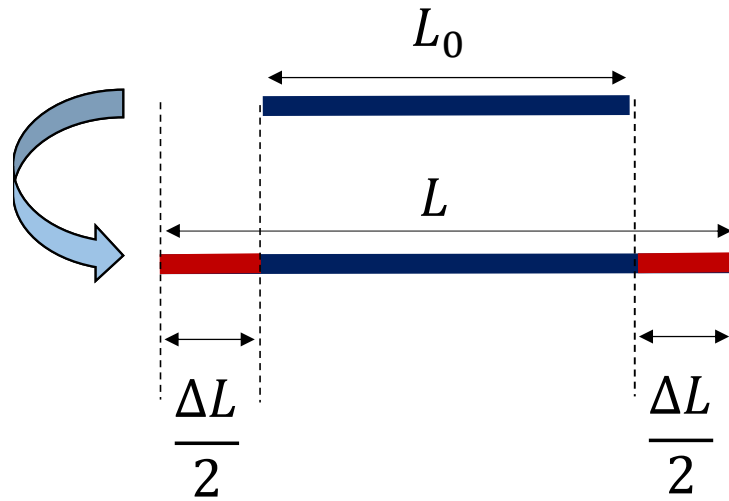
Dilatação térmica dos sólidos



Dilatação linear (1D)

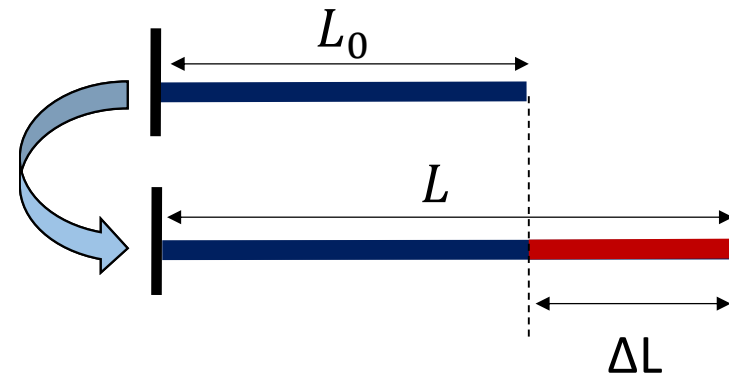
Barra livre

Aquecimento → dilatação



Barra apoiada

Aquecimento → dilatação



$$\Delta L = L - L_0$$

Dilatação
(ΔL)

Comprimento
inicial (L_0)

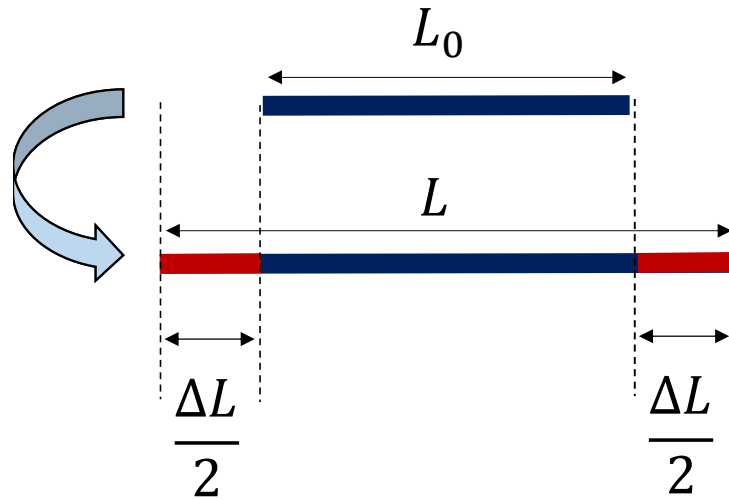
Material (α)

Variação da
temperatura (ΔT)

Dilatação linear (1D)

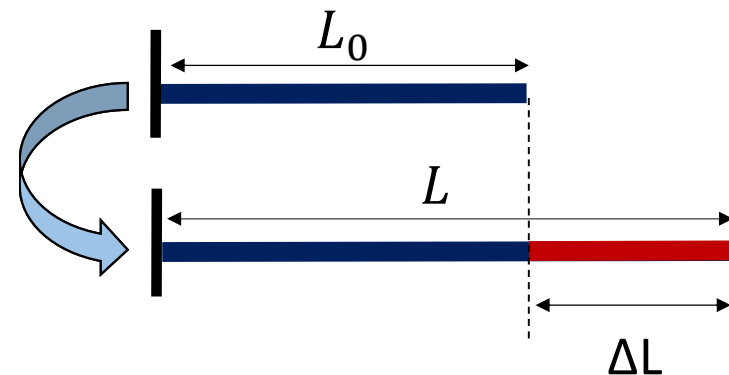
Barra livre

Aquecimento → dilatação

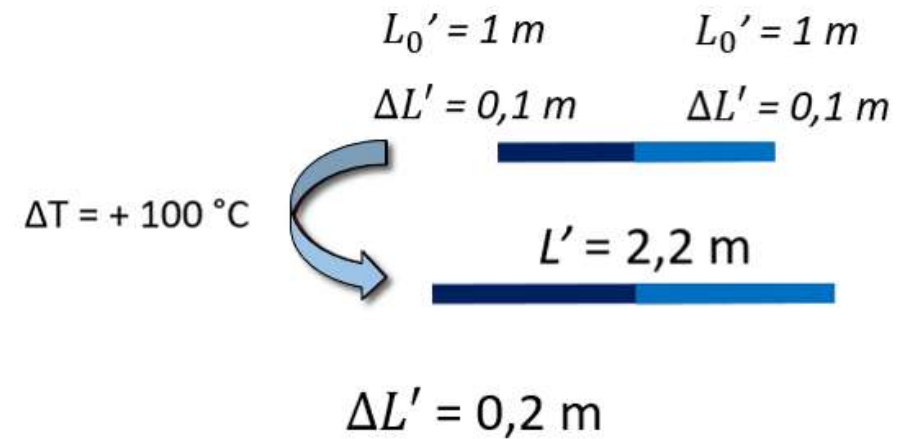
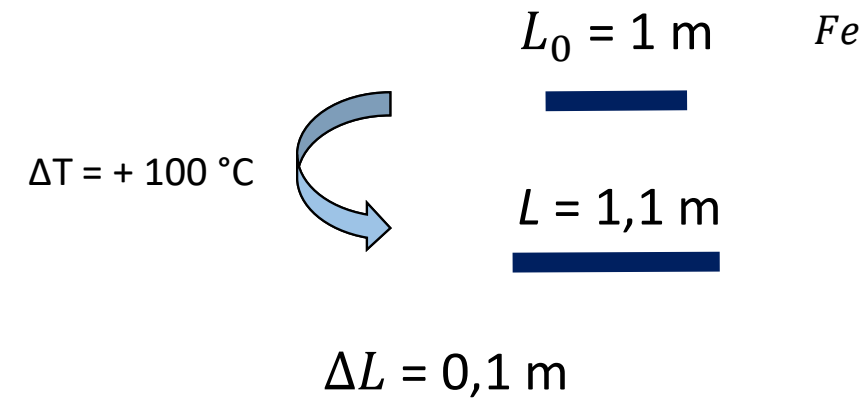


Barra apoiada

Aquecimento → dilatação



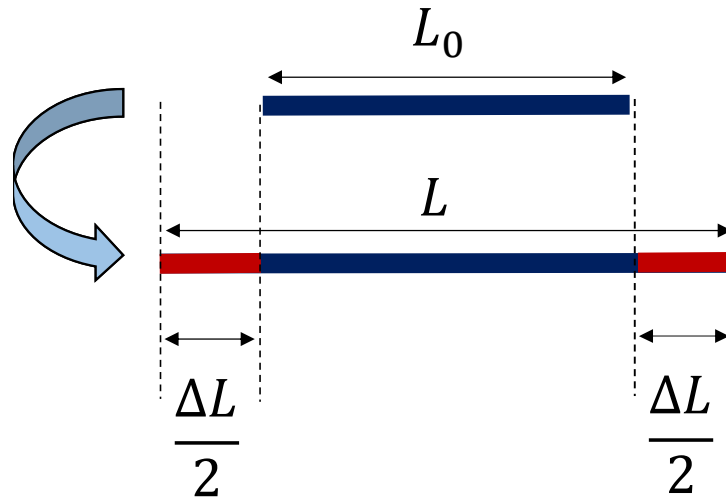
Comprimento inicial (L_0)



Dilatação linear (1D)

Barra livre

Aquecimento → dilatação

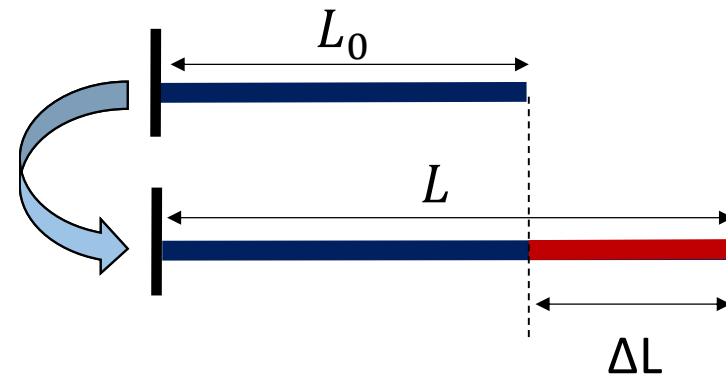


$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$\text{SI: } \frac{\text{m}}{1} = \frac{\text{m}}{1} \cdot \underbrace{\text{K}^{-1} \cdot \text{K}^{+1}}_1$$

Barra apoiada

Aquecimento → dilatação



$$\text{SU: } \frac{\text{cm}}{1} = \frac{\text{cm}}{1} \cdot \underbrace{^{\circ}\text{C}^{-1} \cdot ^{\circ}\text{C}^{+1}}_1$$

Dilatação térmica de sólidos: equações

(1D)

Aresta – dilatação linear

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

$$\text{SI: } \text{m} = \text{m} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{K}^{+1}$$

$$\text{SU: } \text{cm} = \text{cm} \cdot ^\circ\text{C}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}^{+1}$$

(2D)

Face – dilatação superficial

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

$$\text{SI: } \cancel{\text{m}^2} = \cancel{\text{m}^2} \cdot \underbrace{\cancel{\text{K}^{-1}} \cdot \cancel{\text{K}^{+1}}}_{1}$$

$$1 = 1 \cdot 1$$

(3D)

Volume – dilatação volumétrica

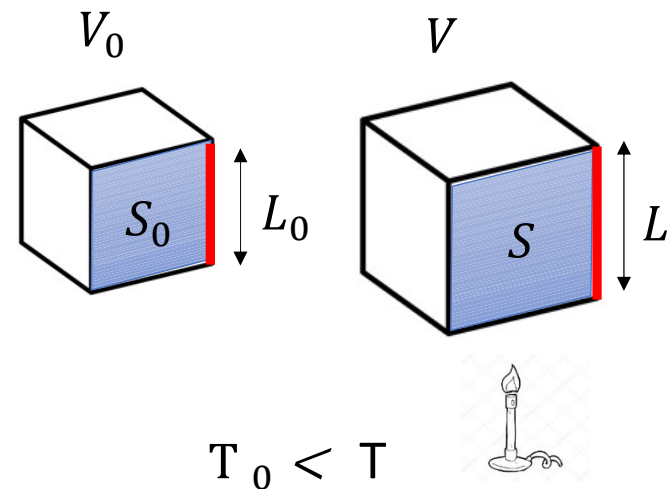
$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T$$

$$\text{SI: } \text{m}^3 = \text{m}^3 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{K}^{+1}$$

Relação entre os coeficientes

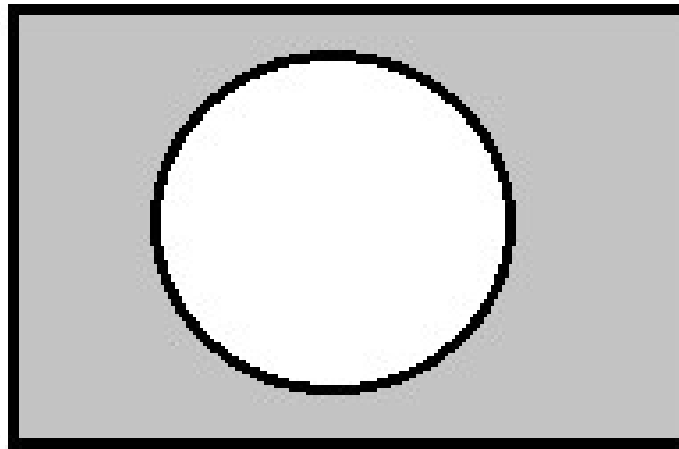
$$\frac{\alpha}{1} \cong \frac{\beta}{2} \cong \frac{\gamma}{3}$$

$$\beta = 2\alpha \quad \gamma = 3\alpha$$



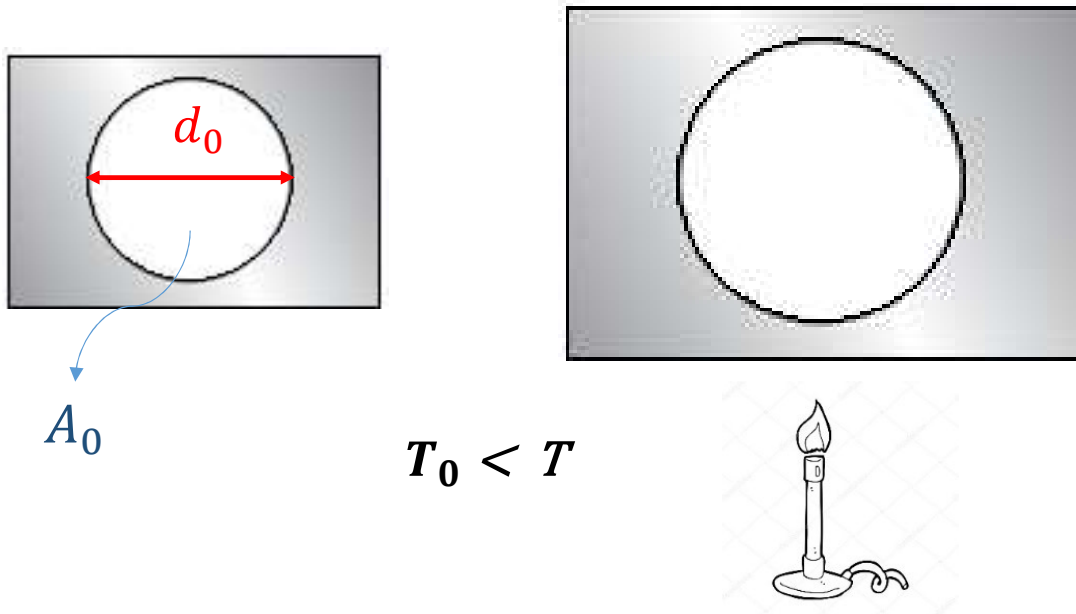
Corpo oco ou com furo

Chapa metálica com furo



Corpo oco ou com furo

Exemplo: chapa metálica com furo



Área do buraco

$$\Delta A = A_0 \cdot \beta \cdot \Delta T \quad (\text{Superficial})$$

Diâmetro do buraco

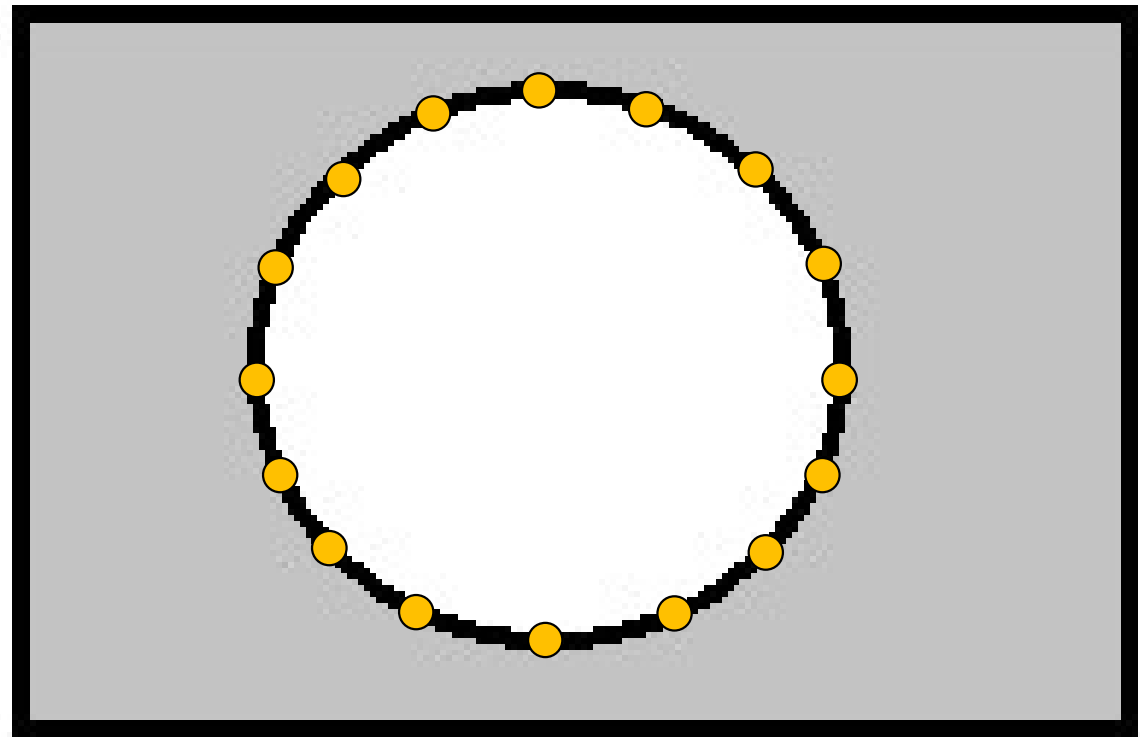
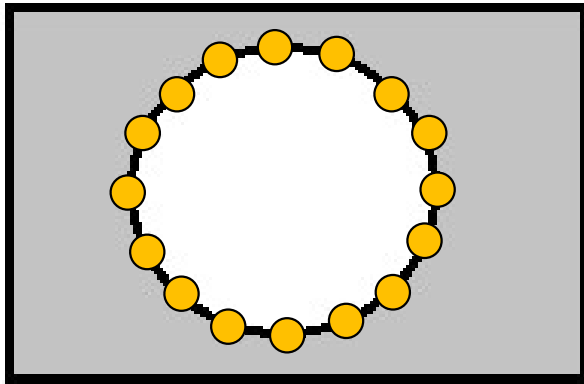
$$\Delta d = d_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T \quad (\text{Linear})$$

Conclusões

- O furo /parte oca se comporta como se fosse maciça e preenchida pelo mesmo material que compõe a chapa /corpo.
- Aquecimento $\rightarrow$ buraco aumenta
- Resfriamento $\rightarrow$ buraco diminui

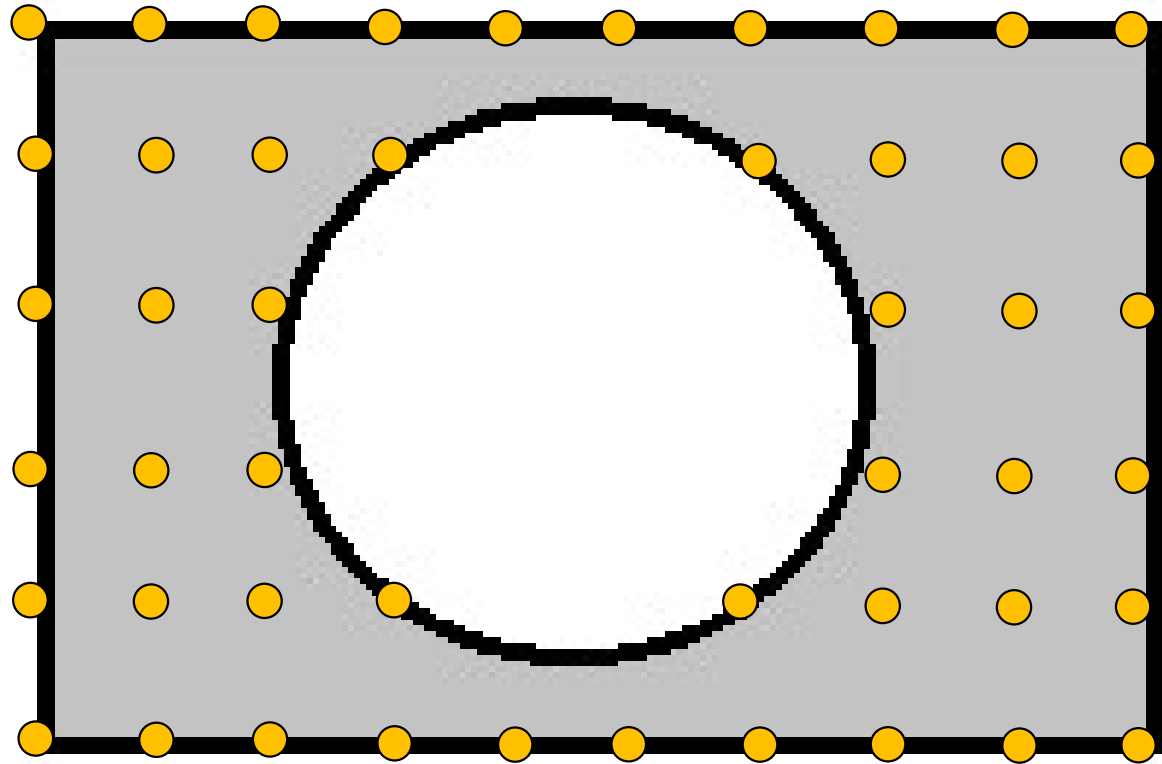
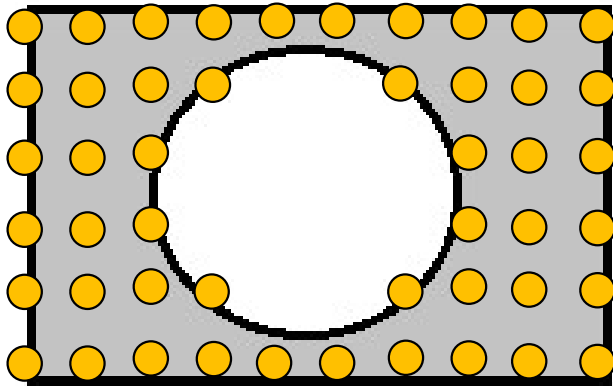
Corpo oco ou com furo

Chapa metálica com furo



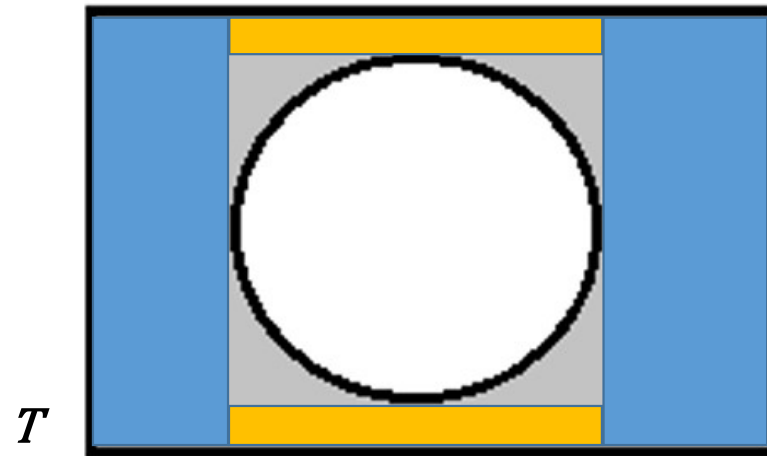
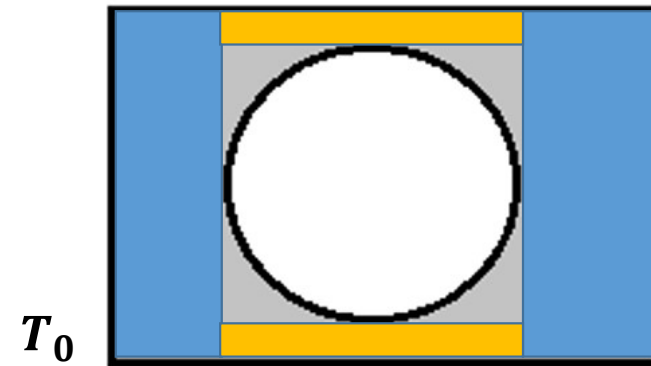
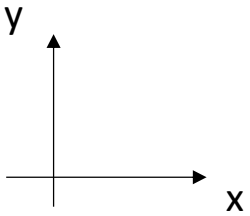
Corpo oco ou com furo

Chapa metálica com furo



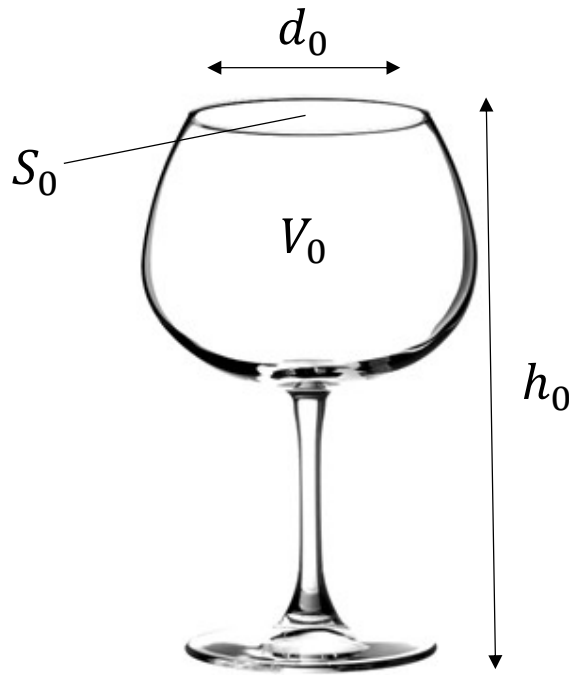
Corpo oco ou com furo

Chapa metálica com furo



$$T_0 < T$$

Dilatação de um corpo qualquer



Diâmetro da boca (linear)

$$\Delta d = d_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

Altura do copo (linear)

$$\Delta h = h_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

Perímetro da boca (linear)

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

Área da boca (superficial)

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

**Capacidade do copo ou
volume da cavidade interna
(volumétrica)**

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

Exercícios

2 . (UERJ 2016) **Fenda na Ponte Rio-Niterói é uma junta de dilatação, diz CCR.** *De acordo com a CCR, no trecho sobre a Baía de Guanabara, as fendas existem a cada 400 metros, com cerca de 13 cm de abertura.*

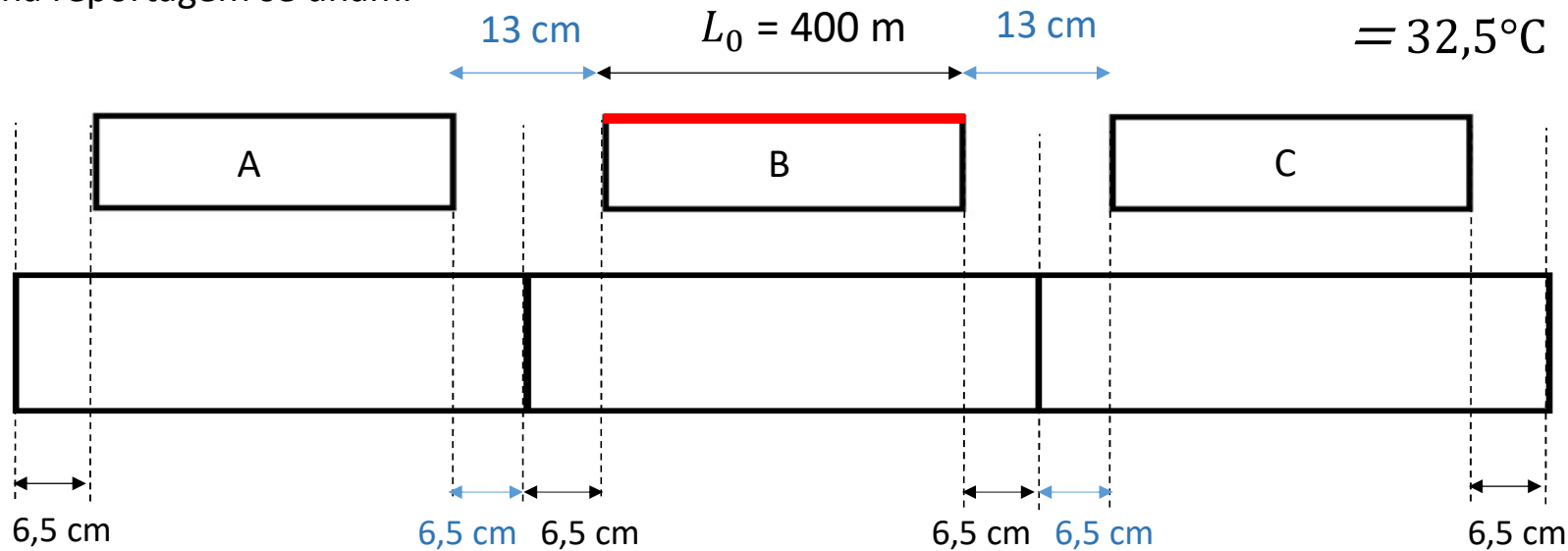
Disponível em: <oglobo.com>. Acesso em: 10 abr. 2014.

Admita que o material dos blocos que constituem a Ponte Rio-Niterói seja o concreto, cujo coeficiente de dilatação linear é igual a $1.10^{-5}^{\circ}\text{C}^{-1}$. Determine a variação necessária de temperatura para que as duas bordas de uma das fendas citadas na reportagem se unam.

2. (UERJ 2016) **Fenda na Ponte Rio-Niterói é uma junta de dilatação, diz CCR.** De acordo com a CCR, no trecho sobre a Baía de Guanabara, as fendas existem a cada 400 metros, com cerca de 13 cm de abertura.

Disponível em: <oglobo.com>. Acesso em: 10 abr. 2014.

Admita que o material dos blocos que constituem a Ponte Rio-Niterói seja o concreto, cujo coeficiente de dilatação linear é igual a $1.10^{-5}^{\circ}\text{C}^{-1}$. Determine a variação necessária de temperatura para que as duas bordas de uma das fendas citadas na reportagem se unam.



Bloco B

$$L_0 = 400 \text{ m}$$

$$\alpha = 1.10^{-5}^{\circ}\text{C}^{-1}$$

$$\Delta L = 13 \text{ cm} = 0,13 \text{ m}$$

$$\Delta T = ?$$

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

$$\Delta T = \frac{\Delta L}{L_0 \cdot \alpha} = \frac{0,13 \text{ m}}{400 \text{ m} \cdot 1.10^{-5}^{\circ}\text{C}^{-1}} = \frac{0,13}{4 \cdot 10^2 \cdot 1.10^{-5}} = \frac{0,0325}{10^{-3}}$$

$$\Delta T = 0,0325 \cdot 10^3 = 32,5^{\circ}\text{C}$$







4. Numa aula de laboratório do curso de Soldagem da FATEC, um dos exercícios era construir um dispositivo eletromecânico utilizando duas lâminas retilíneas de metais distintos, de mesmo comprimento e soldadas entre si, formando o que é chamado de “lâmina bimetálica”. Para isso, os alunos fixaram de maneira firme uma das extremidades enquanto deixaram a outra livre, conforme a figura.



Considere que ambas as lâminas estão inicialmente sujeitas à mesma temperatura T_0 , e que a relação entre os coeficientes de dilatação linear seja $\alpha_A > \alpha_B$. Ao aumentar a temperatura da lâmina bimetálica, é correto afirmar que

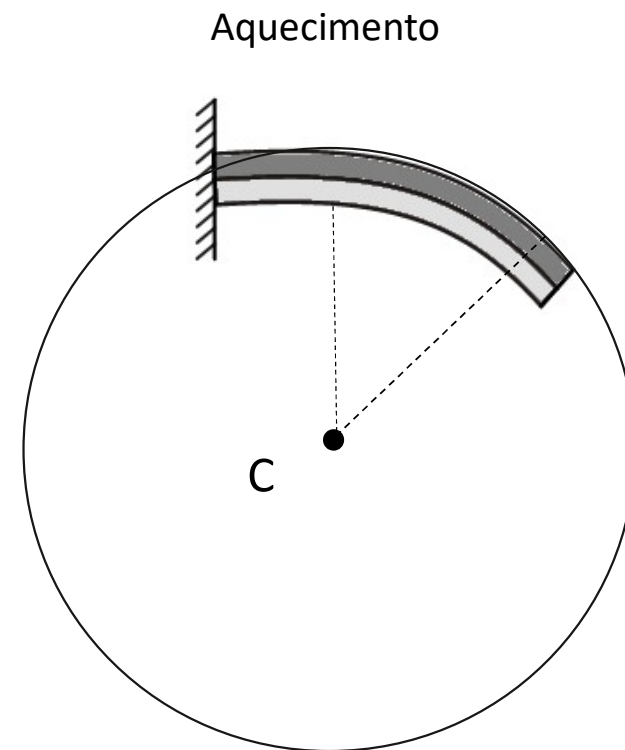
- a) a lâmina A e a lâmina B continuam se dilatando de forma retilínea conjuntamente.
- b) a lâmina A se curva para baixo, enquanto a lâmina B se curva para cima.
- c) a lâmina A se curva para cima, enquanto a lâmina B se curva para baixo.
- d) tanto a lâmina A como a lâmina B se curvam para baixo.
- e) tanto a lâmina A como a lâmina B se curvam para cima.

4. Numa aula de laboratório do curso de Soldagem da FATEC, um dos exercícios era construir um dispositivo eletromecânico utilizando duas lâminas retilíneas de metais distintos, de mesmo comprimento e soldadas entre si, formando o que é chamado de “lâmina bimetálica”. Para isso, os alunos fixaram de maneira firme uma das extremidades enquanto deixaram a outra livre, conforme a figura.

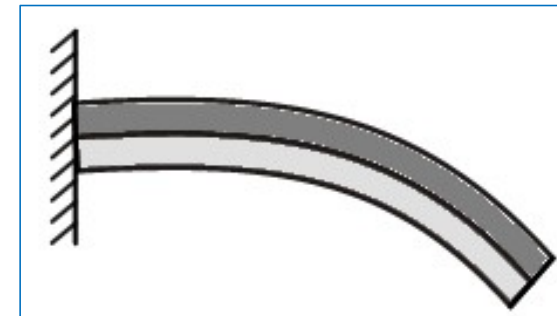
Considere que ambas as lâminas estão inicialmente sujeitas à mesma temperatura T_0 , e que a relação entre os coeficientes de dilatação linear seja $\alpha_A > \alpha_B$. Ao aumentar a temperatura da lâmina bimetálica, é correto afirmar que



$$\left. \begin{array}{l} L_0 = L_0 \\ A \quad B \\ \Delta T_A = \Delta T_B \\ \alpha_A > \alpha_B \end{array} \right\} \begin{array}{l} \uparrow \Delta L = L_0 \cdot \uparrow \alpha \cdot \Delta T \\ \text{cte} \quad \text{cte} \\ \Delta L_A > \Delta L_B \\ L_A > L_B \end{array}$$



4. Numa aula de laboratório do curso de Soldagem da FATEC, um dos exercícios era construir um dispositivo eletromecânico utilizando duas lâminas retilíneas de metais distintos, de mesmo comprimento e soldadas entre si, formando o que é chamado de “lâmina bimetálica”. Para isso, os alunos fixaram de maneira firme uma das extremidades enquanto deixaram a outra livre, conforme a figura.

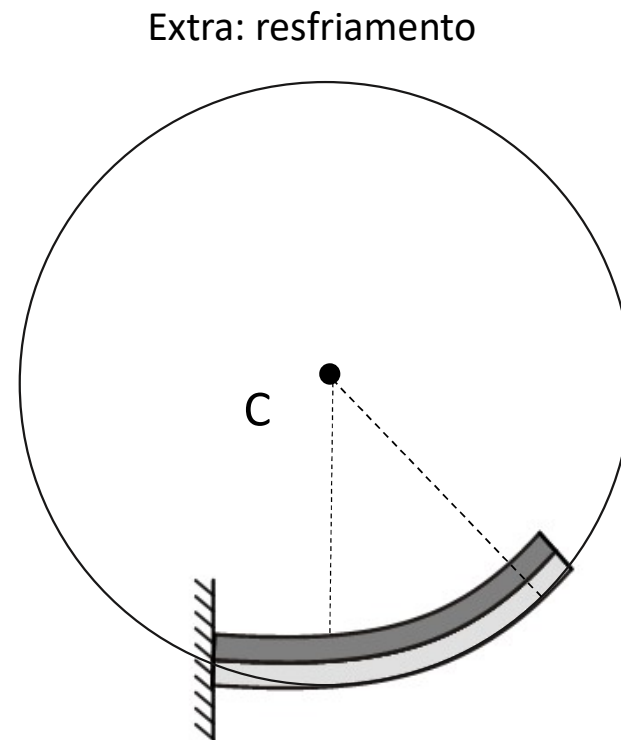
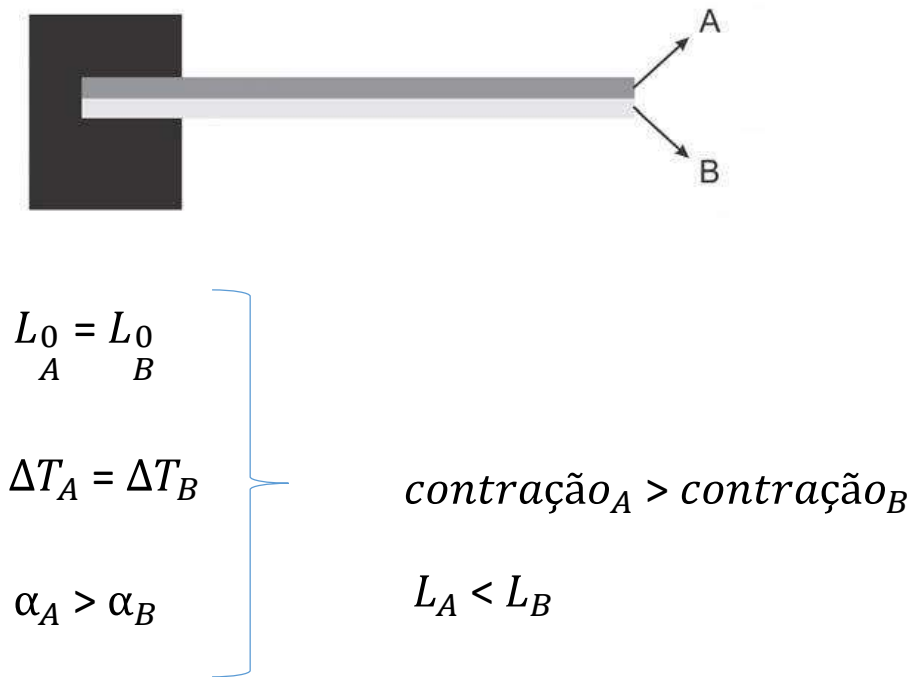


Considere que ambas as lâminas estão inicialmente sujeitas à mesma temperatura T_0 , e que a relação entre os coeficientes de dilatação linear seja $\alpha_A > \alpha_B$. Ao aumentar a temperatura da lâmina bimetálica, é correto afirmar que

- a) a lâmina A e a lâmina B continuam se dilatando de forma retilínea conjuntamente.
- b) a lâmina A se curva para baixo, enquanto a lâmina B se curva para cima.
- c) a lâmina A se curva para cima, enquanto a lâmina B se curva para baixo.
- d) tanto a lâmina A como a lâmina B se curvam para baixo.
- e) tanto a lâmina A como a lâmina B se curvam para cima. ←

4. Numa aula de laboratório do curso de Soldagem da FATEC, um dos exercícios era construir um dispositivo eletromecânico utilizando duas lâminas retilíneas de metais distintos, de mesmo comprimento e soldadas entre si, formando o que é chamado de “lâmina bimetálica”. Para isso, os alunos fixaram de maneira firme uma das extremidades enquanto deixaram a outra livre, conforme a figura.

Considere que ambas as lâminas estão inicialmente sujeitas à mesma temperatura T_0 , e que a relação entre os coeficientes de dilatação linear seja $\alpha_A > \alpha_B$. Ao aumentar a temperatura da lâmina bimetálica, é correto afirmar que



Exercício extra Caio

1. Uma barra metálica de 50 cm de comprimento a 15°C em Porto Alegre (RS) é levada até Caruaru (PE), onde faz 40°C . Sendo o coeficiente de dilatação desse material igual a $2 \cdot 10^{-5}^{\circ}\text{C}^{-1}$, obtenha:

- a) o aumento percentual do comprimento da barra;
- b) o comprimento final da barra;

1. Uma barra metálica de 50 cm de comprimento a 15°C em Porto Alegre (RS) é levada até Caruaru (PE), onde faz 40°C. Sendo o coeficiente de dilatação desse material igual a $2 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, obtenha:

b) o comprimento final da barra;

$$L_0 = 50 \text{ cm}$$

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

$$\Delta T = 40 - 15 = 25^\circ\text{C}$$

$$L = L_0 + \Delta L = ?$$

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

$$\Delta L = 50 \text{ cm} \cdot 2 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \cdot 25^\circ\text{C}$$

$$\Delta L = 2500 \cdot 10^{-5} \text{ cm}$$

$$\Delta L = 0,025 \text{ cm}$$

$$L = L_0 + \Delta L = ?$$

$$L = 50 + 0,025$$

$$L = 50,025 \text{ cm}$$

1. Uma barra metálica de 50 cm de comprimento a 15°C em Porto Alegre (RS) é levada até Caruaru (PE), onde faz 40°C. Sendo o coeficiente de dilatação desse material igual a $2 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, obtenha:

a) o aumento percentual do comprimento da barra;

$$A = \frac{\Delta L}{L_0} = ?$$

$$L_0 = 50 \text{ cm}$$

$$\Delta L = 0,025 \text{ cm}$$

$$A = \frac{\Delta L}{L_0}$$

$$A = \frac{0,025}{50} \quad \begin{matrix} \times 2 \\ \times 2 \end{matrix}$$

$$A = \frac{0,05}{100}$$

$$A = 0,05 \%$$

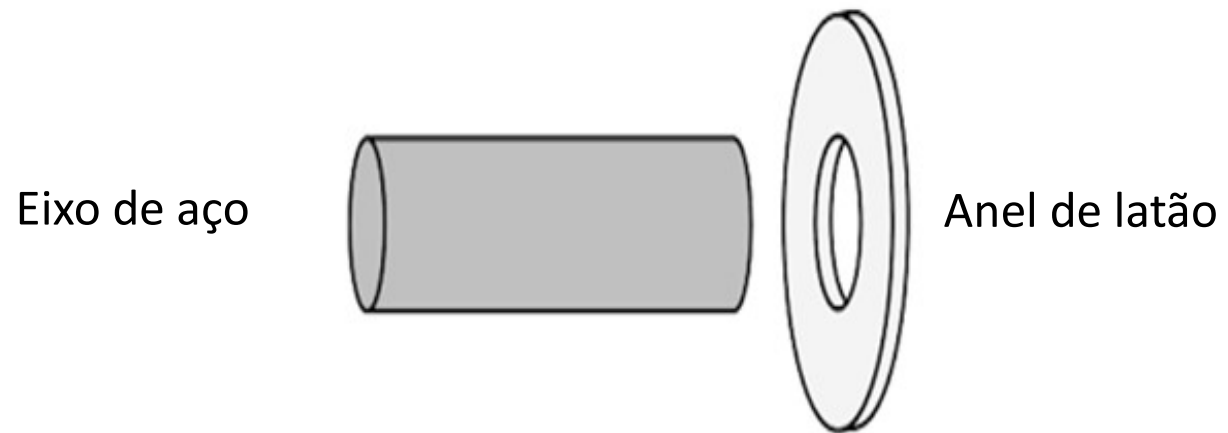
$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

$$\frac{\Delta L}{L_0} = \alpha \cdot \Delta T$$

2. (UFMG) João, chefe de uma oficina mecânica, precisa encaixar um eixo de aço em um anel de latão, como mostrado na figura. À temperatura ambiente, o diâmetro do eixo é ligeiramente maior que o do orifício do anel. Sabe-se que o coeficiente de dilatação térmica do latão é maior que o do aço.

Diante disso, são sugeridos a João alguns procedimentos, descritos nas alternativas a seguir, para encaixar o eixo no anel. Assinale a alternativa que apresenta um procedimento que não permite esse encaixe.

- a) Resfriar apenas o eixo.
- b) Aquecer apenas o anel.
- c) Resfriar o eixo e o anel.
- d) Aquecer o eixo e o anel.



- a) Resfriar apenas o eixo. ✔
- b) Aquecer apenas o anel.
- c) Resfriar o eixo e o anel.
- d) Aquecer o eixo e o anel.

o diâmetro do eixo é ligeiramente maior que o do orifício do anel

$$\alpha_{eixo\ de\ aço} < \alpha_{anel\ de\ latão}$$

Eixo de aço



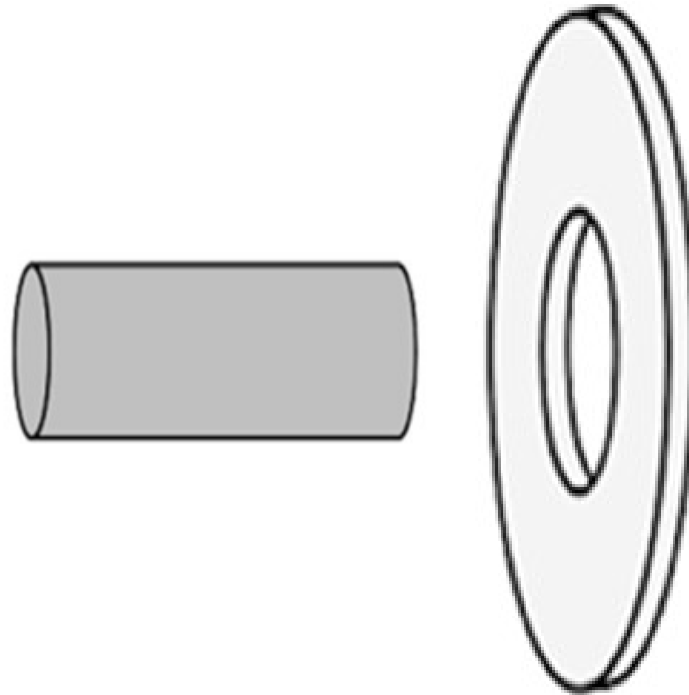
Anel de latão

- a) Resfriar apenas o eixo. ✓
- b) Aquecer apenas o anel. ✓
- c) Resfriar o eixo e o anel.
- d) Aquecer o eixo e o anel.

o diâmetro do eixo é ligeiramente maior que o do orifício do anel

$$\alpha_{eixo\ de\ aço} < \alpha_{anel\ de\ latão}$$

Eixo de aço



Anel de latão

- a) Resfriar apenas o eixo. ✓
- b) Aquecer apenas o anel. ✓
- c) Resfriar o eixo e o anel.
- d) Aquecer o eixo e o anel. ✓

o diâmetro do eixo é ligeiramente maior que o do orifício do anel

$$\alpha_{eixo\ de\ aço} < \alpha_{anel\ de\ latão}$$

aquecimento: $\Delta d \rightarrow$ dilatação

Maior $\alpha \rightarrow$ maior dilatação (aquecimento)
 Maior $\alpha \rightarrow$ maior contração (resfriamento)

“Para as mesmas condições, quem dilata mais no aquecimento, contrai mais no resfriamento”

Eixo de aço



Anel de latão
(buraco)



$$d_{0\ eixo} = d_{0\ anel\ buraco}$$

$$\Delta T_{eixo} = \Delta T_{anel}$$

$$\alpha_{eixo} < \alpha_{anel}$$

$$\uparrow \Delta L = d_{0\ cte} \cdot \alpha \uparrow \cdot \Delta T_{cte}$$

$$d_{eixo} < d_{anel\ Buraco}$$

- a) Resfriar apenas o eixo. ✓
- b) Aquecer apenas o anel. ✓
- c) Resfriar o eixo e o anel. ✗
- d) Aquecer o eixo e o anel. ✓

Resfriamento: $\Delta d \rightarrow$ contração

o diâmetro do eixo é ligeiramente maior que o do orifício do anel

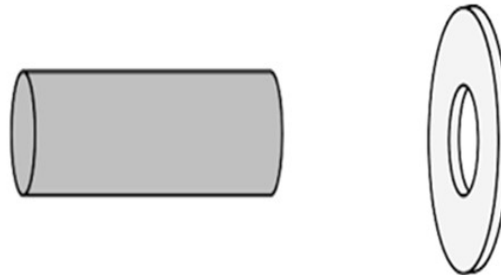
$$\alpha_{eixo\ de\ aço} < \alpha_{anel\ de\ latão}$$

Maior $\alpha \rightarrow$ maior dilatação (aquecimento)
 Maior $\alpha \rightarrow$ maior contração (resfriamento)

“Para as mesmas condições, quem dilata mais no aquecimento, contrai mais no resfriamento”

Eixo de aço

Anel de latão



$$d_{eixo\ 0} = d_{anel\ buraco\ 0}$$

$$\Delta T_{eixo} = \Delta T_{anel}$$

$$\alpha_{eixo} < \alpha_{anel}$$

$$Contração_{eixo} < Contração_{anel\ (buraco)}$$



$$d_{eixo} > d_{anel\ Buraco}$$

