

## Dilatação térmica de líquidos

- Aulas 5 e 6 / Pg. 499 / Tetra 1
- Aula 3 / Pg. 402 / Hexa 1

- SL 02 – Revisão e dilatação de líquidos
- SL 04 – Dilatação aparente
- SL 07 – Comportamento anômalo da água
- SL 08 – Exercícios

Apresentação e demais documentos: **[fisicasp.com.br](http://fisicasp.com.br)**

## Revisão

- Para o líquido:

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

- Para o recipiente ( a parte oca se comporta como se fosse maciça )

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

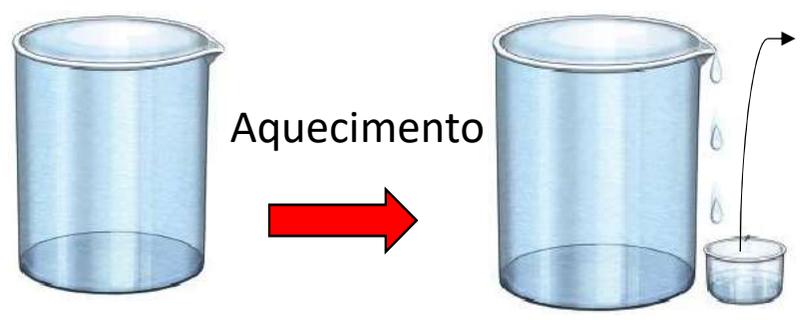
*Aquecimento → capacidade do recipiente aumenta*

*Resfriamento → capacidade do recipiente diminui*

- Relação entre os coeficientes

$$\gamma = 3 \alpha$$

# Dilatação térmica de líquidos e dilatação aparente



Derramou  
Entornou  
Extravasou

ou

Dilatação  
aparente do  
líquido

$$2 = 5 - 3$$

$$\Delta V_{\text{derramou ou aparente líquido}} = \Delta V_{\text{líquido}} - \Delta V_{\text{recipiente}}$$

No início o recipiente está completamente cheio de líquido.

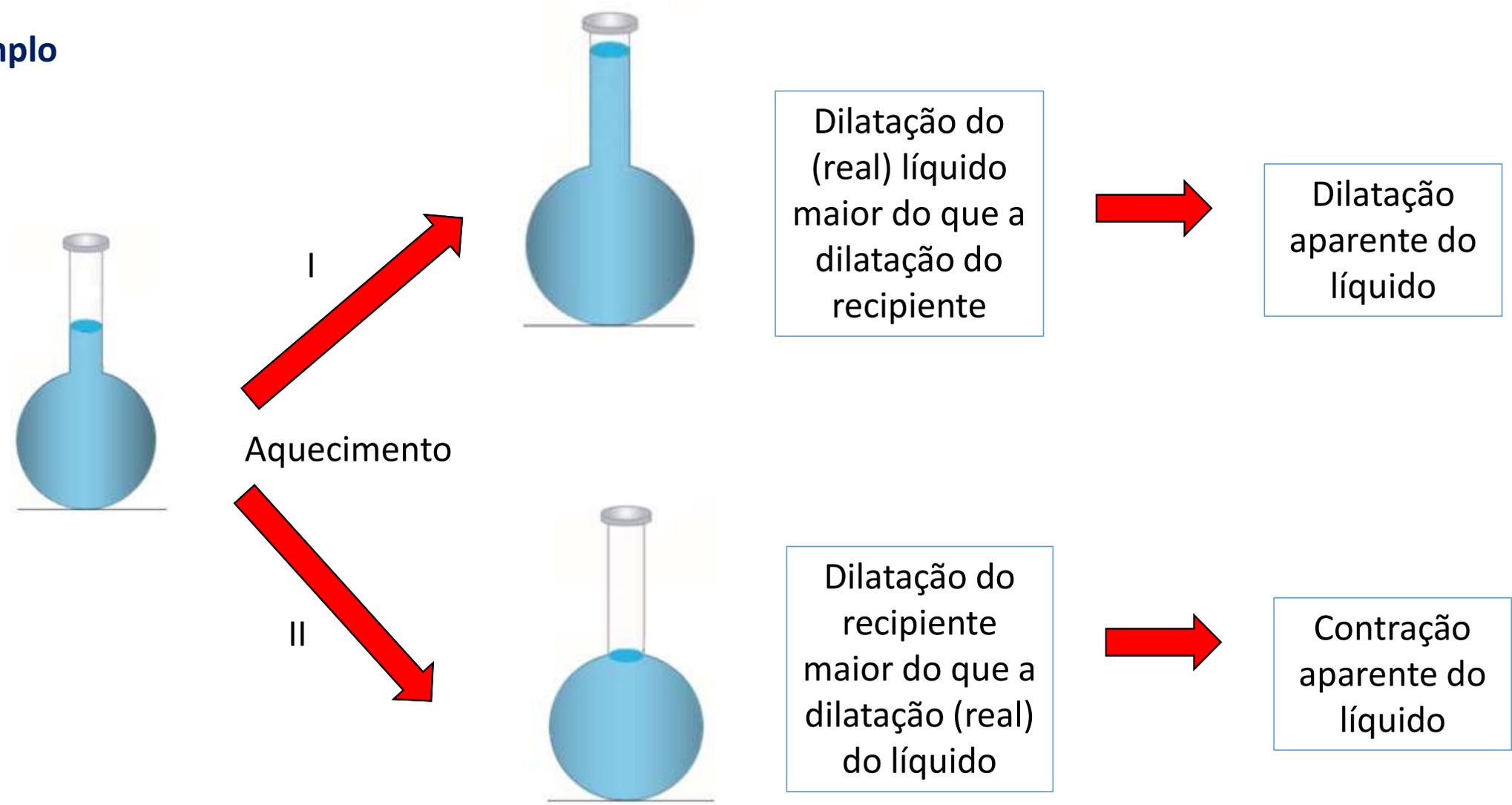
	Volume inicial (cm <sup>3</sup> )	Volume final (cm <sup>3</sup> )	Dilatação (cm <sup>3</sup> )
Líquido	1000	1005	5
Recipiente	1000	1003	3

## Dilatação térmica de líquidos e dilatação aparente

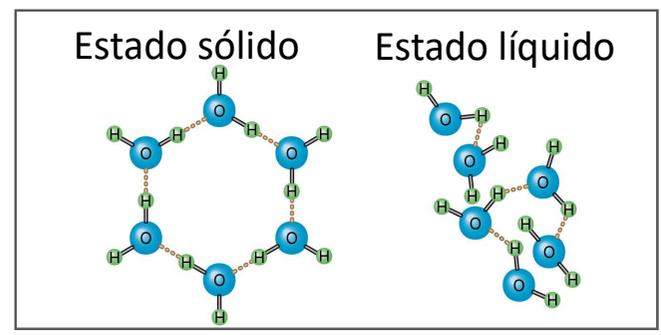
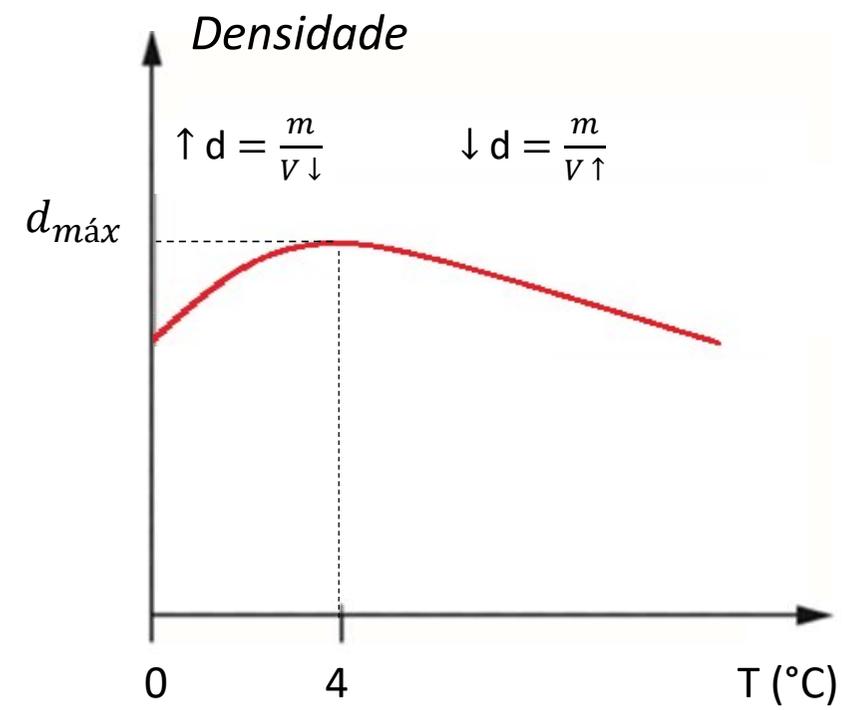
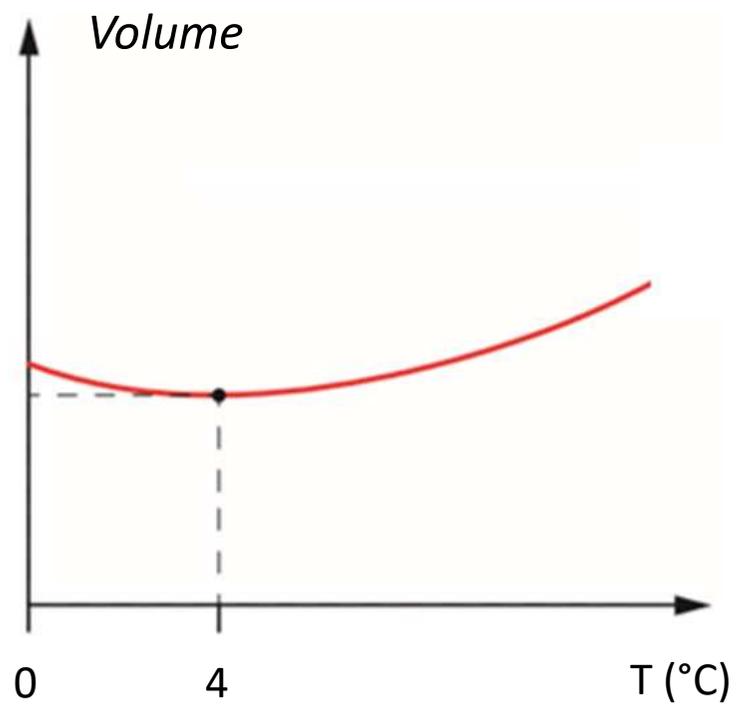
$$\begin{aligned}
 \Delta V_{\text{aparente líquido}} &= \Delta V_{\text{líquido}} - \Delta V_{\text{recipiente}} \\
 \cancel{V_0} \cdot \gamma_{\text{aparente líquido}} \cdot \cancel{\Delta T} &= \cancel{V_0} \cdot \gamma_{\text{líquido}} \cdot \cancel{\Delta T} - \cancel{V_0} \cdot \gamma_{\text{recipiente}} \cdot \cancel{\Delta T} \\
 \gamma_{\text{aparente líquido}} &= \gamma_{\text{líquido}} - \gamma_{\text{recipiente}} \\
 2 &= 5 - 3
 \end{aligned}$$

Quando o recipiente é ideal (não sofre dilatação ou contração), a dilatação/contração percebida no líquido é a dilatação real.

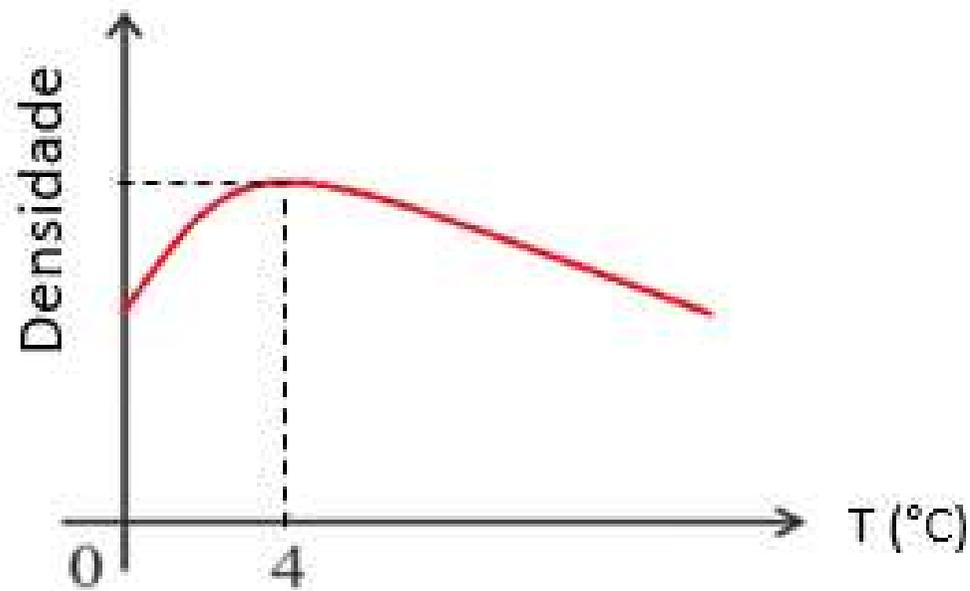
# Exemplo



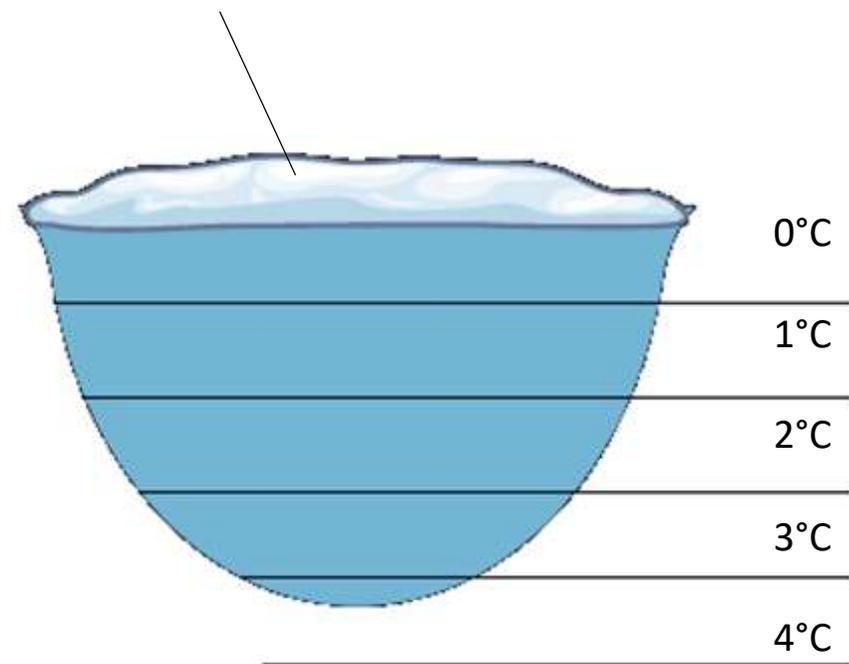
# Comportamento anômalo da água ( entre 0 e 4°C)



# Comportamento anômalo da água ( entre 0 e 4°C)

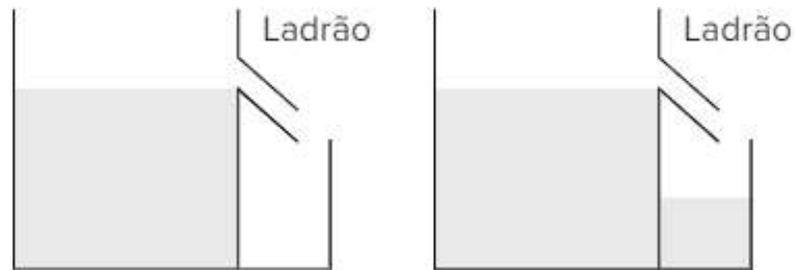


Congelamento na superfície

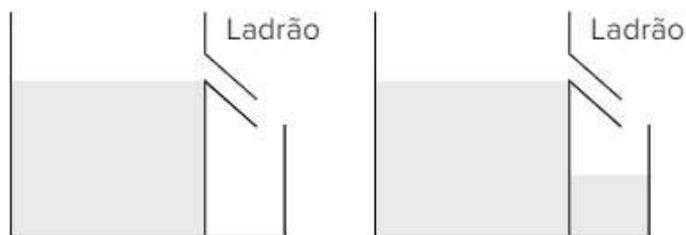


# *Exercícios*

12 Tetra / 5 Hexa. Um recipiente de vidro com ladrão é completamente preenchido de mercúrio. Inicialmente, o sistema se encontra a  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , quando o recipiente comporta  $500\text{ mL}$ . Ao aquecê-lo até  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ , nota-se que  $4,8\text{ mL}$  de mercúrio foram escoados pelo ladrão. Sabendo que o coeficiente de dilatação volumétrica do mercúrio é  $1,8 \cdot 10^{-4}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ , obtenha o coeficiente de dilatação volumétrica do vidro.



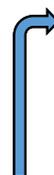
Um recipiente de vidro com ladrão é completamente preenchido de mercúrio. Inicialmente, o sistema se encontra a  $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , quando o recipiente comporta  $500\text{ mL}$ . Ao aquecê-lo até  $70\text{ }^{\circ}\text{C}$ , nota-se que  $4,8\text{ mL}$  de mercúrio foram escoados pelo ladrão. Sabendo que o coeficiente de dilatação volumétrica do mercúrio é  $1,8 \cdot 10^{-4}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$ , obtenha o coeficiente de dilatação volumétrica do vidro.



O que queremos?

$$\gamma_{rec} = ?$$

$$\Delta V_{rec} = V_{0\ rec} \cdot \gamma_{rec} \cdot \Delta T$$



$$\gamma_{rec} = \frac{\Delta V_{rec}}{V_{0\ rec} \cdot \Delta T} = \frac{0,6}{500 \cdot 60} = \frac{0,6}{30000} = 0,00002$$

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

$$V_{0\ Rec} = 500\text{ mL}$$

$$V_{0\ Líq} = 500\text{ mL}$$

$$\gamma_{líq} = 1,8 \cdot 10^{-4}\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$$

$$\Delta T = 70 - 10 = 60\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta V_{apar\ líq} = 4,8\text{ mL}$$

$$\Delta V_{apar\ líq} = \Delta V_{líq} - \Delta V_{rec}$$

$$4,8 = 5,4 - \Delta V_{rec}$$

$$\Delta V_{rec} = 5,4 - 4,8$$

$$\Delta V_{rec} = 0,6\text{ mL}$$

Para o líquido

$$\Delta V_{líq} = V_{0\ líq} \cdot \gamma_{líq} \cdot \Delta T$$

$$\Delta V_{líq} = 500 \cdot 1,8 \cdot 10^{-4} \cdot 60$$

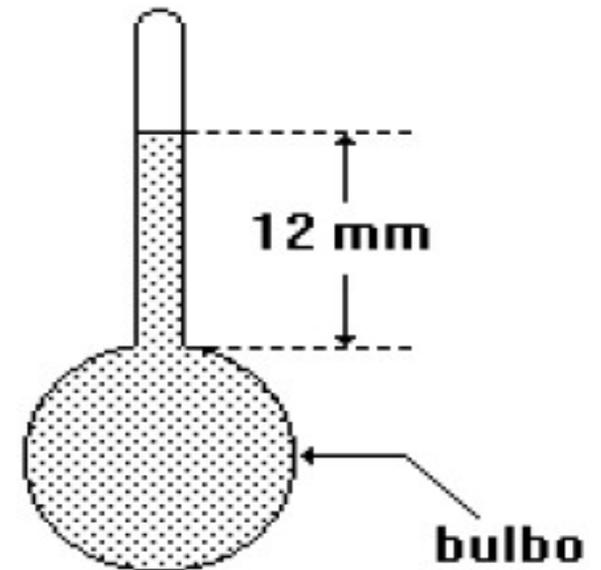
$$\Delta V_{líq} = 54000 \cdot 10^{-4}$$

$$\Delta V_{líq} = 5,4\text{ mL}$$

## *Exercícios extras*

Extra 1 (FUVEST) - Um termômetro especial, de líquido dentro de um recipiente de vidro, é constituído de um bulbo de  $1000 \text{ mm}^3$  e um tubo com secção transversal de  $1,0 \text{ mm}^2$ . À temperatura de  $20^\circ\text{C}$ , o líquido preenche completamente o bulbo até a base do tubo. À temperatura de  $50^\circ\text{C}$ , o líquido preenche o tubo até uma altura de  $12 \text{ mm}$ . Considere desprezíveis os efeitos da dilatação do vidro e da pressão do gás acima da coluna do líquido. Podemos afirmar que o coeficiente de dilatação volumétrica médio do líquido vale:

- a)  $3 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- b)  $4 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- c)  $12 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- d)  $20 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- e)  $36 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$



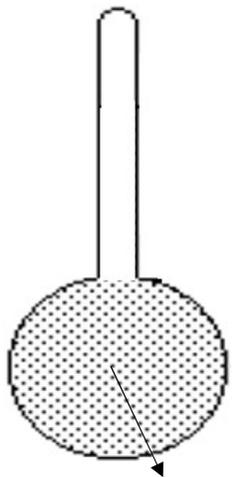
Extra 1 (FUVEST) - Um termômetro especial, de líquido dentro de um recipiente de vidro, é constituído de um bulbo de  $1000 \text{ mm}^3$  e um tubo com secção transversal de  $1,0 \text{ mm}^2$ . À temperatura de  $20^\circ\text{C}$ , o líquido preenche completamente o bulbo até a base do tubo. À temperatura de  $50^\circ\text{C}$ , o líquido preenche o tubo até uma altura de  $12 \text{ mm}$ . Considere desprezíveis os efeitos da dilatação do vidro e da pressão do gás acima da coluna do líquido. **Podemos afirmar que o coeficiente de dilatação volumétrica médio do líquido vale:**

$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T \rightarrow \gamma = \frac{\Delta V}{V_0 \cdot \Delta T} = \frac{12 \text{ mm}^3}{1000 \text{ mm}^3 \cdot 30^\circ\text{C}} = 0,0004 \quad \boxed{\gamma = 4 \cdot 10^{-4} \text{ C}^{-1}}$$

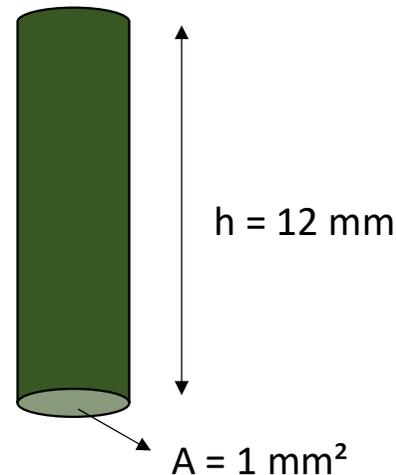
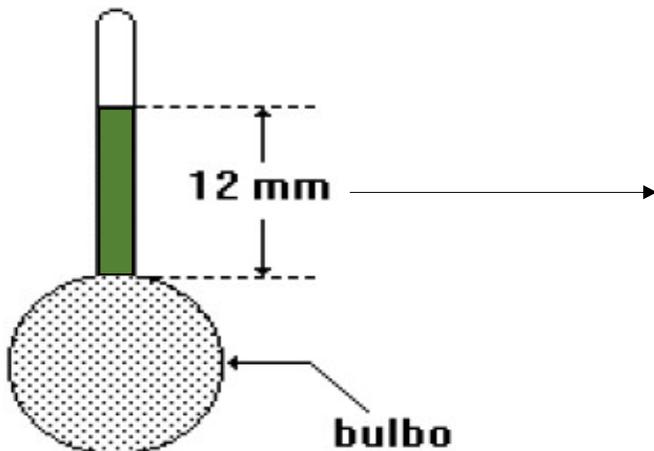
$T_0 = 20^\circ\text{C}$

$T = 50^\circ\text{C}$

$\Delta T = 50 - 20 = 30^\circ\text{C}$



$V_0 = 1000 \text{ mm}^3$



$V_{cilindro} = A \times h$

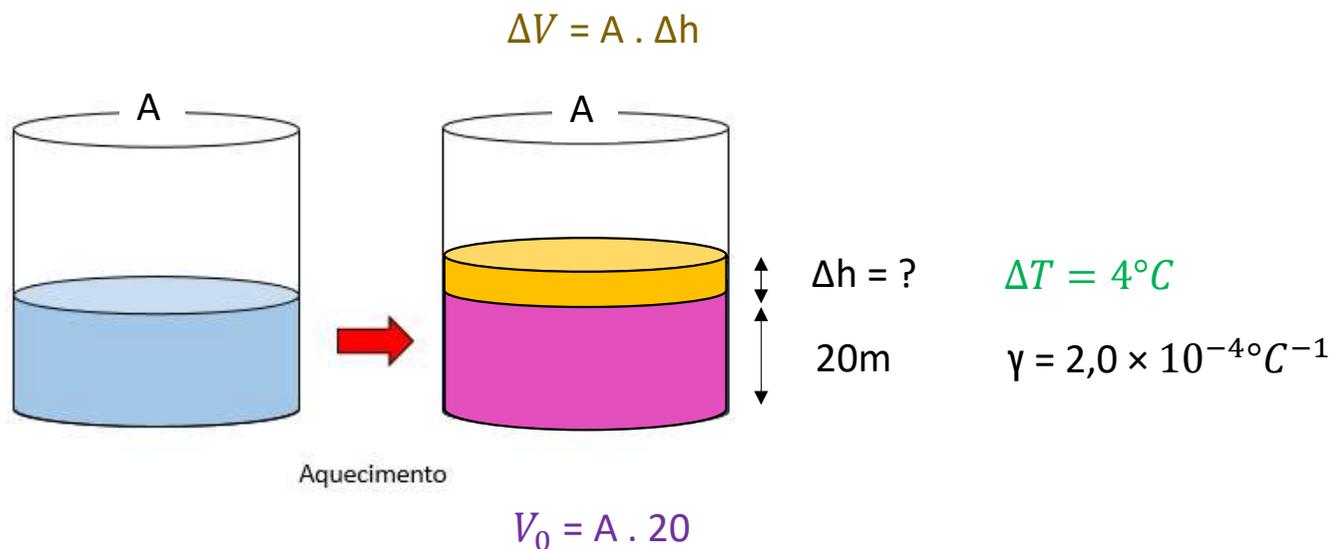


Volume =  $1 \text{ mm}^2 \times 12 \text{ mm} = 12 \text{ mm}^3$

$\Delta V = 12 \text{ mm}^3$

Extra 2 (Unesp) - É largamente difundida a ideia de que a possível elevação do nível dos oceanos ocorreria devido ao derretimento das grandes geleiras, como consequência do aquecimento global. No entanto, deveríamos considerar outra hipótese, que poderia também contribuir para a elevação do nível dos oceanos. Trata-se da expansão térmica da água devido ao aumento da temperatura. Para se obter uma estimativa desse efeito, considere que o coeficiente de expansão volumétrica da água salgada à temperatura de 20 °C seja  $2,0 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ . Colocando água do mar em um tanque cilíndrico, com a parte superior aberta, e considerando que a variação de temperatura seja 4 °C, qual seria a elevação do nível da água se o nível inicial no tanque era de 20 m? Considere que o tanque não tenha sofrido qualquer tipo de expansão.

Extra 2 (Unesp) - É largamente difundida a ideia de que a possível elevação do nível dos oceanos ocorreria devido ao derretimento das grandes geleiras, como consequência do aquecimento global. No entanto, deveríamos considerar outra hipótese, que poderia também contribuir para a elevação do nível dos oceanos. Trata-se da expansão térmica da água devido ao aumento da temperatura. Para se obter uma estimativa desse efeito, considere que o coeficiente de expansão volumétrica da água salgada à temperatura de 20 °C seja  $2,0 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ . Colocando água do mar em um tanque cilíndrico, com a parte superior aberta, e considerando que a **variação de temperatura seja 4 °C**, qual seria a elevação do nível da água se o **nível inicial no tanque era de 20 m**? Considere que o tanque não tenha sofrido qualquer tipo de expansão.



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

$$\cancel{A} \cdot \Delta h = (\cancel{A} \cdot 20) \cdot (2,0 \times 10^{-4}) \cdot (4)$$

$$\Delta h = 160 \cdot 10^{-4}$$

$$\Delta h = 1,6 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

