

# Dilatação térmica de líquidos

Capítulo 4 / Livro 4 / Pg 146

- SL 02 – Revisão e dilatação de líquidos
- SL 04 – Dilatação aparente
- SL 07 – Comportamento anômalo da água
- SL 08 – Exercícios da apostila
- SL 12 – Exercícios extras

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 )

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

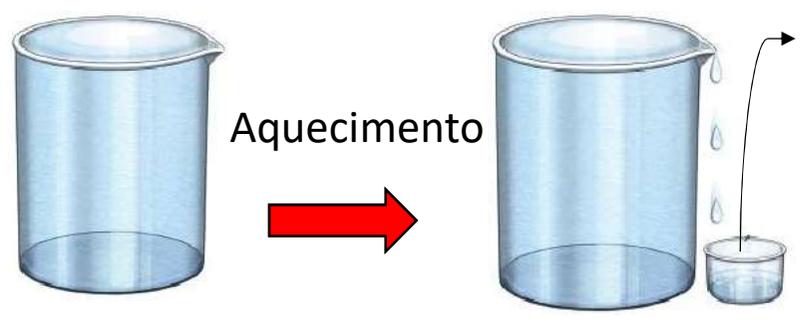
*Aquecimento → capacidade do recipiente aumenta*

*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.

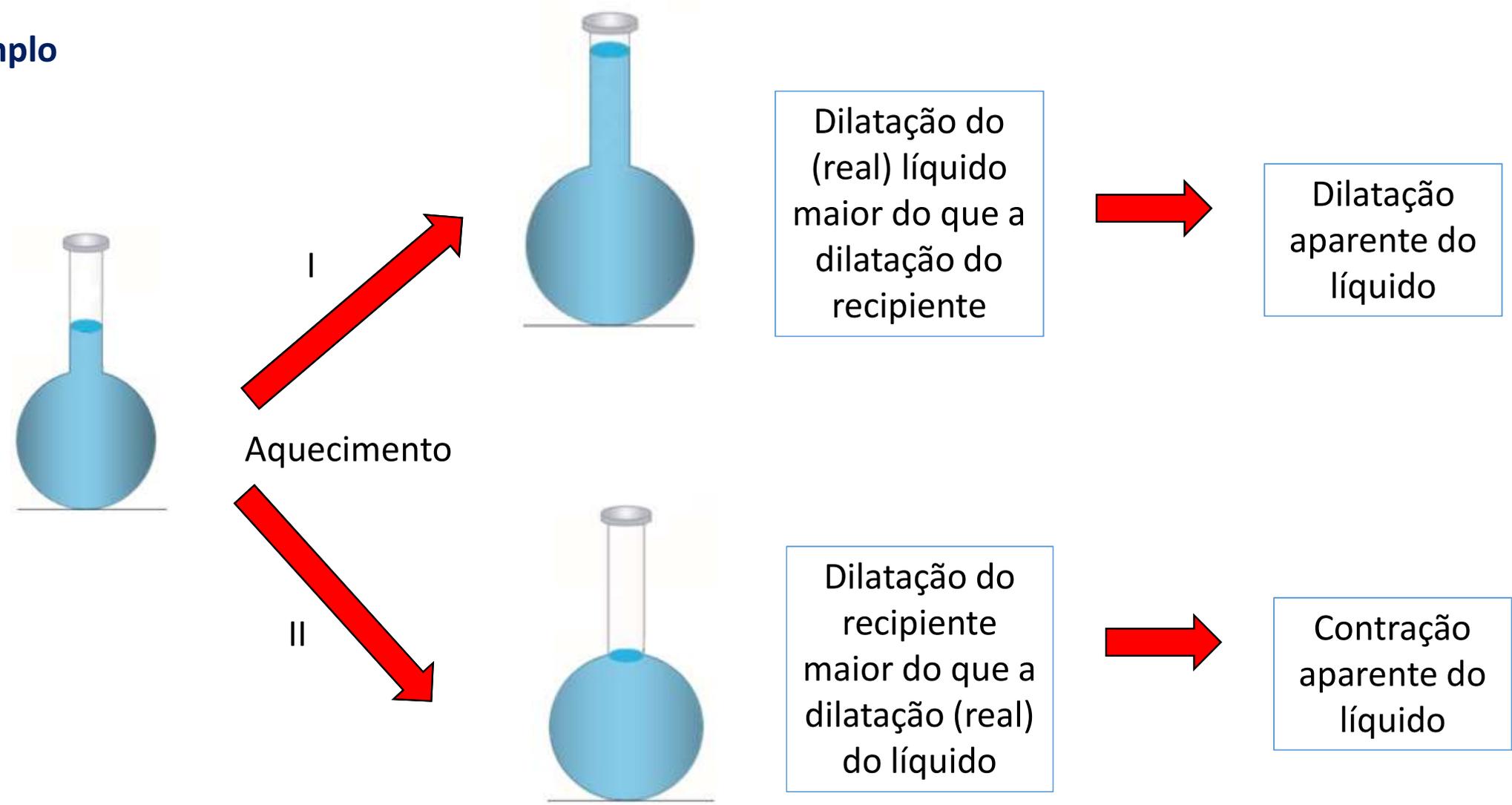
	Volume inicial (cm <sup>3</sup> )	Volume final (cm <sup>3</sup> )	Dilatação (cm <sup>3</sup> )
Líquido	1000	1005	5
Recipiente	1000	1003	3

# Dilatação térmica de líquidos e dilatação aparente

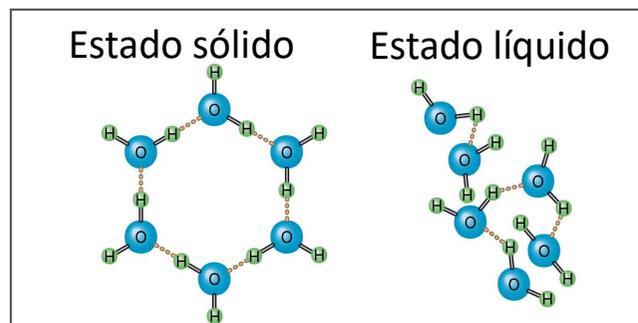
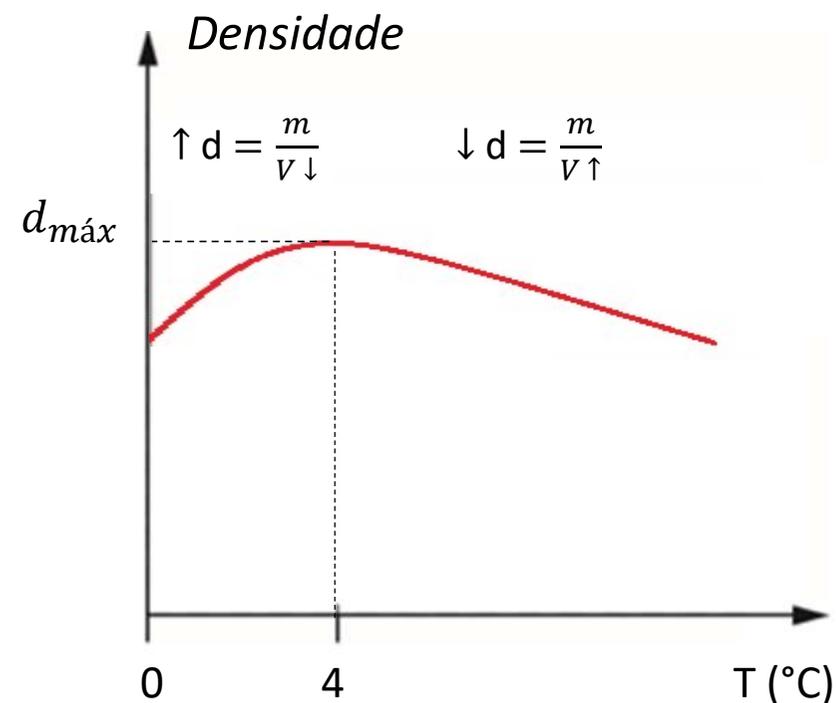
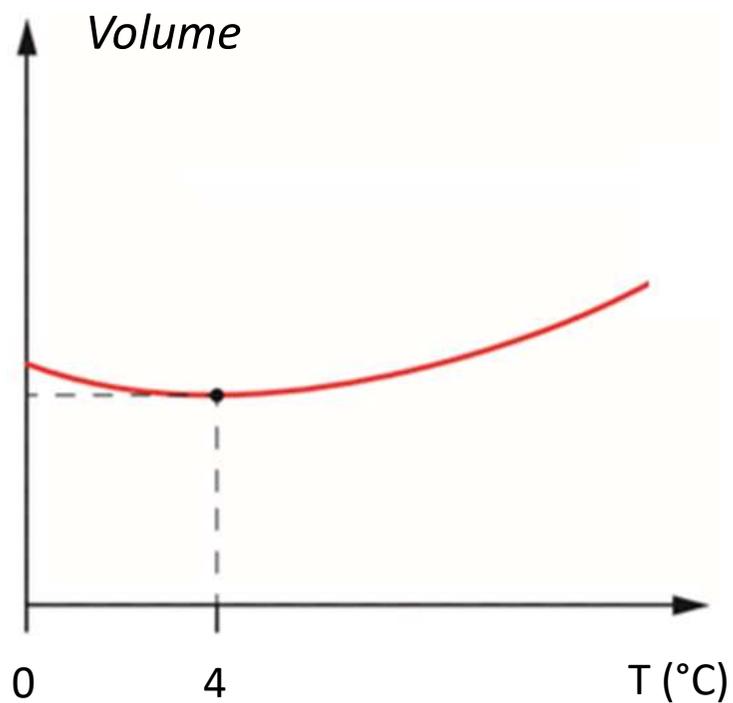
$$\begin{aligned}
 \Delta V_{\text{aparente líquido}} &= \Delta V_{\text{líquido}} - \Delta V_{\text{recipiente}} \\
 \cancel{V_0} \cdot \gamma_{\text{aparente líquido}} \cdot \cancel{\Delta T} &= \cancel{V_0} \cdot \gamma_{\text{líquido}} \cdot \cancel{\Delta T} - \cancel{V_0} \cdot \gamma_{\text{recipiente}}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

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

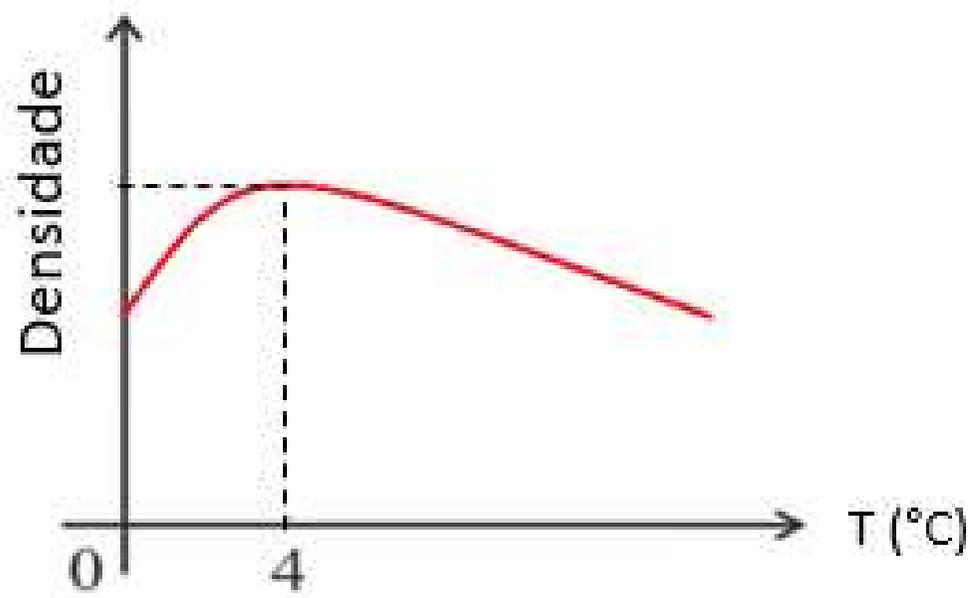
# Exemplo



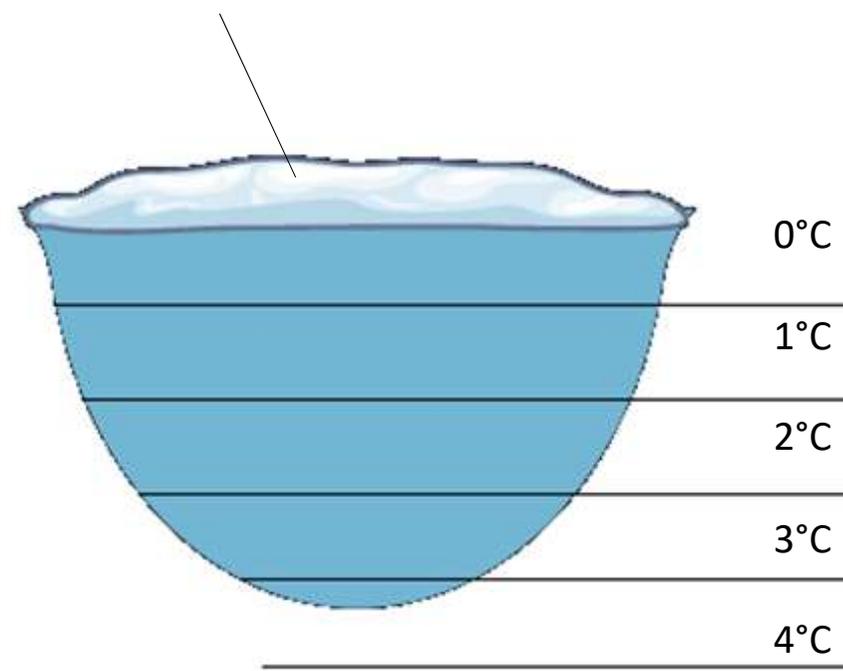
# Comportamento anômalo da água ( entre 0 e 4°C)



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



Congelamento na superfície



# *Exercícios*

1. (Ufop 2010 - adaptada) Um recipiente, cujo volume é exatamente  $1.000 \text{ cm}^3$ , à temperatura de  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , está completamente cheio de glicerina a essa temperatura. O conjunto é aquecido até  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Dado: Coeficiente de dilatação volumétrica da glicerina =  $0,5 \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$  e o coeficiente de dilatação volumétrica do vidro =  $2,5 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ .

Calcule:

- a) A dilatação da glicerina;
- b) A dilatação do frasco;
- c) A quantidade de líquido que derramou;

1. (Ufop 2010 - adaptada) Um recipiente, cujo volume é exatamente  $1.000 \text{ cm}^3$ , à temperatura de  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , está completamente cheio de glicerina a essa temperatura. O conjunto é aquecido até  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Dado: Coeficiente de dilatação volumétrico da glicerina =  $0,5 \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$  e o coeficiente de dilatação volumétrico do vidro =  $2,5 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ .

Calcule:

a) A dilatação da glicerina;

- $V_{0 \text{ rec}} = 1000 \text{ cm}^3$
- $\gamma_{\text{rec}} = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- $\Delta T = T - T_0 = 100 - 20 = 80 \text{ }^\circ\text{C}$
- $V_{0 \text{ líq}} = 1000 \text{ cm}^3$
- $\gamma_{\text{líq}} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- $\Delta V_{\text{líq}} = ?$

$$\Delta V_{\text{líq}} = V_0 \cdot \gamma_{\text{líq}} \cdot \Delta T$$

$$\Delta V_{\text{líq}} = 1000 \text{ cm}^3 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} \cdot 80 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta V_{\text{líq}} = 40 \cdot 10^3 \cdot 10^{-3} \longrightarrow \boxed{\Delta V_{\text{líq}} = 40 \text{ cm}^3}$$

1. (Ufop 2010 - adaptada) Um recipiente, cujo volume é exatamente  $1.000 \text{ cm}^3$ , à temperatura de  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , está completamente cheio de glicerina a essa temperatura. O conjunto é aquecido até  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Dado: Coeficiente de dilatação volumétrica da glicerina =  $0,5 \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$  e o coeficiente de dilatação volumétrica do vidro =  $2,5 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ .

Calcule:

b) A dilatação do frasco;

- $V_{0 \text{ rec}} = 1000 \text{ cm}^3$
- $\gamma_{\text{rec}} = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- $\Delta V_{\text{rec}} = ?$
- $V_{0 \text{ líq}} = 1000 \text{ cm}^3$
- $\gamma_{\text{líq}} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- $\Delta T = T - T_0 = 100 - 20 = 80 \text{ }^\circ\text{C}$

$$\Delta V_{\text{rec}} = V_0 \cdot \gamma_{\text{rec}} \cdot \Delta T$$

$$\Delta V_{\text{rec}} = 1000 \text{ cm}^3 \cdot 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} \cdot 80 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta V_{\text{rec}} = 200 \cdot 10^3 \cdot 10^{-5}$$

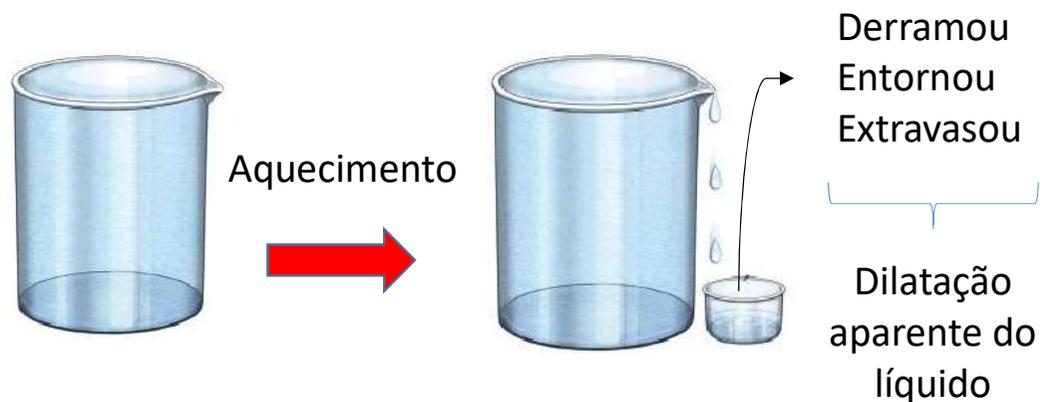
$$\Delta V_{\text{rec}} = 200 \cdot 10^{-2}$$

$$\Delta V_{\text{rec}} = 2 \text{ cm}^3$$

1. (Ufop 2010 - adaptada) Um recipiente, cujo volume é exatamente  $1.000 \text{ cm}^3$ , à temperatura de  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ , está completamente cheio de glicerina a essa temperatura. O conjunto é aquecido até  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ .  
 Dado: Coeficiente de dilatação volumétrica da glicerina =  $0,5 \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$  e o coeficiente de dilatação volumétrica do vidro =  $2,5 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ .

Calcule:

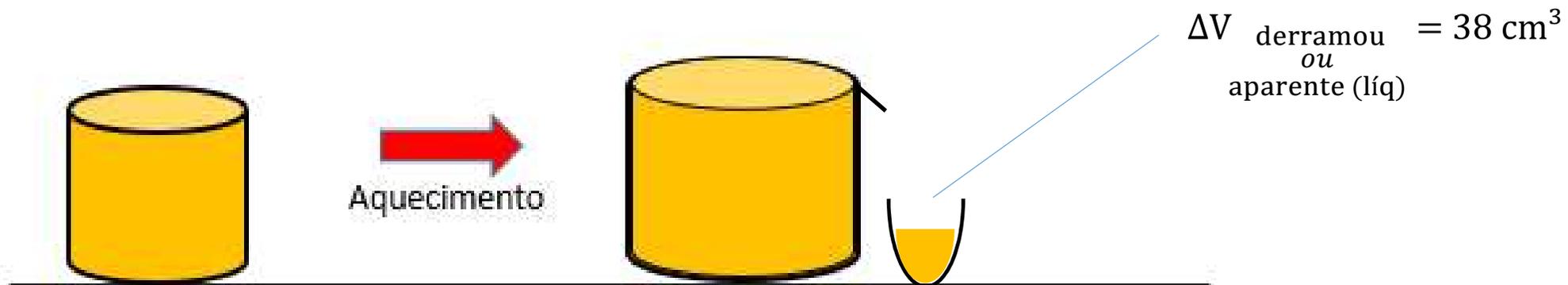
- A dilatação da glicerina; ( $\Delta V_{\text{líq}} = 40 \text{ cm}^3$ )
- A dilatação do frasco; ( $\Delta V_{\text{rec}} = 2 \text{ cm}^3$ )
- A quantidade de líquido que derramou;



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

$$\Delta V_{\text{aparente líquido}} = 40 - 2$$

$$\Delta V_{\text{aparente líquido}} = 38 \text{ cm}^3$$



$$V_0(\text{líq}) = 1000 \text{ cm}^3$$

$$\Delta V(\text{líq}) = 40 \text{ cm}^3$$

$$V(\text{líq}) = 1040 \text{ cm}^3$$

$$V_0(\text{rec}) = 1000 \text{ cm}^3$$

$$\Delta V(\text{rec}) = 2 \text{ cm}^3$$

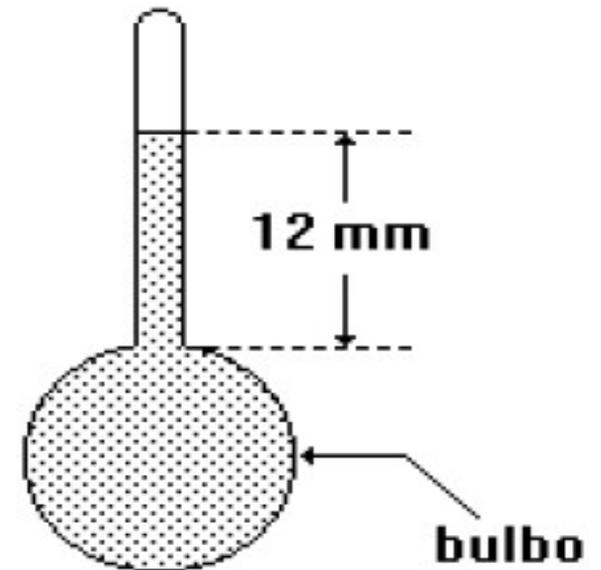
$$V(\text{rec}) = 1002 \text{ cm}^3$$

$$\gamma_{\text{aparente líquido}} = \gamma_{\text{líquido}} - \gamma_{\text{recipiente}}$$

$$47,5 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} = 50 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} - 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

2. (FUVEST) - Um termômetro especial, de líquido dentro de um recipiente de vidro, é constituído de um bulbo de  $1,0 \text{ cm}^3$  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:

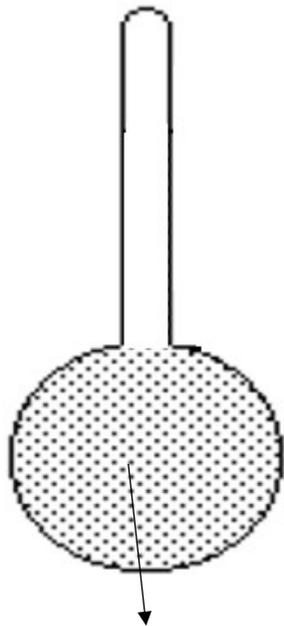
- a)  $3 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- b)  $4 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- c)  $12 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- d)  $20 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- e)  $36 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$



2. (FUVEST) - Um termômetro especial, de líquido dentro de um recipiente de vidro, é constituído de um bulbo de  $1,0 \text{ cm}^3$  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:

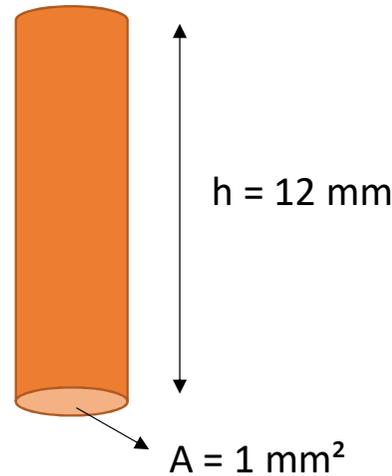
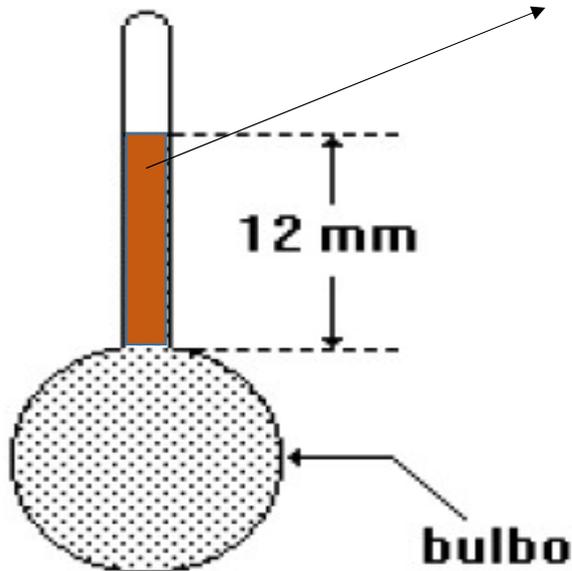
$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T$$

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



$$V_0 = 1 \text{ cm}^3$$

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

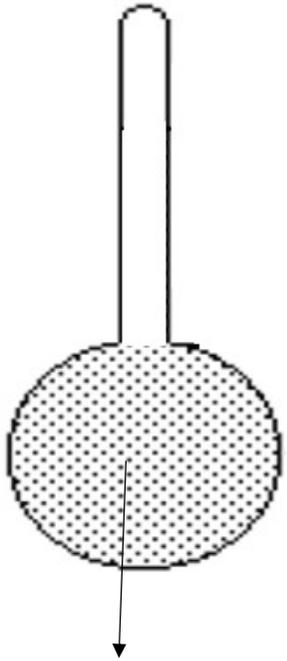


$$\text{Volume} = A \times h$$

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

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

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



$V_0 = 1 \text{ cm}^3$

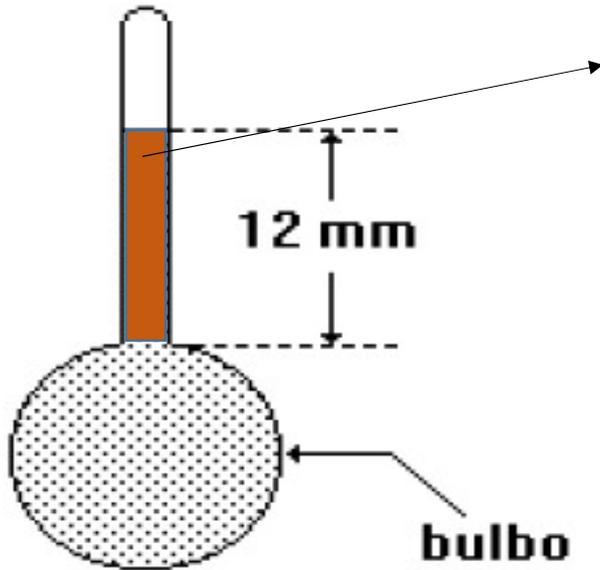
$\Delta T = 50 - 20 = 30^\circ\text{C}$

$V_0 = 1 \text{ cm}^3$

$\Delta V = 12 \text{ mm}^3 = 12 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^3$

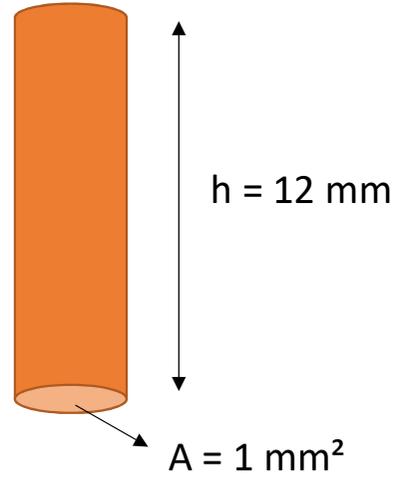
$\gamma = ?$

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



12 mm

bulbo



$h = 12 \text{ mm}$

$A = 1 \text{ mm}^2$

Volume =  $A \times h$

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

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

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

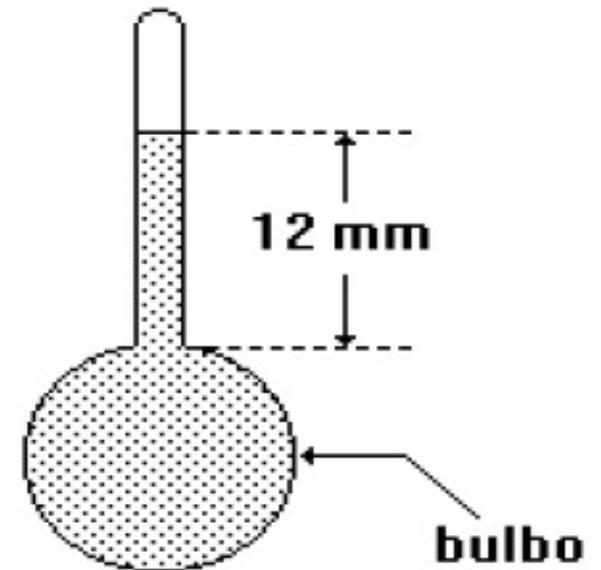
$$\gamma = \frac{\Delta V}{V_0 \cdot \Delta T}$$

$$\gamma = \frac{12 \cdot 10^{-3} \text{ cm}^3}{1 \text{ cm}^3 \cdot 30^\circ\text{C}}$$

$$\gamma = 4 \cdot 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$$

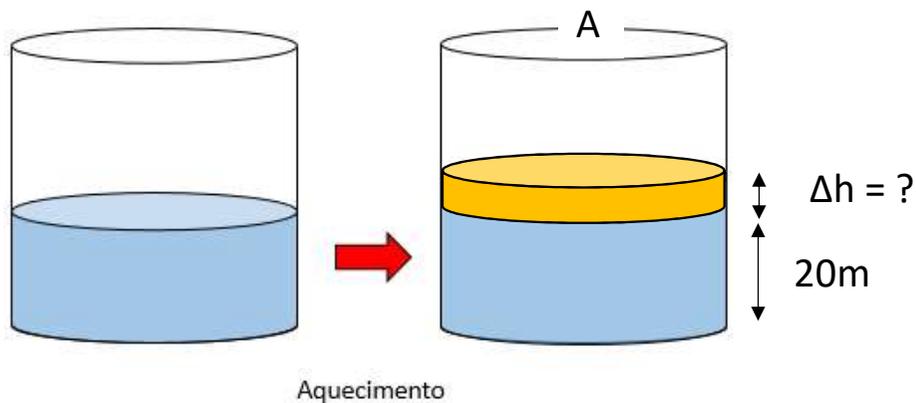
Extra 1 (FUVEST) - Um termômetro especial, de líquido dentro de um recipiente de vidro, é constituído de um bulbo de  $1,0 \text{ cm}^3$  e um tubo com secção transversal de  $1,0 \text{ mm}^2$ . À temperatura de  $20^\circ\text{C}$ , o líquido preenche completamente o bulbo até a base do tubo. À temperatura 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)  $36 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$



3. (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.

3. (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.



$$V_0 = A \cdot 20$$

$$\Delta V = A \cdot \Delta h$$

$$\Delta T = 4^\circ\text{C}$$

$$\gamma = 2,0 \times 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

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

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

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

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