

Dilatação térmica de líquidos

Aulas 5 e 6 / Pg. 499 / Tetra 1

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

Apresentação e demais documentos: **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)

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

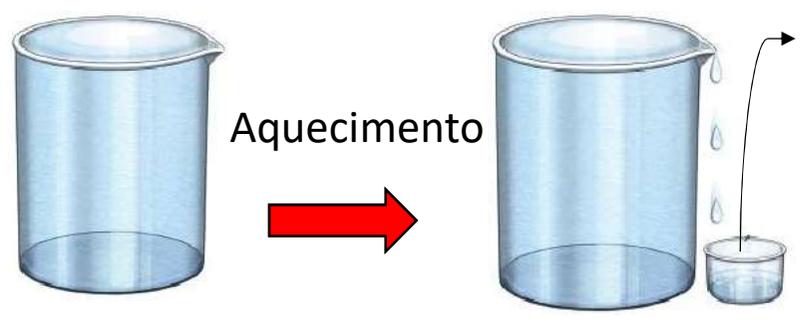
Aquecimento → capacidade do recipiente aumenta

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.

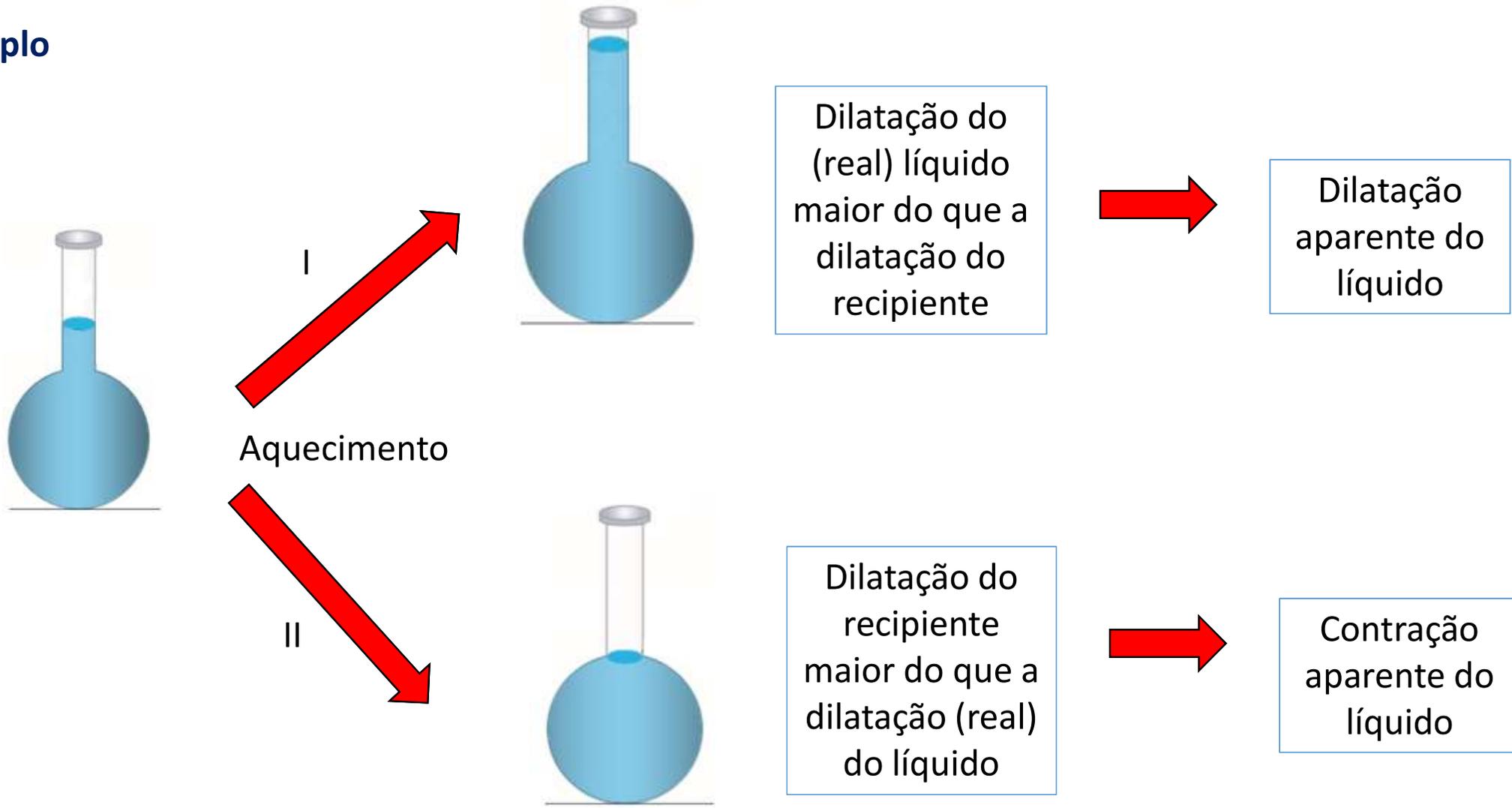
	Volume inicial (cm ³)	Volume final (cm ³)	Dilatação (cm ³)
Líquido	1000	1005	5
Recipiente	1000	1003	3

Dilatação térmica de líquidos e dilatação aparente

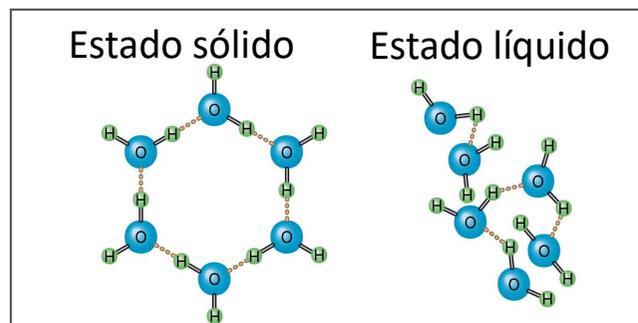
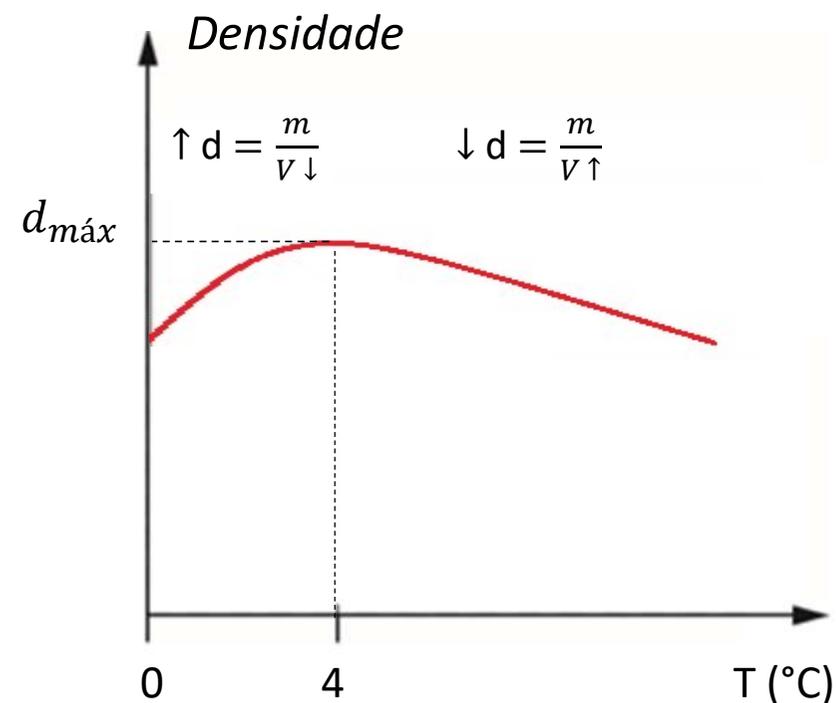
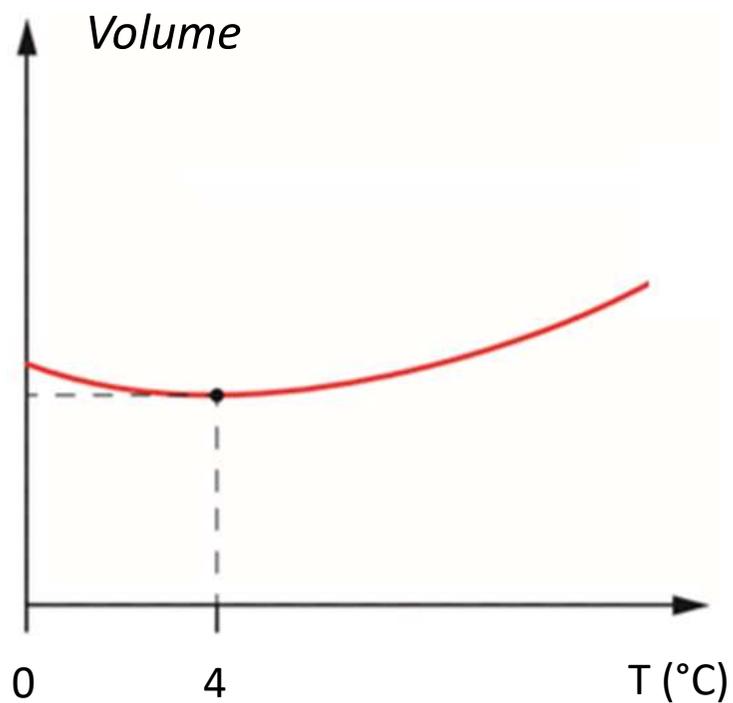
$$\begin{aligned}
 \Delta V_{\text{aparente líquido}} &= \Delta V_{\text{líquido}} - \Delta V_{\text{recipiente}} \\
 \cancel{V_0} \cdot \gamma_{\text{aparente líquido}} \cdot \cancel{\Delta T} &= \cancel{V_0} \cdot \gamma_{\text{líquido}} \cdot \cancel{\Delta T} - \cancel{V_0} \cdot \gamma_{\text{recipiente}}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

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

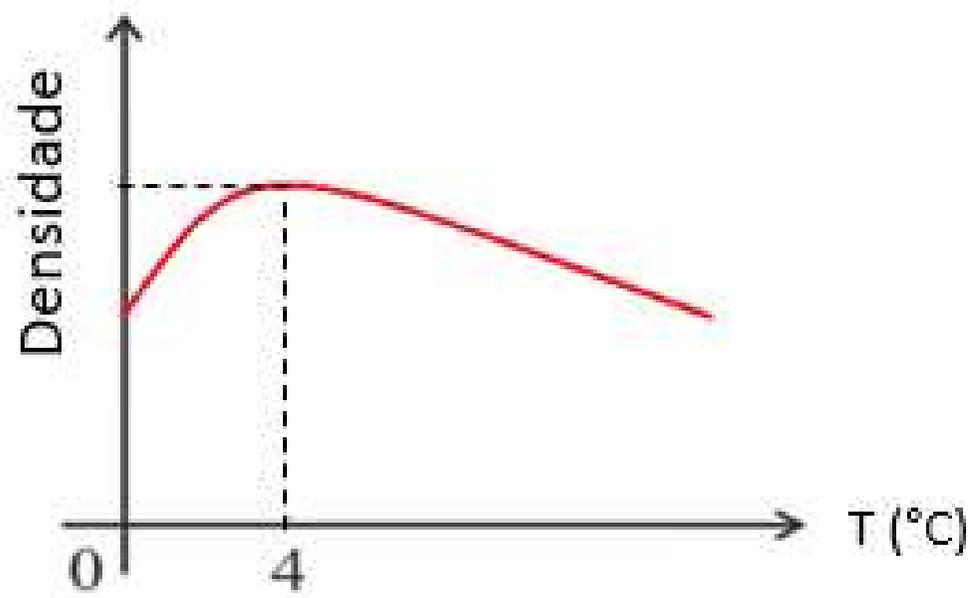
Exemplo



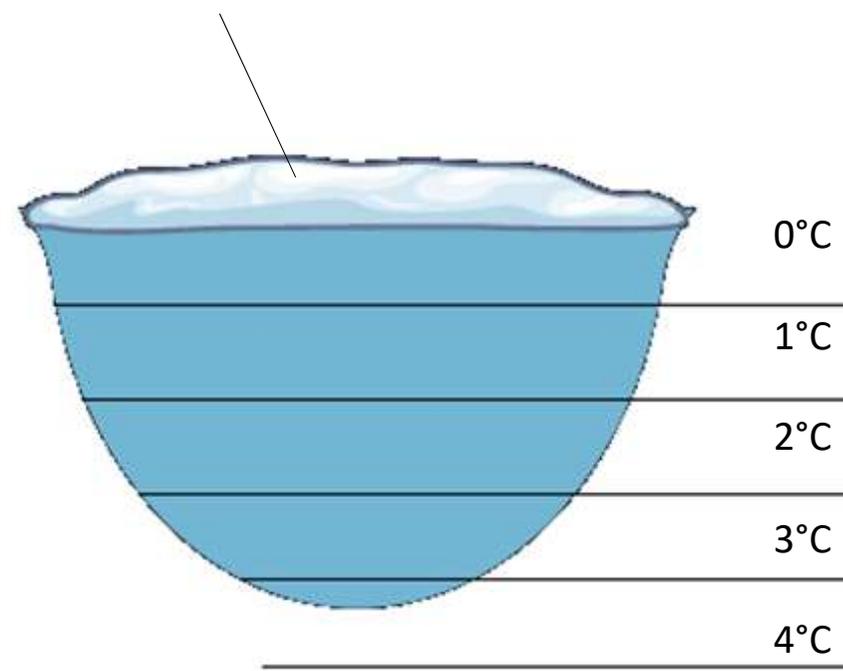
Comportamento anômalo da água (entre 0 e 4°C)



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



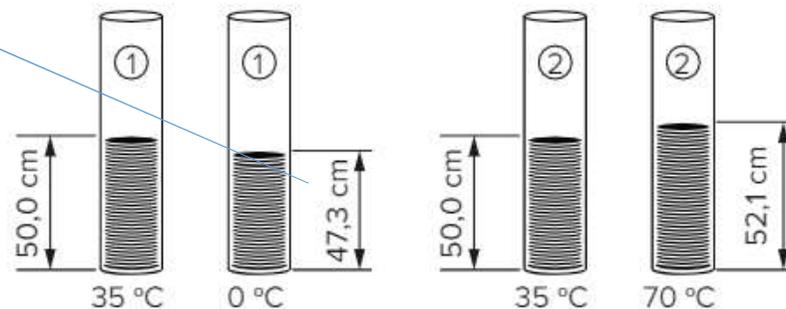
Congelamento na superfície



Exercícios

11. (AFA-SP 2018) Considere dois tubos cilíndricos (1 e 2), verticais, idênticos e feitos do mesmo material, contendo um líquido em equilíbrio até a altura de 50,0 cm, conforme a figura a seguir

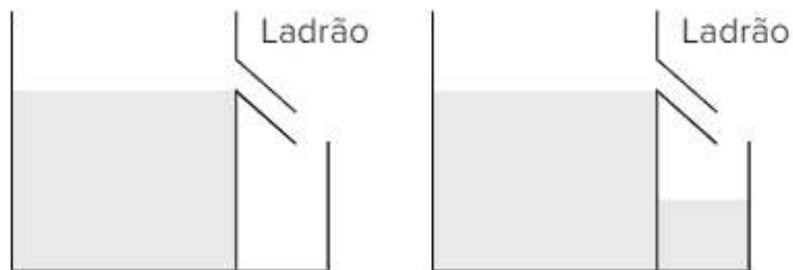
O valor correto é 47,9 cm



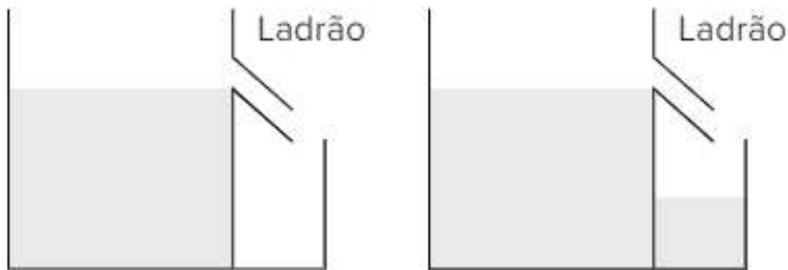
As temperaturas nos dois tubos são inicialmente iguais e de valor 35 °C. O tubo 1 é resfriado até 0 °C, enquanto o tubo 2 é aquecido até 70 °C, e a altura do líquido em cada um dos tubos passa a ser o valor indicado na figura. Sabendo-se que o coeficiente de dilatação térmica dos tubos é desprezível quando comparado com o do líquido, o coeficiente de dilatação volumétrica do líquido, considerando constante, é, em $^{\circ}\text{C}^{-1}$,

- a) $1,2 \cdot 10^{-3}$ ←
- b) $1,6 \cdot 10^{-3}$
- c) $2,4 \cdot 10^{-3}$
- d) $3,6 \cdot 10^{-3}$

12. 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 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.



12. Um recipiente de vidro com ladrão é completamente preenchido de mercúrio. Inicialmente, o sistema se encontra a 10 °C, quando o recipiente comporta 500 mL. Ao aquecê-lo até 70 °C, nota-se que 4,8 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?

$$\gamma_{rec} = ?$$

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

$$\gamma = \frac{\Delta V}{V_0 \cdot \Delta T} = \frac{10,2}{500 \cdot 60} = \frac{10,2}{15000} = 0,00068$$

$$\gamma_{rec} = 6,8 \cdot 10^{-4} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

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

$$V_{0\ Líq} = 500 \text{ mL}$$

$$\gamma_{líq} = 0,5 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

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

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

Para o líquido

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

$$\Delta V_{líq} = 500 \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 60$$

$$\Delta V_{líq} = 15000 \cdot 10^{-3}$$

$$\Delta V_{líq} = 15 \text{ mL}$$

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

$$4,8 = 15 - \Delta V_{rec}$$

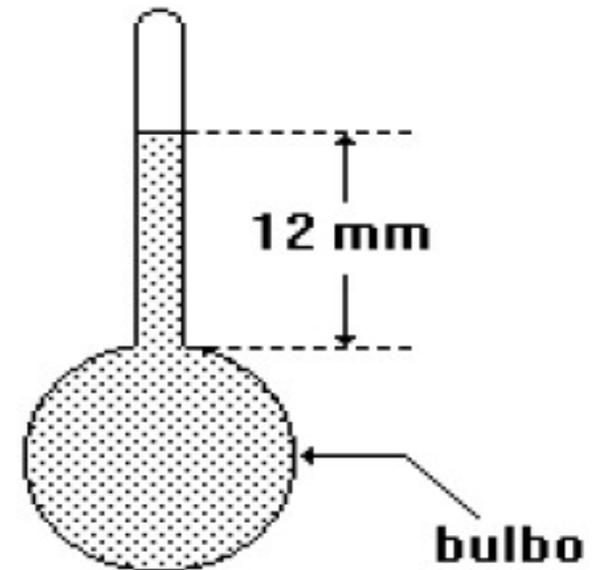
$$\Delta V_{rec} = 15 - 4,8$$

$$\Delta V_{rec} = 10,2 \text{ mL}$$

Exercícios extras

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°C , o líquido preenche completamente o bulbo até a base do tubo. À temperatura de 50°C , o líquido preenche o tubo até uma altura de 12 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:

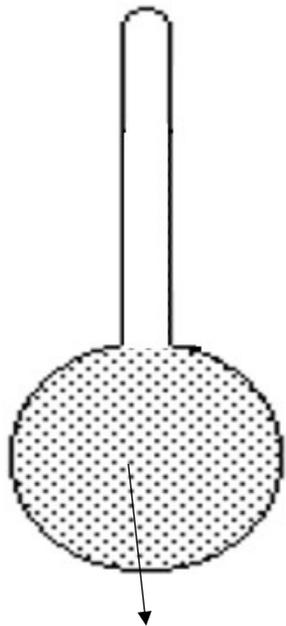
- a) $3 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- b) $4 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- c) $12 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- d) $20 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
- e) $36 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$



Extra 1 (FUVEST) - Um termômetro especial, de líquido dentro de um recipiente de vidro, é constituído de um bulbo de $1,0 \text{ cm}^3$ e um tubo com secção transversal de $1,0 \text{ mm}^2$. À temperatura de 20°C , o líquido preenche completamente o bulbo até a base do tubo. À temperatura de 50°C , o líquido preenche o tubo até uma altura de 12 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:

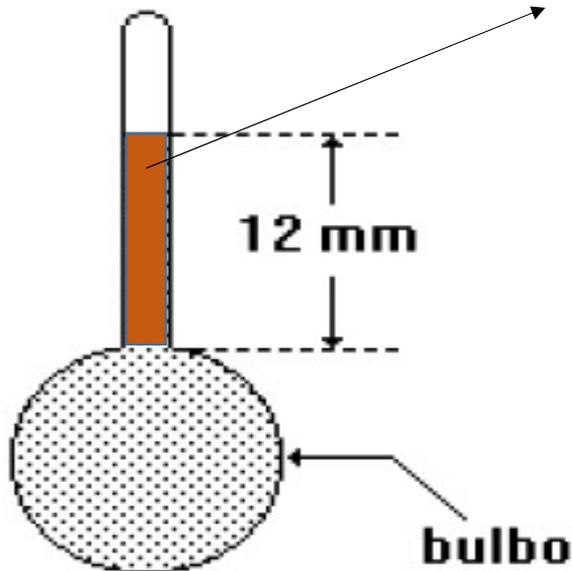
$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T$$

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



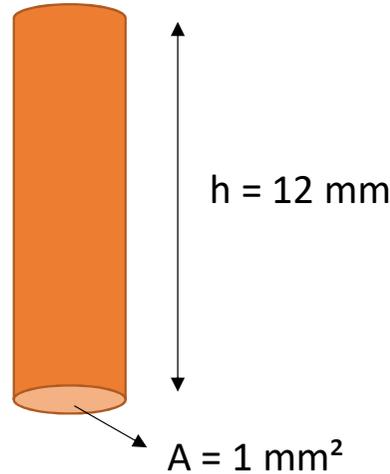
$$V_0 = 1 \text{ cm}^3$$

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



12 mm

bulbo



$h = 12 \text{ mm}$

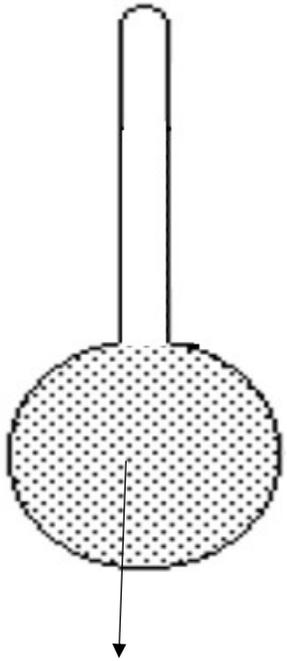
$A = 1 \text{ mm}^2$

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

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

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

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



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

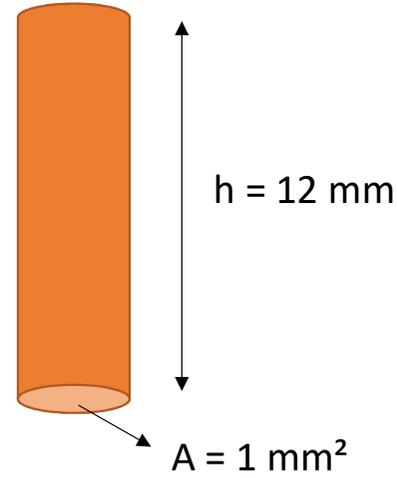
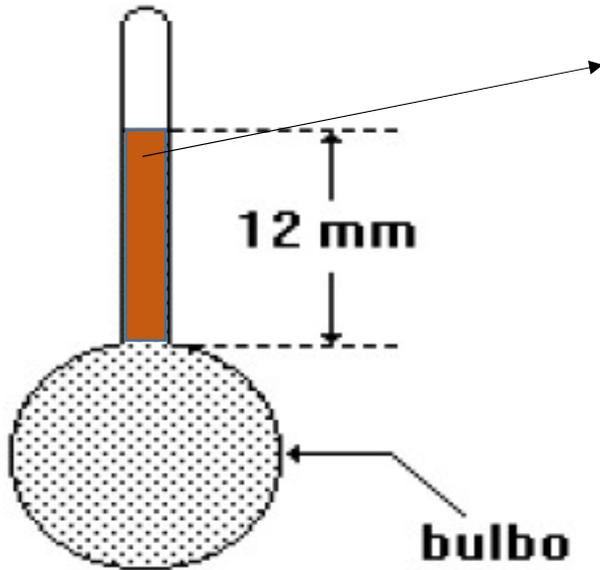
$\Delta T = 50 - 20 = 30^\circ\text{C}$

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

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

$\gamma = ?$

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



Volume = $A \times h$

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

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

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

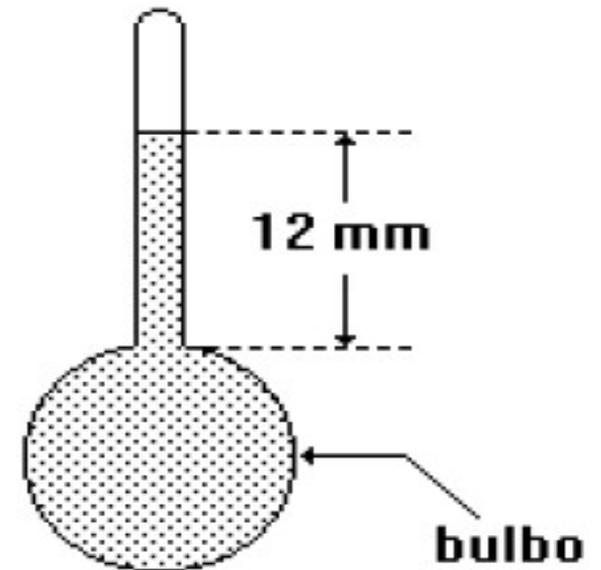
$$\gamma = \frac{\Delta V}{V_0 \cdot \Delta T}$$

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

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

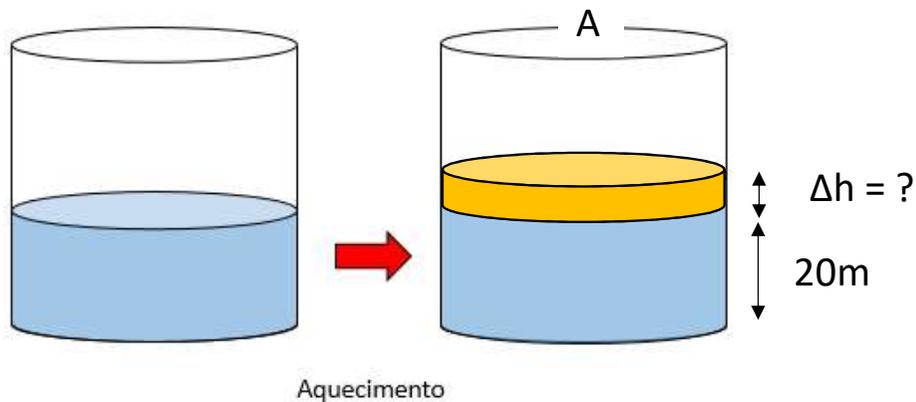
Extra 1 (FUVEST) - Um termômetro especial, de líquido dentro de um recipiente de vidro, é constituído de um bulbo de $1,0 \text{ cm}^3$ e um tubo com secção transversal de $1,0 \text{ mm}^2$. À temperatura de 20°C , o líquido preenche completamente o bulbo até a base do tubo. À temperatura de 50°C , o líquido preenche o tubo até uma altura de 12 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 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.



$$V_0 = A \cdot 20$$

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

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

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

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

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

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

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