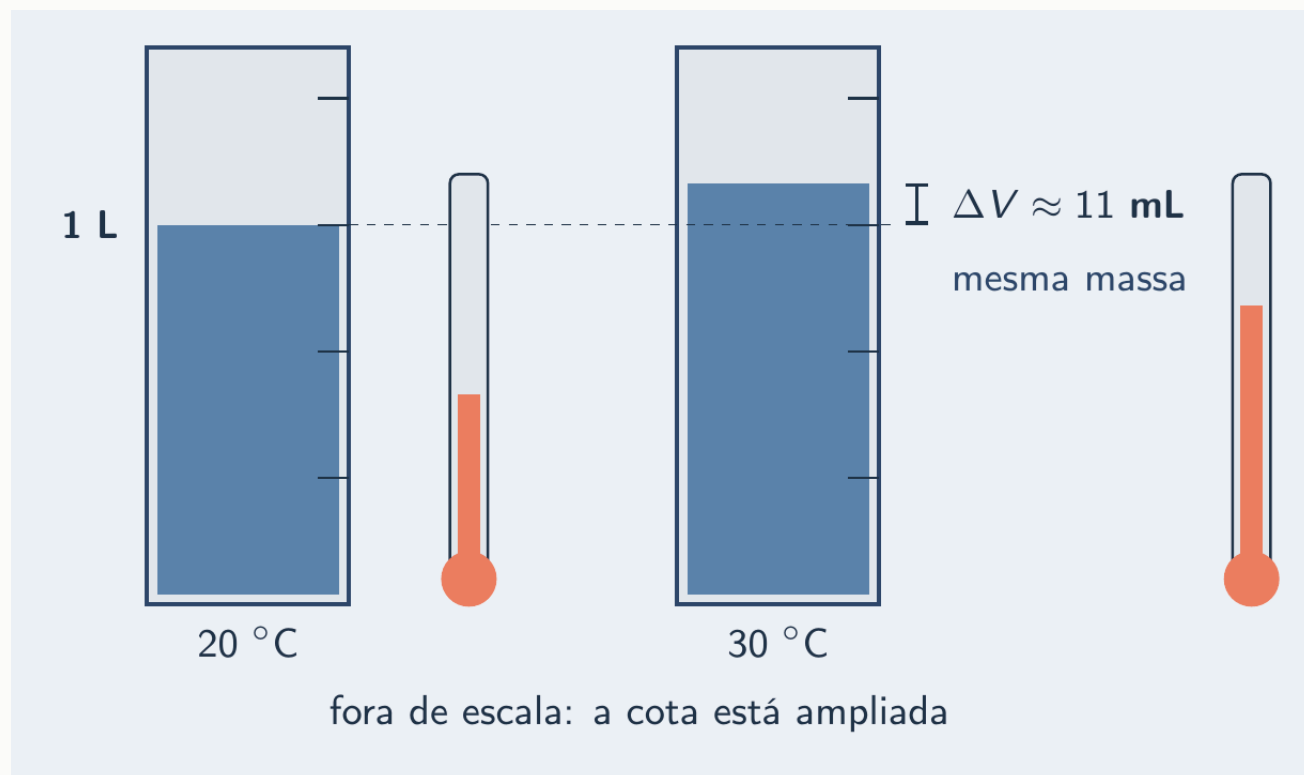


Termodinâmica I · Episódio 4

O litro que muda de tamanho

Dilatação superficial e volumétrica

O caso

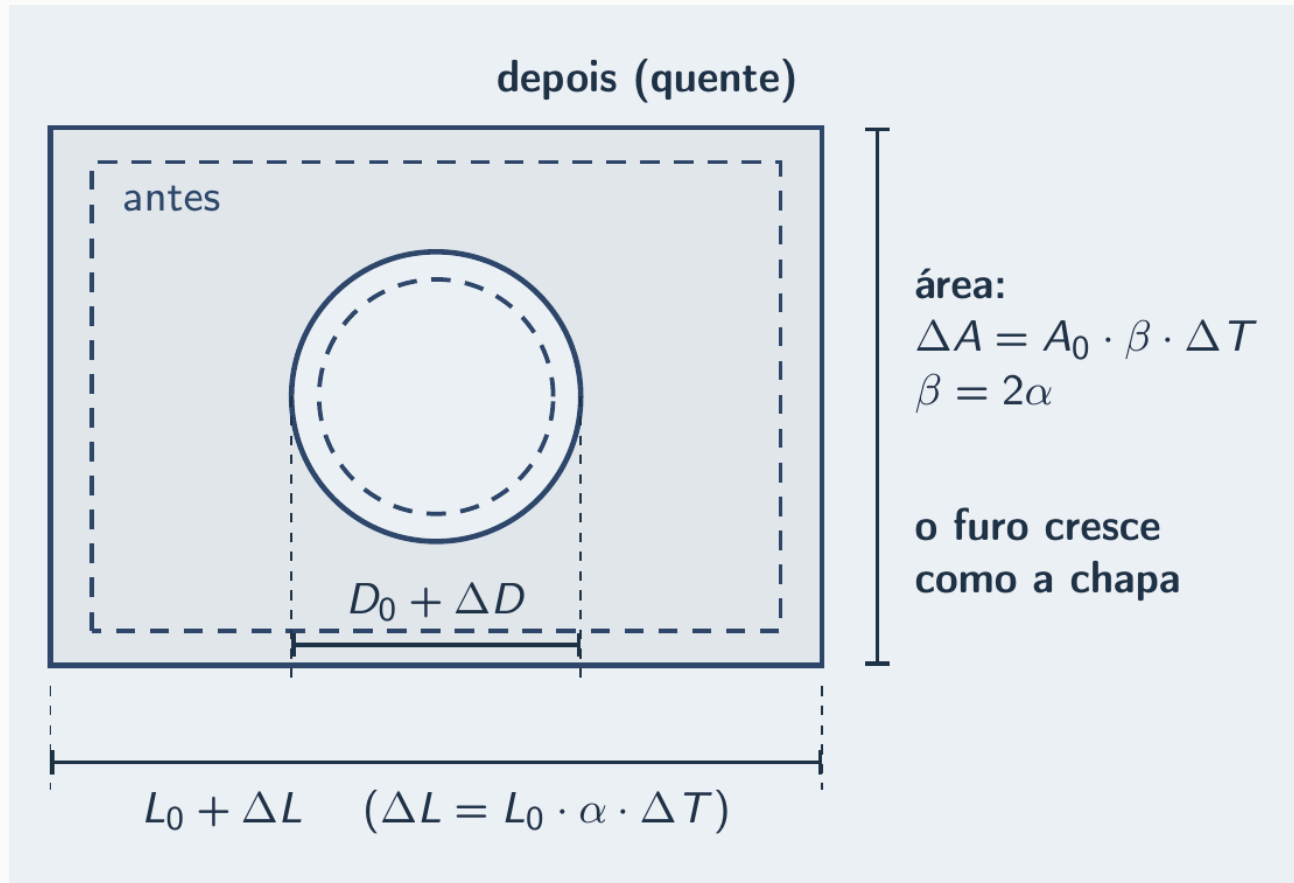


- combustível cresce cerca de **1/1 000 do volume por grau**
- tanque de aço cresce cerca de **31 vezes menos**
- ANP 894/2022: volume vendido **corrigido para 20 °C**
- a 24,5 °C, fator **0,9951** por litro medido

Pergunta do episódio

Se o litro muda com o termômetro, o que se compra de fato?

Conceito 1 – A chapa e o furo

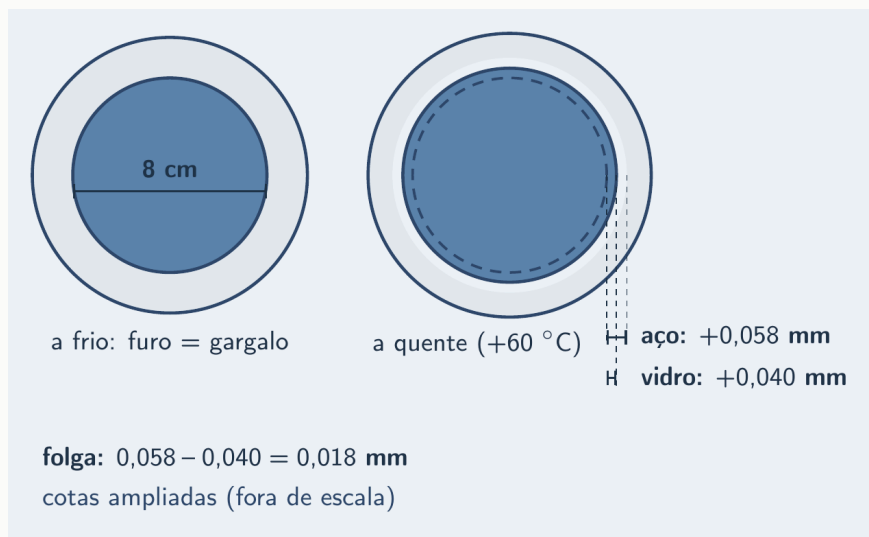


$$\Delta A = A_0 \beta \Delta T$$

$$\beta = 2\alpha$$

- duas dimensões, cada uma com α
- furo **cresce** como se fosse chapa

Exemplo resolvido – área do furo



Furo de aço, raio 4 cm, aquecido 60 °C, com $\beta = 24 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$; π vale 3

Fórmula:

$$A_0 = \pi r^2$$

$$\Delta A = A_0 \beta \Delta T$$

Substituição:

$$A_0 = 3 \cdot 4^2$$

$$\Delta A = 48 \cdot 24 \times 10^{-6} \cdot 60$$

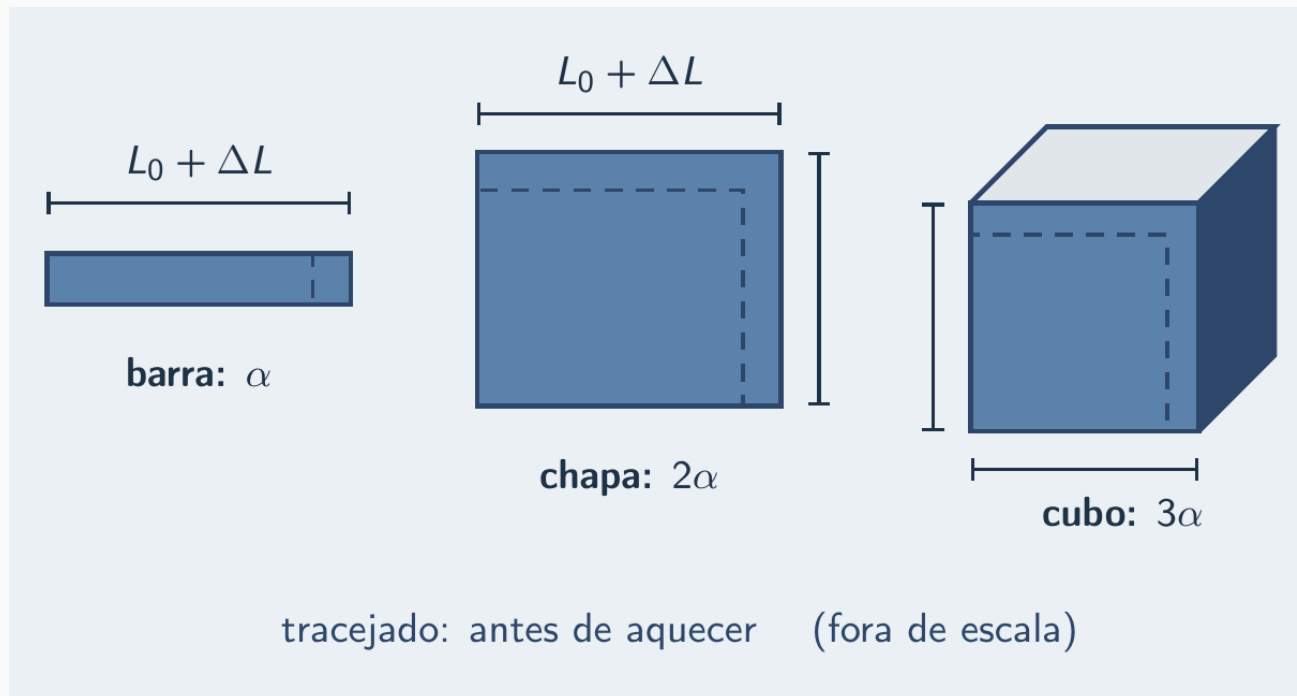
Resultado:

$$A_0 = 48 \text{ cm}^2$$

$$\Delta A \approx 0,069 \text{ cm}^2$$

- cerca de $6,9 \text{ mm}^2$

Conceito 2 – O volume



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

- sólido:
 $\gamma = 3\alpha$
- líquido: sem forma $\rightarrow$ só γ , medido direto
- γ em $/^\circ\text{C}$: aço 36×10^{-6} · vidro 25×10^{-6}

Exemplo resolvido – cubo de aço

Cubo de aço de $1\,000\text{ cm}^3$ aquecido $100\text{ }^\circ\text{C}$, com $\gamma = 36 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$

Fórmula:

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

Substituição:

$$\Delta V = 1\,000 \cdot 36 \times 10^{-6} \cdot 100$$

Resultado:

$$\Delta V = \mathbf{3,6\text{ cm}^3}$$

Conceito 3 – Líquidos dilatam mais

γ da gasolina: $1\,100 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$



γ do aço: $36 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$



a barra de cima cabe 31 vezes nesta

escalar: barra, nunca seta; escala: $8\text{ cm} = 1\,100 \times 10^{-6}$

- gasolina: $\gamma = 1,1 \times 10^{-3} / ^\circ\text{C}$, cerca de **31 vezes** o do aço
- líquido: casa de 10^{-3} · sólido: casa de 10^{-5}
- volume muda · **massa não**

Exemplo resolvido – tanque do carro

50 L de gasolina esquentam 10 °C, com $\gamma = 1,1 \times 10^{-3} / ^\circ\text{C}$

Fórmula:

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

Substituição:

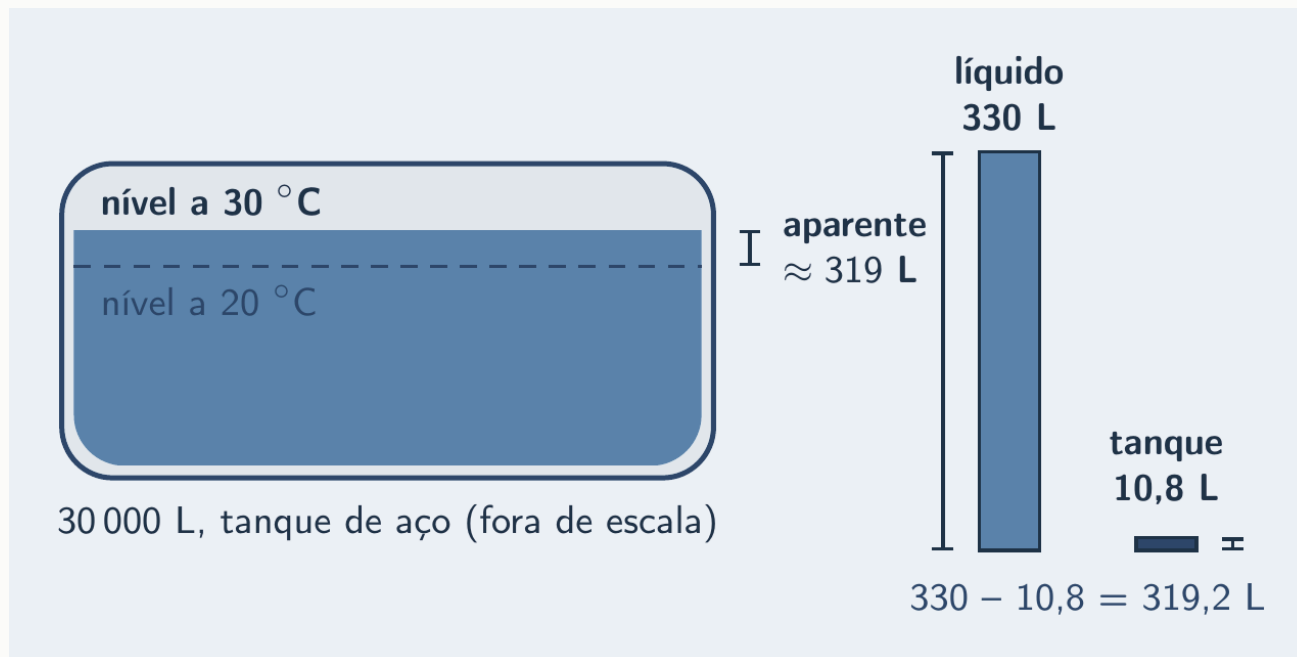
$$\Delta V = 50 \cdot 1,1 \times 10^{-3} \cdot 10$$

Resultado:

$$\Delta V = \mathbf{0,55 \text{ L}}$$

- mesma massa

Conceito 4 – Dilatação aparente



- **aparente: real (líquido) menos frasco**
- mesmo V_0 e mesmo ΔT para os dois
- três números: real, frasco, aparente

Exemplo resolvido – o nível no tanque (1/2)

Tanque de aço de 30 000 L, com $\gamma = 36 \times 10^{-6} / ^\circ\text{C}$, aquece 10 °C

Fórmula:

$$\Delta V_t = V_0 \gamma \Delta T$$

Substituição:

$$\Delta V_t = 30\,000 \cdot 36 \times 10^{-6} \cdot 10$$

Resultado:

$$\Delta V_t = \mathbf{10,8\,L}$$

- a parede do tanque também cresce

Exemplo resolvido – o nível no tanque (2/2)

O líquido cresce 330 L; o tanque, 10,8 L

Fórmula:

$$\Delta V_{\text{ap}} = \Delta V_{\text{líq}} - \Delta V_{\text{t}}$$

Substituição:

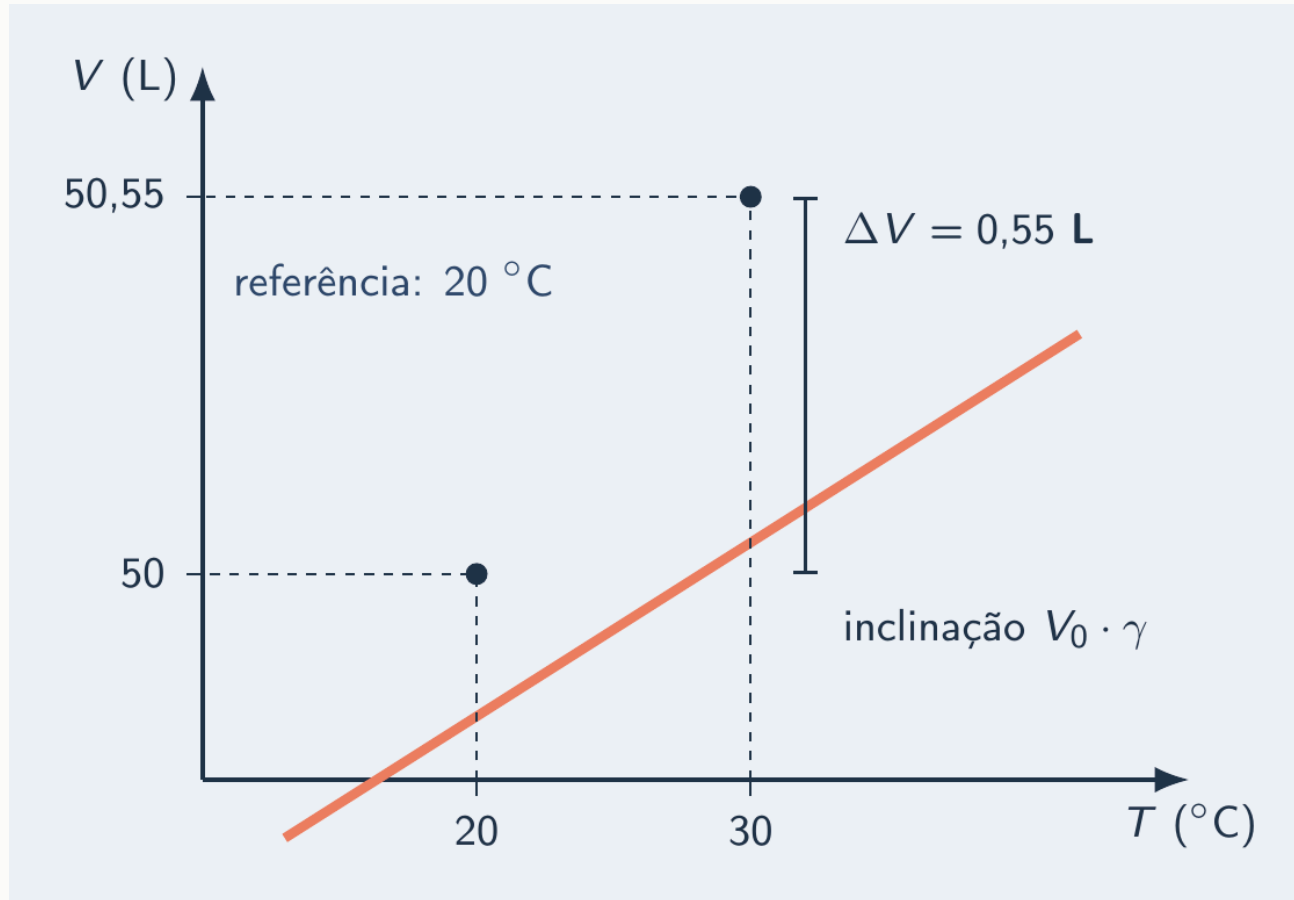
$$\Delta V_{\text{ap}} = 330 - 10,8$$

Resultado:

$$\Delta V_{\text{ap}} = \mathbf{319,2 \text{ L}}$$

- cerca de 319 L

Conceito 5 – Referência de 20 °C



- litro varia → volume convertido para **20 °C**

- gráfico $V \times T$: reta · inclinação $V_0 \gamma$

- 0,9951 a 24,5 °C:

$$\gamma \approx \frac{0,0049}{4,5} \approx 1,1 \times 10^{-3} / ^\circ\text{C}$$

Exemplo resolvido – o caminhão-tanque

30 000 L carregados a 30 °C, medidos a 20 °C, com $\gamma = 1,1 \times 10^{-3} / ^\circ\text{C}$

Fórmula:

$$\Delta T = T - T_0$$

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

Substituição:

$$\Delta T = 20 - 30$$

$$\Delta V = 30\,000 \cdot 1,1 \times 10^{-3} \cdot (-10)$$

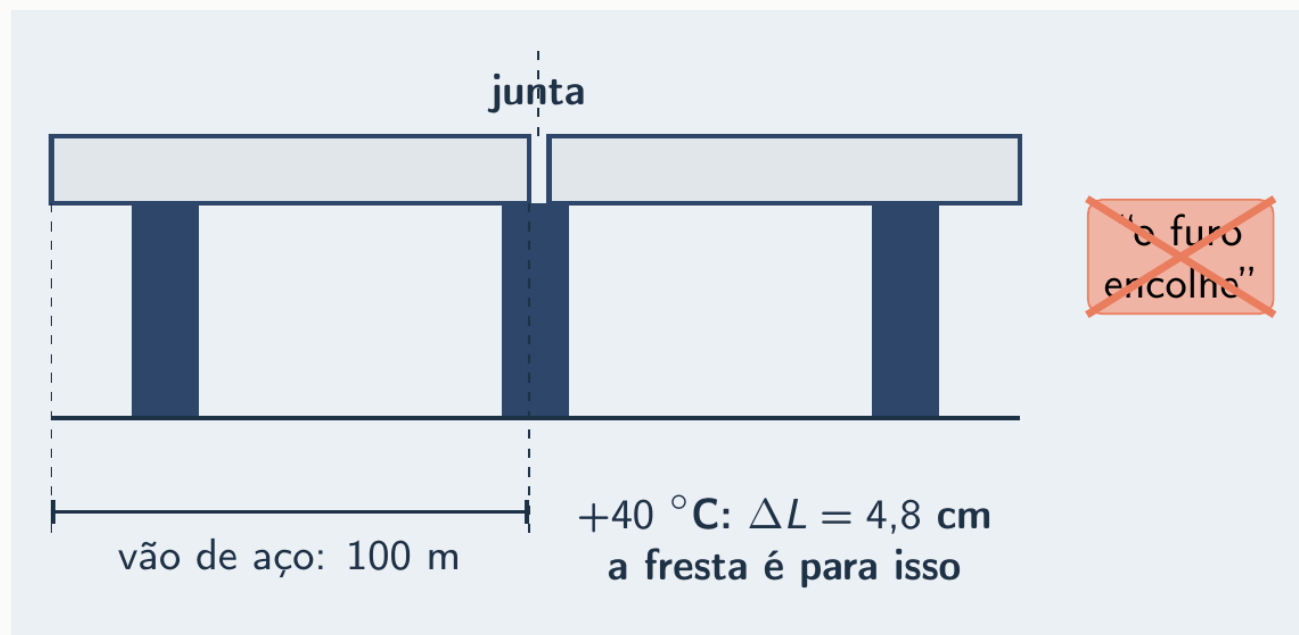
Resultado:

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

$$\Delta V = -330\,\text{L}$$

- encolhe

Radar ENEM



- ~~α~~ no lugar de β ou γ
- ~~"o furo encolhe"~~
- ~~esquecer o frasco (real não é aparente)~~
- ~~ΔT sem sinal no resfriamento~~
- ~~V_0 em litros, resposta em cm^3~~
- $\checkmark \alpha, 2\alpha, 3\alpha$ · aparente: real menos frasco

Resumo em cinco peças

1 $\beta = 2\alpha$, $\gamma = 3\alpha$:
uma, duas ou três
direções —
só multiplica

2 o furo cresce
como chapa: anel,
tampa e gargalo

3 líquido dilata
 ~ 100 vezes mais
que sólido

4 aparente =
líquido – recipiente

5 a regra
mede a 20°C :
o que se compra
é massa

1. β e γ : 2α e 3α
2. furo dilata como chapa
3. líquido: cerca de 100 vezes o sólido
4. aparente: líquido menos recipiente
5. vende-se massa, medida a 20°C

Treine no jogo



QR do jogo → <https://professorcanario.com.br/t1/c4/lista>

Canarinho · lista do Episódio 4

Depois da aula: o combo deste episódio

[Abrir arena](#)

Vídeo em capítulos



Vá direto ao trecho que precisa.

<https://professorcanario.com.br/t1/c4/video>

Lista no app



As questões deste episódio,
para treinar.

<https://professorcanario.com.br/t1/c4/lista>

Livro da minissérie



Com QR em cada capítulo, que
leva ao vídeo e à lista daquele
tema.

<https://professorcanario.com.br/termodinamica1/li>
[vro/](#)