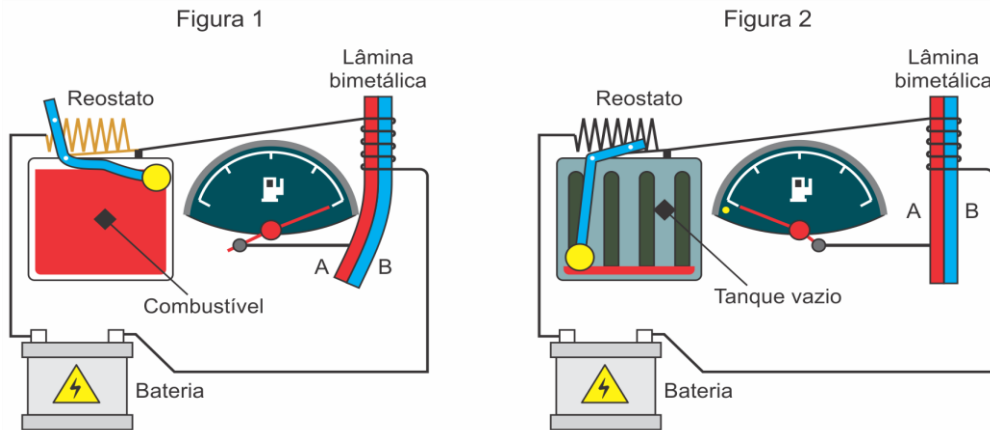


1. (UNESP 2026) As figuras 1 e 2 representam o circuito elétrico do indicador do nível de combustível de um veículo. Esse indicador possui uma boia de plástico que flutua no combustível, dentro do tanque, e está conectada a uma barra de metal. A outra ponta dessa barra desliza sobre um resistor de resistência variável (reostato). Quando o tanque está cheio (figura 1), apenas uma pequena porção do resistor faz parte do circuito. Quando o tanque está vazio (figura 2), uma grande porção do resistor faz parte do circuito.



(Regina Carvalho e Juan Gutierrez. *O automóvel na visão da física*, 2013. Adaptado.)

A bateria do veículo faz circular uma corrente elétrica por esse circuito, que é usada para aquecer uma lâmina bimetálica constituída por dois metais, A e B, que, quando aquecida, se curva e desloca o ponteiro do mostrador, conforme a figura 1.

À medida que o combustível vai sendo utilizado, a intensidade da corrente elétrica que passa pelo reostato vai \_\_\_\_\_ e, para que esse indicador funcione como descrito na figura, o coeficiente de dilatação térmica do metal A da lâmina bimetálica deve \_\_\_\_\_ ser coeficiente de dilatação térmica do metal B.

As lacunas do texto são preenchidas, respectivamente, por:

- a) aumentando – maior do que o.
- b) diminuindo – menor do que
- c) diminuindo – igual a
- d) diminuindo – maior do que o.
- e) aumentando – menor do que o.

2. (EPCAr (AFA) 2026) Termômetros de resistência elétrica são amplamente utilizados em vários tipos de aeronaves e seu princípio de funcionamento baseia-se na variação da resistividade elétrica de um elemento resistor acoplado ao componente que se deseja medir a temperatura.

Utilizando um material para o elemento resistor, de coeficiente de temperatura  $5 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ , quando a temperatura do componente varia de  $20^\circ\text{C}$  a  $\theta$ , sua resistência elétrica aumenta, linearmente, para 1,6 do valor inicial.

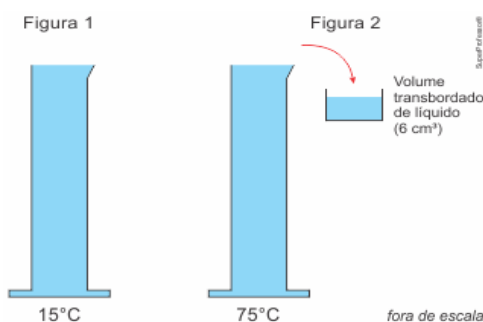
Desprezando-se os efeitos de dilatação no elemento resistor, a temperatura  $\theta$ , registrada pelo termômetro, indicada no painel da aeronave, em  $^\circ\text{F}$ , vale

- a) 20.
- b) 68.
- c) 140.
- d) 284.

3. (FAMERP 2026) A  $20^{\circ}\text{C}$ , o volume interno de um recipiente de vidro é de  $500,00\text{ cm}^3$ . Quando esse recipiente é aquecido até  $100^{\circ}\text{C}$ , seu volume interno aumenta em  $0,60\text{ cm}^3$ .

- a) Calcule, em  $^{\circ}\text{C}^{-1}$ , os coeficientes de dilatação volumétrica e linear do vidro de que esse recipiente é constituído.
- b) Coloca-se  $480,00\text{ cm}^3$  de glicerina a  $20^{\circ}\text{C}$  nesse recipiente, também a  $20^{\circ}\text{C}$ . Esse conjunto é aquecido até  $100^{\circ}\text{C}$  e, nesse instante, o volume livre no interior do recipiente é de  $1,40\text{ cm}^3$ . Calcule, em  $\text{cm}^3$ , a dilatação da glicerina nesse processo. Calcule o coeficiente de dilatação volumétrica da glicerina, em  $^{\circ}\text{C}^{-1}$ .

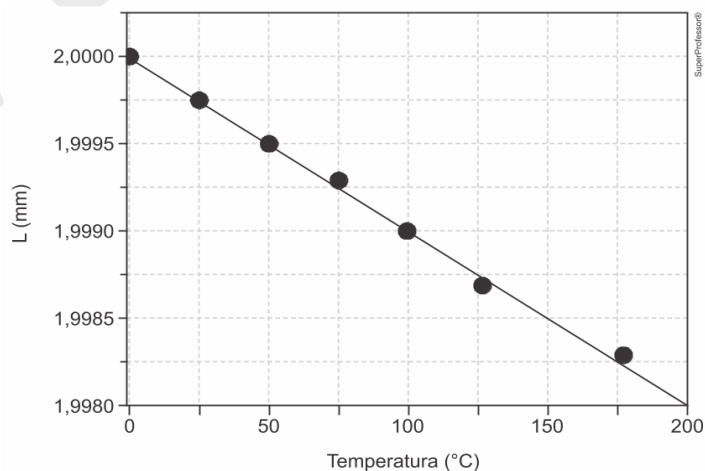
4. (UNIFESP 2026) Uma proveta de vidro está completamente cheia de determinado líquido, ambos a temperatura de  $15^{\circ}\text{C}$ , como mostra a figura 1, temperatura na qual a capacidade da proveta é de  $500\text{ cm}^3$ . Esse sistema é aquecido e, quando a temperatura atinge  $75^{\circ}\text{C}$ , a proveta permanece completamente cheia, porém  $6\text{ cm}^3$  do líquido transbordam devido à dilatação térmica sofrida por ele e pela proveta, como mostra a figura 2.



Sabendo que o coeficiente de dilatação volumétrica do vidro é  $\gamma_v = 27 \times 10^{-6}^{\circ}\text{C}^{-1}$ , calcule:

- a) o coeficiente de dilatação volumétrica do vidro, em  $\text{K}^{-1}$  e em  $^{\circ}\text{F}^{-1}$ .
- b) o coeficiente de dilatação volumétrica real do líquido, em  $^{\circ}\text{C}^{-1}$ .

5. (UNICAMP 2025) Pesquisas recentes demonstraram que alguns compostos, como o  $\text{ZnW}_2\text{O}_8$ , apresentam coeficiente de dilatação térmica linear ( $\alpha$ ) negativo, diferentemente da maioria dos materiais, que se expandem com o aquecimento. O gráfico a seguir ilustra a variação, em função da temperatura, do comprimento  $L$  de uma barra dessa classe de materiais.



Considerando que o coeficiente de dilatação  $\alpha$  seja aproximadamente constante no intervalo de temperatura entre  $0^{\circ}\text{C}$  e  $50^{\circ}\text{C}$ , pode-se dizer que o valor de  $\alpha$  nesse intervalo é igual a

- a)  $-1,0 \times 10^{-7}^{\circ}\text{C}^{-1}$ .      b)  $-5,0 \times 10^{-6}^{\circ}\text{C}^{-1}$ .      c)  $-2,5 \times 10^{-4}^{\circ}\text{C}^{-1}$ .      d)  $-4,0 \times 10^{-2}^{\circ}\text{C}^{-1}$ .

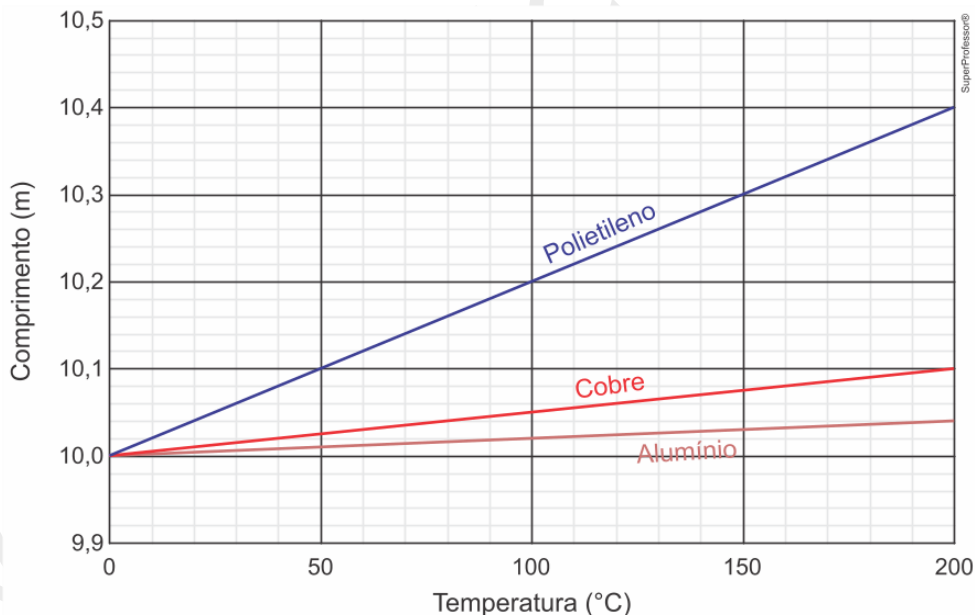
6. (FCMSCSP 2025) A calibração de uma proveta de vidro, de volume 500 mL, foi efetuada para a temperatura de 20°C.



Considerando o coeficiente de dilatação linear desse vidro igual a  $3,3 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ , a diferença entre o volume de 500 mL indicado pela proveta na temperatura de 25°C e o volume real do líquido nela contido, a essa mesma temperatura, é, aproximadamente,

- a)  $6,2 \cdot 10^{-2}$  mL.
- b)  $3,3 \cdot 10^{-2}$  mL.
- c)  $4,1 \cdot 10^{-2}$  mL.
- d)  $1,8 \cdot 10^{-2}$  mL.
- e)  $2,5 \cdot 10^{-2}$  mL.

7. (FUVEST 2025) Quando uma barra de um certo material é aquecida até uma temperatura T a partir de uma temperatura inicial  $T_0$ , seu comprimento inicial  $L_0$  sofre um aumento  $\Delta L$  dado por  $\Delta L = \alpha L_0(T - T_0)$ , sendo  $\alpha$  o coeficiente de expansão linear, que depende do material. O gráfico a seguir mostra curvas de expansão linear para barras feitas de três materiais distintos.



Com base no gráfico e nas informações apresentadas, é correto afirmar:

- a) O gráfico mostra curvas para três barras que possuem o mesmo comprimento à temperatura de 30°C.
- b) Em um processo de aquecimento entre 100°C e 200°C, o comprimento da barra de cobre aumenta em 0,1 m.
- c) O coeficiente de expansão linear do alumínio é maior do que o do cobre.
- d) Partindo de 0°C, aumentar em 10 cm o comprimento da barra de polietileno requer elevar sua temperatura até 50°C.
- e) Duas barras de comprimentos 5 m e 10 m a 0°C, feitas do mesmo material, sofrem iguais incrementos de comprimento quando levadas de 0°C a 100°C.

8. (UEMA 2026) É um fato conhecido do cotidiano que uma garrafa de água ou uma lata de cerveja, quando esquecidas no congelador, aumentam de volume, podendo causar danos irreversíveis ao recipiente, conforme ilustrado na imagem abaixo. Esse fenômeno está relacionado à dilatação anômala da água, caracterizado pelo processo atípico pelo qual a água aumenta de volume com a diminuição de sua temperatura, entre  $0^{\circ}\text{C}$  e  $4^{\circ}\text{C}$ .



Nunca esqueça a cerveja no congelador - Minilua

Suponha que você coloque no congelador uma garrafa PET, completamente cheia com 2L de água, de modo que a água resfrie de  $4^{\circ}\text{C}$  até  $0^{\circ}\text{C}$ . Nesse resfriamento, você observa que o volume de água aumentou de 0,4mL devido à dilatação anômala da água. Desprezando a contração térmica da garrafa, e supondo constante o coeficiente de dilatação volumétrica da água nesse intervalo de temperatura, é correto afirmar que o seu valor numérico é dado por

- a)  $2 \cdot 10^{-5} \text{C}^{-1}$ .      b)  $5 \cdot 10^{-5} \text{C}^{-1}$ .      c)  $-2 \cdot 10^{-5} \text{C}^{-1}$ .      d)  $1,2 \cdot 10^{-5} \text{C}^{-1}$ .      e)  $-5 \cdot 10^{-5} \text{C}^{-1}$ .

9. (FAMERP 2025) Ao se aquecer, em  $200^{\circ}\text{C}$ , uma esfera de tungstênio, seu volume aumentou 0,27% em relação ao volume inicial. Nesse mesmo aquecimento, o diâmetro dessa esfera aumentou, em relação ao diâmetro inicial,

- a) 0,03%.      b) 0,09%.      c) 0,13%.      d) 0,18%.      e) 0,27%.

10. (UEPG – PSS 2 2023) A dilatação dos corpos sólidos e dos líquidos traz consequências, muitas vezes trágicas, quando, na vida prática, não são levados em conta seus efeitos. No que se refere a esse assunto, assinale o que for correto.

01) Como a água tem um comportamento chamado anômalo frente a certas variações de temperatura, podemos afirmar que, quando sua temperatura passa de  $10^{\circ}\text{C}$  para  $50^{\circ}\text{C}$ , seu volume diminui.

02) Para variações de temperatura não muito elevadas, o coeficiente de dilatação superficial ( $\beta$ ) para um certo material é praticamente igual ao dobro do seu coeficiente de dilatação linear ( $\alpha$ ).

04) Quando um termômetro de mercúrio é aquecido, o vidro se dilata menos do que o mercúrio. Logo, podemos afirmar que o coeficiente de dilatação aparente do mercúrio, nesse recipiente de vidro, é menor do que o real.

08) Uma barra de metal de comprimento  $L$  a  $0^{\circ}\text{C}$ , quando aquecida a  $125^{\circ}\text{C}$ , sofreu uma dilatação, passando a ter um comprimento igual a 100,5% de seu comprimento inicial. Logo, podemos afirmar que o coeficiente de dilatação superficial do material ( $\beta$ ) que constitui a barra vale  $8 \times 10^{-5} \text{C}^{-1}$ .

## GABARITO e RESOLUÇÕES

### Resposta da questão 1: [B]

De acordo com a figura 1, quando o tanque está cheio a lâmina bimetálica está mais dilatada devido ao efeito Joule que aquece a lâmina, assim quando o tanque está sendo esvaziado, a corrente que circula na lâmina diminui porque o efeito da dilatação é menor como mostra a figura 2. Quanto à lâmina bimetálica, nota-se que o metal A sofre menor curvatura em relação ao metal B, denotando que o metal A tem o coeficiente de dilatação menor que o metal B.

### Resposta da questão 2: [D]

Temperatura registrada em Celsius:

$$R = R_0(1 + \alpha\Delta\theta)$$

$$1,6R_0 = R_0(1 + 5 \cdot 10^{-3} \cdot (\theta - 20))$$

$$1,6 = 1 + 5 \cdot 10^{-3}\theta - 0,1$$

$$\theta = 140^\circ C$$

Convertendo para Fahrenheit, chegamos a:

$$\frac{140}{5} = \frac{\theta - 32}{9}$$
$$\therefore \theta = 284^\circ F$$

### Resposta da questão 3:

a) Coeficiente de dilatação volumétrica do vidro:

$$\Delta V = V_0\gamma\Delta\theta$$

$$0,60 = 500 \cdot \gamma \cdot (100 - 20)$$

$$\therefore \gamma = 1,5 \cdot 10^{-5} C^{-1}$$

Coeficiente de dilatação linear do vidro:

$$\alpha = \frac{\gamma}{3} = \frac{1,5 \cdot 10^{-5}}{3}$$

$$\therefore \alpha = 5 \cdot 10^{-6} C^{-1}$$

b) Como o recipiente passa a ter um volume de 500,6 cm<sup>3</sup>, a dilatação da glicerina é de

$$\Delta V_{glic} = 500,6 - 480 - 1,4$$

$$\therefore \Delta V_{glic} = 19,2 cm^3$$

Coeficiente de dilatação volumétrica da glicerina:

$$\Delta V_{glic} = V_0^{glic} \gamma_{glic} \Delta\theta$$

$$19,2 = 480 \cdot \gamma_{glic} \cdot (100 - 20)$$

$$\therefore \gamma_{glic} = 5 \cdot 10^{-4} C$$

### Resposta da questão 4:

Esta questão envolve os conceitos de escalas termométricas e dilatação térmica volumétrica de sólidos e líquidos.

a) Coeficiente de dilatação volumétrica do vidro, em K<sup>-1</sup> e em °F<sup>-1</sup>.

Em K<sup>-1</sup>:

Como a variação de 1 grau Celsius (1°C) é idêntica à variação de 1 Kelvin (1K), os coeficientes de dilatação térmica possuem o mesmo valor numérico em ambas as escalas:

$$\gamma_v = 27 \times 10^{-6} \text{C}^{-1} = 27 \times 10^{-6} \text{K}^{-1}$$

Em °F<sup>-1</sup>:

A escala Fahrenheit é mais "fina" que a Celsius; uma variação de 100°C equivale a uma de 180°F (razão 5/9). O coeficiente de dilatação é inversamente proporcional ao tamanho do grau, de acordo com a expressão da dilatação volumétrica:

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

E a variação entre as escalas é:

$$\frac{\Delta^\circ C}{\Delta^\circ F} = \frac{100}{180} \therefore \frac{\Delta^\circ C}{\Delta^\circ F} = \frac{5}{9}$$

Assim quanto maior a variação da temperatura, menor o valor do coeficiente de dilatação. Com isso, fazendo a correção, temos:

$$\gamma_v(^{\circ}F) = \gamma_v(^{\circ}C) \times \frac{5}{9} = 27 \times 10^{-6} \times \frac{5}{9} \therefore \gamma_v(^{\circ}F) = 15 \times 10^{-6} \text{F}^{-1}$$

**b) Coeficiente de dilatação volumétrica real do líquido ( $\gamma_L$ ), em °C<sup>-1</sup>.**

A dilatação real de um líquido ( $\Delta V_L$ ) é a soma da dilatação aparente ( $\Delta V_{ap}$  – o que transbordou) com a dilatação do frasco ( $\Delta V_v$ ):

$$\Delta V_L = \Delta V_{ap} + \Delta V_v$$

Os dados fornecidos, foram:

$$V_0 = 500 \text{cm}^3$$

$$\Delta T = 75 - 15 = 60^\circ \text{C}$$

$$\Delta V_{ap} = 6 \text{cm}^3$$

$$\gamma_v = 27 \times 10^{-6} \text{C}^{-1}$$

Cálculo da dilatação do frasco de vidro ( $\Delta V_v$ ):

$$\Delta V_v = V_0 \cdot \gamma_v \cdot \Delta T$$

$$\Delta V_v = 500 \cdot 27 \times 10^{-6} \cdot 60^\circ \text{C} = 0,81 \text{cm}^3$$

Cálculo da dilatação real do líquido ( $\Delta V_L$ ):

$$\Delta V_L = 6 + 0,81 = 6,81 \text{cm}^3$$

Cálculo do coeficiente de dilatação real ( $\gamma_L$ ):

$$\Delta V_L = V_0 \cdot \gamma_L \cdot \Delta T$$

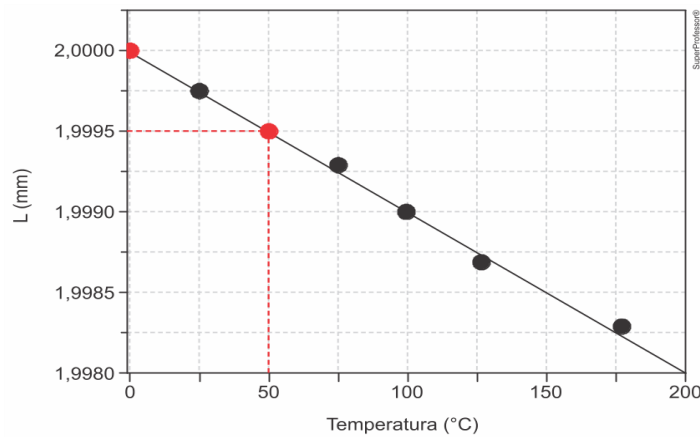
$$6,81 = 500 \cdot \gamma_L \cdot 60$$

$$6,81 = 30000 \cdot \gamma_L$$

$$\gamma_L = \frac{6,81}{3 \cdot 10^4} \therefore \gamma_L = 2,27 \cdot 10^{-4} \text{C}^{-1} = 227 \cdot 10^{-6} \text{C}^{-1}$$

### Resposta da questão 5: [B]

A figura destaca os dados relevantes para a resolução da questão.



Do gráfico:

$$\Delta L = 1,9995 - 2,0000 \Rightarrow \Delta L = -0,0005 \Rightarrow \Delta L = -5 \times 10^{-4} \text{ mm.}$$

Aplicando a expressão da dilatação linear:

$$\Delta L = L_0 \alpha \Delta T \Rightarrow \alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \Delta T} = \frac{-5 \times 10^{-4}}{2(50 - 0)} \therefore \alpha = -5 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}.$$

### Resposta da questão 6: [E]

A variação de volume devido ao aquecimento foi de:

$$\begin{aligned} \Delta V &= V_0 \gamma \Delta \theta \\ \Delta V &= 500 \cdot 3 \cdot 3,3 \cdot 10^{-6} \cdot (25 - 20) \\ \therefore \Delta V &\cong 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ mL} \end{aligned}$$

### Resposta da questão 7: [D]

[A] Incorreta. Por leitura direta do gráfico dado, nota-se que para qualquer temperatura acima de  $0^\circ\text{C}$  o comprimento da barra de polietileno é maior que o da barra de cobre que é maior que o da barra de alumínio.

[B] Incorreta. Também pelo gráfico, vê-se que em um processo de aquecimento de  $100^\circ\text{C}$  o comprimento da barra de cobre aumenta cerca de  $0,05\text{ m}$ ;

[C] Incorreta. Considerando a expressão dada,  $\Delta L = \alpha L_0 (T - T_0)$ , nota-se que a variação do comprimento em função da variação da temperatura é uma função do  $1^\circ$  grau, sendo  $\alpha L_0$  o coeficiente angular. De acordo com o gráfico, as três barras têm o mesmo comprimento inicial; portanto, o material de maior coeficiente de expansão é aquele que apresenta a reta de maior declividade. Assim:

$$\alpha_{po} > \alpha_{co} > \alpha_{al}.$$

[D] Correta. Também do gráfico, vê-se que o aumento do comprimento da barra de polietileno de  $0^\circ\text{C}$  a  $50^\circ\text{C}$  é:

$$\Delta L = L_{50} - L_0 = 10,1 - 10,0 = 0,1\text{ m} \therefore \Delta L = 10\text{ cm.}$$

[E] Incorreta. Como mostrado no item [C], dilata mais a barra que tem maior produto  $\alpha L_0$ . Então, para duas barras feitas do mesmo material (mesmo  $\alpha$ ), sofre maior incremento de comprimento a barra de maior comprimento inicial ( $L_0$ ).

### Resposta da questão 8: [E]

Dados:

Volume inicial ( $V_0$ ): 2 L = 2000 mL.

Varição de volume ( $\Delta V$ ): 0,4 mL.

Varição de temperatura ( $\Delta T$ ):  $T_{final} - T_{inicial} = 0^\circ C - 4^\circ C = -4^\circ C$ .

Cálculo do coeficiente ( $\gamma$ ):

$$\begin{aligned}\Delta V &= V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T \\ 0,4 &= 2000 \cdot \gamma \cdot (-4) \\ 0,4 &= -8000 \cdot \gamma \\ \gamma &= \frac{0,4}{-8000} = -0,00005^\circ C^{-1} \\ \gamma &= -5 \times 10^{-5}^\circ C^{-1}\end{aligned}$$

Justificativa das alternativas:

[E] Correta. O valor negativo indica que o volume aumenta enquanto a temperatura diminui (comportamento anômalo).

[A], [B] e [D] Incorretas por erro no cálculo numérico ou na potência de dez.

[C] Incorreta, pois o valor numérico resultante da divisão é 5 e não 2.

### Resposta da questão 9: [B]

Determinação do coeficiente de dilatação volumétrica do tungstênio:

$$\Delta V = V_0 \cdot \gamma \cdot \Delta T \Rightarrow \gamma = \frac{\Delta V}{V_0 \cdot \Delta T} = \frac{0,27\%V}{V \cdot 200^\circ C} = \frac{0,27}{100 \cdot 200^\circ C} \therefore \gamma = 13,5 \cdot 10^{-6}^\circ C^{-1}$$

Sabe-se que o coeficiente de dilatação volumétrica é o triplo do coeficiente linear.

$$\alpha = \frac{\gamma}{3} = \frac{13,5 \cdot 10^{-6}^\circ C^{-1}}{3} \therefore \alpha = 4,5 \cdot 10^{-6}^\circ C^{-1}$$

Assim, a dilatação linear do diâmetro é:

$$\Delta D = D_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T \Rightarrow \Delta D = D \cdot 4,5 \cdot 10^{-6}^\circ C^{-1} \cdot 200^\circ C \therefore \frac{\Delta D}{D} = 9 \cdot 10^{-4} = 0,09\%$$

### Resposta da questão 10: 02 + 04 + 08 = 14.

[01] **Incorreta** . O volume aumenta.

[02] **Correta** .  $\beta \simeq 2\alpha$

[04] **Correta** . O coeficiente de dilatação volumétrica do mercúrio é maior que o coeficiente de dilatação volumétrica do vidro.

[08] **Correta** .

$$\begin{aligned}\Delta L &= L\alpha\Delta T \Rightarrow \alpha = \frac{\Delta L}{L\Delta T} \Rightarrow \alpha = \frac{0,005L}{L \cdot 125} = \frac{500 \times 10^{-5}}{125} \Rightarrow \alpha = 4 \times 10^{-5}^\circ C^{-1} \\ \beta &= 2\alpha \Rightarrow \beta = 8 \times 10^{-5}^\circ C^{-1}\end{aligned}$$

**Bons estudos!**