

1. (Unesp 2015) Dois copos de vidro iguais, em equilíbrio térmico com a temperatura ambiente, foram guardados, um dentro do outro, conforme mostra a figura. Uma pessoa, ao tentar desencaixá-los, não obteve sucesso. Para separá-los, resolveu colocar em prática seus conhecimentos da física térmica.

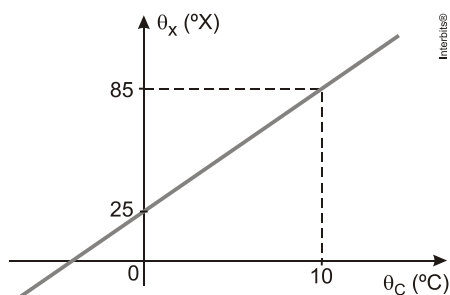


(<http://dicas-para-poupar.blogs.sapo.pt>)

De acordo com a física térmica, o único procedimento capaz de separá-los é:

- mergulhar o copo B em água em equilíbrio térmico com cubos de gelo e encher o copo A com água à temperatura ambiente.
- colocar água quente (superior à temperatura ambiente) no copo A.
- mergulhar o copo B em água gelada (inferior à temperatura ambiente) e deixar o copo A sem líquido.
- encher o copo A com água quente (superior à temperatura ambiente) e mergulhar o copo B em água gelada (inferior à temperatura ambiente).
- encher o copo A com água gelada (inferior à temperatura ambiente) e mergulhar o copo B em água quente (superior à temperatura ambiente).

2. (Unesp 2014) Para testar os conhecimentos de termofísica de seus alunos, o professor propõe um exercício de calorimetria no qual são misturados 100 g de água líquida a 20 °C com 200 g de uma liga metálica a 75 °C. O professor informa que o calor específico da água líquida é 1 cal / (g · °C) e o da liga é 0,1 cal / (g · °X), onde X é uma escala arbitrária de temperatura, cuja relação com a escala Celsius está representada no gráfico.



Obtenha uma equação de conversão entre as escalas X e Celsius e, considerando que a mistura seja feita dentro de um calorímetro ideal, calcule a temperatura final da mistura, na escala Celsius, depois de atingido o equilíbrio térmico.

3. (Fuvest 2014) Uma lâmina bimetálica de bronze e ferro, na temperatura ambiente, é fixada por uma de suas extremidades, como visto na figura abaixo.



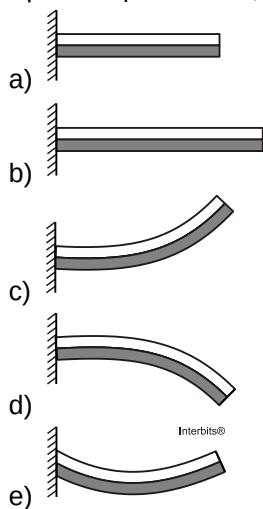
Nessa situação, a lâmina está plana e horizontal. A seguir, ela é aquecida por uma chama de gás. Após algum tempo de aquecimento, a forma assumida pela lâmina será mais adequadamente representada pela figura:

Note e adote:

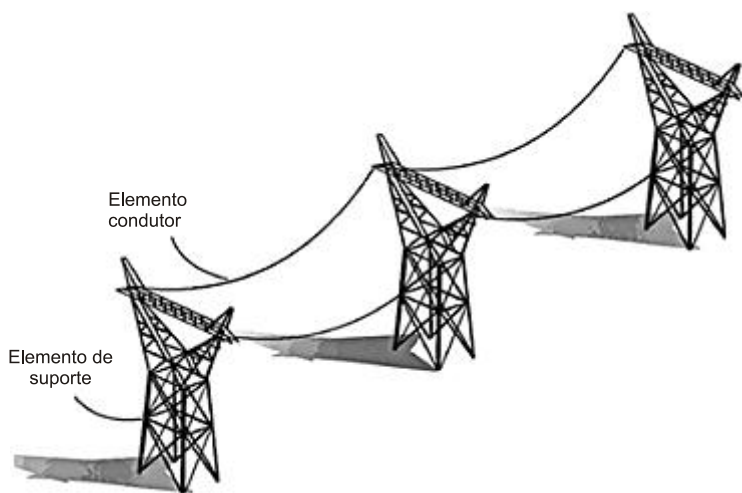
O coeficiente de dilatação térmica linear do ferro é $1,2 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.

O coeficiente de dilatação térmica linear do bronze é $1,8 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$.

Após o aquecimento, a temperatura da lâmina é uniforme.



4. (G1 - cps 2014) Quem viaja de carro ou de ônibus pode ver, ao longo das estradas, torres de transmissão de energia tais como as da figura.



(files.fisicaequimicapostesaltatensao.webnode.pt/200000016-acb24ad303/dttf.jpg
Acesso em: 10.09.2013.)

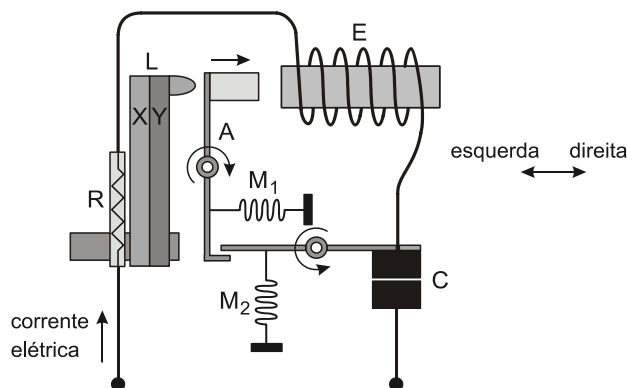
Olhando mais atentamente, é possível notar que os cabos são colocados arqueados ou, como se diz popularmente, “fazendo barriga”.

A razão dessa disposição é que

- a densidade dos cabos tende a diminuir com o passar dos anos.
- a condução da eletricidade em alta tensão é facilitada desse modo.
- o metal usado na fabricação dos cabos é impossível de ser esticado.
- os cabos, em dias mais frios, podem encolher sem derrubar as torres.
- os ventos fortes não são capazes de fazer os cabos, assim dispostos, balançarem.

5. (Unesp 2014) A figura é o esquema simplificado de um disjuntor termomagnético utilizado para a proteção de instalações elétricas residenciais. O circuito é formado por um resistor de

baixa resistência R ; uma lâmina bimetalica L , composta pelos metais X e Y ; um eletroímã E ; e um par de contatos C . Esse par de contatos tende a abrir pela ação da mola M_2 , mas o braço atuador A impede, com ajuda da mola M_1 . O eletroímã E é dimensionado para atrair a extremidade do atuador A somente em caso de corrente muito alta (curto circuito) e, nessa situação, A gira no sentido indicado, liberando a abertura do par de contatos C pela ação de M_2 .



De forma similar, R e L são dimensionados para que esta última não toque a extremidade de A quando o circuito é percorrido por uma corrente até o valor nominal do disjuntor. Acima desta, o aquecimento leva o bimetal a tocar o atuador A , interrompendo o circuito de forma idêntica à do eletroímã.

(www.mspsc.eng.br. Adaptado.)

Na condição de uma corrente elevada percorrer o disjuntor no sentido indicado na figura, sendo α_X e α_Y os coeficientes de dilatação linear dos metais X e Y , para que o contato C seja desfeito, deve valer a relação _____ e, nesse caso, o vetor que representa o campo magnético criado ao longo do eixo do eletroímã apontará para a _____.

Os termos que preenchem as lacunas estão indicados correta e respectivamente na alternativa

- a) $\alpha_X > \alpha_Y$... esquerda.
- b) $\alpha_X < \alpha_Y$... esquerda.
- c) $\alpha_X > \alpha_Y$... direita.
- d) $\alpha_X = \alpha_Y$... direita.
- e) $\alpha_X < \alpha_Y$... direita.

6. (Ita 2014) Considere uma esfera maciça de raio r , massa m , coeficiente de dilatação volumétrica α_v , feita de um material com calor específico a volume constante c_v . A esfera, sujeita à pressão atmosférica p , repousa sobre uma superfície horizontal isolante térmica e está inicialmente a uma temperatura T alta o suficiente para garantir que a sua energia interna não se altera em processos isotérmicos. Determine a temperatura final da esfera após receber uma quantidade de calor Q , sem perdas para o ambiente. Dê sua resposta em função de g e dos outros parâmetros explicitados.

7. (Epcar (Afa) 2013) Dois termômetros idênticos, cuja substância termométrica é o álcool etílico, um deles graduado na escala Celsius e o outro graduado na escala Fahrenheit, estão sendo usados simultaneamente por um aluno para medir a temperatura de um mesmo sistema físico no laboratório de sua escola.

Nessas condições, pode-se afirmar corretamente que

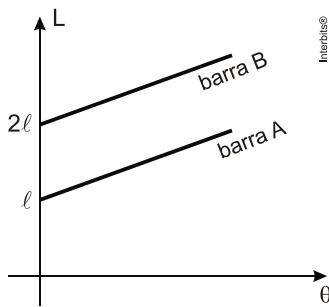
- a) os dois termômetros nunca registrarão valores numéricos iguais.
- b) a unidade de medida do termômetro graduado na escala Celsius é 1,8 vezes maior que a da escala Fahrenheit.

- c) a altura da coluna líquida será igual nos dois termômetros, porém com valores numéricos sempre diferentes.
 d) a altura da coluna líquida será diferente nos dois termômetros.

8. (Espcex (Aman) 2013) Um termômetro digital, localizado em uma praça da Inglaterra, marca a temperatura de $10,4^{\circ}\text{F}$. Essa temperatura, na escala Celsius, corresponde a

- a) -5°C
 b) -10°C
 c) -12°C
 d) -27°C
 e) -39°C

9. (Epcar (Afa) 2013) No gráfico a seguir, está representado o comprimento L de duas barras A e B em função da temperatura θ .



Sabendo-se que as retas que representam os comprimentos da barra A e da barra B são paralelas, pode-se afirmar que a razão entre o coeficiente de dilatação linear da barra A e o da barra B é

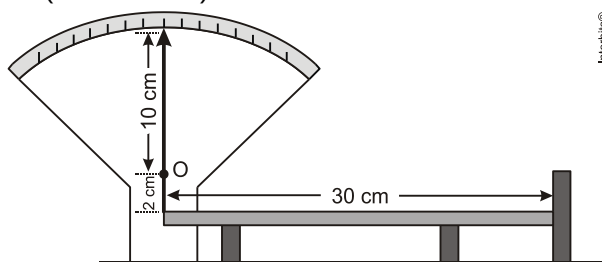
- a) 0,25.
 b) 0,50.
 c) 1,00.
 d) 2,00.

10. (G1 - cps 2012) Em algumas cidades brasileiras encontramos, em vias de grande circulação, termômetros que indicam a temperatura local medida na escala Celsius. Por causa dos jogos da Copa, no Brasil, os termômetros deverão passar por modificações que permitam a informação da temperatura também na escala Fahrenheit, utilizada por alguns países. Portanto, após essa adaptação, um desses termômetros que indique, por exemplo, 25°C , também apontará a temperatura de

Dado: Equação de conversão entre as escalas Celsius e Fahrenheit $\frac{t_{\text{Celsius}}}{5} = \frac{t_{\text{Fahrenheit}} - 32}{9}$

- a) 44°F .
 b) 58°F .
 c) 64°F .
 d) 77°F .
 e) 86°F .

11. (Fuvest 2012)



Para ilustrar a dilatação dos corpos, um grupo de estudantes apresenta, em uma feira de ciências, o instrumento esquematizado na figura acima. Nessa montagem, uma barra de alumínio com 30cm de comprimento está apoiada sobre dois suportes, tendo uma extremidade presa ao ponto inferior do ponteiro indicador e a outra encostada num anteparo fixo. O ponteiro pode girar livremente em torno do ponto O, sendo que o comprimento de sua parte superior é 10cm e, o da inferior, 2cm. Se a barra de alumínio, inicialmente à temperatura de 25 °C, for aquecida a 225 °C, o deslocamento da extremidade superior do ponteiro será, aproximadamente, de

Note e adote: Coeficiente de dilatação linear do alumínio: $2 \cdot 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

- a) 1 mm.
- b) 3 mm.
- c) 6 mm.
- d) 12 mm.
- e) 30 mm.

12. (Enem PPL 2012)



O quadro oferece os coeficientes de dilatação linear de alguns metais e ligas metálicas:

Substância	Aço	Alumínio	Bronze	Chumbo	Níquel	Platão	Ouro	Platina	Prata	Cobre
Coeficiente de dilatação linear $\times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	1,2	2,4	1,8	2,9	1,3	1,8	1,4	0,9	2,4	1,7

GRAF. Física 2; calor e ondas. São Paulo: Edusp, 1993.

Para permitir a ocorrência do fato observado na tirinha, a partir do menor aquecimento do conjunto, o parafuso e a porca devem ser feitos, respectivamente, de

- a) aço e níquel
- b) alumínio e chumbo.
- c) platina e chumbo.
- d) ouro e latão.
- e) cobre e bronze.

13. (Pucsp 2010) No LHC (Grande Colisor de Hadrons), as partículas vão correr umas contra as outras em um túnel de 27 km de extensão, que tem algumas partes resfriadas a $-271,25^\circ\text{C}$.

Os resultados oriundos dessas colisões, entretanto, vão seguir pelo mundo todo. A grade do LHC terá 60 mil computadores. O objetivo da construção do complexo franco-suíço, que custou US\$ 10 bilhões e é administrado pelo Cern (Organização Europeia de Pesquisa Nuclear, na sigla em francês), é revolucionar a forma de se enxergar o Universo.



Ímã gigantesco é instalado em uma das cavernas do LHC (Grande Colisor de Hádrons), a máquina mais poderosa do mundo
 www1.folha.uol.com.br/folha/ciencia/ult306u442867.shtml –
 Publicada em 09/09/2008. Consultada em 05/04/2010

A temperatura citada no texto, expressa nas escalas fahrenheit e kelvin, equivale, respectivamente, aos valores aproximados de:

- a) – 456 e 544
- b) – 456 e 2
- c) 520 e 544
- d) 520 e 2
- e) – 456 e – 2

14. (Mackenzie 2010) Um termômetro graduado na escala Celsius ($^{\circ}\text{C}$) é colocado juntamente com dois outros, graduados nas escalas arbitrárias A ($^{\circ}\text{A}$) e B ($^{\circ}\text{B}$), em uma vasilha contendo gelo (água no estado sólido) em ponto de fusão, ao nível do mar. Em seguida, ainda ao nível do mar, os mesmos termômetros são colocados em uma outra vasilha, contendo água em ebulição, até atingirem o equilíbrio térmico.

As medidas das temperaturas, em cada uma das experiências, estão indicadas nas figuras 1 e 2, respectivamente.

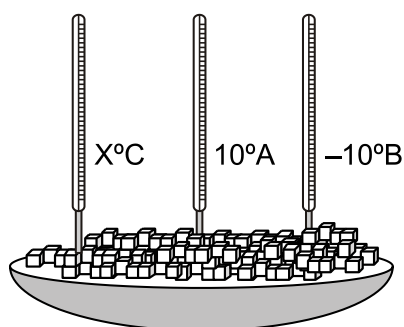


FIGURA 1

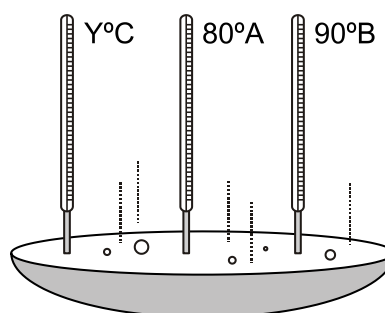


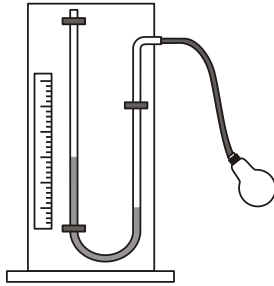
FIGURA 2

Para uma outra situação, na qual o termômetro graduado na escala A indica 17°A , o termômetro graduado na escala B e o graduado na escala Celsius indicarão, respectivamente,

- a) 0°B e 7°C
- b) 0°B e 10°C
- c) 10°B e 17°C
- d) 10°B e 27°C
- e) 17°B e 10°C

15. (Unesp 2010) Um termoscópio é um dispositivo experimental, como o mostrado na figura, capaz de indicar a temperatura a partir da variação da altura da coluna de um líquido que existe dentro dele. Um aluno verificou que, quando a temperatura na qual o termoscópio estava

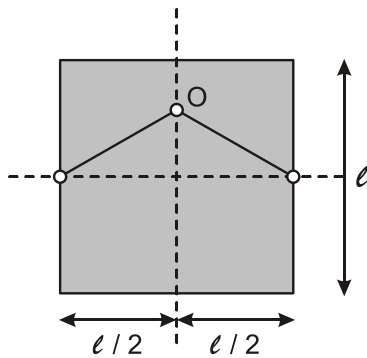
submetido era de 10°C , ele indicava uma altura de 5 mm. Percebeu ainda que, quando a altura havia aumentado para 25 mm, a temperatura era de 15°C .



Quando a temperatura for de 20°C , a altura da coluna de líquido, em mm, será de

- a) 25.
- b) 30.
- c) 35.
- d) 40.
- e) 45.

16. (Ita 2010) Um quadro quadrado de lado ℓ e massa m , feito de um material de coeficiente de dilatação superficial β , e pendurado no pino O por uma corda inextensível, de massa desprezível, com as extremidades fixadas no meio das arestas laterais do quadro, conforme a figura. A força de tração máxima que a corda pode suportar é F . A seguir, o quadro é submetido a uma variação de temperatura ΔT , dilatando. Considerando desprezível a variação no comprimento da corda devida à dilatação, podemos afirmar que o comprimento mínimo da corda para que o quadro possa ser pendurado com segurança é dado por



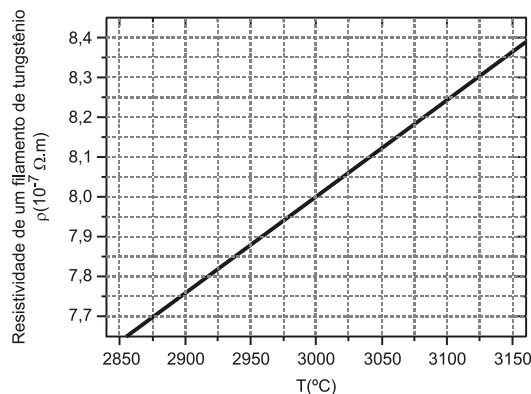
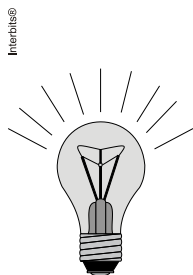
- a) $\frac{2\ell F\sqrt{\beta\Delta T}}{mg}$.
- b) $\frac{2\ell F(1+\beta\Delta T)}{mg}$.
- c) $\frac{2\ell F(1+\beta\Delta T)}{\sqrt{4F^2 - m^2g^2}}$.
- d) $\frac{2\ell F\sqrt{(1+\beta\Delta T)}}{(2F - mg)}$.
- e) $2\ell F \sqrt{\frac{(1+\beta\Delta T)}{(4F^2 - m^2g^2)}}$.

17. (Mackenzie 2010) Uma placa de alumínio (coeficiente de dilatação linear do alumínio = $2.10^{-5}^{\circ}\text{C}^{-1}$), com $2,4\text{ m}^2$ de área à temperatura de -20°C , foi aquecido à 176°F . O aumento de área da placa foi de

- a) 24 cm^2

- b) 48 cm^2
- c) 96 cm^2
- d) 120 cm^2
- e) 144 cm^2

18. (Ufscar 2010) As lâmpadas incandescentes foram inventadas há cerca de 140 anos, apresentando hoje em dia praticamente as mesmas características físicas dos protótipos iniciais. Esses importantes dispositivos elétricos da vida moderna constituem-se de um filamento metálico envolto por uma cápsula de vidro. Quando o filamento é atravessado por uma corrente elétrica, se aquece e passa a brilhar. Para evitar o desgaste do filamento condutor, o interior da cápsula de vidro é preenchido com um gás inerte, como argônio ou criptônio.



- a) O gráfico apresenta o comportamento da resistividade do tungstênio em função da temperatura. Considere uma lâmpada incandescente cujo filamento de tungstênio, em funcionamento, possui uma seção transversal de $1,6 \times 10^{-2} \text{ mm}^2$ e comprimento de 2 m. Calcule qual a resistência elétrica R do filamento de tungstênio quando a lâmpada está operando a uma temperatura de $3\,000 \text{ }^\circ\text{C}$.
- b) Faça uma estimativa da variação volumétrica do filamento de tungstênio quando a lâmpada é desligada e o filamento atinge a temperatura ambiente de $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Explícite se o material sofreu contração ou dilatação.

Dado: O coeficiente de dilatação volumétrica do tungstênio é $12 \times 10^{-6} (\text{ }^\circ\text{C})^{-1}$.

19. (Mackenzie 2010) Uma chapa metálica de área 1 m^2 , ao sofrer certo aquecimento, dilata de $0,36 \text{ mm}^2$. Com a mesma variação de temperatura, um cubo de mesmo material, com volume inicial de 1 dm^3 , dilatará

- a) $0,72 \text{ mm}^3$
- b) $0,54 \text{ mm}^3$
- c) $0,36 \text{ mm}^3$
- d) $0,27 \text{ mm}^3$
- e) $0,18 \text{ mm}^3$

20. (Unesp 2010) Nos últimos anos temos sido alertados sobre o aquecimento global. Estima-se que, mantendo-se as atuais taxas de aquecimento do planeta, haverá uma elevação do nível do mar causada, inclusive, pela expansão térmica, causando inundação em algumas regiões costeiras. Supondo, hipoteticamente, os oceanos como sistemas fechados e considerando que o coeficiente de dilatação volumétrica da água é aproximadamente $2 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ e que a profundidade média dos oceanos é de 4 km, um aquecimento global de $1 \text{ }^\circ\text{C}$ elevaria o nível do mar, devido à expansão térmica, em, aproximadamente,

- a) 0,3 m.
- b) 0,5 m.
- c) 0,8 m.
- d) 1,1 m.

e) 1,7 m.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Você já pensou em passar a noite em uma geladeira ou dormir sobre uma grande pedra de gelo?

Apesar de essa ideia ser assustadora, já existem hotéis feitos de gelo que são como imensos iglus. O primeiro hotel de gelo do mundo, o **Ice**, fica na Suécia. Esse hotel possui paredes, camas, mesas e tudo o que existe em um hotel normal, só que de gelo. Não há como não se impressionar.

A inusitada construção é branca, transparente e costuma durar apenas o período do inverno, porque depois o gelo se derrete.

21. (G1 - cps 2010) Em 2009, Raquel, aluna de uma das ETECs, hospedou-se no hotel Ice. Naquela noite, observou que o termômetro marcava, na escala Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$), para a temperatura externa, -32°F e, para a interna do hotel, 23°F . Curiosa, Raquel resolveu calcular, em graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$), essas temperaturas. Sabendo que, para a água, o ponto de gelo é 0°C ou 32°F e que o ponto de vapor é 100°C ou 212°F , Raquel concluiu que a temperatura externa do hotel e a temperatura interna valiam, respectivamente, em graus Celsius:

	Temperatura Externa ($^{\circ}\text{C}$)	Temperatura Interna ($^{\circ}\text{C}$)
a)	-35	-5
b)	-32	-8
c)	-31	23
d)	-25	10
e)	5	7

Gabarito:

Resposta da questão 1:

[E]

Enchendo o copo A com água gelada ele sofre contração e mergulhando o copo B em água quente ele sofre dilatação, criando uma folga entre eles, possibilitando a separação.

Resposta da questão 2:

Dados: $m_A = 100 \text{ g}$; $m_L = 200 \text{ g}$; $c_A = 1 \text{ cal / g} \cdot ^\circ\text{C}$; kg / m^3 ; $c_L = 0,1 \text{ cal / g} \cdot ^\circ\text{X} = 0,6 \text{ cal / g} \cdot ^\circ\text{C}$.

– Equação de conversão entre as escalas.

Com os valores do gráfico:

$$\frac{\theta_X - 25}{85 - 25} = \frac{\theta_C - 0}{10 - 0} \Rightarrow \frac{\theta_X - 25}{60} = \frac{\theta_C}{10} \Rightarrow$$

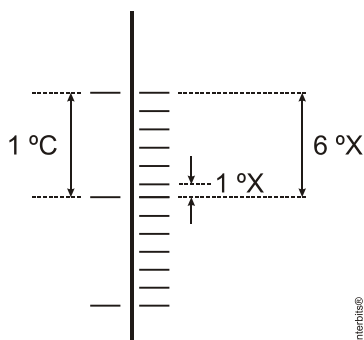
$$\theta_X = 6 \theta_C + 25.$$

– Temperatura de Equilíbrio (θ).

Ainda do gráfico:

$$\frac{\Delta\theta_X}{60} = \frac{\Delta\theta_C}{10} \Rightarrow \Delta\theta_X = 6 \Delta\theta_C.$$

Enquanto a marca do mercúrio sobe 1 grau na escala Celsius, sobe 6 graus na escala X, conforme ilustra a figura.



Então o calor específico da liga é seis vezes maior quando expresso usando a escala Celsius. Assim:

$$c_L = 6 \times (0,1 \text{ cal / g} \cdot ^\circ\text{C}) = 0,6 \text{ cal / g} \cdot ^\circ\text{C}$$

Fazendo o somatório dos calores trocados para um sistema termicamente isolado:

$$Q_{\text{água}} + Q_{\text{Liga}} = 0 \Rightarrow (m c \Delta\theta)_{\text{Água}} + (m c \Delta\theta)_{\text{Liga}} = 0 \Rightarrow$$

$$100(1)(\theta - 20) + 200(0,6)(\theta - 75) = 0 \Rightarrow$$

$$\theta - 20 + 1,2 \theta - 90 = 0 \Rightarrow 2,2 \theta = 110 \Rightarrow$$

$$\theta = 50 ^\circ\text{C}.$$

Resposta da questão 3:

[D]

Coeficiente de dilatação linear do bronze é maior que o do ferro, portanto a lâmina de bronze fica com comprimento maior, vergando como mostrado na alternativa [D].

Resposta da questão 4:

[D]

Nos dias frios, o comprimento dos fios diminui devido à contração térmica, daí a necessidade de deixar uma folga entre cada duas torres, o que forma a barriga.

Resposta da questão 5:

[C]

Para que a lâmina bimetálica vergue para a direita, empurrando o braço atuador, o metal X deve ter coeficiente de dilatação maior que o do metal Y ($\alpha_X > \alpha_Y$).

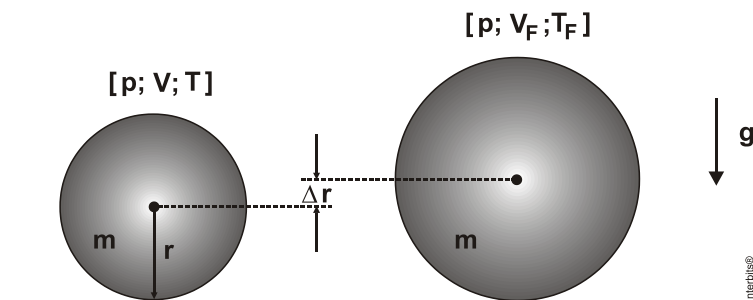
Pela regra prática da mão direita, a extremidade esquerda do eletroímã é um polo sul e extremidade direita um polo norte, portanto, o vetor indução magnética no interior do eletroímã é para a **direita**.

Resposta da questão 6:

Sendo $V = \frac{4}{3} \pi r^3$ o volume inicial da esfera, as dilatações linear do raio e volumétrica da esfera são:

$$\begin{cases} \Delta r = r \frac{\alpha}{3} \Delta T \\ \Delta V = V \alpha \Delta T = \frac{4}{3} \pi r^3 \alpha \Delta T \end{cases}$$

Devido ao aquecimento ocorrem aumento da energia interna da esfera (ΔU) e dilatação. Na dilatação há trabalho realizado contra o meio (W) e ganho de energia potencial (ΔE_P), conforme ilustra a figura.



Então o calor recebido (Q) é igual a soma dessas quantidades. Equacionando:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta U = m c_V \Delta T \\ W = p \Delta V = p \frac{4}{3} \pi r^3 \alpha \Delta T \\ \Delta E_p = m g \Delta r = m g r \frac{\alpha}{3} \Delta T \end{array} \right\} \Rightarrow Q = \Delta U + W + \Delta E_p \Rightarrow$$

$$Q = \left(m c_V + \frac{4}{3} p \pi r^3 \alpha + m g r \frac{\alpha}{3} \right) \Delta T \Rightarrow Q = \left(\frac{3 m c_V + 4 p \pi r^3 \alpha + m g r \alpha}{3} \right) \Delta T \Rightarrow$$

$$\Delta T = \left(\frac{3Q}{3 m c_V + 4 p \pi r^3 \alpha + m g r \alpha} \right) \Rightarrow T_F - T = \frac{3Q}{3 m c_V + 4 p \pi r^3 \alpha + m g r \alpha} \Rightarrow$$

$$T_F = T + \frac{3Q}{3 m c_V + 4 p \pi r^3 \alpha + m g r \alpha}.$$

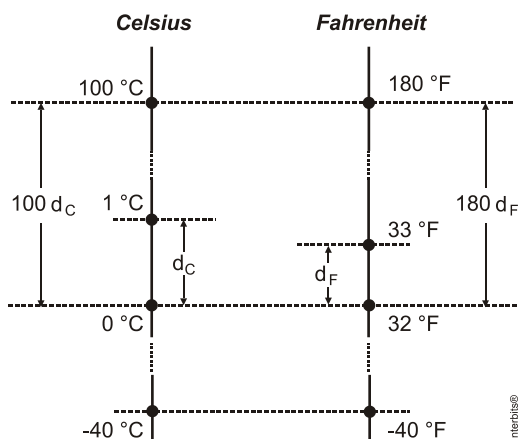
Resposta da questão 7:

[B]

a) **Incorreta.** Calculemos as temperaturas em que as duas escalas fornecem a mesma leitura:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\theta_C}{5} = \frac{\theta_F - 32}{9} \\ \theta_C = \theta_F = T \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{T}{5} = \frac{T - 32}{9} \Rightarrow 9T - 5T = -160 \Rightarrow T = -40.$$

b) **Correta.** A unidade de medida, aqui, refere-se ao espaçamento (grau) entre duas marcas consecutivas para indicar os respectivos valores de temperatura. Numa mesma distância, na escala Celsius são inseridos 100 intervalos (100 graus Celsius, ou 100 divisões); e na escala Fahrenheit são inseridos 180 intervalos (180 graus Fahrenheit, ou 180 divisões).



Da figura:

$$100 d_C = 180 d_F \Rightarrow d_C = 1,8 d_F.$$

c) **Incorreta.** A altura da coluna será sempre igual nos dois termômetros, porém com valores numéricos sempre diferentes exceto para -40, como mostram os cálculos do item [A] e a figura do item [B].

d) **Incorreta.** As justificativas estão nos itens anteriores.

Resposta da questão 8:

[C]

Usando a equação de conversão entre as escalas Celsius e Fahrenheit:

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{\theta_F - 32}{9} \Rightarrow \theta_C = 5 \frac{\theta_F - 32}{9} \Rightarrow \theta_C = 5 \frac{10,4 - 32}{9} \Rightarrow \frac{5(21,6)}{9} \Rightarrow \theta_C = -12 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Resposta da questão 9:

[D]

O coeficiente de dilatação linear é dado por:

$$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta \theta$$

$$\alpha = \frac{\Delta L}{L_0 \cdot \Delta \theta}$$

Logo:

$$\alpha_A = \frac{\Delta L_A}{L_{0A} \cdot \Delta \theta_A} \text{ e } \alpha_B = \frac{\Delta L_B}{L_{0B} \cdot \Delta \theta_B}$$

Sabendo-se que as retas que representam os comprimentos da barra A e da barra B são paralelas podemos concluir que a relação $\frac{\Delta L_A}{\Delta \theta_A} = \frac{\Delta L_B}{\Delta \theta_B}$. Logo, $\frac{\alpha_A}{\alpha_B}$ é dado por:

$$\frac{\alpha_A}{\alpha_B} = \frac{\frac{\Delta L_A}{L_{0A} \cdot \Delta \theta_A}}{\frac{\Delta L_B}{L_{0B} \cdot \Delta \theta_B}} = \frac{L_{0B}}{L_{0A}} = \frac{2\ell}{\ell}$$

$$\therefore \boxed{\frac{\alpha_A}{\alpha_B} = 2}$$

Resposta da questão 10:

[D]

Substituindo o valor dado na expressão fornecida:

$$\frac{25}{5} = \frac{t_F - 32}{9} \Rightarrow t_F = 45 + 32 \Rightarrow t_F = 77 \text{ } ^\circ\text{F}.$$

Resposta da questão 11:

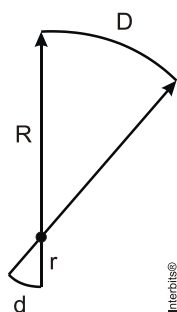
[C]

Dados: $L_0 = 30 \text{ cm}$; $\alpha = 2 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$; $\theta_0 = 25 \text{ } ^\circ\text{C}$; $\theta = 225 \text{ } ^\circ\text{C}$; $R = 10 \text{ cm}$; $r = 2 \text{ cm}$.

Calculando a dilatação (**d**) da barra:

$$d = L_0 \alpha \Delta \theta = 30 \times 2 \times 10^{-5} \times (225 - 25) \Rightarrow d = 0,12 \text{ cm} \Rightarrow d = 1,2 \text{ mm}.$$

Pela figura abaixo, vemos que o deslocamento da extremidade superior (**D**) é diretamente proporcional ao da extremidade inferior (**d**).



$$\frac{D}{d} = \frac{R}{r} \Rightarrow \frac{D}{1,2} = \frac{10}{2} \Rightarrow D = \frac{12}{2} \Rightarrow D = 6 \text{ mm.}$$

Resposta da questão 12:

[C]

Quanto mais a porca se dilatar e quanto menos o parafuso se dilatar, menor será o aquecimento necessário para o desatarraxamento. Assim, dentre os materiais listados, o material do parafuso deve ser o de menor coeficiente de dilatação e o da porca, o de maior. Portanto, o parafuso deve ser de platina e a porca de chumbo.

Resposta da questão 13:

[B]

A equação de conversão entre essas escalas é:

$$\frac{\theta_F - 32}{9} = \frac{\theta_C}{5} = \frac{T - 273}{5}.$$

Como $\theta_C = -271,25^\circ\text{C}$, vem:

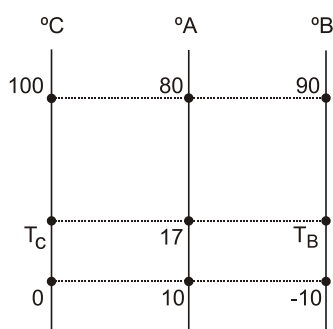
$$\frac{\theta_F - 32}{9} = \frac{-271,25}{5} = \frac{T - 273}{5} \Rightarrow$$

$$\frac{\theta_F - 32}{9} = -54,25 \Rightarrow \theta_F = (-54,25 \times 9) + 32 = -456,25 \Rightarrow \theta_F \cong -456^\circ\text{F}.$$

$$T = -271,25 + 273 = 1,75 \text{ K} \Rightarrow T \cong 2 \text{ K}.$$

Resposta da questão 14:

[B]



Montando as equações que relacionam essas escalas:

$$\frac{T_C - 0}{100 - 0} = \frac{T_B - (-10)}{90 - (-10)} = \frac{17 - 10}{80 - 10} = \frac{7}{70} \Rightarrow \frac{T_C}{10} = \frac{T_B + 10}{10} = 1 \Rightarrow$$

$$\frac{T_B + 10}{10} = 1 \Rightarrow T_B + 10 = 10 \Rightarrow T_B = 0 \text{ } ^\circ\text{B}.$$

$$\frac{T_C}{10} = 1 \Rightarrow T_C = 10 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Resposta da questão 15:

[E]

Como a temperatura varia linearmente com a altura da coluna líquida, podemos escrever:

$$\frac{\Delta T}{T_0} = \frac{\Delta h}{h_0} \Rightarrow \frac{15 - 10}{25 - 5} = \frac{20 - 10}{h - 5} \Rightarrow \frac{5}{20} = \frac{10}{h - 5} \Rightarrow 5(h - 5) = 200 \Rightarrow h = 45 \text{ mm}.$$

Resposta da questão 16:

[E]

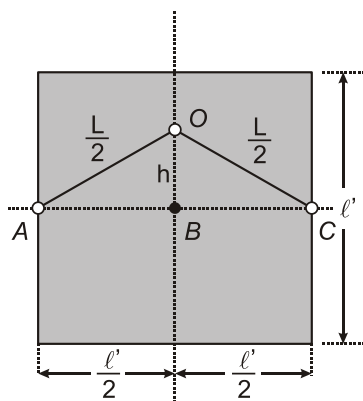


Fig 1

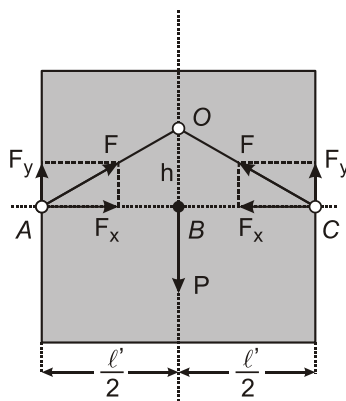


Fig 2

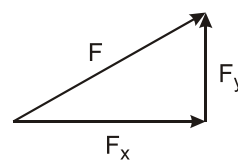


Fig 3

Nas figuras acima:

l : lado inicial do quadrado;

l' : lado do quadrado depois do aquecimento;

L : comprimento da corda;

h : distância $\overline{OB}$.

Na Fig 1, no triângulo ABO , aplicando o teorema de Pitágoras, temos:

$$h^2 + \left(\frac{l'}{2}\right)^2 = \left(\frac{L}{2}\right)^2 \Rightarrow h^2 = \frac{L^2}{4} - \frac{l'^2}{4} \Rightarrow$$

$$h = \frac{1}{2} \sqrt{L^2 - l'^2}. \text{ (equação 1)}$$

Na Fig 2, como o quadro está em equilíbrio, a resultante das forças é nula. Assim:

$$2F_y = P \Rightarrow 2F_y = mg \Rightarrow$$

$$F_y = \frac{mg}{2}. \text{ (equação 2)}$$

O triângulo ABO da Fig 1 é semelhante ao triângulo das forças na Fig 3. Então:

$\frac{F_y}{h} = \frac{F}{L/2}$. Substituindo nessa expressão as equações (1) e (2), temos:

$$\frac{\frac{mg}{2}}{\frac{1}{2}\sqrt{L^2 - (\ell')^2}} = \frac{2F}{L} \Rightarrow \frac{mg}{\sqrt{L^2 - (\ell')^2}} = \frac{2F}{L} \Rightarrow$$

$mgL = 2F\sqrt{L^2 - (\ell')^2}$. Quadrando os dois membros:

$$m^2 g^2 L^2 = 4F^2 [L^2 - (\ell')^2] \Rightarrow$$

$m^2 g^2 L^2 = 4F^2 L^2 - 4F^2 (\ell')^2 \Rightarrow$ Colocando L^2 em evidência, vem:

$$L^2 (4F^2 - m^2 g^2) = 4F^2 (\ell')^2. \text{ (equação 3)}$$

Da expressão da dilatação superficial:

$$A' = A(1 + \beta \Delta T).$$

Mas: $A' = (\ell')^2$ e $A = \ell^2$. Então, substituindo na expressão acima, vem:

$(\ell')^2 = \ell^2 (1 + \beta \Delta T)$. Voltando à equação (3) e isolando L^2 temos:

$$L^2 = \frac{4F^2 \ell^2 \sqrt{1 + \beta \Delta T}}{4F^2 - m^2 g^2} \Rightarrow$$

$$L = 2\ell F \sqrt{\frac{1 + \beta \Delta T}{4F^2 - m^2 g^2}}$$

Resposta da questão 17:

[C]

Dados: $\alpha = 2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$; $A_0 = 2,4 \text{ m}^2$; $T_0 = -20^\circ\text{C}$; $T = 176 \text{ } ^\circ\text{F}$.

Usando a equação de conversão de $^\circ\text{F}$ para $^\circ\text{C}$:

$$\frac{T_c}{5} = \frac{T_f - 32}{9} \Rightarrow \frac{T_c}{5} = \frac{176 - 32}{9} \Rightarrow T_c = 80 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Aplicando a expressão da dilatação superficial:

$$\Delta A = A_0 \beta \Delta T = A_0 2 \alpha (T_c - T_0) = 2,4 (2 \times 2 \times 10^{-5}) [80 - (-20)] = 9,6 \times 10^{-3} \text{ m}^2 \Rightarrow$$

$$\Delta A = 96 \text{ cm}^2.$$

Resposta da questão 18:

a) Dados: $A = 1,6 \times 10^{-2} \text{ mm}^2 = 1,6 \times 10^{-8} \text{ m}^2$; $L = 2 \text{ m}$.

No gráfico: quando a temperatura é $T = 3.000 \text{ } ^\circ\text{C}$, a resistividade é $\rho = 8 \times 10^{-7} \text{ } \Omega \cdot \text{m}$.

Da segunda lei de Ohm:

$$R = \frac{\rho L}{A} = \frac{8 \times 10^{-7} \times 2}{1,6 \times 10^{-8}} = \frac{160 \times 10^{-8}}{1,6 \times 10^{-8}} \Rightarrow R = 100 \text{ } \Omega.$$

b) Dado: $\gamma = 12 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, $T' = 20 \text{ } ^\circ\text{C}$; $T = 3.000 \text{ } ^\circ\text{C}$.

A $3.000 \text{ } ^\circ\text{C}$, o volume inicial é:

$$V_0 = A \times L = 1,6 \times 10^{-8} \times 2 = 3,2 \times 10^{-8} \text{ m}^3.$$

Calculando a variação volumétrica:

$$\Delta V = V_0 \gamma (T' - T) = 3,2 \times 10^{-8} \times 12 \times 10^{-6} (20 - 3.000) \cong -1,1 \times 10^{-9} \text{ m}^3.$$

O sinal (–) indica que o material sofreu contração.

Portanto, o material sofreu contração volumétrica de $1,1 \text{ mm}^3$.

Resposta da questão 19:

[B]

$$\text{Dados: } A_0 = 1 \text{ m}^2 = 10^6 \text{ mm}^2; \Delta A = 0,36 \text{ mm}^2 \text{ e } V_0 = 1 \text{ dm}^3 = 10^6 \text{ mm}^3.$$

$$\Delta A = A_0 2 \alpha \Delta T \Rightarrow 0,36 = 10^6 2 \alpha \Delta T \Rightarrow \alpha \Delta T = \frac{0,36}{2 \times 10^6} = \frac{0,18}{10^6}.$$

$$\Delta V = V_0 3 \alpha \Delta T \Rightarrow \Delta V = 10^6 3 \frac{0,18}{10^6} \Rightarrow \Delta V = 0,54 \text{ mm}^3.$$

Resposta da questão 20:

[C]

Como a água dilata-se em todas as direções, não podemos levar em conta apenas a dilatação na vertical, como se fosse dilatação linear. O enunciado manda considerar os oceanos como sistemas fechados, então a área ocupada pela água (área da base do “recipiente”) se mantém constante.

$$\text{Dados: } h_0 = 4 \text{ km} = 4 \times 10^3 \text{ m}; \gamma = 2 \times 10^{-4} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}; \Delta \theta = 1 \text{ }^\circ\text{C}.$$

Da expressão da dilatação dos líquidos:

$$\Delta V = V_0 \gamma \Delta \theta \Rightarrow \cancel{A} \Delta h = \cancel{A}_0 \gamma \Delta \theta \Rightarrow$$

$$\Delta h = 4 \times 10^3 \times 2 \times 10^{-4} \times 1 \Rightarrow \Delta h = 0,8 \text{ m}.$$

Resposta da questão 21:

[A]

$$T_1 = -32 \text{ }^\circ\text{F} \text{ e } T_2 = 23 \text{ }^\circ\text{F}.$$

A equação termométrica de conversão entre as escalas mencionadas é:

$$\frac{T_C}{5} = \frac{T_F - 32}{9}. \text{ Substituindo os dados, temos:}$$

$$\frac{T_{C1}}{5} = \frac{-32 - 32}{9} \Rightarrow T_{C1} = \frac{-320}{9} \Rightarrow T_{C1} = -35,6 \text{ }^\circ\text{C}.$$

$$\frac{T_{C2}}{5} = \frac{23 - 32}{9} \Rightarrow T_{C2} = \frac{-45}{9} \Rightarrow T_{C2} = -5 \text{ }^\circ\text{C}.$$