

CALORIMETRIA E DILATAÇÃO TÉRMICA

1. (G1 - ifce 2019) Em uma atividade de laboratório, um aluno do IFCE dispõe dos materiais listados na tabela a seguir. Se o professor pediu a ele que selecionasse, dentre as opções, aquele material que possibilita maior dilatação volumétrica para uma mesma variação de temperatura e um mesmo volume inicial, a escolha **correta** seria

Material	Coefficiente de dilatação linear (α) em $^{\circ}\text{C}^{-1}$
Aço	$1,1 \cdot 10^{-5}$
Alumínio	$2,4 \cdot 10^{-5}$
Chumbo	$2,9 \cdot 10^{-5}$
Cobre	$1,7 \cdot 10^{-5}$
Zinco	$2,6 \cdot 10^{-5}$

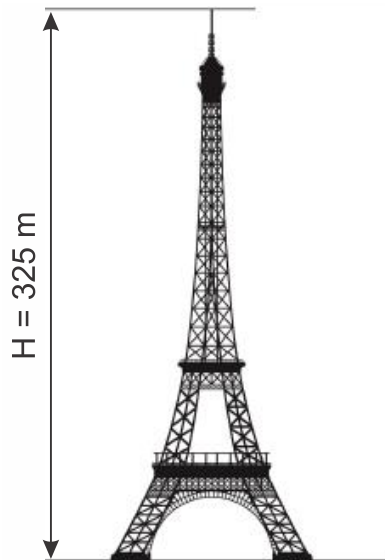
- a) alumínio.
- b) chumbo.
- c) aço.
- d) cobre.
- e) zinco.

2. (Uel 2019) A Torre Eiffel, localizada em Paris, na França, é feita de ferro, e quando está a uma temperatura de 15°C , possui uma altura de 325 m . Dependendo do ângulo de insolação, um dos lados da torre pode aquecer mais do que o outro, fazendo com que o topo da torre sofra um pequeno desvio de sua posição devido à diferença na dilatação térmica do metal. Para avaliar a diferença de dilatação térmica entre os lados da torre, considere um sistema composto de duas barras de ferro fisicamente separadas de tamanhos iniciais iguais à da Torre quando a 15°C . Com o aumento da temperatura ambiente, uma das barras aquece a 25°C e a outra, por receber a luz solar diretamente, aquece a 55°C . Sendo assim, ambas as barras sofrerão dilatação linear devido ao aquecimento.

Dado: $\alpha = 1 \times 10^{-5} \text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$

Com base nessas informações e nos conhecimentos sobre calorimetria, responda aos itens a seguir.

- a) Construa um diagrama esquemático da situação exposta no enunciado de forma a deixar evidente a incógnita do item b).
 - b) Encontre o valor da diferença de comprimento entre as barras, quando aquecidas.
- Justifique sua resposta, apresentando os cálculos envolvidos na resolução deste item.



3. (Fear 2019) Duas porções de líquidos A e B, de substâncias diferentes, mas de mesma massa, apresentam valores de calor específico respectivamente iguais a $0,58\text{ cal/g}\cdot^{\circ}\text{C}$ e $1,0\text{ cal/g}\cdot^{\circ}\text{C}$. Se ambas receberem a mesma quantidade de calor sem, contudo, sofrerem mudanças de estado físico, podemos afirmar corretamente que:

- a) a porção do líquido A sofrerá maior variação de temperatura do que a porção do líquido B.
- b) a porção do líquido B sofrerá maior variação de temperatura do que a porção do líquido A.
- c) as duas porções, dos líquidos A e B, sofrerão a mesma variação de temperatura.
- d) as duas porções, dos líquidos A e B, não sofrerão nenhuma variação de temperatura.

4. (Ufrgs 2019) A telefonia celular utiliza radiação eletromagnética na faixa da radiofrequência (RF: 10 MHz – 300 GHz) para as comunicações. Embora não ionizantes, essas radiações ainda podem causar danos aos tecidos biológicos através do calor que elas transmitem. A taxa de absorção específica (SAR – *specific absorption rate*) mede a taxa na qual os tecidos biológicos absorvem energia quando expostos às RF's, e é medida em Watt por quilograma de massa do tecido (W/kg).

No Brasil, a Agência Nacional de Telecomunicações, ANATEL, estabeleceu como limite o valor de $2 W/kg$ para a absorção pelas regiões da cabeça e tronco humanos. Os efeitos nos diferentes tecidos são medidos em laboratório. Por exemplo, uma amostra de tecido do olho humano exposta por 6 minutos à RF de 950 MHz, emitida por um telefone celular, resultou em uma SAR de $1,5 W/kg$.

Considerando o calor específico desse tecido de $3.600 J/(kg \cdot ^\circ C)$, sua temperatura (em $^\circ C$) aumentou em

- a) 0,0025
- b) 0,15.
- c) 0,25.
- d) 0,25.
- e) 1,50.

5. (Fatec 2019) Em uma aula de laboratório de calorimetria, um aluno da Fatec precisa determinar o calor específico de um material desconhecido de massa $1,0 kg$. Para isso, ele usa, por 1 min, um forno elétrico que opera em $220 V$ e $10 A$. Após decorrido esse tempo, ele observa uma variação de temperatura de $220 ^\circ C$.

Considerando que o forno funciona de acordo com as características apresentadas, podemos afirmar que o calor específico determinado, em $J/kg \cdot K$, foi de

Lembre que:

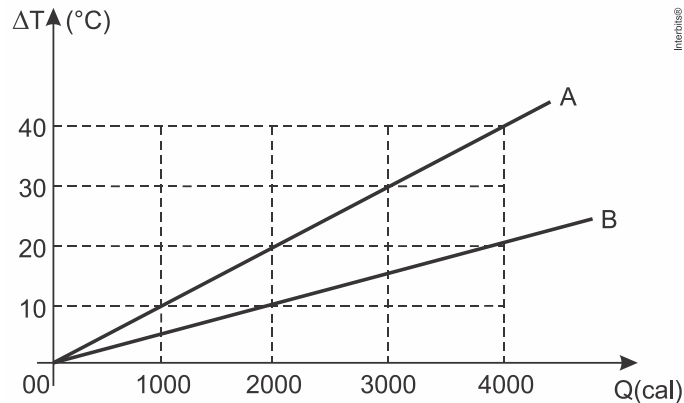
$$Q = m \cdot c \cdot \Delta\theta$$

- a) $4,2 \times 10^3$
- b) $8,4 \times 10^2$
- c) $6,0 \times 10^2$
- d) $4,9 \times 10^2$
- e) $1,5 \times 10^2$

6. (Mackenzie 2019) Anelise lava a sua garrafa térmica com água filtrada, à temperatura de $20 ^\circ C$. Coloca então, na garrafa, uma porção de $200 g$ de café que acabara de coar, a uma temperatura inicial θ_0 . Considerando-se a capacidade térmica da garrafa $100 cal/^\circ C$, o calor específico sensível do café $1,0 cal/g^\circ C$ e, após algum tempo, a temperatura de equilíbrio do sistema garrafa/café ter atingido $60 ^\circ C$, pode-se afirmar que o valor de θ_0 , em $^\circ C$, é

- a) 30
- b) 40
- c) 60
- d) 70
- e) 80

7. (G1 - ifsul 2019) O gráfico a seguir representa a variação de temperatura ΔT , em função da quantidade de calor Q , transferidas a dois sistemas A e B , que apresentam a mesma massa cada um deles.



De acordo com o gráfico, concluímos que a capacidade térmica do corpo A (C_A), em relação à capacidade térmica do corpo B (C_B), é

- a) duas vezes maior.
- b) quatro vezes maior.
- c) duas vezes menor.
- d) quatro vezes menor.

8. (Mackenzie 2019) Nas engenharias metalúrgica, mecânica e de materiais, o processo de têmpera é muito utilizado para conferir dureza aos materiais. Esse processo consiste em submeter o material a um resfriamento brusco após aquecê-lo acima de determinadas temperaturas. Isso causa o surgimento de tensões residuais internas, provocando um aumento da dureza e resistência do material.

Nos laboratórios da Universidade Presbiteriana Mackenzie um aluno deseja realizar a têmpera de uma barra de ferro, cuja massa vale 1000 g . A peça é então colocada em um forno de recozimento durante o tempo suficiente para que ocorra o equilíbrio térmico. Em seguida é retirada e rapidamente imersa em um tanque com 10.000 g de óleo, cujo calor específico sensível vale $0,40\text{ cal/g }^\circ\text{C}$. Sabendo-se que o calor específico sensível do ferro tem valor aproximado de $0,11\text{ cal/g }^\circ\text{C}$, e que a temperatura do óleo muda de $28\text{ }^\circ\text{C}$ para $38\text{ }^\circ\text{C}$, a temperatura do forno no momento em que a barra é retirada vale aproximadamente, em $^\circ\text{C}$

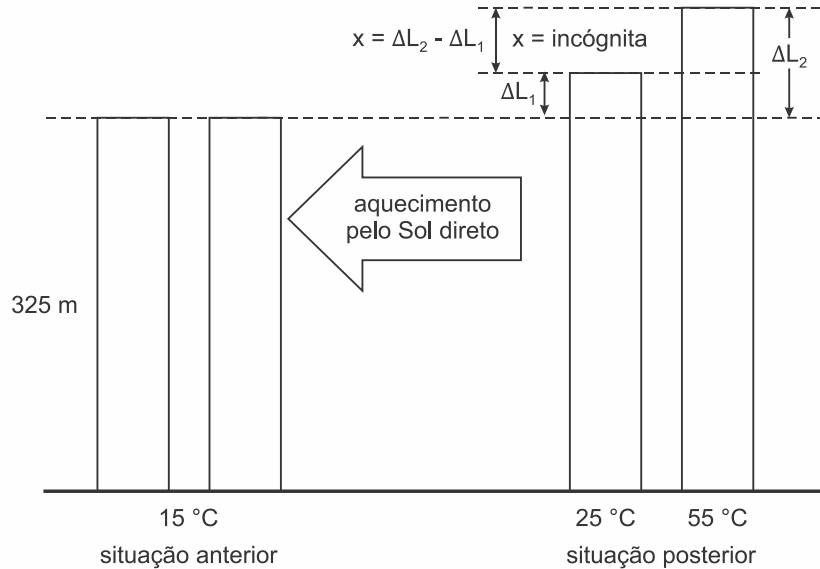
- a) 100
- b) 200
- c) 300
- d) 400
- e) 500

GABARITO

1. B

O material que possibilita maior dilatação é o de maior coeficiente, no caso, o chumbo.

2. a) Esquema da situação:



b) Usando a dilatação linear para as barras:

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

Para a barra 1:

$$\Delta L_1 = 325 \text{ m} \cdot 1 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} \cdot (25 - 15) \text{ }^\circ\text{C} \therefore \Delta L_1 = 0,0325 \text{ m}$$

Para a barra 2:

$$\Delta L_2 = 325 \text{ m} \cdot 1 \cdot 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1} \cdot (55 - 15) \text{ }^\circ\text{C} \therefore \Delta L_2 = 0,13 \text{ m}$$

Logo, a diferença entre as duas dilatações foi de:

$$x = \Delta L_2 - \Delta L_1 = 0,13 \text{ m} - 0,0325 \text{ m} \therefore x = 0,0975 \text{ m} = 9,75 \text{ cm}$$

3. A

Pelos dados do enunciado, temos que:

$$\begin{cases} Q = mc_A \Delta \theta_A & (I) \\ Q = mc_B \Delta \theta_B & (II) \end{cases}$$

$$(I) \div (II):$$

$$\frac{Q}{Q} = \frac{mc_A \Delta \theta_A}{mc_B \Delta \theta_B} \Rightarrow 1 = \frac{c_A \Delta \theta_A}{c_B \Delta \theta_B} \Rightarrow \Delta \theta_A = \frac{c_B}{c_A} \Delta \theta_B$$

Como $\frac{c_B}{c_A} > 1$, $\Delta \theta_A > \Delta \theta_B$.

4. B

Partindo da expressão do calor sensível, dividindo a pela massa e pelo intervalo de tempo em ambos os lados

temos a mesma dimensão do SAR $\left[\frac{J}{s \cdot kg} \right] = \left[\frac{W}{kg} \right]$.

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \xrightarrow{/(m \cdot \Delta t)} \frac{Q}{\Delta t \cdot m} = \frac{c \cdot \Delta T}{\Delta t}$$

Assim, usando o tempo em segundos e substituindo os dados fornecidos,

$$\frac{Q}{\Delta t \cdot m} = \frac{c \cdot \Delta T}{\Delta t} \Rightarrow 1,5 \frac{W}{kg} = \frac{3600 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}}{360 s} \cdot \Delta T$$

$$1,5 \frac{W}{kg} = 10 \frac{W}{kg \cdot ^\circ C} \cdot \Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{1,5 \frac{W}{kg}}{10 \frac{W}{kg \cdot ^\circ C}} \therefore \Delta T = 0,15 ^\circ C$$

5. C

Da expressão do calor sensível, o calor específico é:

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta \theta \Rightarrow c = \frac{Q}{m \cdot \Delta \theta}$$

A quantidade de calor do forno é obtida pelo produto da potência e o tempo.

$$Q = P \cdot t$$

Mas a potência é dada pelo produto da tensão e a corrente elétrica:

$$P = U \cdot i$$

Substituindo na equação anterior:

$$Q = U \cdot i \cdot t$$

Logo, juntando na primeira equação:

$$c = \frac{U \cdot i \cdot t}{m \cdot \Delta \theta} = \frac{220 V \cdot 10 A \cdot 60 s}{1 kg \cdot 220 K}$$

$$c = 600 J/kg \cdot K = 6,0 \cdot 10^2 J/kg \cdot K$$

6. E

Considerando o sistema garrafa-café termicamente isolado, têm-se:

$$Q_{café} + Q_{garrafa} = 0$$

$$(mc\Delta\theta)_{café} + (C\Delta\theta)_{garrafa} = 0$$

$$200(1)(60 - \theta_0) + 100(60 - 20) = 0 \Rightarrow 120 - 2\theta_0 + 40 = 0 \Rightarrow \theta_0 = \frac{160}{2} \Rightarrow$$

$$\theta_0 = 80 ^\circ C.$$

7. C

Usando a expressão da capacidade térmica, temos:

$$C = \frac{Q}{\Delta T}$$

Para o sistema A:

$$C_A = \frac{Q_A}{\Delta T_A} = \frac{4000 cal}{40 ^\circ C} = 100 cal/^\circ C$$

Para o sistema B:

$$C_B = \frac{Q_B}{\Delta T_B} = \frac{4000 cal}{20 ^\circ C} = 200 cal/^\circ C$$

Então, fazendo a razão entre as capacidades térmicas dos sistemas:

$$\frac{C_A}{C_B} = \frac{100 cal/^\circ C}{200 cal/^\circ C} \Rightarrow \frac{C_A}{C_B} = \frac{1}{2} \therefore C_A = \frac{C_B}{2}$$

8. D

Para o equilíbrio térmico, a quantidade de calor cedida pela peça quente (Q_{Fe}) é a mesma recebida pelo óleo do tratamento térmico ($Q_{óleo}$).

$$Q_{Fe} = Q_{óleo}$$

Essa quantidade de calor trocada tem diferença de temperatura sem mudança de estado físico, portanto é um calor sensível, dado por $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$, então, aplicando na igualdade:

$$m_{Fe} \cdot c_{Fe} \cdot \Delta T_{Fe} = m_{óleo} \cdot c_{óleo} \cdot \Delta T_{óleo}$$

$$1000 g \cdot 0,11 \frac{cal}{g \cdot ^\circ C} \cdot (T - 38) ^\circ C = 10000 g \cdot 0,4 \frac{cal}{g \cdot ^\circ C} \cdot (38 - 28) ^\circ C$$

$$T - 38 = \frac{40}{0,11} \Rightarrow T = 363,63 + 38 \therefore T = 401,63 ^\circ C \approx 400 ^\circ C$$