

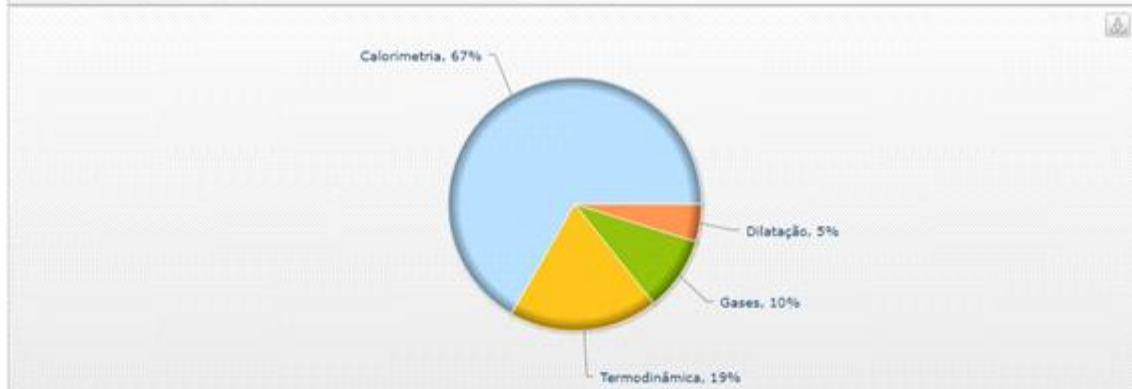
CADERNO
M3B2

9

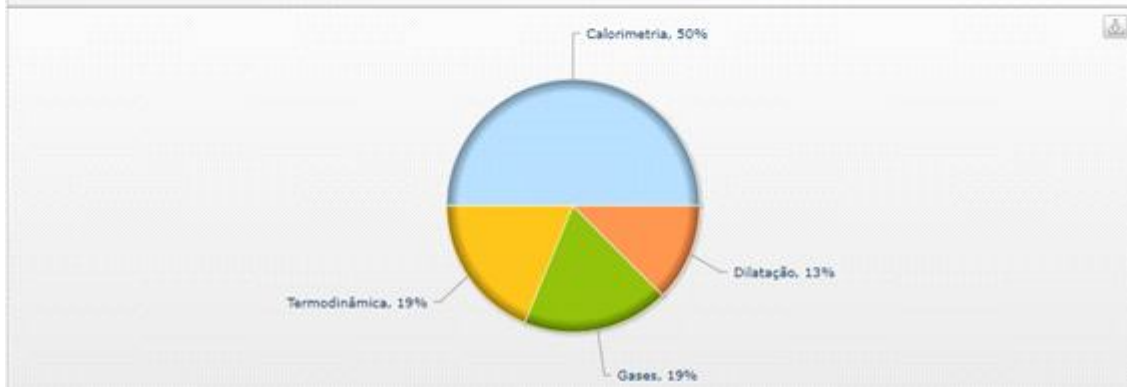
calorimetria



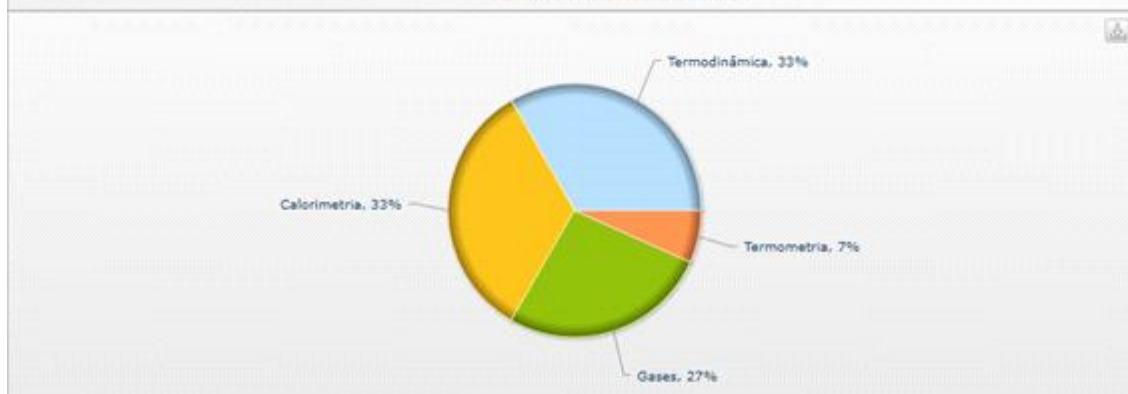
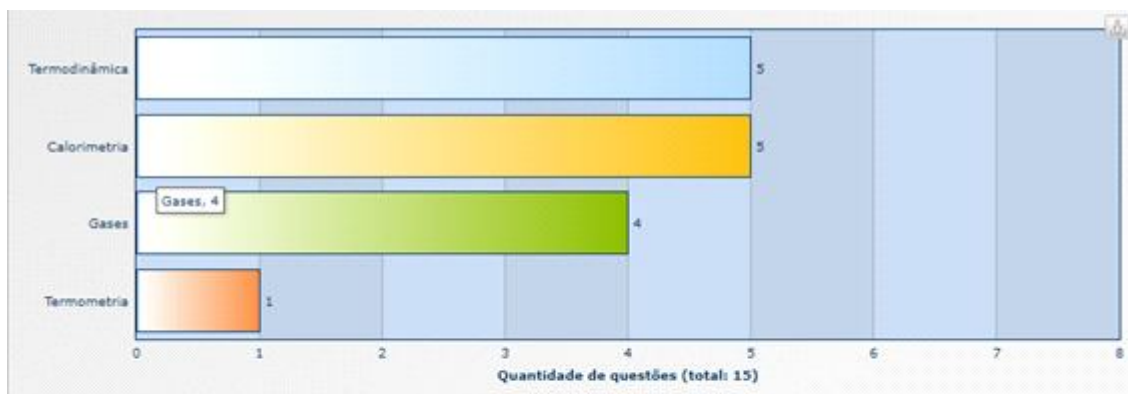
ENEM



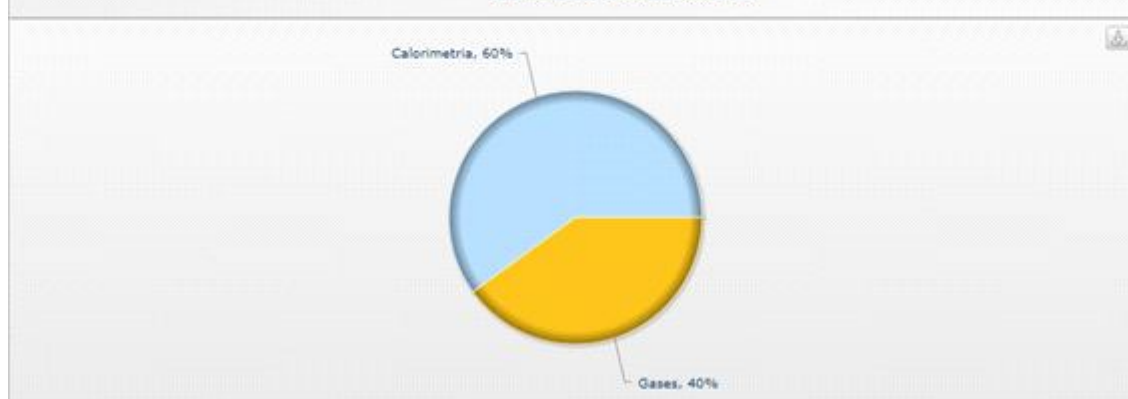
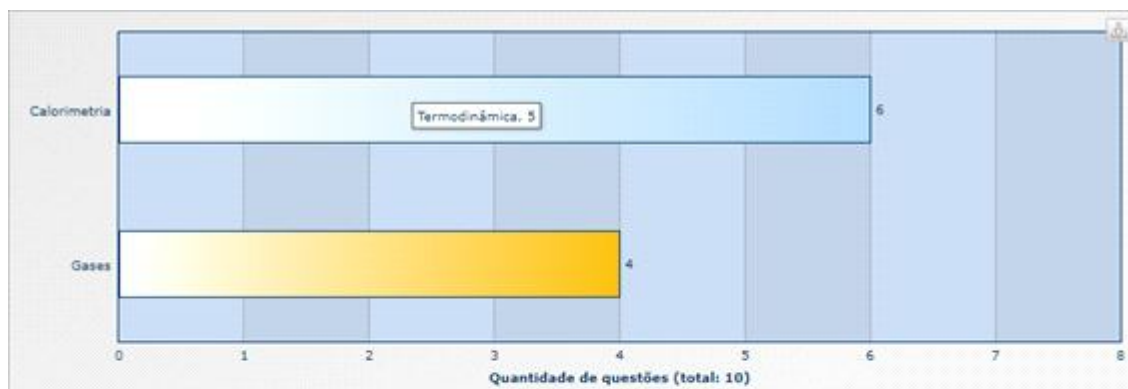
FUVEST



EsPCEx



UNICAMP



CADERNO 9: M3B2: CALORIMETRIA

Na lista dos cinco assuntos de física mais presentes em todos os vestibulares, calorimetria figura na quarta posição. De fato, este é o assunto mais importante de toda termologia e está associada a um grande número de aplicações cotidianas. Normalmente, os problemas de calorimetria são contextualizados com estas situações e envolvem grande número de dados, o que torna especialmente importante a leitura cuidadosa do problema.

Pode-se dividir o assunto inteiro em quatro partes principais: Calor sensível, mudança de fase, lei geral das trocas de calor e transferência de calor. Este último conteúdo funciona como uma espécie de aplicação plena dos conceitos observados nos outros dois. Com respeito ao calor sensível, deve-se atribuir especial atenção ao significado do calor específico. Em torno dele está a maior parte das questões puramente teóricas acerca deste tema. Em mudança de fase, o significado do calor latente e as curvas de aquecimento merecem cuidado adicional. Já os diagramas de fase, tão importantes em aplicações de engenharia, são pouco exigidos no ensino médio. Quanto à transferência de calor, este é o subitem mais importante da calorimetria presente no Enem, dada sua grande recorrência. Nas demais provas o tópico mais importante ainda é a lei geral das trocas de calor.

PRÉ-REQUISITOS

A transformação de escalas termométricas pode ser exigida para cálculo do calor sensível. Além disso, deve-se ter bom domínio do cálculo com potências de base 10 e aritmética básica.

Envidamos nossos melhores esforços para localizar e indicar adequadamente os créditos dos textos e imagens presentes nesta obra didática. No entanto, colocamo-nos à disposição para avaliação de eventuais irregularidades ou omissões de crédito e consequente correção nas próximas edições.

As imagens e os textos constantes nesta obra que, eventualmente, reproduzam algum tipo de material de publicidade ou propaganda, ou a ele façam alusão, são aplicados para fins didáticos e não representam recomendação ou incentivo de consumo.

SIMULADO DE DIAGNÓSTICO

INSTRUÇÕES

1. O tempo disponível para execução deste simulado é de **30 minutos** e você poderá fazê-lo usando caneta, lápis e borracha.
2. Os 30 minutos deverão ser usados de uma só vez. Você **NÃO** poderá realizar este teste em etapas que completem o tempo proposto.
3. Faça o simulado num ambiente calmo e reservado, individualmente.
4. Não utilize quaisquer meios de consulta e mantenha todas as mídias presentes em seu ambiente desligadas, exceto um cronômetro para que você possa verificar o tempo de execução do teste.
5. Durante o tempo de execução, não se ausente do ambiente em que estiver fazendo o simulado em hipótese alguma. Isto implica que o teste deverá ser feito de uma só vez.
6. Caso o tempo se esgote antes que você termine todas as questões, pare e não resolva as demais nos minutos seguintes. Saia do local em que esteve fazendo o simulado e retorne em outro momento para terminá-lo, mas sem contabilizar o tempo.
7. Caso não imprima este simulado, você poderá usar o equivalente a uma folha de papel A4 (ou de caderno de dimensões semelhantes), frente e verso, para resolvê-lo.
8. O gabarito deste simulado está na área de gabaritos deste caderno.
9. Você poderá levar para o local de realização deste teste bebidas e comidas.
10. O tempo de leitura destas instruções não deve ser contabilizado dentro dos minutos propostos para execução deste simulado.

QUESTÃO 01

Como consequência da busca cada vez maior pelo uso de energias renováveis, tem aumentado a utilização de energia solar para geração de energia elétrica e para aquecimento de água nas residências brasileiras.

A todo momento, o Sol emite grandes quantidades de energia para o espaço, e uma pequena parte dessa energia atinge a Terra. A quantidade de energia solar recebida, a cada unidade de tempo, por unidade de área, varia de acordo com o ângulo de inclinação dos raios solares em relação à superfície. Essa grandeza física é chamada de potência solar.

Considere que em determinada região do Brasil, a potência solar vale 200 W/m^2 e que uma placa solar para aquecimento de água tem área útil de 10 m^2 .

Considerando que todo calor absorvido pela placa é convertido em aquecimento da água e que o fluxo de água é de 5 litros ($m = 5.000 \text{ g}$) a cada 1 minuto, e adotando o calor específico da água igual a $4 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$, qual é a elevação de temperatura que a placa solar é capaz de impor à água?

- A $2 \text{ }^\circ\text{C}$.
- B $4 \text{ }^\circ\text{C}$.
- C $6 \text{ }^\circ\text{C}$.
- D $10 \text{ }^\circ\text{C}$.

QUESTÃO 02

Em um recipiente termicamente isolado são misturados 400 g de água, inicialmente a temperatura de $20 \text{ }^\circ\text{C}$, com uma pequena barra de aço, de massa 500 g e inicialmente a $80 \text{ }^\circ\text{C}$.

Considerando que ocorre trocas de energia, na forma de calor, apenas entre a água e o ferro e que o calor específico da água e do aço são respectivamente iguais a $1,0 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$ e $0,12 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$, a temperatura de equilíbrio térmico é aproximadamente igual a

- A $20 \text{ }^\circ\text{C}$.
- B $28 \text{ }^\circ\text{C}$.
- C $40 \text{ }^\circ\text{C}$.
- D $60 \text{ }^\circ\text{C}$.

QUESTÃO 03

Colocou-se certa massa de água a $80 \text{ }^\circ\text{C}$ em um recipiente de alumínio de massa 420 g que estava à temperatura de $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Após certo tempo, a temperatura do conjunto atingiu o equilíbrio em $70 \text{ }^\circ\text{C}$. Considerando que a troca de calor ocorreu apenas entre a água e o recipiente, que não houve perda de calor para o ambiente e que os calores específicos do alumínio e da água sejam, respectivamente, iguais a $9,0 \times 10^2 \text{ J/(kg} \cdot ^\circ\text{C)}$ e $4,2 \times 10^3 \text{ J/(kg} \cdot ^\circ\text{C)}$, a quantidade de água colocada no recipiente foi

- A 220 g .
- B 450 g .
- C 330 g .
- D 520 g .
- E 280 g .

QUESTÃO 04

Em um recipiente termicamente isolado, 100 g de gelo, a $-20 \text{ }^\circ\text{C}$, e 300 g de água, a $65 \text{ }^\circ\text{C}$, são misturados. Após se alcançar o equilíbrio térmico, a temperatura da mistura é de aproximadamente

Dados: calor específico da água: $1,0 \text{ cal/g} \cdot \text{K}$; calor específico do gelo: $0,53 \text{ cal/g} \cdot \text{K}$; calor de fusão da água: $79,5 \text{ cal/g}$

- A $0 \text{ }^\circ\text{C}$
- B $13 \text{ }^\circ\text{C}$
- C $20 \text{ }^\circ\text{C}$
- D $26 \text{ }^\circ\text{C}$
- E $32 \text{ }^\circ\text{C}$

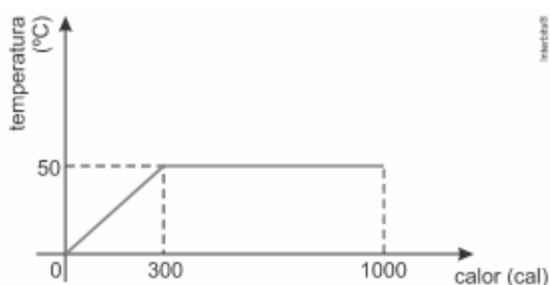
QUESTÃO 05

Em um calorímetro ideal, no qual existe uma resistência elétrica de 10 W de potência por onde passa uma corrente elétrica, é colocado $1,0 \text{ L}$ de água a $12 \text{ }^\circ\text{C}$ e $2,0 \text{ kg}$ de gelo a $0 \text{ }^\circ\text{C}$. Após duas horas, tempo suficiente para que água e gelo entrem em equilíbrio térmico e supondo que toda a energia fornecida foi absorvida pelo conteúdo do calorímetro, qual é o percentual de massa de água líquida contida no calorímetro?

- A 22%
- B 33%
- C 46%
- D 57%
- E 71%

QUESTÃO 06

O gráfico abaixo indica o comportamento térmico de 10 g de uma substância que, ao receber calor de uma fonte, passa integralmente da fase sólida para a fase líquida.



O calor latente de fusão dessa substância, em cal/g, é igual a:

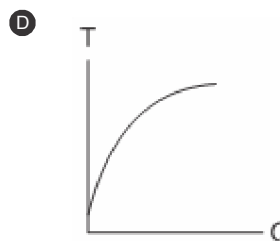
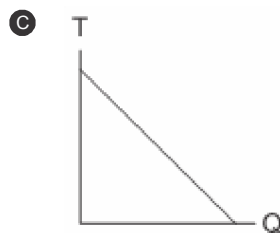
- A 70
- B 80
- C 90
- D 100

QUESTÃO 07

Uma amostra de água é aquecida a uma taxa constante por certo intervalo de tempo, até atingir seu ponto de ebulição.

Qual dos gráficos abaixo mostra a temperatura da água como uma função do calor adicionado?

- A
- B


QUESTÃO 08

Dois jarras idênticas foram pintadas, uma de branco e a outra de preto, e colocadas cheias de água na geladeira. No dia seguinte, com a água a 8 °C, foram retiradas da geladeira e foi medido o tempo decorrido para que a água, em cada uma delas, atingisse a temperatura ambiente. Em seguida, a água das duas jarras foi aquecida até 90 °C e novamente foi medido o tempo decorrido para que a água nas jarras atingisse a temperatura ambiente.

Qual jarra demorou menos tempo para chegar à temperatura ambiente nessas duas situações?

- A A jarra preta demorou menos tempo nas duas situações.
- B A jarra branca demorou menos tempo nas duas situações.
- C As jarras demoraram o mesmo tempo, já que são feitas do mesmo material.
- D A jarra preta demorou menos tempo na primeira situação e a branca, na segunda.
- E A jarra branca demorou menos tempo na primeira situação e a preta, na segunda.

Gabarito do simulado de diagnóstico:

1. [C]

Considerando que toda energia solar é transmitida para o aquecimento da água, isto é, a energia solar é igual ao calor sensível, em termos de potência, a potência solar (P_S) é igual à potência de aquecimento da água (P_a).

Cálculo da potência solar.

$$P_S = 200 \frac{W}{m^2} \cdot 10 m^2 \therefore P_S = 2000 W$$

Como a potência de aquecimento da água é igual à potência solar, determinamos a diferença de temperatura, ΔT . Usando a relação $1 L = 1000 g$, para a água, obtém-se:

$$P_a = \frac{m}{t} \cdot c \cdot \Delta T \Rightarrow 2000 W = \frac{5000 g}{60 s} \cdot 4 \frac{J}{g \cdot ^\circ C} \cdot \Delta T$$

$$\Delta T = \frac{2000 W \cdot 60 s}{5000 g \cdot 4 \frac{J}{g \cdot ^\circ C}} \therefore \Delta T = 6 ^\circ C$$

2. [B]

O equilíbrio térmico ocorre quando o somatório das energias térmicas (calores sensíveis) de ambos os materiais trocados entre si é igual a zero, sendo negativo o corpo que cede calor e positivo o corpo que recebe calor. Assim, cada calor sensível é:

Para o Ferro:

$$Q_{Fe} = m_{Fe} \cdot c_{Fe} \cdot \Delta T \Rightarrow Q_{Fe} = 500 g \cdot 0,12 \frac{cal}{g \cdot ^\circ C} \cdot (T_f - 80^\circ C)$$

$$\therefore Q_{Fe} = \left(\frac{60T_f}{^\circ C} - 4800 \right) cal$$

Para a água:

$$Q_{\text{água}} = m_{\text{água}} \cdot c_{\text{água}} \cdot \Delta T \Rightarrow Q_{\text{água}} = 400 g \cdot 1 \frac{cal}{g \cdot ^\circ C} \cdot (T_f - 20^\circ C)$$

$$\therefore Q_{\text{água}} = \left(\frac{400T_f}{^\circ C} - 8000 \right) cal$$

Para o equilíbrio térmico, $\sum Q = 0$:

$$Q_{Fe} + Q_{\text{água}} = 0$$

$$\left(\frac{60T_f}{^\circ C} - 4800 \right) cal + \left(\frac{400T_f}{^\circ C} - 8000 \right) cal = 0$$

$$\left(\frac{460T_f}{^\circ C} - 12800 \right) cal = 0 \Rightarrow T_f = \frac{12800 cal}{460 cal / ^\circ C}$$

$$\therefore T_f = 27,8 ^\circ C \approx 28 ^\circ C$$

3. [B]

O equilíbrio térmico no sistema recipiente-água é determinado pelas trocas térmicas entre a água ($Q_{\text{água}}$) e o recipiente (Q_{Al}), sendo que não havendo troca com o meio externo e nem perdas, o somatório dos calores sensíveis de ambos é nulo.

Para a água:

$$Q_{\text{água}} = m \cdot c_{\text{água}} \cdot \Delta T_{\text{água}}$$

$$Q_{\text{água}} = m \cdot 4,2 \times 10^3 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C} \cdot (70 - 80)^\circ C \therefore Q_{\text{água}} = -42000 \cdot m \frac{J}{kg}$$

Para o recipiente:

$$Q_{Al} = m \cdot c_{Al} \cdot \Delta T_{Al}$$

$$Q_{Al} = 0,420 kg \cdot 9,0 \times 10^2 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C} \cdot (70 - 20)^\circ C \therefore Q_{Al} = 18900 J$$

Para o equilíbrio térmico:

$$\sum Q = 0 \Rightarrow Q_{\text{água}} + Q_{Al} = 0$$

$$-42000 \cdot m \frac{J}{kg} + 18900 J = 0 \Rightarrow 18900 J = 42000 \cdot m \frac{J}{kg} \Rightarrow m = \frac{18900 J}{42000 \frac{J}{kg}} \therefore m = 0,450 kg = 450 g$$

4. [D]

Quantidade de calor necessária para:

O gelo chegar a $0 ^\circ C$:

$$Q_1 = m_g c_g \Delta \theta_g = 100 \cdot 0,53 \cdot (0 + 20)$$

$$Q_1 = 1060 cal$$

O gelo fundir:

$$Q_2 = m_g L_f = 100 \cdot 79,5$$

$$Q_2 = 7950 cal$$

A água oriunda do gelo atingir a temperatura final θ_f :

$$Q_3 = m_a c_a \Delta \theta_a = 100 \cdot 1 \cdot (\theta_f - 0)$$

$$Q_3 = 100\theta_f$$

A água a $65 ^\circ C$ esfriar até a temperatura final:

$$Q_4 = m_a c_a \Delta \theta_a = 300 \cdot 1 \cdot (\theta_f - 65)$$

$$Q_4 = 300\theta_f - 19500$$

Logo:

$$\sum Q = 0 \Rightarrow 1060 + 7950 + 100\theta_f + 300\theta_f - 19500$$

$$400\theta_f = 10490$$

$$\therefore \theta_f \approx 26 ^\circ C$$

5. [C]

Sendo m a massa de gelo que derrete e $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ a temperatura de equilíbrio, temos:

$$Q_{\text{água}} + Q_{\text{gelo}} - Q_{\text{calorímetro}} = 0$$

$$m_{\text{água}}c_{\text{água}}\Delta\theta_{\text{água}} + mL - P\Delta t = 0$$

$$1000 \cdot 1 \cdot (0 - 12) + m \cdot 80 - \frac{10 \cdot 2 \cdot 3600}{4,2} = 0$$

$$-12000 + 80m - 17142,86 = 0$$

$$m = 364,29 \text{ g}$$

Massa de água após 2 h:

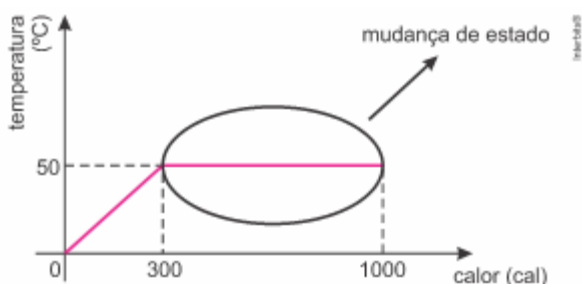
$$m_{\text{água}}' = 1000 \text{ g} + 364,29 \text{ g} = 1364,29 \text{ g}$$

Portanto, o percentual de água líquida será:

$$\frac{1364,29 \text{ g}}{3000 \text{ g}} \cdot 100\% \cong 46\%$$

6. [A]

$$Q = m \cdot L \Rightarrow L = \frac{Q}{m} \Rightarrow L = \frac{1.000 - 300}{10} \Rightarrow L = 70 \text{ cal/g}$$



7. [A]

Como a taxa de aquecimento é constante, a temperatura cresce linearmente com o calor, assim a única alternativa que traduz essa situação é a letra [A]. A alternativa [B] mostra a temperatura constante, demonstrando que a água já está em ebulição e, portanto, incorreta. A alternativa [C] mostra uma redução de temperatura linear, portanto não representa um aquecimento. Finalmente, a alternativa [D] representa um aquecimento não linear.

8. [A]

A jarra preta é melhor absorvedora e melhor emissora que a jarra branca, por isso ela aquece mais rápido e resfria mais rápido que a outra.

RASCUNHO

Seção 1: Calor sensível

Tempo ideal conforme resultado no simulado de diagnóstico
Igual ou acima de 60%: 20 minutos
Abaixo de 60%: 35 minutos

QUESTÃO 01

Considere que um fogão forneça um fluxo constante de calor e que esse calor seja inteiramente transferido da chama ao que se deseja aquecer. O calor específico da água é $1,00 \text{ cal}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})$ e o calor específico de determinado óleo é $0,45 \text{ cal}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})$. Para que 1.000 g de água, inicialmente a $20 \text{ }^\circ\text{C}$, atinja a temperatura de $100 \text{ }^\circ\text{C}$, é necessário aquecê-la por cinco minutos sobre a chama desse fogão. Se 200 g desse óleo for aquecido nesse fogão durante um minuto, a temperatura desse óleo será elevada em, aproximadamente,

- A $120 \text{ }^\circ\text{C}$.
- B $180 \text{ }^\circ\text{C}$.
- C $140 \text{ }^\circ\text{C}$.
- D $160 \text{ }^\circ\text{C}$.
- E $100 \text{ }^\circ\text{C}$.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Uma das consequências das trocas de calor, que ocorrem durante uma transformação química realizada em meio aquoso, é a variação de temperatura do sistema. Se o sistema receber calor, esse sofrerá um aumento de temperatura e, se ceder calor, terá queda de temperatura.

Durante uma reação química realizada em meio aquoso, observa-se a variação da temperatura do sistema de $22 \text{ }^\circ\text{C}$ para $28 \text{ }^\circ\text{C}$.

QUESTÃO 02

É possível calcular a quantidade de calor trocada em um sistema por meio da relação matemática: $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$. Essa relação é conhecida como a Equação Fundamental da Calorimetria e mostra que o calor trocado (Q) depende da massa (m), do calor específico (c) e da variação de temperatura do corpo (ΔT).

Sabendo que a massa da solução referida no texto é 100 g e considerando o calor específico como $1 \text{ cal}/\text{g} \cdot ^\circ\text{C}$, a quantidade de calor trocada nesse processo é

- A 60 calorias.
- B 600 calorias.
- C 2.200 calorias.
- D 2.800 calorias.
- E 5.000 calorias.

QUESTÃO 03

Duas porções de líquidos A e B, de substâncias diferentes, mas de mesma massa, apresentam valores de calor específico respectivamente iguais a $0,58 \text{ cal}/\text{g} \cdot ^\circ\text{C}$ e $1,0 \text{ cal}/\text{g} \cdot ^\circ\text{C}$. 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.

QUESTÃO 04

Anelise lava a sua garrafa térmica com água filtrada, à temperatura de $20 \text{ }^\circ\text{C}$. 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 $100 \text{ cal}/^\circ\text{C}$, o calor específico sensível do café $1,0 \text{ cal}/\text{g} \cdot ^\circ\text{C}$ e, após algum tempo, a temperatura de equilíbrio do sistema garrafa/café ter atingido $60 \text{ }^\circ\text{C}$, pode-se afirmar que o valor de θ_0 , em $^\circ\text{C}$, é

- A 30
- B 40
- C 60
- D 70
- E 80

QUESTÃO 05

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 cal/g °C**. Sabendo-se que o calor específico sensível do ferro tem valor aproximado de **0,11 cal/g °C**, e que a temperatura do óleo muda de **28 °C** para **38 °C**, a temperatura do forno no momento em que a barra é retirada vale aproximadamente, em °C

- A 100
- B 200
- C 300
- D 400
- E 500

QUESTÃO 06

Em uma bolsa térmica foram despejados **800 mL** de água à temperatura de **90 °C**. Passadas algumas horas, a água se encontrava a **15 °C**. Sabendo que o calor específico da água é **1,0 cal/(g·°C)**, que a densidade da água é **1,0 g/mL** e admitindo que **1 cal** equivale a **4,2 J**, o valor absoluto da energia térmica dissipada pela água contida nessa bolsa térmica foi, aproximadamente,

- A 50 kJ.
- B 300 kJ.
- C 140 kJ.
- D 220 kJ.
- E 250 kJ.

QUESTÃO 07

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 °C)**, sua temperatura (em °C) aumentou em

- A 0,0025
- B 0,15.
- C 0,25.
- D 0,25.
- E 1,50.

QUESTÃO 08

Em uma aula experimental de calorimetria, uma professora queimou **2,5 g** de castanha-de-caju crua para aquecer **350 g** de água, em um recipiente apropriado para diminuir as perdas de calor. Com base na leitura da tabela nutricional a seguir e da medida da temperatura da água, após a queima total do combustível, ela concluiu que **50%** da energia disponível foi aproveitada. O calor específico da água é **1 cal g⁻¹ °C⁻¹**, e sua temperatura inicial era de **20 °C**.

Quantidade por porção de 10 g (2 castanhas)	
Valor energético	70 kcal
Carboidratos	0,8 g
Proteínas	3,5 g
Gorduras totais	3,5 g

Qual foi a temperatura da água, em grau Celsius, medida ao final do experimento?

- A 25
- B 27
- C 45
- D 50
- E 70

Gabarito da seção 1:

1. [B]
Com os dados fornecidos é possível calcular a quantidade de calor sensível (Q) necessária para a elevação da temperatura da água.

$$Q_{\text{água}} = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q_{\text{água}} = 1000 \text{ g} \cdot 1,00 \text{ cal}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C}) \cdot (100 - 20)^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{água}} = 80000 \text{ cal}$$

Sabendo o tempo em que ocorreu o aquecimento da água, podemos expressar a taxa de transferência de

calor $\left(\frac{Q}{\Delta t} = \dot{Q}\right)$

$$\frac{Q}{\Delta t} = \dot{Q} = \frac{80000 \text{ cal}}{5 \text{ min}} \therefore \dot{Q} = 160000 \text{ cal/min}$$

Assim, para o óleo foi transferida a quantidade de calor equivalente a um minuto, portanto:

$$Q_{\text{óleo}} = m \cdot c \cdot \Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{Q_{\text{óleo}}}{m \cdot c}$$

$$\Delta T = \frac{16000 \text{ cal}}{200 \text{ g} \cdot 0,45 \text{ cal}/\text{g}^\circ\text{C}} \therefore \Delta T = 177,8^\circ\text{C} \approx 180^\circ\text{C}$$

2. [B]
Usando a expressão dada:
 $Q = m \cdot c \cdot \Delta T. \Rightarrow Q = 100 \cdot 1 \cdot (28 - 22) \Rightarrow \boxed{Q = 600 \text{ calorias.}}$

3. [A]
Pelos dados do enunciado, temos que:
- $$\begin{cases} Q = mc_A \Delta\theta_A & \text{(I)} \\ Q = mc_B \Delta\theta_B & \text{(II)} \end{cases}$$
- (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. [E]
Considerando o sistema garrafa-café termicamente isolado, têm-se:

$$Q_{\text{café}} + Q_{\text{garrafa}} = 0$$

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

$$200(1)(60 - \theta_0) + 100(60 - 20) = 0 \Rightarrow 120 - 2\theta_0 + 40 = 0 \Rightarrow \theta_0 = \frac{160}{2} \Rightarrow \boxed{\theta_0 = 80^\circ\text{C.}}$$

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

$$Q_{\text{Fe}} = Q_{\text{óleo}}$$

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:

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

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

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

6. [E]
Aplicando a equação do calor sensível:
 $Q = mc\Delta T \Rightarrow Q = \rho V c |\Delta T| \Rightarrow Q = 1 \times 800 \times 1 |15 - 90| \Rightarrow Q = 60.000 \text{ cal} \times \frac{4,2 \text{ J}}{\text{cal}} \Rightarrow Q = 252.000 \text{ J} \Rightarrow \boxed{Q \approx 250 \text{ kJ.}}$

7. [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 $\left[\frac{\text{J}}{\text{s} \cdot \text{kg}}\right] = \left[\frac{\text{W}}{\text{kg}}\right]$.

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

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

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

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

8. [C]
Energia liberada na queima de 2,5 g de castanha-de-caju:

$$Q = 2,5 \text{ g} \cdot \frac{70000 \text{ cal}}{10 \text{ g}} = 17500 \text{ cal}$$

Energia aproveitada para aquecer 350 g de água:

$$Q' = \frac{50}{100} \cdot 17500 \text{ cal} = 8750 \text{ cal}$$

Logo, a temperatura final da água foi de:

$$Q' = mc\Delta\theta$$

$$8750 = 350 \cdot 1 \cdot (\theta_f - 20)$$

$$\therefore \theta_f = 45 \text{ }^\circ\text{C}$$

RASCUNHO

Seção 2: Dilatação térmica

Tempo ideal conforme resultado no simulado de diagnóstico

Igual ou acima de 60%: 30 minutos

Abaixo de 60%: 45 minutos

QUESTÃO 01

No início do mês de julho de 2019, foram registradas temperaturas muito baixas em várias cidades do país. Em Esmeralda, no Rio Grande do Sul, a temperatura atingiu $-2\text{ }^\circ\text{C}$ e pingentes de água congelada formaram-se em alguns lugares na cidade.

O calor específico do gelo é $2,1\text{ kJ}/(\text{kg } ^\circ\text{C})$, e o calor latente de fusão da água é igual a $330\text{ kJ}/\text{kg}$.

Sabendo que o calor específico da água é o dobro do calor específico do gelo, calcule a quantidade de calor por unidade de massa necessária para que o gelo a $-2\text{ }^\circ\text{C}$ se transforme em água a $10\text{ }^\circ\text{C}$.

- A 355,2 kJ/kg
- B 367,8 kJ/kg
- C 376,2 kJ/kg
- D 380,4 kJ/kg
- E 384,6 kJ/kg

TEXTO PARA AS PRÓXIMAS 2 QUESTÕES:

Leia com atenção o texto abaixo e responda à(s) questão(ões) a seguir.

Propriedades físicas de algumas substâncias				
(Todos os dados da tabela são válidos para pressão de 1 atm)				
Substância	Temperatura de Fusão	Temperatura de Ebulição	Calor Latente de Fusão	Calor Latente de Ebulição
Ouro	$1063\text{ }^\circ\text{C}$	$2660\text{ }^\circ\text{C}$	$64,4\text{ cal/g}$	377 cal/g
Chumbo	$327\text{ }^\circ\text{C}$	$1750\text{ }^\circ\text{C}$	$5,5\text{ cal/g}$	208 cal/g
Água	0 °	$100\text{ }^\circ\text{C}$	80 cal/g	540 cal/g
Mercúrio	$-39\text{ }^\circ\text{C}$	$68\text{ }^\circ\text{C}$	$2,82\text{ cal/g}$	68 cal/g

QUESTÃO 02

Considerando os dados da tabela e os conhecimentos científicos sobre mudança de fase das substâncias, analise as afirmativas:

- I. Não é possível encontrar água no estado líquido acima de $100\text{ }^\circ\text{C}$.
- II. É possível encontrar o mercúrio na fase líquida com temperatura abaixo de $0\text{ }^\circ\text{C}$.
- III. É necessário fornecer, aproximadamente, 2,6 vezes mais quantidade de calor para vaporizar um grama de água do que um grama de chumbo, ambos em suas respectivas temperaturas de ebulição.

Estão corretas as afirmativas

- A I e II, apenas.
- B I e III, apenas.
- C II e III, apenas.
- D I, II e III.

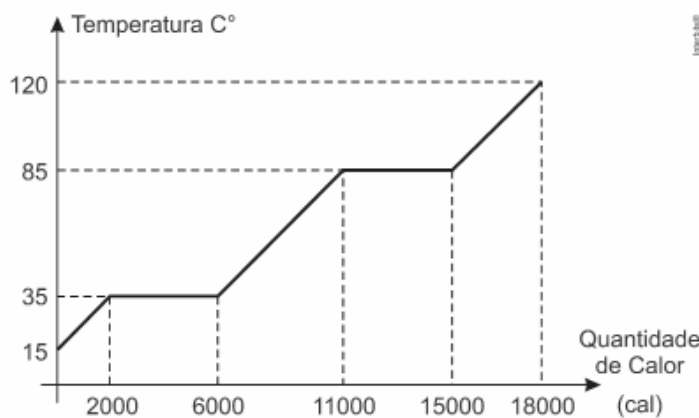
QUESTÃO 03

Uma fonte de calor é capaz de emitir, em potência máxima, 550 calorias por minuto. Supondo que toda a quantidade de calor emitida pela fonte é absorvida por 100 g de chumbo, quanto tempo essa fonte gastaria para fundir completamente essa massa de chumbo, inicialmente à temperatura de $327\text{ }^\circ\text{C}$?

- A 0,50 min.
- B 1,00 min.
- C 14,5 min.
- D 37,8 min.

QUESTÃO 04

A figura a seguir mostra a curva de aquecimento de uma amostra de 200 g de uma substância hipotética, inicialmente a $15\text{ }^\circ\text{C}$, no estado sólido, em função da quantidade de calor que esta recebe.



Determine o valor aproximado do calor latente de vaporização da substância, em cal/g.

- A 10
- B 20
- C 30
- D 40

QUESTÃO 05

A tabela abaixo mostra os valores da temperatura de ebulição da água em função da pressão a que a água está sendo submetida.

Pressão (atm)	Temperatura de Ebulição (°C)
0,474	80,0
1,0	100,0
2,0	120,0
5,0	152,0
10,0	180,0

Com base na tabela e nos conhecimentos de calorimetria, analise as afirmativas a seguir:

- I. Quanto maior a altitude local, menor será a temperatura de ebulição da água.
- II. Quanto maior a pressão exercida na água, maior será a sua temperatura de ebulição.
- III. Em uma panela de pressão, a temperatura da água no estado líquido não poderá ultrapassar os 100 °C.
- IV. À pressão de 0,474 atm e à temperatura de 90 °C, a água estará no estado líquido.

Estão corretas apenas as afirmativas

- A I e II.
 B II e III.
 C I e IV.
 D III e IV.

QUESTÃO 06

Em um calorímetro de capacidade térmica desprezível, foi misturado 1 kg de água a 40 °C e 500 g de gelo a -10 °C. Após o equilíbrio térmico, a massa de água, em gramas, encontrada no calorímetro foi de:

(Dados: calor específico da água = 1,0 cal/g·°C; calor específico do gelo = 0,55 cal/g·°C; calor latente de fusão do gelo = 80,0 cal/g.)

- A Zero
 B 645
 C 1.000
 D 1.221
 E 1.466

QUESTÃO 07

Sobre o calor, luz, som, analise as afirmativas abaixo e assinale a opção que apresenta o conceito correto.

- A Temperatura é a energia contida em um corpo aquecido.
 B Ao ferver água destilada em uma panela com tampa aberta e ao nível do mar, após a água atingir e permanecer em ebulição sua temperatura se mantém constante.
 C Um raio de luz se propaga em linha reta em meios homogêneos e opacos.
 D Um raio de luz ao atravessar de um meio material para outro tem necessariamente a sua direção de propagação e velocidade alteradas.
 E O som e a luz se propagam no vácuo.

QUESTÃO 08

Quando se fornece calor a uma substância, podem ocorrer diversas modificações decorrentes de propriedades térmicas da matéria e de processos que envolvem a energia térmica.

Considere as afirmações abaixo, sobre processos que envolvem fornecimento de calor.

- I. Todos os materiais, quando aquecidos, expandem-se.
- II. A temperatura de ebulição da água depende da pressão.
- III. A quantidade de calor a ser fornecida, por unidade de massa, para manter o processo de ebulição de um líquido, é denominado calor latente de vaporização.

Quais estão corretas?

- A Apenas I.
 B Apenas II.
 C Apenas III.
 D Apenas II e III.
 E I, II e III.

QUESTÃO 09

Qual a quantidade de calor que devemos fornecer a 200 g de gelo a -20 °C para transformar em água a 50 °C?

(Considere:

$C_{\text{gelo}} = 0,5 \text{ cal}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})$; $C_{\text{água}} = 1 \text{ cal}/(\text{g} \cdot ^\circ\text{C})$; $L_{\text{fusão}} = 80 \text{ cal/g}$)

- A 28 kcal.
 B 26 kcal.
 C 16 kcal.
 D 12 kcal.
 E 18 kcal.

QUESTÃO 10

Em um recipiente adiabático, onde não ocorrem trocas de calor com o ambiente, coloca-se **80 g** de gelo a **0 °C** com **120 g** de água. Depois de um certo tempo, observa-se que há **50 g** de gelo boiando na água em equilíbrio térmico. Sendo o calor específico da água igual a **1,0 cal/g°C** e o calor latente de fusão do gelo igual **80 cal/g**, a temperatura final da mistura e a temperatura inicial da água serão respectivamente iguais a

- A** 0,5 °C e 16,0 °C.
- B** 0,0 °C e 20,0 °C.
- C** 0,0 °C e 16,0 °C.
- D** 0,5 °C e 20,0 °C.

RASCUNHO

Gabarito da seção 2:

1. [C]
Neste processo, o gelo deve receber calor em três etapas, duas delas através do calor sensível que modifica a sua temperatura e na outra etapa, o calor latente para a mudança de fase.

1º) Aquecimento do gelo até a temperatura de fusão:

$$Q_1 = m \cdot c_{\text{gelo}} \cdot \Delta T \Rightarrow \frac{Q_1}{m} = 2,1 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} (0 - (-2)) ^\circ\text{C} \therefore \frac{Q_1}{m} = 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

2º) Derretimento do gelo:

$$Q_2 = m \cdot L_{\text{fusão}} \Rightarrow \frac{Q_2}{m} = 330 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

3º) Aquecimento final:

$$Q_3 = m \cdot c_{\text{água}} \cdot \Delta T \Rightarrow \frac{Q_3}{m} = 4,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} (10 - 0) ^\circ\text{C} \therefore \frac{Q_3}{m} = 42 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

Portanto, a razão da quantidade de calor por unidade de massa total será:

$$\frac{Q_{\text{tot}}}{m} = \frac{Q_1}{m} + \frac{Q_2}{m} + \frac{Q_3}{m}$$

$$\frac{Q_{\text{tot}}}{m} = (4,2 + 330 + 42) \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} \therefore \frac{Q_{\text{tot}}}{m} = 376,2 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$$

2. [C]
Análise das afirmativas:
[I] **Falsa.** Pode-se encontrar a água no estado líquido acima de 100°C, pois a mudança de estado é influenciada também pela pressão. Para pressões superiores à pressão atmosférica a água ferve em temperaturas superiores.

[II] **Verdadeira.** À pressão atmosférica o mercúrio congela a -39°C assim, a 0°C ainda estará líquido.

[III] **Verdadeira.** Considerando que ambas as substâncias já estão em sua temperatura de ebulição à pressão atmosférica, basta fazer a razão entre os calores latentes de ebulição (L_e) de ambas as substâncias, temos:

$$\frac{L_e(\text{água})}{L_e(\text{Pb})} = \frac{540 \text{ cal/g}}{208 \text{ cal/g}} \therefore \frac{L_e(\text{água})}{L_e(\text{Pb})} = 2,6$$

3. [B]
Como a temperatura inicial do chumbo é igual à sua temperatura de fusão à pressão atmosférica, o calor cedido pela fonte é equivalente ao calor latente (Q), e este é igual ao produto da potência da fonte pelo tempo.

$$Q = m \cdot L$$

$$Q = P \cdot t$$

Assim, juntando as equações e substituindo os valores:

$$P \cdot t = m \cdot L \Rightarrow t = \frac{m \cdot L}{P} = \frac{100 \text{ g} \cdot 5,5 \text{ cal/g}}{550 \text{ cal/min}} \therefore t = 1,00 \text{ min.}$$

4. [B]
Quantidade de calor trocada durante a vaporização (na temperatura de 85 °C):

$$Q = 15000 \text{ cal} - 11000 \text{ cal} = 4000 \text{ cal}$$

Sendo assim:

$$Q = mL$$

$$4000 = 200L$$

$$\therefore L = 20 \text{ cal/g}$$

5. [A]
Análise das afirmativas:
[I] **Verdadeira.** Quanto maior a altitude local, menor a pressão atmosférica, sendo assim a temperatura de ebulição é menor.
[II] **Verdadeira.** Pressão e temperatura são diretamente proporcionais, logo, aumentando-se a pressão a água ferve numa temperatura maior.
[III] **Falsa.** Como a panela de pressão aumenta a pressão interna além da pressão atmosférica externa, a água ferve a temperaturas acima dos 100 °C.
[IV] **Falsa.** Nesta pressão a temperatura de ebulição é menor que 90 °C, portanto a fase será gasosa.

6. [E]
Supondo a temperatura de equilíbrio igual a 0 °C, e sendo m a massa de gelo derretido, temos:

$$\Sigma Q = 0$$

$$m_{\text{água}} \cdot c_{\text{água}} \cdot \Delta Q_{\text{água}} + m_{\text{gelo}} \cdot c_{\text{gelo}} \cdot \Delta Q_{\text{gelo}} + m \cdot L_{\text{gelo}} = 0$$

$$1000 \cdot 1 \cdot (0 - 40) + 500 \cdot 0,55 \cdot (0 + 10) + m \cdot 80 = 0$$

$$-40000 + 2750 + 80m = 0$$

$$m = 465,625 \text{ g}$$

Portanto, a massa de água restante é de:

$$m_{\text{restante}} = 1000 + 465,625 = 1465,625$$

$$\therefore m_{\text{restante}} \cong 1466 \text{ g}$$

7. [B]
Durante a mudança de fase (no caso vaporização) de uma substância pura e cristalina (no caso água) a temperatura permanece constante e depende só da pressão.

8. [D]
Análise das afirmativas:

[I] Falsa. A água, por exemplo, possui uma dilatação anômala, ou seja, na faixa de 0 °C a 4 °C a água se contrai ao invés de se expandir como a maioria dos materiais quando aquecidos.

[II] Verdadeira. A temperatura de ebulição de um líquido varia diretamente com a pressão, isto é, quanto maior a pressão, maior a temperatura de ebulição e vice-versa.

[III] Verdadeira. O calor latente de vaporização da água é a energia necessária para vaporizar uma unidade de sua massa. Esse valor é de **540 cal/g**.

RASCUNHO

9. [A]

$$Q = Q_{\text{gelo}} + Q_{\text{fusão}} + Q_{\text{água}} \Rightarrow Q = m c_g \Delta T_g + m L_f + m c_a \Delta T_a \Rightarrow$$

$$Q = 200 \times 0,5 \times [0 - (-20)] + 200 \times 80 + 200 \times 1 \times (50 - 0) = 28.000 \text{ cal} \Rightarrow \boxed{Q = 28 \text{ kcal}}$$

10. [B]

Para que o gelo esteja em equilíbrio com a água ao final do processo, significa que a temperatura atingida pelo sistema foi de **0 °C**.

Com isso, o calor latente recebido pelo gelo que derreteu é exatamente igual ao calor sensível cedido pela água, pois não houve perdas para o ambiente.

Calor latente recebido pelo gelo que derreteu:

$$Q_1 = m \cdot L_f$$

$$Q_1 = 30 \text{ g} \cdot 80 \frac{\text{cal}}{\text{g}} \therefore Q_1 = 2400 \text{ cal}$$

Calor sensível cedido pela água ao gelo:

$$Q_2 = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$Q_2 = 120 \text{ g} \cdot 1,0 \text{ cal/g}^\circ\text{C} \cdot (0 - T_i)^\circ\text{C} \therefore Q_2 = -120 T_i \text{ cal}$$

Podemos ainda dizer que o somatório dos calores é igual a zero.

$$Q_1 + Q_2 = 0$$

$$2400 \text{ cal} - 120 T_i \text{ cal} = 0 \Rightarrow T_i = \frac{2400}{120} \therefore T_i = 20^\circ\text{C}$$

Seção 3: Transferência de calor

Tempo ideal conforme resultado no simulado de diagnóstico

Igual ou acima de 60%: 25 minutos

Abaixo de 60%: 35 minutos

QUESTÃO 01

Em hotéis, é comum o aquecimento de água ser a gás ou outro combustível, sendo que para o chuveiro seguem dois canos: um com água natural e outro com água aquecida. Antes da saída do chuveiro, há um misturador, que homogeneiza a mistura. Considere que após o misturador, por falhas na qualidade do isolamento térmico dos canos, há passagem de calor para o ambiente antes de a água sair no chuveiro. Considerando esse sistema, é correto afirmar que

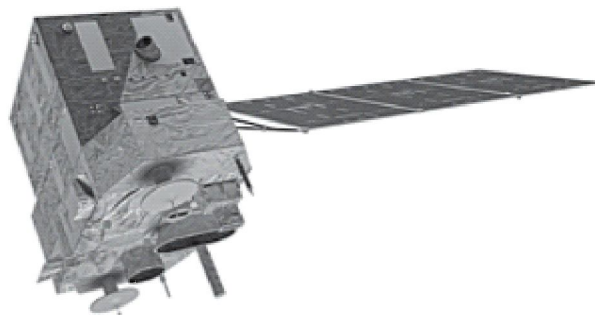
- A) há transferência de calor da água quente para a fria no misturador e, no trecho entre o misturador e a saída do chuveiro, há somente ganho de energia térmica da mistura.
- B) há transferência de calor da água quente para a fria no misturador e, no trecho entre o misturador e a saída do chuveiro, há perda de energia térmica da mistura.
- C) não há transferência de calor da água quente para a fria no misturador e, no trecho entre o misturador e a saída do chuveiro, há perda de energia térmica da mistura.
- D) não há transferência de calor da água quente para a fria no misturador e, no trecho entre o misturador e a saída do chuveiro, há ganho de energia térmica da mistura.

QUESTÃO 02

O calor pode se propagar por meio de três processos, condução, convecção e radiação, embora existam situações em que as condições do ambiente impedem a ocorrência de alguns deles. Um exemplo é a impossibilidade de ocorrência da

- A) radiação na superfície de Mercúrio, onde não há atmosfera.
- B) convecção na superfície da Lua, onde não há qualquer substância na forma líquida ou gasosa.
- C) convecção na atmosfera de Vênus, pois nela o efeito estufa é muito intenso.
- D) condução no interior dos oceanos terrestres, pois as correntes marítimas favorecem a convecção.
- E) radiação na atmosfera da Terra, pois o calor é absorvido pelos gases que a compõem.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:



<<https://tinyurl.com/yxcamb3>> Acesso em: 10.10.2019.
Original colorido.

A imagem mostra o satélite brasileiro CBERS-4 utilizado para monitoramento do nosso território e para desenvolvimento científico.

Como a maioria dos objetos colocados no espaço, o CBERS-4 é completamente envolvido por uma manta térmica protetora (Isolamento de Múltiplas Camadas, sigla em inglês MLI). Esse material tem como função diminuir o fluxo de calor, que pode ser um grande problema para objetos colocados em órbita, uma vez que facilmente eles podem ser submetidos a temperaturas maiores que $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ e menores que $-100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

QUESTÃO 03

No CBERS-4, com respeito à absorção de energia térmica proveniente do Sol, o revestimento térmico feito com o MLI, tem como função inibir a absorção de energia apenas por I , tendo em vista que no espaço não existe ou é muito rarefeita a presença de matéria que poderia auxiliar no processo de troca de calor por II com a transferência do calor de partícula para partícula ou mesmo por III , em que porções de matéria aquecida trocam de posição com porções de matéria contendo menos calor.

Assinale a alternativa que completa correta e respectivamente as lacunas da frase.

	I	II	III
A	condução	convecção	irradiação
B	condução	irradiação	convecção
C	convecção	condução	irradiação
D	irradiação	condução	convecção
E	irradiação	convecção	condução

QUESTÃO 04

O objetivo de recipientes isolantes térmicos é minimizar as trocas de calor com o ambiente externo. Essa troca de calor é proporcional à condutividade térmica k e à área interna das faces do recipiente, bem como à diferença de temperatura entre o ambiente externo e o interior do recipiente, além de ser inversamente proporcional à espessura das faces.

A fim de avaliar a qualidade de dois recipientes **A** ($40\text{ cm} \times 40\text{ cm} \times 40\text{ cm}$) e

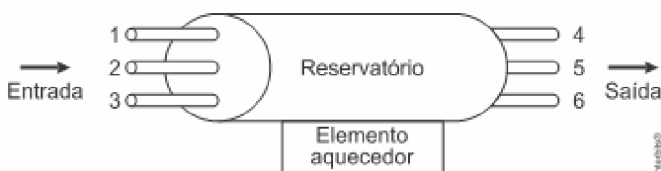
B ($60\text{ cm} \times 40\text{ cm} \times 40\text{ cm}$) de faces de mesma espessura, uma estudante compara suas condutividades térmicas k_A e k_B . Para isso suspende, dentro de cada recipiente, blocos idênticos de gelo a $0\text{ }^\circ\text{C}$, de modo que suas superfícies estejam em contato apenas com o ar. Após um intervalo de tempo, ela abre os recipientes enquanto ambos ainda contêm um pouco de gelo e verifica que a massa de gelo que se fundiu no recipiente **B** foi o dobro da que se fundiu no recipiente **A**.

A razão $\frac{k_A}{k_B}$ é mais próxima de

- A** 0,50.
- B** 0,67.
- C** 0,75.
- D** 1,33.
- E** 2,00.

QUESTÃO 05

Em uma residência com aquecimento central, um reservatório é alimentado com água fria, que é aquecida na base do reservatório e, a seguir, distribuída para as torneiras. De modo a obter a melhor eficiência de aquecimento com menor consumo energético, foram feitos alguns testes com diferentes configurações, modificando-se as posições de entrada de água fria e de saída de água quente no reservatório, conforme a figura. Em todos os testes, as vazões de entrada e saída foram mantidas iguais e constantes.



A configuração mais eficiente para a instalação dos pontos de entrada e saída de água no reservatório é, respectivamente, nas posições

- A** 1 e 4.
- B** 1 e 6.
- C** 2 e 5.
- D** 3 e 4.
- E** 3 e 5.

QUESTÃO 06

Numa sala com temperatura de $18\text{ }^\circ\text{C}$, estão dispostos um objeto metálico e outro plástico, ambos com a mesma temperatura desse ambiente. Um indivíduo com temperatura corporal média de $36\text{ }^\circ\text{C}$ segura esses objetos, um em cada mão, simultaneamente. Neste caso, é correto afirmar que há rápida transferência de calor

- A** da mão para o objeto metálico e lenta da mão para o plástico, por isso a sensação de frio maior proveniente do objeto metálico.
- B** do objeto metálico para a mão e lenta do plástico para a mão, por isso a sensação de frio maior proveniente do plástico.
- C** da mão para o plástico e lenta da mão para o objeto metálico, por isso a sensação de frio maior proveniente do plástico.
- D** do plástico para a mão e lenta do objeto metálico para a mão, por isso a sensação de calor maior proveniente do objeto metálico.
- E** da mão para o plástico e lenta da mão para o objeto metálico, por isso a sensação de calor maior proveniente do objeto metálico.

QUESTÃO 07

É possível utilizar a energia proveniente do Sol para aquecimento de água.

Um projeto simples e de baixo custo, que atinge esse objetivo, consiste em dispor uma mangueira muito longa e de cor preta, enrolada em espiral e cheia de água, sobre a superfície de uma laje exposta ao Sol. As extremidades dessa mangueira estão conectadas a um reservatório de água.

Por ser de cor preta, a mangueira é capaz de ____I____ a energia solar, que é transferida para a água contida na mangueira por ____II____. Uma bomba d'água é acionada automaticamente, de tempos em tempos, forçando a água aquecida para o interior do reservatório de onde foi retirada. Como a água aquecida é menos densa que a água fria, elas não se misturam. Assim sendo, a água aquecida permanece na parte ____III____ do reservatório.

Assinale a alternativa que apresenta as palavras que completam corretamente o texto.

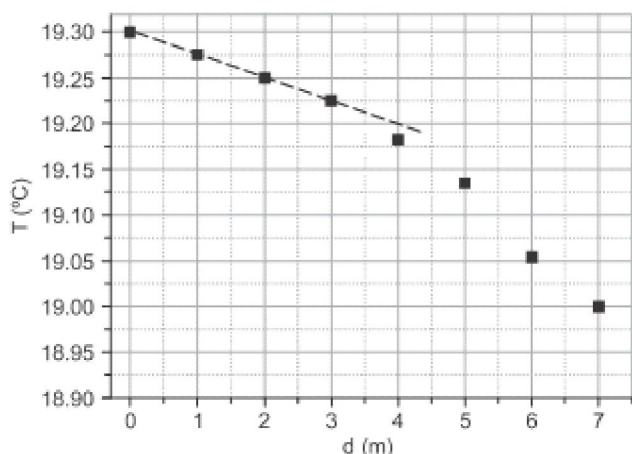
	I	II	III
A	absorver	condução	superior
B	absorver	convecção	inferior
C	refletir	condução	superior
D	refletir	condução	inferior
E	refletir	convecção	superior

Texto para a(s) questão(ões) a seguir.

Drones vêm sendo utilizados por empresas americanas para monitorar o ambiente subaquático. Esses drones podem substituir mergulhadores, sendo capazes de realizar mergulhos de até cinquenta metros de profundidade e operar por até duas horas e meia.

QUESTÃO 08

Leve em conta os dados mostrados no gráfico abaixo, referentes à temperatura da água (T) em função da profundidade (d).



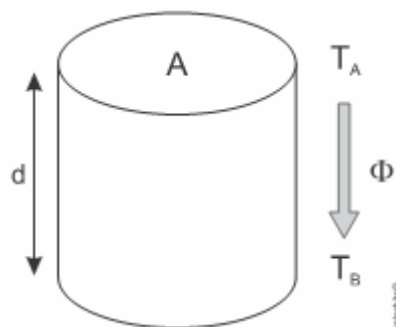
Considere um volume cilíndrico de água cuja base tem área $A = 2 \text{ m}^2$, a face superior está na superfície a uma temperatura constante T_A e a face inferior está a uma profundidade d a uma temperatura constante T_B , como mostra a figura a seguir.

Na situação estacionária, nas proximidades da superfície, a temperatura da água decai linearmente em função de d , de forma que a taxa de transferência de calor por unidade de tempo (Φ), por condução da face superior para a face inferior, é aproximadamente

constante e dada por $\Phi = kA \frac{T_A - T_B}{d}$, em que

$k = 0,6 \frac{\text{W}}{\text{m} \times ^{\circ}\text{C}}$ é a condutividade térmica da água.

Assim, a razão $\frac{T_A - T_B}{d}$ é constante para todos os pontos da região de queda linear da temperatura da água mostrados no gráfico apresentado.



Utilizando as temperaturas da água na superfície e na profundidade d do gráfico e a fórmula fornecida, conclui-se que, na região de queda linear da temperatura da água em função de d , Φ é igual a

Dados: Se necessário, use aceleração da gravidade $g = 10 \text{ m/s}^2$, aproxime $\pi = 3,0$ e $1 \text{ atm} = 10^5 \text{ Pa}$.

- A 0,03 W.
- B 0,05 W.
- C 0,40 W.
- D 1,20 W.

Gabarito da seção 3:

1. [B]
No misturador, há a transferência de calor da água quente para a fria devido a trocas por convecção. E, dado que existem falhas no isolamento térmico dos canos, há perda de energia térmica da mistura para o meio externo.
2. [B]
A convecção, ao contrário da radiação, necessita de um meio em que haja movimentação de fluidos para ocorrer. Como a Lua não apresenta uma atmosfera (e sim vácuo), se dá a impossibilidade da ocorrência de convecção.
3. [D]
A absorção de energia térmica num local onde é praticamente vácuo somente pode ocorrer por **irradiação**.
O processo de transferência de calor que se dá partícula a partícula é chamado **condução**.
Quando há movimento de massas (correntes convectivas) devido a diferenças de densidades causadas pelas diferenças de temperaturas ocorre o fenômeno da **convecção**.
4. [B]
Pelo enunciado, o fluxo de calor é dado por:
$$\Phi = \frac{k \cdot A \cdot \Delta\theta}{e}$$

Área interna dos recipientes:
 $A_A = 6 \cdot 40 \text{ cm} \cdot 40 \text{ cm} = 9600 \text{ cm}^2$
 $A_B = 4 \cdot 60 \text{ cm} \cdot 40 \text{ cm} + 2 \cdot 40 \text{ cm} \cdot 40 \text{ cm} = 12800 \text{ cm}^2$
Como há mudança de estado, podemos escrever:
$$\Phi = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{m \cdot L}{\Delta t}$$

$$\frac{m \cdot L}{\Delta t} = \frac{k \cdot A \cdot \Delta\theta}{e} \Rightarrow k = \frac{m \cdot L \cdot e}{A \cdot \Delta\theta \cdot \Delta t}$$

Portanto:
$$\frac{k_A}{k_B} = \frac{\frac{m \cdot L \cdot e}{9600 \cdot \Delta\theta \cdot \Delta t}}{\frac{m \cdot L \cdot e}{12800 \cdot \Delta\theta \cdot \Delta t}}$$

$$\therefore \frac{k_A}{k_B} \cong 0,67$$
5. [D]
Para que a água fria que entra no reservatório seja aquecida mais rapidamente, é mais adequado que ela passe pela entrada 3, pois o aquecimento seria maximizado pela proximidade com o aquecedor. E devido à diminuição da densidade da água após o aquecimento e conseqüente elevação dessa água aquecida em relação à parte fria, é ideal que a saída seja pela parte de cima, ou seja, pela saída 4.

6. [A]
O metal é um excelente condutor de calor enquanto o plástico é péssimo. Assim, o calor do corpo do indivíduo flui mais rápido pelo metal que pelo plástico, dando a sensação térmica de frio para a mão que segura o metal. Materiais com baixo calor específico como os metais tem facilidade na condução de calor por aquecerem e resfriarem mais rápido em relação a materiais com alto calor específico. Já materiais com alto calor específico aquecem e resfriam mais lentamente, como no caso do plástico e da própria água dos mares, lagos e rios, que por essa característica ajudam a manter o planeta Terra com uma variação de temperatura agradável.
7. [A]
Por ser de cor preta, a mangueira é capaz de **absorver** a energia solar e, estando em contato com água, pelo fenômeno da **condução** a água é aquecida. A água aquecida por ser menos densa sobe, ocupando a parte **superior** do reservatório.
8. [A]
Utilizando a parte linear do gráfico para d de 0 m a 2 m , obtemos:

$$\frac{T_A - T_B}{d} = \frac{19,3 \text{ }^\circ\text{C} - 19,25 \text{ }^\circ\text{C}}{2 \text{ m}} = 0,025 \text{ }^\circ\text{C/m}$$

Substituindo esse valor na relação dada, obtemos Φ :

$$\Phi = kA \frac{T_A - T_B}{d} = 0,6 \cdot 2 \cdot 0,025$$

$$\therefore \Phi = 0,03 \text{ W}$$

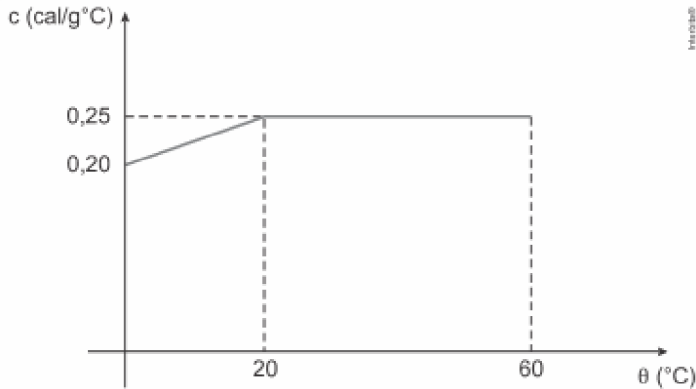
SIMULADO DE VERIFICAÇÃO

INSTRUÇÕES

1. O tempo disponível para execução deste simulado é de **35 minutos** e você poderá fazê-lo usando caneta, lápis e borracha.
2. Os 35 minutos deverão ser usados de uma só vez. Você **NÃO** poderá realizar este teste em etapas que completem o tempo proposto.
3. Faça o simulado num ambiente calmo e reservado, individualmente.
4. Não utilize quaisquer meios de consulta e mantenha todas as mídias presentes em seu ambiente desligadas, exceto um cronômetro para que você possa verificar o tempo de execução do teste.
5. Durante o tempo de execução, não se ausente do ambiente em que estiver fazendo o simulado em hipótese alguma. Isto implica que o teste deverá ser feito de uma só vez.
6. Caso o tempo se esgote antes que você termine todas as questões, pare e não resolva as demais nos minutos seguintes. Saia do local em que esteve fazendo o simulado e retorne em outro momento para terminá-lo, mas sem contabilizar o tempo.
7. Caso não imprima este simulado, você poderá usar o equivalente a uma folha de papel A4 (ou de caderno de dimensões semelhantes), frente e verso, para resolvê-lo.
8. O gabarito deste simulado está na área de gabaritos deste caderno.
9. Você poderá levar para o local de realização deste teste bebidas e comidas.
10. O tempo de leitura destas instruções não deve ser contabilizado dentro dos minutos propostos para execução deste simulado.

QUESTÃO 01

Para aquecer a quantidade de massa m de uma substância, foram consumidas 1450 calorias. A variação de seu calor específico c , em função da temperatura θ , está indicada no gráfico.

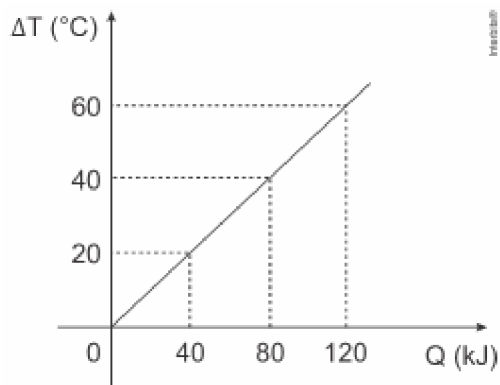


O valor de m , em gramas, equivale a:

- A 50
- B 100
- C 150
- D 300

QUESTÃO 02

Um objeto de massa $m = 500\text{ g}$ recebe uma certa quantidade de calor Q e, com isso, sofre uma variação de temperatura ΔT . A relação entre ΔT e Q está representada no gráfico a seguir.



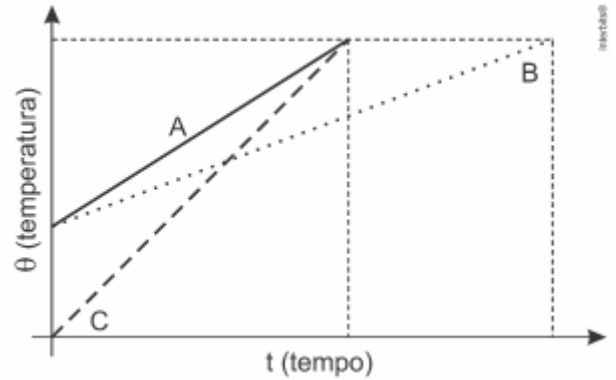
Assinale a alternativa que apresenta corretamente o valor do calor específico c desse objeto.

- A $c = 2\text{ J/g}\cdot^\circ\text{C}$.
- B $c = 4\text{ J/g}\cdot^\circ\text{C}$.
- C $c = 8\text{ J/g}\cdot^\circ\text{C}$.
- D $c = 16\text{ J/g}\cdot^\circ\text{C}$.
- E $c = 20\text{ J/g}\cdot^\circ\text{C}$.

QUESTÃO 03

Três recipientes idênticos encontram-se num mesmo local e contêm porções de água pura (m_A, m_B e m_C) no estado líquido. Essas porções são aquecidas por uma mesma fonte de calor de potência constante.

O gráfico a seguir apresenta um esboço do comportamento da temperatura dessas três porções de água com o passar do tempo de aquecimento.

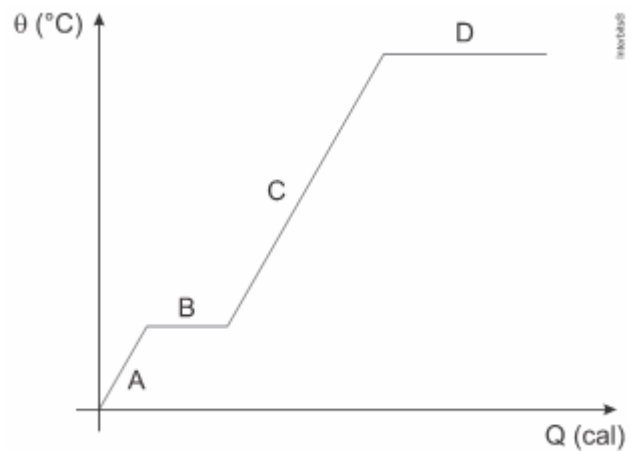


A partir do gráfico, podemos afirmar que a relação entre as massas das três porções de água é:

- A $m_C < m_A < m_B$.
- B $m_B < m_C < m_A$.
- C $m_C < m_B = m_A$.
- D $m_A > m_B = m_C$.
- E $m_B > m_A = m_C$.

QUESTÃO 04

Observe no diagrama as etapas de variação da temperatura e de mudanças de estado físico de uma esfera sólida, em função do calor por ela recebido. Admita que a esfera é constituída por um metal puro.



Durante a etapa D, ocorre a seguinte mudança de estado físico:

- A fusão
- B sublimação
- C condensação
- D vaporização

QUESTÃO 05

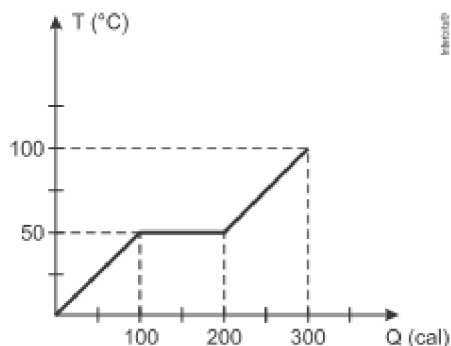
Um estudante irá realizar um experimento de física e precisará de **500 g** de água a **0 °C**. Acontece que ele tem disponível somente um bloco de gelo de massa igual a **500 g** e terá que transformá-lo em água. Considerando o sistema isolado, a quantidade de calor, em **cal**, necessária para que o gelo derreta será:

Dados: calor de fusão do gelo = **80 cal/g · °C**

- A 40
- B 400
- C 4.000
- D 40.000

QUESTÃO 06

O gráfico abaixo mostra a variação da temperatura de um corpo de **20 g** em função da quantidade de calor a ele fornecida. Durante o processo, o corpo sofre uma transição de fase, passando do estado sólido para o estado líquido.



Assinale a alternativa CORRETA:

- A a fusão do corpo ocorrerá a **100 °C** se a sua massa for de **40 g**.
- B o calor latente de fusão do corpo é de **10 cal/g**.
- C a **100 °C**, será iniciada, necessariamente, uma nova transição de fase.
- D o calor latente de fusão do corpo é de **5 cal/g**.
- E a fusão do corpo ocorrerá a **50 °C** somente se sua massa for de **40 g**.

QUESTÃO 07

De acordo com a teoria que envolve a calorimetria e a termologia, considere as seguintes afirmações:

- I. Quanto maior a temperatura de um corpo, maior a sua quantidade de calor.
- II. Quando colocamos dois corpos em contato, que se encontram com diferentes temperaturas, o corpo de maior temperatura doa calor para o corpo com menor

temperatura, logo há uma transferência de temperatura de um corpo para outro.

- III. Um corpo pode receber calor e manter a sua temperatura constante.

Está(ão) correta(s) apenas a(s) afirmativa(s)

- A I.
- B II.
- C III.
- D I e II.

QUESTÃO 08

Em 1962, um *jingle* (vinheta musical) criado por Heitor Carillo fez tanto sucesso que extrapolou as fronteiras do rádio e chegou à televisão ilustrado por um desenho animado. Nele, uma pessoa respondia ao fantasma que batia em sua porta, personificando o "frio", que não o deixaria entrar, pois não abriria a porta e compraria lãs e cobertores para aquecer sua casa. Apesar de memorável, tal comercial televisivo continha incorreções a respeito de conceitos físicos relativos à calorimetria.

DUARTE, M. *Jingle é a alma do negócio*: livro revela os bastidores das músicas de propagandas. Disponível em: <https://guiadoscuriosos.uol.com.br>.

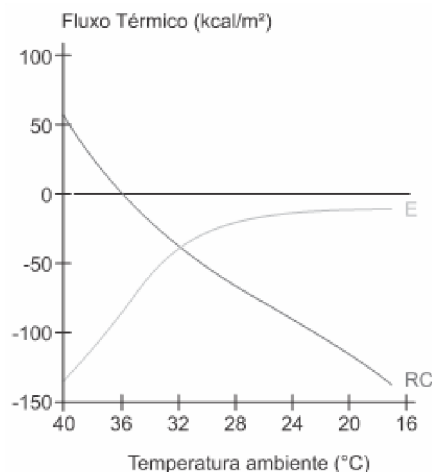
Acesso em: 24 abr. 2019 adaptado).

Para solucionar essas incorreções, deve-se associar à porta e aos cobertores, respectivamente, as funções de:

- A Aquecer a casa e os corpos.
- B Evitar a entrada do frio na casa e nos corpos.
- C Minimizar a perda de calor pela casa e pelos corpos.
- D Diminuir a entrada do frio na casa e aquecer os corpos.
- E Aquecer a casa e reduzir a perda de calor pelos corpos.

QUESTÃO 09

O gráfico mostra o fluxo térmico do ser humano em função da temperatura ambiente em um experimento no qual o metabolismo basal foi mantido constante. A linha azul representa o calor trocado com o meio por evaporação (E) e a linha vermelha, o calor trocado com o meio por radiação e convecção (RC).



(Eduardo A. C. Garcia. *Biofísica*, 1997. Adaptado.)

Sabendo que os valores positivos indicam calor recebido pelo corpo e os valores negativos indicam o calor perdido pelo corpo, conclui-se que:

- A em temperaturas entre $36\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $40\text{ }^{\circ}\text{C}$, o corpo recebe mais calor do ambiente do que perde.
- B à temperatura de $20\text{ }^{\circ}\text{C}$, a perda de calor por evaporação é maior que por radiação e convecção.
- C a maior perda de calor ocorre à temperatura de $32\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- D a perda de calor por evaporação se aproxima de zero para temperaturas inferiores a $20\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- E à temperatura de $36\text{ }^{\circ}\text{C}$, não há fluxo de calor entre o corpo e o meio.

QUESTÃO 10

Analise as proposições e indique a verdadeira:

- A Calor e energia térmica são a mesma coisa, podendo sempre ser usados tanto um termo quanto o outro, indiferentemente.
- B Dois corpos estão em equilíbrio térmico quando possuem quantidades iguais de energia térmica.
- C O calor sempre flui da região de menor temperatura para a de maior temperatura.
- D Um corpo somente possui temperatura maior que a de um outro quando sua quantidade de energia térmica também é maior que a do outro.
- E Calor é energia térmica em trânsito, fluindo espontaneamente da região de maior temperatura para a de menor temperatura.

RASCUNHO

Gabarito do simulado de verificação:

1. [B]
A área sob a curva representa o produto entre o calor específico e a temperatura, como podemos observar com o uso do calor sensível.

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

Assim, a dimensão desse produto será a razão entre a quantidade de calor e a massa:

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

Cálculo da área sob a curva:

$$\frac{Q}{m} = \left[(0,25 + 0,20) \frac{\text{cal}}{\text{g}^\circ\text{C}} \right] \cdot \frac{20^\circ\text{C}}{2} + 0,25 \frac{\text{cal}}{\text{g}^\circ\text{C}} \cdot 40^\circ\text{C} \therefore \frac{Q}{m} = 14,5 \frac{\text{cal}}{\text{g}}$$

Logo, utilizando a quantidade de calor total fornecida para o aquecimento, temos:

$$\frac{1450 \text{ cal}}{m} = 14,5 \frac{\text{cal}}{\text{g}} \Rightarrow m = \frac{1450 \text{ cal}}{14,5 \frac{\text{cal}}{\text{g}}} \therefore m = 100 \text{ g}$$

2. [B]
Quando $Q = 120 \text{ kJ} = 120.000 \text{ J}$, a variação da temperatura é $\Delta T = 60^\circ\text{C}$. Usando a equação do calor sensível:

$$Q = mc\Delta T \Rightarrow c = \frac{Q}{m\Delta T} = \frac{120.000}{500 \times 60} \Rightarrow \boxed{c = 4 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}}$$

3. [A]
A potência é a razão entre o calor fornecido e o tempo:

$$P = \frac{Q}{\Delta t} \Rightarrow mc\Delta T = P\Delta t \Rightarrow \frac{\Delta T}{\Delta t} = \frac{P}{mc}$$

Essa expressão mostra que a taxa de variação temporal da temperatura (declividade da reta) é inversamente proporcional à massa. Portanto, a porção de maior massa corresponde à da reta de menor declividade.

Assim: $\boxed{m_C < m_A < m_B}$

4. [D]
Como a esfera está inicialmente na fase sólida, para cada uma das etapas indicadas no gráfico, têm-se:
A – aquecimento do sólido.
B – fusão do sólido.

5. [D]
 $Q = m \cdot L \Rightarrow Q = 500 \cdot 80 \Rightarrow Q = 40.000 \text{ cal}$

6. [D]
[A] Falsa. O gráfico nos mostra que a fusão acontece à 50°C , e essa temperatura independe da massa do material.

- [B] Falsa. O calor latente de fusão L é dado por: $L = \frac{Q}{m}$, onde Q é a quantidade de calor usado na fusão e m é a massa do material.

$$L = \frac{Q}{m} \Rightarrow L = \frac{(200 - 100) \text{ cal}}{20 \text{ g}} \therefore L = 5 \frac{\text{cal}}{\text{g}}$$

- [C] Falsa. A 100°C não é possível definir se há mais uma mudança de fase, pois deveria, para tanto, haver uma variação da inclinação da curva.
[D] Verdade. Rever o cálculo da alternativa b).
[E] Falsa. Conforme a alternativa a), a temperatura de fusão não depende da massa.

7. [C]
Análise das afirmativas.

[I] **Falsa.** O calor é energia térmica em trânsito de um corpo com maior temperatura para outro corpo com temperatura menor. Assim, para ser chamada de calor, essa energia deve ser transitória entre os corpos.

[II] **Falsa.** Há transferência de energia térmica do corpo com maior temperatura para o de menor temperatura, e não transferência de temperatura.

[III] **Verdadeira.** É o caso de produção de trabalho no processo isotérmico de expansão de um gás que movimenta um êmbolo, realizando trabalho. Neste caso, o calor recebido pelo gás é exatamente igual ao trabalho executado pelo gás, assim ele mantém sua temperatura constante.

8. [C]
As lãs e cobertores não funcionam como "aquecedores", mas sim evitando que o calor presente na casa e no corpo da pessoa seja transferido para o ambiente exterior. Ou seja, servem para minimizar as perdas de calor.

9. [D]
[A] **Errada.** Em temperaturas entre 36°C e 40°C , em valores aproximados, o corpo recebe de 0 a 50 kcal/m^2 e perde de 90 a 130 kcal/m^2 .

[B] **Errada.** À temperatura de 20°C , a perda de calor por evaporação é cerca de 10 kcal/m^2 e a perda de calor por radiação e convecção é cerca de 110 kcal/m^2 .

[C] **Errada.** No intervalo mostrado pelo gráfico, a maior perda de calor ocorre próximo a 16°C , sendo cerca de 130 kcal/m^2 por radiação e convecção e 10 kcal/m^2 por evaporação.

[D] **Certa.**
[E] **Errada.** À temperatura de 36°C , a perda de calor por radiação e convecção aproxima-se de zero, mas o corpo está perdendo cerca de 90 kcal/m^2 por evaporação.

10. [E]

[A] **Falsa.** Calor é energia térmica em trânsito, fluindo espontaneamente da região de maior temperatura para a de menor temperatura.

[B] **Falsa.** Dois corpos estão em equilíbrio térmico quando estão à mesma temperatura, ou seja quando as energias cinéticas médias das moléculas são iguais.

[C] **Falsa.** O calor somente flui da região de menor temperatura para a de maior temperatura quando o processo é forçado, como acontece nas máquinas térmicas refrigeradoras.

[D] **Falsa.** A temperatura é diretamente proporcional à energia cinética média de agitação das partículas.

[E] **Verdadeira.** É exatamente o conceito de calor, com já especificado na proposição [A].



 @doutor fisico