

Questão 1

Os cálculos dos pesquisadores sugerem que a temperatura média dessa estrela é de $T_i = 2.700 \text{ }^\circ\text{C}$. Considere uma estrela como um corpo homogêneo de massa $M = 6,0 \times 10^{24} \text{ kg}$ constituída de um material com calor específico $c = 0,5 \text{ kJ}/(\text{kg } ^\circ\text{C})$. A quantidade de calor que deve ser perdida pela estrela para que ela atinja uma temperatura final de $T_f = 700 \text{ }^\circ\text{C}$ é igual a

- a) $24,0 \cdot 10^{27} \text{ kJ}$.
- b) $6,0 \cdot 10^{27} \text{ kJ}$.
- c) $8,1 \cdot 10^{27} \text{ kJ}$.
- d) $2,1 \cdot 10^{27} \text{ kJ}$.

Gabarito:

B

Resolução:



Questão 2

Quando se retira uma garrafa de vidro com água de uma geladeira, depois de ela ter ficado lá por algum tempo, veem-se gotas d'água se formando na superfície externa da garrafa.

Isso acontece graças, principalmente, à

- A) condensação do vapor de água dissolvido no ar ao encontrar uma superfície à temperatura mais baixa.
- B) diferença de pressão, que é maior no interior da garrafa e que empurra a água para seu exterior.
- C) porosidade do vidro, que permite a passagem de água do interior da garrafa para sua superfície externa.
- D) diferença de densidade entre a água no interior da garrafa e a água dissolvida no ar, que é provocada pela diferença de temperaturas.
- E) condução de calor através do vidro, facilitada por sua porosidade.

Gabarito:

A

Resolução:

Quando retiramos a garrafa de água da geladeira, ela está a uma temperatura mais baixa que a temperatura do ar fora da geladeira. Ocorre então o fenômeno da condensação: quando o vapor de água dissolvido no ar, a uma temperatura mais alta, se resfria e retorna ao estado líquido. B é incorreta, pois a pressão no interior da garrafa é menor que no exterior. C e E são incorretas, pois o vidro não é um material poroso.

Questão 3

Recentemente houve incidentes com meteoritos na Rússia e na Argentina, mas felizmente os danos foram os menores possíveis, pois, em geral, os meteoritos ao sofrerem atrito com o ar se incineram e desintegram antes de tocar o solo. Suponha que um meteorito de 20 kg formado basicamente por gelo entra na atmosfera, sofre atrito com o ar e é vaporizado completamente antes de tocar o solo. Considere o calor latente de fusão e de vaporização da água iguais a 300 kJ/kg e 2.200 kJ/kg, respectivamente. O calor específico do gelo é 0,5 cal/(g °C) e da água líquida é 1,0 cal/(g °C). Admita que 1 cal é igual a 4,2 J. Supondo que o bloco de gelo estava à temperatura de -10 °C antes de entrar na atmosfera, calcule qual é a quantidade de energia fornecida pelo atrito, em joules, para:

a) aumentar a temperatura do bloco de gelo de -10 °C até gelo a 0 °C.

b) transformar o gelo que está na temperatura de 0 °C em água líquida a 20 °C.

Gabarito:

(Resolução oficial)

Dados: $m = 20\text{kg}$; $L_f = 300\text{kJ/kg}$; $L_v = 2200\text{kJ/kg}$; $c_{\text{gelo}} = 0,5\text{cal/g}^\circ\text{C}$; $c_{\text{agua}} = 1,0\text{cal/g}^\circ\text{C}$

a) Aumentar a temperatura do bloco de gelo de -10 °C até gelo a 0 °C.

• Variação da temperatura:

$$\Delta T = T_f - T_i = 0 - (-10) = 10^\circ\text{C}$$

• Energia para aquecer o gelo:

$$Q = m_{\text{gelo}} c_{\text{gelo}} \Delta T = 20\text{kg} \times 0,5 \frac{\text{cal}}{10^{-3}\text{kg}^\circ\text{C}} \times 10^\circ\text{C} \times \frac{4,2\text{J}}{1\text{cal}} = 4,20 \times 10^3\text{J} = 420\text{kJ}$$

b) Transformar o gelo a 0 °C em água líquida a 20 °C.

• Energia para liquefazer o gelo:

$$Q_{\text{fusao}} = m_{\text{gelo}} L_f = 20\text{kg} \times 300 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}} = 6,0 \times 10^6\text{J} = 6000\text{kJ}$$

• Aumentar a temperatura da água:

$$\Delta T = T_f - T_i = 20 - (0) = 20^\circ\text{C}$$

- Energia para aquecer a água líquida:

$$Q_{aquec} = m_{\text{agua}} c_{\text{agua}} \Delta T = 20 \text{kg} \times 1,0 \frac{\text{cal}}{10^{-3} \text{kg}^\circ \text{C}} \times 20^\circ \text{C} \times \frac{4,20 \text{J}}{1 \text{cal}} = 1,68 \times 10^6 \text{J} = 1680 \text{kJ}$$

- Energia total utilizada no processo:

$$Q_{\text{tot}} = Q_{\text{fusao}} + Q_{\text{aquec}} = 6,00 \times 10^6 + 1,68 \times 10^6 = 7,68 \times 10^6 \text{J}$$

Questão 4

Sabe-se que a densidade e o calor específico da água no estado líquido são respectivamente iguais a 1,0 kg/L e 4.200 J/(kg °C). Despeja-se um litro de água à temperatura T em um recipiente de capacidade térmica 1.680 J/°C, inicialmente a 73 °C. Considerando que as trocas de calor só ocorrem entre a água e o recipiente, qual o valor de T, em °C, se a temperatura da água, após o equilíbrio térmico ser atingido, é de 63 °C?

Gabarito:

59

Resolução:

(Resolução oficial)

Pela conservação da energia, temos que

$$(1 \text{ kg/L})(1 \text{ L})[4.200 \text{ J}/(\text{kg} \text{ }^\circ \text{C})](63 \text{ }^\circ \text{C} - T) + (1.680 \text{ J}/^\circ \text{C})(63 \text{ }^\circ \text{C} - 73 \text{ }^\circ \text{C}) = 0.$$

Desta equação, obtemos $4.200(63 - T) - 16.800 = 0$, ou ainda, $63 - T - 4 = 0$, ou seja, $T = 59 \text{ }^\circ \text{C}$.

Questão 5

Um contêiner com equipamentos científicos é mantido em uma estação de pesquisa na Antártida. Ele é feito com material de boa isolamento térmica e é possível, com um pequeno aquecedor elétrico, manter sua temperatura interna constante, $T_i = 20 \text{ }^\circ \text{C}$, quando a temperatura externa é $T_e = -40 \text{ }^\circ \text{C}$. As paredes, o piso e o teto do contêiner têm a mesma espessura, $\xi = 26 \text{ cm}$, e são de um mesmo material, de condutividade térmica $k = 0,05 \text{ J}/(\text{s} \cdot \text{m} \cdot \text{ }^\circ \text{C})$. Suas dimensões internas são $2 \times 3 \times 4 \text{ m}^3$. Para essas condições, determine

- a) a área A da superfície interna total do contêiner;
- b) a potência P do aquecedor, considerando ser ele a única fonte de calor;
- c) a energia E, em kWh, consumida pelo aquecedor em um dia.

Note e adote:

A quantidade de calor por unidade de tempo (Φ) que flui através de um material de área A , espessura ξ e condutividade térmica k , com diferença de temperatura ΔT entre as faces do material, é dada por: $\Phi = \frac{kA\Delta T}{\xi}$.

Gabarito:

a) Considerando que o contêiner é uma caixa retangular de lados $2 \times 3 \times 4$ a área total interna é composta por:

- 2 placas 2×3 ;
- 2 placas 4×2 ;
- 2 placas 4×3 ;

$$A_{total} = 2 \cdot (2 \cdot 3) + 2 \cdot (4 \cdot 2) + 2 \cdot (4 \cdot 3) = 52 \text{ m}^2$$

b) A potência é numericamente determinada pela equação do fluxo:

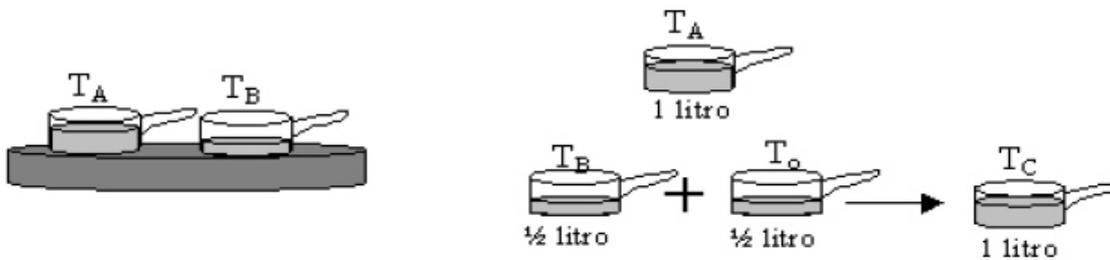
$$\Phi = \frac{kA\Delta T}{\xi} = \frac{0,05 \cdot 52 \cdot 60}{0,26} = 600 \text{ W} = 0,6 \text{ kW}$$

c) A energia consumida pelo aquecedor é de:

$$E = P \cdot \Delta t = 0,6 \text{ kW} \cdot 24 \text{ h} = 14,4 \text{ kWh}$$

Questão 6

Um cozinheiro deseja aquecer um litro de água que está na temperatura ambiente, até uma temperatura inferior à temperatura de ebulição. Para isso, utiliza como fonte de calor uma grande chapa de ferro de um fogão, que é mantida sempre numa temperatura constante e superior à temperatura em que deseja aquecer a água. O cozinheiro resolve aplicar dois métodos diferentes, usando duas panelas idênticas, A e B. Na panela A, coloca um litro de água na temperatura ambiente T_0 , enquanto, na outra panela, coloca apenas meio litro de água também na temperatura ambiente T_0 . Em seguida, as coloca simultaneamente sobre a chapa quente para serem aquecidas. Após um certo tempo, retira-as simultaneamente da chapa, e o litro de água da panela A está a uma temperatura T_A , e o $\frac{1}{2}$ litro de água da panela B está a uma temperatura T_B . Em seguida, completa-se na panela B, mais $\frac{1}{2}$ litro de água na temperatura ambiente, e a mistura homogênea atinge o equilíbrio térmico na temperatura T_C , veja a figura. Considere as duas panelas com as mesmas características térmicas, e que, durante o aquecimento, o calor foi transferido apenas por condução da chapa para as panelas, e que em todos os processos não houve perdas de calor para outras vizinhanças. Com fundamento nos processos de convecção e condução de calor, assinale a(s) alternativa(s) correta(s).



(001) A taxa de calor, que é transferida da panela A para a água, é maior que a taxa de calor que é transferida da panela B para a água.

(002) Como a panela A possui o dobro do volume de água da panela B, ao retirar as duas simultaneamente da chapa, a temperatura T_A da água (1 litro), que está na panela A, é a metade da temperatura da água (0,5 litro) que está na panela B.

(004) Após complementar a panela B com mais 0,5 litro de água, na temperatura ambiente, a temperatura de equilíbrio T_C será menor que a temperatura T_A .

(008) A taxa de calor que é transferida da panela A para a água, isto é, $\Delta Q / \Delta t$, é sempre constante enquanto a água está sendo aquecida, porque a temperatura da chapa é constante.

(016) Se um misturador mantivesse a distribuição de temperatura, na água, homogênea, e sem acontecer perdas de calor para as vizinhanças durante o aquecimento, mais calor seria transferido para a água no mesmo intervalo de tempo se não houvesse misturador.

Gabarito:

21

Resolução:

001 + 004 + 016 = 021

(001) Certa. A quantidade de calor do corpo depende da sua massa, e o corpo A tem maior massa do que o corpo B.

(002) Errada. As temperaturas serão as mesmas.

(004) Certa. Ao atingir o equilíbrio térmico, a água que se encontra na panela B teve sua temperatura diminuída, pois entrou em contato com água a uma temperatura menor.

(008) Errada. A temperatura da água varia.

(016) Certa. Quanto maior a velocidade das partículas maior a energia interna e, portanto, maior a temperatura.

Questão 7

Um nutricionista recomenda a certo jogador de futebol uma dieta de ingestão diária de 3.200 kcal, em que 1 kcal = 1.000 cal. Suponha que toda essa energia fosse transferida, na forma de calor, para uma tonelada de água, inicialmente a 20 °C, com o objetivo de aumentar a sua temperatura. Sabendo que o calor específico da água é de 1 cal/(g°C), qual a temperatura final dessa quantidade de água após a transferência de calor?

- A) 20,00032 °C
- B) 20,0032 °C
- C) 20,032 °C
- D) 20,32 °C
- E) 23,2 °C

Gabarito:

E

Resolução:

(Resolução oficial)

A expressão para o calor sensível é $Q = mc(T_f - T_i)$, em que, nesse caso, o calor transferido é $Q = 3.200.000$ cal, a massa da água é $m = 1.000.000$ g, o calor específico foi dado, $c = 1$ cal/(g°C), e a temperatura inicial é de $T_i = 20$ °C. Substituindo esses dados na expressão, obtém-se, como resultado, a temperatura final da água, $T_f = 23,2$ °C.

Questão 8

Um satélite de transmissão de dados é posicionado estrategicamente sobre a cidade do Rio de Janeiro a uma altitude de 20.000 km.

Sabendo que este satélite é geoestacionário, i.e., fica parado em relação a uma localização geográfica no Rio de Janeiro, calcule o período da órbita deste satélite, em horas, em torno do eixo da terra.

- a) 0
- b) 6
- c) 12
- d) 24
- e) 365

Gabarito:

D

Resolução:

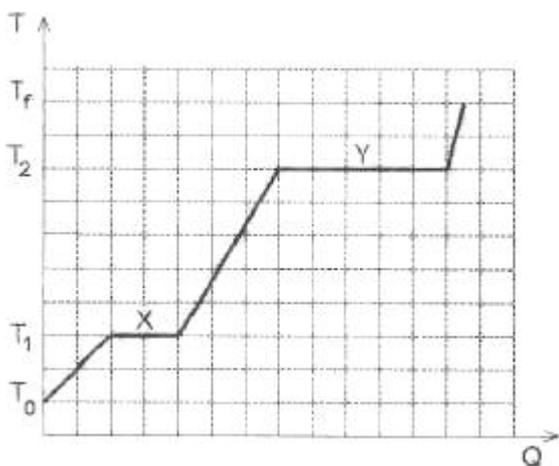
(Resolução oficial)

- a) Incorreta. O aluno desconsiderou a rotação da terra em torno do seu eixo.
 - b) Incorreta. O aluno desconsiderou a informação de que o satélite é geoestacionário.
 - c) Incorreta. O aluno desconsiderou a informação de que o satélite é geoestacionário.
 - d) Correta. Como o satélite é geoestacionário, o mesmo possui o mesmo período que qualquer ponto localizado no Rio de Janeiro que pode ser considerado de 24h.
 - e) Incorreta. O aluno calculou o período da órbita do satélite em torno do sol.
-

Questão 9

Uma amostra de uma substância encontra-se, inicialmente, no estado sólido na temperatura T_0 . Passa, então, a receber calor até atingir a temperatura final T_f , quando toda a amostra já se transformou em vapor.

O gráfico a seguir representa a variação da temperatura T da amostra em função da quantidade de calor Q por ela recebida.



Considere as seguintes afirmações, referentes ao gráfico.

- I - T_1 e T_2 são, respectivamente, as temperaturas de fusão e de vaporização da substância.
- II - No intervalo X, coexistem os estados sólido e líquido da substância.
- III - No intervalo Y, coexistem os estados sólido, líquido e gasoso da substância.

Quais estão corretas?

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

Gabarito:

D

Resolução:

III - Incorreta. No intervalo Y coexistem somente os estados líquido e gasoso, pois está ocorrendo uma mudança de fase.

Questão 10

Uma escala termométrica N, em comparação com a escala termométrica Celsius, pode ser representada em um gráfico que contém a escala N no eixo vertical e a escala Celsius no eixo horizontal. Nesse gráfico, observa-se que a relação entre as duas escalas é linear e que a reta descrita por essa relação passa pelos pontos (0, -50) e (50, 150). Com base nessas informações, analise as alternativas e assinale o que for correto.

- 01) -50 °N equivale a aproximadamente 273 K.
- 02) A temperatura de ebulição da água, à pressão de 1 atm, na escala N, é de 300 °N.
- 04) A variação de uma unidade na escala Kelvin equivale à variação de 4 unidades na escala N.
- 08) Para determinar o rendimento de uma máquina térmica de Carnot, os valores das temperaturas dos reservatórios térmicos podem ser expressos tanto em °C quanto em °N.
- 16) 10 °C equivalem a 30 °N.

Gabarito:

01 + 04 = 05

Resolução:

A equação de conversão entre as escalas C e N é:

$$\frac{T_C - 0}{50 - 0} = \frac{T_N - (-50)}{150 - (-50)}$$

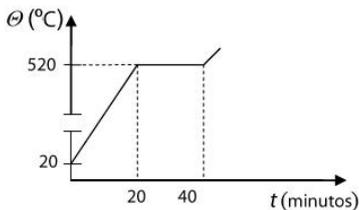
$$\frac{T_C}{50} = \frac{T_N + 50}{200}$$

$$T_C = \frac{T_N + 50}{4}$$

- 01) Correto. Aplicando $T_C = 0 \text{ °C} = 273 \text{ K}$ na equação dada, obtemos $T_N = -50 \text{ °C}$.
- 02) Incorreto. Aplicando $T_C = 100 \text{ °C}$ na equação de conversão obtemos $T_N = 350 \text{ °N}$.
- 04) Correto. Como o intervalo analisado da escala N (-50 °N a 150 °N) é 4 vezes maior que a escala C (0 °C a 50 °C), as variações serão proporcionais entre si por um fator 4.
- 08) Incorreto. As Leis da Termodinâmica são construídas a partir de temperaturas dadas em kelvin, unidade que representa a temperatura de acordo com o nível de agitação molecular.
- 16) Incorreto. Aplicando $T_C = 10 \text{ °C}$ na equação de conversão, temos que $T_N = -10 \text{ °N}$.

Questão 11

Uma substância de 900 g, inicialmente em estado sólido, é colocada em um sistema de aquecimento de 300 W. Verifica-se que os 900 g da substância estão no estado líquido após 40 minutos de aquecimento. O gráfico a seguir mostra a temperatura θ da substância em função do tempo t que ela permanece no sistema de aquecimento.



A partir do gráfico e das demais informações, foram feitas as seguintes afirmações:

- I. A temperatura de fusão da substância é 500 °C.
- II. O calor específico da substância no estado sólido é igual a 0,2 cal/g °C.
- III. O calor latente de fusão da substância é igual a 100 cal/g.

Dentre estas afirmações, apenas estão corretas:

Dado: 1 cal = 4 J.

- a) I e II.
- b) III.
- c) II e III.
- d) II.
- e) I.

Gabarito:

C

Resolução:

I. Incorreta. A temperatura de fusão da substância é 520 °C, região no gráfico onde a temperatura se mantém constante.

II. Verdadeira. A potência da fonte de calor é de 300 J/s = 75 cal/s. Em um período de 20 minutos são fornecidas 90.000 calorias para variar 500 °C da substância de 900 g, logo:

$$c = \frac{Q}{m\Delta t} = \frac{90.000}{900 \cdot 500} = 0,2 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$$

III. Verdadeira. A substância recebe também 90.000 calorias para alterar seu estado físico, uma vez que também permanece 20 minutos em contato com a fonte térmica. Logo:

$$L = \frac{Q}{m} = \frac{90.000}{900} = 100 \text{ cal / g}$$
