

COLÉGIO PEDRO II

PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA, EXTENSÃO E CULTURA

PROGRAMA DE RESIDÊNCIA DOCENTE

RESIDENTE DOCENTE: Marcia Cristina de Souza Meneguite Lopes

MATRÍCULA: P4112515

INSCRIÇÃO: PRD.FIS.0006/15

CALORIMETRIA, MUDANÇA DE TEMPERATURA E TROCA DE CALOR

Lista de Exercícios com Gabarito e Soluções Comentadas

**1** – Admita que o corpo humano transfira calor para o meio ambiente na razão de 2,0 kcal/min. Se esse calor pudesse ser aproveitado para aquecer água de 20°C até 100°C, a quantidade de calor transferido em 1,0 hora aqueceria uma quantidade de água, em kg, igual a:

Adote: Calor específico da água = 1,0 cal/g°C.

- a) 1,2.
- b) 1,5.
- c) 1,8.
- d) 2,0.
- e) 2,5.

**2** – Massas iguais de cinco líquidos distintos, cujos calores específicos estão dados na tabela adiante, encontram-se armazenadas, separadamente e à mesma temperatura, dentro de cinco recipientes com bom isolamento e capacidade térmica desprezível. Se cada líquido receber a mesma quantidade de calor, suficiente apenas para aquecê-lo, mas sem alcançar seu ponto de ebulição, aquele que apresentará temperatura mais alta, após o aquecimento, será:

Líquido	Calor Específico (J/g°C)
Água	4,19
Petróleo	2,09
Glicerina	2,43
Leite	3,93
Mercúrio	0,14

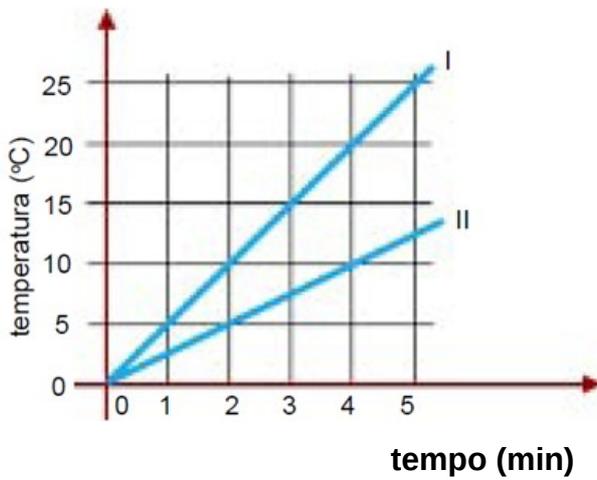
- a) a água.
- b) o petróleo.
- c) a glicerina.
- d) o leite.

e) o mercúrio.

**3** – Massas iguais de água e óleo combustível foram aquecidas num calorímetro, separadamente, por meio de uma resistência elétrica que forneceu energia térmica com a mesma potência constante, ou seja, em intervalos de tempo iguais, cada uma das massas recebeu a mesma quantidade de calor. Os gráficos na figura adiante representam a temperatura desses líquidos no calorímetro em função do tempo, a partir do instante em que iniciou o aquecimento.

a) Qual das retas, I ou II, é a da água, sabendo-se que seu calor específico é maior que o do óleo? Justifique sua resposta.

b) Determine a razão entre os calores específicos da água e do óleo, usando os dados do gráfico.



**4** – Calor de combustão é a quantidade de calor liberada na queima de uma unidade de massa do combustível. O calor de combustão do gás de cozinha (GLP) é 6000 kcal/kg. Aproximadamente quantos litros de água, em temperatura de 20°C, podem ser aquecidos até a temperatura de 100°C com um bujão de gás de 13 kg? Adote: calor específico da água: 1,0 cal/g°C. Despreze perdas de calor:

- a) 1 litro.
- b) 10 litros.
- c) 100 litros.
- d) 1000 litros.
- e) 6000 litros.

**5** – Na cozinha do refeitório de uma refinaria, há dois caldeirões com água, na temperatura de 20°C e outro na de 80°C. Quantos litros se deve pegar de cada um, de modo a resultarem, após a mistura, 10 litros de água a 26°C?

**6** – Quando dois corpos de tamanhos diferentes estão em contato e em equilíbrio térmico, e ambos isolados do meio ambiente pode-se dizer que:

- a) o corpo maior é o mais quente.
- b) o corpo menor é o mais quente.
- c) não há troca de calor entre os corpos.
- d) o corpo maior cede calor para o corpo menor.
- e) o corpo menor cede calor para o corpo maior.

**7** – Para se medir a quantidade de calor trocada entre dois corpos, em temperaturas diferentes, usa-se, dentre outras, a unidade joule (símbolo: J) ou a unidade caloria (símbolo: cal), que se relacionam por:  $1 \text{ cal} = 4,18 \text{ J}$  (aproximadamente). Então, a quantidade de calor:  $Q = 1045 \text{ J}$ , corresponde, em kcal (quilocaloria), a:

- a) 418.
- b) 250.
- c) 41,8.
- d) 2,5.
- e) 0,25.

**8** – Assinale a alternativa **errada**.

- a) Os corpos dilatam-se sob efeito do calor.
- b) Dois corpos em equilíbrio térmico têm, necessariamente, a mesma temperatura.
- c) A transferência de calor faz-se do corpo mais frio para o mais quente.
- d) Quando um corpo absorve calor, sua energia térmica aumenta.
- e) Temperatura é a medida da energia térmica de um corpo.

**9** – No inverno, diariamente, um aquecedor elétrico é utilizado para elevar a temperatura de 120 litros de água em  $30 \text{ }^\circ\text{C}$ . Considere a densidade absoluta da água igual a  $1,0 \text{ g/cm}^3$ , o calor específico da água igual a  $1,0 \text{ cal.g}^{-1}\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ,  $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$  e custo de  $1 \text{ kWh} = \text{R\$ } 0,50$ .

Durante 30 dias de inverno, o gasto total com este dispositivo, em reais, é cerca de:

- a) 21
- b) 42
- c) 63
- d) 84
- e) 105

**10** – Um sistema é constituído por uma pequena esfera metálica e pela água contida em um reservatório. Na tabela, estão apresentados dados das partes do sistema, antes de a esfera ser inteiramente submersa na água.

Partes do Sistema	Temperatura Inicial (°C)	Capacidade Térmica (cal/°C)
Esfera Metálica	50	2
Água do Reservatório	30	2.000

A temperatura final da esfera, em graus Celsius, após o equilíbrio térmico com a água do reservatório, é cerca de:

- a) 10
- b) 20
- c) 30
- d) 40
- e) 50

## GABARITO

### 1 – Letra B – Média

$$P = 2\text{kcal/min} = 2.000\text{cal/min}$$

$$\Delta t = 1\text{h} = 60\text{min}$$

$$Q = P \Delta t$$

$$Q = 2.000 * 60$$

$$Q = 120.000\text{cal}$$

Da equação fundamental da calorimetria  $Q = m c \Delta T$ , chegamos numa expressão para a massa  $m$ :

$$c = 1,0 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 100 - 20 = 80^\circ\text{C}$$

$$m = Q/c \Delta T$$

$$m = 120.000/(1 * 80)$$

$$m = 1.500\text{g}$$

$$m = 1,5\text{kg}$$

### 2 – Letra E – Média

De acordo com a Equação Fundamental da Calorimetria  $Q = m c \Delta T$ , a variação de temperatura  $\Delta T$  é inversamente proporcional ao calor específico  $c$ , pois  $\Delta T = Q/(m c)$ . Logo, quanto menor o calor específico, maior a variação de temperatura, por isso a substância **mercúrio** que apresenta o **menor calor específico** atingirá a **temperatura mais alta**, já que inicialmente todas as substâncias estavam à mesma temperatura.

### 3 – a) água b) 2 – Média

- a) De acordo com a Equação Fundamental da Calorimetria  $Q = m c \Delta T$ , a variação de temperatura  $\Delta T$  é inversamente proporcional ao calor específico  $c$ , pois  $\Delta T = Q/(m c)$ . Logo, quanto maior o calor específico, menor a variação de temperatura, por isso, se a água tem maior calor específico que o óleo, nela a variação de temperatura será menor,

então a reta II representa o comportamento da água.

$$b) c = (P \Delta t)/(m \Delta T)$$

$$c_a/c_o = [(P \Delta t)/(m \Delta T_a)]/[(P \Delta t)/(m \Delta T_o)]$$

Como a potência **P**, o intervalo de tempo **Δt** e a massa **m** para as duas substâncias são iguais, estas grandezas podem ser simplificadas, resultando em:

$$c_a/c_o = \Delta T_o/\Delta T_a$$

Substituindo os valores obtidos no gráfico:

$$c_a/c_o = 25/12,5$$

$$c_a/c_o = 2$$

#### 4 – Letra D – Fácil

$$Q = 6.000 * 13$$

$$Q = 78.000 \text{ kcal} = 78.000.000 \text{ cal}$$

$$Q = m c \Delta T$$

$$78.000.000 = m * 1 * (100 - 20)$$

$$m = 78.000.000/80$$

$$m = 975.000 \text{ g} = 975 \text{ kg}$$

O volume ocupado por 975 quilogramas de água é 975 litros. Logo, são aproximadamente **1.000 litros**.

#### 5 – 20°C (9 L) e 80°C (1L) – Média

O volume de 1 litro de água tem massa de 1 kg. Logo, podemos usar:

$m_1 = m$  é a massa de água a 20°C

$m_2 = (10 - m)$  é a massa de água a 80°C

$V_1 = V$  é o volume de água a 20°C

$V_2 = (10 - V)$  é o volume de água a 80°C

$$Q_C = Q_R$$

$$m_1 c \Delta T_1 = m_2 c \Delta T_2$$

$$m \cdot c \cdot (26 - 20) = (10 - m) \cdot c \cdot (80 - 26)$$

Podemos simplificar o calor específico  $c$  que aparece dos dois lados da equação:

$$m \cdot 6 = (10 - m) \cdot 54$$

$$6m = 540 - 54m$$

$$6m + 54m = 540$$

$$60m = 540$$

$$m = 540/60 = 9 \text{ kg}$$

$$m_1 = m = 9 \text{ kg}$$

$$m_2 = (10 - m) = 10 - 9 = 1 \text{ kg}$$

**$V_1 = 9$  litros, é o volume de água a  $20^\circ\text{C}$ .**

**$V_2 = (10 - V) = 1$  litro, é o volume de água a  $80^\circ\text{C}$ .**

## 6 – Letra C – Fácil

Se os dois corpos estão em equilíbrio térmico, estão à mesma temperatura, e se estão à mesma temperatura não há troca de calor.

## 7 – Letra E – Fácil

Convertendo joules para calorias:

$$Q = 1.045/4,18$$

$$Q = 250 \text{ cal}$$

Convertendo calorias para quilocalorias:

$$Q = 250/1.000$$

$$Q = 0,25 \text{ Kcal}$$

## 8 – Letra C – Fácil

Calor é energia em trânsito que flui de um corpo mais quente para um corpo mais frio.

## 9 – Letra C – Difícil

A energia necessária para elevar diariamente a temperatura dessa quantidade de água é dada por:

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

A densidade absoluta da água é igual a  $1,0 \text{ g/cm}^3 = 10^3 \text{ g/L}$ , e o volume da água a ser aquecida é de 120 litros.

Então:

$$m = V \cdot d = 120 \cdot 10^3 \text{ g}$$

Logo, para  $\Delta T = 30^\circ\text{C}$ , o consumo de energia diário é:

$$Q = 120 \cdot 10^3 \cdot 30 = 3,6 \cdot 10^6 \text{ cal}$$

$$Q = 3,6 \cdot 4,2 \cdot 10^6 \text{ J}$$

Durante 30 dias de inverno, o consumo de energia será:

$$30 \cdot 4,2 \cdot 3,6 \cdot 10^6 \text{ J}$$

$$12,6 \cdot 3,6 \cdot 10^7 \text{ W.s} / 3,6 \cdot 10^3 \text{ s}$$

$$12,6 \cdot 10^4 \text{ Wh}$$

$$12,6 \cdot 10^4 \cdot 10^{-3} \text{ kWh}$$

$$12,6 \cdot 10^1 \text{ kWh}$$

$$126 \text{ kWh}$$

O gasto total, em reais, é cerca de:

$$126 \cdot 0,50 = \text{R\$ } 63,00$$

**10 – Letra C – Difícil**

O calor absorvido pela esfera tem o mesmo valor que o calor cedido pela água do reservatório, e ambos são diretamente proporcionais às respectivas capacidades térmicas ( $C_{\text{esfera}}$  e  $C_{\text{água}}$ ) e variações de temperatura ( $\Delta T_{\text{esfera}}$  e  $\Delta T_{\text{água}}$ ). Logo:

$$C_{\text{esfera}} \cdot \Delta T_{\text{esfera}} = C_{\text{água}} \cdot \Delta T_{\text{água}}$$

$$C_{\text{esfera}} / C_{\text{água}} = \Delta T_{\text{água}} / \Delta T_{\text{esfera}}$$

Com base nas informações da tabela, a capacidade térmica da esfera é muito menor que a da água do reservatório. Isso permite afirmar que a variação de temperatura da água é praticamente desprezível, ou seja,

$$\Delta T_{\text{água}} = 0$$

$$T = T_{\text{água}} = 30 \text{ }^\circ\text{C}$$

Sendo T a temperatura final do sistema, comum à água e à esfera.