

**QUESTÕES CORRIGIDAS
CALORIMETRIA****ÍNDICE**

CONCEITOS E APLICAÇÕES	1
GRÁFICOS	7
EQUILÍBRIO TÉRMICO	11

Conceitos e aplicações

1. (UFSJ – 2006)

Uma panela em um fogão de cozinha aquece 250 gramas de água de 15°C a 20°C em 25 segundos. Sendo o calor específico da água igual a 1,0 cal/g°C e considerando-se 1 cal = 4 J, é **CORRETO** afirmar que a potência térmica utilizada nesse processo é

- A) 1.250 Watts
- B) 5.000 Watts
- C) 2.000 Watts
- D) 200 Watts

CORREÇÃO

Novamente o conceito de Potência... De fato, não entendo o critério: apenas 5 questões de Física, um enorme programa, cheio de conceitos importantes, e repete-se a cobrança do mesmo conceito, ainda que agora ligado à Termodinâmica.

De novidade em relação à anterior, a fórmula clássica envolvendo o calor específico, e novamente o cuidado com as unidades: $Q = m.c.\Delta t$.

$Q = m.c.\Delta t$ onde m é Massa (g), c Calor Específico ($\frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}}$) e Δt = variação de

temperatura ($^\circ\text{C}$). Já vimos: $P = \frac{E}{t} \Rightarrow P = \frac{mc\Delta t}{t}$. Mãos à obra!

$$P = \frac{mc\Delta t}{t} = \frac{250g \cdot 1 \frac{\text{cal}}{g \text{ } ^\circ\text{C}} (20 - 15) \text{ } ^\circ\text{C}}{25s} = \frac{1.250\text{cal}}{25s} = \frac{1.250 \times 4J}{25s} = 200W$$

OPÇÃO: D.

2. (UFVJM – 2006) Uma barra de ferro de massa M recebe um aquecimento de x cal e sua temperatura varia de y °C para z °C. Considerando essas informações, é CORRETO afirmar que a razão entre a capacidade térmica e o calor específico do ferro, nesta ordem, é igual a

- A) $\frac{M}{(Z - Y)}$
 B) $\frac{1}{M}$
 C) $M \cdot (Z - Y)$
 D) M

CORREÇÃO

Muito criativa, a prova: vamos dividir uma coisa pela outra, sabendo as fórmulas, para variar.

Capacidade Térmica: $C = \frac{Q}{\Delta t}$, onde $\Delta t = t - t_0$ e Calor Específico: $c = \frac{Q}{m\Delta t}$. Assim...

$$\frac{C}{c} = \frac{\frac{Q}{\Delta t}}{\frac{Q}{m\Delta t}} = m$$

Duas questões seguidas com o mesmíssimo enfoque! O bom senso físico levaria às

opções B ou D, afinal a diferença entre a Capacidade Térmica e o Calor Específico é que o segundo leva em conta a massa M , e só!

OPÇÃO: D.

3. (PUC / MG) (CF-C6-H21) Um bloco de cobre de 3,0 kg precisa de mais calor para ser aquecido que um bloco idêntico de 1,0 kg, no mesmo intervalo de temperatura. Afirma-se que:
- A área do primeiro bloco é maior, dissipando calor mais rapidamente.
 - O primeiro bloco tem maior capacidade térmica.
 - O primeiro bloco tem maior calor específico.
 - A condutividade térmica do segundo bloco é menor.

CORREÇÃO

A CAPACIDADE TÉRMICA mede a facilidade ou dificuldade de se aquecer ou se esfriar um corpo. Como primeiro bloco foi *mais difícil* de se esquentar, tanto que **precisou de mais calor**, tem maior capacidade térmica.

Quanto ao calor específico, para os dois, é igual, pois são feitos da mesma substância: cobre.

OPÇÃO: B

4. Um dos tipos de panela mais utilizado é a panela de alumínio. Leve, resistente e relativamente barata. Compare duas destas panelas: uma pequena e outra grande.
- a) Qual tem a maior CAPACIDADE TÉRMICA? JUSTIFIQUE.
- b) Qual tem o maior CALOR ESPECÍFICO? JUSTIFIQUE.

CORREÇÃO

a) Como são feitas do mesmo material, a grande tem a maior capacidade térmica, que depende diretamente da massa neste caso.

b) Ambas de alumínio, mesmo material, com o mesmo calor específico.

5. Se o calor específico do alumínio é igual a $0,022 \text{ cal /g.}^\circ\text{C}$. CALCULE a variação de temperatura de um bloco de 100 g de alumínio que recebe 660 cal de calor.

CORREÇÃO

$$Q = mc\Delta t \Rightarrow \Delta t = Q / mc = 660 / 100 \cdot 0,022 = 300 \text{ }^\circ\text{C}.$$

6. (UFMG/2007) Numa aula de Física, o Professor Carlos Heitor apresenta a seus alunos esta experiência: dois blocos – um de alumínio e outro de ferro –, de mesma massa e, inicialmente, à temperatura ambiente, recebem a mesma quantidade de calor, em determinado processo de aquecimento.

O calor específico do alumínio e o do ferro são, respectivamente, $0,90 \text{ J / (g }^\circ\text{C)}$ e $0,46 \text{ J / (g }^\circ\text{C)}$.

Questionados quanto ao que ocorreria em seguida, dois dos alunos, Alexandre e Lorena, fazem, cada um deles, um comentário:

- **Alexandre:** “Ao final desse processo de aquecimento, os blocos estarão à mesma temperatura.”
- **Lorena:** “Após esse processo de aquecimento, ao se colocarem os dois blocos em contato, fluirá calor do bloco de ferro para o bloco de alumínio.”

Considerando-se essas informações, é **CORRETO** afirmar que

- A) apenas o comentário de Alexandre está certo.
- B) apenas o comentário de Lorena está certo.
- C) ambos os comentários estão certos.
- D) nenhum dos dois comentários está certo.

CORREÇÃO

Temos aí o conceito de **Calor Específico**: é uma grandeza que mede a *difficuldade de se esquentar (ou esfriar) uma substância*. Quanto maior o calor específico, mais difícil de esquentar.

Para dois blocos de mesma massa, mesma temperatura inicial e recebendo a mesma quantidade de calor, **esquenta mais o de menor calor específico, Ferro**, no caso. A fórmula também

mostra isso: $\Delta T = \frac{Q}{m.c}$. Nela vemos que a **variação de temperatura ΔT é inversamente proporcional ao calor específico c .**

Se o **Ferro esquentar mais, estará mais quente, então fluirá calor do Ferro para o Alumínio**, sim, como ocorre naturalmente. Calor passa do mais quente para o mais frio.

OPÇÃO: B.

7. (CF-C6-H21) Considere duas panelas comuns, de Alumínio, uma bem maior que a outra como na figura abaixo.



De acordo com os conceitos de Capacidade Térmica e Calor Específico é correto afirmar que:

- a) a capacidade térmica da grande é igual à da pequena e o calor específico da grande é maior que o da pequena.
- b) a capacidade térmica da grande é maior que a da pequena e o calor específico da substância Alumínio é o mesmo para ambas, que são feitas deste metal.
- c) a capacidade térmica da pequena é maior que a da grande e o calor específico da grande é igual ao da pequena.
- d) a capacidade térmica da pequena é menor que a da grande e o calor específico da grande é maior que o da pequena.

CORREÇÃO

Calor específico é típico de substâncias: corpos feitos exatamente da mesma substância terão o mesmo calor específico. Já a capacidade térmica, para corpos de mesma substância, depende da massa: maior massa, maior capacidade térmica.

OPÇÃO: B.

8. 200 g de uma substância de calor específico igual a $0,5 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ recebe uma quantidade de calor equivalente a 1000 calorias. Calcule a sua variação de temperatura ΔT , em $^\circ\text{C}$.
- a) 5

- b) 10
- c) 20
- d) 40

CORREÇÃO

Nada mais do que fórmula e conta, aliás, simples:

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

$$\Delta T = \frac{1000}{200 \cdot \frac{1}{2}} = 10^\circ C$$

OPÇÃO: B.

9. Os desertos são regiões que apresentam grandes variações de temperatura. Veja as fotos abaixo.



O sol é escaldante durante o dia, mas faz frio, à noite! A melhor explicação para este fato é que:

- a) a capacidade térmica da areia é alta.
- b) a condutividade térmica do ar do deserto é baixa.
- c) a umidade do deserto é quase nula.
- d) a areia é uma substância de baixo calor específico.

CORREÇÃO

A areia, presente nos desertos, esquenta fácil de dia. Nós mesmos costumamos notar isto na praia: de manhã cedo já está quente! Mas, à noite, ela também esfria muito fácil! Devido ao seu baixo calor específico c.

OPÇÃO: D.

10. Calcule o calor específico de uma substância sabendo que 200 g da mesma eleva sua temperatura de 21 °C para 81 °C ao receber 4,8 kcal de energia térmica.

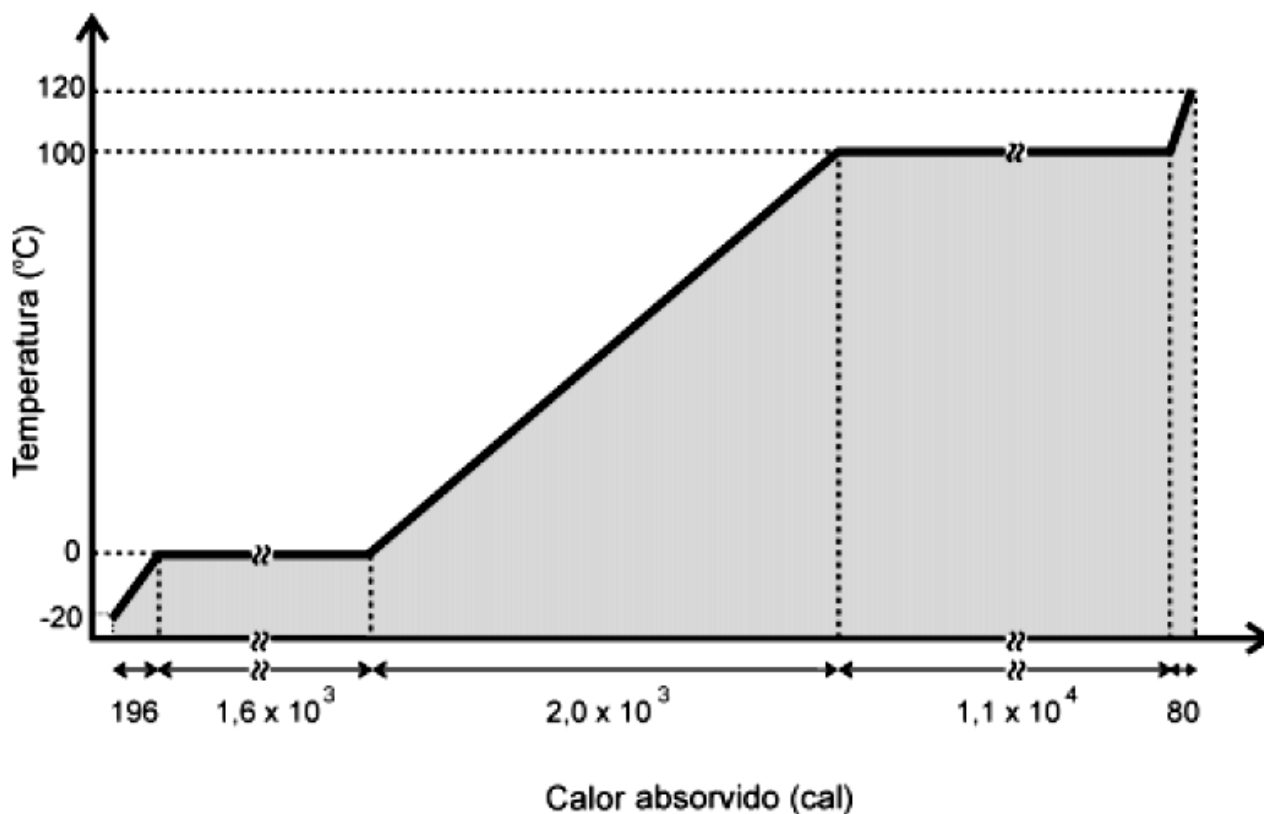
CORREÇÃO

$\Delta T = 81 - 21 = 60 \text{ }^\circ\text{C}$. Calculando:

$$Q = mc\Delta T \Rightarrow c = \frac{Q}{m\Delta T} = \frac{4800}{200 \cdot 60} = 0,4 \frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot \text{ }^\circ\text{C}} .$$

Gráficos

11. (UFMG/02) Uma certa quantidade de gelo, inicialmente a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, é aquecida até ser totalmente convertida em vapor, a $120\text{ }^{\circ}\text{C}$. A variação da temperatura em função do calor absorvido durante esse processo está representada neste gráfico:



Por conveniência, nesse gráfico, o eixo correspondente ao calor absorvido não está em escala. Sejam L_f e L_v os calores latentes de, respectivamente, fusão e vaporização da água e c_g e c_v os calores específicos, respectivamente, do gelo e do vapor. Com base nas informações contidas nesse gráfico, é **CORRETO** afirmar que

- A) $L_f > L_v$ e $c_g > c_v$.
- B) $L_f > L_v$ e $c_g < c_v$.
- C) $L_f < L_v$ e $c_g > c_v$.
- D) $L_f < L_v$ e $c_g < c_v$.

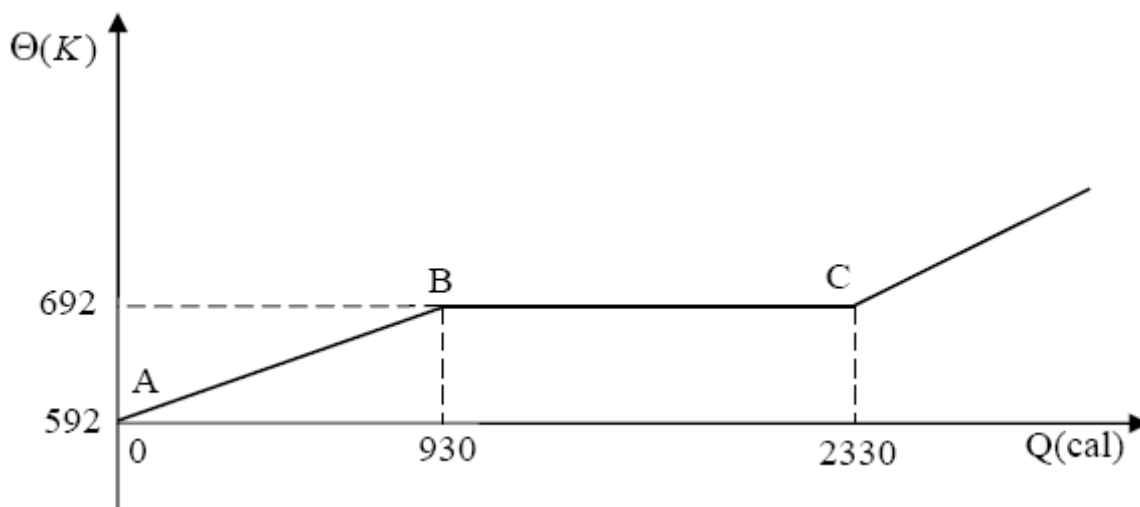
CORREÇÃO

Primeiramente, **a massa**, em todo o experimento, permaneceu **constante**.

Quanto aos **calores latentes**, observemos o gráfico: para **derreter o gelo** foi necessário $1,6 \cdot 10^3$ cal e para **ferver toda a água** $1,1 \cdot 10^4$ cal. Como gastou-se mais na **vaporização**, temos $L_f < L_v$. Por outro lado, tanto o gelo quanto o vapor, pelo que o gráfico mostra, **se aqueceram a mesma quantidade: $20\text{ }^{\circ}\text{C}$** . Como o gelo gastou mais energia ($196 > 80$) para aquecer a mesma quantidade, notamos que **é mais difícil aquecê-lo**. Logo, $c_g > c_v$.

OPÇÃO: C.

12. (UFOP/1º 2008) No gráfico a seguir, vemos a temperatura θ (K) de uma massa $m = 100$ g de zinco, inicialmente em estado sólido, em função da quantidade de calor fornecida a ela.



Considerando as informações dadas, assinale a alternativa **incorreta**.

- A) O calor liberado pela massa de zinco no resfriamento de C para A é 2330 cal.
 B) O calor específico do zinco no estado sólido vale $c_{Zn} = 0,093 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$.
 C) O calor latente de fusão do zinco é de $L_{Zn} = 1400 \text{ cal/g}$.
 D) A temperatura de fusão do zinco é de $\theta_F = 419^\circ\text{C}$.

CORREÇÃO

A questão inteira envolve a **CALORIMETRIA**. Pelo gráfico, vemos que o Zinco, sólido, entra em fusão, **caracterizada pelo patamar em que a temperatura permanece constante**.

- a) **CERTO**. Analisando o gráfico ao contrário, de C para A, o Zinco deveria perder 2330 cal.
 b) **CERTO**. Vemos que, no começo do gráfico, **sólido**, o Zinco recebe 930 cal e varia sua temperatura de 592 para 692 Kelvin. São 100 g. Calculando:

$$c = \frac{Q}{m \cdot \Delta T} = \frac{930}{100 \cdot (692 - 592)} = \frac{930}{10000} = 0,093 \frac{\text{cal}}{\text{g}^\circ\text{C}}$$

- c) **ERRADO!** Por definição, **calor latente de fusão é a quantidade necessária de calor para derreter completamente um grama** da substância em questão. Fazendo as contas, notando que o calor fornecido às 100 g foi (2330-930) cal:

$$L_F = \frac{Q}{m} = \frac{1400}{100} = 14 \frac{\text{cal}}{\text{g}}$$

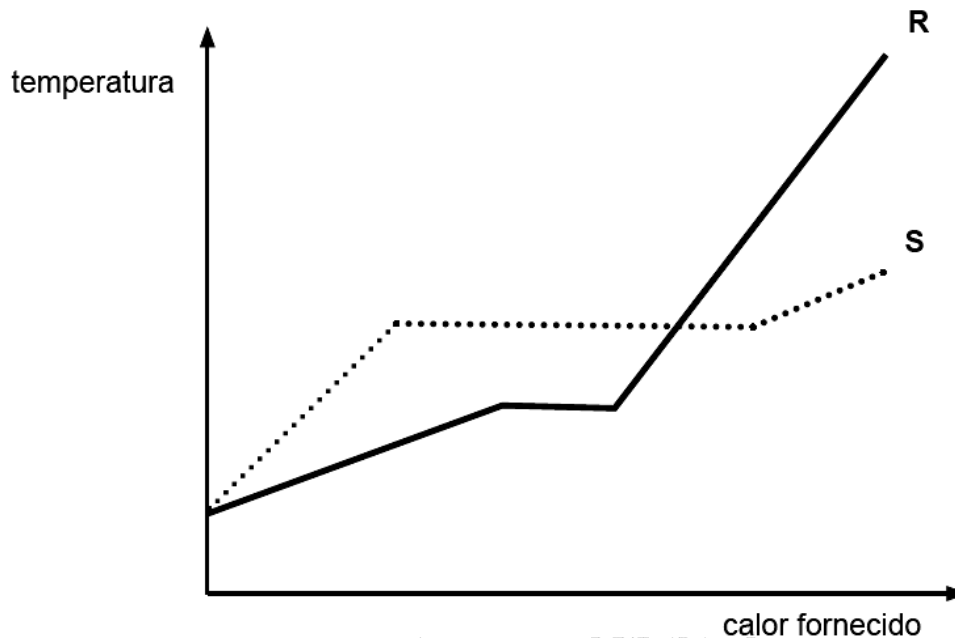
1400 foi o valor total de calor fornecido!

- d) **CERTO**. Conversão simples de unidades. A temperatura em **Kelvin** é igual a em **Celsius + 273**.

$$K = C + 273 \Rightarrow C = K - 273 = 692 - 273 = 419^\circ\text{C}$$

OPÇÃO: C.

13. (UFMG/2009) Num Laboratório de Física, faz-se uma experiência com dois objetos de materiais diferentes – R e S –, mas de mesma massa, ambos, inicialmente, no estado sólido e à temperatura ambiente. Em seguida, os dois objetos são aquecidos e, então, mede-se a temperatura de cada um deles em função da quantidade de calor que lhes é fornecida. Os resultados obtidos nessa medição estão representados neste gráfico:



Sejam L_R e L_S o calor latente de fusão dos materiais R e S, respectivamente, e c_R e c_S o calor específico dos materiais, no estado sólido, também respectivamente. Considerando-se essas informações, é **CORRETO** afirmar que

- A) $c_R < c_S$ e $L_R < L_S$.
 B) $c_R < c_S$ e $L_R > L_S$.
 C) $c_R > c_S$ e $L_R < L_S$.
 D) $c_R > c_S$ e $L_R > L_S$.

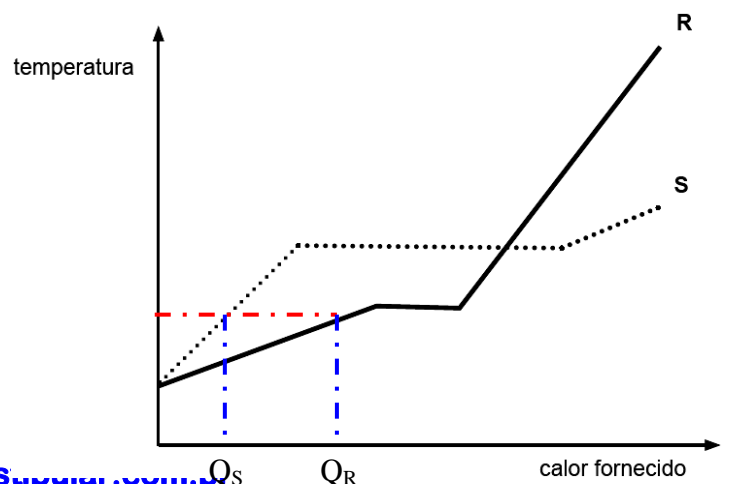
CORREÇÃO

A **CALORIMETRIA**, explorando, como aliás a UFMG tanto gosta, os conceitos de **Calor Específico** e **Calor Latente**.

O **Calor Específico** mede a *facilidade* ou *dificuldade* de se esquentar – ou se esfriar – uma substância qualquer. Quanto **maior o Calor Específico, mais calor** terá que ser gasto – ou retirado – para se esquentar – ou esfriar – a substância. Num gráfico, ele fica visível **na inclinação da reta temperatura versus calor**. É bom levar em conta que a questão diz que os corpos têm a **mesma massa**.

Vamos verificar diretamente no gráfico da questão.

Veja que, para atingir a **mesma temperatura**, é necessário fornecer **mais calor a R** do que a S.



Logo, $c_R > c_S$.

R foi *mais difícil* de se esquentar!

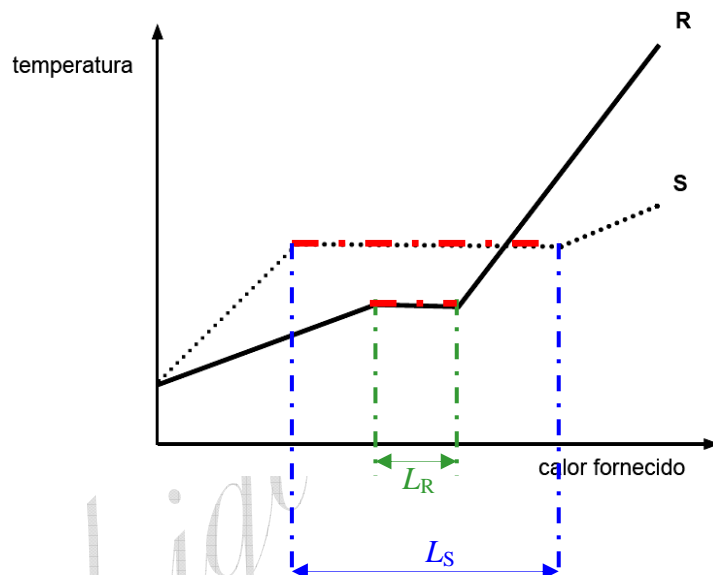
Por outro lado, o chamado **Calor Latente**, no caso de **fusão**, é o calor *necessário para derreter*, fundir, a substância. A princípio, *não tem vínculo* com o **Calor Específico**.

Também podemos olhar diretamente no gráfico.

Vemos que se gastou mais **calor para fundir** a **substância S** do que para a **R**.

Logo, $L_R < L_S$.

R foi *mais fácil* de fundir!



OPÇÃO: C.

Equilíbrio Térmico

- 14. (UFVJM/2008)** Um corpo poroso é feito de certa substância que contém poros, nos quais são aprisionadas bolhas de um certo gás. A massa do gás contido nas bolhas é igual a 10% da massa total do corpo, o qual recebeu uma quantidade de energia na forma de calor igual a 50 kcal, atingindo uma temperatura final igual a 50° C.

Dados: calor específico da substância = 5 cal/g°C; calor específico do gás = 1,5 cal/g°C;
massa total do corpo = 500 gramas.

Sabendo-se que, nas temperaturas inicial e final, todo o corpo, gás e substância, estava em equilíbrio térmico, **ASSINALE** a alternativa que contém o valor correto da temperatura inicial desse corpo.

- A) 28,5° C.
B) 35,0° C.
C) 20,0° C.
D) 25,0° C.

CORREÇÃO

Bem, agora temos **CALORIMETRIA**, questão em que dois corpos são aquecidos juntos. Não é tradicional nem comum, o que a torna interessante. Observe que, como o **calor específico** do gás é menor, ele esquenta mais facilmente que a substância, e deve então receber menos calor para atingir o **equilíbrio** a 50° C, até porque sua massa também é menor. As 50 kcal recebidas são distribuídas, não igualmente, entre corpo e substância e aquecem os dois até o equilíbrio. Equação básica:

Q = mcΔt. Temos:

$$Q_{\text{substância}} + Q_{\text{gás}} = 50.000 \text{ cal} \quad \text{Ou seja:}$$

$$m_{\text{substância}} c_{\text{substância}} (50 - t_i) + m_{\text{gás}} c_{\text{gás}} (50 - t_i) = 50.000 \Rightarrow$$

$$\frac{9}{10} \cdot 500 \cdot 5 \cdot (50 - t_i) + \frac{1}{10} \cdot 500 \cdot 1,5 \cdot (50 - t_i) = 50.000 \Rightarrow$$

$$45 \cdot (50 - t_i) + 1,5 \cdot (50 - t_i) = 1000 \Rightarrow$$

$$2250 - 45t_i + 75 - 1,5t_i = 1000 \Rightarrow$$

$$46,5t_i = 1325 \Rightarrow t_i = \frac{1325}{46,5} = 28,5^\circ \text{ C}$$

Continha chata... Custava nada ter escolhido números para arredondá-la! Exige que o aluno tenha habilidade matemática, conheça e saiba montar a equação. Continuo achando que este tipo de habilidade é melhor cobrado numa segunda etapa, e não na primeira, mas... Opiniões distintas. Gostaria que um aluno testasse possíveis erros na solução, para ver se encontra alguma das outras opções da resposta. Se elas não forem baseadas em erros prováveis, não faz muito sentido... E, numa questão incomum, resta saber: quais seriam os prováveis erros?

Apesar de achar interessante, não acho que esta foi uma boa questão para a primeira etapa.

OPÇÃO: A.

- 15.** (FATEC/1995) Um frasco contém 20 g de água a 0 °C. Em seu interior é colocado um objeto de 50 g de alumínio a 80 °C. Os calores específicos da água e do alumínio são respectivamente 1,0 cal/g°C e 0,10 cal/g°C.

Supondo não haver trocas de calor com o frasco e com o meio ambiente, a temperatura de equilíbrio desta mistura será

- a) 60°C
- b) 16°C
- c) 40°C
- d) 32°C

CORREÇÃO

O típico problema do **calorímetro**: só ocorrem trocas internas de calor. Assim, **todo o calor que um perde é igual ao que o outro ganha**. Como calor que **ganha é positivo** e que **perde é negativo**, a soma dos dois vale zero. Escrevendo:

$$Q_{\text{ganha}} + Q_{\text{perde}} = 0, \quad Q = mc\Delta t \Rightarrow m_1c_1\Delta t_1 + m_2c_2\Delta t_2 = 0 \Rightarrow$$

$$m_1c_1(t_f - t_{1i}) + m_2c_2(t_f - t_{2i}) = 0 \Rightarrow$$

$$20 \cdot 1 \cdot (t_f - 0) + \cancel{50} \cdot \frac{1}{\cancel{10}} (t_f - 80) = 0 \Rightarrow$$

$$20 \cdot t_f + 5t_f - 400 = 0 \Rightarrow t_f = \frac{\cancel{400}^{16}}{\cancel{25}} = 16 \text{ } ^\circ\text{C}$$

OPÇÃO: B.

- 16.** No interior de um calorímetro ideal, coloca-se 200 g de uma substância de calor específico igual a 0,40 cal/g°C a uma temperatura inicial de 20 °C. Mistura-se então 100 g de água ($c_{\text{H}_2\text{O}} = 1,0 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$) a 80 °C.

- a) **CALCULE** a temperatura de equilíbrio alcançada.
- b) Se fosse acrescentada uma massa maior da substância de calor específico igual a 0,40 cal/g°C, a temperatura de equilíbrio iria aumentar, diminuir ou permanecer a mesma? **JUSTIFIQUE**. Evite ser prolixo: escreva de forma clara, correta e breve.

CORREÇÃO

- a) Este é um problema muito tradicional. Como estão isoladas no calorímetro, as substâncias só trocam calor entre si. Também, como o calor que uma **ganha é positivo** e o que a outra **perde é negativo**, podemos escrever:

$$Q_{\text{ganha}} + Q_{\text{perde}} = 0, Q = mc\Delta T \Rightarrow m_1 c_1 \Delta T_1 + m_2 c_2 \Delta T = 0 \Rightarrow$$

$$200 \cdot \frac{4}{10} \cdot (T_F - 20) + 100 \cdot 1 \cdot (T_F - 80) = 0 \quad (\times 10) \Rightarrow$$

$$8T_F - 160 + 10T_F - 800 = 0 \Rightarrow 18T_F = 960 \Rightarrow T_F = \frac{960}{18} = 53,3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

b) Acrescentando mais da substância mais fria, o **equilíbrio** se daria a uma **temperatura menor**.