

Calorimetria

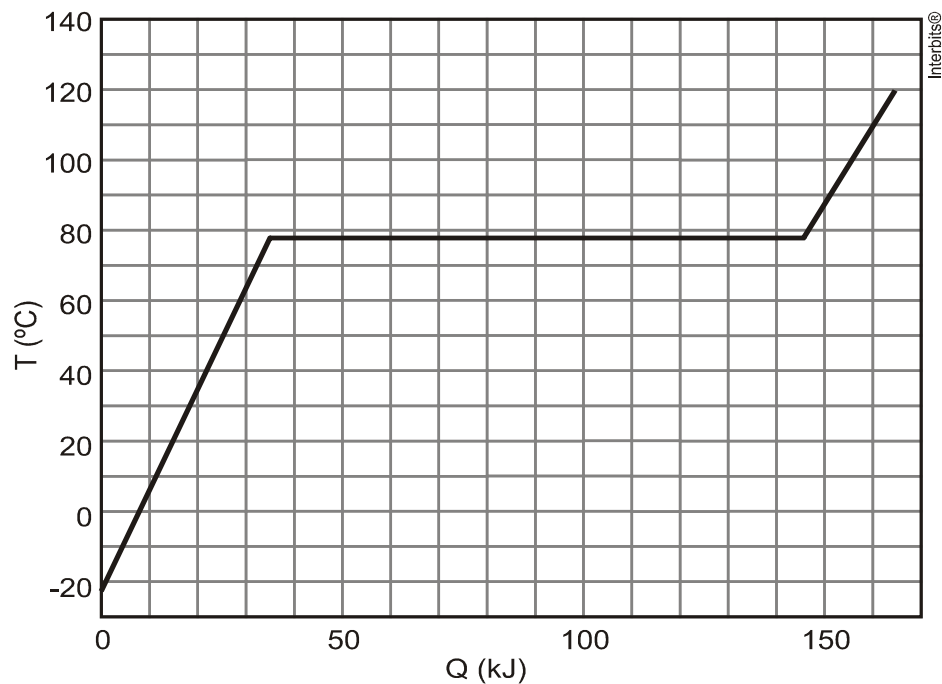
- SL 03 – Exercícios
- SL 22 – Revisão

Apresentação e demais documentos: fisicasp.com.br

1. (Fuvest) Em um recipiente termicamente isolado e mantido a pressão constante, são colocados 138 g de etanol líquido. A seguir, o etanol é aquecido e sua temperatura T é medida como função da quantidade de calor Q a ele transferida. A partir do gráfico de $T \times Q$, apresentado na figura abaixo, pode-se determinar o calor específico molar para o estado líquido e o calor latente molar de vaporização do etanol como sendo, respectivamente, próximos de

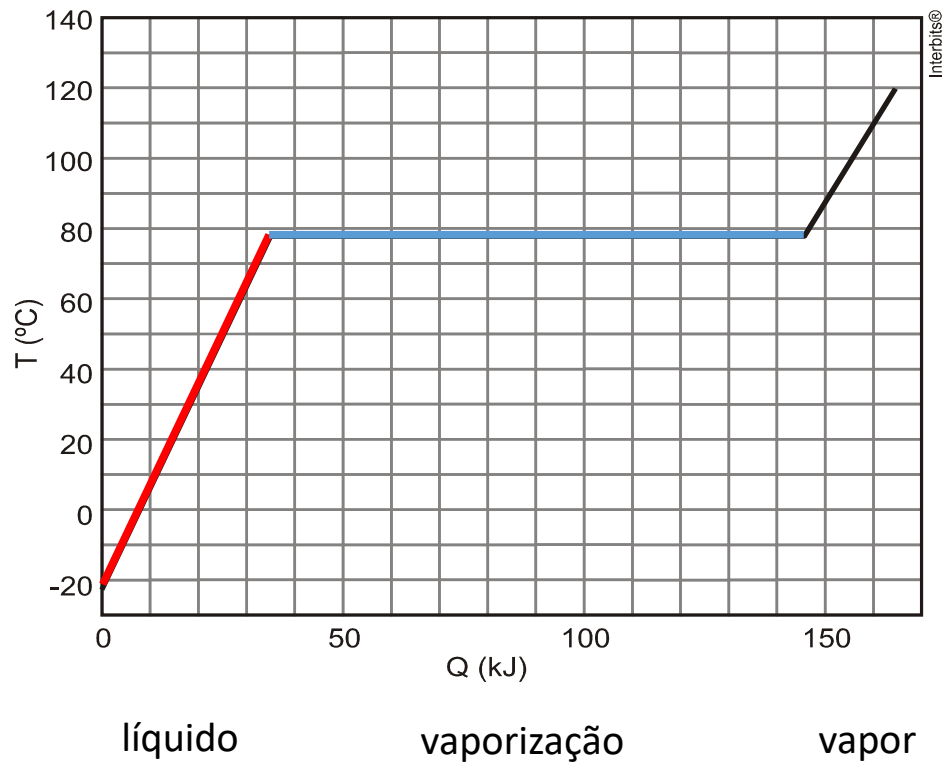
Dados: Fórmula do etanol = C_2H_5OH ; Massas molares = C (12g/mol), H (1g/mol), O (16g/mol).

- a) 0,12 kJ/(mol°C) e 36 kJ/mol.
- b) 0,12 kJ/(mol°C) e 48 kJ/mol.
- c) 0,21 kJ/(mol°C) e 36 kJ/mol.
- d) 0,21 kJ/(mol°C) e 48 kJ/mol.
- e) 0,35 kJ/(mol°C) e 110 kJ/mol.



1. (Fuvest) Em um recipiente termicamente isolado e mantido a pressão constante, são colocados **138 g** de etanol **líquido**. A seguir, o etanol é aquecido e sua temperatura T é medida como função da quantidade de calor Q a ele transferida. A partir do gráfico de $T \times Q$, apresentado na figura abaixo, pode-se determinar o **calor específico molar para o estado líquido** e o **calor latente molar de vaporização** do etanol como sendo, respectivamente, próximos de

Dados: Fórmula do etanol = C_2H_5OH ; Massas molares = C (12g/mol), H (1g/mol), O (16g/mol).



$$M = 46 \text{ g/mol}$$

$$n = \frac{m}{M} \rightarrow n = \frac{138}{46} = 3 \text{ mols}$$

Líquido

$$Q = n \cdot c \cdot \Delta T \rightarrow c = \frac{Q}{n \cdot \Delta T} = \frac{35 \text{ kJ}}{3 \text{ mols} \cdot 100 \text{ °C}} \cong 0,12 \frac{\text{kJ}}{\text{mol °C}}$$

Vaporização

$$Q = n \cdot L \rightarrow L = \frac{Q}{n} = \frac{110 \text{ kJ}}{3 \text{ mol}} \cong 36,7 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$$

2. (Unifesp 2016) Considere um copo de vidro de 100 g contendo 200 g de água líquida, ambos inicialmente em equilíbrio térmico a 20 °C.

O copo e a água líquida foram aquecidos até o equilíbrio térmico a 50 °C, em um ambiente fechado por paredes adiabáticas, com vapor de água inicialmente a 120 °C. A tabela apresenta valores de calores específicos e latentes das substâncias envolvidas nesse processo.

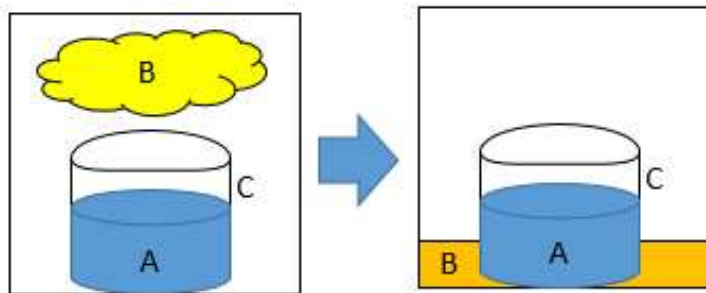
| | |
|--|------------------|
| calor específico da água líquida | 1 cal/(g · °C) |
| calor específico do vapor de água | 0,5 cal/(g · °C) |
| calor específico do vidro | 0,2 cal/(g · °C) |
| calor latente de liquefação do vapor de água | – 540 cal/g |

Considerando os dados da tabela, que todo o calor perdido pelo vapor tenha sido absorvido pelo copo com água líquida e que o processo tenha ocorrido ao nível do mar, calcule:

- a) a quantidade de calor, em cal, necessária para elevar a temperatura do copo com água líquida de 20 °C para 50 °C.
- b) a massa de vapor de água, em gramas, necessária para elevar a temperatura do copo com água líquida até atingir o equilíbrio térmico a 50 °C.

2. (Unifesp 2016) Considere um copo de vidro de 100 g contendo 200 g de água líquida, ambos inicialmente em equilíbrio térmico a 20 °C.

O copo e a água líquida foram aquecidos até o equilíbrio térmico a 50 °C, em um ambiente fechado por paredes adiabáticas, com vapor de água inicialmente a 120 °C. A tabela apresenta valores de calores específicos e latentes das substâncias envolvidas nesse processo.



| | |
|--|------------------|
| calor específico da água líquida | 1 cal/(g · °C) |
| calor específico do vapor de água | 0,5 cal/(g · °C) |
| calor específico do vidro | 0,2 cal/(g · °C) |
| calor latente de liquefação do vapor de água | – 540 cal/g |

Considerando os dados da tabela, que todo o calor perdido pelo vapor tenha sido absorvido pelo copo com água líquida e que o processo tenha ocorrido ao nível do mar, calcule:

a) a quantidade de calor, em cal, necessária para elevar a temperatura do copo com água líquida de 20 °C para 50 °C.

$$Q_{A+C} = Q_{\text{água}} + Q_{\text{copo}}$$

$$Q_{A+C} = (m_a \cdot c_a \cdot \Delta T_a) + (m_c \cdot c_c \cdot \Delta T_c)$$

$$Q_{A+C} = (200 \cdot 1 \cdot 30) + (100 \cdot 0,2 \cdot 30)$$

$$Q_{A+C} = 6600 \text{ cal}$$

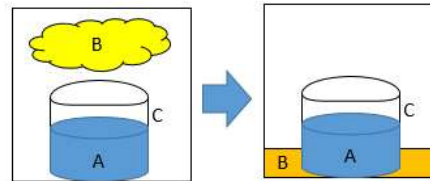
2. (Unifesp 2016) Considere um copo de vidro de 100 g contendo 200 g de água líquida, ambos inicialmente em equilíbrio térmico a 20 °C.

O copo e a água líquida foram aquecidos até o equilíbrio térmico a 50 °C, em um ambiente fechado por paredes adiabáticas, com vapor de água inicialmente a 120 °C. A tabela apresenta valores de calores específicos e latentes das substâncias envolvidas nesse processo.

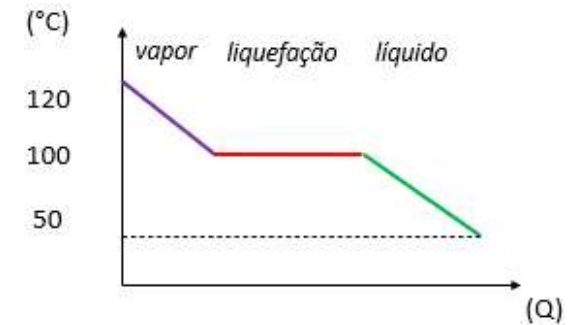
| | |
|--|------------------|
| calor específico da água líquida | 1 cal/(g · °C) |
| calor específico do vapor de água | 0,5 cal/(g · °C) |
| calor específico do vidro | 0,2 cal/(g · °C) |
| calor latente de liquefação do vapor de água | - 540 cal/g |

b) a massa de vapor de água, em gramas, necessária para elevar a temperatura do copo com água líquida até atingir o equilíbrio térmico a 50 °C.

Rascunho



A história do corpo B:



$$Q_B = Q_{s,vap} + Q_{L,liquef} + Q_{s,liq}$$

Resposta

$$Q_A + Q_C + Q_B = 0$$

$$6600 + (Q_{s,vap} + Q_{L,liquef} + Q_{s,liq}) = 0$$

$$6600 + (m_B \cdot c \cdot \Delta T + m_B \cdot L + m_B \cdot c' \cdot \Delta T') = 0$$

$$6600 + (m_B \cdot 0,5 \cdot -20 + m_B \cdot -540 + m_B \cdot 1 \cdot -50) = 0$$

$$6600 + (-10m_B - 540m_B - 50m_B) = 0$$

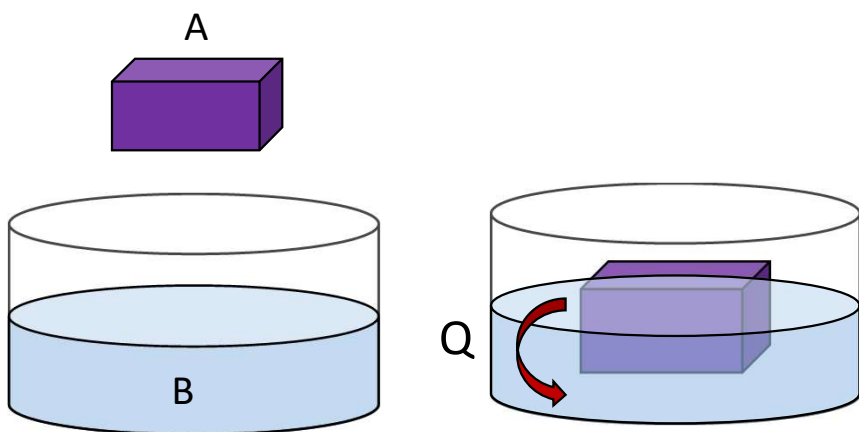
$$6600 - 600m_B = 0 \rightarrow m_B = \frac{6600}{600} = 11 \text{ g}$$

3. (Ita) Um bloco de gelo com 725 g de massa é colocado num calorímetro contendo 2,50 kg de água a uma temperatura de $5,0^{\circ}\text{C}$, verificando-se um aumento de 64 g na massa desse bloco, uma vez alcançado o equilíbrio térmico. Considere o calor específico da água ($c = 1,0 \text{ cal/g}^{\circ}\text{C}$) o dobro do calor específico do gelo, e o calor latente de fusão do gelo de 80 cal/g. Desconsiderando a capacidade térmica do calorímetro e a troca de calor com o exterior, assinale a temperatura inicial do gelo.

a) $-191,4^{\circ}\text{C}$ b) $-48,6^{\circ}\text{C}$ c) $-34,5^{\circ}\text{C}$ d) $-24,3^{\circ}\text{C}$ e) $-14,1^{\circ}\text{C}$

3. (Ita) Um bloco de gelo com 725 g de massa é colocado num calorímetro contendo 2,50 kg de água a uma temperatura de 5,0°C, verificando-se um aumento de 64 g na massa desse bloco, uma vez alcançado o equilíbrio térmico. Considere o calor específico da água ($c = 1,0 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$) o dobro do calor específico do gelo, e o calor latente de fusão do gelo de 80 cal/g. Desconsiderando a capacidade térmica do calorímetro e a troca de calor com o exterior, assinale a temperatura inicial do gelo.

- a) -191,4°C b) -48,6°C c) -34,5°C d) -24,3°C e) -14,1°C



A

$$m_A = 725 \text{ g}$$

$$T_{0A} = ?$$

$$T_A = 0^\circ\text{C}$$

B

$$m_B = 2500 \text{ g}$$

$$T_{0B} = 5^\circ\text{C}$$

$$T_B = 0^\circ\text{C}$$

$$Q_A + Q_B = 0$$

$$Q_{SA} + (Q_{SB} + Q_{LB}) = 0$$

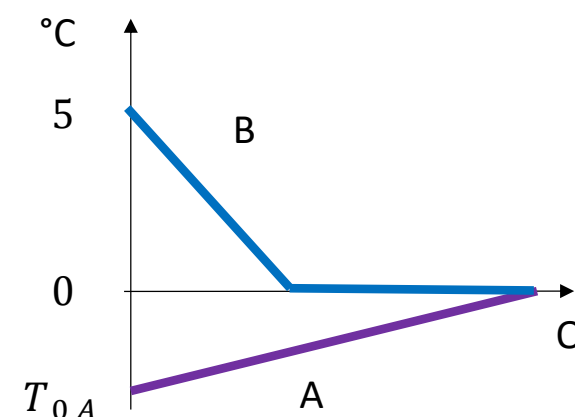
$$m_A \cdot c \cdot \Delta T + (m_B \cdot c' \cdot \Delta T + m_B \cdot L) = 0$$

$$725 \cdot 0,5 \cdot (0 - T_{0A}) + (2500 \cdot 1 \cdot (0 - 5) - 64 \cdot 80) = 0$$

$$-362,5 \cdot T_{0A} - 12500 - 5120 = 0$$

$$-362,5 \cdot T_{0A} = 17620$$

$$T_{0A} = -\frac{17620}{362,5} = -48,60^\circ\text{C}$$



4. (Fuvest-SP 2019) Em uma garrafa térmica, são colocados 200 g de água à temperatura de 30 °C e uma pedra de gelo de 50 g, à temperatura de -10 °C. Após o equilíbrio térmico,

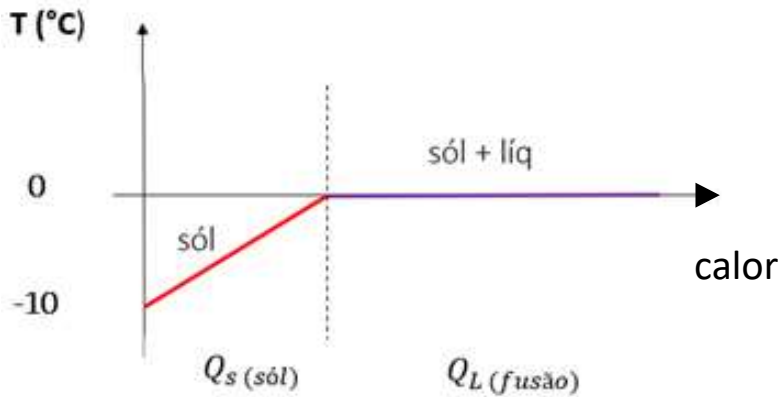
Note e adote: calor latente de fusão do

- gelo = 80 cal/g
- calor específico do gelo = 0,5 cal/g °C
- calor específico da água = 1,0 cal/g °C

- a) todo o gelo derreteu e a temperatura de equilíbrio é 7 °C.
- b) todo o gelo derreteu e a temperatura de equilíbrio é 0,4 °C.
- c) todo o gelo derreteu e a temperatura de equilíbrio é 20 °C.
- d) nem todo o gelo derreteu e a temperatura de equilíbrio é 0 °C.
- e) o gelo não derreteu e a temperatura de equilíbrio é -2 °C.

4. (Fuvest-SP 2019) Em uma garrafa térmica, são colocados 200 g de água à temperatura de 30 °C e uma pedra de gelo de 50 g, à temperatura de -10 °C. Após o equilíbrio térmico,

Quantidade de calor para aquecer e fundir o gelo (B):



$$Q_s (sól) = m.c.\Delta T = 50 . 0,5 . (10) = 250 \text{ cal}$$

$$Q_L (fusão) = m.L = 50 . 80 = 4000 \text{ cal}$$

$$Q_{total} = 4250 \text{ cal}$$



Água (A)

- $T_i = 30^\circ\text{C}$
- $T_f = T = ?$
- $m = 200\text{g}$
- $c = 1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$

gelo (B)

- $T_i = -10^\circ\text{C}$
- $T_f = T = ?$
- $m = 50\text{g}$
- $c = 0,5 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$
- $L = 80 \frac{\text{cal}}{\text{g}}$
- $c = 1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$

→ Quantidade de calor que a água (A) pode fornecer (30°C até 0)

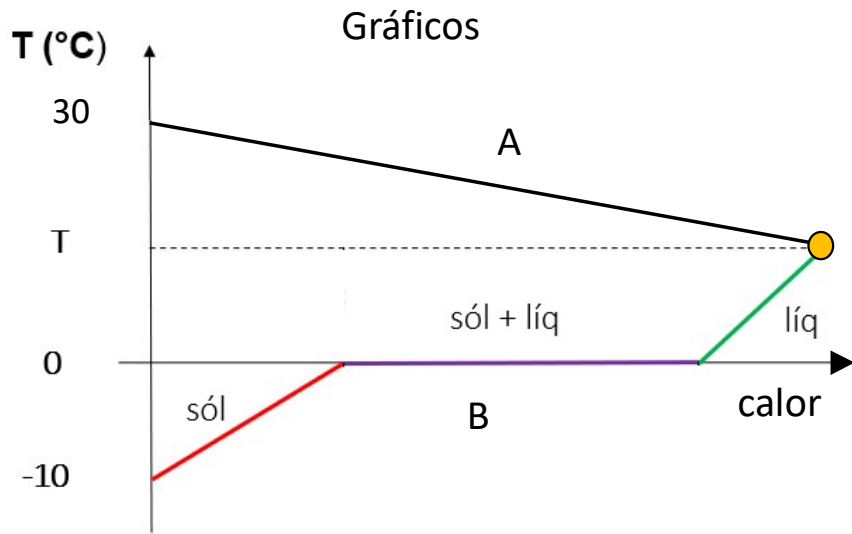
$$Q_s (A) = m.c.\Delta T = 200 . 1 . (-30) = - 6000 \text{ cal}$$



A água (A) consegue aquecer o gelo (B), derretê-lo e ainda sobra calor para elevar a temperatura da água resultante da fusão (de B).



4. (Fuvest-SP 2019) Em uma garrafa térmica, são colocados 200 g de água à temperatura de 30 °C e uma pedra de gelo de 50 g, à temperatura de -10 °C. Após o equilíbrio térmico,



Água (A)

- $T_i = 30^\circ\text{C}$
- $T_f = T = ?$
- $m = 200\text{g}$
- $c = 1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$

gelo (B)

- $T_i = -10^\circ\text{C}$
- $T_f = T = ?$
- $m = 50\text{g}$
- $c = 0,5 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$
- $L = 80 \frac{\text{cal}}{\text{g}}$
- $c = 1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$

$$Q_A + Q_B = 0$$

$$Q_{S_A} + [Q_{S_B} + Q_{L_B} + Q_{S'_B}] = 0$$

$$m_A \cdot c_A \cdot \Delta T_A + [m_B \cdot c_B \cdot \Delta T_B + m_B \cdot L + m_B \cdot c_B' \cdot \Delta T_B] = 0$$

$$200 \cdot 1 \cdot (T - 30) + [50 \cdot 0,5 \cdot (0 - (-10)) + 50 \cdot 80 + 50 \cdot 1 \cdot (T - 0)] = 0$$

$$200T - 6000 + [250 + 4000 + 50T] = 0$$

$$250T - 1750 = 0$$




$$T = \frac{1750}{250} = 7^\circ\text{C}$$



4. (Fuvest-SP 2019) Em uma garrafa térmica, são colocados 200 g de água à temperatura de 30 °C e uma pedra de gelo de 50 g, à temperatura de -10 °C. Após o equilíbrio térmico,

Note e adote: calor latente de fusão do

- gelo = 80 cal/g
- calor específico do gelo = 0,5 cal/g °C
- calor específico da água = 1,0 cal/g °C

- a) todo o gelo derreteu e a temperatura de equilíbrio é 7 °C. 
- b) todo o gelo derreteu e a temperatura de equilíbrio é 0,4 °C.
- c) todo o gelo derreteu e a temperatura de equilíbrio é 20 °C.
- d) nem todo o gelo derreteu e a temperatura de equilíbrio é 0 °C.
- e) o gelo não derreteu e a temperatura de equilíbrio é -2 °C.

5. Em uma garrafa térmica, são colocados ~~200~~^{100 g} g de água à temperatura de $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ e uma pedra de gelo de 50 g , à temperatura de $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$. Após o equilíbrio térmico,

Note e adote: calor latente de fusão do

- gelo = 80 cal/g
- calor específico do gelo = $0,5\text{ cal/g }^{\circ}\text{C}$
- calor específico da água = $1,0\text{ cal/g }^{\circ}\text{C}$

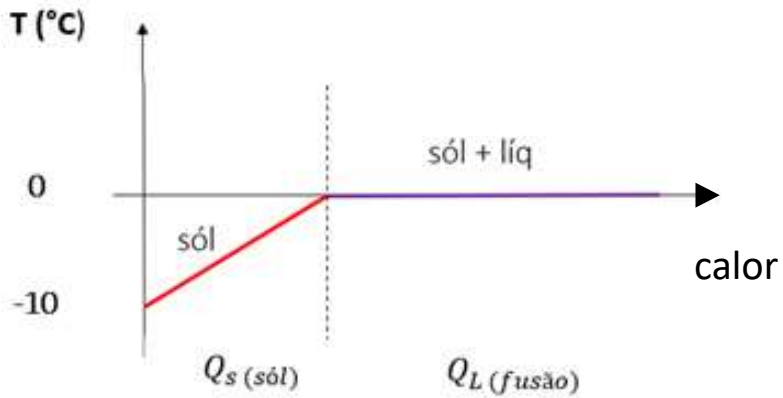
- a) todo o gelo derreteu e a temperatura de equilíbrio é $7\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- b) todo o gelo derreteu e a temperatura de equilíbrio é $0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- c) todo o gelo derreteu e a temperatura de equilíbrio é $20\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- d) nem todo o gelo derreteu e a temperatura de equilíbrio é $0\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- e) o gelo não derreteu e a temperatura de equilíbrio é $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$.



E se a massa de água A fosse de 100 g ?

5. Em uma garrafa térmica, são colocados ~~200 g~~ ^{100 g} de água à temperatura de 30 °C e uma pedra de gelo de 50 g, à temperatura de -10 °C. Após o equilíbrio térmico,

Quantidade de calor para aquecer e fundir o gelo (B):



$$Q_S(sól) = m \cdot c \cdot \Delta T = 50 \cdot 0,5 \cdot (10) = 250 \text{ cal}$$

$$Q_L(fusão) = m \cdot L = 50 \cdot 80 = 4000 \text{ cal}$$

$$Q_{total} = 4250 \text{ cal}$$

$$Q_S(A) = m \cdot c \cdot \Delta T$$

Água (A)

- $T_i = 30^\circ\text{C}$
- $T_f = T = ?$
- $m = 100\text{g}$
- $c = 1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$

gelo (B)

- $T_i = -10^\circ\text{C}$
- $T_f = T = ?$
- $m = 50\text{g}$
- $c = 0,5 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$
- $L = 80 \frac{\text{cal}}{\text{g}}$
- $c = 1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$

→ Quantidade de calor que a água (A) pode fornecer (30°C até 0)

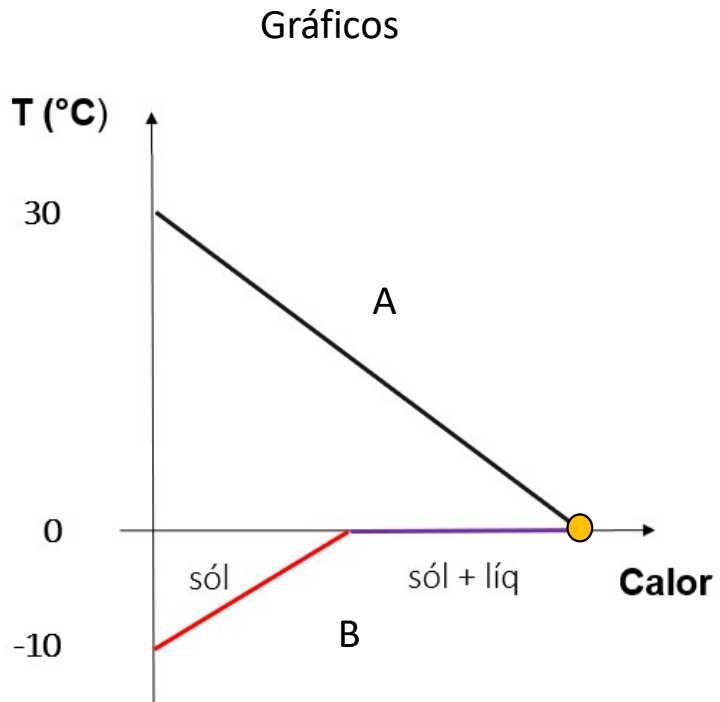
$$Q_S(A) = m \cdot c \cdot \Delta T = 100 \cdot 1 \cdot (-30) = - 3000 \text{ cal}$$



A água (A) conseguiria aquecer o gelo (B) e derretê-lo parcialmente.



5. Em uma garrafa térmica, são colocados ~~200~~ ^{100 g} g de água à temperatura de 30 °C e uma pedra de gelo de 50 g, à temperatura de -10 °C. Após o equilíbrio térmico,



Água (A)

- $T_i = 30^\circ\text{C}$
- $T_f = T = ?$
- $m = 100\text{g}$
- $c = 1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$

gelo (B)

- $T_i = -10^\circ\text{C}$
- $T_f = T = ?$
- $m = 50\text{g}$
- $c = 0,5 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$
- $L = 80 \frac{\text{cal}}{\text{g}}$
- $c = 1 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$

$$T_{\text{equilíbrio}} = 0^\circ\text{C}$$



A água (A) conseguiria aquecer o gelo (B) e derretê-lo parcialmente.



5. Em uma garrafa térmica, são colocados ~~200~~¹⁰⁰ g de água à temperatura de 30 °C e uma pedra de gelo de 50 g, à temperatura de -10 °C. Após o equilíbrio térmico,

Note e adote: calor latente de fusão do

- gelo = 80 cal/g
- calor específico do gelo = 0,5 cal/g °C
- calor específico da água = 1,0 cal/g °C

a) todo o gelo derreteu e a temperatura de equilíbrio é 7 °C.

b) todo o gelo derreteu e a temperatura de equilíbrio é 0,4 °C.

c) todo o gelo derreteu e a temperatura de equilíbrio é 20 °C.

d) nem todo o gelo derreteu e a temperatura de equilíbrio é 0 °C. ←

e) o gelo não derreteu e a temperatura de equilíbrio é -2 °C.



E se a massa de água A fosse de 100 g?