

# Calor Latente e Sobrefusão: Resolução

Prof. Vogt

## Calor Latente

1. B

Sólido:

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

$$1500 = 200 \cdot c \cdot [5 - (-10)]$$

$$c_{\text{sólido}} = 0,5 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$$

Fusão:

$$Q = m \cdot L$$

$$(3500 - 1500) = 200 \cdot L_{\text{fusão}}$$

$$L_{\text{fusão}} = 10 \text{ cal/g}$$

Temperatura de vaporização:  $35^\circ\text{C}$

2.

$C_{\text{calorim}} = 40 \text{ cal/}^\circ\text{C} \equiv$  equivalente em água de 40g  
Tratando água + calorímetro como um corpo só / o calor necessário p/ resfriá:

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

$$Q = 240 \cdot \Delta (0 - 25)$$

$$Q = -6000 \text{ cal}$$

Calor p/ aquecer o gelo de  $0^\circ\text{C}$       Calor p/ fundir todo gelo

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

$$Q = 100 \cdot 0,5 \cdot (0 - (-10))$$

$$Q = -500 \text{ cal}$$

$$Q = m \cdot L$$

$$Q = 100 \cdot 80$$

$$Q = 8000 \text{ cal}$$

Como  $|-6000| < 8000 + 500 \text{ cal}$ , funde apenas parte do gelo

$$Q = m \cdot L$$

$$5500 = m_{\text{funde}} \cdot 80$$

$$m_{\text{funde}} = 68,75 \text{ g}$$

No final:  $T_e = 0^\circ\text{C}$   
 $m_{\text{gelo}} = 100 - 68,75 = 31,25 \text{ g}$   
 $m_{\text{água}} = 200 + 68,75 = 268,75 \text{ g}$

3.

Calor para aquecer o gelo de  $-10^\circ\text{C}$  para  $0^\circ\text{C}$ :

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

$$Q_1 = 50 \cdot 0,5 \cdot [0 - (-10)]$$

$$Q_1 = 250 \text{ cal}$$

Calor cedido pela água no resfriamento de  $30^\circ\text{C}$  para  $0^\circ\text{C}$ :

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

$$Q_4 = 200 \cdot 1 \cdot (0 - 30)$$

$$Q_4 = -6000 \text{ cal}$$

Calor para fundir as 50g de gelo:

$$Q = m \cdot L$$

$$Q_2 = 50 \cdot 80$$

$$Q_2 = 4000 \text{ cal}$$

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 0$$

$$250 + 4000 + 50 \cdot \theta_e + 200 \cdot (\theta_e - 30) = 0$$

$$250 \cdot \theta_e = 1750$$

$$\theta_e = 7^\circ\text{C}$$

4. D

$$P = E / \Delta t$$

$$P = 3000 / 10$$

$$P = 300 \text{ cal/s}$$

Tempo de aquecimento no estado sólido

$$P = E / \Delta t$$

$$300 = 1000 \cdot 0,03 \cdot [327 - 227] / \Delta t$$

$$\Delta t = 10 \text{ s}$$

Tempo de Fusão

$$P = E / \Delta t$$

$$300 = 1000 \cdot 6 / \Delta t$$

$$\Delta t_{\text{fusão}} = 20 \text{ s}$$

5.

Calor p/ resfriar a água de  $0^\circ\text{C}$       Calor p/ fundir todo gelo

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

$$Q = 100 \cdot 1 \cdot (0 - 60)$$

$$Q = -6000 \text{ cal}$$

$$Q = m \cdot L$$

$$Q = 200 \cdot 80$$

$$Q = 16000 \text{ cal}$$

Como  $|-6000| < 16000 \text{ cal}$ , apenas parte do gelo funde:

$$Q = m \cdot L$$

$$6000 = m_{\text{funde}} \cdot 80$$

$$m_{\text{funde}} = 75 \text{ g}$$

No final temos:  $T_e = 0^\circ\text{C}$   
 $m_{\text{gelo}} = 200 - 75 = 125 \text{ g}$   
 $m_{\text{água}} = 100 + 75 = 175 \text{ g}$

6. feito em sala

7.

Calor p/ resfriar a água de  $0^\circ\text{C}$       Calor p/ aquecer o gelo de  $0^\circ\text{C}$

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

$$Q = 40 \cdot 1 \cdot (0 - 10)$$

$$Q = -400 \text{ cal}$$

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

$$Q = 360 \cdot 0,5 \cdot (0 - (-30))$$

$$Q = 5400 \text{ cal}$$

Como  $|-400| < 5400 \text{ cal}$ , a água irá congelar.

Calor p/ solidificar toda água

$$Q = m \cdot L$$

$$Q = 40 \cdot 80$$

$$Q = -3200 \text{ cal}$$

Como  $|-3200 - 400|$  ainda é menor que  $5400 \text{ cal}$ , toda água solidifica e  $T_e$  será abaixo de  $0^\circ\text{C}$ :

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 = 0$$

$$-400 + (-3200) + 40 \cdot 0,5 \cdot (T_e - 0) + 360 \cdot 0,5 \cdot (T_e - (-30)) = 0$$

$$20 T_e + 180 T_e = -1800$$

$$T_e = -9^\circ\text{C}$$

8.

$$P = E / \Delta t$$

$$P = [m \cdot c \cdot \Delta T + m \cdot L] / \Delta t$$

$$800 = [m \cdot 4,18 \cdot (100 - 20) + m \cdot 2,26 \cdot 10^3] / \Delta t$$

$$800 = m [4,18 \cdot (100 - 20) + 2,26 \cdot 10^3] / \Delta t$$

$$800 = m [334,4 + 2,26 \cdot 10^3] / \Delta t$$

$$800 = m [2594,4] / \Delta t$$

$$m / \Delta t = 800 / 2594,4$$

$$m / \Delta t = 0,31 \text{ g/s}$$

$$m / \Delta t = 0,31 \cdot 10^{-3} \text{ kg/s}$$

Como a densidade da água é  $1 \text{ kg} / \text{L}$

$$\therefore \text{Vazão} = \sim 3,1 \cdot 10^{-4} \text{ L/s}$$

9.

Calor p/ sublimar todo  $\text{CO}_2$       Calor p/ resfriar o gelo de  $-10^\circ\text{C}$  para  $-78^\circ\text{C}$

$$Q = m \cdot L$$

$$Q = 100 \cdot 134$$

$$Q = 13400 \text{ cal}$$

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

$$Q = 1000 \cdot 0,5 \cdot (-78 - (-10))$$

$$Q = -34000 \text{ cal}$$

Como  $13400 < |-34000|$ , todo  $\text{CO}_2$  sublima e a  $T_e$  ocorre entre  $-78$  e  $-10^\circ\text{C}$ .

$$Q_1 + Q_2 + Q_3 = 0$$

$$13400 + 100 \cdot 0,2 \cdot (T_e - (-78)) + 1000 \cdot 0,5 \cdot (T_e - (-10)) = 0$$

$$T_e = -38^\circ\text{C}$$

10.

Calor p/ aquecer o gelo  $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$   
 $Q = 100 \cdot 0,5 \cdot (0 - (-15))$   
 $Q_1 = 750 \text{ cal}$

Calor p/ resfriar a água  $Q = m \cdot c \cdot \Delta T$   
 $Q_2 = 200 \cdot 1 \cdot (0 - 25)$   
 $Q_2 = -5000 \text{ cal}$

Como  $|Q_2| > Q_1$ , o gelo irá se fundir.  
 Calor para fundir todo gelo  $Q = m \cdot L$   
 $Q = 100 \cdot 80 = 8000 \text{ cal}$

Como a água precisa ceder  $5000 - 750 = 4250$  temos:  
 $Q = m \cdot L$   
 $4250 = m_{\text{funde}} \cdot 80$   
 $m_{\text{funde}} = 53,125 \text{ g}$

Resposta:  $T_e = 0^\circ\text{C}$   
 $m_{\text{água}} = 200 + 53,125 = 253,125 \text{ g}$   
 $m_{\text{gelo}} = 100 - 53,125 = 46,875 \text{ g}$

11. feito em sala

12. feito em sala

### Resolução sobrefusão

1. C

$$m_{\text{solidifica}} \cdot L_{\text{solidificação}} = m_{\text{liq}} \cdot c_{\text{liq}} \cdot (T_{\text{SF}} - T_{\text{solidificação}})$$

$$m_{\text{solidifica}} \cdot (-80) = 100 \cdot 1,0 \cdot (-10 - 0)$$

$$m_{\text{solidifica}} = 12,5 \text{ g}$$

2.

$$m_{\text{solidifica}} \cdot L_{\text{solidificação}} = m_{\text{liq}} \cdot c_{\text{liq}} \cdot (T_{\text{SF}} - T_{\text{solidificação}})$$

$$m_{\text{solidifica}} \cdot (-80) = 100 \cdot 1,0 \cdot (-4 - 0)$$

$$m_{\text{solidifica}} = 5,0 \text{ g}$$

3.

$$m_{\text{solidifica}} \cdot L_{\text{solidificação}} = m_{\text{liq}} \cdot c_{\text{liq}} \cdot (T_{\text{SF}} - T_{\text{solidificação}})$$

$$m_{\text{liq}} / 5 \cdot (-80) = m_{\text{liq}} \cdot 1 \cdot (T_{\text{SF}} - 0)$$

$$T_{\text{SF}} = -16^\circ\text{C}$$

4.

$$m_{\text{solidifica}} \cdot L_{\text{solidificação}} = m_{\text{liq}} \cdot c_{\text{liq}} \cdot (T_{\text{SF}} - T_{\text{solidificação}})$$

$$m_{\text{solidifica}} \cdot (-5) = m_{\text{liq}} \cdot 0,2 \cdot (30 - 44)$$

$$m_{\text{solidifica}} / m_{\text{liq}} = 0,56$$

5.

a)

$$m_{\text{solidifica}} \cdot L_{\text{solidificação}} = m_{\text{liq}} \cdot c_{\text{liq}} \cdot (T_{\text{SF}} - T_{\text{solidificação}})$$

$$m_{\text{solidifica}} \cdot (-80) = 1000 \cdot 1 \cdot (-5,6 - 0)$$

$$m_{\text{solidifica}} = 70 \text{ g}$$

b)

$$Q_{\text{água sobrefusão}} + Q_{\text{bloco}} = 0$$

$$1000 \cdot 1 \cdot (T_e - (-5,6)) + 400 \cdot (T_e - 91) = 0$$

$$10 \cdot T_e + 56 + 4 \cdot T_e - 364 = 0$$

$$T_e = 22^\circ\text{C}$$

No final teremos somente água a  $22^\circ\text{C}$ . A massa de gelo será nula.