

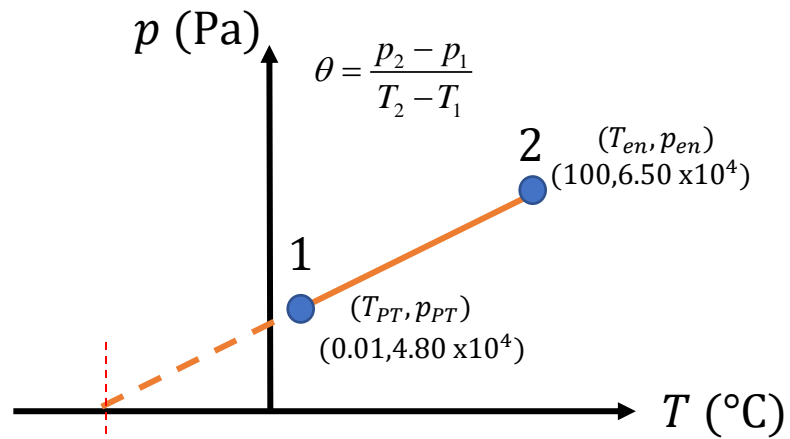


Departamento de Ciencias
Energéticas y Fluídicas

Temperatura y calor

Guía 7

1) Termómetro de gas de volumen constante. Usando un termómetro de gas, un experimentador determinó que la presión en el punto triple del agua ($0.01\text{ }^{\circ}\text{C}$) era $4.80 \times 10^4\text{ Pa}$; y en el punto de ebullición normal del agua (100°C) era $6.50 \times 10^4\text{ Pa}$. a) Suponiendo que la presión varía linealmente con la temperatura, use estos datos para calcular la temperatura Celsius en la que la presión del gas sería cero (es decir, obtenga la temperatura Celsius del cero absoluto) b) ¿el gas de este termómetro obedece con precisión la ecuación $T = \left(\frac{T_{PT}}{p_{PT}}\right)p$? Si es así y la presión a 100°C fuera $6.50 \times 10^4\text{ Pa}$, ¿qué presión habría medido el experimentador a 0.01°C ?



$$p = p_{PT} + \theta(T - T_{PT}) \quad (1)$$

$$a) \quad \theta = \frac{p_{en} - p_{PT}}{T_{en} - T_{PT}}$$

$$\theta = \frac{(6.50 - 4.80) \times 10^4\text{ Pa}}{(100 - 0.01)\text{ }^{\circ}\text{C}} \quad \theta = 170 \frac{\text{Pa}}{^{\circ}\text{C}}$$

Calculando la temperatura para $p = 0\text{ Pa}$
Resolviendo para T en (1):

$$0 = p_{PT} + \theta(T - T_{PT})$$

$$T = T_{PT} - \frac{p_{PT}}{\theta}$$

$$T = (0.01\text{ }^{\circ}\text{C}) - \frac{4.80 \times 10^4\text{ Pa}}{170 \frac{\text{Pa}}{^{\circ}\text{C}}}$$

$$T = -282\text{ }^{\circ}\text{C}$$

b)

$$p_{PT} = \left(\frac{T_{PT}}{T}\right)p$$

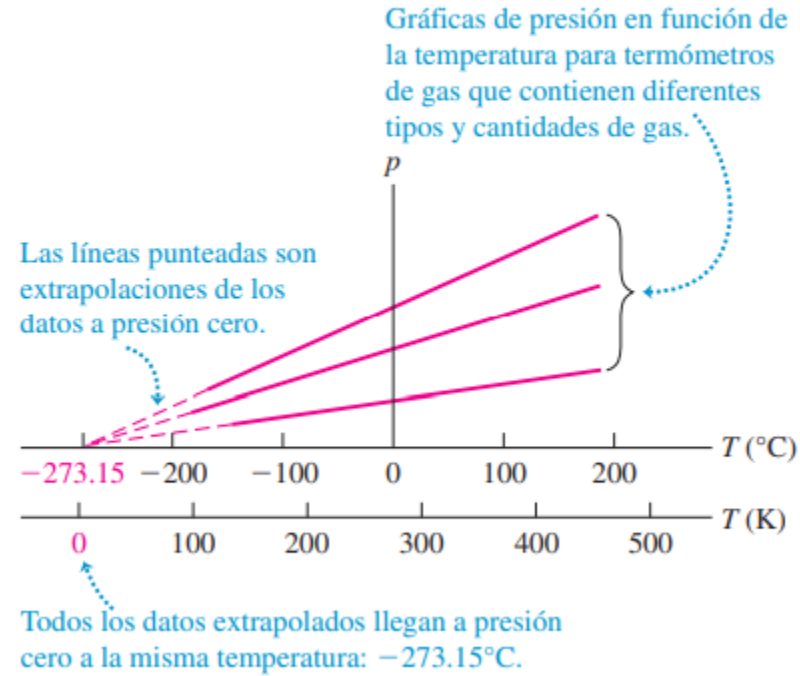
$$p_{PT} = \left(\frac{273.16\text{ K}}{373.15\text{ K}}\right)(6.50 \times 10^4\text{ Pa})$$

$$p_{PT} = 4.76 \times 10^4\text{ Pa}$$

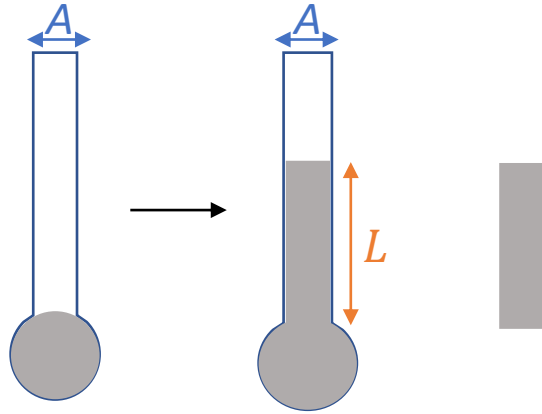
a) Termómetro de gas a volumen constante



b) Gráfica de presión contra temperatura a volumen constante para tres distintos tipos y cantidades de gas



2) Considérese un termómetro de mercurio en vidrio. Supóngase que la sección transversal A del capilar es constante, y que V es el volumen del bulbo de mercurio a 0.00°C . Suponga que el mercurio llena apenas el bulbo a 0.00°C . Demuestre que la longitud L de la columna del mercurio en el capilar a una temperatura T , en $^\circ\text{C}$ es: $L = \frac{V}{A}(\beta - 3\alpha)T$ siendo β el coeficiente de dilatación volumétrica del mercurio y α el coeficiente de dilatación lineal del vidrio.



Cuando $T_0 = 0.00^\circ\text{C}$ $V_{0b} = V_{0m} = V$

Volumen de mercurio que asciende por el capilar:

$$\Delta V_m = V_{fm} - V_{fb}$$

También:

$$\Delta V_m = AL$$

Igualando:

$$AL = V_{fm} - V_{fb}$$

Para V_{fm} y V_{fb} :

$$V_{fm} = V(1 + \beta\Delta T)$$

$$V_{fb} = V(1 + 3\alpha\Delta T)$$

$$AL = V(1 + \beta\Delta T) - V(1 + 3\alpha\Delta T)$$

$$AL = V(\beta - 3\alpha)\Delta T$$

$$L = \frac{V}{A}(\beta - 3\alpha)\Delta T$$

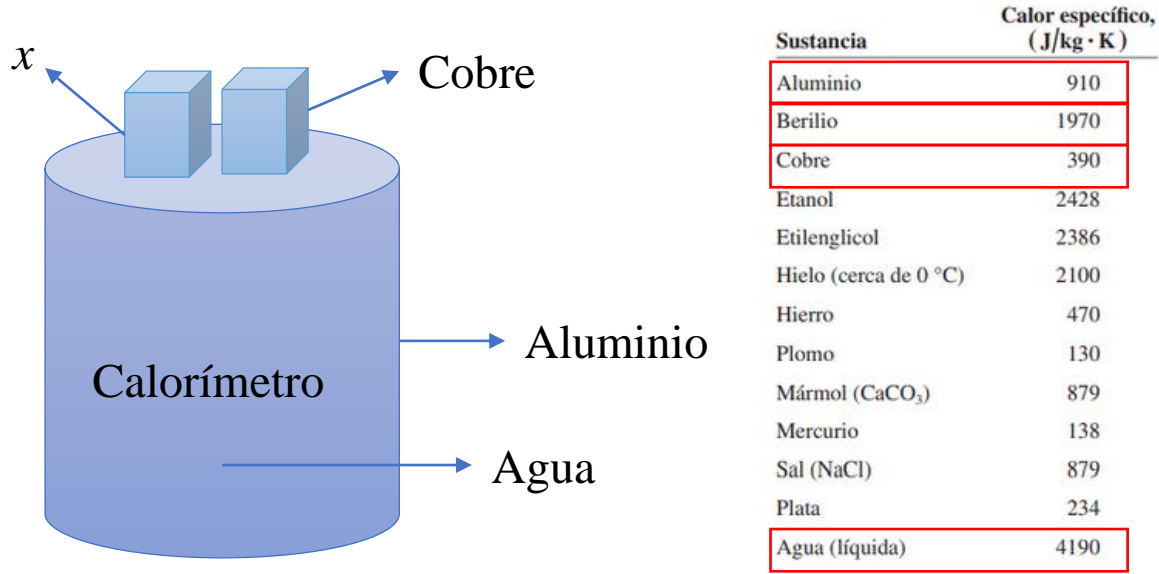
$$\Delta T = T - T_0$$

$$\Delta T = T - 0.00^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = T_{\circ\text{C}}$$

$$L = \frac{V}{A}(\beta - 3\alpha)T$$

3) Un calorímetro de aluminio, con una masa de 100 g, contiene 250 g de agua. El calorímetro y el agua están en equilibrio térmico a 10.0°C. Dos bloques metálicos se colocan en el agua. Uno es un trozo de cobre de 50.0 g a 80.0°C. El otro tiene una masa de 70.0 g y originalmente está a una temperatura de 100°C. Todo el sistema se estabiliza a una temperatura final de 20.0°C. Determine el calor específico de la muestra desconocida y trate de identificar el material de la muestra.



$$\sum Q = 0$$

$$\sum Q = Q_x + Q_{Al} + Q_w + Q_{Cu}$$

$$Q_{Al} = (0.1 \text{ kg})(910 \text{ J/kg K})(20 - 10)^\circ\text{C}$$

$$Q_{Al} = 910 \text{ J}$$

$$Q_w = (250 \times 10^{-3} \text{ kg})(4190 \text{ J/kg K})(20 - 10)^\circ\text{C}$$

$$Q_w = 1.05 \times 10^5 \text{ J}$$

$$Q_{Cu} = (50.0 \times 10^{-3} \text{ kg})(390 \text{ J/kg K})(20 - 80)^\circ\text{C}$$

$$Q_{Cu} = -1.17 \times 10^3 \text{ J}$$

$$Q_x = m_x c_x (20 - 100)^\circ\text{C}$$

$$Q_x = (-80^\circ\text{C})(70 \times 10^{-3} \text{ kg})c_x$$

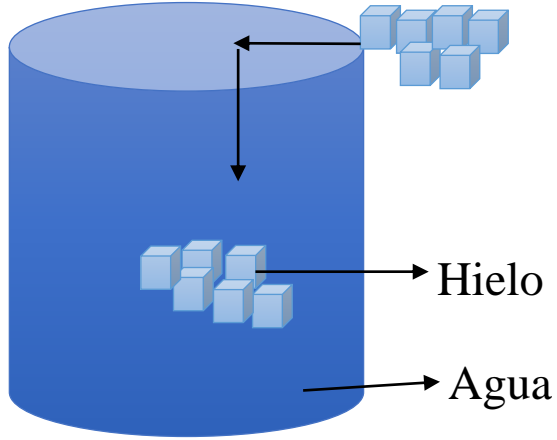
$$-Q_x = Q_{Al} + Q_w + Q_{Cu}$$

$$-(-80.0^\circ\text{C})(70.0 \times 10^{-3} \text{ kg})c_x = 910 \text{ J} + 1.05 \times 10^5 \text{ J} - 1.17 \times 10^3 \text{ J}$$

$$c_x = \frac{910 \text{ J} + 1.05 \times 10^5 \text{ J} - 1.17 \times 10^3 \text{ J}}{(80.0^\circ\text{C})(70.0 \times 10^{-3} \text{ kg})}$$

$$c_x = 1.87 \times 10^4 \text{ J/kg K}$$

4) Un recipiente de espuma de poliestireno de masa insignificante contiene 1.75 kg de agua y 0.450 kg de hielo. Más hielo, proveniente de un refrigerador a $-15.0\text{ }^{\circ}\text{C}$, se agrega a la mezcla en el recipiente, y cuando se alcanza el equilibrio térmico, la masa total del hielo en el recipiente es de 0.868 kg. Suponiendo que no hay intercambio de calor con los alrededores, ¿cuál es la masa de hielo que se agregó?



Sustancia	Calor específico, (J/kg · K)
Aluminio	910
Berilio	1970
Cobre	390
Etanol	2428
Etilenglicol	2386
Hielo (cerca de $0\text{ }^{\circ}\text{C}$)	2100
Hierro	470
Plomo	130
Mármol (CaCO_3)	879
Mercurio	138
Sal (NaCl)	879
Plata	234
Agua (líquida)	4190

$$c_H = 2100 \text{ J/kg K}$$

$$L_f = 334 \times 10^3 \text{ J/kg}$$

$$m_{hielo} + m_H + m_{aguah} = 0.868 \text{ kg}$$

$$m_H + m_{aguah} = 0.868 \text{ kg} - 0.450 \text{ kg}$$

$$m_{aguah} = 0.418 \text{ kg} - m_H$$

El hielo pasa de $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ y parte del agua total se transforma en hielo.

$$\sum Q = 0$$

$$m_H c_H (T_f - T_{iH}) + m_{aguah} (-L_f) = 0$$

$$-m_H c_H T_{iH} - (0.418 \text{ kg} - m_H) L_f = 0$$

$$-m_H c_H T_{iH} + m_H L_f - (0.418 \text{ kg}) L_f = 0$$

$$m_H = \frac{(0.418 \text{ kg}) L_f}{L_f - c_H T_{iH}}$$

$$m_H = \frac{(0.418 \text{ kg})(334 \times 10^3 \text{ J/kg})}{334 \times 10^3 \text{ J/kg} - (2100 \text{ J/kg K})(-15.0\text{ }^{\circ}\text{C})}$$

$$m_H = 0.382 \text{ kg}$$

¡Gracias!