

## Guía 9: calorimetría

### Datos:

- **Calor específico del agua líquida:**  $C_p(\text{agua}) = 1 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C} = 1 \text{ cal/g} \cdot \text{K} = 4.18 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$
- **Calor específico del hielo:**  $C_p(\text{hielo}) = 0.5 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C} = 2.09 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$
- **Calor específico del vapor de agua:**  $C_p(\text{vapor}) = 0.5 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C} = 2.09 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$
- **Calor latente de fusión del agua:**  $L_{f,\text{hielo-agua}} = 80 \text{ cal/g} = 334.4 \text{ J/g}$
- **Calor latente de vaporización del agua:**  $L_{v,\text{agua-vapor}} = 540 \text{ cal/g} = 2257.2 \text{ J/g}$
- **Calor específico del aluminio:**  $C_p(\text{Aluminio}) = 0.22 \text{ cal/g} \cdot ^\circ\text{C}$

- ① Se propone una nueva escala de temperatura en la que las temperaturas se dan en  $^\circ\Psi$ . Se define  $0^\circ\Psi$  como el punto de fusión normal del mercurio ( $-38.83^\circ\text{C}$ ); y  $100^\circ\Psi$ , como el punto de ebullición normal del mercurio ( $356.7^\circ\text{C}$ ). Expresa el punto de ebullición normal del agua en  $^\circ\Psi$ . ¿A cuántos  $^\circ\text{C}$  correspondería un cambio de temperatura de  $10^\circ\Psi$ ?
- ② **Termómetro de gas de volumen constante.** Usando un termómetro de gas, se determinó que la presión en el punto triple del agua ( $0.01^\circ\text{C}$ ) era  $4.8 \times 10^4 \text{ Pa}$ ; y en el punto de ebullición normal del agua ( $100^\circ\text{C}$ ),  $6.5 \times 10^4 \text{ Pa}$ .
  - (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 relación  $T_2/T_1 = p_2/p_1$ ? Si así fuera y la presión a  $100^\circ\text{C}$  fuera  $6.5 \times 10^4 \text{ Pa}$ , ¿qué presión se habría medido a  $0.01^\circ\text{C}$ ?
- ③ Calcule la cantidad de calor que deberá entregar un radiador para elevar en  $10^\circ\text{C}$  la temperatura de una habitación de  $80 \text{ m}^3$ , sabiendo que la capacidad calorífica específica del aire es  $0.24 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$  y su densidad es  $0.001293 \text{ g/cm}^3$ .
- ④ (a) Halle la cantidad de calor que es necesario entregar a  $1000 \text{ g}$  de una sustancia para elevar su temperatura de  $50^\circ\text{C}$  hasta  $100^\circ\text{C}$ , sabiendo que el calor específico de la sustancia varía linealmente según la ecuación (resultado experimental):
 
$$C_p(T) = C_o + a \cdot T$$
 donde  $C_o = 0.19 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$  y  $a = 4 \times 10^{-4} \text{ cal/g}^\circ\text{C}^2$ . (*Sugerencia:* piense la variación de calor en forma diferencial,  $dQ = m C dT$  e integre.)
  - (b) ¿Qué error se comete si se toma  $C_p = C_o$ ?
  - (c) Si las constantes fueran  $C_o = 0.19 \text{ cal/g} \cdot \text{K}$  y  $a = 4 \times 10^{-4} \text{ cal/g} \cdot \text{K}^2$ , ¿cambiarían las respuestas anteriores? Si la sustancia es la misma, ¿es esto correcto? Justifique.
- ⑤ Calcule la cantidad de calor necesario para pasar  $2 \text{ kg}$  de hielo a  $-20^\circ\text{C}$  a vapor a  $120^\circ\text{C}$ .

- ⑥ ¿Cuál es la mínima cantidad de agua a  $20^\circ\text{C}$  necesaria para convertir 1 kg de plomo fundido a  $327^\circ\text{C}$  (temperatura de fusión normal) a plomo sólido a la misma temperatura? Tener en cuenta que el agua se vaporiza (y se “pierde”) totalmente durante el proceso. Dato:  $L_{f,Pb} = 1.80 \times 10^4 \text{ J/kg}$ ;
- ⑦ Se tienen 100 g de agua dentro de un calorímetro perfecto, todo a  $20^\circ\text{C}$ . En un determinado momento, se introducen 500 grs de hielo a  $-50^\circ\text{C}$ . El vaso calorimétrico es de aluminio ( $C_{al} = 0.22 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ ) y tiene una masa de 300 g.  
Calcule la temperatura final del sistema e indique el calor que ha absorbido o cedido el sistema como un todo y cada una de sus componentes.
- ⑧ Se ponen juntos 10 g de vapor de agua a  $150^\circ\text{C}$ , 50 g de hielo de agua a  $-30^\circ\text{C}$ , 100 g de agua líquida a  $50^\circ\text{C}$  y 200 g de aluminio a  $110^\circ\text{C}$ , en contacto térmico dentro de un recipiente adiabático de 200 g de peso y capacidad calorífica específica  $0.2 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$ , el cual se halla inicialmente a una temperatura de  $20^\circ\text{C}$ .
- (a) Halle la temperatura final del sistema (tome como dato de los problemas anteriores las capacidades caloríficas específicas y los calores latentes necesarios).
- (b) ¿Qué cantidad de calor ha absorbido cada uno de los cuerpos? ¿Y el sistema como un todo?
- ⑨ La situación es similar a la de ejercicio ⑦, sólo que ahora se tienen 1000 g de agua dentro de un calorímetro perfecto, todo a  $20^\circ\text{C}$ , y ahora se introducen 500 grs de hielo a  $-16^\circ\text{C}$ . El vaso calorimétrico es de aluminio y tiene una masa de 300 g.  
Calcule la temperatura final del sistema e indique cuánto hielo se derritió.
- ⑩ La evaporación del sudor es un mecanismo importante para controlar la temperatura de algunos animales de sangre caliente.
- (a) Al correr, una persona de 70 kg genera energía térmica a razón de  $1200 \text{ J/seg} = 1200 \text{ W}$ . Para mantener una temperatura corporal constante de  $37^\circ\text{C}$ , esta energía debe eliminarse por sudor u otros mecanismos. Si tales mecanismos fallaran y no pudiera salir calor del cuerpo, ¿cuánto tiempo podría correr la persona antes de sufrir un daño irreversible? (Las estructuras proteínicas del cuerpo se dañan irreversiblemente a  $44^\circ\text{C}$  o más. La capacidad calorífica específica del cuerpo humano es de alrededor de  $3480 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ , poco menos que la del agua; la diferencia se debe a la presencia de proteínas, grasas y minerales, cuyo calor específico es menor que el del agua.)
- (b) ¿Qué masa de agua debe evaporarse de la piel de la persona anterior para enfriar su cuerpo  $1^\circ\text{C}$ ? El calor de vaporización del agua a la temperatura corporal a  $37^\circ\text{C}$  es de  $2.42 \times 10^6 \text{ J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ . ¿Qué volumen de agua debe beber ésta persona para reponer la que evaporó?