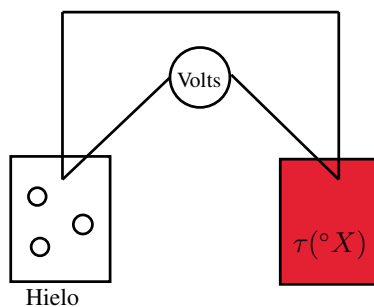


## Práctica N° 8: calorimetría

- ① **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  $0.01^{\circ}\text{C}$ ?
- ② **Termocupla.** Cuando la soldadura de referencia de un par termoeléctrico se mantiene en el punto de fusión del hielo, y la soldadura de medida está a la temperatura  $\tau$ , la fuerza electromotriz ( $\varepsilon$ , [volts]) entre las puntas está dada por la ecuación  $\varepsilon(\tau) = a\tau + b\tau^2$ , donde  $a = 0,2 \times 10^{-3}\text{Volts}/^{\circ}\text{X}$  y  $b = -5 \times 10^{-7}\text{Volts}/^{\circ}\text{X}^2$ . Es decir, se define la escala de temperaturas en  $^{\circ}\text{X}$  de esta forma. Las constantes  $a$  y  $b$  se calcularon asignando  $\tau = 0^{\circ}\text{X}$  al punto de fusión del hielo y  $\tau = 100^{\circ}\text{X}$  al punto de ebullición del agua.
- (a) Grafique  $\varepsilon$  en función de  $\tau$ .
- (b) Halle la temperatura  $\tau$  que corresponde a una medición de  $\varepsilon = 12,8 \times 10^{-3}\text{Volts}$ . ¿Hay alguna limitación para el uso de este termómetro? ¿Entre que valores de temperatura es válido utilizarlo?
- (c) Se define otra escala termométrica  $\tau'$ , en  $^{\circ}\text{Z}$ , tal que  $\tau' = a\varepsilon + b$ ; tomando  $\tau' = 0^{\circ}\text{Z}$  en el punto de fusión del hielo y  $\tau' = 100^{\circ}\text{Z}$  en el de ebullición del agua. Calcule las constantes  $a$  y  $b$  y grafique  $\varepsilon$  en función de  $\tau'$ . ¿Que diferencia hay entre las escalas  $\tau(^{\circ}\text{X})$  y  $\tau'(^{\circ}\text{Z})$ ?



- ③ 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; y  $100^{\circ}\Psi$ , como el punto de ebullición normal del mercurio. Expresa el punto de ebullición normal del agua en  $^{\circ}\Psi$ . ¿A cuántos  $^{\circ}\text{C}$  correspondería un cambio de temperatura de  $10^{\circ}\Psi$ ?
- ④ Calcule la cantidad de calor que deberá entregar un radiador para elevar en  $10^{\circ}\text{C}$  la temperatura de una habitación de  $80\text{m}^3$  (la capacidad calorífica específica del aire es  $0.24\text{cal/g}^{\circ}\text{C}$  y su densidad es  $0.001293\text{g/cm}^3$ ).
- ⑤ (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  $a = 4 \times 10^{-4}\text{cal/g}^{\circ}\text{C}^2$ .

- (b) ¿Qué error se comete si se toma  $C_p = C_o$ ?
- (c) Si las constantes fueran  $C_o = 0.19\text{cal/g K}$  y  $a = 4 \times 10^{-4}\text{cal/g K}^2$ , ¿cambiarían las respuestas anteriores? Si la sustancia es la misma, es esto correcto? Justifique.
- ⑥ **Ley de Debye  $T^3$ .** A temperaturas muy bajas, la capacidad calorífica molar de la sal de roca varía con la temperatura según la ley de Debye:

$$C = \kappa \frac{T^3}{\Theta^3}$$

donde  $\kappa = 1940\text{J}/(\text{mol K})$  y  $\Theta = 281\text{K}$ .

- (a) ¿Cuánto calor se requiere para elevar la temperatura de  $1.5\text{mol}$  de sal de roca de  $10\text{K}$  a  $40\text{K}$ ? (*Sugerencia:* piense la variación de calor en forma diferencial,  $dQ = n C dT$  e integre.)
- (b) Calcule la capacidad calorífica molar media en este intervalo.
- (c) Calcule la capacidad calorífica molar verdadera a  $40\text{K}$ .
- ⑦ Se ponen juntos  $10\text{g}$  de vapor de agua a  $150^{\circ}\text{C}$ ,  $50\text{g}$  de hielo de agua a  $-30^{\circ}\text{C}$ ,  $100\text{g}$  de agua líquida a  $50^{\circ}\text{C}$  y  $200\text{g}$  de aluminio a  $110^{\circ}\text{C}$ , en contacto térmico dentro de un recipiente adiabático de  $200\text{g}$  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). Dato: Calor específico del aluminio =  $0.22\text{cal/g}^{\circ}\text{C}$ .
- (b) ¿Qué cantidad de calor ha absorbido cada uno de los cuerpos? ¿Y el sistema como un todo?

- ⑧ Dentro de un calorímetro perfecto que contiene 1000g de agua a  $20^{\circ}\text{C}$ , se introduce 500grs de hielo a  $-16^{\circ}\text{C}$ . El vaso calorimétrico es de aluminio ( $C_{al} = 0.22\text{cal/g}^{\circ}\text{C}$ ) y tiene una masa de 300g.

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.

$$\Delta H_{fus} = 80\text{cal/g} ; C_p(\text{hielo}) = 0.5\text{cal/g}^{\circ}\text{C} ; C_p(\text{agua}) = 1.0\text{cal/g}^{\circ}\text{C}.$$

- ⑨ La evaporación del sudor es un mecanismo importante para controlar la temperatura de algunos animales de sangre caliente.

- (a) Al correr, una persona de 70kg genera energía térmica a razón de 1200Joules/seg. 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  $3480\text{J}/(\text{kg K})$ , 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  $2.42 \times 10^6 \text{ J}/(\text{kg K})$ . ¿Qué volumen de agua debe beber ésta persona para reponer la que evaporó?

⑩ **Aire caliente en una clase de física.**

- (a) Una persona que escucha atentamente una clase de física produce 100W de calor. ¿Cuánto calor desprende un grupo de 90 estudiantes de física, en una aula durante una clase de 50 min?
- (b) Suponga que toda la energía térmica del inciso (a) se transfiere a los  $3200\text{m}^3$  de aire del aula. El aire tiene un calor específico de  $1020\text{J}/\text{kg K}$  y una densidad de  $1.20 \text{ kg}/\text{m}^3$ . Si nada de calor escapa y el sistema de aire acondicionado está apagado, ¿cuánto aumentará la temperatura del aire durante tal clase?
- (c) Si el grupo está en examen, la producción de calor por estudiante aumenta a 280W. ¿Cuánto aumenta la temperatura en 50 minutos en este caso?