



FÍSICA II

GUÍA DE PROBLEMAS N°5:

CALOR ESPECÍFICO, CALORIMETRÍA, TRANSMISIÓN DE CALOR

Pablo Turner, Ignacio Hamad, Carlos Silva

Calor Específico

1. Demostrar que la variación de energía interna dU de un sistema formado por n moles de una sustancia pura, en un proceso infinitesimal a volumen constante, es igual a $nc_v dT$. Explicar por qué la variación de energía interna en un proceso a presión constante no es igual a $nc_p dT$.
2. Se realiza un proceso isobárico sobre n moles de gas, aumentando la temperatura de t_i hasta t_f . Se observa que la capacidad calorífica molar a presión constante varía con la temperatura según la ecuación: $c_p = a + bt - ct^2$, donde a , b y c son constantes. Si se produce una variación de volumen ΔV , calcular la variación de energía interna.
3. El calor específico de un sólido a bajas temperaturas viene dado por la ecuación:
 $c_v = k(T/\theta)^3$,
conocida como la **ley de Debye**, donde k es una constante igual a $19,4 \times 10^5 \text{ joules/molK}$, y θ es la "temperatura característica" o "temperatura de Debye", igual a 281 K para NaCl.
Calcular el calor específico a volumen constante del NaCl:
 - a) a 10 K.
 - b) a 50 K.
 - c) ¿Qué cantidad de calor es necesario para elevar la temperatura de 2 moles de NaCl desde 10 K hasta 50 K?
 - d) ¿Cuál es el valor del calor específico medio en este rango de temperaturas?
4. Para un hilo metálico se definen las capacidades calorífica a tensión constante y a longitud constante C_F y C_L respectivamente. Partiendo de sus definiciones demostrar:
 - a) $C_L = (\partial U / \partial T)_L$
 - b) $C_F = (\partial U / \partial T)_F - L\alpha$
5. a) Utilizando la forma diferencial del primer principio $\delta Q = dU + PdV$, mostrar que:
 - 1) $c_v = \frac{1}{n} (\frac{\partial U}{\partial T})_V$
 - 2) $c_p - c_v = [(\frac{\partial u}{\partial v})_T + p] (\frac{\partial v}{\partial T})_p$
donde c_v y c_p son los calores específicos molares a volumen y a presión constante, respectivamente, u es la energía interna molar y v el volumen molar.Ayuda: desarrollar dU en función de T y V . Dividir todo por n para tener cantidades molares.
 - b) Un mol de un gas obedece a la ecuación de estado de Van der Waals: $(P + \frac{a}{v^2})(v - b) = RT$ donde v es el volumen molar, y su energía interna molar viene dada por: $u = cT - \frac{a}{v^2}$ siendo a , b y c constantes. Calcular los calores específicos molares c_v y c_p .

Calorimetría

Datos: Calor latente de fusión del hielo: 80cal/g , Calor latente de vaporización del agua: 540cal/g , c_p hielo = $0,55\frac{\text{cal}}{\text{g}^\circ\text{C}}$, c_p agua = $1\frac{\text{cal}}{\text{g}^\circ\text{C}}$.

Se asume que en todos los problemas los procesos ocurren a presión atmosférica constante.

6. En un recipiente aislado que contiene 6g de vapor a 100°C se introducen 70g de hielo a -18°C . Calcular la temperatura final y la composición final de la mezcla.
7. Se dispone de un calorímetro que contiene 1Kg de agua a 20°C en el comienzo de cada una de las experiencias que se describen a continuación.
 - a) Se agrega 1Kg de agua a 60°C . La temperatura final resulta ser $38,3^\circ\text{C}$. Cuál es la capacidad calorífica del calorímetro?
 - b) Se agregan 30g de hielo a 0°C . La temperatura final es de $17,53^\circ\text{C}$. Cuál es el calor de fusión del hielo?
 - c) Se agregan en el calorímetro 30g de hielo a -10°C . La temperatura final es de $17,41^\circ\text{C}$. Cuál es el calor específico del hielo entre 0 y -10°C ?
8. Un calorímetro de equivalente en agua 10g contiene 500g de hielo a la temperatura de -30°C . Se introducen 22g de vapor de agua a 100°C . Calcular la temperatura final de la mezcla y las masas finales de hielo y agua.
9. En un calorímetro de Cobre de 500g hay 200g de hielo a 0°C . Se inyectan 70g de vapor de agua a 100°C . Calcular la temperatura de equilibrio y la composición final de la mezcla.
 $c_{pCu} = 0,390\text{kJKg}^{-1}\text{K}^{-1}$
10. En un calorímetro ideal se tienen 200g de agua a 10°C . Se introducen 100g de hielo a -25°C . Calcular la temperatura final de la mezcla y en el caso en que resulte $t_f = 0^\circ\text{C}$, calcular las masas de agua y hielo respectivamente.
11. En un calorímetro de masa 100g y calor específico $0,21\frac{\text{cal}}{\text{g}^\circ\text{C}}$ se tienen 1000g de agua a 75°C . Se deja caer una masa de hierro ($c_p = 0,113\frac{\text{cal}}{\text{g}^\circ\text{C}}$) a 180°C . Calcular cuál debería ser la masa de hierro a fin de que se vaporicen 10g de agua.

Transmisión del Calor

12. Una lámina de un aislador térmico tiene 100cm^2 de sección transversal y 2cm de espesor. Su conductividad térmica es de $2 \cdot 10^{-4}\frac{\text{cal}}{\text{seg cm }^\circ\text{C}}$. Si la diferencia de temperatura entre las caras opuestas es de 100°C . ¿Cuántas calorías pasarán a través de la misma en un día?
13. La pared de un horno está formada por dos capas de espesores $x_1 = 10\text{cm}$ y $x_2 = 20\text{cm}$ y conductividades $k_1 = 0,002$ y $k_2 = 0,004\frac{\text{cal}}{\text{seg cm }^\circ\text{C}}$ respectivamente. Se mantiene la superficie interior a 600°C y la exterior a 450°C .
 - a) Calcular la corriente calorífica por unidad de área;
 - b) la temperatura en la cara común.
14. A través de un aislador cilíndrico de radio exterior R_2 que rodea a un tubo de vapor de radio exterior R_1 fluye calor radialmente hacia afuera. La temperatura de la superficie interior es t_1 , y la de la superficie exterior es t_2 . ¿A qué distancia radial del centro del tubo la temperatura es la media aritmética de t_1 y t_2 ?

15. Una barra de 2 m de longitud está formada por un núcleo macizo de acero de 1 cm de diámetro rodeado de una envoltura de cobre cuyo diámetro exterior es de 2 cm. La superficie exterior de la barra está aislada térmicamente, uno de los extremos se mantiene a 100 °C y el otro a 0 °C.
- Calcular la corriente calorífica total en la barra.
 - ¿Qué fracción es transportada por cada sustancia?
- $$k_{ac} = 0,12 \frac{\text{cal}}{\text{seg cm } ^\circ\text{C}}; k_{cu} = 0,92 \frac{\text{cal}}{\text{seg cm } ^\circ\text{C}}.$$
16.
 - Explicar el proceso por el cual se hielan las superficies de los lagos y estanques en invierno.
 - Explicar por qué se producen las brisas marinas.
17. Una pared de ladrillo de 20 cm de espesor y conductividad térmica $0,0141 \frac{\text{cal}}{\text{seg cm } ^\circ\text{C}}$, separa una habitación en la que el aire tiene una temperatura de 20 °C del exterior donde el aire se encuentra a -18 °C. Si el coeficiente de convección en el interior es $10^{-4} \frac{\text{cal}}{\text{seg cm } ^\circ\text{C}}$, y doble de éste el del exterior, hallar:
- la corriente calorífica por unidad de área a través de la pared
 - la temperatura de la superficie interior y exterior;
 - el coeficiente total de transmisión del calor.
18. Una pared vertical de 10 m² se mantiene a una temperatura constante de 300 °C. La pared está cubierta por una capa de material aislante de conductividad térmica $0,0005 \frac{\text{cal}}{\text{seg cm } ^\circ\text{C}}$ y de 5 cm de espesor. El aire exterior se halla a 20 °C.
Calcular:
- el calor perdido por minuto por conducción y convección natural;
 - la temperatura de la superficie externa del material aislante.
19. La temperatura superficial del sol es de 6000 K aproximadamente. Si se supone que el sol es un cuerpo negro radiante, ¿a qué longitud de onda λ_{max} tendrá el pico de su espectro?
20. Calcular la pérdida neta de energía radiante de una persona desnuda en una habitación a 20 °C suponiendo que la persona se comporta como un cuerpo negro, el área del cuerpo es igual a 1,4 m², y la temperatura de su superficie es de 33 °C. (La temperatura superficial del cuerpo humano es ligeramente inferior que su temperatura interna, 37 °C, debido a la resistencia térmica de la piel.)
21. Un tubo no aislado para conducción de vapor de 8 cm de diámetro y poder absorbente 0,8 pasa verticalmente por una habitación en la cual el aire y todas las superficies sólidas están a la temperatura media de 27°C. Si la temperatura de la superficie del tubo es de 97 °C, comparar la cantidad media de calor perdida por radiación por unidad de tiempo y unidad de longitud del tubo con la pérdida en iguales condiciones por convección natural.