



Guía 1: FIS1523 - Termodinámica

Facultad de Física

Pontificia Universidad Católica de Chile
Profes. Mario Favre - Andrés Gomberoff
Primer Semestre 2010

1. La densidad del agua de mar es 1.025 kg/m^3 . A 20 m bajo la superficie del mar, donde la temperatura es 5°C , un buzo suelta una burbuja que tiene un volumen de 1 cm^3 . Si la temperatura del agua en la superficie es 20°C y el aire puede ser tratado como un gas ideal, ¿Cuál es el volumen de la burbuja justo al llegar a la superficie?
2. Un gas ideal monoatómico experimenta una expansión adiabática desde un estado inicial con $P_i = 320 \text{ kPa}$, $V_i = 12 \text{ l}$, hasta un volumen final $V_f = 18 \text{ l}$.
 - a) Determine la presión final del gas.
 - b) Determine las temperaturas inicial y final para 1.4 moles del gas.
3. Una cámara cilíndrica vertical tiene en su parte superior un pistón de masa m , que desliza sin roce, como muestra la figura. En el interior de la cámara hay un gas ideal que, bajo la acción de la fuerza de gravedad, se encuentra a temperatura T .
 - a) Encuentre el coeficiente de expansión volumétrica para la expansión térmica del gas, como función de la temperatura.
 - b) Suponiendo que inicialmente el gas ocupa un volumen de 1 litro y se encuentra a la temperatura de 0°C , encuentre el cambio que experimenta el volumen si la temperatura aumenta a 100°C .
4. Un fluido experimenta el proceso iaf representado en la figura, de tal modo que en la parte isobárica del proceso $Q_{ia} = 11 \text{ kJ}$, y en la isocórica, $Q_{af} = 12 \text{ kJ}$. Si la energía interna del estado inicial es $U_i = 2.0 \text{ kJ}$, determinar la energía interna
 - a) del estado a
 - b) del estado f .
 - c) Suponer que el sistema regresa desde el estado f al i según la línea recta representada en la figura, ¿Cuánto calor se habrá extraído del sistema en ese proceso?
5. Un riel de acero de 1 km de largo está fijo en sus extremos. Se encuentra en posición horizontal cuando la temperatura es 20°C . Al subir la temperatura el riel se curva, formando un arco de circunferencia. Encuentre la altura h del punto central del riel cuando la temperatura es 30°C . ($\alpha_{\text{acero}} = 1.1 \cdot 10^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$)

6. Una cáscara esférica de aluminio tiene radios interior y exterior, 10 y 11 cm respectivamente. En su interior contiene una mezcla de agua y hielo a 0°C , y el exterior está a una temperatura fija de 50°C .
- Encuentre la función $T(r)$ que describe la distribución radial de temperatura en el interior de la cáscara de aluminio durante el proceso de fusión del hielo.
 - Si en cierto instante de tiempo la cantidad de hielo en el interior es 1 kg, manteniendo constante la temperatura del exterior, ¿cuánto tiempo demora en fundirse el hielo? Conductividad térmica del aluminio: $k_{Al}=200 \text{ J}/(\text{s}\cdot\text{m}\cdot^{\circ}\text{C})$, calor de fusión del hielo: $L_f = 3.33\cdot 10^5 \text{ J}/\text{kg}$.
7. Un líquido con coeficiente de expansión térmica volumétrica β llena completamente un bulbo esférico de paredes muy delgadas y volumen V , que está hecho de un material con coeficiente de expansión térmica lineal α . El líquido es libre para expandirse en un tubo capilar muy delgado, de sección transversal A , que sobresale del bulbo, como muestra la figura. Encuentre la altura Δh que sube el líquido en el capilar cuando la temperatura aumenta en ΔT .
8. Considere una varilla cilíndrica de Cobre sólido de 50 cm de longitud y 1 cm^2 de sección. Los costados de la varilla están recubiertos por un material con conductividad térmica despreciable. Un extremo de la varilla está ennegrecido, de modo tal que su emisividad es igual a uno, y está expuesto a radiación térmica de paredes lejanas, que se encuentran a una temperatura fija de 127°C .
- Encuentre el flujo de calor que debe existir en la barra para que la temperatura del extremo expuesto se mantenga constante en 27°C .
 - Suponiendo que el otro extremo de la varilla se mantiene a una temperatura fija de 20 K , determine la temperatura de la superficie del extremo expuesto en estado estacionario. (Ayuda: dada la alta conductividad térmica del cobre a baja temperatura, la temperatura del extremo expuesto debe ser cercana a los 20 K del otro extremo). La conductividad térmica del cobre a baja temperatura es $k = 1670 \text{ W}/\text{m}\cdot\text{K}$.
9. Una barra delgada está en contacto térmico en uno de sus extremos con agua hirviendo a presión atmosférica, y en el otro con una mezcla de agua y hielo. La barra consiste de un tramo de 0.2 m de largo de un material con conductividad térmica $400 \text{ W}/\text{m}\cdot\text{K}$, que está en contacto con el agua hirviendo, y otro de largo L y conductividad térmica $200 \text{ W}/\text{m}\cdot\text{K}$, que está unido al primero en un extremo, y en contacto con el agua con hielo en el otro. La barra tiene un área de sección transversal 10 cm^2 en toda su extensión y su exterior está aislado térmicamente. En estado estacionario, la temperatura de la unión entre ambos tramos es 60°C .
- Determine el largo L del segundo tramo de la barra.
 - Determine el flujo de calor en estado estacionario entre el agua en ebullición y la mezcla agua-hielo.
 - Encuentre la conductividad térmica efectiva de la barra, que corresponde al valor equivalente si la barra fuera de un solo material.

- d) Si justo en el instante en que se alcanza el estado estacionario en el flujo de calor hay 1.5 kg de hielo en la mezcla agua-hielo, determine el tiempo que demora en fundirse totalmente. Use el valor $3.2 \cdot 10^5$ J/kg para el calor de fusión del agua.
10. Un cilindro térmicamente aislado y con un pistón móvil de masa despreciable, que no experimenta roce, está inicialmente lleno con 3 l de agua líquida a 50° . El exterior del cilindro se encuentra a presión atmosférica (100 kPa).
- Determine la cantidad de calor, expresada en Joule, que debe transferirse al sistema para que la temperatura del agua suba a 100° .
 - Alcanzada la temperatura de 100° se transfieren $1.5 \cdot 10^6$ J de calor adicionales al sistema. Encuentre los volúmenes de agua líquida y vapor de agua en el cilindro al final del proceso.
 - Alternativamente, si alcanzada la temperatura de 100° en el agua líquida se mantiene el proceso de transferencia de calor hasta que en el interior del cilindro sólo hay vapor de agua a 150° , ¿qué cantidad de calor expresada en Joule debe transferirse al sistema para que ello ocurra?
 - Alcanzada la condición anterior, ¿cuál es el volumen que ocupa el vapor de agua?

Suponga que el vapor de agua se puede tratar como gas ideal.

Calor específico del agua líquida: $c_{H_2O} = 4.18 \cdot 10^3$ J/kg·K

Calor latente de vaporización del agua, $L_v = 2.257 \cdot 10^6$ J/kg

Volúmenes específicos del agua a 100° y 100 kPa: $V_{liq} = 0.001043$ m³/kg, $V_{vap} = 1.694$ m³/kg.

11. Un tanque rígido de 0.5 m³ que contiene oxígeno a 20°C y 600 kPa está conectado mediante una válvula a otro estanque rígido de 0.5 m³, que contiene nitrógeno a 30°C y 150 kPa. Ambos tanques están aislados térmicamente. Se abre la válvula, permitiendo que los gases se mezclen y alcancen el equilibrio térmico.
- Encuentre la temperatura de equilibrio luego de abierta la válvula.
 - Encuentre la presión en el interior de los tanques luego de alcanzado el equilibrio térmico.
 - Encuentre las presiones parciales de ambos gases luego de alcanzado el equilibrio térmico.

Calores específicos: $c_{N_2} = c_{O_2} = 20.765$ J/mol·K.

12. n moles de un gas perfecto monoatómico son sometidos al proceso indicado en el diagrama PV de la figura, que partiendo del estado inicial i , incluye una transformación a presión constante P_0 , seguida de una transformación a volumen constante V_0 , para alcanzar el estado final f .
- ¿Cuál es el trabajo total realizado por el gas en el proceso?