



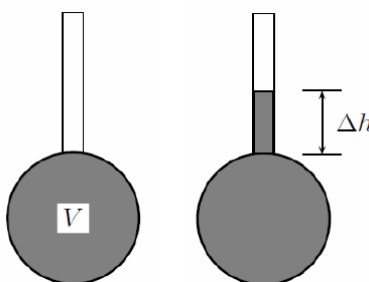
Guía I1: FIS1523 - Termodinámica

Facultad de Física

Pontificia Universidad Católica de Chile

Segundo Semestre 2015

1. 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 .



2. Dos recipientes térmicamente aislados están conectados por un tubo corto y delgado, que posee una válvula, inicialmente cerrada. Uno de los recipientes, de 15 l de volumen, contiene oxígeno a 27°C y a una presión de 1.5 atm . El otro, de 20 l , contiene oxígeno a 127°C y a una presión de 2.5 atm . Se abre la válvula, los gases se mezclan, y la temperatura y presión se hacen uniformes en todo el sistema. Determine,

- a) La temperatura final.
- b) La presión final.

Resp.: a) $T = 102^\circ\text{C}$, b) $P = 2.14\text{ atm}$

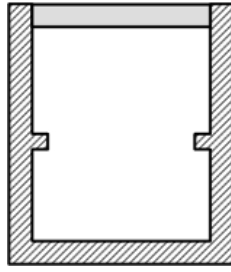
3. Un cilindro térmicamente aislado y con un pistón móvil de masa despreciable, que no experimenta roce, está inicialmente lleno con 3 l de agua líquida a 50° . El exterior del cilindro se encuentra a presión atmosférica (100 kPa).

- a) Determine la cantidad de calor, expresada en Joule, que debe transferirse al sistema para que la temperatura del agua suba a 100° .
- b) Alcanzada la temperatura de 100°C se transfieren $1.5 \cdot 10^6\text{ J}$ de calor adicionales al sistema. Encuentre los volúmenes de agua líquida y vapor de agua en el cilindro al final del proceso.

- c) Alternativamente, si alcanzada la temperatura de 100°C 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°C , ¿qué cantidad de calor expresada en Joule debe transferirse al sistema para que ello ocurra?
- d) 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: $c_{H_2O} = 4.18 \text{ kJ/kg}\cdot\text{K}$. Calor latente de vaporización del agua, $L_v = 2.257 \cdot 10^3 \text{ kJ/kg}$. Volúmenes específicos del agua a 100°C y 100 kPa : $V_{liq} = 0.001043 \text{ m}^3/\text{kg}$, $V_{vap} = 1.694 \text{ m}^3/\text{kg}$.

4. Un mol de gas monoatómico recorre un ciclo compuesto de las siguientes tres etapas reversibles:
 - i) Compresión isotérmica (temperatura constante T_1) desde $2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ y 0.01 m^3 a $2 \cdot 10^6 \text{ Pa}$ y 0.001 m^3 .
 - ii) Expansión isobárica (presión constante) para volver al gas al volumen original, variando la temperatura desde T_1 hasta T_2 .
 - iii) Enfriamiento a volumen constante para llevar al gas a la presión y temperatura original.
 - a) Determine T_1 y T_2 en grados Kelvin.
 - b) Encuentre la energía ΔU y el calor ΔQ que absorbe el gas en cada etapa del proceso.
 - c) Encuentre el trabajo realizado por el gas en cada etapa del proceso.
5. Cierta cantidad de aire está contenida en un cilindro provisto de un pistón móvil. Inicialmente la presión del aire es $2 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$, el volumen es 0.5 m^3 y la temperatura de 300 K . Considerando el aire como un gas ideal:
 - a) Determinar el volumen final del aire si se deja expandir isotérmicamente hasta que la presión sea 10^7 N/m^2 , desplazándose el pistón hacia afuera para permitir el aumento de volumen.
 - b) ¿Cuál será la temperatura final del aire si el pistón se mantiene fijo en su posición inicial y el sistema se enfría hasta que la presión sea 10^7 N/m^2 ?
 - c) Determine las temperaturas y volúmenes finales si se deja expandir isotérmicamente desde la posición inicial hasta que la presión sea $1.5 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$ y después se enfría a volumen constante hasta que la presión sea 10^7 N/m^2 .
6. Considere un sistema cilindro/pistón, como el que muestra la figura. Los topes dividen el cilindro en dos volúmenes idénticos. En el interior hay aire, con condiciones iniciales 400° y 150 kPa . Se permite que el aire se enfríe, alcanzando una temperatura de 20° .
 - a) Determine si en el estado final el pistón está o no apoyado sobre los topes del interior del cilindro.
 - b) Encuentre la presión en el estado final.
 - c) Encuentre el trabajo específico hecho por el aire en el proceso.
 - d) Represente el proceso en diagramas $P - v$ y $T - v$.



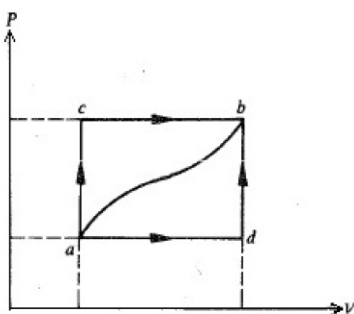
7. Un tanque rígido de 0.5 m^3 que contiene oxígeno a 20°C y 600 kPa está conectado mediante una válvula a otro estanque rígido de 0.5 m^3 , que contiene nitrógeno a 30°C y 150 kPa . Ambos tanques están aislados térmicamente. Se abre la válvula, permitiendo que los gases se mezclen y alcancen el equilibrio 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: $c_{N_2} = c_{O_2} = 20.765 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$.

8. Un mol de gas monoatómico recorre un ciclo compuesto de las siguientes tres etapas reversibles:
- Compresión isotérmica (temperatura constante T_1) desde $2 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ y 0.01 m^3 a $2 \cdot 10^6 \text{ Pa}$ y 0.001 m^3 .
 - Expansión isobárica (presión constante) para volver al gas al volumen original, variando la temperatura desde T_1 hasta T_2 .
 - Enfriamiento a volumen constante para llevar al gas a la presión y temperatura original.
- Determine T_1 y T_2 en grados Kelvin.
 - Encuentre la energía ΔU y el calor ΔQ que absorbe el gas en cada etapa del proceso.
 - Encuentre el trabajo realizado por el gas en cada etapa del proceso.
9. Cierta cantidad de aire está contenida en un cilindro provisto de un pistón móvil. Inicialmente la presión del aire es $2 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$, el volumen es 0.5 m^3 y la temperatura de 300 K . Considerando el aire como un gas ideal:
- Determinar el volumen final del aire si se deja expandir isotérmicamente hasta que la presión sea 10^7 N/m^2 , desplazándose el pistón hacia afuera para permitir el aumento de volumen.
 - ¿Cual será la temperatura final del aire si el pistón se mantiene fijo en su posición inicial y el sistema se enfría hasta que la presión sea 10^7 N/m^2 ?
 - Determine las temperaturas y volúmenes finales si se deja expandir isotérmicamente desde la posición inicial hasta que la presión sea $1.5 \cdot 10^7 \text{ N/m}^2$ y después se enfría a volumen constante hasta que la presión sea 10^7 N/m^2 .

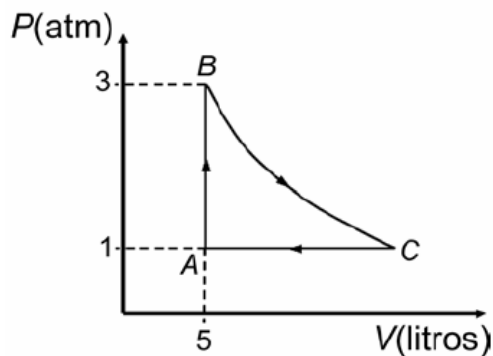
10. Cuando un sistema pasa de un estado a al estado b , según la figura, a lo largo de la trayectoria $a - c - b$, recibe un flujo de calor de 80 J y el sistema realiza un trabajo de 30 J .

- ¿Cuánto calor fluye en el sistema a lo largo del proceso $a - d - b$, si el trabajo realizado es 10 J ?
- El sistema vuelve del estado b al estado a a lo largo del proceso curvo. El trabajo realizado sobre el sistema es 20 J . ¿Cuánto calor absorbe o cede el sistema, si es que lo absorbe o lo cede?
- Si $U_a = 10 \text{ J}$ y $U_d = 40 \text{ J}$, determinar el calor absorbido en los procesos $a - d$ y $d - b$.



11. Un gas monoatómico ideal ocupa 5.0 litros a presión atmosférica y a 27°C (punto A de la figura). El gas es calentado a volumen constante, hasta que la presión llega a 3.0 atmósferas (punto B en la figura). Luego el gas se expande isotérmicamente, hasta volver a la presión de una atmósfera (punto C de la figura). Finalmente es comprimido isobáricamente, para volver a la condición original.

- Determine el número de moles del gas.
- Encuentre la temperatura en B y C , y el volumen en C .
- Determine la energía interna del gas en los puntos A , B y C .
- Para los procesos $A \rightarrow B$, $B \rightarrow C$ y $C \rightarrow A$, encuentre el flujo de calor, el trabajo realizado por el gas, y el cambio en la energía interna.



12. Considere el ciclo termodinámico que realiza un mol de aire, descrito en el gráfico P vs V que muestra la figura. Adicionalmente a los tramos a presión y volumen constante, el ciclo puede completarse con la línea curva continua, que corresponde a un proceso isotérmico, o la segmentada, que corresponde a un proceso adiabático.
- a) Encuentre el trabajo hecho por el gas en ambos casos.
- b) Encuentre la eficiencia del ciclo para ambos casos, línea continua y línea segmentada.

