

Problemas de Física 4 § Entropía - Cálculos de procesos

1. Un mol de un gas **ideal diatómico** ($C_v = (3 + 2) \times \frac{R}{2}$) está confinado en un recipiente–pistón adiabático. Inicialmente, el pistón está trabado, y las variables de estado son $V_i = 2 \text{ l}$, $T_i = 300 \text{ °K}$. La presión exterior es constante $P_{ext} = 1 \text{ atm}$. ¿Qué va a pasar cuando se saque la traba? Describir **completamente** el estado final.
(completamente significa que hay que detallar las variables de estado – incluyendo entropía – y los cambios de energía, trabajo y calor del sistema).
2. Se tienen dos recipientes con 1 l de agua cada uno, uno se encuentra a 30 °C y el otro a 90 °C. Supongamos que cuenta con varias fuentes térmicas intermedias, y que se lleva el sistema hacia el equilibrio termodinámico, bajo presión constante. Graficar el cambio de entropía del universo en función del número de fuentes N (incluyendo $N = 0$).
3. Un mol de gas **monoatómico ideal** ($C_v = (3) \times \frac{R}{2}$) está confinado en un cilindro–pistón aislado térmicamente (excepto su base que está en contacto con una fuente térmica a $T = 300 \text{ °K}$). El pistón está trabado, tiene un área de 100 cm^2 , y la presión en el interior del recipiente es $P_i = 2 \text{ atm}$. La presión exterior es $P_{ext} = 1 \text{ atm}$. Del otro lado del pistón se le agrega un resorte (no deformado) cuya constante elástica es $k = 10 \text{ kg/cm}$. Se suelta la traba, hasta que el sistema llega al equilibrio.
 - (a) ¿Cuánto vale el trabajo entregado por el gas?
 - (b) ¿Cuánto vale el calor intercambiado con la fuente térmica?
 - (c) ¿Cuánto vale la variación de entropía del gas?
 - (d) ¿Cuánto vale la variación de entropía de la fuente?
4. Se tiene un cilindro aislado térmicamente excepto en las bases (que son diatérmicas). El cilindro está dividido en dos partes A y B , por medio de un pistón adiabático que se puede deslizar sin rozamiento. Adentro del recipiente hay un gas diatómico ideal en equilibrio, y algunas de las variables de estado iniciales son: $V_{A_i} = 5 \text{ l}$, $T_{A_i} = 10 \text{ °C}$, $P_{A_i} = 2 \text{ atm}$ y $V_{B_i} = 11.5 \text{ l}$. La base B está permanentemente en contacto con una fuente térmica a $T = 10 \text{ °C}$. A través de la base de A , se suministra calor, hasta que la temperatura final de equilibrio en A sea $T_{A_f} = 67 \text{ °C}$. Suponiendo que todos los procesos se realizan en forma reversible:
 - (a) Calcular el calor intercambiado en A .
 - (b) Calcular el trabajo realizado por el gas en A .
 - (c) Calcular el calor intercambiado en B .
 - (d) Calcular el cambio de entropía en A .
 - (e) Calcular el cambio de entropía en B .
 - (f) Calcular el cambio de entropía en la fuente térmica que está en contacto con B .
 - (g) Calcular el cambio de entropía en el universo.
5. Una forma *ad hoc* de salir de la paradoja de Gibbs, es reemplazando V por $\frac{V}{n}$ en la ecuación de entropía. Comprobarlo.

§<http://www.df.uba.ar/users/dmitnik/fisica4>

6. Se tiene 1.5 kg de aire a 27 °C y 1 bar (estado 1), y se lo quiere llevar a un estado de 1000 °K y 30 bares (estado 3). Para ello se pretende utilizar un dispositivo cilindro-pistón en el cual la posición del pistón se puede variar en forma controlada. Elegimos dos alternativas:
- Se realiza primero una compresión adiabática y reversible del gas, y después se le suministra calor manteniendo el volumen del dispositivo constante (el estado intermedio se denomina 2A).
 - Se le suministra primero calor al gas manteniendo la posición del pistón constante y después se realiza una compresión isentrópica y reversible del gas (el estado intermedio se denomina 2B).
- Calcular las presiones y temperaturas de los estados intermedios.
 - ¿En qué camino se debe realizar más trabajo? ¿En cuál se debe suministrar más calor? Calcular estas magnitudes en al menos uno de los caminos.
 - Variante del camino A: Considerar que la compresión genera una irreversibilidad de 60 J/ °K. Calcular en este caso la temperatura y presión del nuevo punto 2A', y el trabajo consumido en la compresión.
 - Variante del camino B: Suponer que se dispone sólo del 95% del calor necesario para llegar al punto 2B. ¿Se podría aún en este caso obtener aire en las condiciones finales deseadas? Calcular en este caso la temperatura y presión del nuevo punto intermedio 2B', y las variables de proceso relevantes.

7. Una máquina térmica reversible que no es Carnot

Dos bloques idénticos con las mismas masas y calores específicos se usan como fuentes y sumideros de calor, para hacer operar a una máquina reversible. Un bloque está inicialmente a 100 °C y el otro a 0 °C. La máquina opera hasta que la temperatura de los dos bloques es la misma (T_f). Supongamos que los dos bloques están aislados, o sea que no se pierde calor en el ambiente.

- Calcular la temperatura final T_f .
 - Compararla con la temperatura final que se obtendría si se permite que los bloques lleguen a equilibrio por transferencia de calor exclusivamente (sin realizar trabajo).
 - Calcular el trabajo realizado por la máquina. Determinar la eficiencia.
 - Comparar la eficiencia con una máquina de Carnot operando entre dos fuentes a las mismas temperaturas que en nuestro problema.
8. El compartimiento frío de un refrigerador tiene una temperatura de -10 °C, y emite calor dentro de un ambiente a 21 °C. El motor del refrigerador produce $3/4$ Hp de trabajo útil.
- ¿Cuál es la máxima performance de esta máquina?
 - ¿Cuánto calor emite este refrigerador si opera a 43% de su máxima performance?
 - ¿Cuánto tardará en congelar 4.2 Kg de agua desde 18 °C hasta 0 °C?
 - ¿Cuál es el cambio de entropía en el agua, el aire del ambiente y el universo en este proceso de enfriamiento si suponemos ahora que el refrigerador tiene la máxima performance posible?