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 $V_i = 2\ l$, $T_i = 300$ °K. La presión exterior es constante $P_{ext} = 1$ 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 $T = 300$ °K). El pistón está trabado, tiene un área de 100 cm^2, y la presión en el interior del recipiente es $P_i = 2$ atm. La presión exterior es $P_{ext} = 1$ atm. Del otro lado del pistón se le agrega un resorte (no deformado) cuya constante elástica es $k = 10$ 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: $V_{A_i} = 5\ l$, $T_{A_i} = 10$ °C, $P_{A_i} = 2$ atm y $V_{B_i} = 11.5\ l$. La base B está permanentemente en contacto con una fuente térmica a $T = 10$ °C. A través de la base de A, se suministra calor, hasta que la temperatura final de equilibrio en A sea $T_{A_f} = 67$ °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:

   (a) 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 $2A$).

   (b) 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 $2B$).

   (a) Calcular las presiones y temperaturas de los estados intermedios.

   (b) ¿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.

   (c) 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.

   (d) 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 estan aislados, o sea que no se pierde calor en el ambiente.

   (a) Calcular la temperatura final T_f.

   (b) 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).

   (c) Calcular el trabajo realizado por la máquina. Determinar la eficiencia.

   (d) 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.

   (a) ¿Cuál es la máxima performance de esta máquina?

   (b) ¿Cuánto calor emite este refrigerador si opera a 43% de su máxima performance?

   (c) ¿Cuánto tardará en congelar 4.2 Kg de agua desde 18 ˚C hasta 0 ˚C?

   (d) ¿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?