

(Desarrolle sus respuestas y **cuide la presentación**)

I Modelo de banda elástica.

Una banda elástica se dilata al *enfriarse*. Cualitativamente, esto se debe a que se enrollan los largos polímeros que componen la banda al aumentar su agitación térmica. Se encoje la banda porque se doblan los polímeros al chocar entre ellos. Queremos estudiar este fenómeno modelando los largos polímeros por una sola cadena de segmentos. Consideramos una cadena de largo total L , orientada paralelamente a un eje de coordenadas x , compuesta por N segmentos, cada uno de los cuales tiene largo a . Hay n_1 segmentos en dirección $+\hat{x}$, y n_2 en dirección $-\hat{x}$, de manera que $L = an_1 - an_2$ y $N = n_1 + n_2$.

1. Un estado de la cadena con largo L y número de segmentos N está caracterizado por (n_1, n_2) . Explicar porque hay $N!/(n_1!n_2!)$ estados posibles para L y N dados.
2. Si los segmentos no tienen orientación privilegiada, calcular la entropía de la cadena $S = k \ln \Omega$, en que Ω es el número de estados accesibles a la cadena. Expresar S en función de a , N , y L , si $N \gg 1$.
3. Un extremo de la cadena está amarrado a una pared, y sometemos la cadena a una tensión R tirandola del otro extremo. La cadena se mantiene a temperatura constante T , poniendola en contacto con un reservorio de temperatura (la pared, por ejemplo). Hacemos la analogía entre la cadena y un gas identificando el largo L con volumen, y la tensión R con presión (por -1). Escribir dE , y dF , en que $F = E - TS$ es la energía libre de la cadena. Relacionar la tensión R con derivadas parciales de F .
4. La energía de la cadena no depende de L , porque no hay diferencia de energía entre las dos orientaciones posibles de cada segmento (son igualmente probables), de manera que $\partial E / \partial L|_T = 0$. Calcular R en función de a , N , L , y T .
5. Muestre que recuperamos cuantitativamente el fenómeno de contracción de la cuerda a mayor T . Aproxime $L \ll Na$, y recupere la ley de Hooke.
6. Un problema de este modelo es que la energía y la temperatura de la cadena no estan definidas. Sugerir un modelo más sofisticado, en que la energía de la cadena este definida en función de sus propiedades microscópicas.

II Entropía de mezcla.

En este problema estudiamos dos procesos conducentes a la mezcla de gases ideales.

1. La mezcla libre de dos gases distintos, inicialmente confinados a sectores separados de un volumen V (Fig. 1), en que la separación permite el equilibrio mecánico entre los dos sectores (o sea no esta fija).
 - a) Muestre que la entropía de un gas ideal de N particulas, relativa a la de un estado de referencia (T_o, V_o) , es
$$S = \frac{3}{2}Nk \log(T/T_o) + Nk \log(V/V_o).$$
 - b) Retiramos la separación entre los dos gases. Expresar la variación de entropía del sistema en función del número de partículas de cada gas. Es este un proceso reversible o irreversible (explique)?

2. La distinguibilidad de las moléculas permite, en principio, diseñar paredes con porosidad selectiva a cada molécula, de manera a separar o mezclar dos gases reversiblemente (Fig. 2). Partimos de la misma situación que en la Fig 1, pero esta vez las paredes son diatérmicas. Mezclamos reversiblemente los dos gases, manteniendo el sistema en contacto con un reservorio térmico, y aplicando unas presiones en las paredes porosas iguales a las las presiones parciales P_1 y P_2 de los gases en la región común.
- ¿ Cuanto es la variación de energía interna del sistema? Calcule el trabajo ejercido por el sistema, y el calor intercambiado con el reservorio de temperatura.
 - ¿ Cuanto es la variación de entropía del sistema (use la parte 2a)? Como compara con el resultado del proceso en la parte 1b? Calcule la variación de entropía del universo (el sistema y su entorno). Explicar porque este es un proceso reversible.

Figura 1: Mezcla libre

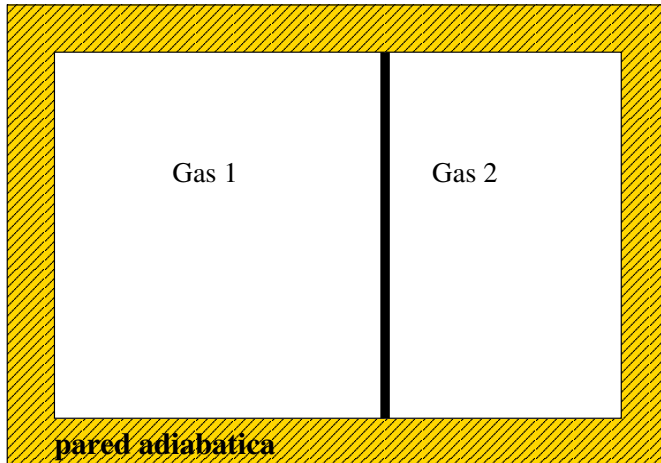


Figura 2: Mezcla reversible

