Practica 2: Condiciones de Equilibrio y Relaciones Formales

Problema 1: La ecuación fundamental de un gas ideal monoatómico es dada por:

$$S(U,V,N) = NS_0 + RNln\left(\frac{U^{\frac{3}{2}}\,V}{N^{\frac{5}{2}}}\right)$$

a) Hallar el cambio de entropía en una expansión libre del gas desde V_0 a $2V_0$.
b) Hallar la entropía si duplicamos el tamaño del sistema, es decir, duplicamos el volumen, la energía y el número de moles.
c) Encontrar la relación fundamental en la representación energética.
d) Hallar las ecuaciones de estado en la representación energética y compruebe que son intensivas, y que coinciden con las ya conocidas para este tipo de gas.
e) Encontrar $s(u,v)$ y $u(s,v)$.
f) ¿Es preciso maximizar la relación dada para que represente estados de equilibrio?
g) Hallar las funciones respuesta c_v, α y k_T.

Problema 2: Las ecuaciones de estado de un sistema particular son: $T = \frac{3As^2}{v}$ y $p = \frac{As^3}{v^2}$ con A una constante de unidades adecuadas.

a) Probar que son homogéneas de grado 0 ¿qué implica?
b) Encontrar el potencial químico utilizando Gibbs Duhem.
c) Hallar la ecuación fundamental en la representación energética utilizando la ecuación de Euler.
d) Encontrar la ecuación fundamental utilizando la expresión molar para el diferencial de $energía$: $du = Tds - Pdv$.

Problema 3: La ecuación fundamental de un sistema simple estada dada por $U = \frac{CS^3}{NV}$.

a) Probar que es una función homogénea de grado 1.
b) Hallar las 3 ecuaciones de estado.
c) Encontrar el potencial químico en función de T y P: i) a partir de las ecuaciones de estado obtenidas en (b) y ii) por integración de la relación de Gibb-Duhem $d\mu(T,P) = -s(T,P)dT + v(t,P)dp$. Para el caso considerado indicar cuántas variables intensivas son independientes.

Problema 4: Un sistema aislado está compuesto de dos subsistemas separados de una pared adiabática, rígida e impermeable. La ecuación fundamental que obedecen los subsistemas estada dada por $S(U,V,N) = c(NUV)^{1/3}$ con $c^{-1} = 10^2 Kcm\left(\frac{mol}{cal^2}\right)^{\frac{1}{3}}$. El subsistema A posee un $N_A = 3\,moles$ y $V_A = 9cm^3$, mientras que el subsistema B posee $N_B = 2\,moles$ y $V_B = 4cm^3$. Ambos subsistemas poseen la misma energía subsistema $U_{A0} = U_{B0} = 10cal$.

a) Calcular la entropía del sistema compuesto S^*.
b) Si se remueve la condición adiabática de la pared interna, halle la $S^*(x)$ donde $x = \frac{U_A}{U_A+U_B}$ representa la fracción de energía que posee A y por lo tanto un parámetro que caracteriza los estados compatibles con las ligaduras internas. Determinar los valores x correspondientes a estado inicial y el estado de equilibrio, x_0 y x_{eq}. Use el principio extremal para la entropía.
c) En el equilibrio calcular la entropía total y la energía de cada subsistema.
d) Hallar las temperaturas inicial y final de cada subsistema. Los resultados son compatibles con la dirección en que se transfirió la energía.

e) Si se libera la pared interna, de modo que pueda moverse. Determinar la entropía correspondiente al nuevo estado de equilibrio y compararla con la obtenida en (c) ¿Es posible aumenta la entropía removiendo la condición de impermeable?

Problema 5: Un gas ideal monoatómico y un diatómico están separados por una pared diatérmica, impermeable y rígida, contenidos en un cilindro adiabático de $V = 20l$, rrígido e impermeable.

a) Si la energía del sistema total es 6kcal, y el subsistema 1 contiene $N_1 = 2\,moles$ del gas monoatómico el subsistema 2 contiene $N_2 = 3moles$ del diatómico hallar la energía interna de cada subsistema y la temperatura final.
b) Si ahora se permite que la pared interna se mueva, determinar las energías internas, temperaturas, presiones y volúmenes de cada subsistema en el equilibrio.

Problema 6: Dos bloques de materiales sólidos están caracterizados por N_1 y N_2 y calores específicos molares c_1 y c_2. Los bloques tienen temperaturas iniciales T_{1_0} y T_{2_0} cuando son puestos en contacto y el sistema total está aislado.

a) Hallar la temperatura final del sistema y la entropía generada por el proceso irreversible.
b) Si se implementa una máquina térmica de modo que el proceso se realiza en forma cuasiestática, hallar el cambio de entropía del sistema total y la temperatura final del sistema.

Problema 7: La ecuación fundamental de una mezcla de gases ideales está dada por:

$$S(U,V,N_1,N_2) = Ns_0 + NRln\left(\frac{U^{\frac{3}{2}}V}{N^{\frac{5}{2}}}\right) - N_1\ln\left(\frac{N_1}{N}\right) - N_2\ln\left(\frac{N_2}{N}\right)\ con\ N = N_1 + N_2$$

Un cilindró rígido, cerrado y adiabático de volumen $V = 10l,$ posee dos compartimientos de igual volumen que están separados por una pared diatérmica y permeable solo al componente 1. En los compartimientos se colocan las siguientes mezclas:

(A): $N_1^A = 0{,}5,\ N_2^A = 0{,}75,\ T^A = 300K$ (B) $N_1^B = 1,\ N_2^B = 0{,}5,\ T^B = 250K$

Una vez alcanzado el equilibrio hallar los valores de $N_{1f}^A,\ N_{2f}^B,\ T_f, P_f^A\ y\ T_f^B$.

Problema 8: Se mezclan en un recipiente 5 moles de H_2, 1 mol de CO_2, 1 mol de CH_4 y 3 moles de H_2O a presión y temperaturas normales. La reacción está dada por:

$$CO_2 + 4H_2 \rightleftharpoons CH_4 + 2H_2O$$

a) Encontrar el máximo grado de avance para la reacción directa y para su inversa. Determinar cuál es el reactivo que limita la reacción en uno y otro sentido.
b) Suponiendo que se conocen los potenciales químicos: ¿Cómo calcularía el grado de avance en el equilibrio?
c) Suponiendo que la condición de equilibrio da la solución corresponde a $\xi = 0{,}5$, encontrar el número de moles de reactivos y productos.
d) Si se varía la presión de modo que la nueva condición de equilibrio corresponde a $\xi = 2$, encontrar el número de moles de cada componente.

Problema 9: Se dice que un soluto se halla en estado evolutivo cuando existe un flujo neto de soluto a través de una membrana con o sin gasto de energía. Consideremos que a un lado de una membrana permeable al N_a hay NaCl disociado en Cl^- y Na^+.

a) Hacia donde fluirá el Na^+.
b) A medida que pase Na^+atraviesa la membrana describir como se modifica la diferencia de potencial entre ambos lados y el flujo del Na^+ ¿qué ocurre al alcanzar el estado de equilibrio?
c) ¿Cómo determinaría el potencial de equilibrio del sodio?