P. Universidad Católica de Chile
FIZ0211: Termodinámica y Teoría Cinética
Profesor: M. Bañados
Primer semestre de 2010

Tarea 3

Fecha de entrega: Viernes 28 de Mayo

Problema 1. Muestre que μ_j, el potencial electroquímico de la j-ésima componente de un gas ideal de varias especies, satisface

$$\mu_j = RT \ln\left(\frac{N_j v_0}{V}\right) + f(T),$$

y encuentre la forma explícita de la función $f(T)$. Muestre que μ_j se puede expresar en términos de la temperatura y la presión parcial $P_j \equiv N_j RT/V$.

Problema 2. Una partición impermeable, diatérmica y rígida divide un contenedor en dos partes de volúmenes nV_0 y mV_0. Los subvolúmenes contienen, respectivamente, n moles de H_2 y m moles de Ne, los cuales se pueden considerar como gases ideales. El sistema se mantiene a una temperatura constante T. La partición de pronto se rompe y el equilibrio se reestablece. Encuentre las presiones iniciales de cada subsistema y la presión final. Encuentre la variación de entropía del sistema, y establezca su relación con la entropía de mezcla.

Problema 3. Sean $\psi_1(p)$ y $\psi_2(p)$ las transformadas de Legendre de las funciones $f_1(x)$ y $f_2(x)$, respectivamente.

(a) Muestre que si $f_1(x) = f_2^{-1}(x)$, entonces $\psi_1(p) = -p\ \psi_2\left(\frac{1}{p}\right)$.

(b) Si $f_1(x) = Ae^{bx}$, encuentre $\psi_1(p)$. Calcule la transformada inversa de $\psi_1(p)$ y confirme que el resultado es $f_1(x)$.

Problema 4. La función de Gibbs de un gas está dada por

$$G = NkT \ln \frac{P}{P_0} - A(T)P,$$

donde $A(T)$ es una función conocida de la temperatura (puede asumir que es diferenciable y sus derivadas también).

(a) Encuentre $P = P(T, V)$ y $S = S(T, P)$.

(b) Encuentre los potenciales H, U y F como funciones de P y T.

(c) Encuentre las capacidades calóricas C_P y C_V como funciones de P y T.

(d) Encuentre la compresibilidad isotérmica κ y el coeficiente de expansión volumétrico β como funciones de P y T. Estos se definen como

$$\kappa = -\frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T, \qquad \beta = \frac{1}{V}\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P.$$

Problema 5. Dada la ecuación fundamental del gas ideal monoatómico en la representación de entropía,

$$S = Ns_0 + Nk \ln \left[\left(\frac{U}{U_0} \right)^{3/2} \left(\frac{V}{V_0} \right) \left(\frac{N}{N_0} \right)^{-5/2} \right],$$

encuentre la ecuación fundamental en la representación de Helmholtz, en la representación de entalpía, y en la representación de Gibbs. Diferenciando la ecuación fundamental en cada caso, encuentre las ecuaciones de estado y compruebe que son equivalentes.

Problema 6. La ecuación fundamental para radiación electromagnética encerrada en un volumen V (un gas de fotones) es

$$S = \frac{4}{3} b^{1/4} U^{3/4} V^{1/4},$$

donde b es una constante positiva. Encuentre la ecuación fundamental en la representación de Helmholtz. A partir de esta ecuación determine $U = U(V, T)$ y $P = P(V, T)$. Para el gas de fotones el número N de partículas no se conserva, y por lo tanto no es un parámetro independiente.