<u>FÍSICA ESTADÍSTICA I-PCF</u>

<u>TAREA 2</u>

Fecha de entrega: viernes 23 de agosto de 2013

Entregar a Jesús Edel Cereceres, cub 213-d IFUNAM

- **Problemas**

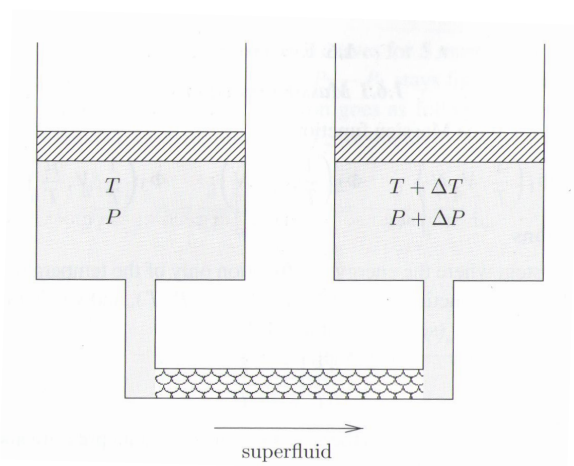
1. Considere un sistema aislado y dividido por una pared móvil y adiabática en dos subsistemas. El sistema es caracterizado ya sea por su energía total o por su entropía total. Suponga que inicialmente los compartimentos tienen valores de temperatura y presión diferentes, y que la pared está fija.

   a) Demuestre que el principio de máxima entropía no permite determinar la posición de equilibrio de la pared.

   b) Por debajo de 2 K, le helio-4 puede ser considerado como una mezcla de un fluido de cero entropía fluyendo con cero viscosidad a través de poros muy pequeños (superfluido) y un fluido normal. En el arreglo de la figura, el tubo conecta dos contenedores de volumen fijo dejando pasar sólo la componente superfluida de la mezcla. Con la ayuda del principio de mínima energía, muestre que los potenciales químicos son iguales en ambos contenedores, pero que la presión y la temperatura pueden ser diferentes. Si ΔP y ΔT son las diferencias en presión y temperatura entre los contenedores. Muestre que

   $$\frac{\Delta P}{\Delta T} = \frac{S}{V}.$$

   Este resultado exhibe la propiedad de los superfluidos de balancear una diferencia de presión con una diferencia de temperatura, simpre que el fluido no se mueva.



2. Una máquina de Carnot usa una sustancia paramagnética como sustancia de operación. La ecuación de estado es

   $$M = \frac{nDH}{T},$$

donde M denota la magnetización, H el campo magnético, n el número de moles de la sustancia y T la temperatura absoluta. D es una constante que depende de la sustancia.

a) Demuestre que la energía interna, y por tanto la capacida calorífica C_M dependen sólo de la temperatura y no de la magnetización.

b) Dibuje un ciclo de Carnot típico en el plano $M - H$.

c) Calcule el calor total absorbido y el trabajo total realizado por la máquina de Carnot.

d) Calcule la eficiencia de esta máquina de Carnot.

3. Considere la ecuación de estado de un gas de van der Waals

$$\left(P + \frac{a}{v^2}\right)(v - b) = RT,$$

donde P denota la presión del gas, v el volumen molar, a y b dos constantes que dependen del gas particular, T la temperatura y R la constante de los gases.

a) Calcule la energía libre de Helmholtz. Considere que $c_v = (3/2)R$ ¿Es esta una elección apropiada? Explique.

b) Calcule el calor específico molar c_P.

c) Calcule la compresibilidades κ_T y κ_s.

d) Calcule el coeficiente de expansión térmica α_P

4. La siguiente ecuación de estado fenomenológica

$$U(S, V) = A\, e^{b(V-V_0)^2}\, S^{4/3}\, e^{S/3R} = f(V)\, g(S)$$

es comunmente usada para sólidos, donde A, b y V_0 son constantes positivas y R es la constante del gas ideal; U es la energía interna, S la entropía y V el volumen del sólido.

a) Muestre que está ecuación de estado satisface la tercera ley de la termodinámica.

b) Muestre que el calor específico a volumen constante, C_V, es proporcional a T^3 a bajas temperaturas y que tiende a $3R$ en el límite de altas temperaturas.

c) Calcule la presión P. ¿Cuál es la interpretación física de V_0? ¿Cuál es el comportamiento del coeficiente de expansión térmica a presión cosntante si $P = 0$? ¿Es este compartamiento razonable?

d) Demuestre que

$$\left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T = -\frac{f'(V)g'(S)}{f(V)g''(S)}$$

y verifique que el coeficiente de expansión térmica a presión constante puede ser escrito como

$$\left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P = C_V \frac{f'(V)g''(S)}{[f'(V)]^2\,[g'(S)]^2 - f(V)f''(V)g(S)g''(S)}.$$