Termodinámica - Guía 5 (Combinación de entropía y la primera ley, ecuaciones TdS)

1. La ecuación de estado de una sustancia se expresa por $(P + b)v = RT$. ¿Qué información puede deducirse respecto de la entropía, la energía interna y la entalpía de la sustancia? ¿Qué otras mediciones experimentales deberían realizarse para determinar todas las propiedades de la sustancia?

2. Una sustancia cumple las propiedades $(\partial u/\partial v)_T = 0$ y $(\partial h/\partial P)_T = 0$. (a) Demostrar que la ecuación de estado debe ser $T = APv$, en donde A es una constante. (b) ¿Qué información adicional es necesaria para especificar la entropía de la sustancia?

3. Se define las compresibilidades isotérmica y adiabática como

$$\kappa = -\frac{1}{v}\left(\frac{\partial v}{\partial P}\right)_T, \qquad \kappa_s = -\frac{1}{v}\left(\frac{\partial v}{\partial P}\right)_s \tag{1}$$

Demostrar que

$$\kappa - \kappa_s = \frac{T\beta^2 v}{c_P}. \tag{2}$$

4. (a) Deducir las siguientes ecuaciones para un gas ideal:

$$\begin{aligned} s &= c_v \ln\frac{T}{T_0} + R\ln\frac{v}{v_0} + s_0 \\ s &= c_v \ln\frac{P}{P_0} + c_P \ln\frac{v}{v_0} + s_0. \end{aligned} \tag{3}$$

(b) Deducir las expresiones de $h(T, v)$ y $h(P, v)$ para un gas ideal.

5. Hemos visto (por uso del ciclo de Carnot) que se puede escribir $\theta = \theta(T)$, donde θ es una temperatura empírica y T es la temperatura termodinámica. Por lo tanto, podemos escribir $T = T(\theta)$. Demostrar que si P y θ se escogen como variables independientes, la relación entre la temperatura termodinámica T y la temperatura empírica θ en la escala de cualquier termómetro de gas es

$$\frac{dT}{T} = \frac{(\partial v/\partial\theta)_P}{v - (\partial h/\partial P)_\theta} d\theta. \tag{4}$$

6. En una sustancia paramagnética, el trabajo específico en un proceso reversible es $-\mathcal{H}dm$, donde $\mathcal{H}$ es la intensidad del campo magnético y m es el momento magnético por unidad de volumen. Por analogía con la termodinámica de los fluidos, podemos obtener relaciones termodinámicas para sustancias paramagnéticas con las sustituciones $\mathcal{H} \to P$ y $v \to m$. Por una demostración similar a la de pregunta 5, llegar a la ecuación

$$\frac{dT}{T} = \frac{(\partial\mathcal{H}/\partial\theta)_m}{\mathcal{H} - (\partial u/\partial m)_\theta} d\theta. \tag{5}$$