P. Universidad Católica de Chile
FIZ0211: Termodinámica y Teoría Cinética
Profesor: M. Bañados
Primer semestre de 2011

Tarea 4

Fecha de entrega: Viernes 24 de Junio

Problema 1.

(a) Demuestre que

$$c_P = \left(\frac{\partial h}{\partial T}\right)_P,$$

donde c_P es el calor específico molar, y h es la entalpía molar.

(b) Asumiendo que la entalpía de una sustancia es función de la temperatura solamente, y que los calores específicos $c_P^{(1)}$ y $c_P^{(2)}$ de dos fases de esta sustancia son constantes conocidas, encuentre el calor latente para la transición entre estas fases.

(c) Suponiendo una transición vapor-líquido donde el vapor se comporta como gas ideal y su volumen molar es mucho mayor que el del líquido, integre la ecuación de Clapeyron para obtener la curva de coexistencia $P(T)$ bajo las hipótesis de la parte (b). Use la condición inicial $P(T_0) = P_0$ para fijar la constante de integración.

Problema 2. Considere una sustancia que obedece la ecuación de estado de Dieterici:

$$P(v-b)e^{a/vRT} = RT,$$

donde a y b son constantes positivas, R es la constante de los gases, y v es el volumen molar.

(a) Determine las constantes críticas P_c, v_c y T_c para esta sustancia.

(b) Dibuje de forma esquemática varias isotermas en el plano Pv. El gráfico debe mostrar, en particular, isotermas de temperaturas menores y mayores que T_c, además de la isoterma crítica.

(c) Compare la razón $P_c v_c / RT_c$ de esta sustancia con los valores correspondientes del gas de van der Waals y del gas ideal.

(d) Escriba la ecuación de estado de Dieterici en términos de las variables reducidas $\widetilde{T} = T/T_c$, $\widetilde{P} = P/P_c$ y $\widetilde{v} = v/v_c$.

Problema 3. Determine cuáles de las siguientes ecuaciones fundamentales violan los criterios de estabilidad.

(a) $F = A\left(\frac{N^5 T}{V^3}\right)^{1/2}$, (b) $G = BT^{1/2}P^2 N$,

(c) $H = C\left(\frac{S^2 P^{1/2}}{N}\right)$, (d) $U = D\left(\frac{S^3 V^4}{N^5}\right)^{1/2}$.

Aquí A, B, C, y D son constantes positivas.

Problema 4. Considere la distribución de Maxwell de velocidades:

$$f(\vec{v})d^3\vec{v} = n\left(\frac{\beta m}{2\pi}\right)^{3/2} e^{-\beta m\vec{v}^2/2}d^3\vec{v},$$

donde m es la masa de las partículas, n es el número de partículas por unidad de volumen, y $\beta \equiv 1/kT$.

(a) Determine la distribución de la componente x de la velocidad. A partir de esta encuentre los valores medios $\langle v_x \rangle$ y $\langle v_x^2 \rangle$.

(b) Determine la distribución de rapidez. Calcule la rapidez media $\langle v \rangle$, la rapidez cuadrática media $v_{\rm rms} = \sqrt{\langle v^2 \rangle}$, y el valor de máxima probabilidad para v.

(c) Determine la distribución clásica de energía.