Departamento de Física
Facultad de Ciencias
Universidad de Chile

Física Estadística Fuera Equilibrio
Profesores:
Gonzalo Gutiérrez, Sergio Davis

Guía 1: Termodinámica de procesos irreversibles

Viernes 20 Mayo 2011; Tarea: P2, P33.4

---

1. Considere conocidos un conjunto de flujos J_i, fuerzas termodinámicas $\mathcal{F}_i$ y coeficientes cinéticos L_{ij} que satisfacen las ecuaciones $\theta = \sum_i \mathcal{F}_i J_i$ y $J_i = \sum_j L_{ij} F_j$. Se define un nuevo conjunto de flujos J'_i mediante la relación $J'_i = \sum_j a_{ij} J_j$, donde a_{ij} son constantes, resultando un nuevo conjuntos de fuerzas termodinámicas $\mathcal{F}'_i$ y coeficientes cinéticos L'_{ij}. Muestre que si los coeficientes L_{ij} satisfacen el teorema de Onsager, entonces tambien hacen lo propio los L'_{ij}.

2. Un gas ocupa dos regiones, 1 y 2, a cada lado de una barrera M de ancho l, a través de la cual el gas puede fluir. El gas de la región 1 se mantiene a T y p constante mediante un reservorio de calor A y de un pistón, respectivamente. Del mismo modo, el gas de la región 2 se mantiene a $T + dT$ y $p + dp$ constante mediante un reservorio de calor B y de un pistón.

   a) Muestre que la producción de entropía por unidad de longitud de M está dada por

   $$\theta = d\left(\frac{1}{T}\right)\frac{dQ_{A1}}{dt} - \frac{v}{T}dp\frac{dN_2}{dt},$$

   donde dQ_{A1}/dt es la tasa de cambio a la cual es tranferido el calor del reservorio A al sistema 1, v es el volumen molar del sistema 1 y dN_2/dt es la tasa de cambio a la cual se incrementa el número de moles en el sistema 2.

   b) ¿Qué fuerzas termodinámicas $\mathcal{F}_1$ y $\mathcal{F}_2$ corresponden a los flujos $J_1 \equiv dQ_{A1}/dt$ y $J_2 \equiv dN_2/dt$?

   c) Encuentre la relación entre $(J_1/J_2)_{dT=0}$ y $(F_1/F_2)_{J_2=0}$.

   d) Si la barrera M consiste de poros que son pequeños respecto del camino libre medio, entonces según la teoría cinética de gases se tendría que $(J_1/J_2)_{dT=0} = -RT/2$ para un gas ideal. Muestre que en este caso, cuando $J_2 = 0$, se verifica que $p/\sqrt{T}$ es constante a medida que se atraviesa la barrera.

3. Considere un gas ideal, con moléculas de masa m, que se encuentra en equilibrio en un campo gravitacional uniforme. La fuerza del campo sobre una molécula está dado por $-mg\mathbf{k}$, donde $\mathbf{k}$ es vector unitario en dirección $+z$ y g la acelaración de gravedad. Muestre que la presión está dada por $p = p_0 \exp(-mgz/k_B T)$. Note que en equilibrio no hay flujo ni de energía ni de partículas.

4. Un gas ideal de dos componentes, consistente de moléculas de masa m_1 y m_2, se encuantra en equilibrio en un campo gravitatorio uniforme en dirección en $-z$. Sean $n_1(z)$ y $n_2(z)$ las respectivas densidades de los dos gases en función de la altura z y $R(z) = n_1(z)/n_2(z)$. Dado $R(0)$, encuentre $R(z)$.