

## Problemas de Física Estadística (5)

1.  $N$  partículas en una línea están sujetas a un potencial de interacción expresado como una función sólo de su mútua interacción, esto es, su hamiltoniano es de la forma:

$$H = \sum_{j=1}^N \frac{p_j^2}{2m_j} + \sum_{j=1}^{N-1} \phi(x_{j+1} - x_j)$$

donde  $\phi(0) = \infty$ , esto es, las partículas no pueden cruzarse y el volumen del sistema es  $L = x_N - x_1$ . Encontrar la ecuación de estado del sistema. Demostrar que el sistema no tiene cambio de fase (la ecuación de estado siempre es univaluada y analítica).

2. Dos dipolos rígidos están en equilibrio térmico con la distancia entre sus respectivos centros igual a  $R$ . Calcular la fuerza media que actúa entre esos dos dipolos. Comentar el caso de alta temperatura.
3. Un gas ideal con  $N$  partículas de masa  $m$  está encerrado en un recipiente cilíndrico infinitamente alto colocado en un campo gravitatorio uniforme. Calcular la función de partición clásica, la energía libre de Helmholtz, la energía media y el calor específico de este sistema.
4. Una molécula con fórmula química  $AB_3C$  en la que  $B$  y  $C$  son especies monovalentes, forman buenos cristales. En un test de la tercera ley de la termodinámica, se observa una entropía de  $s = 2.754 \text{ cal/Kmol}$  cuando la temperatura es  $0K$  (entropía residual).
  - (a) ¿Qué puede ser conjeturado razonablemente sobre la estructura del cristal?
  - (b) Los niveles de energía de un sistema de  $N$  partículas estas dados por:

$$E_{N,l} = -N\epsilon_0 + l\epsilon \tag{1}$$

para  $l = 0, 1, 2, \dots, 2N + 1$  y  $\epsilon_0, \epsilon_l > 0$ . Las degeneraciones correspondientes son:

$$\begin{aligned} \omega_{N,2k} &= 2^k \frac{N!}{k!(N-k)!} \\ \omega_{N,2k+1} &= 2^{N/2} \frac{N!}{k!(N-k)!} \end{aligned}$$

Encontrar las expresiones exáctas para el número total de estados  $\Omega_N$  y para la función de partición canónica. Obtener la energía libre de Helmholtz por partícula en el límite termodinámico.

- (c) Calcular la energía y la entropía por partícula. Discutir su conducta cuando  $T \rightarrow 0, \infty$ .
- (d) Demostrar que hay una transición de fase de primer orden a temperatura  $T_0$  y calcular su valor. Encontrar el calor latente.