

## FÍSICA ESTADÍSTICA.

Primer parcial. 18 de Marzo de 2005.

---

1. Considérese un cubo de 10 cm de lado que contiene He gaseoso en condiciones normales ( $T = 298$  K y  $p = 1$  atm). Estimar el orden de magnitud del número de choques contra una de las caras en un segundo. (Ayuda, la masa del protón es  $m_p = 1.67 \times 10^{-27}$  kg).  
(3 puntos)

---

2. Considérese un sistema ideal de dos niveles con energías  $e_1$  y  $e_2$  respectivamente ( $e_2 > e_1$ ) y compuesto por  $N$  partículas. El sistema está en contacto con un foco térmico a temperatura  $T$ . El sistema emite un cuanto (que va al foco térmico) induciéndose una transición  $n_2 \rightarrow n_2 - 1$  y  $n_1 \rightarrow n_1 + 1$ , donde  $n_1$  y  $n_2$  son las poblaciones de los niveles 1 y 2 respectivamente. Asíumase que  $n_2$  y  $n_1 \gg 1$ . Calcular para el proceso descrito anteriormente:

1. Cambio de la entropía en el sistema de dos niveles (en función de las poblaciones).
2. Cambio de entropía en el foco.
3. Usando 1) y 2) calcular la razón  $n_1/n_2$ .

Ayuda: Calcular (en la colectividad microcanónica) la entropía de un sistema de dos niveles como función de las poblaciones  $n_1$  y  $n_2$ .  
(3 puntos)

---

3. El Hamiltoniano de una molécula diatómica heteronuclear contenida en un recinto  $\mathcal{R}$  de volumen  $V$  puede escribirse como:

$$H = H_{\text{tras}} + H_{\text{rot}} + H_{\text{vib}},$$

donde

$$H_{\text{tras}} = \frac{1}{2M} p^2,$$

$$H_{\text{vib}} = \frac{1}{2\mu} p_r^2 + \frac{\mu\omega^2}{2} (r - r_0)^2,$$

$$H_{\text{rot}} \simeq \frac{1}{2\mu r_0^2} \left( p_\theta^2 + \frac{p_\phi^2}{\sin^2 \theta} \right),$$

donde  $M$  es la masa total de la molécula,  $p$  es el momento total,  $\mu$  es la masa reducida de la molécula,  $r$  es la distancia interatómica y  $p_r$  es su momento conjugado,  $r_0$  es la distancia que minimiza la energía de interacción interatómica,  $\theta$  y  $\phi$  son las coordenadas polares y  $p_\theta$  y  $p_\phi$  son sus momentos conjugados correspondientes.

Si consideramos un gas ideal compuesto por  $N$  moléculas del tipo descrito, calcular en la colectividad canónica la función de partición total del sistema.

Ayuda:

$$\text{erf}(x) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^x dy e^{-y^2}.$$

(3 puntos)

---

4. Calcular el segundo coeficiente del virial de un gas de segmentos rígidos de longitud  $l$  (unidimensionales).  
(1 punto)

---