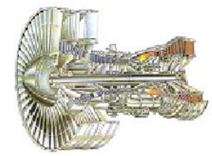
Profesor: Nelson Zamorano
Profesores Auxiliares:
Claudio Jarufe
Francisco Parra



TERMODINÁMICA FI-2004-03
Guía # 7

Problema 1

(a) Obtenga una expresión para la energía libre de Helmholtz a partir de la función Partición.

(b) Con su resultado anterior, y la forma diferencial para **F**, obtenga una expresión para la Entropía.

Problema 2

Considere un sistema de **N** distinguibles spins, que no interactúan entre sí, ubicados bajo la acción de en un campo magnético **H**. Cada Spin tiene momento de tamaño μ,y por ser un objeto cuántico, al ser medido, sólo puede ubicarse apuntando en forma paralela o antiparalela al campo **H**. Luego, la energia de un estado particular es:

$$\sum_{i=1}^{N} -n_i \mu H$$

Con $n_i = \pm 1$. Donde $n_i \mu$ es el momento magnético de la dirección del campo.

(a) Determine la energía interna del sistema como función de β, H y N.

(b) Determine la entropía del sistema como función de β, H y N.

(c) ¿Cómo se comporta el sistema cuando $T \to 0$?.

Problema 3

Muestre que a temperaturas muy altas, tales que $kT >> \hbar\omega$, la función partición del oscilador armónico se puede aproximar a :

$$Z \approx (\beta\hbar\omega)^{-1}$$

Con ello, obtenga una expresión aproximada de **U**, **F** y **S** a alta temperatura

Problema 4

Los niveles internos de un átomo de hidrógeno aislado están dados por $E_n = \frac{-R}{n^2}$. Con $R = 13{,}6[eV]$. La degeneración g_n de cada nivel esta dado por $2n^2$(La degeneración que existen varios estados diferentes que tienen la misma energía.)

(a) Dibuje los niveles energéticos disponiobles para un electrón en un átomo de hidrógeno.

(b) Muestre que:

$$Z = \sum_{n=1}^{\infty} 2n^2 exp(\frac{R}{n^2 kT})$$

Hint: Si existe degeneración, la función partición se re-escribe de la siguiente forma : $Z = \sum_{n=0}^{\infty} g_n e^{-\beta E_n}$.

(c) Note que cuando T = 0, la expresión diverge. Esto es debido a la alta degeneración asociada a los niveles de energía muy altos del átomo de hidrógeno. Por tanto, consideremos la siguiente aproximación:

$$Z = \sum_{n=1}^{2} 2n^2 exp(\frac{R}{n^2 kT})$$

Con ello, calcule la energía promedio del átomo de hidrógeno.

Problema 5

Considere el siguiente modelo para un cristal: Se tienen N átomos que pueden tener spin $s \pm 1/2$. Estos se encuentran confinados en un campo magnético, de modo que la energía por nivel de cada uno corresponde a:

$$E = -sg\mu_b H$$

(a) Muestre que la función partición es $Z = (2\ \cosh\eta)^N$, con $\eta = \frac{g\mu_b H}{2\,k_B\,T}$.

(b) Encuentre una expresión para la entropía del cristal(Sólo considere la contribución producto de los estados de Spin). Evalúe la entropía para los límites de campo fuerte($\eta >> 1$) y campo débil($\eta << 1$).

(c) Un importante proceso para congelar sustancias bajo 1K es la desmagnetización adiabática. En este proceso, el campo magnético se incrementa de 0 a H_0 en la muestra, mientras se mantiene en contacto con una fuente termal a una temperatura T_0. Luego, la muestra se aisla termalmente y el campo magnético se reduce a $H_1 < H_0$. ¿Cuál es la temperatura final de la muestra?