

## Espectroscopía de Plasmas Conceptos Generales

1. La *Ecuación de Saha*:

$$\frac{n_i}{n_n} \approx 2.4 \times 10^{21} \frac{T^{3/2}}{n_i} e^{-\frac{U_I}{kT}},$$

determina las densidades relativas de iones y neutrales ( $n_i$  y  $n_n$ , respectivamente), donde  $T$  se da en K y  $n$  en  $\text{m}^{-3}$ , y  $U_I$  es la energía de ionización de la sustancia.

Calcular la cantidad relativa de moléculas ionizadas de Nitrógeno ( $U_I = 14.5$  eV) a temperatura ambiente.

Solución:  $\frac{n_i}{n_n} \approx 10^{-122}$

2. Dada la distribución de Maxwell (en 1-d)

$$f(u) = A e^{-\frac{1/2 m u^2}{kT}}$$

Demostrar que

(a)  $A = n \sqrt{\frac{m}{2\pi kT}}$

(b)  $\langle E \rangle = \frac{1}{2} kT$

(c) calcular  $\langle E \rangle$  en el problema tridimensional

3. Encontrar cómo se pasa la temperatura  $T$  de K a eV.  
4. Calcular la densidad de un gas ideal

(a) a  $0^\circ$  y 1 atm

(b) a  $20^\circ$  y en un vacío de  $10^{-3}$  atm

5. Calcular la densidad del agua en condiciones normales  
6. Dado

$$f(u) = A e^{-\frac{1/2 m u^2 + q\phi}{kT}}$$

con  $q = -e$  y  $n_\infty \equiv n(\phi \rightarrow 0)$ , demostrar que la densidad electrónica

$$n_e(\phi) = n_\infty e^{\frac{e\phi}{kT_e}}$$

7. Sustituir la  $n_e$  anterior en la ecuación de Poisson

$$\frac{\partial^2 \phi}{\partial x^2} = \frac{e}{\epsilon_0} n_e$$

asumiendo que  $e\phi \ll kT_e$ , y resolviendo el potencial expresándolo en la forma

$$\phi(x) = \phi_0 e^{-\frac{|x|}{\lambda_D}},$$

determinar el radio de Debye  $\lambda_D$ .

8. Calcular el radio de Debye para el núcleo solar y para un Tokamak típico  
9. En un gráfico log-log de  $n_e$  vs.  $kT_e$ , con  $n_e : 10^6 - 10^{30} \text{ m}^{-3}$  y  $kT_e : 10^1 - 10^9$  eV, dibujar líneas de  $\lambda_D$  y de  $N_D$  constantes. Encontrar los puntos correspondientes a los plasmas señalados en clase. ¿Se pueden considerar plasmas?  
10. Calcular la frecuencia de plasma del el viento solar.