

# ASTROFISICA ESTELAR

## PRÁCTICO VII

1. Calcular a qué longitud de onda ocurre el salto de Balmer (o sea, la longitud de onda mínima correspondiente a una transición ligado-ligado en la serie de Balmer).
2. Demostrar que el número de subniveles dentro del número cuántico principal  $n$  es  $2n^2$  (denominado *peso estadístico* del nivel  $n = g_n$ ).
3. Las condiciones de la atmósfera solar son las siguientes:  $T = 6000$  K, densidad electrónica  $n_e = 10^{13} \text{ cm}^{-3}$ . Consideremos dos elementos en la atmósfera: hidrógeno (H) y sodio (Na). (a) Calcular los porcentajes de átomos de cada especie que se encuentran ionizados. (b) Sabiendo que la abundancia atómica del H es de  $2.79 \times 10^{10}$  y la del Na de  $5.74 \times 10^4$  (con respecto a  $10^6$  átomos de Si), hallar cuál de las dos especies contribuye más al gas electrónico, y qué porcentaje de electrones suministra cada una de ellas.
4. Demostrar que se cumple lo siguiente:

$$B_{nm} = \frac{g_m}{g_n} B_{mn}$$

donde  $B_{nm}$  y  $B_{mn}$  son los coeficientes de transición de Einstein y  $g_m$  y  $g_n$  los pesos estadísticos de los niveles  $m$  y  $n$ .

5. Demostrar que la opacidad específica debida al *scattering* de fotones por electrones responde a la ecuación:

$$\kappa_e = 0.2(1 + X) \text{ cm}^2 \text{ g}^{-1}$$

donde  $X$  es la fracción de masa del hidrógeno, y se asume además que el número de electrones para el elemento de peso atómico  $A$ , más pesado que el He, es  $A/2$ .

6. Demostrar que la sección eficaz de captura de un estado libre a uno ligado (en el nivel  $n$ ) está dada por:

$$\sigma_{cn} = \frac{32}{3} \pi^4 \frac{Z^4 e^{10}}{m_e h^4 c^3 n^3 \nu v^2}$$

donde  $v$  es la velocidad del electrón en el estado libre,  $\nu$  la frecuencia del fotón emitido y las demás son los parámetros físicos conocidos.

7. Demostrar que el número de átomos  $N$  está relacionado con el número en el estado fundamental  $N_1$  por:

$$N/N_1 = g/g_1$$

donde:

$$g = \sum_n g_n \exp[-I_H Z^2(1 - 1/n^2)/kT]$$

es la función de partición electrónica de los átomos.

8. Comparar las contribuciones de las absorciones ligado-libre y libre-libre a la opacidad de estrellas de la Población I (contenido de metales  $Z = 0.025$ ) y de la Población II (contenido de metales  $Z = 0.005$ ). Nota: Para los factores promedios de Gaunt se adoptan los siguientes valores:  $\bar{g}_{bf} = \bar{g}_{ff} = 1$  y el factor guillotina  $t = 10$ .
9. Calcular a partir de que nivel de excitación  $n$  del átomo de hidrógeno tendrá lugar la absorción ligado-libre para fotones de  $\lambda = 4300 \text{ \AA}$ .