

# Astronomía Estelar

## Práctica 5

### *Ley de Saha*

La Ecuación de Saha establece cual es la abundancia de iones de un elemento químico en cierto grado de ionización, con respecto a la abundancia de iones en un grado de ionización menor. Ese cociente depende de la temperatura del medio y de la presión de los electrones libres. La ley de Saha se expresa de la siguiente manera:

$$\frac{n_{i+1}}{n_i} = \frac{1}{n_e} \left( \frac{2\pi m_e kT}{h^2} \right)^{3/2} 2 \frac{\chi_{i+1}}{\chi_i} \exp^{-\frac{E_{ion}}{kT}} \quad (1)$$

Suponiendo que el gas de electrones es un gas ideal, la presión es  $P_e = n_e kT$ . **Recuerden leer la bibliografía accesible desde la Wiki de la materia. (Unidad 6).**

### Ejercicios:

1. Defina/describa cada una de las cantidades que aparecen en la Ecuación de Saha. Para ello, repase lo visto en la teoría, o lea la bibliografía de la Unidad.
2. Estudie la ionización del silicio en el rango de temperaturas 3.000- 30.000 °K suponiendo que la presión electrónica es constante e igual a 100 barias. Derivar la fracción de Si I, II, III, IV y V con respecto al número total de átomos de Silicio como función de la temperatura. Graficar los resultados.

Nota: 1 *baria* = 1 *dyn/cm*<sup>2</sup> (1 *dyn* = 1 *g cm/s*<sup>2</sup>).

**Ayuda:** El número total de átomos de Silicio es la suma de todos los iones, independientemente de su estado de ionización. Considere que en este plasma, no se encuentra Silicio más allá del cuarto grado de ionización.

3. Suponiendo que la máxima intensidad de los diferentes iones se encuentra en los siguientes tipos espectrales:

Si I	G5
Si II	A0
Si III	B1
Si IV	O9

obtenga las temperaturas correspondientes a dichos tipos espectrales, a partir de los máximos encontrados en el gráfico del ejercicio anterior.

4. Compare una estrella G5 III y una G5 V, asumiendo que la presión y temperatura en la atmósfera de dichas estrellas es:

$$\begin{aligned} T(\text{gigante}) &= 4700 & P_e(\text{gigante}) &= 1 \text{ baria} \\ T(\text{enana}) &= 5400 & P_e(\text{enana}) &= 20 \text{ baria} \end{aligned}$$

Utilizando la Ecuación de Saha, calcule la ionización del hierro y del estroncio (del primer nivel ionizado respecto del elemento neutro), usando los datos siguientes:

$$\begin{aligned} \text{para el hierro} & \quad E_{ion} = 7,87 \text{ eV} & \chi_0 &= 25 & \chi_1 &= 30 \\ \text{para el estroncio} & \quad E_{ion} = 5,69 \text{ eV} & \chi_0 &= 1 & \chi_1 &= 2 \end{aligned}$$

5. Comente si este resultado puede tener alguna aplicación.