

# Introducción a las Ciencias de la Tierra y el Espacio II

## PRÁCTICA 4

### Clasificación Espectral

Objetivos: En esta práctica estudiaremos espectros estelares, la clasificación espectral y su relación con diferentes parámetros físicos. Se estudiarán los siguientes aspectos concretos: medida de la temperatura efectiva a partir del espectro y su dependencia con el tipo espectral, dependencia de la intensidad de líneas de la serie de Balmer del Hidrógeno con el tipo espectral, clasificación de un espectro problema, cálculo de colores a partir del espectro y dependencia del índice de color con la temperatura.

#### Parte A - Intensidad de líneas espectrales y clasificación espectral

La clasificación espectral se desarrolló inicialmente en base al estudio de la intensidad relativa de líneas de absorción de la serie de Balmer del Hidrógeno (Willhemina Flemming). Vamos a ver cómo depende la intensidad de las líneas con el tipo espectral.

1. Grafique el espectro de una de las estrellas que estudió en el Práctico 3 y haga un zoom alrededor de la línea  $H\alpha$  (6563Å).
2. Halle (a ojo) el espectro de cuerpo negro que mejor ajusta su espectro **alrededor de la línea  $H\alpha$**  (puede re-utilizar algunas herramientas que haya desarrollado durante la práctica 3) y registre el valor de temperatura efectiva  $T_{eff}$  asociado a dicha curva de Planck.
3. Mida la intensidad de la línea de absorción  $I_{H\alpha}$ , que corresponde a la fracción de área que la línea le "quitó" al continuo, relativa al área del continuo.
4. Repita este proceso para 9 otros espectros.
5. Observe ¿qué tipo espectral tienen las estrellas con mayor y menor intensidad de línea  $H\alpha$ ? Éste es el criterio con el cual Flemming definió las clases espectrales y su orden, originalmente alfabético (ABFGKM).
6. Grafique los valores de  $I_{H\alpha}$  obtenidos contra los valores correspondientes de  $T_{eff}$ . La relación entre estas cantidades fue descubierta por Annie Jump Cannon, en base a ello propuso el ordenamiento que usamos actualmente de los tipos espectrales (OBAFGKM) de forma creciente con la temperatura.

#### Parte B - Clasificación espectral de un espectro problema

En esta parte queremos establecer el tipo espectral de un espectro problema. Lo que encontraremos es que en base a la intensidad de una única línea espectral, por ejemplo  $H\alpha$ , no podríamos hacerlo puesto que un mismo valor de intensidad de la línea  $H\alpha$  puede corresponder a dos temperaturas diferentes. Debemos complementar esta información con la de otras líneas espectrales.

1. Tome el espectro problema X. Mida la intensidad de la línea  $H\alpha$  siguiendo el procedimiento de la parte anterior. Comparando el valor de  $I_{H\alpha}$  que midió con sus resultados previos y asumiendo que **no conoce el valor de  $T_{eff}$**  con el que ajustó el continuo, ¿qué puede decir sobre la temperatura? ¿qué valores de  $T_{eff}$  pueden producir esa intensidad de línea? ¿a qué tipos espectrales corresponden?
2. Así planteado, éste es un problema *degenerado* puesto que la medida de la intensidad de línea para un único elemento no puede determinar la  $T_{eff}$  unívocamente. Para romper la degeneración se necesita identificar líneas de otros elementos químicos. Utilice los criterios de clasificación espectral vistos en clase para decidir qué elementos buscar. Utilice las Tablas 1 y 2 como guía.

3. Indique cuáles son las líneas espectrales de los elementos que buscó y resalte las que están presentes en el espectro problema. Úselas para identificar el tipo espectral de la estrella problema.

### Bibliografía

- Hannu Karttunen, "Fundamental Astronomy", Springer Verlag, 2003
- Notas de Clase CTE II, 2021
- Michael Bessel, Annual Review of Astronomy and Astrophysics, Vol. 43, 293-336, 2005
- Brian Cox, "Allen's Astrophysical Quantities", Springer Verlag, 2001
- Julianne Dalcanton, "Astronomy Coursepack", Washington University

<b>Tabla 1</b>	
<b>Clase Espectral MK</b>	<b>Características</b>
O	Estrellas calientes con He II en absorción
B	He I moderado. H moderado. En los tipos más fríos aparece la serie Balmer del H.
A	H fuerte, decae hacia tipos más fríos. En la A0 aparece la línea más fuerte del H. Ca II, aumenta en los tipos más fríos.
F	Ca II más fuerte. H más débil. Aparecen más líneas de metales
G	Ca II y Fe fuertes. Metales neutros. H cada vez más débil
K	Líneas metálicas fuertes. Comienzan a formarse bandas moleculares como CH y CN. H débil.
M	Muy rojas (frías), bandas de TiO, VO y otras bandas moleculares
(Referencia: Adaptado de Tabla 15.1 de Allen's Astrophysical Quantities)	

<b>Tabla 2</b>	
<b>Elemento</b>	<b>Líneas Espectrales en el Óptico (en Å)</b>
H (Balmer)	4340 H $\gamma$ , 4101 H $\delta$ , 4861 H $\beta$ , 6563 H $\alpha$
He	4026 He I, 4121 He I, 4471 He I, 4541 He II
Si	4128-30 Si II, 4552 Si III, 4089 Si IV
Ca	3934 Ca II, 4226 Ca I, 4325 Ca I, 4290-4300 Ca I
Mg	4481 Mg II
Fe	4045 Fe I, 4144 Fe I
Otros	4030-34 Mn I 4300 CH
(Referencia: Tabla 15.3 de Allen Astrophysical Quantities)	