

Práctica 3: Espectros Estelares, Colores y Temperatura

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 y el color.

Parte A: Medida de la Temperatura

En esta parte vamos a medir la temperatura superficial de una estrella ajustando a su espectro un espectro de cuerpo negro.

1. Seleccione una estrella de Secuencia Principal (clase de luminosidad V) de la biblioteca proporcionada (Kurucz90, en la carpeta "1-normalizados") y grafique su espectro en el rango óptico entre 3000 y 9000 Å. Empiece tomando una estrella tipo F o G. Estime los posibles valores de temperatura efectiva (T_{eff}) del espectro explorando al tanteo que curvas de cuerpo negro (usando la Ecuación 1) parecen ajustarse a su espectro.
2. Identifique las curvas de mínima y máxima T_{eff} ($T_{\text{mín}}$ y $T_{\text{máx}}$ respectivamente) que parecen ajustarse al espectro. Estime la temperatura efectiva del espectro como el promedio $T_{\text{eff}} = (T_{\text{máx}} + T_{\text{mín}})/2$ y el error asociado como $\Delta T_{\text{eff}} = (T_{\text{máx}} - T_{\text{mín}})/2$.
3. Repita este procedimiento hasta tener la temperatura efectiva T_{eff} y su error ΔT_{eff} asociado para unas 10-15 estrellas **de la Secuencia Principal**. Tome al menos una de cada tipo espectral y asegúrese de tomar una de tipo A0V (la necesitará para la Parte B). Reporte sus medidas en una tabla con su error correspondiente.
4. Discuta cómo es el comportamiento del error ΔT_{eff} como función de la temperatura ¿el error es constante?

Recuerde que la curva de Planck para el espectro de un cuerpo negro está dada por la Ecuación 1, donde $c_1 = 1.191043 \times 10^{34} \text{ Wm}^{-2} \text{ Å}^4 \text{ sr}^{-1}$ y $c_2 = 1.438777 \times 10^8 \text{ ÅK}$.¹

$$B_{\lambda}(T) = \frac{c_1}{\lambda^5} \frac{1}{e^{c_2/\lambda T} - 1} \quad (1)$$

Parte B - Colores y temperatura

En esta parte vamos a estudiar la dependencia del color con la temperatura. Vamos a usar el sistema de filtros UBVRI de Johnson y calcular el color B-V. Para esto haremos uso de los siguientes datos:

- Los espectros de la parte A.
 - Las curvas de transmisión que se encuentran en el archivo "Johnson_UBVRI_curvas_transmision.csv" en las columnas tU, tB, tV, tR, tI para los filtros U,B,V,R e I respectivamente. La curva de transmisión indica qué fracción del flujo incidente pasa a través del filtro en cada longitud de onda.
1. Familiarícese con las curvas de transmisión de los filtros. Grafique la transmisividad de cada filtro UBVRI versus la longitud de onda. Incluya en el mismo gráfico dos espectros estelares (cada uno normalizado tal que su flujo vaya de 0 a 1, para poder compararlos con las curvas de transmisividad) de temperatura muy diferente para usarlos como referencia. Discuta, para cada uno de estos espectros, en qué filtros emite más cada una de las estrellas que seleccionó.

¹**Nota:** Las constantes están calculadas para poder usarlas directamente con la longitud de onda en Å, igual que los espectros de la librería que, a su vez, están calibrados y normalizados para que la comparación sea directa.

2. Calcularemos las magnitudes B y V, para luego obtener el color B-V para cada una de las estrellas que usó en la parte A. Para el cálculo de las magnitudes, se usará la Ecuación 2, **donde F_X es el flujo integrado en todo el rango de longitud de onda y en el filtro X de la estrella de interés**. Cada filtro X tiene asociado una constante c_X y estas constantes son tales que todos los colores de una estrella A0V en este sistema son nulos y su magnitud absoluta en V es igual a 0.03 mag, por definición. Esto es porque este sistema de magnitudes es un sistema Vega (basado en la estrella Vega de tipo A0V).
- Calcule el flujo integrado de alguna estrella en el filtro B. El flujo integrado en un filtro X es simplemente el flujo por unidad de longitud de onda multiplicado por la transmisividad en ese filtro e integrando en λ .
 - Usando el flujo integrado y la Ecuación 2, calcule la magnitud en el filtro B de la estrella elegida.
 - Repita los dos pasos anteriores para obtener la magnitud en V de la estrella elegida y así obtenga el color B-V.
 - Repita los pasos anteriores para obtener el color B-V de todas las estrellas que usó en las partes A y B. Registre sus datos en una tabla.
 - Grafique el color como función de la temperatura efectiva de las diez estrellas. ¿Qué observa?

$$m_X = -2.5 \log(F_X) + c_X \quad (2)$$

Bibliografía

- Hannu Karttunen, "Fundamental Astronomy", Springer Verlag, 2003
- Notas de Clase CTE II, 2025
- 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