

Cúmulos abiertos: corrección parcial

Javier Alejandro Acevedo Barroso*

Universidad de los Andes, Bogotá, Colombia

6 de septiembre de 2019

1. Primer punto

Hay un sistema estelar triple. ¿cuánto debe ser la magnitud de la una de las estrellas para que la magnitud total sea dos veces la magnitud del sistema si solo tuviera las otras dos estrellas?

Nombremos las magnitudes de las estrellas: m_1 , m_2 , m_3 . La magnitud del sistema si solo estuvieran la estrella 1 y 2 se puede calcular usando las ecuaciones:

$$m_i = -2,5 \log \left(\frac{F_i}{F_0} \right). \quad (1)$$

Donde F_i es el flujo de la estrella i .

$$F_i = F_0 10^{-2m_i/5}. \quad (2)$$

Entonces la magnitud del sistema 1,2 estará dada por:

$$m_{1,2} = -2,5 \log \left(\frac{F_1 + F_2}{F_0} \right). \quad (3)$$

Y la magnitud del sistema triple por:

$$m_T = -2,5 \log \left(\frac{F_1 + F_2 + F_3}{F_0} \right). \quad (4)$$

Aplicando la condición $m_T = 2m_{1,2}$:

$$2 \log \left(\frac{F_1 + F_2}{F_0} \right) = \log \left(\frac{F_1 + F_2 + F_3}{F_0} \right), \quad (5)$$

*e-mail: ja.acevedo12@uniandes.edu.co

$$\log\left(\left(\frac{F_1 + F_2}{F_0}\right)^2\right) = \log\left(\frac{F_1 + F_2 + F_3}{F_0}\right). \quad (6)$$

De lo que se puede obtener:

$$(10^{-2m_1/5} + 10^{-2m_2/5})^2 = 10^{-2m_1/5} + 10^{-2m_2/5} + 10^{-2m_3/5}. \quad (7)$$

Y despejar m_3 :

$$m_3 = -2,5 \log((10^{-2m_1/5} + 10^{-2m_2/5})^2 - 10^{-2m_1/5} - 10^{-2m_2/5}). \quad (8)$$

Entonces, la condición sera:

$$(10^{-2m_1/5} + 10^{-2m_2/5})^2 - (10^{-2m_1/5} + 10^{-2m_2/5}) > 0, \quad (9)$$

$$(10^{-2m_1/5} + 10^{-2m_2/5})(10^{-2m_1/5} + 10^{-2m_2/5} - 1) > 0, \quad (10)$$

dado que $(10^{-2m_1/5} + 10^{-2m_2/5})$ siempre será mayor que cero, la condición se resume a:

$$10^{-2m_1/5} + 10^{-2m_2/5} > 1 \quad (11)$$

2. Punto 2

Una estrella super gigante azul de más de 39000K de temperatura superficial efectiva se detecta con una magnitud $V=28$.

- Suponga que no hay extinción ¿A qué distancia está la estrella?
- Repita el cálculo anterior considerando ahora que el medio interestelar absorbe radiación en el visual en una magnitud de 0.8.

Asumiendo que no hay extinción, la distancia a la estrella está dada por el módulo de distancia $\mu = m - M$.

$$\mu = 5 \log(r) - 5. \quad (12)$$

Donde r es la distancia a la estrella en parsecs. Se puede despejar que:

$$r = 10^{(\mu+5)/5}. \quad (13)$$

Por último, para calcular la distancia es necesario conocer la magnitud absoluta de la estrella. Conociendo la temperatura de la estrella, nos podemos referir catálogos de tipos espectrales para estimar cual sería su magnitud absoluta. Usando el catálogo del parcial:

Spectral type	T(K)	M_v
O5	40900	-6.5
O6	38500	-6.5
O7	36200	-6.6

Cuadro 1: Número de colisiones a diferentes distancias en cinco minutos.

Usando una interpolación de primer, segundo y tercer orden, se obtiene casi los mismos resultados $M_v = -6,5$.

Por lo tanto, el módulo de distancia será: $\mu = 28 - (-6,5) = 34,5$, y la distancia a la estrella será $r = 79,43$ Mpc:

Para el caso con extinción se tiene las siguientes relaciones:

$$\mu = 5 \log(r) - 5 + A_v, \quad (14)$$

$$r = 10^{(\mu+5-A_v)/5}. \quad (15)$$

Dado $A_v = 0,8$, la distancia será $r = 54,95$ Mpc

3. Punto 3

Observación en infrarojo ¿Por qué el cielo varía fuertemente al observar en JHK_sL?.

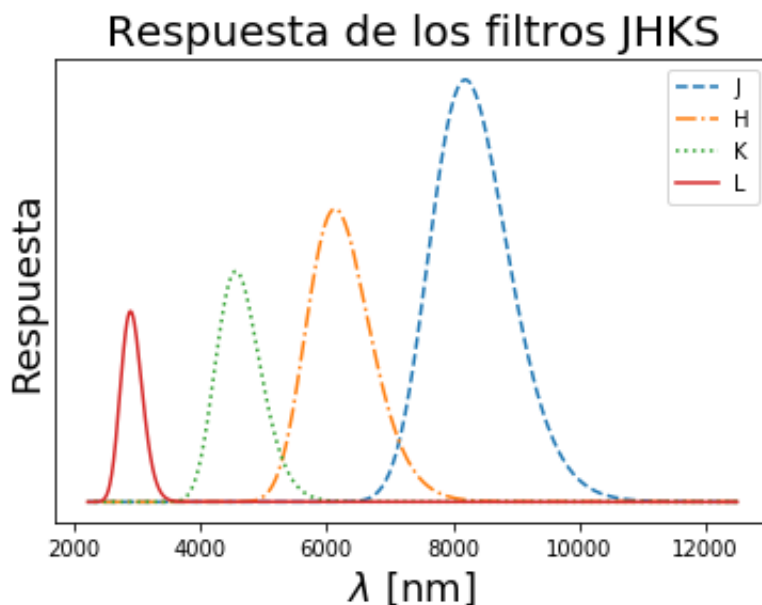
A continuación una representación visual de la respuesta de los filtros en función de la longitud de onda:

Se observa un pequeño hueco entre K y L. La temperatura promedio de la atmósfera es de 15°C. Usando la ley de Wien, se puede obtener el pico de emisión de cuerpo negro para una temperatura dada:

$$\lambda_{\max} = b/T, \quad (16)$$

con $b = 2897773$ [nm/K]. Por lo tanto, para la temperatura de la atmósfera, el pico de emisión será en $\lambda_m = 10056$ nm.

Por otro lado, la atmósfera no tiene una única temperatura, sino que al cambiar la altura también cambia la temperatura. Estas temperaturas van desde 190K para las alturas cercanas a los 100km, hasta 290K para alturas bajas. En términos de picos de emisión, esto implica un rango de 9986 a 15251 nm, por lo tanto, los picos de emisión no coinciden con las bandas de interés. Sin embargo, el espectro de cuerpo negro incluye emisión en todo el espectro, y los picos implican que las regiones de interés sí son afectadas considerablemente. Si además se incluye que la temperatura está variando con la altura, ya no se tendrá un espectro de cuerpo negro, sino una superposición de cuerpo negro que lleva a un ruido irregular en las bandas de interés. Adicionalmente, la temperatura de las diferentes capas atmosféricas varia



con la hora y época del año, de forma que corregir su contribución con total exactitud se vuelve imposible.

Por último, el espectro de emisión de la atmósfera no será simplemente un espectro de cuerpo negro, sino que incluirá picos de emisión en las líneas espectrales de las moléculas que la componen. Gracias a las reglas de selección de la mecánica cuántica, las moléculas diatómicas no emiten en el infrarojo. Lo anterior nos permite ignorar algunos de los principales componentes de la atmósfera, como el nitrógeno (N_2) y el oxígeno (O_2). Dada su gran abundancia, la mayor parte de la emisión en infrarojo de la atmósfera se originará a partir de vapor de agua H_2O y dióxido de carbono (CO_2).