

Astronomía General

Evolución estelar - Cúmulos estelares - Estrellas variables

1. Dos factores principales determinan la ubicación de una estrella en el diagrama HR: su masa y su edad (en menor medida también influye la composición química inicial o *metalicidad*).
 - a) Indicar las distintas etapas evolutivas por las que atraviesa una estrella de una masa solar y sus ubicaciones aproximadas en el diagrama H-R.
 - b) Comentar brevemente las principales diferencias en la evolución de las estrellas con masas $\mathcal{M}_* < 8 \mathcal{M}_\odot$ y $\mathcal{M}_* > 8 \mathcal{M}_\odot$.
 - c) ¿Cómo varía la duración de las distintas etapas evolutivas según la masa de la estrella?
2. Calcular en qué región del espectro electromagnético emite el máximo de energía una protoestrella de temperatura superficial $T = 1800 \text{ K}$. Sabiendo que su luminosidad es $L = 10^2 L_\odot$, calcular su radio ($R_\odot = 6.96 \times 10^8 \text{ m}$).
3. Considerar una determinada estrella que pasa 10×10^9 años en la secuencia principal, consumiendo 10% de su hidrógeno. Luego evoluciona rápidamente a gigante roja, aumentando su radio 50 veces y disminuyendo su temperatura a la mitad, y permanece en ese estado hasta agotar el resto de su hidrógeno. Suponiendo que puede desprejarse la fusión de helio y otras reacciones nucleares, y que la evolución de la secuencia principal a gigante roja es prácticamente instantánea, calcular cuánto tiempo dura la etapa de gigante roja.
4. En el diagrama H-R de algunos cúmulos jóvenes, las estrellas de luminosidad intermedia están en la secuencia principal, mientras que, tanto las de menor como las de mayor luminosidad, se ubican a la *derecha* de la secuencia principal. Esquematizar un diagrama H-R de un cúmulo con estas características, y explicar por qué sucede esto.
5. Considerar un cúmulo estelar lejano, que aparece como una mancha luminosa no resuelta con el telescopio. ¿Cuál sería aproximadamente el color predominante de esta imagen si se tratara de un cúmulo recién formado? ¿Cuál debería ser el color después de 10^{10} años? Calcular la densidad estelar media (cantidad de estrellas por pc^3) para los siguientes casos:
 - Un cúmulo globular de diámetro $D = 50 \text{ pc}$, que contiene 10^5 estrellas.
 - Un cúmulo abierto de diámetro $D = 5 \text{ pc}$, que contiene 200 estrellas.
 - Los alrededores del Sol (utilizar los datos de la tabla de estrellas cercanas dada en la práctica de Diagrama H-R).
6. En los siguientes gráficos se muestran los diagramas H-R de dos cúmulos, Indicar que de qué clase de cúmulo se trata en cada caso. ¿Qué tipo de estrellas aparecen en éstos cúmulos? Comparar ambos diagramas y comentar las diferencias.

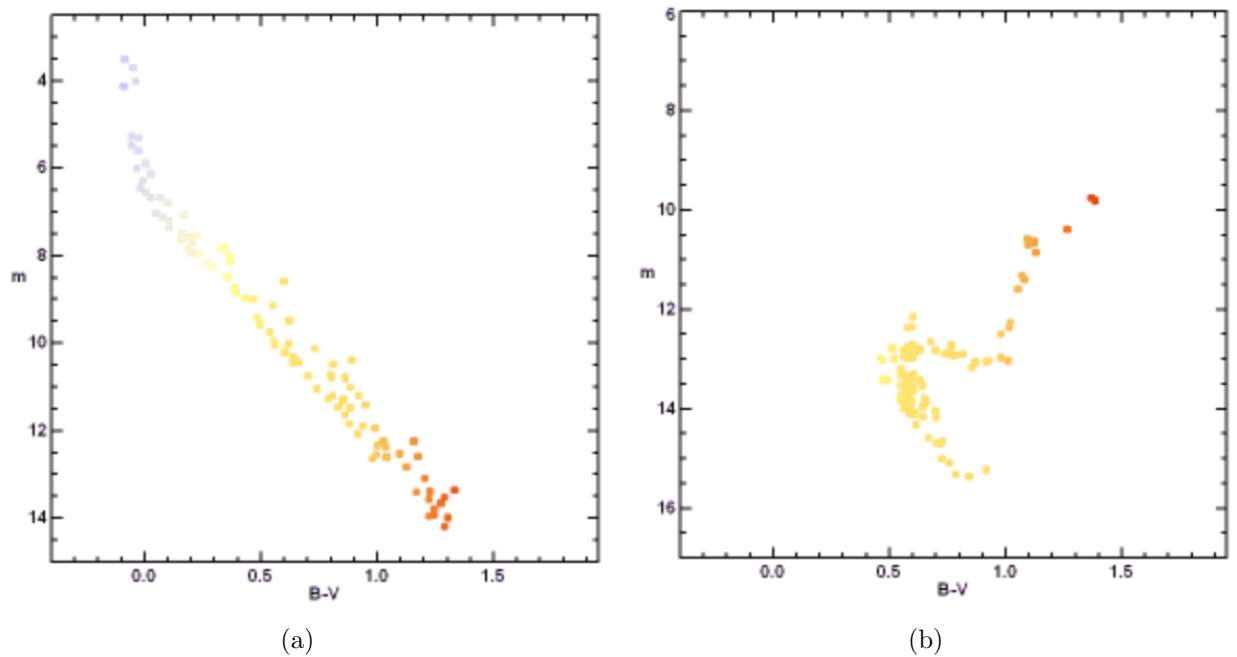
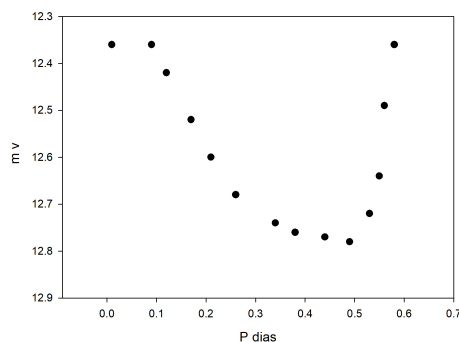


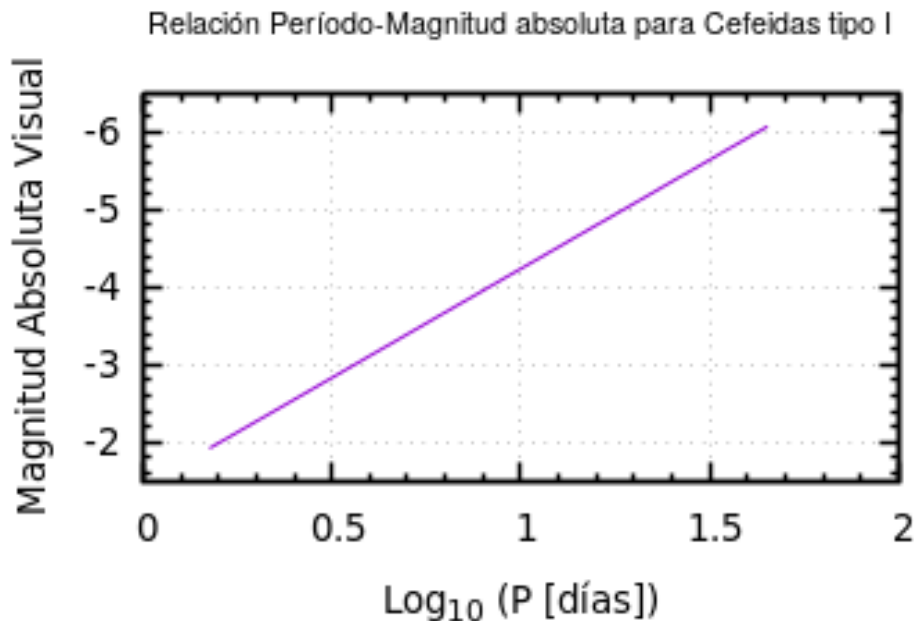
Figura 1: Diagrama H-R de dos cúmulos estelares

7. Una estrella de secuencia principal de tipo A0V tiene un índice de color $B-V = 0.0$ y una magnitud absoluta visual $M_V = 1.0$. Si en el diagrama HR de un cierto cúmulo se observa que las estrellas de índice de color $B-V = 0.0$ tienen magnitudes $m_V = +6$
 - a) Calcular la distancia al cúmulo, suponiendo que no existe absorción
 - b) Repetir el cálculo, suponiendo una absorción interestelar $A_V = 0.2$ mag.
8.
 - a) Calcular la distancia de un cúmulo globular sabiendo que la magnitud aparente media de sus estrellas RR Lyrae es $m_V = 14.37$ mag. (Considerar una magnitud absoluta $M_V = +0.6$ para las RR Lyrae)
 - b) Repetir el cálculo suponiendo una absorción interestelar de 0.4 mag.



9.
 - a) Se muestra la curva de luz de una estrella variable (magnitud aparente visual en función del tiempo, expresado en días a partir de un cierto tiempo t_0).

- b) A partir del gráfico determinar aproximadamente el período y la amplitud de la variación en magnitud.
- c) Comentar de qué tipo de variable se trata.
10. La magnitud aparente media de una estrella cefeida de un cúmulo estelar es $m_V = 15.1$ mag, y se le ha medido un período $P = 12$ días. Utilizando la figura de la relación *período-magnitud absoluta*, determine la distancia a dicho cúmulo.



11. a) Calcular las distancias máximas que pueden medirse usando estrellas RR Lyrae y Cefeidas de tipo I, respectivamente, suponiendo que se pueden observar hasta magnitud aparente $m_V = 21$ mag. Repita el cálculo para $m_V = 26.5$ mag (o sea dentro de las posibilidades del telescopio Hubble).
- b) Indique en cada caso a qué región del universo corresponden las distancias calculadas (Vía Láctea, Grupo Local, etc.).
12. La magnitud aparente visual de una estrella variable cambia entre $m_{V1} = 6$ y $m_{V2} = 9$. Las observaciones espectroscópicas muestran que su temperatura efectiva varía entre $T_1 = 2600$ K en el máximo y $T_2 = 1900$ K en el mínimo de brillo. Las correcciones bolométricas correspondientes son $CB_1 = -2$ y $CB_2 = -3$. Encontrar la relación entre el radio de la estrella en el máximo y en el mínimo de brillo
13. a) Determinar la distancia a la Nova Cisne 1920 si esta estrella tuvo una magnitud $m_V = 2$ en su máximo de luz, suponiendo que la magnitud absoluta fue $M_V = -8.2$, y considerando una absorción interestelar $A_V = 0.6$.
- b) En 1944, el astrónomo W. Baade observó la nebulosa que rodea al remanente estelar de la misma nova, midiéndole un radio angular de $4.3''$. En el espectro de la

nebulosa se observó una doble línea de emisión, a partir de la cuál se midió que la velocidad del material era 650 km/s. Determinar la distancia a la nova a partir de estos datos y comparar con lo hallado en a).

c) El remanente estelar de la nova fue disminuyendo su brillo hasta alcanzar una magnitud $m_V = 15.5$. Suponiendo que la estrella antes de la explosión tenía esta misma magnitud, y que el incremento de luminosidad se debió a una envoltura en expansión a temperatura constante, calcular el radio de la envoltura en el máximo en función del radio de la estrella.

14. Estimar la distancia en Kpc a la Nebulosa del Cangrejo, sabiendo que la misma se expande a una velocidad $v = 1450$ km/s y que su diámetro angular es de 4.8 minutos de arco. Considerar que este objeto es el remanente de la supernova observada en el año 1054, y que la velocidad de expansión se ha mantenido constante desde entonces.