

VIII Olimpiada Latinoamericana de Astronomía y Astronáutica

03 al 08 de octubre de 2016 – Córdoba – Argentina



Prueba teórica individual

1) Estimaciones:

El cálculo estimado es una necesidad en Astronomía, especialmente cuando se maneja información donde el cálculo exacto es menos importante que tener una idea de las magnitudes asociadas para poder dar solo un sí o un no. Haz estimaciones con base en las situaciones sugeridas y justifica tus respuestas.

- a) Si, ahora, comenzaras a caminar desde Córdoba hasta Porto Alegre (distancia aproximada de 1.400 km), ¿lograrías llegar antes de fin de año? Suponga que la velocidad promedio al caminar de un ser humano está entre 4 y 6 km/h. Ten en cuenta que, como todo ser humano, necesitas de 10 a 12 horas de descanso y otras exigencias al día. Para simplificar, piensa que estás acompañado por un burro que lleva todas las cosas que necesitas.
- b) La Sonda espacial *New Horizons* de la NASA está actualmente saliendo de Plutón. Pasó por el planeta enano el 14 de julio de 2015, a una velocidad de aproximadamente 14 km/s. Si la nave espacial sigue en línea recta a Próxima Centauri (lo que no se está haciendo, ya que su destino es el cinturón de Kuiper), que tiene un paralaje de 0,8", y llega con capacidad de transmitir imágenes a la Tierra; ¿Quién podría ver imágenes de Próxima B, el exoplaneta más cercano a la Tierra? ¿Tú? ¿Sus hijos? ¿Sus nietos?
- c) El proyecto Starshot, concebido por Stephen Hawking y otros, se basa en el diseño y construcción de una sonda miniaturizada que, propulsada en órbita por velas superligeras, puede ser acelerada con rayos láser desde la Tierra. De esta forma, se prevé que la sonda alcance velocidades en torno al 20% de la velocidad de la luz. Si ya tuviéramos la tecnología adecuada para este proyecto, ¿sería posible que pudieras llegar a ver las imágenes tomadas por la sonda del exoplaneta Próxima B?

2) Calibración de la relación Período-Luminosidad de las estrellas variables Cefeidas:

Las cefeidas son una clase de estrellas variables que, debido al movimiento de contracción, aumentan la cantidad de reacciones termonucleares que calientan su atmósfera produciendo un movimiento de expansión. La variación de su radio corresponde a una variación de la cantidad de energía emitida por la estrella, siendo ambas variaciones periódicas. De esta forma, las Cefeidas presentan una relación lineal entre su período de pulsación y la máxima luminosidad alcanzada. Este descubrimiento fue realizado por la astrónoma Henrietta Leavitt en 1908.

Este tipo de estrella lleva el nombre de la estrella Delta Cephei, que es la referencia para la especie. Para usar la relación y determinar distancias, es necesario conocer al menos las distancias de algunas estrellas. En el caso de Delta

Cephei, que pertenece a un cúmulo con varias estrellas variables, basta con determinar la paralaje del cúmulo para calibrar la relación.

El propósito de esta pregunta es estudiar la relación período-luminosidad de las estrellas Cefeidas. Analicemos, a partir de los datos de la tabla, la luminosidad y el período de cinco estrellas variables de un cúmulo con paralaje de $0,057''$.

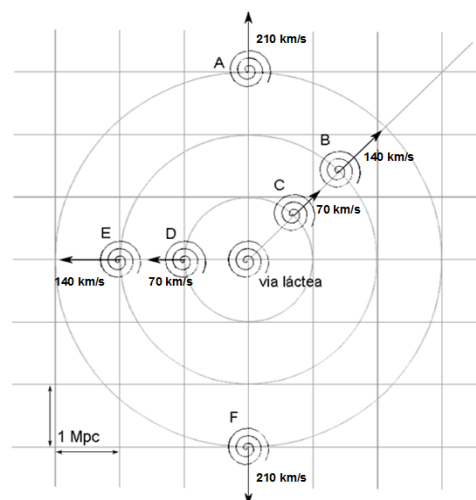
Estrella	$\log P$ (días)	Flujo ($10^{-5} \text{ erg.s}^{-1}.\text{cm}^{-2}$)	Luminosidad ($L_{\odot}$)
Variable 1	0,5	1,5	
Variable 2	1	2,2	
Variable 3	1,5	2,8	
Variable 4	2	3,1	
Variable 5	2,5	3,8	

- Encuentra la distancia, en centímetros, al cúmulo estelar.
- Completa la tabla con los valores correspondientes a la luminosidad, en luminosidades solares, de las cinco estrellas variables mostradas.
- Construye la gráfica luminosidad *versus* logaritmo del periodo, es decir $L(L_{\odot}) \times \log P$, con los datos encontrados. Y encuentra la ecuación lineal que se ajusta a la dispersión.
- Una variable Cefeida cuyo período es de 178 días en una galaxia distante. El caudal medido para él es de sólo $1,14 \times 10^{-15} \text{ erg. s}^{-1}.\text{cm}^{-2}$. Estima la distancia, en parsec, a esta galaxia usando la relación que se encuentra en la parte (c).
- Estime la magnitud absoluta y aparente de la estrella variable en la parte (d).

3) Ley de Hubble:

La siguiente tabla muestra la distancia y la velocidad de 6 galaxias cualesquiera, indicadas de A a F, en relación con la Vía Láctea.

Galaxia	Distancia (Mpc)	Velocidad (km/s)
A	3	210
B	2	140
C	1	70
D	1	70
E	2	140
F	3	210



- Con una tabla cualitativamente similar, Edwin Hubble determinó que las galaxias observables parecían alejarse de nosotros a una velocidad proporcional a su distancia. Esta ley llegó a ser conocida como la Ley de Hubble. A partir de los datos de la tabla, determine el valor de la constante de proporcionalidad para esta ley.

- b) Supongamos que las galaxias están distribuidas de acuerdo con la figura de arriba a la derecha. Completa la siguiente tabla con los valores que obtendría un posible astrónomo extraterrestre (ET) residente en la galaxia D midiendo las distancias y velocidades de las otras galaxias.

Galaxia	Distancia (Mpc)	Velocidad (km/s)
A		
B		
C		
Vía Láctea	1	70
E		
F		

- c) Deduce la “Ley ET”, es decir, qué constante observaría este astrónomo en la galaxia D.
- d) ¿Qué diferencias se observan entre la ley descubierta por ET y por Hubble?

4) Observación de Marte:

Marte es el segundo planeta más cercano a la Tierra. En este problema vamos a estudiar qué tan fácil o difícil es observarlo con un telescopio ubicado en la Tierra.

- Dibuja un diagrama de Marte opuesto a la Tierra, en relación con el Sol, en un momento arbitrario.
- Considerando las órbitas circulares, determine la distancia máxima y mínima, en metros, entre estos dos planetas.
- Encuentre el diámetro angular, en segundos de arco, que un observador en la Tierra ve a Marte en ambas situaciones.
- Para tener una idea intuitiva del punto anterior, determine a qué distancia del ojo de un observador debe colocarse una moneda de 1 peso argentino (2cm de diámetro) para obtener el mismo diámetro angular máximo observado en Marte.
- ¿A qué hora local, aproximadamente, se producirá la culminación superior de Marte cuando se encuentre en máxima y mínima aproximación a la Tierra? Justifica tu respuesta.
- El *cañón más grande* del Sistema Solar se llama Valles Marineris, en Marte. Este *cañón* tiene 3.000 km de largo, 600 km de ancho y más de 8 km de profundidad. ¿Cuál debe ser el diámetro mínimo de un telescopio para que siempre se pueda distinguir el ancho de este *cañón* en los instantes de máxima y mínima aproximación? Considere como longitud de onda para la observación, la longitud promedio de la banda visible $\lambda = 550 \text{ nm}$. Considere que para resolver un objeto, la resolución debe ser al menos $1/3$ del diámetro angular del objeto.
- Calcule la duración completa de la ocultación de Marte por la Tierra vista desde el Sol. Considere como ocultación el momento desde el primer hasta el último contacto de los dos cuerpos y que las órbitas sean coplanares.

5) Coordenadas y Hora:

- Supongamos que la culminación superior de una estrella ocurre a las 3:00 a. m., hora civil, el 2 de marzo. ¿Cuál será el ángulo horario de la misma estrella el 15 de junio a la misma hora?
- Las coordenadas ecuatoriales de la estrella Proxima Centauri son: ascensión recta: $14^{\circ}29,7'$; declinación: $-62^{\circ}41'$. A partir de estos datos, determine para qué observadores en la Tierra (rango de latitud) es visible esta estrella circumpolar.
- ¿A qué latitud no hay estrellas circumpolares?
- Si un observador se encuentra sobre el círculo polar antártico, ¿en qué época del año el movimiento diurno del Sol será circumpolar?