



Prueba teórica individual

OLAA 2016 – Córdoba, Argentina

Al final del examen se encuentra una hoja con Datos que pueden ser útiles para la solución de los problemas

P1) Estimaciones

El cálculo de estimaciones gruesas es una necesidad cotidiana en astronomía (y de la vida), sobre todo cuando se manipula información y un cálculo exacto es menos importante que tener una idea de las magnitudes asociadas y poder dar un sí o un no como respuesta. Realice estimaciones con la información que se le suministra y justifique su respuesta. **Deje en claro en todos los incisos las condiciones elegidas y los procedimientos realizados.**

Puntaje 3pto. a) Si en este instante, usted comienza una caminata desde aquí (Córdoba) hasta Porto Alegre, distancia aproximada 1400km, llegaría antes de fin de año? Suponga que la velocidad promedio de caminata de un ser humano es entre 4 y 6 km/h. Tenga en cuenta que, como todo ser humano usted requiere entre 10 y 12 horas de descanso y otras necesidades por día. Para simplificar las cosas piense que lo acompaña un burrito que lleva todos los implementos que usted necesite.

Puntaje 3pto. b) La sonda New Horizons de la NASA, está actualmente dejando Plutón. Su pasaje por el planeta enano fue el 14 de Julio del 2015 con una velocidad aproximada de 14 km/s. Si se dirigiera en línea recta hacia Próxima Centauri (cosa que no está haciendo, ya que su destino es el cinturón de Kuiper) que posee una paralaje de 0,8", y llegase con capacidad para transmitir imágenes, ¿quién podría ver las imágenes de Próxima b, el planeta tipo Tierra más cercano?, usted? Sus hijos? Sus nietos?

Puntaje 3pto. c) El proyecto Starshot, ideado por Stephen Hawking, entre otros, se basa en el diseño y construcción de una sonda miniaturizada que, mediante el despliegue de velas superlivianas en órbita, pueda ser acelerada mediante rayos láser desde la Tierra. De esta forma se prevé que la sonda alcance velocidades del orden de un 20% de la velocidad de la luz. Si ya se dispusiera de la tecnología adecuada para este proyecto, sería posible para usted llegar a ver las imágenes tomadas por la sonda en el planeta Próxima b?

**P2) Calibración de la relación Período-Luminosidad de las estrellas variables Cefeidas**

Las Cefeidas son una clase de estrellas variables que debido a un movimiento de contracción aumentan la cantidad de reacciones termonucleares. Dicho proceso incrementa su temperatura produciendo un movimiento de expansión. A esta variación de su radio le corresponde una variación en la cantidad de energía que emite la estrella, siendo ambas variaciones periódicas. De esta manera, las Cefeidas presentan una relación lineal entre el período de su pulsación y la máxima luminosidad alcanzada, descubierta por la astrónoma Henrietta Leavitt en 1908.

Este tipo de estrellas recibe este nombre debido a la estrella Delta Cefeida, prototipo de la especie. Para poder utilizar esta relación para determinar distancias, es necesario conocer al menos la distancia a algunas estrellas. En el caso de Delta Cefeida, ésta pertenece a un cúmulo estelar que posee varias estrellas variables, y habiendo determinado la paralaje de este cúmulo, es posible calibrar la relación.

El objetivo de este ejercicio es estudiar la relación Período-Luminosidad de las estrellas Cefeidas. Para esto vamos a calcular la luminosidad, y utilizaremos el período determinado para cinco estrellas de un supuesto cúmulo con paralaje de $0,057''$.

Estrella	log Período	Flujo medido [10^{-5} erg/(s cm ²)]	Luminosidad [10^{35} erg/s]
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	

Puntaje 2pto. a) Encuentre la distancia al cúmulo estelar, primero en parsec y luego en cm.

Puntaje 3pto. b) Calcule la luminosidad de cada estrella, en luminosidades solares.

Puntaje 3pto. c) Haga un gráfico en hoja milimetrada de la luminosidad (en luminosidades solares) en función del logaritmo del período para las estrellas de la tabla.

Puntaje 4pto. d) Se encuentra una Cefeida cuyo período es 178 días en una galaxia distante, el flujo medido para ésta es de $4,14 \times 10^{-15}$ erg/(seg cm²). Estime la distancia a esta galaxia utilizando la relación funcional encontrada en el punto c. Exprese el resultado en años luz.

Puntaje 2pto. e) Estime la magnitud aparente y absoluta de la Cefeida.

**P3) Ley de Hubble:**

Respecto de la Vía Láctea, se midieron las distancias y las velocidades de las siguientes 6 galaxias (ver figura):

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

Puntaje 1pto. a) Con una tabla de observaciones cualitativamente similar, Edwin Hubble determinó que las galaxias observables parecían alejarse de nosotros a una velocidad proporcional a su distancia. A esta ley se le llamó Ley de Hubble. Determine el valor de la constante de proporcionalidad de esta ley usando los datos de la tabla.

Puntaje 5pto. b) Suponga que las galaxias se encuentran distribuidas según la figura en la siguiente página. ¿Qué mediciones de distancia y velocidad obtendría un extraterrestre (ET) viviendo en la galaxia D? Complete la tabla equivalente que observaría ET desde su galaxia.

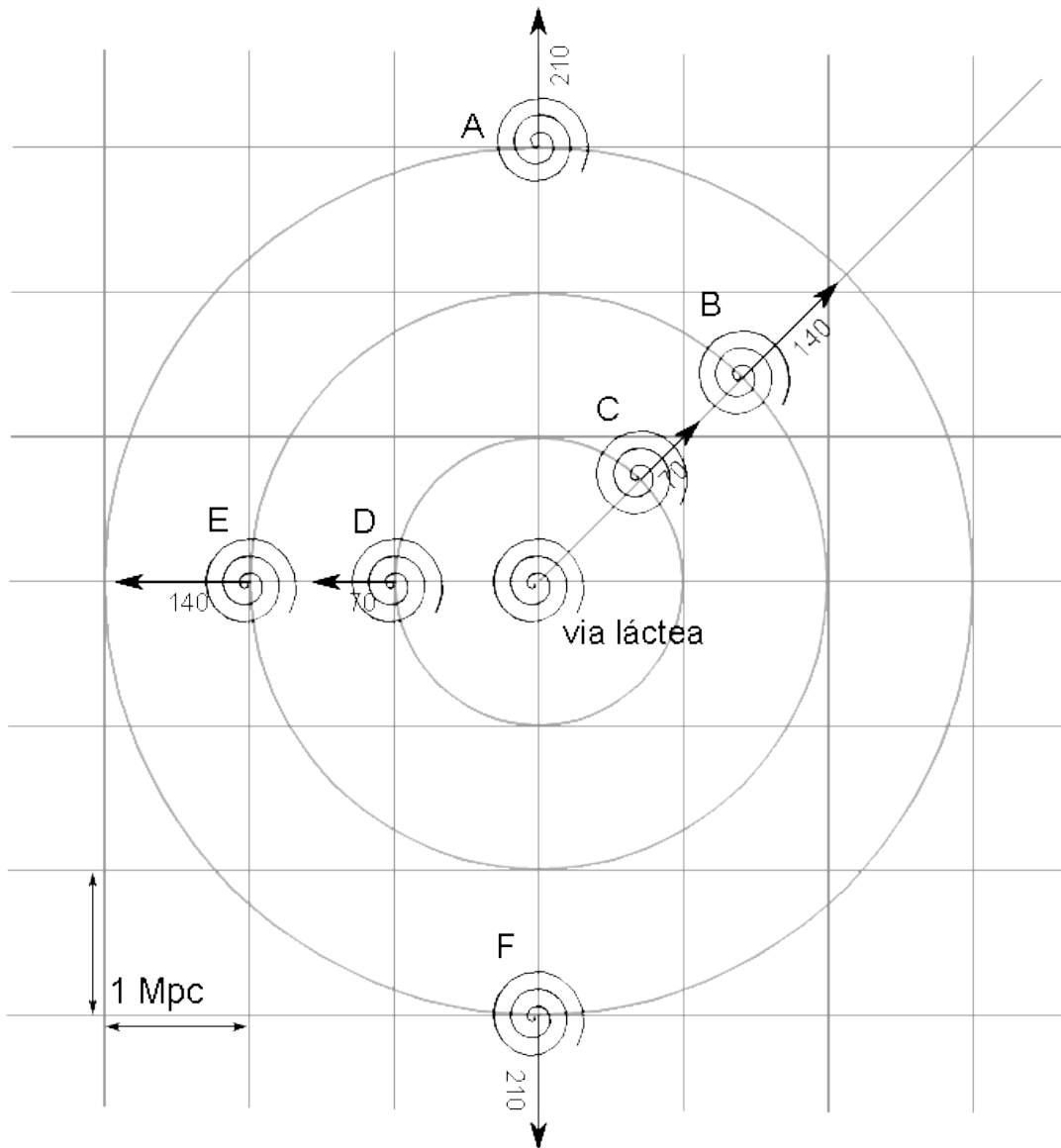
Galaxia	Distancia (Mpc)	Velocidad (km/s)
A		
B		
C		
Vía Láctea	1	70
E		
F		

Nótese que como ayuda pusimos que la Vía Láctea se ve desde la galaxia D de manera equivalente a como nosotros vemos la galaxia D.



VIII OLIMPIADA LATINOAMERICANA DE ASTRONOMÍA Y ASTRONÁUTICA

ARGENTINA 2016



Puntaje 1pto. c) Deduzca la ley del ET, es decir qué constante observaría este astrónomo desde la galaxia D. Verifique que se cumple para cada galaxia de la tabla.

Puntaje 1pto. d) ¿Qué diferencias observa entre la ley descubierta por el ET y la de Hubble?



P4) Observación de Marte:

Marte es el segundo planeta más cercano a la Tierra, en este problema vamos a estudiar cuán fácil o difícil es observarlo con un telescopio situado en la Tierra.

Puntaje 1pto. a) Haga un esquema de la posición de Marte y la Tierra respecto del Sol, en un instante arbitrario.

Puntaje 1pto. b) ¿Cuáles son la máxima y la mínima distancia entre los planetas Marte y Tierra? . Considere órbitas circulares.

Puntaje 2pto. c) Encuentre el diámetro angular con el que se observa a Marte desde la Tierra en su máxima y mínima distancia, considere órbitas circulares.

Puntaje 1pto. d) Para tener una idea intuitiva del punto anterior diga a qué distancia del ojo se debe colocar una moneda de 1 peso argentino (2cm de diámetro) para subtender el mismo tamaño angular que Marte, en las dos posiciones consideradas.

Puntaje 3pto. e) ¿A qué horas locales, aproximadamente, culminará Marte cuando se encuentre en el máximo y mínimo acercamiento?

Puntaje 2pto.f) El cañón más grande del sistema solar es el llamado Valles Marineris en Marte, de 3 mil kilómetros de largo, 600 kilómetros de ancho y más de 8 mil metros de profundidad. ¿Cuál tiene que ser el diámetro mínimo de un telescopio para poder distinguir **siempre** el ancho de este cañón? Utilice la longitud de onda de 550nm y asuma que para distinguir un objeto la resolución debe ser por lo menos un tercio del tamaño angular del objeto.

Puntaje 4pto. g) Calcule la duración completa de un ocultamiento de Marte por la Tierra visto desde el centro del Sol, asumiendo que las órbitas son coplanares. Considere como ocultamiento desde el momento del primer contacto hasta el último contacto.



P5) Coordenadas y Tiempo

Puntaje 3pto. a) Suponga que la culminación superior de una estrella se produce a las 3am de tiempo civil el 2 de Marzo. ¿Cuál será el ángulo horario de la misma estrella el 15 de junio a la misma hora?

Puntaje 2pto. b) Las coordenadas de la estrella Próxima Centauri son:

Ascensión recta: $14^{\circ} 29.7'$

Declinación: $-62^{\circ} 41'$

Determine para qué observadores en la tierra esta estrella es circumpolar.

Puntaje 2pto. c) ¿En qué latitud ninguna estrella es circumpolar?

Puntaje 2pto. d) Si un observador se encuentra sobre el círculo polar antártico, ¿en que época del año el movimiento diurno del sol será circumpolar?

Observación:

La notación empleada para separar enteros de los decimales es la coma.

Datos:

Distancia media al Sol desde la Tierra: 150 000 000 km

Radio de la Tierra = 6 370 km

Velocidad de la luz: $c = 300\,000$ km/s

Constante de gravitación universal: $G = 6,67 \times 10^{-11}$ N m²/kg²

Masa solar: $1,99 \times 10^{30}$ kg

Luminosidad solar: $3,83 \times 10^{26}$ W = $3,83 \times 10^{33}$ erg/s

Magnitud absoluta solar: 4,83

Radio de Marte = 3 397 km

Distancia Sol-Marte = 1,52 UA

1pc = 3,26 al