

XIV OLIMPIADA LATINOAMERICANA DE ASTRONOMÍA Y ASTRONÁUTICA

2 a 8 de octubre de 2022 – Ciudad de Panamá – Panamá



Prueba teórica individual

1. Nave en emergencia. Considere una nave que orbita una estrella de masa de 2.7 masas solares en una órbita circular de radio 2 UA, repentinamente pasa por una nube de polvo que provoca el frenado total e instantáneo de la nave, después de esto la nave entra en trayectoria de colisión hacia la estrella. Considere que el radio de la estrella es despreciable y encuentre el tiempo que tarda en caer a la estrella. Encuentre el tiempo que tarda la nave en caer a la estrella.

2. El reloj solar. El gnomon (una barra) de un reloj solar horizontal se dispone verticalmente. La longitud de la sombra creada por el gnomon cuando el Sol está en culminación superior, varía a lo largo del año. Dicha variación es igual al doble de la longitud del gnomon. Determine la latitud en la que se encuentra el reloj.

3. Abundancia de helio. El mecanismo de producción de energía en el Sol es la fusión nuclear de protones en He. La creación de cada núcleo de He produce 26,7 MeV.

a) Estimar el número de átomos de He que serán creados en el transcurso de la vida del Sol (10^{10} años). Asuma que el Sol ha tenido la misma luminosidad que ahora. Usar $1\text{eV}=1,6\times 10^{-19}\text{ J}$.

b) Encontrar la fracción de masa de átomos de He con respecto a la masa solar. Asuma que el Sol inicialmente estaba compuesto solo de hidrógeno.

c) Las observaciones nos dicen que el Universo consiste en un 25% de He. De acuerdo con los resultados de los incisos anteriores ¿qué puede usted concluir del origen del helio en el Universo?

4. Edad de y distancia a una supernova histórica. La nebulosa M1 (remanente de supernova) tiene un tamaño angular aparente de $\theta=3.4$ minutos de arco que se está incrementando a una tasa de 0.21 segundos de arco por año. Esto es debido a una supernova, evento que fue observado por varias civilizaciones (incluida la china). De observaciones espectroscópicas recientes, se ha deducido que el remanente de supernova se está expandiendo a una tasa de 1500 km/s.

a) ¿Hace cuánto tiempo fue la explosión de la supernova? (Dé su respuesta en años)

b) Calcule la distancia a la supernova (asuma que el remanente se está expandiendo esféricamente) y dé su respuesta en múltiplos de pc.

c) Si la magnitud absoluta visual de la supernova en su máximo fue de $M_V=-18$, ¿cuál fue la magnitud aparente que los chinos y otras civilizaciones observaron? En base al resultado obtenido, comente que verías si fueras una persona en China en ese momento.

5. Un exoplaneta con una posible exoluna. El satélite Kepler ha descubierto muchos exoplanetas observándolos cuando estos “eclipsan” la estrella a la que orbitan. Aquí, Usted trabajará con una detección de este tipo: un planeta ha sido observado transitando a una estrella. Por medio de observaciones espectroscópicas de la estrella, se sabe que la estrella tiene una masa de $M_* = 0.96 M_\odot$. El planeta transita a la estrella con un periodo $P = 287.38$ días. El eclipse tiene una duración de $\Delta t_{\text{tran}} = 18.886$ h y el decaimiento de brillo de la luz es de 3.5 milésimas. El plano orbital del planeta está en dirección de nuestra línea de visión. Asuma que la órbita es circular.

a) Calcule el radio de la órbita del planeta alrededor de la estrella, en ua. (asuma que la masa del planeta es despreciable).

b) Calcule el radio de la estrella R_{estrella} en términos del radio solar y el del planeta R_p . en unidades del radio de Júpiter utilizando la información del tránsito.

Si hay lunas que orbitan el planeta, para que estas existan a salvo alrededor del planeta (y no de la estrella) deben de estar a un radio máximo de R_H del planeta. Este es el llamado Radio de Hill que está dado por:

$$R_H = \left[\frac{M_p}{3(M_* + M_p)} \right]^{1/3} a,$$

donde M_p es la masa del planeta de la que solo sabemos es $M_p < 11.6 M_J$ y a es la distancia del planeta a la estrella. Calcule la distancia máxima del planeta a la que se pueden encontrar lunas.

c. ¿Qué tanto debemos esperar antes o después de un tránsito planetario para observar un tránsito de una luna?

d. Se cree que el sistema alberga una luna del tamaño de Neptuno. ¿Cuánto es la disminución relativa del brillo de la estrella durante el tránsito?

6. Magnitud límite del ojo a través de un telescopio. Las estrellas más débiles visibles a ojo desnudo bajo condiciones óptimas del cielo son de magnitud 6. La pupila del ojo humano tiene un diámetro promedio de 8 mm. Al hacer observaciones a través de un telescopio que tiene un área colectora mayor, lo que permite ver estrellas que son aún más débiles.

a) Encuentre la relación entre la magnitud de la estrella más débil que puedes ver a través de un telescopio (m_{lim}) en función del diámetro D del telescopio.

b) Asuma que se pierden 0,5 magnitudes debido a la óptica del telescopio, adapte entonces su resultado de acuerdo a esto. ¿Cuál es la magnitud del objeto más débil que se puede observar con un telescopio típico amateur ($D=30$ cm)?