

Astrofísica Extragaláctica y Cosmología. Problemas y preguntas clave I.

1. ¿En qué consiste la Paradoja de Olbers y qué solución tiene?
2. ¿A qué se conoce como principio cosmológico?
3. ¿Qué evidencia observacional soporta al principio cosmológico?
4. ¿Qué son las coordenadas comóviles? ¿Qué unidades tienen?
5. ¿Qué describe la métrica de Friedmann-Lemaître-Robertson-Walker?
6. ¿Cómo se interpreta el corrimiento al rojo en el contexto cosmológico?
7. Demuéstrese qué relación liga al corrimiento al rojo con el factor de escala del universo.
8. Dadas 3 galaxias A,B,C, demuéstrese que la misma ley local de Hubble $v=H_0d$ es vista por observadores en A,B,C.
9. Se observa un objeto a $z=1$ ¿Cuánto ha crecido el factor de escala del universo desde que los fotones salieron del sistema a nuestros días?
10. Dígase si es verdadero o falso y por qué. De $z=1$ a $z=0$:
 - a. El patrón metro ha cambiado por un factor 2
 - b. El patrón metro ha cambiado por un factor $\frac{1}{2}$
 - c. si los humanos hubieran existido a $z=1$, en promedio, su altura se habría incrementado un factor 2
 - d. La galaxia Andrómeda está un factor 2 más alejada
 - e. La galaxia Andrómeda está un factor $\frac{1}{2}$ menos alejada
 - f. La distancia Vía Láctea - Andrómeda no se ve afectada por la expansión Hubble
 - g. La distancia Vía Láctea – Andrómeda es constante a lo largo del tiempo
 - h. Las distancias entre las galaxias en promedio son un factor 2 más grandes
 - i. Las distancias entre las galaxias, en promedio, con un factor $\frac{1}{2}$ menos grandes
11. En el espectro observado de un cuásar se detecta que el centroide de la línea de $H\beta$ (486.1nm en reposo) aparece a $1.4583\mu\text{m}$ y que el ancho de la línea es $\text{FWHM} = 20\text{nm}$. ¿Cuál es el corrimiento al rojo (z) del cuásar? ¿Cuál es la dispersión de velocidades del material que emite la línea en el sistema en reposo del cuásar (km/s)? ¿Qué anchura tendría la línea observada (en km/s y en nm) si el cuásar se encontrara a $z=5$?
12. Para la línea de emisión de CO J=1-0 de 115GHz se postula que a $z=4$, en el sistema en reposo, debe tener una anchura (FWHM) de 100MHz. ¿cuál será la anchura observada?

13. El buscador de corrimientos al rojo del Gran Telescopio Milimétrico es un espectrógrafo que opera en la banda de 75 a 111 GHz, permitiendo una cobertura simultánea de toda la banda. Las líneas de emisión más intensas en ondas milimétricas producidas en galaxias son las debidas a transiciones rotacionales del ^{12}CO ($J=1-0$, a 115GHz, $J=2-1$ a 230 GHz, $J=3-2$ a 345GHz, etc, así cada 115GHz). ¿A partir de qué corrimiento al rojo se puede asegurar que *siempre* se detectarán al menos 2 líneas de ^{12}CO en la banda observada del buscador?
14. Se desean comparar las variaciones fotométricas intrínsecas que experimentan dos cuásares a $z=2.5$ y $z=3.5$, cada 96 horas (en su sistema en reposo). Si el primero de los cuásares se observó el 1 de enero a las 0:00 UT y el segundo a las 1:00UT ¿Cuándo se deberán observar de nuevo?
15. Una galaxia milimétrica tiene una distribución espectral de energía observada que puede ajustarse como una ley de cuerpo negro con una temperatura $T_{\text{obs}}=10\pm 1\text{K}$. En una búsqueda de líneas de emisión para esta galaxia, se encuentran 2 líneas separadas por 26.0 ± 0.1 GHz, que se sospecha son transiciones rotacionales de la molécula de CO. Sabiendo que las líneas rotacionales de CO están separadas por 115.27 GHz en el laboratorio, ¿a qué corrimiento al rojo se encuentra la galaxia? ¿Cuál es la temperatura de emisión de la galaxia?
16. Los estallidos de rayos gamma de larga duración se espera generen el máximo de un pulso de emisión óptica de 2 a 3 años más tarde que el pulso de rayos gamma. Este pulso óptico se debe al reprocesamiento de la radiación por capas de material circundante a la estrella Wolf-Rayet que genera el estallido, capas que se encuentran a aproximadamente un parsec de la estrella. Calcule para el estallido GRB080319B, detectado el 19 de marzo de 2008, a $z=0.937$, entre qué fechas se predice detectemos este máximo del pulso óptico.
17. Calcúlese cómo se relaciona el flujo monocromático con la luminosidad monocromática de una fuente a $z \gg 0$ (supóngase un espectro plano emitido).
18. ¿Qué describen las ecuaciones de Friedmann?
19. ¿Cómo se define la densidad crítica del universo?
20. ¿Qué es un universo Einstein-de Sitter?
21. Dada la ecuación de Friedmann, calcúlese la evolución temporal del factor de escala del universo Einstein-de Sitter
22. ¿Qué efecto más sobresaliente tiende a introducir la constante cosmológica en las ecuaciones de Friedmann, que resuelve un problema grave de los modelos cosmológicos anteriores?
23. ¿Cuáles son los valores de los parámetros cosmológicos favorecidos en la actualidad?
24. ¿Cómo se escala la densidad de materia con la expansión del universo? ¿por qué?
25. ¿Cómo se escala la densidad de radiación con la expansión del universo? ¿por qué?

26. Dado $\Omega_M=0.1$ ¿Qué valor debería tener Ω_Λ para mantener la curvatura del universo $k=0$?
27. ¿Cómo se define distancia propia?
28. ¿Cómo se define distancia comóvil?
29. ¿Para qué se utiliza la distancia angular?
30. ¿Para qué se utiliza la distancia de luminosidad?
31. ¿Cómo se define la distancia de luminosidad? Justifíquese por qué su relación con la distancia comóvil (distancia propia a $z=0$) es $d_L=(1+z)d$.
32. La galaxia UDFj-39546284 se infiere debe tener un $z=10.3$. Para la cosmología de concordancia, la distancia propia a la galaxia es 31.72×10^9 años-luz. ¿Significa esto que la luz ha estado viajando esa cantidad de años hasta nosotros?
33. ¿Cómo se puede calcular la edad del universo? ¿De qué depende?
34. Para un universo Einstein-de Sitter, calcule la edad del Universo a $z=0$. ¿Qué conflicto había con esta edad hace 15 años? ¿Cómo ha sido resuelto en la actualidad?
35. Dado un universo con $\Omega_M < 1$ y sin constante cosmológica ¿qué signo tiene la curvatura?
36. ¿A partir de qué z tiene la constante cosmológica un papel predominante en regir la dinámica del universo?
37. Dada la ecuación de Friedmann y los parámetros cosmológicos de concordancia (con $\Omega_M=0.3$, $\Omega_\Lambda=0.7$ y $H_0=71$ km/s/Mpc), dérivese a qué z la constante cosmológica empieza a dominar la dinámica del universo.
38. ¿Qué edad máxima puede tener una galaxia con $z=2.5$ en un universo EdS? ¿Qué distancia comóvil nos separa de ella? ¿Cuánto ha tardado la luz en llegar al observador? ¿Qué tamaño físico tiene si su diámetro sustiende un ángulo de $5''$? Si la galaxia tiene un espectro plano ¿Qué magnitud absoluta tiene si su magnitud aparente es $m_B=23$ mag?
39. Calcúlese la distancia (propia) y el tamaño angular de una galaxia a $z=0.001$, 0.005 , 0.01 , 0.05 , 0.1 , 0.5 , 1 y 5 para los parámetros cosmológicos $\Omega_M=0.3$, $\Omega_\Lambda=0.7$ y $H_0=71$ km/s/Mpc. Compárese con los valores derivados de una cosmología Einstein- de Sitter, y con los valores que se pueden derivar de la ley lineal de Hubble $v=H_0 d$
40. ¿Cuánto más grande serían las distancias en el Universo si H_0 fuera 100 km/s/Mpc en vez de 70 km/s/Mpc?