

Astrofísica Extragaláctica y Cosmología. Problemas y preguntas clave II.

1. ¿Cómo se escala la temperatura con el factor de escala del Universo? ¿Y con el corrimiento al rojo?
2. Demuéstrese que si la radiación de fondo de microondas viaja libremente desde $z \approx 1100$, el espectro de la radiación a $z=1100$ también era Planckiano.
3. ¿Qué temperatura tenía la radiación a $z \approx 1100$? ¿Qué edad aproximada tenía el Universo entonces? ¿Cuánto más pequeño era el Universo entonces?
4. ¿Cuál es la temperatura de la radiación del CMB hoy? ¿Y a $z=9$?
¿Tendremos que tenerla en cuenta cuando calculemos la temperaturas mínima a la que pueden radiar los objetos astronómicos a $z=10$?
5. ¿Cuál es la densidad de energía por fotones hoy en día?
6. (a) 2.5×10^{-5} (b) 0.05 (c) 0.26 (d) 1.0 (e) 2.5×10^5
7. ¿Qué es mayor hoy en día, la densidad de energía del CMB o la densidad de materia bariónica?
8. ¿Qué es mayor hoy en día la densidad de fotones o la de bariones?
9. ¿Los fotones del CMB se crearon de la combinación de electrones y núcleos atómicos? (a) Sí (b) No. Si (b) ¿de dónde provienen?
10. ¿A qué llamamos superficie de último *scattering*?
11. Teniendo en cuenta que $\Omega_{\text{rad}} = 4.2 \times 10^{-5} h^{-2}$ y $\Omega_{\text{m}} = 0.27$ calcúlese el z para el cual la radiación resulta ser la componente dominante en la dinámica del universo.
12. Ordéñese por orden cronológico las etapas del universo: era dominada por constante cosmológica, era de radiación, era dominada por materia.
13. Hágase una representación gráfica aproximada de cómo cambia la dependencia temporal del factor de escala del Universo cuando pasa por las diferentes etapas (radiación, materia, energía de vacío), y a qué z se dan las transiciones. ¿Qué dependencia temporal tiene z con el tiempo para las distintas etapas?
14. ¿Cómo se interpreta el dipolo del CMB?
15. ¿Cómo se interpreta el espectro de potencias del CMB?
16. ¿Qué se deriva de la posición y amplitud del primer pico del espectro de potencias del CMB?
17. ¿A qué se conoce como el problema del horizonte?
18. ¿Cómo se define el horizonte?
19. ¿Cuál es el tamaño del horizonte a $z=1100$? ¿Cuál a $t=1\text{s}$? ¿Y a $t=10^{-36}\text{s}$?
20. ¿Cuál es el principal canal de formación del ${}^4\text{He}$?

21. Si el deuterio tiene una energía de ligadura de 2.22 MeV, calcúlese la edad aproximada del Universo en la que se creó.
22. ¿A qué se llama la etapa de congelación protón neutrón? ¿Cuándo ocurre? (a) a 10^{-44} s, (b) a 10^{-36} s (c) a 1 s (d) a 200 s (e) a 350.000 años
23. Una vez que se congela la fracción de protones y neutrones ¿Qué debe ocurrir para mantenerla hasta la observada en nuestros días?
24. ¿Cuál es la fracción aproximada de neutrones y protones hoy en día?
25. ¿Por qué se piensa que la fracción $\eta=n_\gamma/n_B$ dada por nucleosíntesis es robusta?
26. ¿Cuánto dura la nucleosíntesis primordial? Del orden de (a) 10^{-44} s, (b) 10^{-36} s (c) 1 s (d) un minuto, (e) una hora, (f) un día, (g) un año, (h) un milenio, (i) 350.000 años.
27. ¿A qué llamamos inflación? ¿Cuándo ocurre? (a) a 10^{-44} s, (b) a 10^{-36} s (c) a 1 s (d) a 200 s (e) a 350.000 años
28. ¿Qué tipo expansión sufre la escala del Universo durante inflación?
29. ¿Cómo se compara la expansión exponencial que sufre el universo hoy con la de inflación? ¿Cuánto más grande es la de la época inflacionaria?
30. Si el universo tiene un balance tal que la densidad de materia-energía es $\Omega_0=1$ ¿Garantiza eso que $\Omega(t)=1$ en todas las épocas? ¿Qué implicaciones tiene para la planitud del universo?
31. ¿De qué manera resuelve inflación el problema del horizonte?
32. Calcúlese el tamaño del Universo observable justo después de que terminara inflación (aproximadamente 10^{-34} s).
33. ¿A qué se llama el problema de planitud?
34. ¿A qué se llama el problema de los monopolos cósmicos?
35. ¿A qué se llama bariogénesis? ¿A qué nucleosíntesis? ¿A qué recombinación? Ordénense temporalmente estas 3 etapas.