

Astrofísica Extragaláctica-Primer Semestre 2010

Profesor: Leopoldo Infante

Fecha de Entrega:

Tarea #5

Fondo de Microondas

1. En clases se demostró que el redshift de recombinación viene dado por la siguiente ecuación:

$$(1+z) = \left(\frac{2\pi m_e k T_0}{h^2} \right) \left(\frac{m_H}{\rho_0} \right)^{2/3} \left(\frac{1-x}{x^2} \right)^{2/3} e^{-2x/3kT_0(1+z)},$$

donde la fracción de ionización es $x = N_{i+1}/N_i = 0.5$. Encuentre el redshift de recombinación y la temperatura de recombinación.

2. Suponga que una perturbación de densidad en $t=0$ se propaga a la velocidad de la luz. En la época de recombinación, ¿cuál es el tamaño angular de esta perturbación? Como se compara esto con la resolución de COBE (7 grados)? ¿Qué implica esto en términos de la suavidad del fondo de microondas?
3. En términos de $\delta T/T$, ¿cuál es la anisotropía dipolar en el fondo de microondas debido al movimiento de la Tierra? (La Tierra se mueve con una velocidad de 370 km/s en la dirección entre las constelaciones de Leo y Cáncer.) ¿Cómo se compara esto con la anisotropía intrínseca de $\delta T/T \approx 6 \times 10^{-5}$?

Lentes

La galaxia espiral M31 está a una distancia de 770 kpc y tiene una inclinación de 77 grados.

1. Muestre que cualquier objeto proyectado dentro del anillo de Einstein de un lente de Schwarzschild estaría amplificado por **al menos** un 34%. (Hint: Considere la ecuación de magnificación de lentes

gravitacionales y que un objeto proyectado en el borde del anillo de Einstein, $\beta=\alpha_0$)

2. Para que el efecto micro lente funcione, una fuente debe caber totalmente dentro del anillo de Einstein del objeto lenceado. Para MACHOs en el halo de M31, ¿cuál es la masa mínima que lenceará una estrella de la secuencia principal tipo O brillante, con $\log T_{eff} = 4.6$ y $\log L = 5.8$? ¿Cuál es la masa necesaria para microlencear una supergigante roja M0 ($\log T_{eff} = 3.5$, $\log L = 4.7$)? Suponga que los MACHOs en el halo de nuestra galaxia (distantes 30 kpc) microlencean estrellas en M31. ¿Cuál es la masa mínima que puede ser detectada con este experimento? (Hint: En la primera parte el lente es una estrella en M31, por lo tanto $D_d=D_s=770$ kpc, y $D_{ds}=30$ kpc. En la segunda parte el lente está en nuestra galaxia, osea $D_{ds}=D_s=770$ kpc, y $D_d=30$ kpc)
3. Si los MACHOs en el halo de M31 se mueven a 250 km/s, ¿cuanto durará el evento de microlente en una supergigante roja, y en una estrella tipo O de la secuencia principal, para un lente de $1 M_{sol}$, y para uno de $10^{-5} M_{sol}$?