

Noções de Astronomia e Cosmologia

Lista 4: Cosmologia, Astrobiologia

1. Suponha que toda a matéria do Universo fosse convertida em energia na forma de radiação de corpo negro. Use a densidade de matéria bariônica determinada a partir dos dados do satélite WMAP, $\rho_{b,0} = 4.17 \cdot 10^{-28} \text{ kg m}^{-3}$. Em que comprimento de onda ficaria o pico do espectro de corpo negro? Em que região do espectro eletromagnético se encontra este comprimento de onda? (Lembrete sobre a radiação de corpo negro: densidade de energia: $u = \alpha T^4$, onde $\alpha = 7.566 \cdot 10^{-16} \text{ J m}^{-3} \text{ K}^{-4}$; Lei de Wien sobre o comprimento de onda do máximo do espectro: $\lambda_{\text{max}} = \text{const}/T$, onde $\text{const} = 2.89 \cdot 10^{-3} \text{ m K}$.)
2. Use a fórmula para o efeito Doppler para a luz para derivar a fórmula que dá a temperatura da radiação cósmica de fundo medida por um observador com velocidade peculiar $\vec{v}$ na direção fazendo um ângulo θ com $\vec{v}$ (T_{rep} é a temperatura da radiação no seu referencial de repouso):

$$T_{\text{mov}} = \frac{T_{\text{rep}} \sqrt{1 - v^2/c^2}}{1 - (v/c) \cos \theta}$$

Mostre que, para para $v \ll c$, ela pode ser aproximada por

$$T_{\text{mov}} \simeq T_{\text{rep}} \left(1 + \frac{v}{c} \cos \theta \right)$$

3. Encontre os redshifts de transição entre as eras de radiação e da matéria, $z_{r,m}$, e entre as eras de matéria e Λ , $z_{m,\Lambda}$. (Dica: São os redshifts para os quais as densidades da radiação e da matéria, ρ_{rel} e ρ_m , respectivamente, e as da matéria e da Energia Escura, ρ_m e ρ_Λ , são iguais.)
4. Calcule as densidades da matéria, dos componentes relativísticos (fótons e neutrinos) e da Energia Escura na época da Recombinação, $z = 1089$.

5. A zona habitável ao redor de uma estrela é a região na qual possíveis planetas teriam temperaturas que permitem a existência de água líquida, ou seja, entre $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ e $100\text{ }^{\circ}\text{C}$. Calcule os limites interiores e exteriores das zonas habitáveis ao redor de estrelas da Sequência Principal M7 ($T_e = 2860\text{ K}$, $R = 0.2\text{ }R_{\odot}$) e O5 ($T_e = 42000\text{ K}$, $R = 13.4\text{ }R_{\odot}$), em unidades astronômicas. (Dica: O método para calcular temperaturas de planetas foi apresentado na aula sobre os planetas do Sistema Solar. Ignore possíveis albedos e efeitos estufa dos planetas hipotéticos.)