Nome: Luís Felipe de Melo Costa Silva
Número USP: 9297961

Lista de Exercícios 12 - AGA0215

Parte I

1. V	5. F	9. V	13. V	17. V
2. V	6. F	10. V	14. V	18. F
3. F	7. F	11. F	15. F	19. F
4. F	8. F	12. F	16. F	20. F

Parte II

1. Hubble
2. Maiores
3. Menos
4. Elípticas
5. Teorema do Viral
6. Rádio/Infravermelho, Raios-X
7. Não-estelar
8. Magnitude Absoluta
9. Distância
10. Elípticas Anãs
11. Aglomerado de Virgem
12. Perpendiculares
13. São confundidas com estrelas
14. Radiação Synchrotron
15. Um disco de acresção
16. Homogeneidade
17. Isotropia
18. $\frac{1}{5}$
19. Gravidade
20. Energia escura
21. 20% a 30%
22. Perpétua
23. Com Blueshift, Com Redshift
24. $14 \cdot 10^9$ anos

Parte III

1. O alargamento é dado por $A = 2 \cdot \Delta\lambda$ com $\Delta\lambda = \frac{Vrot}{c} \cdot \lambda$, portanto:

$$A = 2 \cdot \lambda \cdot \frac{Vrot}{c}$$
$$A = 2 \cdot 656,3 \cdot \frac{350}{3 \cdot 10^5}$$
$$A = 1,531 \text{ nm}$$

2. Com $Z = 5$, temos que a distância(R_{atual}) é $7950 \cdot 10^6$ pc $= 7,95 \cdot 10^9$ pc. Pela fórmula da cosmologia relativística, temos que $R = \frac{R_{atual}}{6}$. Com isso, $R = 1,325 \cdot 10^9$ pc. Usando $m - M = 5 \cdot logD - 5$, temos que:

$$22 - M = 5 \cdot log(1,32 \cdot 10^9) - 5$$
$$22 - M = 40,60$$
$$M = -40,60 + 22 = -18,60$$

3. A lei de Hubble é dada por $v = H_0 \cdot d$, onde v é a velocidade de recessão e d é a distância. Portanto, $d = \frac{v}{H_0}$. Com isso:

- Para $H_0 = 60km/s/Mpc$:
  $d = \frac{4000}{60} = 66,67$ Mpc
- Para $H_0 = 70km/s/Mpc$:
  $d = \frac{4000}{70} = 57,14$ Mpc
- Para $H_0 = 80km/s/Mpc$:
  $d = \frac{4000}{80} = 50$ Mpc

4. O tempo de Hubble é dado por $t_0 = \frac{1}{H_0}$. No entanto, H_0 está relacionado com Mpc. Por isso, teremos que dividi-lo por $3.1 \cdot 10^{19}$, que é 1 Mpc em km.

- Para $H_0 = 60hkm/s/Mpc$:
  $t_0 = \frac{1}{\frac{60}{3.1 \cdot 10^{19}}} \approx 5,167 \cdot 10^{17} s \approx 16 \cdot 10^9$ anos.
- Para $H_0 = 80hkm/s/Mpc$:
  $t_0 = \frac{1}{\frac{80}{3.1 \cdot 10^{19}}} = 3.875 \cdot 10^{17} \approx 12 \cdot 10^9$ anos.

5. Nesse modelo, distância e tempo de relacionam assim: $R \propto t^{\frac{2}{3}}$, logo $t \propto R^{\frac{3}{2}}$. Portanto, para $t = 9 \cdot 10^9$ anos, a distância é $4,326 \cdot 10^6 \cdot A$, onde A é uma constante. Dobrando a distância, ela será $2 \cdot 4,326 \cdot 10^6 \cdot A = 8,652 \cdot 10^6 \cdot A$. Nessa condição, o tempo será $t \approx 25 \cdot 10^9$ anos.

6. Temos a fórmula

$$E = \frac{mv^2}{2} - \frac{GMm}{r}$$

como ponto de partida. Sabemos, pela lei de Hubble, que $v = H_0 \cdot r$, então:

$$E = \frac{mH_0^2 r^2}{2} - \frac{GMm}{r}$$

Assumindo a massa de uma região esférica como $M = \frac{4\pi r^3}{3} \cdot \rho_0$, teremos:

$$E = \frac{mH_0^2 r^2}{2} - \frac{4\pi Gmr^2\rho_0}{3}$$

Com ρ_c definida como $\rho_c = \frac{3H_0^2}{8\pi G}$, então $H_0^2 = \frac{8\pi G\rho_c}{3}$. Logo:

$$E = \frac{4\pi Gmr^2\rho_c}{3} - \frac{4\pi Gmr^2\rho_0}{3} = \frac{4\pi Gmr^2}{3}\rho_c - \rho_0$$

Então, se $\rho_c > \rho_0$, $E > 0$ e $\rho_c < \rho_0$, $E < 0$