

AGA215- LISTA AULAS 23 e 24(06/11/2019) -Entregar dia 13/11/2019
UNIVERSO EM GRANDE ESCALA, LEI DE HUBBLE E INTRODUÇÃO À
COSMOLOGIA

Nome: _____

GABARITO

Verdadeiro ou Falso (2 pontos)

1. (F) Um aglomerado típico de galáxias contém 1 milhão de galáxias individuais.
2. (F) A relação de Tully-Fisher pode ser usada para se estimar distâncias de galáxias através da medida da velocidade de rotação de galáxias elípticas.
3. (V) Conforme o observado, a maior parte das galáxias parecem estar se afastando da nossa Galáxia.
4. (V) Quando um fóton atravessa o espaço, o seu comprimento de onda aumenta na mesma taxa que o universo está se expandindo.
5. (F) O Big-Bang foi uma expansão da matéria no espaço.
6. (F) O tempo de Hubble é menor do que o tempo atual de um universo ligado.
7. (V) Baseado na estimativa presente da densidade de matéria existente no universo (incluindo matéria escura) o universo parece estar se expandindo eternamente.
8. (V) As distâncias usadas para se medir a aceleração do universo são determinadas por anãs brancas que explodem num sistema binário cerrado
9. (F) A lei de Hubble é a prova de que existe um centro para o universo.
10. (V) O princípio cosmológico parte do pressuposto de que o universo é isotrópico e homogêneo.

Completar o que falta (2 pontos)

1. Os outros métodos de estimativa de distâncias, diferentes da paralaxe estelar e lei de Hubble, usam a magnitude aparente e a magnitude absoluta para derivar as distâncias.
2. A lei de Hubble é uma correlação entre redshifts e DISTÂNCIAS de galáxias.
3. A maioria das galáxias do grupo local é ELÍPTICA ANA (tipo de Hubble).
4. O grande aglomerado mais próximo que contém milhares de galáxias e ao qual pertence o grupo local chama-se AGLOMERADO DE VIRGEM.
5. Incluindo a matéria escura e a matéria luminosa, a densidade total de matéria constitui 20-30 % da densidade crítica.
6. Baseado somente na densidade total de matéria luminosa e escura observada atualmente a expansão do universo seria ETERNA.
7. Se o universo começar a se contrair, num primeiro momento observaremos as galáxias mais próximas EM BLUESHIFT, enquanto que as galáxias mais distantes ainda estarão EM REDSHIFT.
8. A constante cosmológica pode ser conhecida como ENERGIA ESCURA.
9. O parâmetro de densidade é definido como A RAZÃO ENTRE A DENSIDADE DE MATÉRIA OBSERVADA E A DENSIDADE CRÍTICA.
10. O efeito de lente gravitacional é causado pela DEFLEXÃO DA LUZ DE UM OBJETO DISTANTE POR UM OBJETO MAIOR E MAIS PRÓXIMO NA LINHA DE VISADA DO OBSERVADOR.



Universidade de São Paulo
Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas

NOME _____ N.º USP _____

CURSO _____

DISCIPLINA _____

DATA ____/____/____

NOTA	EXAMINADORES

① - SABENDO QUE $R(t) = a t^{2/3}$; ONDE $a = c t_0$

Se R_0 = FATOR DE ESCALA ATUAL e t_0 = IDADE DO UNIVERSO ATUAL; SUPONDO $t_0 \sim 9 \times 10^9$ ANOS PARA $K=0$, PODEMOS CALCULAR O TEMPO t' PARA QUE AS DISTÂNCIAS SEJAM O DOBRO DAS ATUAIS: $R = 2 \times R_0$

$$\frac{2 \times R_0}{R_0} = \frac{t'^{2/3}}{t_0^{2/3}} \Rightarrow t' = (2)^{3/2} \times t_0$$

$$t' \approx 25 \text{ G. ANOS}$$

② - $E = \frac{1}{2} m v^2 - \frac{G M m}{r}$ (1)

CONSIDERANDO A LEI DE HUBBLE $V = H_0 \times r$ (2) E UMA REGIÃO ESFÉRICA COM DISTRIBUIÇÃO DE MASSA $M = \rho_0 \frac{4}{3} \pi r^3$ (3)
SUBSTITUINDO EM (1):

$$E = \frac{1}{2} m H_0^2 r^2 - \frac{G m \rho_0 4 \pi r^3}{3 r} \Rightarrow E = m r^2 \left(\frac{H_0^2}{2} - \frac{4 \pi G \rho_0}{3} \right) \quad (4)$$

$$\text{SABENDO QUE } \rho_c = \frac{3 H_0^2}{8 \pi G} \Rightarrow H_0^2 = \frac{8 \pi G \rho_c}{3} \quad (5)$$

SUBSTITUINDO (5) EM (4):

$$E = m r^2 \left(\frac{4 \pi G \rho_c}{3} - \frac{4 \pi G \rho_0}{3} \right) = E = \frac{4 \pi G m r^2}{3} (\rho_c - \rho_0)$$

$$\text{SE } \rho_0 > \rho_c \Rightarrow E < 0$$

$$\rho_0 < \rho_c \Rightarrow E > 0$$

③ - PARA UM QUASAR DE $z=5$, A DISTÂNCIA ATUAL CONFORME A TABELA É $R_0 = 25,9$ G ANOS-LUZ

$$\text{USANDO A FÓRMULA DADA PELA TRG: } 1+z = \frac{R_0}{R} \\ \Rightarrow 1+5 = \frac{25,9 \times 10^9 \text{ ANOS-LUZ}}{R}$$

$R = 4,32$ G ANOS-LUZ É A DISTÂNCIA NA ÉPOCA EM QUE O QUASAR EMITIU A LUZ QUE OBSERVAMOS HOJE.

TRANSFORMANDO EM PARSEC:

$$4,32 \text{ G ANOS-LUZ} = \underline{1,32 \text{ Gpc}}$$

CALCULANDO O MÓDULO DA DISTÂNCIA:

$$m - M = 5 \log R - 5 \Rightarrow 22 - M = 5 \log (1,32 \times 10^9) - 5 \\ \boxed{M = -18,6}$$

④ - LEI DE HUBBLE: $V = H_0 \times D$

$$H_0 = 71 \text{ km/s/Mpc} \quad D = \frac{4000}{71} = \underline{56 \text{ Mpc}}$$

$$\left. \begin{array}{l} H_0 = 60 \text{ km/s/Mpc} \quad D = 67 \text{ Mpc} \\ H_0 = 80 \text{ km/s/Mpc} \quad D = 50 \text{ Mpc} \end{array} \right\} \begin{array}{l} \text{QUANTO MAIOR } H_0, \\ \text{MENOR A DISTÂNCIA} \end{array}$$

ESTIMADA PARA UMA DADA VELOCIDADE DE RECESSÃO.

$$\text{SE } H_0 \rightarrow \infty \Rightarrow D \rightarrow \phi$$

$$\text{⑤ - } 1 \text{ pc} = 3,09 \times 10^{13} \text{ km} \quad 1 \text{ ANO} = 3,1536 \times 10^7 \text{ s} \\ t_0 = \frac{1}{H_0}$$

$$\text{PARA } H_0 = 60 \text{ km/s/Mpc} \Rightarrow t_0 = (60 / (10^6 \times 3,09 \times 10^{13}))^{-1} \text{ s} \\ = 5,15 \times 10^{12} \text{ s} \simeq \underline{16 \text{ GANOS}}$$

$$\text{PARA } H_0 = 80 \text{ km/s/Mpc} \Rightarrow t_0 = (80 / (10^6 \times 3,09 \times 10^{13}))^{-1} \text{ s} \\ = 3,86 \times 10^{12} \text{ s} \simeq \underline{12 \text{ GANOS}}$$

QUANTO MAIOR H_0 , MENOR A IDADE ESTIMADA P/ O UNIVERSO P/ UMA EXPANSÃO CONSTANTE.

c) - $m = 20$ $M = -20$

USANDO O MÓDULO DA DISTÂNCIA:

$$m - M = 5 \log D - 5$$

$$20 + 20 = 5 \log D - 5 \Rightarrow \boxed{D = 1000 \text{ Mpc}} \text{ (a)}$$

(b) $\mathcal{N} = \frac{n}{V}$ $\mathcal{N}$ = DENSIDADE NUMÉRICA

$$n = 0,2 \times \frac{4\pi D^3}{3} \Rightarrow 0,2 \times \frac{4}{3} \pi (1000)^3$$

$$\boxed{n \approx 4,2 \times 10^8 \text{ galáxias}}$$