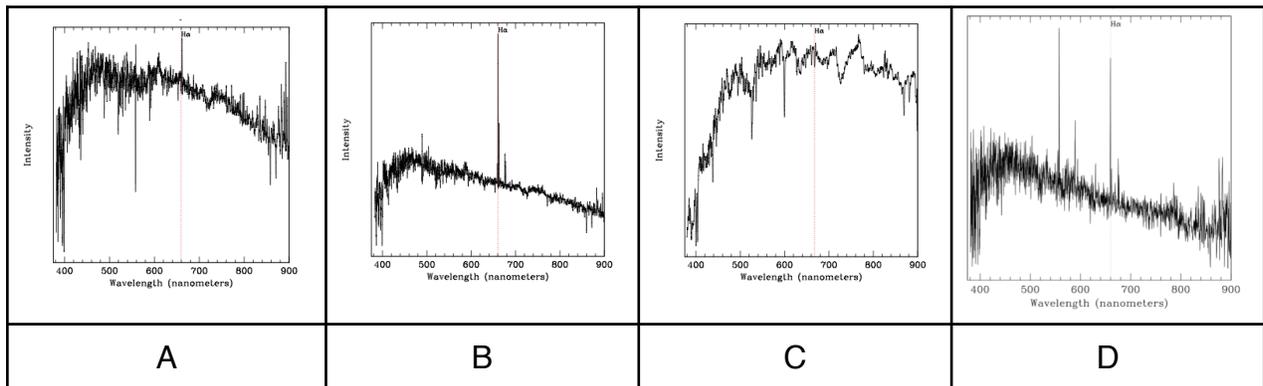


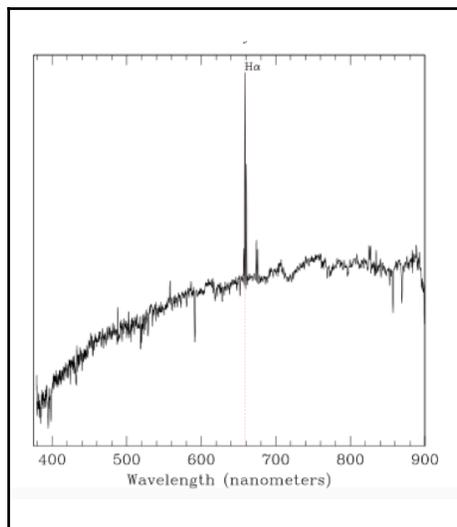
Astronomía Galáctica y Extragaláctica 2023
Tercer Parcial

1. Clasificación de galaxias.

- a. La tabla siguiente muestra espectros de cuatro galaxias. Para cada una infiera su tipo de Hubble, explicando brevemente en qué criterios se basa para clasificarlas. Para la(s) espiral(es) especifique si estima que sea(n) temprana(s) o tardía(s) y por qué. Nota: en los espectros está indicada la longitud en reposo de la línea H_{α}



- b. Igual que antes, estudie el espectro de la galaxia E. Este espectro tiene dos características que aparentan ser contradictorias. ¿Cuáles son y por qué? ¿qué puede estar pasando y qué podría decir sobre su tipo de Hubble?



Nombre:

2. La siguiente tabla contiene medidas de la velocidad radial y dispersión de velocidad (en la dirección radial) de varias galaxias elípticas pertenecientes a un cúmulo.
1. Calcule la masa del cúmulo (en masas solares) suponiendo que tiene un radio de 2 Mpc
 2. Calcule el corrimiento al rojo cosmológico de la galaxia NGC 879
 3. Estime la distancia al cúmulo usando la Ley de Hubble-Lemaître, suponiendo que $H_0 = 70 \text{ km/s/Mpc}$ (y que la aproximación de H_0 constante es válida)

Galaxia	NGC 333	NGC 6589	NGC 123	NGC 879	NGC 156
V_r (km/s)	1650	846	965	1450	960
σV_r (km/s)	180	225	275	243	220

3. Corrimiento al rojo.

- Un objeto a un redshift z emite radiación de cuerpo negro con una temperatura T . Encuentre a qué temperatura será observada actualmente dicha radiación en términos de $R(t)$ sabiendo que $z + 1 = 1/R(t)$. Calcule el redshift correspondiente al momento de la recombinación sabiendo que la temperatura del fondo cósmico era de $T \sim 3000K$ y la actual es de $2.7K$.
- Usando que $R(t) \propto t^{2/3}$ para el modelo de Einstein-deSitter, calcule la edad del Universo en el momento de la recombinación.
- Demuestre que la densidad energía de la radiación depende del factor de escala como $\propto R(t)^{-4}$.

4. Considere un Universo **plano**, con materia y constante cosmológica Λ . La ecuación de Friedman que describe la evolución del factor de escala $R(t)$ está dada por:

$$\left(\frac{\dot{R}}{R}\right)^2 - \frac{8\pi G}{3}\rho - \frac{1}{3}\Lambda c^2 = -\frac{kc^2}{R^2}$$

- Demuestre que esta expresión se puede reescribir en términos del parámetro de Hubble $H(t)$, $R(t)$, sus valores actuales $H(t_0) = H_0$, $R(t_0) = R_0$ y los valores actuales de las densidades de materia y energía oscura $\Omega_{M,0} = \Omega_M(t_0)$ y $\Omega_{\Lambda,0} = \Omega_\Lambda(t_0)$ como

$$H^2 = \left(\frac{\Omega_{M,0}}{R^3} + \Omega_{\Lambda,0}\right)H_0^2$$

- Encuentre una expresión para la edad del Universo, en términos de $R(t)$. Discuta si este modelo tiene un Big Bang.
- Para los valores actuales $H_0 = 70 \text{ km/s/Mpc}$, $\Omega_{M,0} = 0.23$, $\Omega_{\Lambda,0} = 0.77$ del modelo cosmológico de concordancia:
 - Calcule hasta qué redshift la densidad de materia dominó la densidad total de energía del Universo.
 - Calcule la edad actual del Universo y compare la expresión con la edad del Universo del modelo de Einstein-deSitter.

Nombre:

Puntajes		
Parte	Pts	Nota
1.a	2	
1.b	3	
2.a	2	
2.b	3	
2.c	3	
3.a	4	
3.b	3	
3.c	2	
4.3.a	3	
4.3.b	4	
4.3.c	4	
4.3.d	2	
	35	

Relación de Tully-Fisher

$$L_I = 4 \times 10^{10} L_{I,\odot} \left(\frac{V_{max}}{200 \text{ km/s}} \right)^4$$

Relación de Faber-Jackson

$$L_I = 7.8 \times 10^{10} L_{I,\odot} \left(\frac{\sigma_{vr}}{200 \text{ km/s}} \right)^4$$

0.1: Physical Constants

Speed of light	c	3×10^8 m/s
Planck constant	h	6.63×10^{-34} J s
	hc	1242 eV-nm
Gravitation constant	G	6.67×10^{-11} m ³ kg ⁻¹ s ⁻²
Boltzmann constant	k	1.38×10^{-23} J/K
Molar gas constant	R	8.314 J/(mol K)
Avogadro's number	N_A	6.023×10^{23} mol ⁻¹
Charge of electron	e	1.602×10^{-19} C
Permeability of vacuum	μ_0	$4\pi \times 10^{-7}$ N/A ²
Permittivity of vacuum	ϵ_0	8.85×10^{-12} F/m
Coulomb constant	$\frac{1}{4\pi\epsilon_0}$	9×10^9 N m ² /C ²
Faraday constant	F	96485 C/mol
Mass of electron	m_e	9.1×10^{-31} kg
Mass of proton	m_p	1.6726×10^{-27} kg
Mass of neutron	m_n	1.6749×10^{-27} kg
Atomic mass unit	u	1.66×10^{-27} kg
Atomic mass unit	u	931.49 MeV/c ²
Stefan-Boltzmann constant	σ	5.67×10^{-8} W/(m ² K ⁴)
Rydberg constant	R_∞	1.097×10^7 m ⁻¹
Bohr magneton	μ_B	9.27×10^{-24} J/T
Bohr radius	a_0	0.529×10^{-10} m
Standard atmosphere	atm	1.01325×10^5 Pa
Wien displacement constant	b	2.9×10^{-3} m K