

Astrofísica Extragaláctica

Lista 2 – Galáxias

Abril de 2021

Parte A

1. **Classificação morfológica.** (a) Descreva em linhas gerais como variam ao longo da sequência de Hubble as propriedades: conteúdo de gás, taxa de formação estelar, cores das estrelas, idades das estrelas. (b) Diga qual o tipo de cada galáxia: E0, E4, cD, SBc, Irr, Sbc, dSph, S0.
2. **Relações de escala.** Descreva o que são: (a) relação de Kormendy, (b) relação de Faber-Jackson, (c) relação de Tully-Fisher.
3. **Cor-magnitude.** Explique o significado dos termos: red sequence, blue cloud e green valley.

Parte B

4. **Brilho superficial.** Uma galáxia elíptica gigante tem brilho superficial de $\mu_V = 17 \text{ mag arcsec}^{-2}$ na sua região central. (a) Quanto vale isso em $L_\odot \text{ pc}^{-2}$? (b) Supondo que a luminosidade seja dominada por estrelas com $M_V = 2.5$, qual é a densidade superficial dessas estrelas?
5. **Perfil de de Vaucouleurs.** Partindo do perfil de brilho (em $L_\odot \text{ pc}^{-2}$) expresso na forma:

$$\Sigma(R) = \Sigma_e e^{-7.67 \left[\left(\frac{R}{R_e} \right)^{1/4} - 1 \right]}$$

- (a) Mostre que, em termos de μ (em mag arcsec^{-2}), o perfil de brilho fica:

$$\mu(R) = \mu_e + 8.33 \left[\left(\frac{R}{R_e} \right)^{1/4} - 1 \right]$$

- (b) Mostre que a luminosidade total é:

$$L = \int_0^\infty 2\pi R \Sigma(R) dR = 8! \frac{e^{7.67}}{(7.67)^8} \pi R_e^2 \Sigma_e \simeq 7.2 \pi R_e^2 \Sigma_e$$

Dica: usar $\int_0^\infty x^7 e^{-x} dx = \Gamma(8) = 7!$

6. **IMF.** Considere um surto de formação estelar com função de massa inicial de Salpeter:

$$\phi(m) = c m^{-(1+x)}$$

onde $x = 1.35$ é uma constante.

(a) Verifique que a constante normalização c é:

$$c = \frac{x m_1^x}{1 - \left(\frac{m_1}{m_2}\right)^x}$$

onde $m_1 = 0.1 M_\odot$ e $m_2 = 100 M_\odot$ são as massas mínima e máxima.

(b) Qual a massa média das estrelas?

(c) Qual a fração de estrelas com massas abaixo de $1 M_\odot$?

(d) Qual a fração de estrelas com massas acima de $8 M_\odot$? (são as que terminarão como SN)

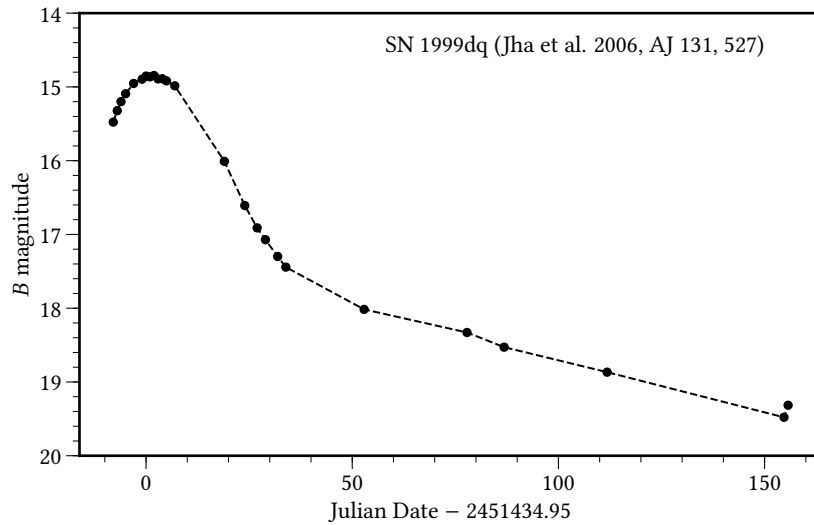
7. **Síntese de populações.** Suponha que uma galáxia contenha 3 tipos de estrelas: O5, A0 e M0, todas na seqüência principal e com IMF de Salpeter. Dados de massas, cores e luminosidades das estrelas estão na tabela a seguir. (a) Qual é a cor ($B - V$) da galáxia? (b) Suponha agora que todas as estrelas tipo O já tenham morrido e determine a nova cor ($B - V$).

tipo	$m (M_\odot)$	$(B - V)$	$L_V (L_\odot)$
O5 V	40	-0.35	2.5×10^5
A0 V	4	0.00	80
M0 V	0.5	1.45	0.06

Para calcular a cor, use a seguinte expressão onde já está incluída a constante de calibração entre os pontos zero dos dois filtros em questão:

$$(B - V) \simeq 0.75 - 2.5 \log \frac{L_B}{L_V}$$

8. **Determinação de distâncias.** A figura a seguir é a curva de luz de uma supernova. Estime a distância da supernova. Para isso, consulte uma calibração em magnitude absoluta, por exemplo, [Riess et al. \(1998\)](#).



Parte C

9. Função de luminosidade de Schechter

Partindo de dados observacionais do SDSS, vamos medir a função de luminosidade de uma amostra de galáxias.

Os passos são os seguintes:

- (i) Selecione uma amostra de galáxias no catálogo do SDSS
- (ii) Faça um histograma de magnitude aparentes g
- (iii) Faça um histograma de redshifts
- (iv) Calcule as distâncias e faça um histograma
- (v) Calcule as magnitudes absolutas e faça um histograma
- (vi) Faça um diagrama cor-magnitude e selecione apenas as galáxias mais azuis e luminosas
- (vii) Meça a densidade numérica de galáxias em intervalos de magnitude absoluta e ajuste a função de Schechter

A seguir, algumas dicas adicionais:

(i) Seleção da amostra de galáxias

O acesso aos dados do SDSS se dá pelo <http://skyserver.sdss.org>, atualmente no Data Release 16. Uma das ferramentas de busca é o [Search Form](#). Esse formulário é útil para aprender a sintaxe básica, pois ele compõe uma query de SQL mediante opções que o usuário selecionou clicando nos campos disponíveis. Em seguida, pode-se usar diretamente a [SQL Search](#) e baixar a tabela no formato desejado. Vamos selecionar uma amostra de 10 000 galáxias com os critérios:

- magnitudes aparentes no filtro g menores que 18
- redshifts entre 0.001 e 0.02

(Plotando as coordenadas equatoriais é possível notar que as observações do SDSS se concentram ao redor do pólo norte Galáctico.)

(vi) Diagrama cor-magnitude

Vamos utilizar apenas a população de galáxias azuis na nossa análise. Para selecioná-las, faça um diagrama cor-magnitude, isto é, plote o índice de cor ($g-r$) em função da magnitude absoluta M_g . Podemos fazer dois cortes grosseiros: eliminar as galáxias mais fracas que $M_g = -16$; e eliminar as galáxias mais vermelhas que $(g-r) = 0.6$. Fazendo um gráfico de magnitude absoluta em função do redshift, verifique onde (em z) estavam predominantemente as galáxias mais fracas que $M_g = -16$.

(vii) Densidade numérica de galáxias

Para medir $\Phi(M)$, precisamos contar o número de galáxias em cada intervalo de magnitudes absolutas. Em cada intervalo ΔM , a grandeza Φ é: $\Phi = \frac{N}{V \Delta M}$ onde N é o número de galáxias no intervalo, ΔM é a largura do intervalo e V é o volume. Por fim, ajuste a função de Schechter e obtenha as constantes Φ^* , α e M^* . Calcule também L^* .