

# Astrofísica Extragaláctica

## Lista 3 – Núcleos Ativos de Galáxias

Maio de 2021

---

### Parte A

1. **Espectros.** No contexto do modelo unificado de núcleos ativos, explique o que são regiões de linhas largas e de linhas estreitas.
2. **Espectros.** Explique o que é a floresta de Lyman.

### Parte B

3. **Luminosidade de Eddington.** Partindo da massa do buraco negro supermassivo na galáxia M87: (a) determine sua luminosidade de Eddington e (b) calcule a taxa de acreção (em  $M_{\odot} \text{ yr}^{-1}$ ) necessária para manter tal luminosidade, supondo eficiência de 10%.
4. **Luminosidade de Eddington.** Considere um buraco negro acreando massa e emitindo a luminosidade de Eddington com eficiência de 10%. Qual o tempo para que a massa do buraco negro aumente por um fator  $e$ ?
5. **Movimentos superluminais.** (a) Mostre que, para uma dada velocidade  $v$ , a máxima velocidade aparente ocorre para o ângulo  $\sin \theta = 1/\gamma$  (ou equivalentemente  $\cos \theta = \beta$ ) e que esta velocidade vale  $v_{\text{ap}}^{\text{max}} = \gamma v$ . (b) Mostre que, para um dado ângulo  $\theta$ , a condição para se ter velocidades aparentemente superluminais é  $v \gtrsim 0.7c$
6. **Região de linhas largas.** Problema 5.5 do Schneider.

5.5. Properties of the BLR. Assume that the BLR is a spherical shell with characteristic radius  $r$  and thickness  $\Delta r$ . Furthermore, assume that it consists of  $N_c$  clouds of radius  $r_c$  and electron number density  $n_e$ .

1. What is the covering factor of the BLR clouds as seen from the continuum source, i.e., which fraction of lines of sight from the center of the BLR intersect a cloud, in terms of the model parameters?

2. Calculate the filling factor, i.e., the volume fraction of the BLR that is filled with clouds.

3. Assume that the covering factor is 0.1, and that the filling factor is 106. For a BLR radius of  $r \approx 10^{16} \text{ cm}$  and  $n_e \approx 10^{10} \text{ cm}^{-3}$ , determine  $r_c$  and  $N_c$ . What is the total mass of the gas in the clouds in the BLR?

Comment: Given the uncertainty with which quantities like the covering factor can be determined, it is legitimate to neglect factors of order unity in the calculation.

### Parte C

7. **Espectro em rádio.** A tabela a seguir dá os fluxos monocromáticos da radiogaláxia Cygnus A em diferentes comprimentos de onda. (a) Faça um gráfico e determine o índice espectral da lei de potência  $F_\nu \propto \nu^{-\alpha}$ . (b) Calcule o fluxo total integrando numericamente o espectro e estime a luminosidade em rádio de Cygnus A (expresse a luminosidade em  $\text{erg s}^{-1}$ ).

$\log \nu \text{ (Hz)}$	$\log F_\nu \text{ (Jy)}$
7.0	4.12
7.3	4.45
7.7	4.33
8.0	4.14
8.3	3.91
8.7	3.62
9.0	3.37
9.3	3.04
9.7	2.57
10.0	2.21