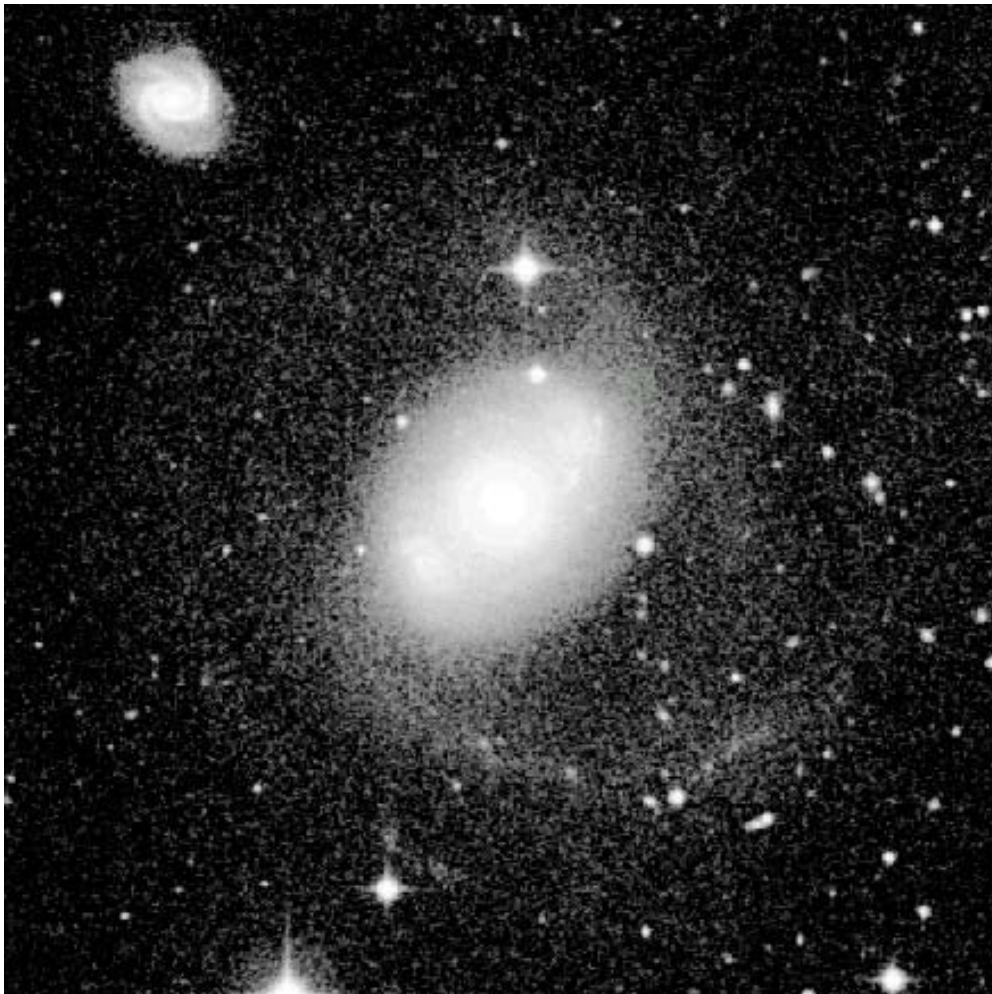


Spettro della galassia di Seyfert NGC 4151

Misura del redshift e della larghezza delle righe di emissione

Enrico Ferrari
&
Michele Previatello

Istituto Tecnico Industriale “Severi” - Padova
(22 Aprile 2005)

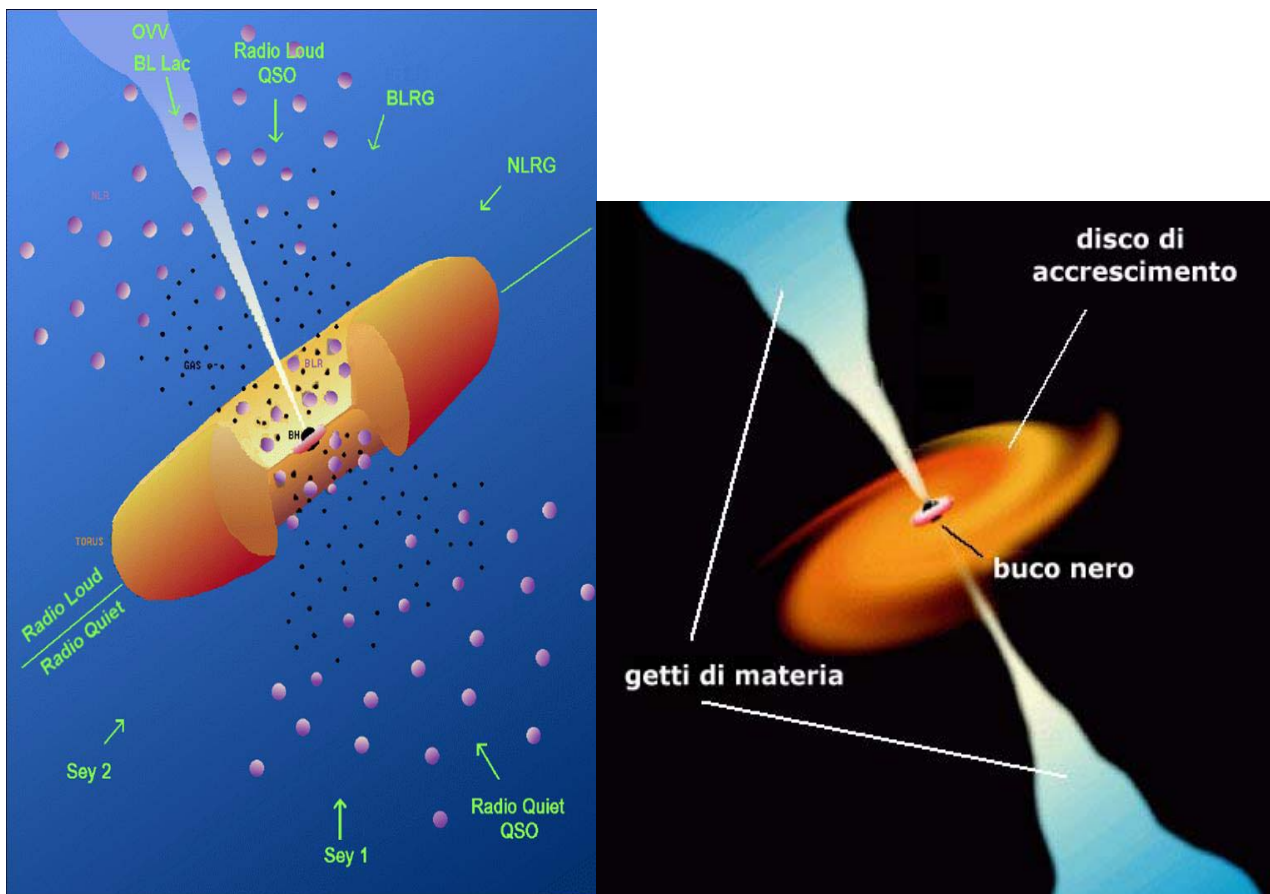


Le galassie di tipo AGN (Nuclei Galattici Attivi) sono caratterizzate da una forte luminosità, emessa da una zona estremamente compatta (da 1-20 U.A. a 200 pc). Gli AGN vicini sono suddivisi in due classi, dette Seyfert 1 e Seyfert 2, più sottoclassi intermedie.

Il Modello Unificato prevede al centro di queste galassie la presenza di un buco nero supermassiccio con un disco di accrescimento, sorgente ionizzante di regioni di gas in orbita a diverse distanze dal centro, le cosiddette Broad Line Region (BLR) e Narrow Line Region (NLR), responsabili dell'emissione rispettivamente delle righe larghe e strette visibili negli spettri degli AGN.

Queste due regioni sono separate da una struttura oscurante a forma di toro fatta di polveri e gas. E' il punto di vista dell'osservatore a determinare la classificazione della galassia come Seyfert 1 o Seyfert 2: quando osserviamo un AGN lungo l'asse del toro, sono visibili sia la BLR che la NLR, mentre quando osserviamo perpendicolarmente all'asse del toro e' visibile solo la NLR.

La Seyfert 1 si caratterizza per righe di emissione d'idrogeno larghe e righe dei metalli strette. Viceversa la Seyfert 2 presenta righe di emissione strette sia per l'idrogeno che per i metalli.

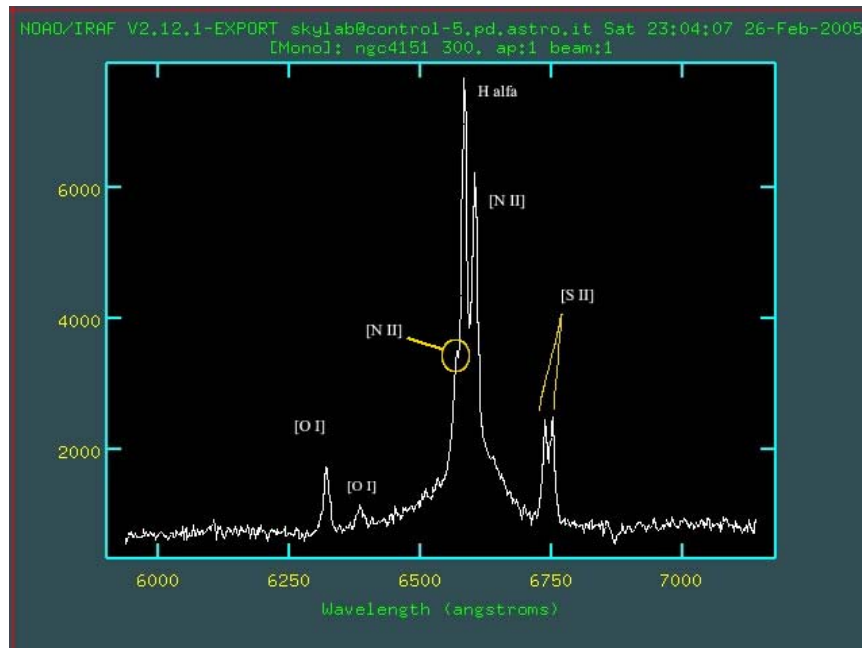


Noi abbiamo fatto uno studio della galassia di Seyfert NGC 4151.

Le coordinate equatoriali di questa galassia sono: $\alpha_{2000} = 12^h 10^m 32^s$ e $\delta_{2000} = 39^\circ 24' 21''$.

Abbiamo ottenuto uno spettro del nucleo di questa galassia tra circa 6000 e 7000 Å, un intervallo di lunghezza d'onda che include le righe di emissione di idrogeno H α a 6563 Å e dei metalli [O I]6300,6363, [N II]6548,6583, [S II]6716,6731

Successivamente all'osservazione abbiamo calcolato redshift, velocità di recessione, e larghezza delle righe.



Come prima parte del nostro lavoro abbiamo misurato le lunghezze d'onda delle singole righe di emissione presenti nello spettro. Per fare questo abbiamo riprodotto il profilo di ogni riga con una gaussiana che meglio si adattava ai dati osservativi. Una gaussiana è caratterizzata da un centro, una larghezza (detta Full Width at Half Maximum) e un'intensità.

Conoscendo i centri in lunghezza d'onda di ogni riga abbiamo ricavato il redshift (z) con la formula $z = \Delta\lambda/\lambda$ e da qui il redshift medio, e poi la velocità di recessione della galassia moltiplicando il redshift medio per la velocità della luce. Con quest'ultimo valore ci siamo ricavati la distanza della galassia da noi, dividendo la velocità per la costante di Hubble ($H_0 = 75 \text{ km/s/Mpc}$) e ottenendo 13 Mpc.

A	B	C	D	E	F	G
Centri	Riga	Centro teorico	Delta lambda	Z		
Å		Å	Å			
6320,678	[O I]	6300	20,678	0,003		
6385,319	[O I]	6363	22,319	0,004		
6568,14	[N II]	6548	20,140	0,003		
6584,328	H alfa	6563	21,328	0,003		
6603,848	[N II]	6583	20,848	0,003		
6738,393	[S II]	6716	22,393	0,003		
6752,247	[S II]	6731	21,247	0,003		
Z medio	Calcolo della velocità di recessione della galassia ngc4151					
0,003			976,0	Km/s		
	Distanza della galassia dalla Terra					
			13,0	Mpc		

Il profilo di H α + [N II] è complicato. Mostra tre righe strette emesse dalla NLR e un allargamento alla base probabilmente causato dall' H α emessa dalla BLR.
Per studiare più in dettaglio le proprietà di NLR e BLR abbiamo misurato la larghezza delle loro righe.

Prima abbiamo misurato la FWHM osservata (FWHM_{oss}), ossia la larghezza della riga misurata a metà della sua altezza, per ogni riga della NLR. Questa deve essere corretta per larghezza strumentale (FWHM_{str}) e poi convertita in velocità (km/s).

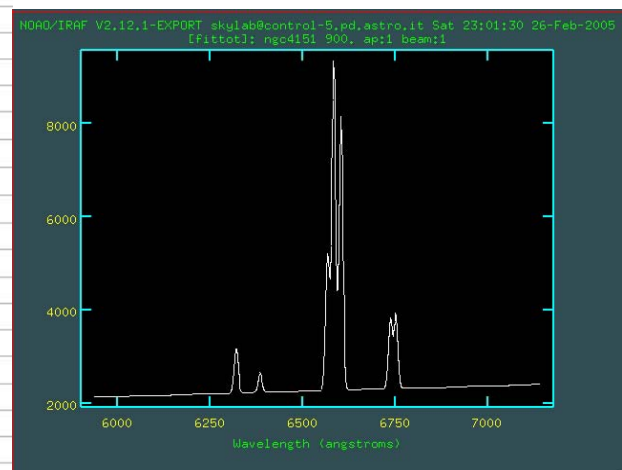
In uno spettro le righe hanno una FWHM strumentale dovuta all'effetto combinato della densità di tratti del reticolo e della larghezza della fenditura: più è alta la densità di tratti e più è stretta la fenditura, minore è la FWHM strumentale delle righe.

Quando si osserva del gas in moto le righe di emissione appaiono più larghe del valore strumentale. La FWHM della riga osservata è quindi data dalla combinazione della FWHM strumentale e della FWHM intrinseca dovuta al moto del gas.

$$V_{gas} = \frac{\sqrt{FWHM_{oss}^2 - FWHM_{str}^2}}{\lambda} \cdot c$$

FWHM oss Å	FWHM str Å	Velocità gas (Km/s)	Riga
12,04	5,456	509,4	[O I]
12,01	5,456	502,7	[O I]
12,90	5,456	533,9	[N II]
11,56	5,456	464,4	H alfa
12,10	5,456	490,6	[N II]
12,42	5,456	496,7	[S II]
11,18	5,456	433,6	[S II]

Velocità media gas
490,2



La velocità media ottenuta è circa 500 km/s, un valore generalmente osservato nella NLR.

Dopo la NLR siamo passati alla BLR.

Per mezzo delle gaussiane abbiamo ricostruito lo spettro della NLR, cioè uno spettro che contiene solo righe di emissione strette. E poi abbiamo calcolato la differenza fra lo spettro osservato e quello della NLR ottenendo come risultato la riga larga di H α prodotta dalla BLR.

Di questa riga abbiamo misurato la FWHM e come prima l'abbiamo convertita in velocità dopo averla corretta per larghezza strumentale.

N0AD/IRAF V2.12.1-EXPORT skulab@control-5.pd.astro.it Sat 22:58:15 26-Feb-2005
[Broad]: ngc4151 300, ap1 beam:1

Ad esempio, sapendo che $G = 6.67 \times 10^{-8} \text{ cm}^3/\text{g}/\text{s}^2$ e prendendo come massa del buco nero $M_{\bullet} = 10^8$ masse solari $= 2 \times 10^{41} \text{ g}$ e velocità del gas $v = 6700 \text{ km/s}$, si ottiene che la BLR si trova a una distanza di circa $3 \times 10^{16} \text{ cm} \sim 12$ giorni-luce.