

Studio dello spettro di un AGN e di un Quasar

di Uri Baghin, Mattia Denega, Rosanna Dragone, Elena Enzo con il prof. C. Forieri del Liceo Scientifico Statale "G.B. Benedetti" – Venezia

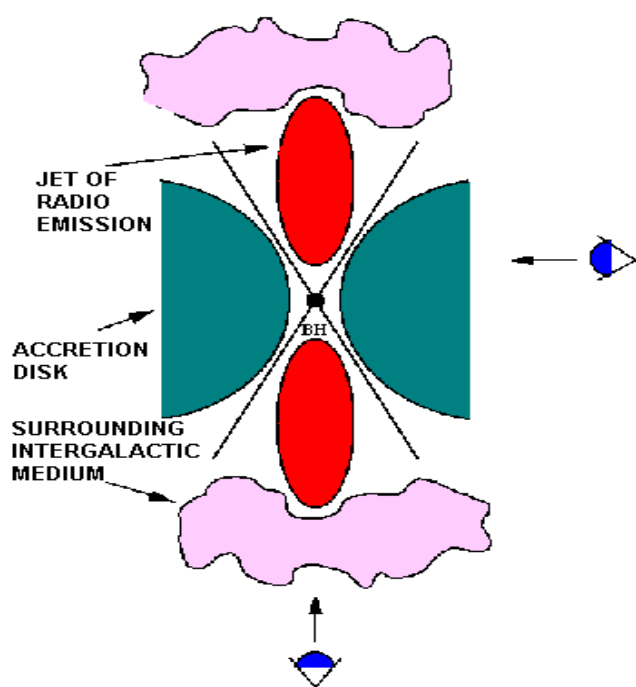
Docenti per il Dipartimento di Astronomia dell'Università di Padova i ricercatori M. D'Onofrio, F. Di Mille e S. Ciroi

Scopo della ricerca

Nel corso dello stage tenuto ad Asiago, con il telescopio da 122 cm del Pennar, abbiamo raccolto lo spettro di due oggetti: il nucleo attivo di una galassia di Seyfert e un Quasar. Questi spettri sono stati ridotti secondo le procedure standard. Dal loro studio abbiamo riconosciuto quelle peculiarità sulle quali si basano i modelli fisici relativi alla loro struttura e alla loro dinamica. Abbiamo anche effettuato la misura del redshift di questi oggetti.

1. Le Galassie di Seyfert

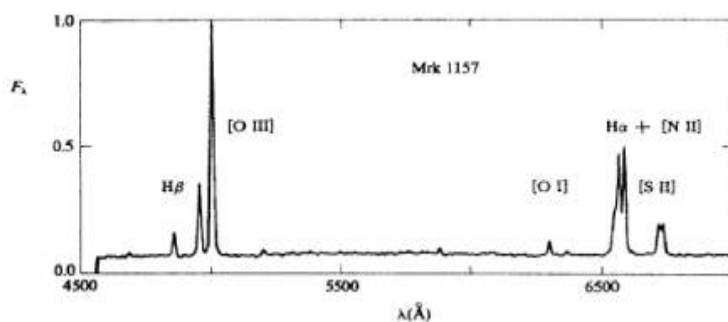
Nel 1943 presso l'osservatorio di Monte Wilson da 2,5 m l'astronomo americano Carl Seyfert mise in evidenza l'esistenza di galassie a spirale caratterizzate da un nucleo stellare o semi-stellare eccezionalmente luminoso contenente una percentuale relativamente alta della quantità totale di luce emessa dal sistema.



Il modello che spiega lo spettro della Seyfert prevede un Buco Nero centrale con un disco di accrescimento intorno

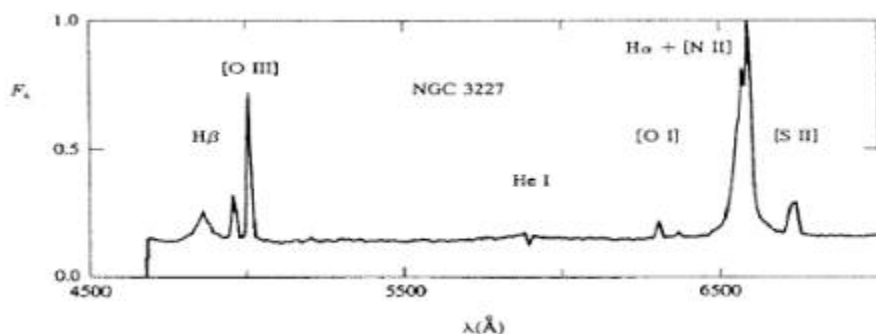
questo è il punto di vista delle cosiddette SEYFERT 2

questo è il loro spettro



SEYFERT 1 questo è il loro punto di vista

questo è il loro spettro



- Debole continuo
- Righe dell' H strette
- Righe proibite, specialmente dell'OIII

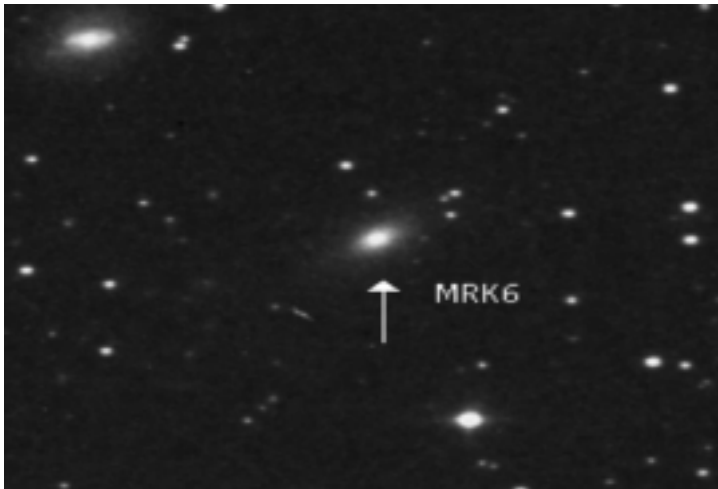
- Righe dell' H larghe
- Righe proibite (OIII, OI, NII, SII)
- Forte continuo

(il diagramma sulle Seyfert è tratto da <http://www.astro.umd.edu/education/astro/actgal/seyfert.html>)

2. MRK6

La nostra galassia fa parte di un elenco compilato da Markarian negli anni '40, attraverso una ricerca sistematica di galassie con un eccesso ultravioletto nel continuo. E' una tipica galassia di Seyfert.

Queste sono le sue caratteristiche:



- Posizione: AR 06h45m43s dec +74°29'10". E' un oggetto circumpolare.
- IRdshift: 0,01881. La sua velocità di allontanamento è 5640 km/s. E' un oggetto relativamente vicino.
- La sua magnitudine apparente: +15
- Il suo diametro apparente: 0,8'x0,5'
- La sua classificazione: Sy1.5. E' un tipo intermedio tra le Sy1 e le Sy2

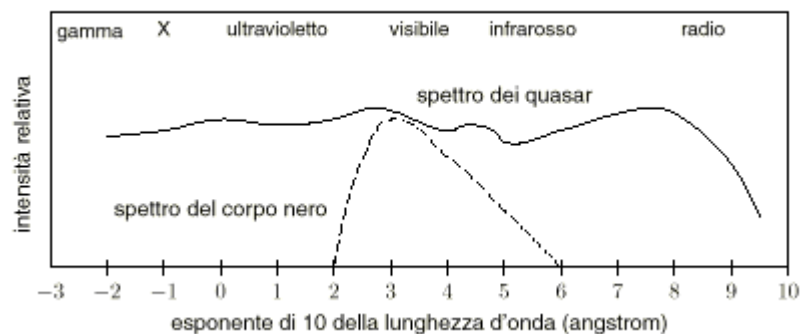
Le foto è ricavata dal sito <http://nedwww.ipac.caltech.edu>

3. I Quasar

Sono stati scoperti prima come forti sorgenti radio, poi identificati come lontane galassie. Negli anni '60 vennero identificati oggetti i cui spettri sembravano completamente diversi da quelli comunemente osservati, con una forte emissione nell'ultravioletto e nell'infrarosso. Fu Schmidt a riconoscere la presenza di un forte redshift per queste sorgenti radio quasi stellari.

Queste sono le loro caratteristiche:

- La loro parte attiva è relativamente compatta in quanto la variazione di luminosità avviene in intervalli di tempo molto brevi (ore o settimane).
- Il diagramma rappresenta il continuo. Si differenzia molto dallo spettro di corpo nero per una cospicua emissione in un ampio intervallo di lunghezze d'onda.
- Le velocità quasi relativistiche delle nubi da gas che gravitano intorno al buco nero centrale producono larghe righe di emissione per effetto doppler.
- Sono caratterizzati da un forte redshift e permettono di guardare molto indietro nel tempo.
- L'energia emessa è oltre 100 volte quella delle stelle di una intera galassia. E' evidente che le reazioni termonucleari delle stelle non sono sufficienti per produrre una tale quantità di energia in un oggetto così compatto



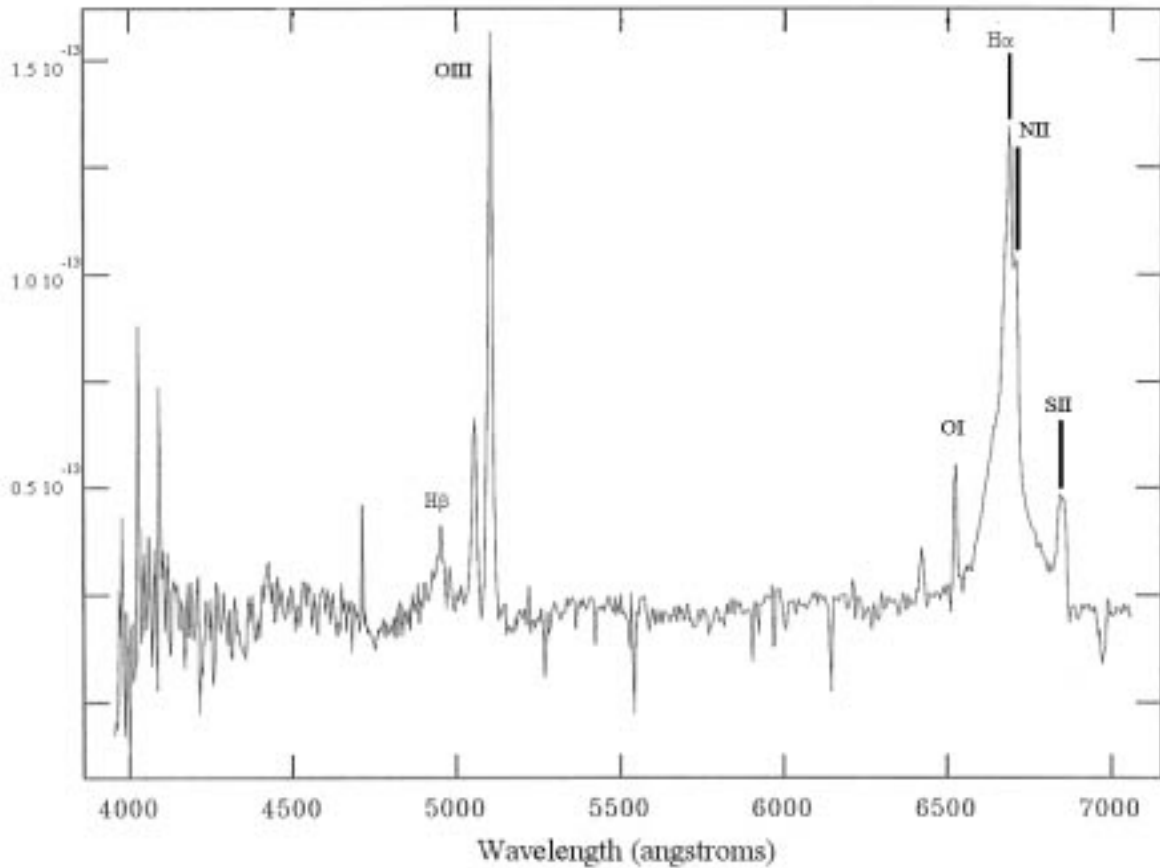
4. MS 0700.7+6338

Il nostro quasar ha queste caratteristiche:

- Posizione: AR 07h00m46s dec +63°38'06". Anche questo è un oggetto circumpolare.
- Redshift: 0,15300. Ha una velocità di allontanamento di 45868 km/s. Con $H_0 = 75 \text{ kms}^{-1}\text{Mpc}^{-1}$, si ottiene una distanza di circa 600 Mpc, ossia circa 2 miliardi di anni luce. Non è quindi un oggetto posto molto vicino all'origine dell'universo.
- Magnitudine apparente: +15,7
- Classificazione: Sy1.

6. Lo spettro di MKR6

Questo è lo spettro da noi ottenuto, al termine dell'operazione di riduzione. Esso è stato ottenuto con una posa di 1800 s.



Riportiamo di seguito le lunghezze d'onda da noi osservate e i corrispondenti valori a riposo.

	λ attesa	λ osservata	z	Larghezza equivalente in Å
H β	4861.33	4951.3	0.0185	18/111
OIII	4958.91	5056.6	0.0197	
OIII	5006.84	5102.2	0.0191	
H α	6562.82	6685.3	0.0187	64.1/235.5
NII	6583.57	6704.1	0.0183	
SII	6717.00	6845.3	0.0191	
media			0.0189	

Come si può notare il redshift da noi calcolato è molto vicino a quello accettato in letteratura.

L'aspetto più rilevante dello spettro è che sia l' H β che H α presentano due diversi contributi, uno dovuto al gas in rapida rotazione che dà luogo a una riga più larga, e uno al gas più lento, che dà luogo a una riga più stretta. Le larghezze equivalenti sono date dal programma IRAF.

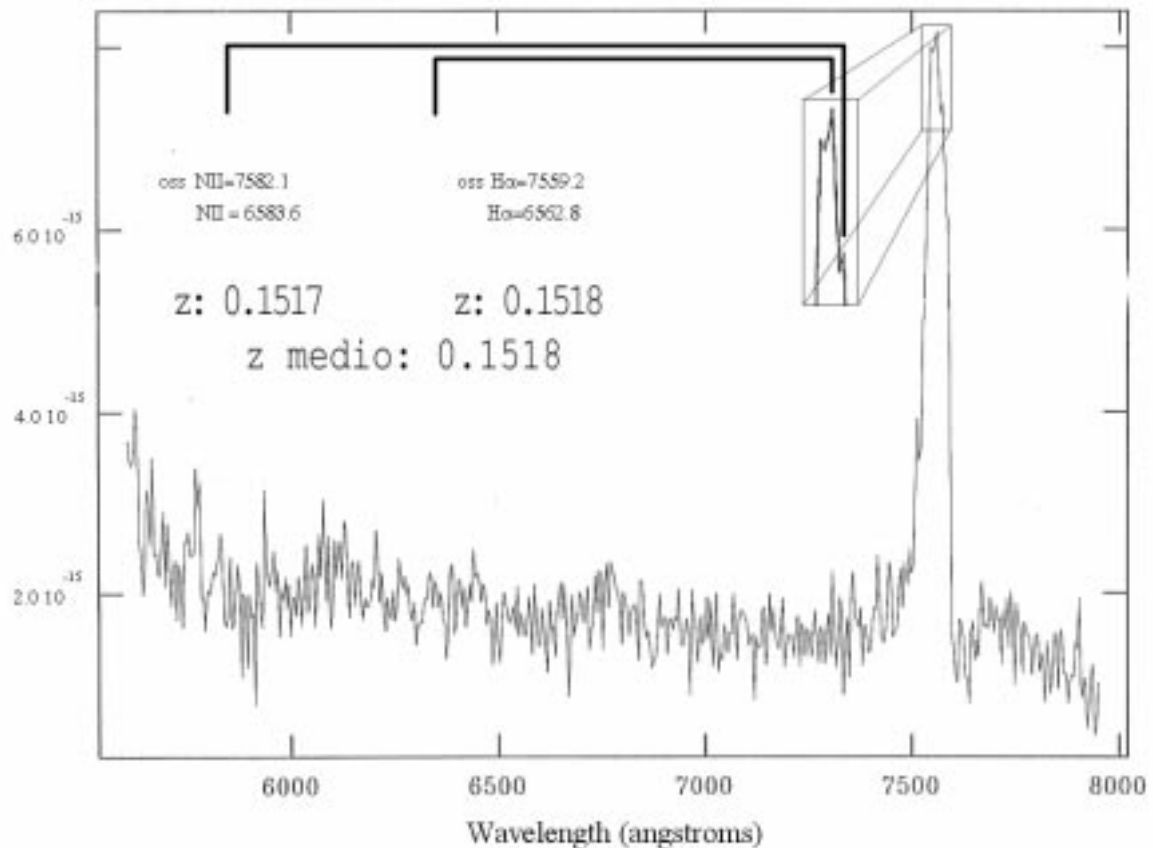
La riga dell'OI attesa a 6300.23 Å è ben visibile a circa 6420 Å, ma non è stata oggetto di misurazione precisa, mentre a 6525,0 Å è visibile una riga che dovrebbe corrispondere a un λ a riposo di circa 6405 Å, che non siamo riusciti a identificare.

A 6640 Å c'è una piccola gobba della riga H α , dovuta probabilmente al contributo dell'NII a 6548,1 Å.

Nota: per la calibrazione in lunghezza d'onda è stata utilizzata, sia per MKR6 che per il quasar, una lampada di FeAr.

7. Lo spettro di MS 0700.7+6338

Questo è lo spettro da noi ottenuto per il quasar, al termine dell'operazione di riduzione. Esso è stato ottenuto con una posa di 1800 s.



Purtroppo per questo oggetto, a causa di alcuni problemi sorti durante l'acquisizione degli spettri, è disponibile solo l'intervallo di lunghezze d'onda comprese tra 5600 e 7900 Å.

E' evidente, innanzitutto, come il redshift porti ad un sostanziale spostamento verso il rosso della riga H α , in emissione. Questa riga è una caratteristica veramente rilevante in questo spettro. Essa è molto allargata e la sua forma risente del contributo di due righe dell'NII, che risultano più intense che nell'AGN.

Sono invece difficilmente riconoscibili altre righe, che pure sono ben visibili nell'altro spettro.

Nella tabella seguente sono riassunte le misure effettuate.

	λ aspettata	λ osservata	z
NII	6548.06	7545.7	0.1523
H α	6562.82	7559.2	0.1518
NII	6583.57	7559.2	0.1517
media			0.1519

Anche in questo caso la differenza tra il redshift misurato e quello presente in letteratura è piuttosto piccola.

9. Conclusioni

Sia per l'AGN che per il quasar la riduzione degli spettri ci ha permesso di individuare quelle caratteristiche che ci aspettavamo di incontrare, sia nel tipo che nell'intensità delle righe di emissione. La misura del redshift è stata significativamente vicina a quella presente in letteratura e questo è stato illustrato nel test. Come conclusione vorremmo però riportare alcune nostre impressioni.

Tutti i giorni, nel consueto approccio scolastico, abbiamo a che fare con nozioni già definite, pronte per essere imparate, formule già studiate e di cui si conoscono ormai tutte le implicazioni, e a noi studenti è chiesto solo di apprendere qualcosa di già noto.

Nel momento in cui abbiamo iniziato a raccogliere i dati nessuno di noi aveva effettivamente in mano qualcosa. Potevamo accontentarci di quanto già si sapeva degli oggetti osservati. Non sarebbe stata la stessa cosa; infatti le nostre conoscenze sono cresciute insieme ai dati che raccoglievamo e alle modifiche che apportavamo a questi per renderli utilizzabili; non avevamo a che fare con il prodotto finito, come accade quotidianamente, ma lo stavamo creando per poi lavorarci sopra.

Inoltre raccoglievamo, a mano a mano che il lavoro procedeva, tutte le nozioni di cui avevamo bisogno, preferendo alcune ad altre che non erano attinenti al nostro scopo: molto diverso dalla realtà di tutti i giorni in cui prima si apprendono i metodi e poi si applicano al caso specifico portato dal professore proprio per permetterci di applicare quegli stessi metodi!

In qualche modo, con tutte le limitazioni e gli aiuti del caso, ci siamo creati da soli la strada per arrivare alla meta, che oltretutto si è rivelata corretta: i nostri risultati si sono discostati di poco da quelli ufficiali!

In più ora abbiamo un'idea del "dietro le quinte" di ciò che studiamo: non è sempre tutto facile e soprattutto c'è sempre qualche imprevisto, come un computer che si spegne di colpo, un programma che non funziona, qualche comando sbagliato che azzerava tutto ciò che si è fatto fino a quel momento. E poi tra il dato grezzo e quello utilizzabile, ci sono procedure molto complesse, come la calibrazione in flusso e in lunghezza d'onda; questo aspetto era assolutamente sconosciuto.

Grazie a questa esperienza ora possiamo immaginare quanto lavoro e quanto studio richiede una formula o un dato e quanto grande e variegata sia la mole di nozioni di un astronomo. Oltretutto ci ha affascinato la facilità con cui gli "addetti ai lavori" spiegavano, come se stessero parlando di $2+2=4$, argomenti che a dei liceali sembrano qualcosa di decisamente spaziale; c'è di che invidiarli!

Questo corso ci ha offerto la possibilità di capire che tipo di approccio strutturale sia necessario per partecipare al mondo della ricerca in maniera attiva e a quali sacrifici dobbiamo essere pronti per raggiungere i nostri obiettivi, qualsiasi essi siano: non può che essere un invito a studiare ancor più seriamente per destreggiarsi in questo ambiente "ostile" e puntare così a mete sempre più ambiziose.