

# Analisi spettrale di Quasar luminosi ad alto redshift

Tesi di laurea magistrale, Anno Accademico 2016-2017

**Candidato:** Biagioli Emanuele **Relatore:** Risaliti Guido

I Quasar sono gli oggetti più luminosi dell'Universo, questo fa di loro delle “candele standard” ideali per osservare l'espansione dell'Universo ad alti redshift. Per far ciò è necessario trovare delle relazioni fra la loro luminosità intrinseca e proprietà osservative indipendenti dalla distanza. In questa ottica nel 2015 è stato sviluppato un modello semplificato per l'emissione della corona dei Quasar in banda X che permette di esprimere la luminosità X a 2KeV come funzione della luminosità in banda ottica a 2500 Å:

$$L_X \propto L_{UV}^{4/7} \quad (1)$$

La non linearità di questa relazione permette di stimare le distanze dai flussi X ed UV osservati. Questo lavoro di tesi si inserisce all'interno di progetto osservativo<sup>1</sup>, nato con lo scopo di verificare la validità della relazione  $L_X - L_{UV}$  a partire da una accurata selezione di sorgenti: è stato selezionato un campione di 29 Quasar estremamente brillanti in banda UV con spettri già presenti nell'archivio della Sloan Digital Sky Survey. Lo spettro in banda X necessario a terminare il lavoro è stato fornito dall'agenzia spaziale europea (ESA) mediante l'utilizzo del satellite XMM-Newton, ed ha richiesto oltre  $10^6$  secondi per l'osservazione complessiva (i dati sono attualmente originali). Lo scopo di tali osservazioni è la misura del tasso di espansione dell'Universo a  $z = 3$  con una precisione relativa dell'8% e al contempo la verifica della relazione  $L_X - L_{UV}$  con una dispersione logaritmica  $\delta < 0.2$ dex. La tesi è così sviluppata:

- Introduzione dei modelli teorici per l'interazione tra disco e corona dell'AGN.
- Riduzione ed analisi dei dati forniti da XMM-Newton in banda X, e completamento con i dati in banda ottica/UV con i dati SLOAN.
- Interpretazione dei risultati in base ai modelli con conseguente analisi astrofisica.

Il campione ha rivelato la presenza di due differenti sottocampioni in banda X: 2/3 delle sorgenti hanno una emissione “normale” in banda X con legge di potenza “soffice” ( $\Gamma \sim 2$ ); 1/3 invece ha l'emissione primaria dell'AGN in accordo col modello di Shakura e Sunyaev, ma ha l'emissione X è debole e “dura” ( $\Gamma \sim 1$ ). Questo ha permesso di identificare due categorie di Quasar, caratterizzabili anche in base alla presenza di un vento in uscita dal disco con velocità differenti nei due campioni. Infine il sottocampione di Quasar “normali” verifica la relazione  $L_X - L_{UV}$  con una dispersione intrinseca  $\delta = 0.12$  dex, mostrandosi quindi un ottimo campione per l'analisi cosmologica.

---

<sup>1</sup>Cosmology with  $z > 3$  quasars PI: G. Risaliti, 2016

# Spectral analysis of luminous, high-redshift Quasars

Master's degree thesis, academic year 2016-2017

**Candidate:** Biagioli Emanuele **Supervisor:** Risaliti Guido

Quasars are the most luminous persistent sources in the Universe, which makes them ideal “standard candles” to observe the expansion of the Universe at high redshifts. To this aim, it is necessary to find a relation between their intrinsic luminosity and distance-independent observational properties. In this perspective, in 2015 a simplified model was developed for the coronal emission of Quasars in the X-Rays that allows to express the X-Ray luminosity at 2KeV, as a function of the luminosity in optical band at 2500 Å:

$$L_X \propto L_{UV}^{4/7} \quad (1)$$

The non-linearity of this relation allows to estimate the distances from the observed X and UV fluxes. This thesis is part of an observational project <sup>1</sup>, with the aim of verifying the validity of the relation  $L_X - L_{UV}$  starting from a careful selection of the sources: we selected a sample of 29 extremely luminous Quasars in the UV band, whose spectra are already present in the Sloan Digital Sky Survey archive. The X-Rays spectrum needed to complete the analysis was provided by the European Space Agency (ESA) XMM-Newton satellite, and required over  $10^6$  seconds for the observations. The purpose of these observations is to measure the expansion rate of the Universe at  $z = 3$  with a relative accuracy of 8% and, at the same time, to verify the relation  $L_X - L_{UV}$  with a logarithmic dispersion  $\delta < 0.2$  dex. The thesis is developed as follows:

- Introduction of theoretical models for AGN's disk and corona, and their interaction.
- Reduction and analysis of the data provided by XMM-Newton in the X-Rays, and completion with the data in the optical/UV band with the SLOAN's archival data.
- Interpretation of the results based on to the models discussed in the previous sections, with consequent astrophysical analysis.

The sample revealed the presence of two different subsamples in the X-Rays: 2/3 of the sources have a “normal” emission in the X band with a “soft” power law ( $\Gamma \sim 2$ ); 1/3 instead has the primary UV emission of the AGN in accordance with the model of Shakura and Sunyaev, but its X-Ray emission is weak and “hard” ( $\Gamma \sim 1$ ). This allowed to identify two categories of Quasars, also characterized by the presence of a wind coming from the disc with different velocities. Finally “normal” Quasars verify the relation  $L_X - L_{UV}$  with an intrinsic dispersion  $\delta = 0.12$  dex, thus representing an excellent sample for cosmological analysis.

---

<sup>1</sup>Cosmology with  $z > 3$  quasars PI: G. Risaliti, 2016