

Quasars as High Redshift Standard Candles

Quasar: Candele Standard ad Alto Redshift

CANDIDATO:

Francesco Salvestrini

RELATORE:

Prof. Guido Risaliti

guido.risaliti@unifi.it

I quasar sono oggetti astronomici estremamente luminosi, caratterizzati da un'emissione non termica che si estende su tutto lo spettro elettromagnetico. Il picco dell'emissione si trova nella banda ottica/UV, mentre una parte consistente della radiazione (circa il $\sim 10\%$ del totale) viene emessa nei raggi X. Il processo fisico che alimenta i quasar è l'accrescimento di materia su un buco nero super massiccio. Tale processo porta alla formazione di un disco di accrescimento. Al cui interno, l'energia gravitazionale persa dal materiale in caduta viene trasformata e re-irradiata sotto forma di radiazione ottica/UV. L'emissione nei raggi X è prodotta per effetto Compton inverso sui fotoni UV (prodotti dal disco) da parte degli elettroni che compongono una "corona calda", situata al di sopra del disco. Al fine di ottenere un'emissione stabile, deve esistere un meccanismo che rifornisca di energia gli elettroni della corona. La natura di tale processo è tuttora in gran parte ignota, tuttavia è stata osservata una relazione non lineare tra la luminosità ottica/UV e la luminosità X. Poiché il rapporto tra le due luminosità dipende a sua volta dalla luminosità, esso può essere sfruttato per stimare la luminosità intrinseca della sorgente, rendendo i quasar delle "candele standard". È bene notare che affinché una sorgente sia definita una buona candela standard per studi di cosmologia, deve essere possibile calcolarne la luminosità intrinseca, deve essere osservabile anche ad alti redshift, ma soprattutto, il processo che permette di stimarne la luminosità non deve presentare evidenze di evoluzione.

Negli ultimi anni il mio gruppo si è occupato dello studio della relazione e delle sue applicazioni in ambito cosmologico, in particolare per la costruzione di un diagramma di Hubble per i quasar. Il diagramma di Hubble è un diagramma magnitudine-redshift (o, alternativamente, distanza-redshift) che traccia l'evoluzione e l'espansione dell'Universo.

Il lavoro di tesi si inserisce in questo contesto, andando a studiare la suddetta relazione su un campione di quasar ad alto redshift. Il contributo originale del lavoro consiste nell'aver effettuato un'accurata analisi spettrale delle singole sorgenti che compongono il campione (60 quasar, nell'intervallo di redshift tra 4 e 7), ottenendo così stime dei flussi molto più affidabili rispetto a quelle presenti in letteratura. Tale approccio non era ancora stato adottato da nessuno, tantomeno per sorgenti con redshift così elevati.

I risultati dello studio della relazione sono stati i seguenti: (1) è stata osservata una significativa riduzione della dispersione che caratterizza la relazione, (2) la forma funzionale della relazione stimata per questo campione coincide con quella di campioni a redshift inferiori, confermando il fatto che la relazione non mostri alcuna evidenza di una evoluzione nel tempo.

La seconda parte del lavoro è stata dedicata all'applicazione cosmologica della relazione, cioè la costruzione del diagramma di Hubble dei quasar. Essendo misure indirette, le stime delle distanze dei quasar, ottenute dalla relazione, devono essere calibrate. Per questo abbiamo utilizzato per la calibrazione un campione di Supernovae Ia, estendendo il campione di quasar a redshift inferiori, in modo da aver un intervallo in redshift in comune. Dalla costruzione del diagramma di Hubble di Supernovae e quasar abbiamo ricavato i valori dei parametri di densità di materia ed energia oscura, del tutto consistenti con i valori generalmente accettati. Come ultima parte del lavoro, abbiamo aggiunto al diagramma di Hubble anche un campione di Gamma Ray Burst, ottenendo stime dei parametri consistenti con i precedenti.

In conclusione, l'analisi della relazione del campione ad alto redshift ha confermato che questa non mostra alcuna evidenza di evoluzione con il redshift. Al contempo, l'accuratezza nelle stime dei flussi ha permesso di ridurre la dispersione della relazione. I quasar permettono di estendere il diagramma di Hubble attualmente esistente a redshift molto elevati, fornendo nuovi vincoli sui parametri cosmologici. In attesa di osservatori spaziali di nuova generazione (come *Athena* per i raggi X) i quali porteranno ad un incremento nella qualità delle dati, lo studio della relazione tra la luminosità ottica/UV e la luminosità X dei quasar può essere portato avanti andando a studiare con maggiore cura i campioni di sorgenti a redshift più bassi, in modo da ottenere informazioni riguardanti la natura del fenomeno fisico che la origina.