

Stage estivi 2020

Laboratorio di Cosmologia

17 June 2020

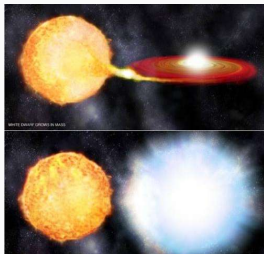
In questa esperienza vogliamo stimare la costante di Hubble e il parametro di decelerazione da osservazioni di un certo tipo di supernove, le supernove di tipo Ia (SNIa).

In particolare andremo a vedere:

- Cosa sono le SNIa
- Perché le SNIa sono importanti in cosmologia e quali informazioni possiamo ricavarne
- Introduzione all'esperienza

Supernove Ia

Con supernova di tipo Ia ci riferiamo all'esplosione di una nana bianca all'interno di un sistema di due stelle orbitanti l'una intorno all'altra.



La nana bianca assorbe parte della massa dell'altra stella e, una volta raggiunta una certa massa critica (circa 1.4 volte la massa del Sole), esplode.

Poiché le nane bianche esplodono ad una massa fissa, la luminosità massima raggiunta è la stessa per tutte le SNIa. Per questo vengono chiamate **candele standard**.

Magnitudini

Quanto un corpo appare luminoso dipende dalla sua luminosità intrinseca e dalla sua distanza d da noi. Questo viene quantificato dalla **magnitudine apparente** m .

La **magnitudine assoluta** M è la magnitudine di un corpo che emette la luminosità L alla distanza fissa $d = 10 \text{ pc} \simeq 32$ anni luce.

Conoscendo M (quanto appare luminoso un corpo ad una distanza fissa) e m (quanto appare luminoso alla distanza d), possiamo ricavare la distanza d del corpo tramite il **modulo di distanza**:

$$M - m = -5 \log_{10}(d) + 5$$

Distanza di luminosità

Nel caso delle SNIa:

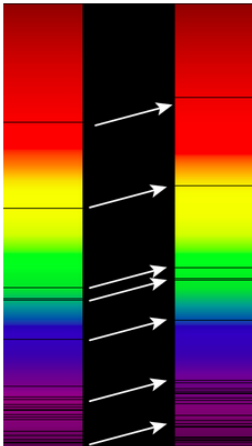
- nota la luminosità massima $L \rightarrow M$
- dalle osservazioni $\rightarrow m$

Si può ricavare la **distanza di luminosità** d di ogni SNIa invertendo la relazione del modulo di distanza:

$$d(pc) = 10^{(M-m+5)/5}$$

Redshift

In Cosmologia, le distanze vengono spesso espresse tramite il **redshift**. Il redshift è lo spostamento delle frequenze di una sorgente dovute al moto della sorgente rispetto a noi.



Poiché l'Universo è in espansione, vediamo la luce proveniente da sorgenti lontane spostata verso il rosso.

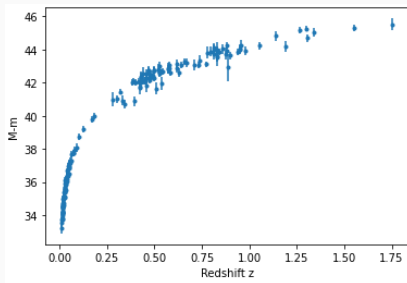
Possiamo collegare la velocità di allontanamento delle sorgenti da noi al loro redshift.

Per la legge di Hubble, più un corpo è lontano, più velocemente si allontana da noi, quindi avrà un redshift maggiore.

Introduzione esperienza

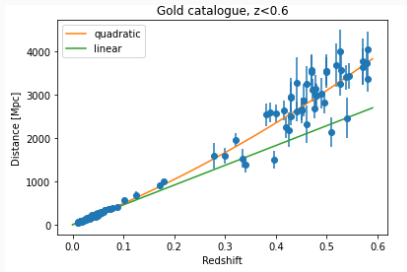
Nell'esperienza useremo un notebook scritto in Python:

- caricheremo un file di dati di SNIa: redshift, modulo di distanza ed errore sul modulo di distanza
- plotteremo il modulo di distanza rispetto al redshift, con le barre di errore



Introduzione esperienza

- tramite la formula vista in precedenza, convertiremo il modulo di distanza in distanza di luminosità e la graficheremo rispetto al redshift
- faremo un fit lineare della distanza di luminosità a bassi redshift per stimare H_0
- includendo i dati a redshift più alti, faremo un fit quadratico per stimare anche q_0



Introduzione esperienza

- conoscendo la relazione $q_0 = \frac{\Omega_m}{2} - \Omega_\Lambda$, ricaveremo le coppie $[\Omega_m, \Omega_\Lambda]$ accettabili entro l'errore di q_0

