



**Corso di astronomia  
pratica**

**Oltre il  
Sistema Solare**

**Gruppo Astrofili**

**Astigiani**

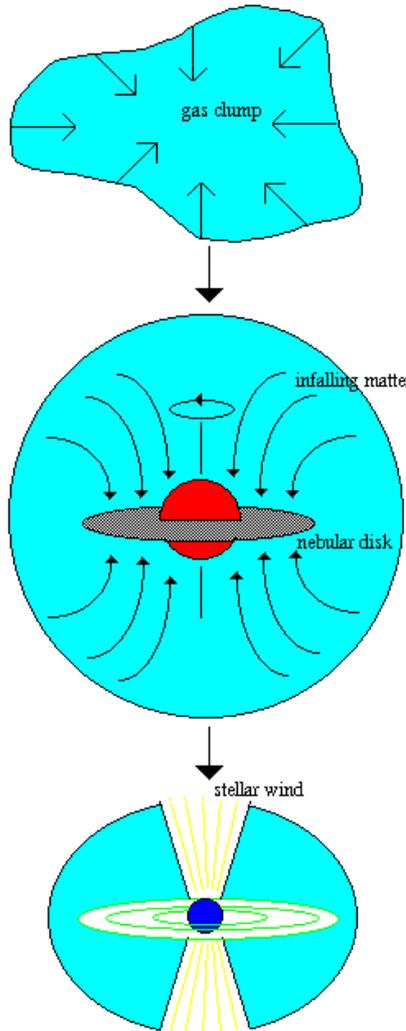
**“β Andromedae”**



**LE  
STELLE**

# Nascita di una stella

## Protostar Formation



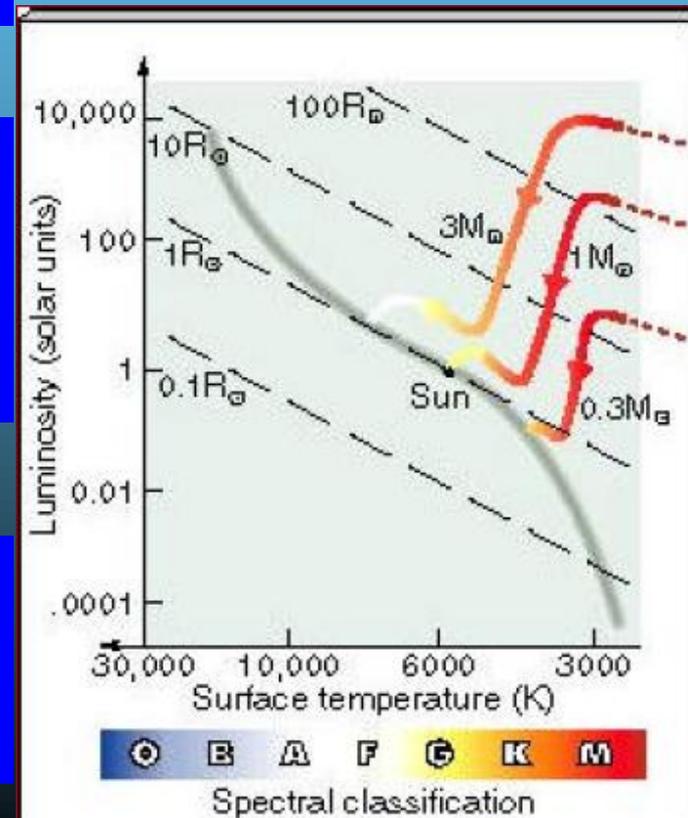
Una nube di gas (soprattutto idrogeno)  
Inizia a collassare sotto l'azione della gravità in seguito ad una perturbazione

La materia cade al centro e diventa più densa, mentre la materia rimanente forma il disco di accrescimento (formazione sistemi planetari)

La caduta è arrestata quando la temperatura sale fino ad innescare  
Le reazioni nucleari

• Stelle di massa inferiore a 0.08 Masse solari non raggiungono la temperatura per innescare le reazioni termonucleari

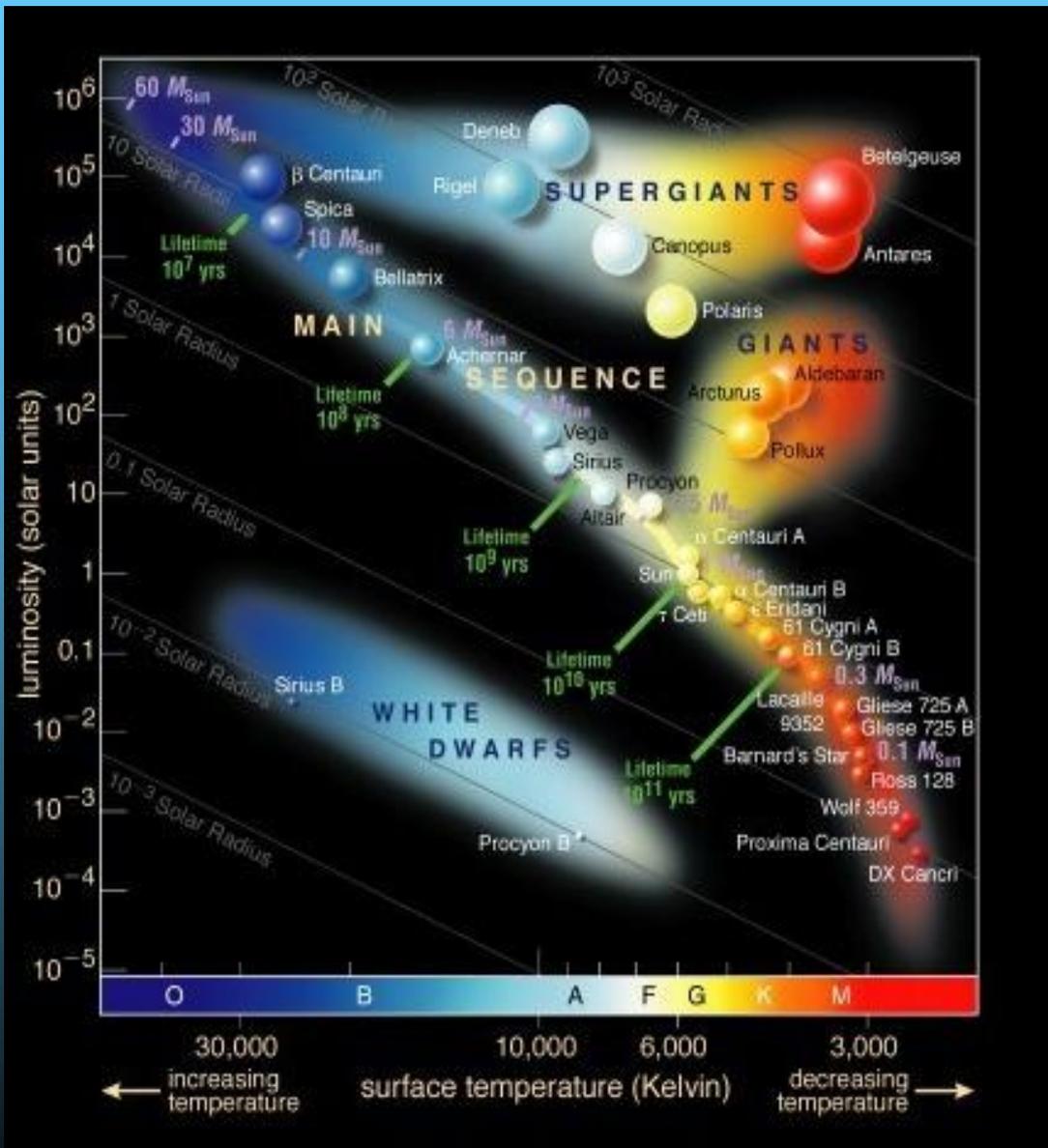
• Stelle di massa superiore a 100 Masse solari non sono stabili



# Nebulosa di Orione: una "culla di stelle"



# Il Diagramma HR

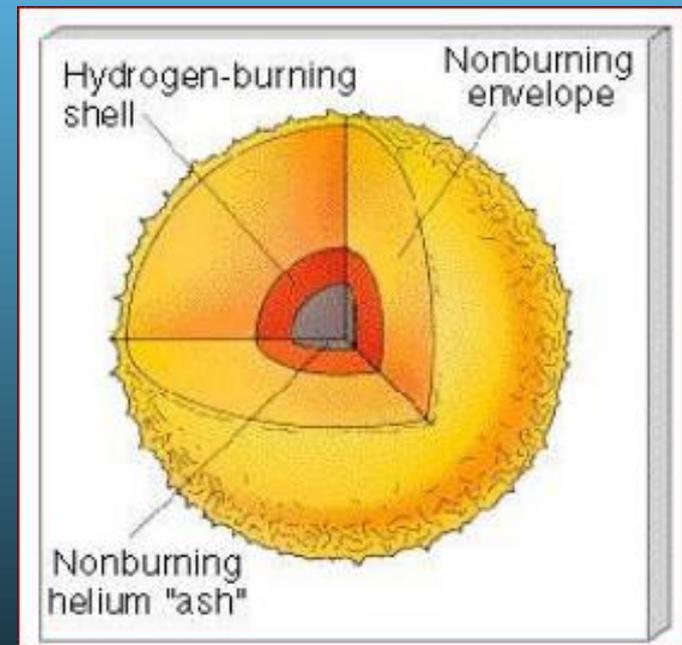
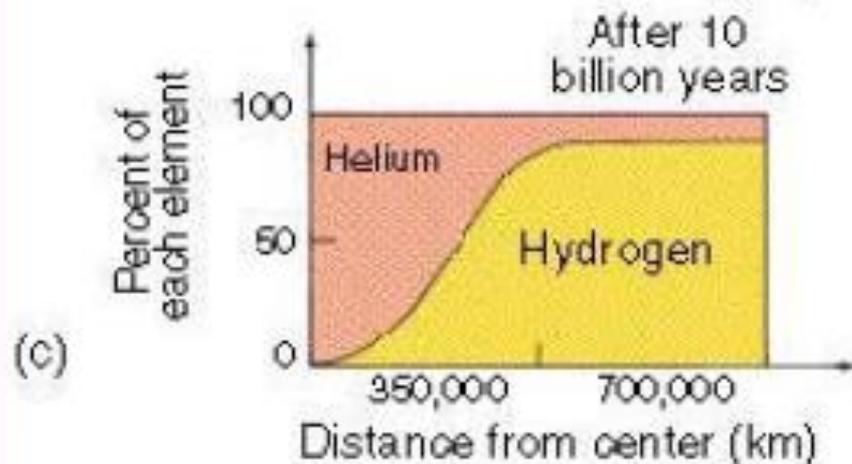
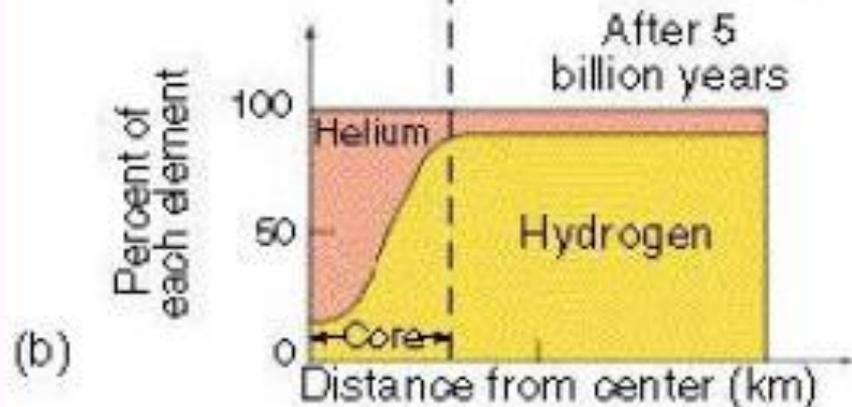
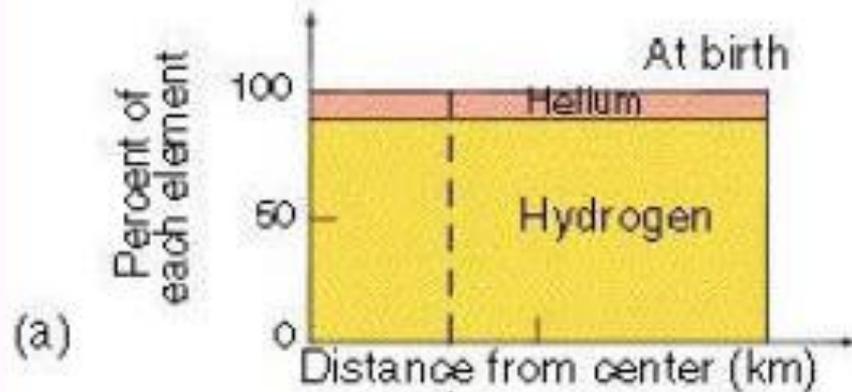


Nel diagramma HR sono riportate le luminosità delle stelle in funzione della temperatura superficiale

Le stelle si raggruppano lungo la sequenza principale e nelle zone delle nane bianche e giganti rosse

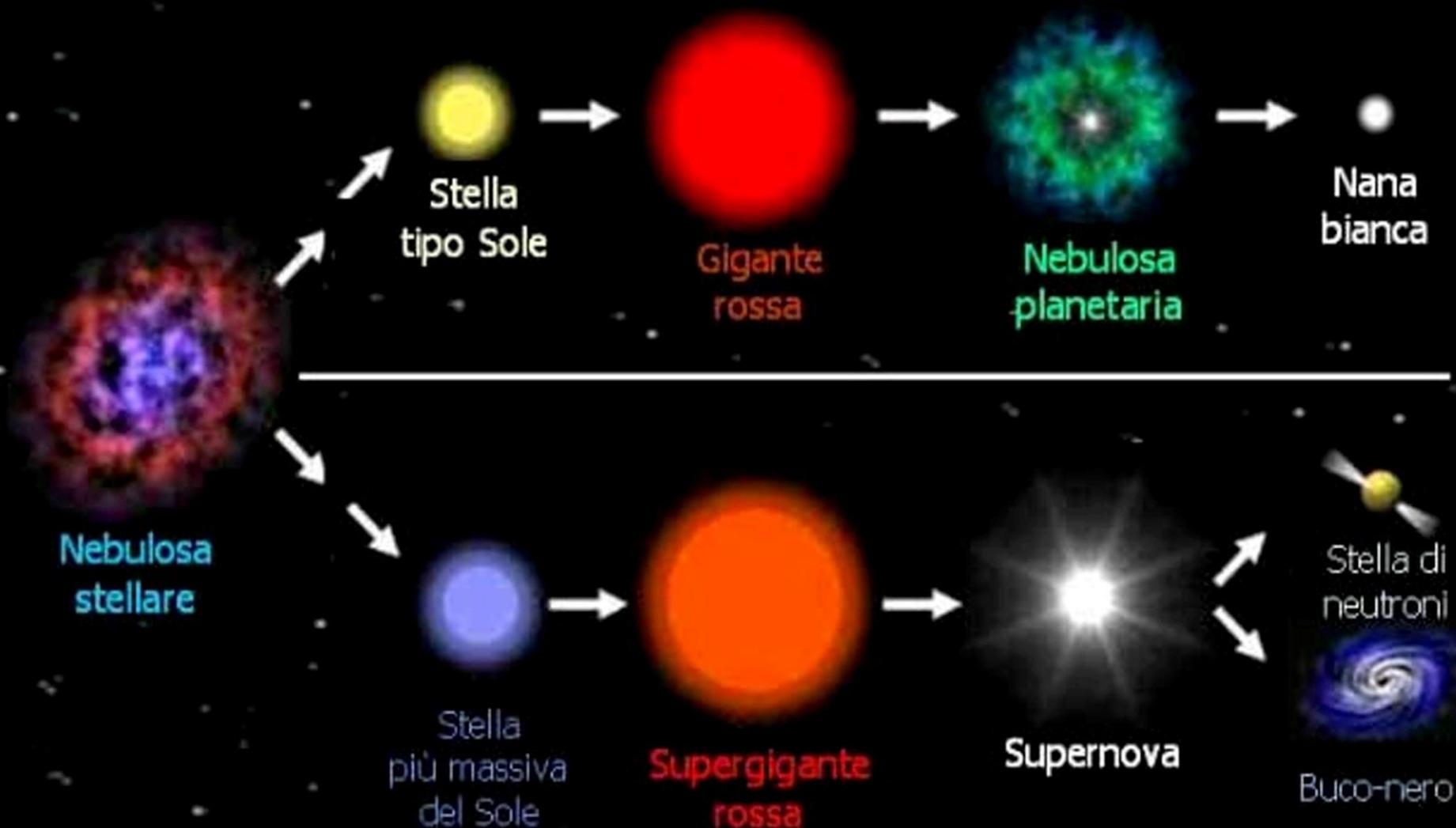
# Evoluzione nella sequenza principale

Fase stabile di lunga durata



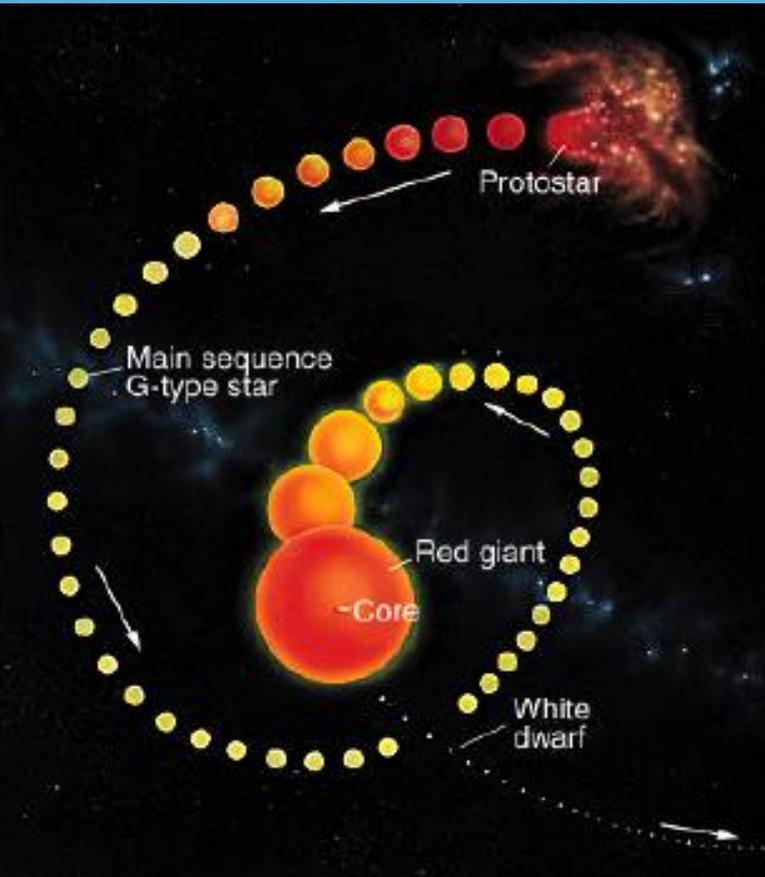
Uscita dalla sequenza principale

# Fasi principali dell'evoluzione stellare

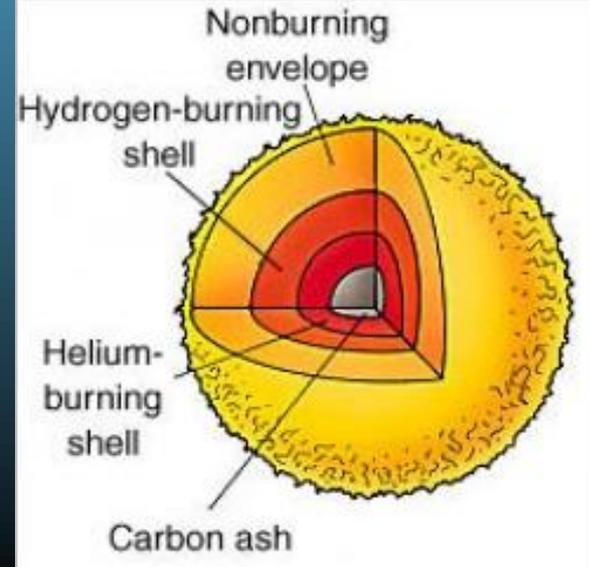
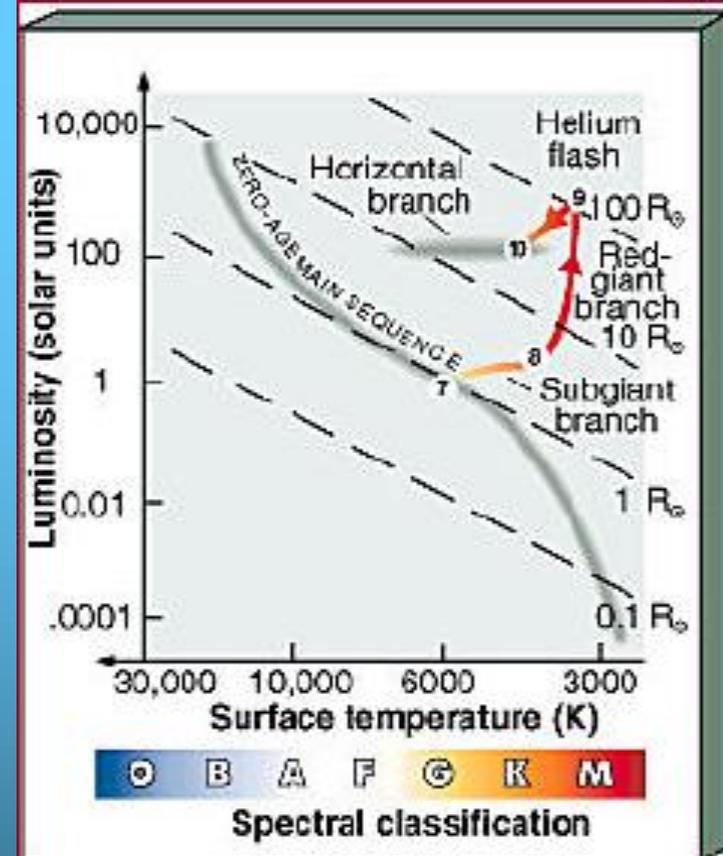


# Subgigante e gigante

All'esaurimento dell'idrogeno la stella esce dalla SP e la combustione avviene solo in un guscio esterno (subgigante)

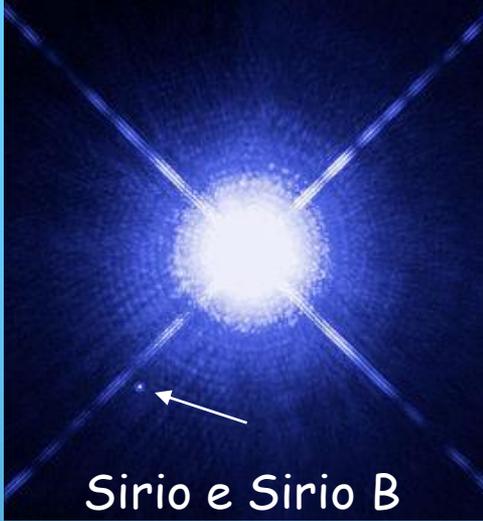


Innesco delle reazioni di combustione di elio più o meno violentemente (Helium flash)  
L'involuppo esterno si espande: grande volume e bassa densità

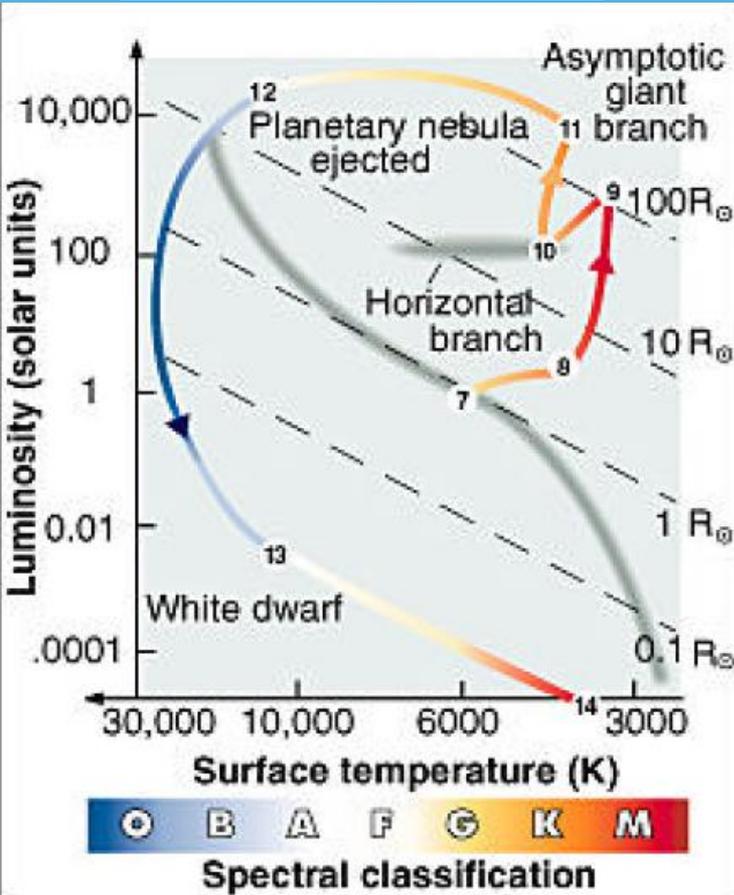


# Nana bianca

Le stelle di massa simile al Sole non innescano fusioni successive all'elio



Sirio e Sirio B



L'espulsione degli strati esterni produce una nebulosa planetaria



NGC 6543

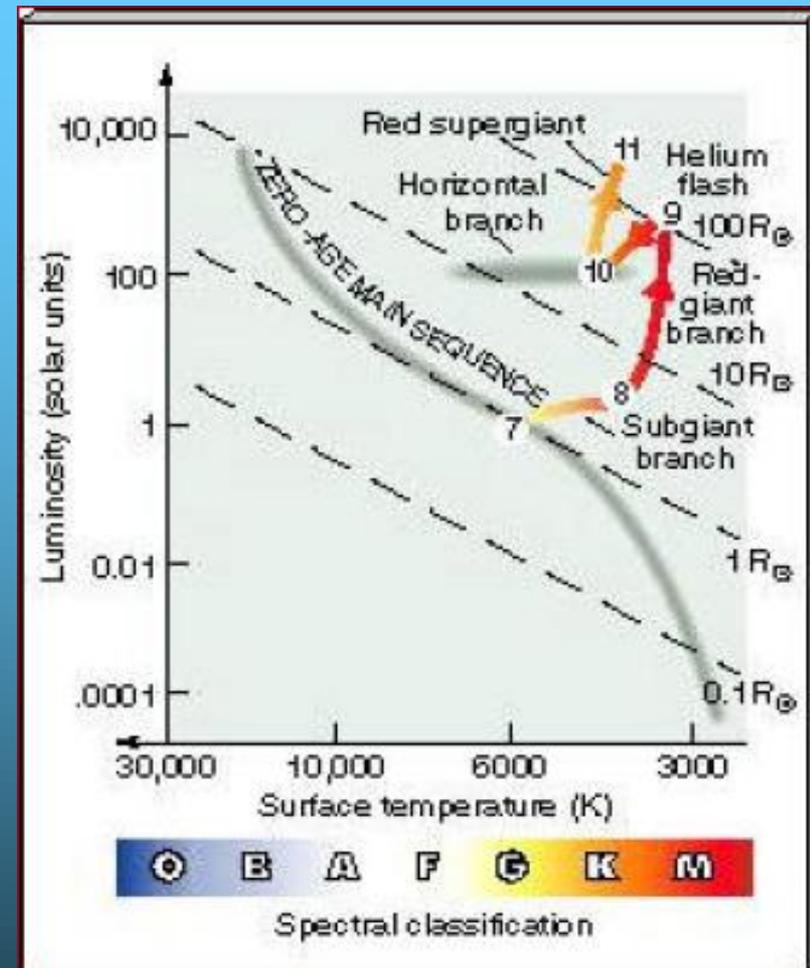
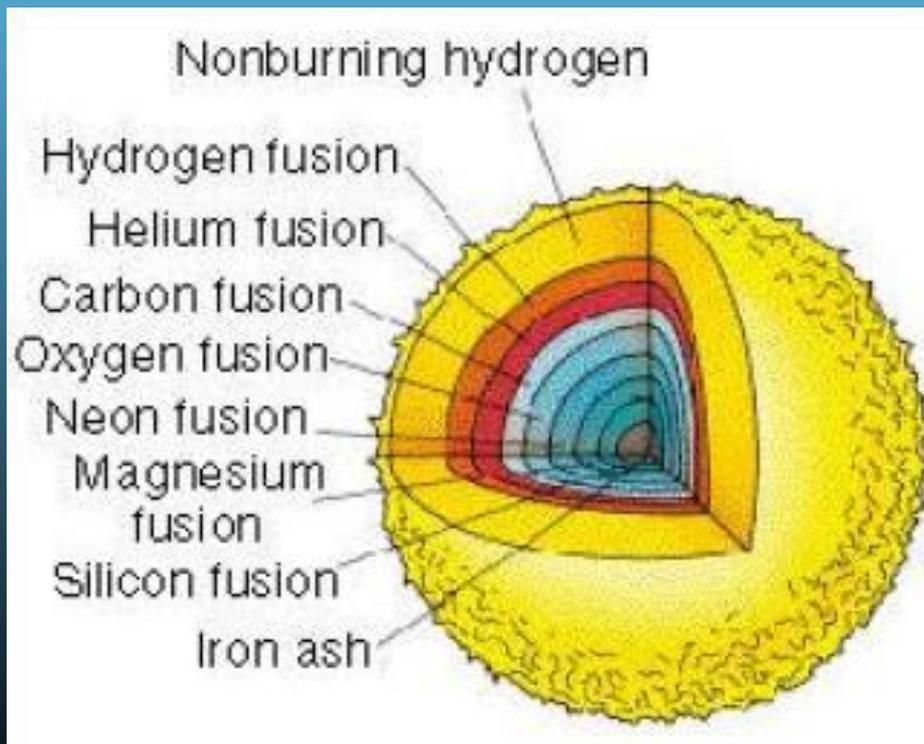
PR95-01a • ST ScI OPO • January 1995 • P. Harrington (U.MD), NASA

HST • WFPC2

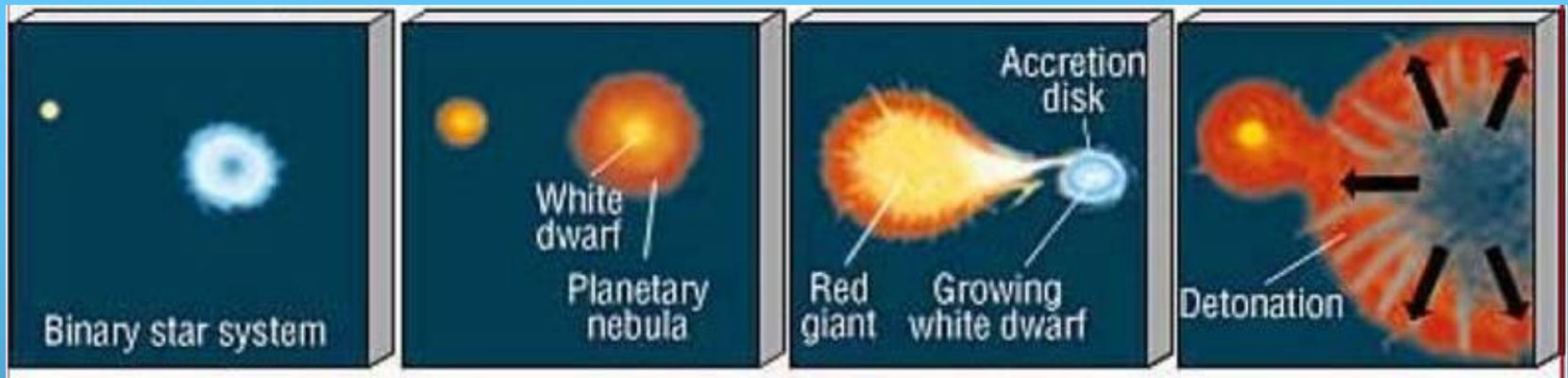
12/13/94 zgl

# Supergigante

Le stelle di massa maggiore continuano l'evoluzione bruciando elementi sempre più pesanti che si innescano a temperature sempre maggiori (C, O, ... fino al Fe)



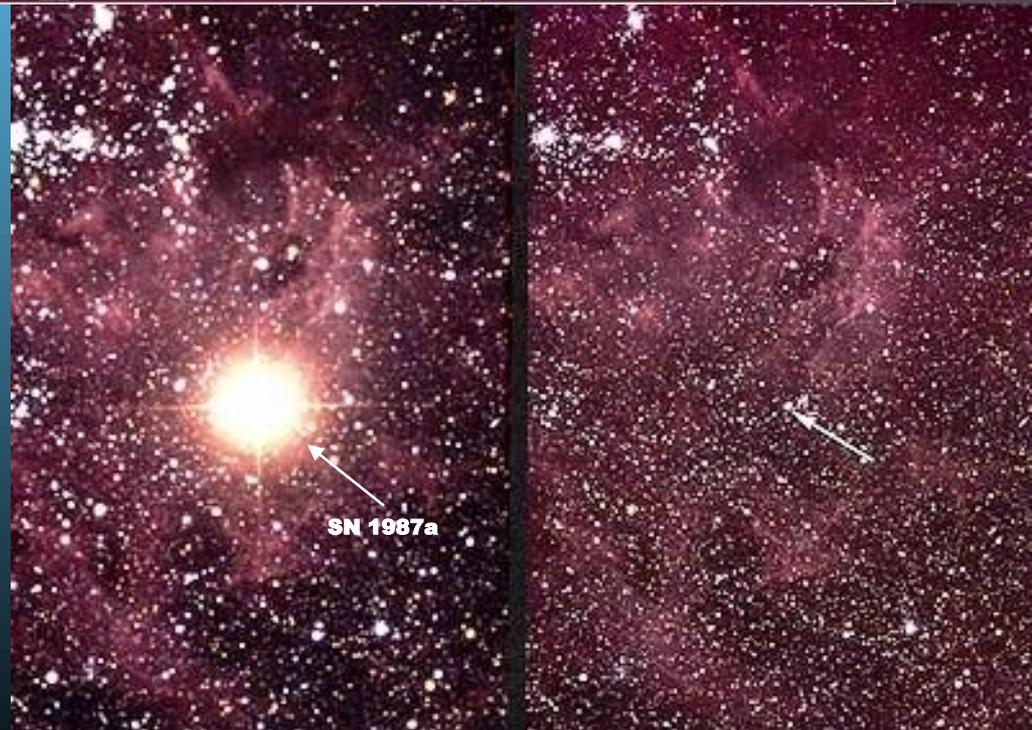
# Supernovae di tipo I



# Supernovae di tipo II



Le stelle più massicce  
Continuano la fusione degli  
elementi fino al Fe  
Dopo la reazione diventa  
endotermica  
→ Assorbimento energia  
→ Esplosione

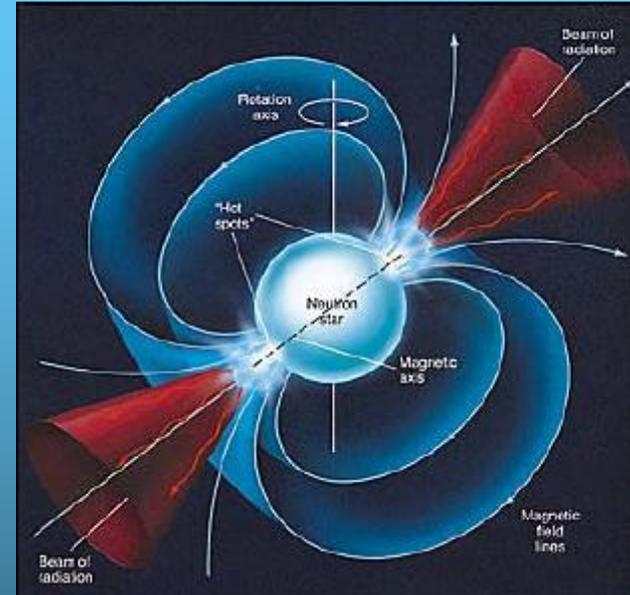


庚十一日没三年三月乙巳出東南方大中  
年正月丁丑見南斗魁前天禧五年四月丙辰出軒  
前星西北大如桃速行經軒轅太星入太微垣掩右  
法犯次將歷屏星西北凡七十五日入濁没明道  
年六月乙巳出東北方近濁有芒彗至丁巳凡十  
日没至和元年五月己丑出天關東南可數寸歲  
稍没熙寧二年六月丙辰出箕度中至七月丁卯  
箕乃散三年十一月丁未出天因元祐六年十一  
辛亥出參度中犯掩側星壬子犯九游星十二月  
酉入奎至七年三月辛亥乃散紹興八年五月守



# Stelle di neutroni e pulsar

Nelle stelle di grande massa la densità cresce fino a che la materia diventa degenere: elettroni e protoni scompaiono per creare una stella fatta quasi interamente di neutroni con un grandissimo campo magnetico



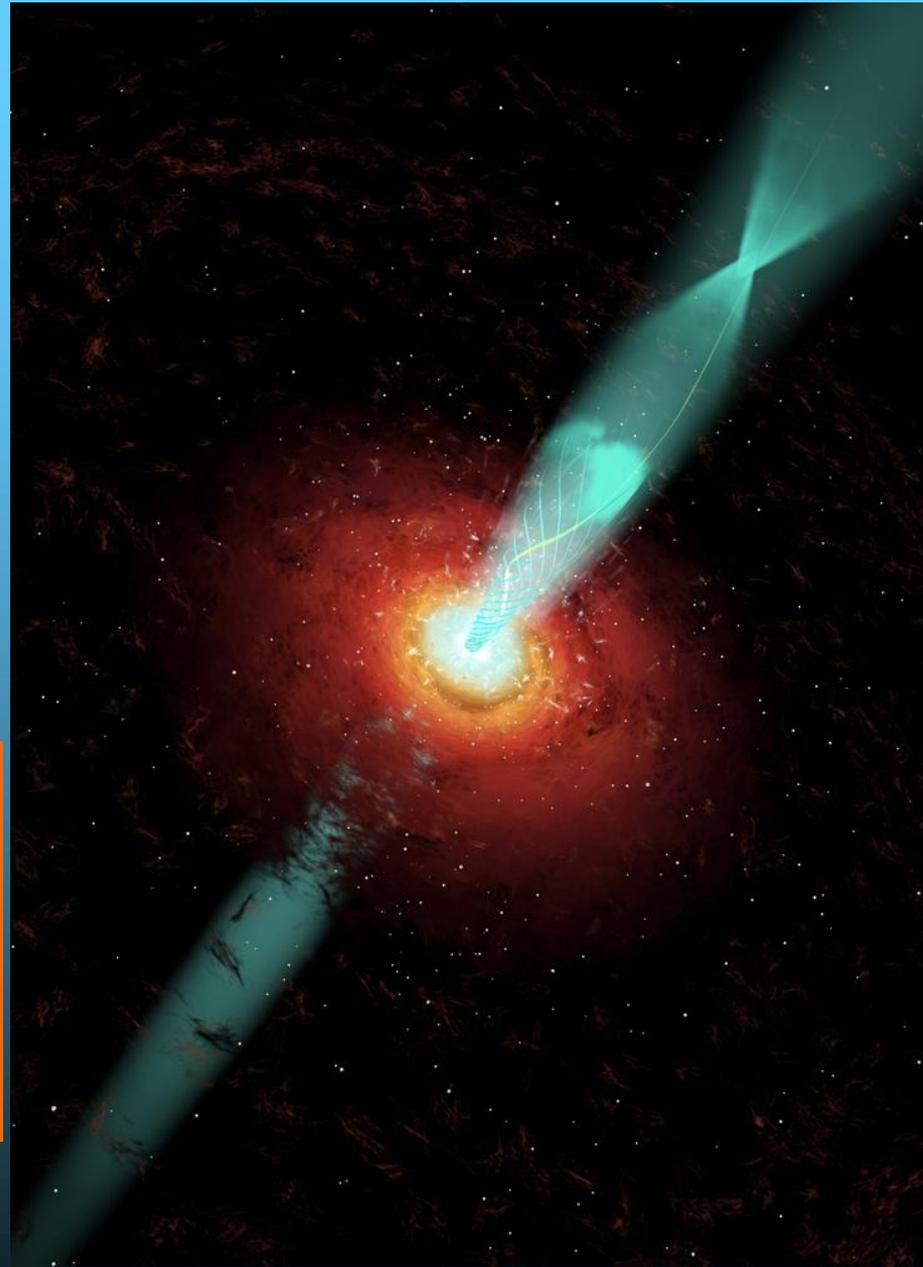
Le stelle di neutroni che ruotano rapidamente emettono radiazione direzionale: le pulsar



# Buchi neri

Se la massa del nucleo è superiore a 3 masse solari non c'è modo di arrestare il collasso gravitazionale e la stella collassa in un buco nero

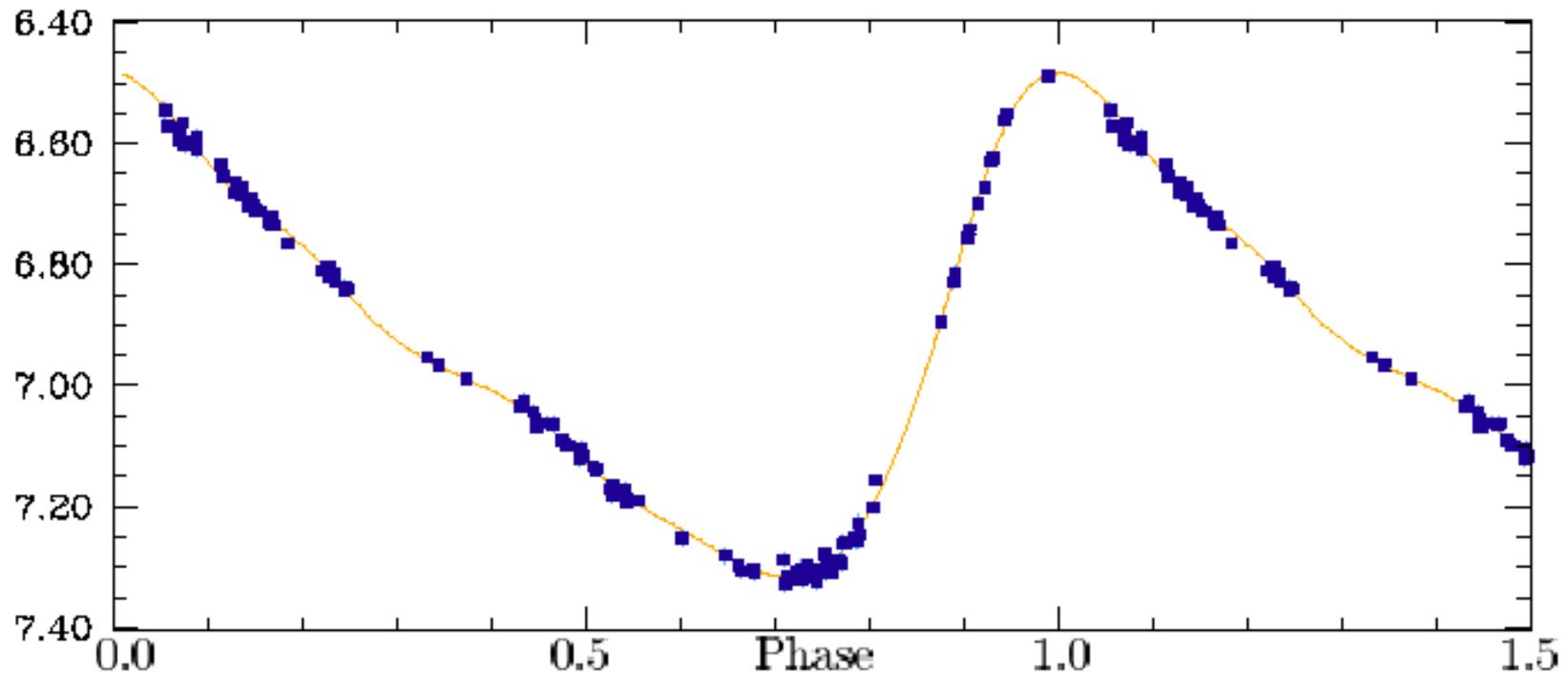
Tutto ciò che attraversa l'orizzonte degli eventi non può tornare indietro: la velocità di fuga è superiore alla velocità della luce!



# Stelle variabili

Nelle variabili ad eclisse  
una stella passa davanti  
all'altra

Altre stelle possono avere  
variazioni reali di  
luminosità (composizione,  
espansione,...)



Curva di luminosità di una cefeide

M40



# Stelle doppie

- Le stelle doppie ottiche non sono legate gravitazionalmente
- Le stelle doppie fisiche ruotano attorno al proprio centro di massa

ALBIREO



ALCOR E MIZAR

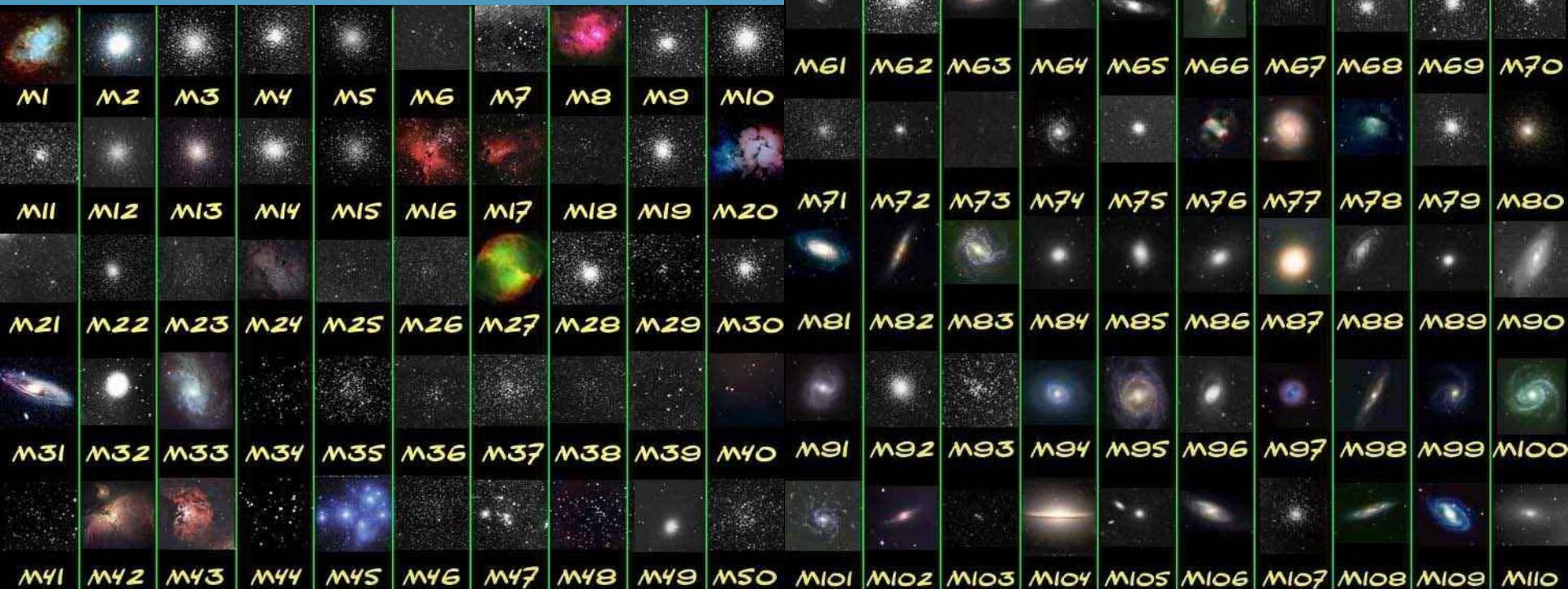


The background is a rich, multi-colored space scene. A prominent red nebula with wispy, glowing edges stretches across the center and lower right. The rest of the background is a deep black, densely populated with stars of various colors, including white, blue, and yellow. Two bright blue stars with prominent diffraction spikes are visible, one in the upper right and one in the lower left.

**OLTRE  
LE  
STELLE**

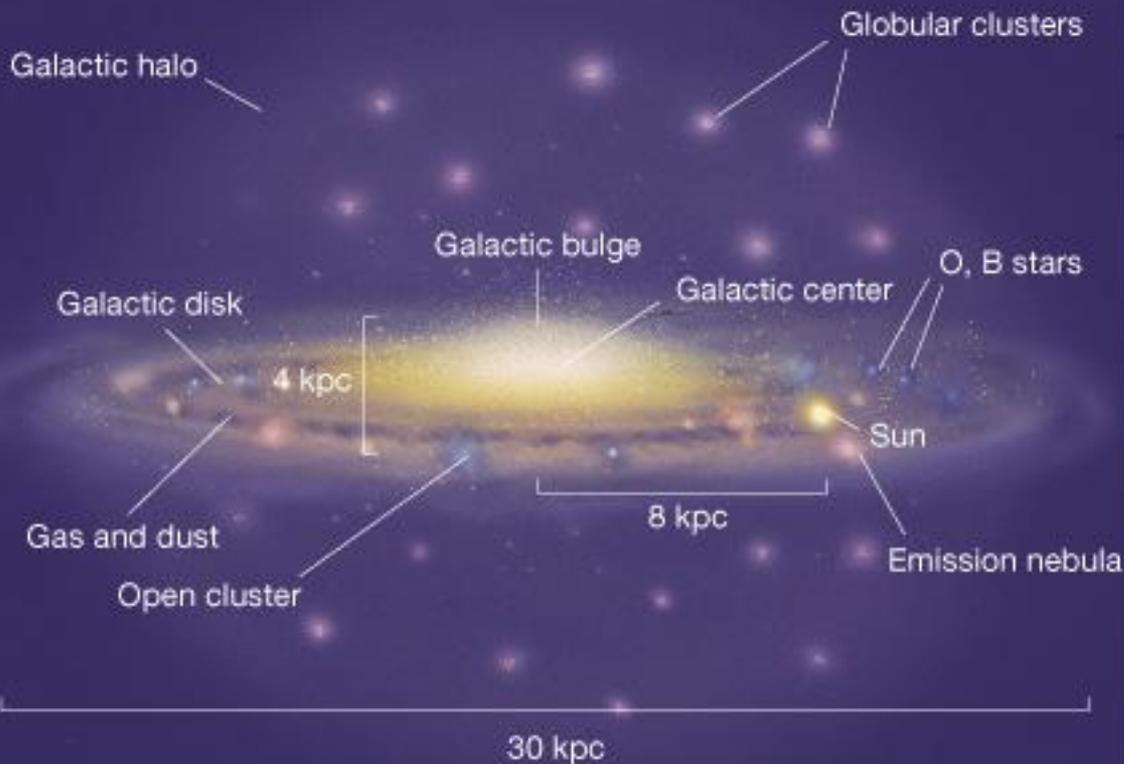
# Catalogo Messier

Charles Messier, astronomo francese (1730-1817), compila un catalogo di 110 oggetti diffusi come aiuto per cercare le comete



# Ammassi di stelle

- Ammassi aperti e globulari
- Dove sono e come sono composti



- **Caratteristiche:**  
numero di stelle,  
luminosità,  
dimensioni, età,  
posizione, ...

# Ammassi aperti

- Formati da nubi di gas
- Stelle brillanti, giovani, blu



- Distribuiti nei bracci delle galassie
- Forma irregolare

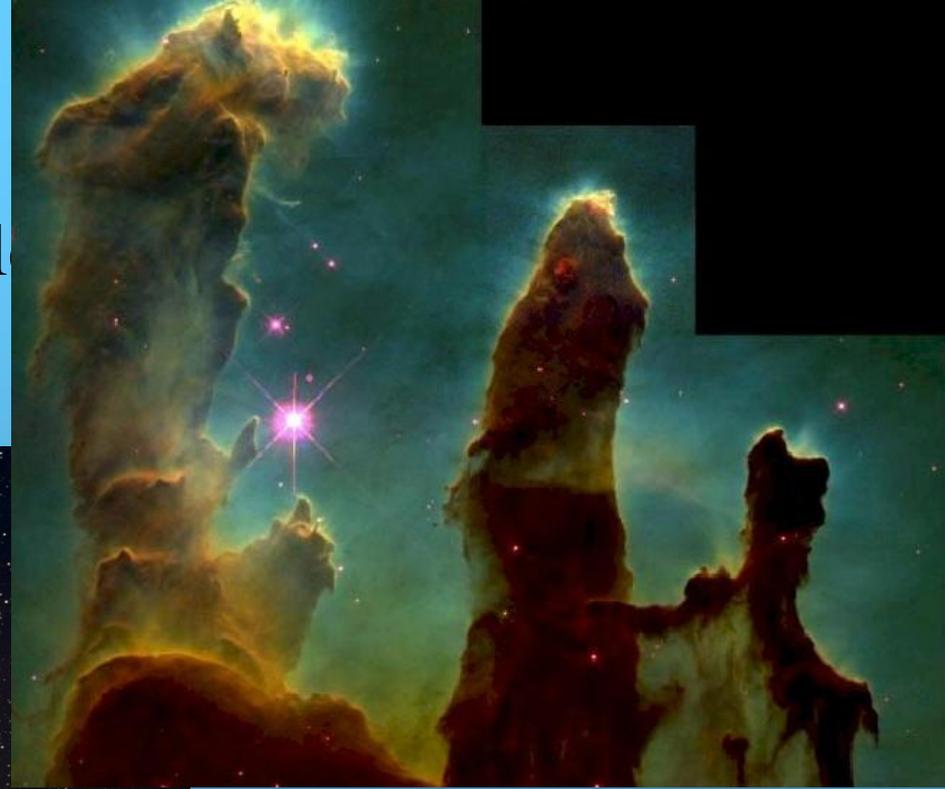
# Ammassi globularari

- Formati da stelle vecchie e rosse
- Forma sferica
- Distribuiti nell'alone galattico



# Nebulae

- Qualcosa di diverso dalle stelle  
luminosità diffusa



- Tipi diversi: nebulose ad emissione, a riflessione, oscure, planetarie, ammassi e galassie

# Nebulose gassose

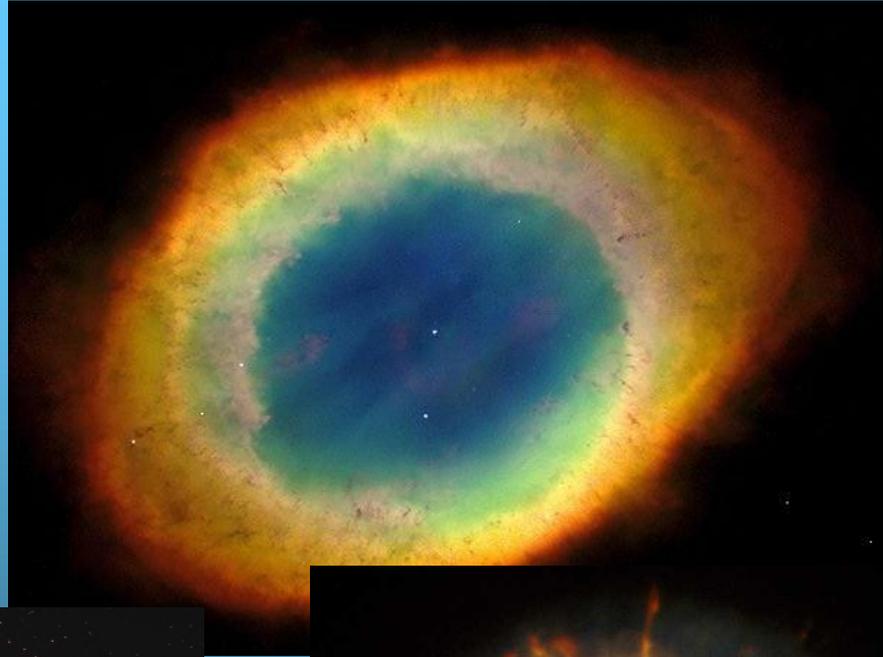
- Una nube di gas (idrogeno, elio) e polveri
- Sono luoghi di intensa formazione stellare



- Le nebulose a riflessione “riflettono” la luce di una stella vicina
- Le nebulose ad emissione brillano per diseccitazione del gas
- Le nebulose oscure si vedono come ombre su sfondo luminoso

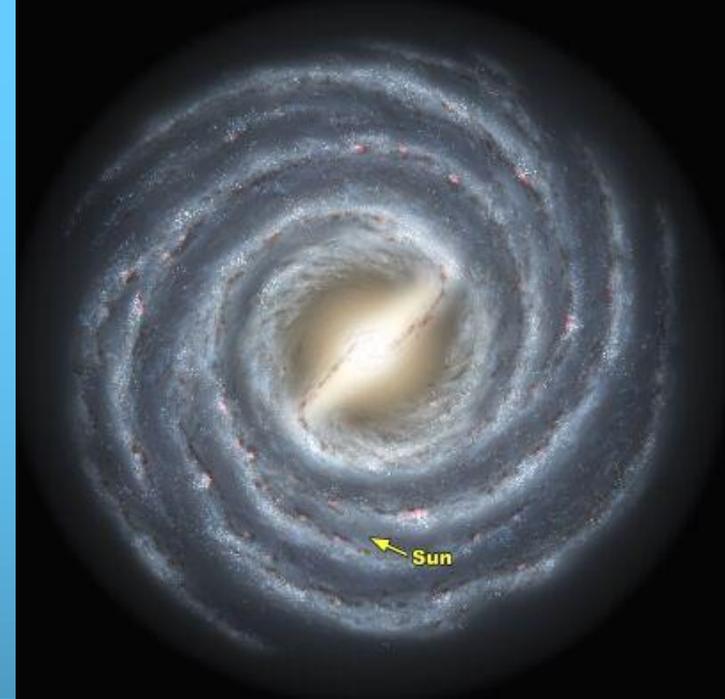


# Nebulose planetarie



# Galassie

- Nel 1755 Kant ipotizza gli “universi isola”
- Dibattito sulla natura delle galassie del 1920 tra Curtis e Shapley
- Nel 1926 Hubble propone una classificazione morfologica



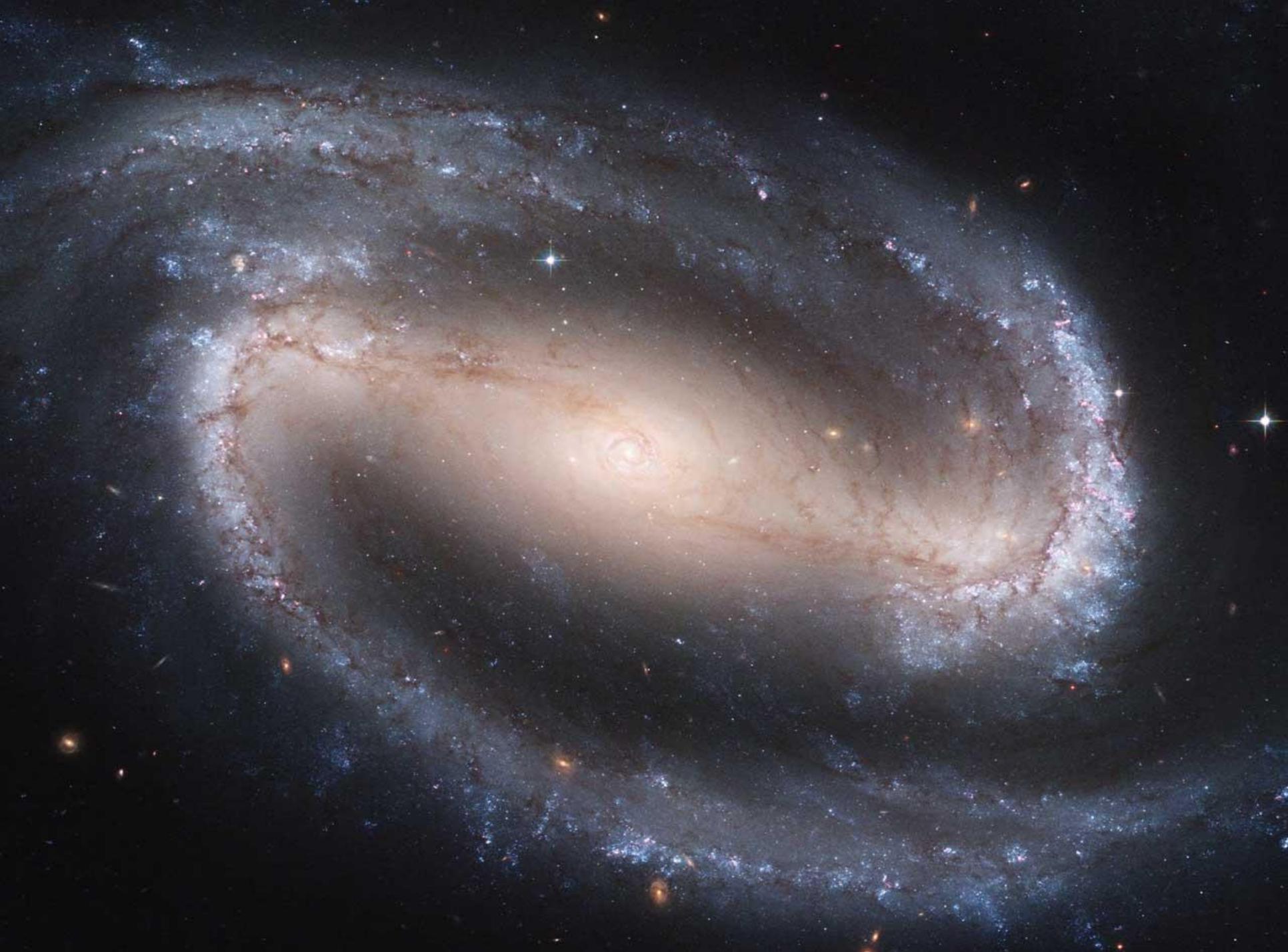
## Hubble's Galaxy Classification Scheme











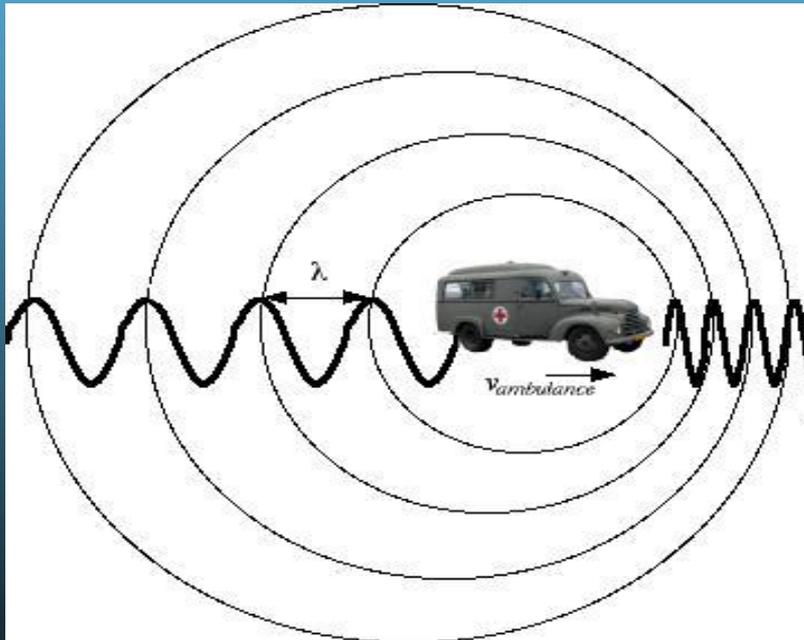




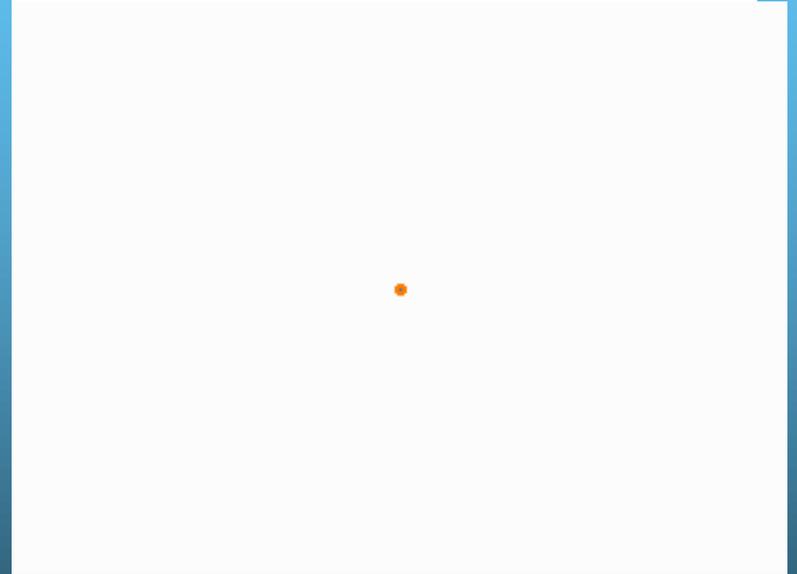


# L'effetto Doppler

Quando sorgente e/o ricevitore sono in moto relativo, le onde ricevute hanno una frequenza diversa rispetto alle onde emesse



Sorgente che si allontana



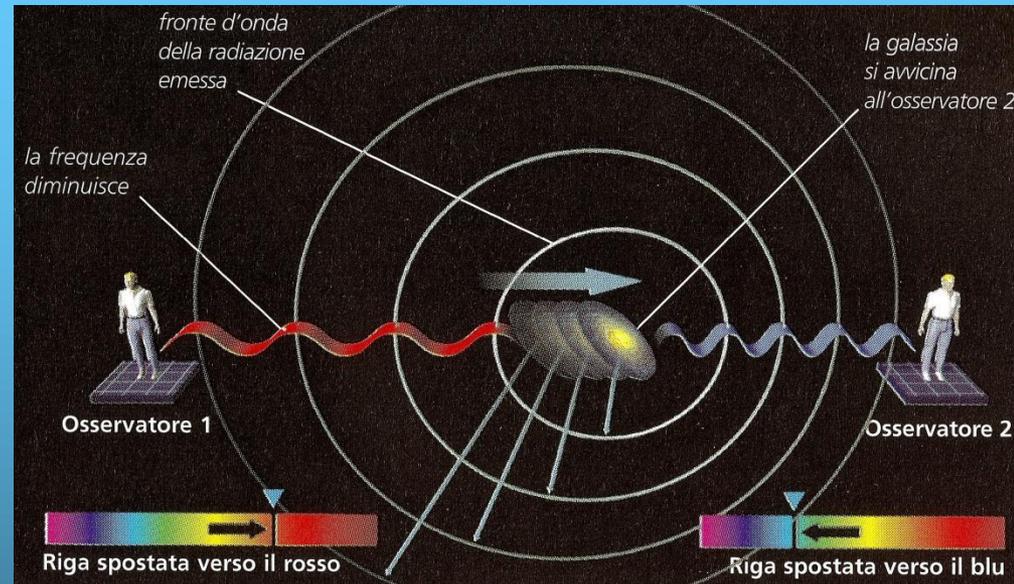
La luce delle galassie che si allontanano si sposta a frequenze più basse (lunghezze d'onda più grandi → rosso).

*Redshift cosmologico*

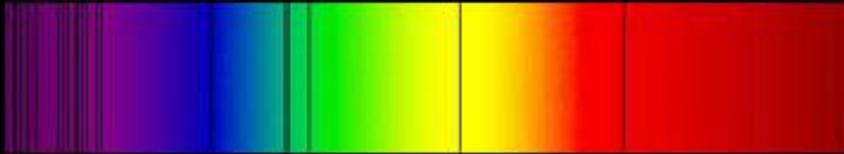
# Il redshift

La distanza delle galassie era stata misurata utilizzando le variabili Cefeidi.

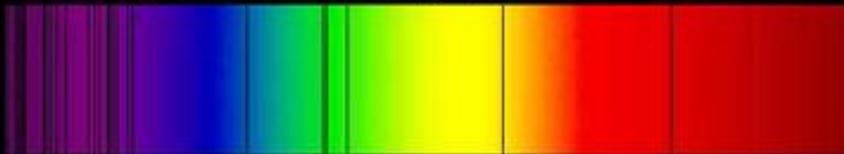
Hubble misurò gli spettri delle galassie e si accorse che le righe apparivano spostate verso il rosso (Redshift)



Absorption Lines from our Sun



Absorption Lines from a supercluster of galaxies, BAS11  
 $v = 0.07 c$ ,  $d = 1$  billion light years



Il redshift è in relazione con la velocità delle galassie...