

LA VITA DELLE STELLE - 9

4) LA FISICA DELLE STELLE

a) L'EVOLUZIONE STELLARE

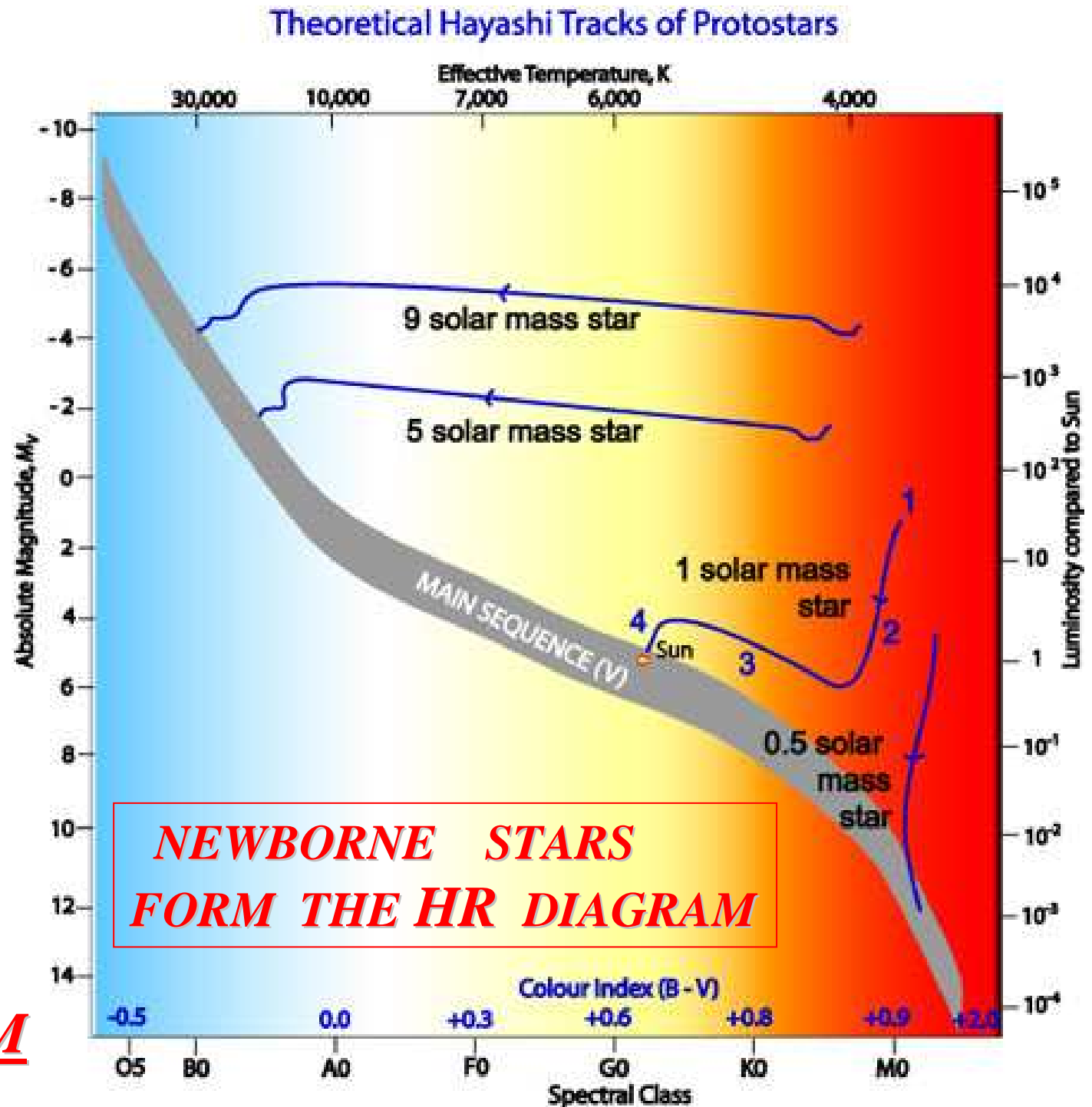
Prof. Antonio Bianchini

Dipartimento di Astronomia

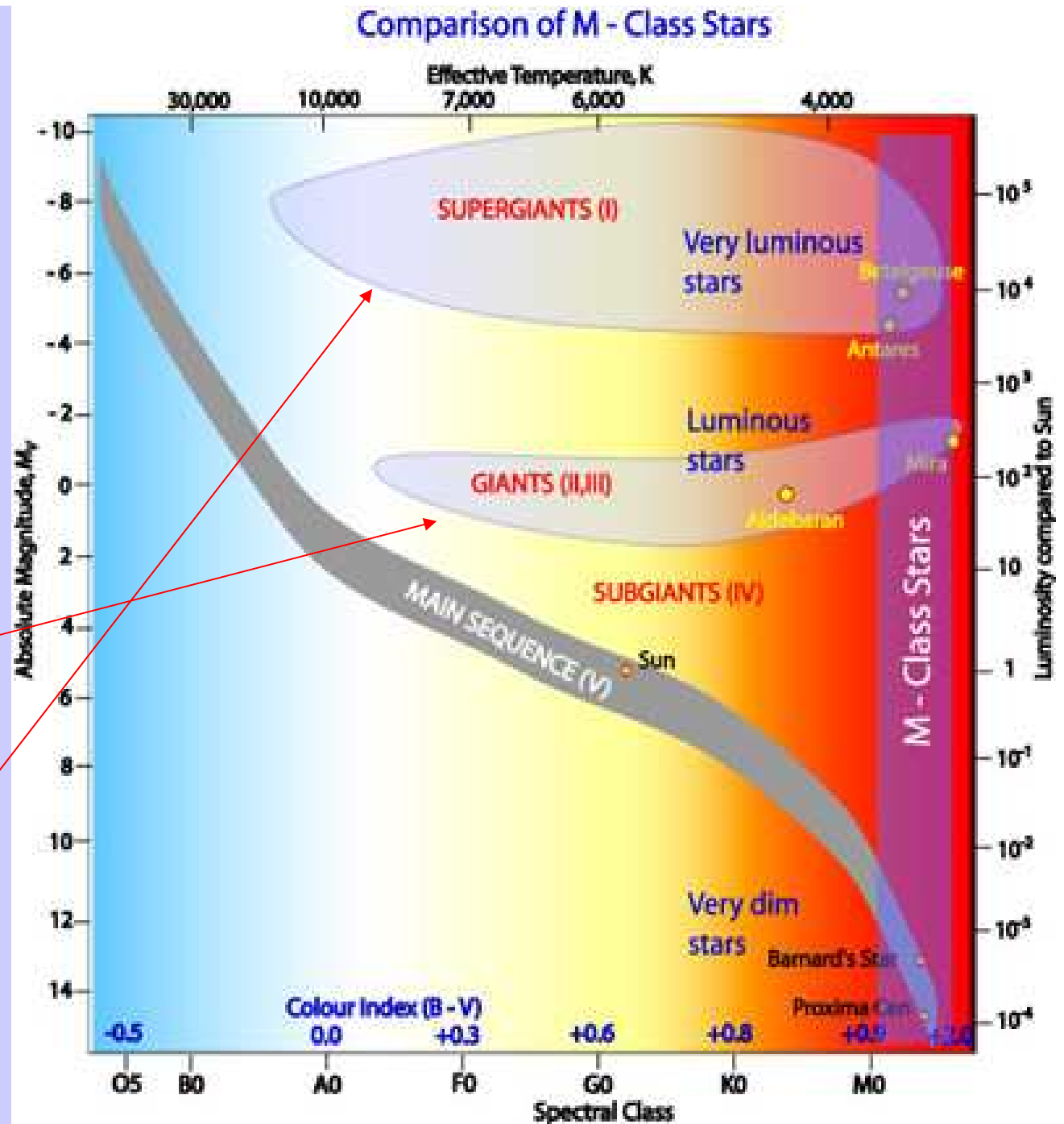
Università di Padova

antonio.bianchini@unipd.it

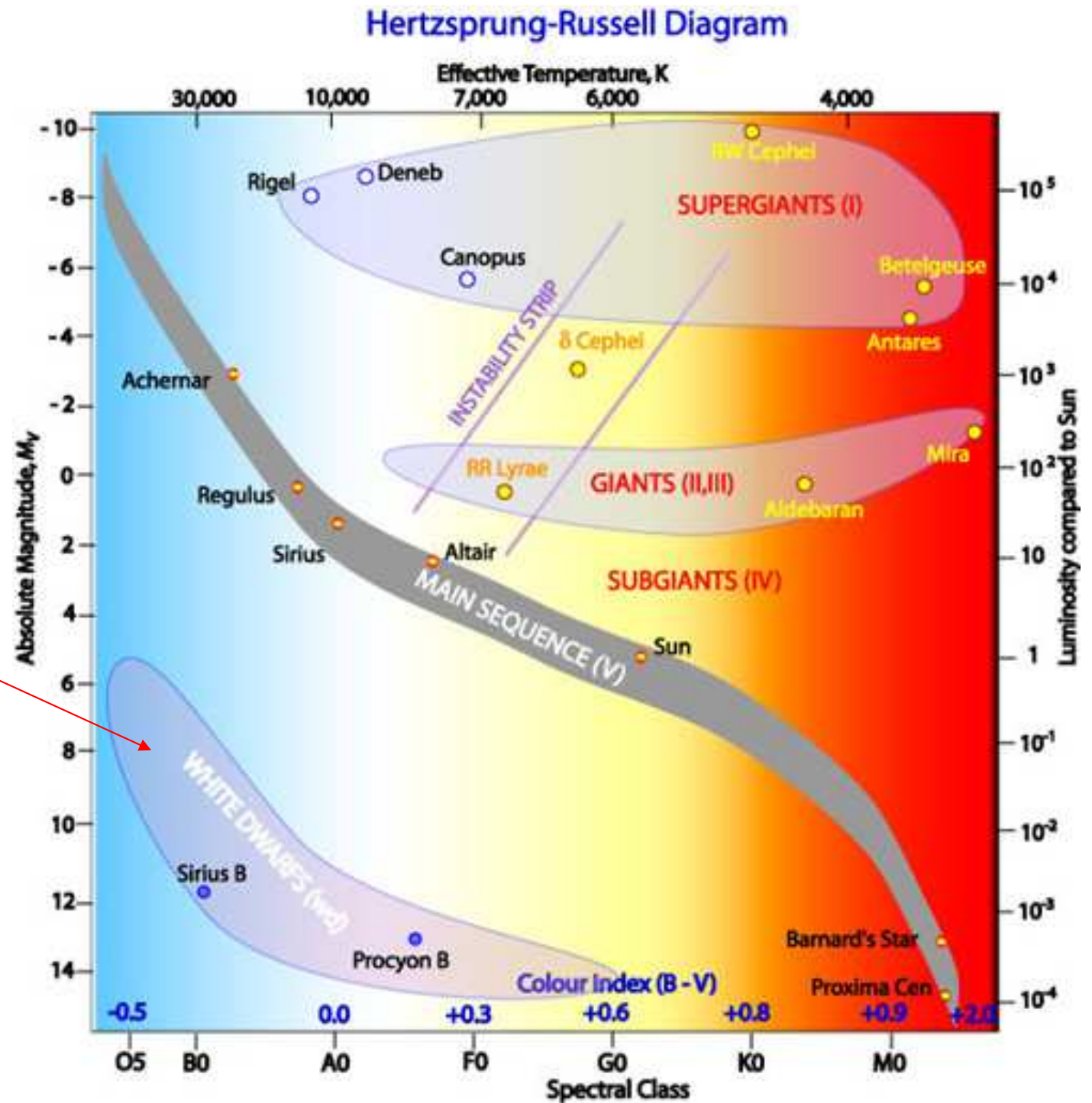
AFTER A CLUSTER IS BORN, STARS ARE PLACED IN THE H-R DIAGRAM ALONG A MAIN SEQUENCE WHERE THEY BURN HYDROGEN INTO HELIUM



**IN THE *HR*
DIAGRAM
WE CAN ALSO
SEE VERY
LUMINOUS
COLD STARS
CALLED
GIANTS
AND
SUPERGIANTS**



**BUT WE CAN
ALSO SEE
UNDER-
-LUMINOUS
HOT STARS
CALLED
WHITE
DWARFS**



LE STELLE FUORI DELLA SEQUENZA PRINCIPALE SONO STELLE EVOLUTE, CHE HANNO ABBANDONATO LA *MS* SUBITO DOPO AVER ESAURITO L'IDROGENO NEL LORO NUCLEO. QUANDO IL NUCLEO INCOMINCIA A CONTRARSI, LA STELLA SI ESPANDE. DURANTE QUESTO PROCESSO, IL NUCLEO RAGGIUNGE LA TEMPERATURA D'INNESCO DELLE REAZIONI DEL BRUCIAMENTO DELL'ELIO IN CARBONIO-OSSIGENO E LA LUMINOSITA' DELLA STELLA CRESCE PORTANDOLA NELLA REGIONE DELLE GIGANTI ROSSE... MA, ALLA FINE, ABBIAMO NANE BIANCHE, STELLE DI NEUTRONI, BUCHI NERI E INVILUPPI GASSOSI IN ESPANSIONE !

QUINDI, LE FASI DI EVOLUZIONE POST-SEQUENZA CORRISPONDONO ALLE FASI DI COLLASSO DEL NUCLEO DI ELIO E DEL SUCCESSIVO INNESCO (PIU' O MENO VIOLENTO) DELLE SUCCESSIVE REAZIONI NUCLEARI. LE TEMPERATURE CENTRALI SONO VANNO AUMENTANDO MENTRE QUELLE FOTOSFERICHE SONO GENERALMENTE PIU' FREDDE DI QUELLE DELLE STELLE DI MS.

LE NANE BIANCHE SONO INVECE I RESIDUI FINALI DELLE TRACCE EVOLUTIVE DI STELLE CON MASSE COMPRESSE TRA 0.6 e 6 M_{\odot} . STELLE CON MASSE SUPERIORI FINISCONO COL PRODURRE SUPERNOVAE.

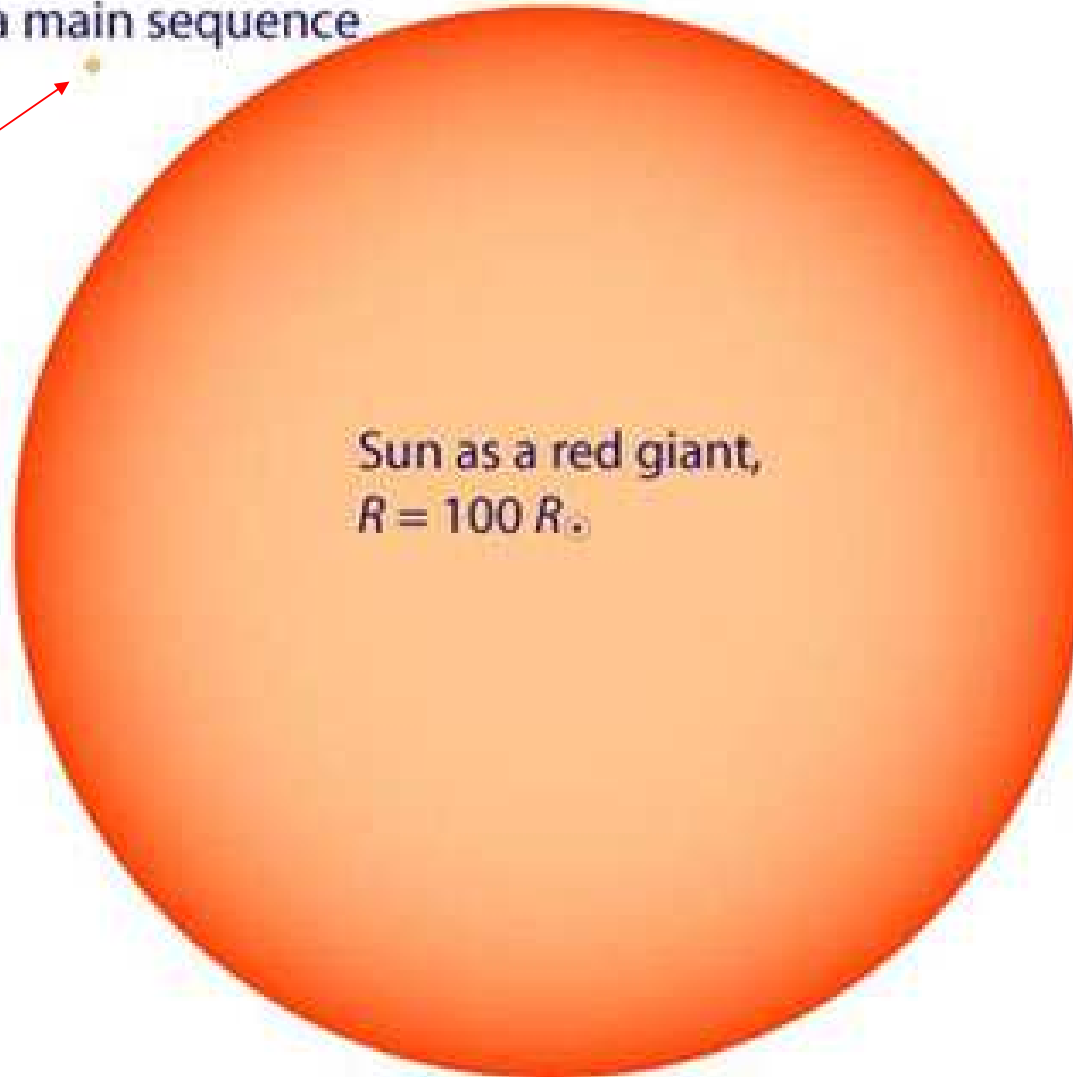


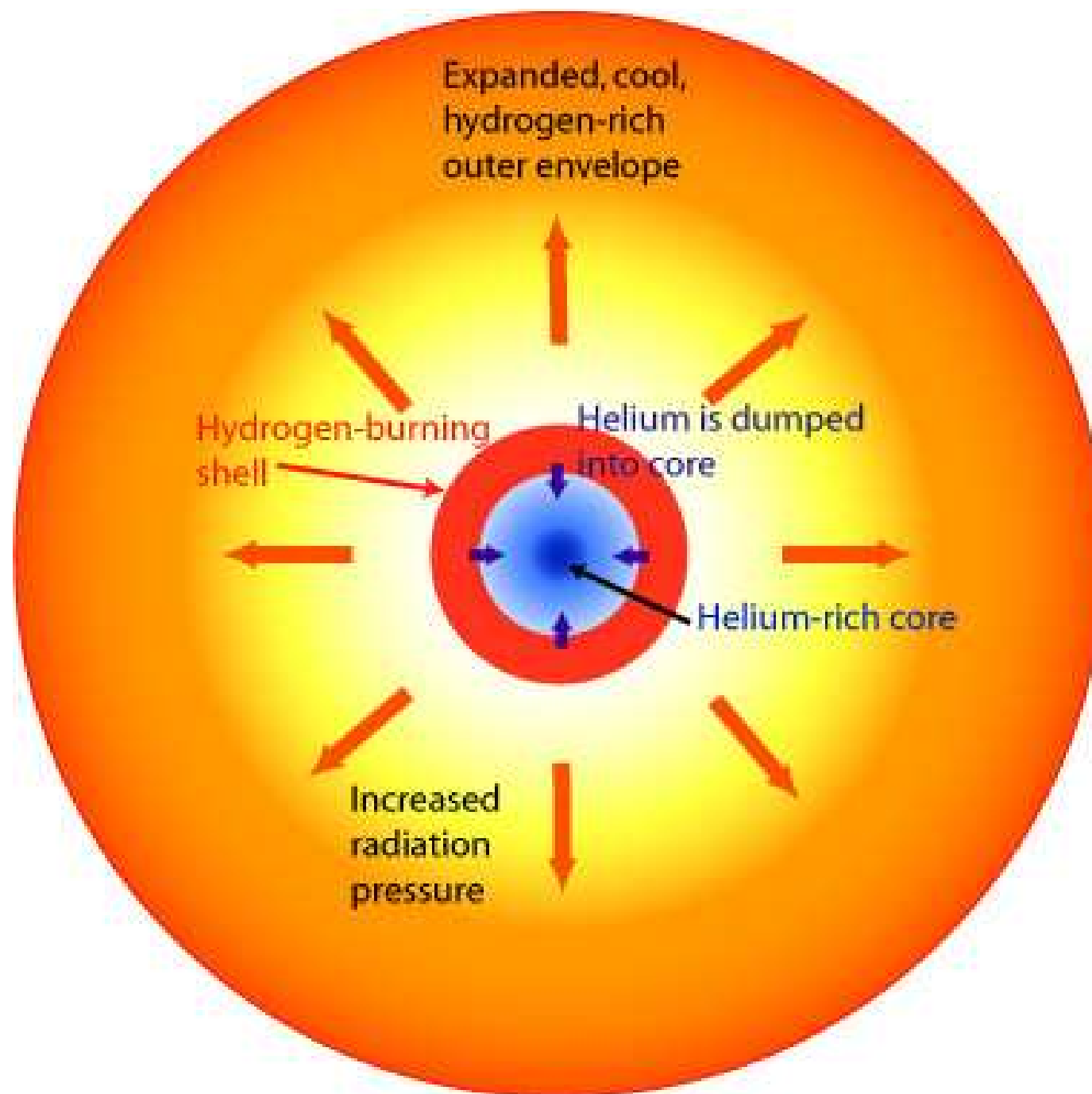
QUANDO IL SOLE DIVENTERA' UNA GIGANTE ROSSA

Sun as a main sequence
star



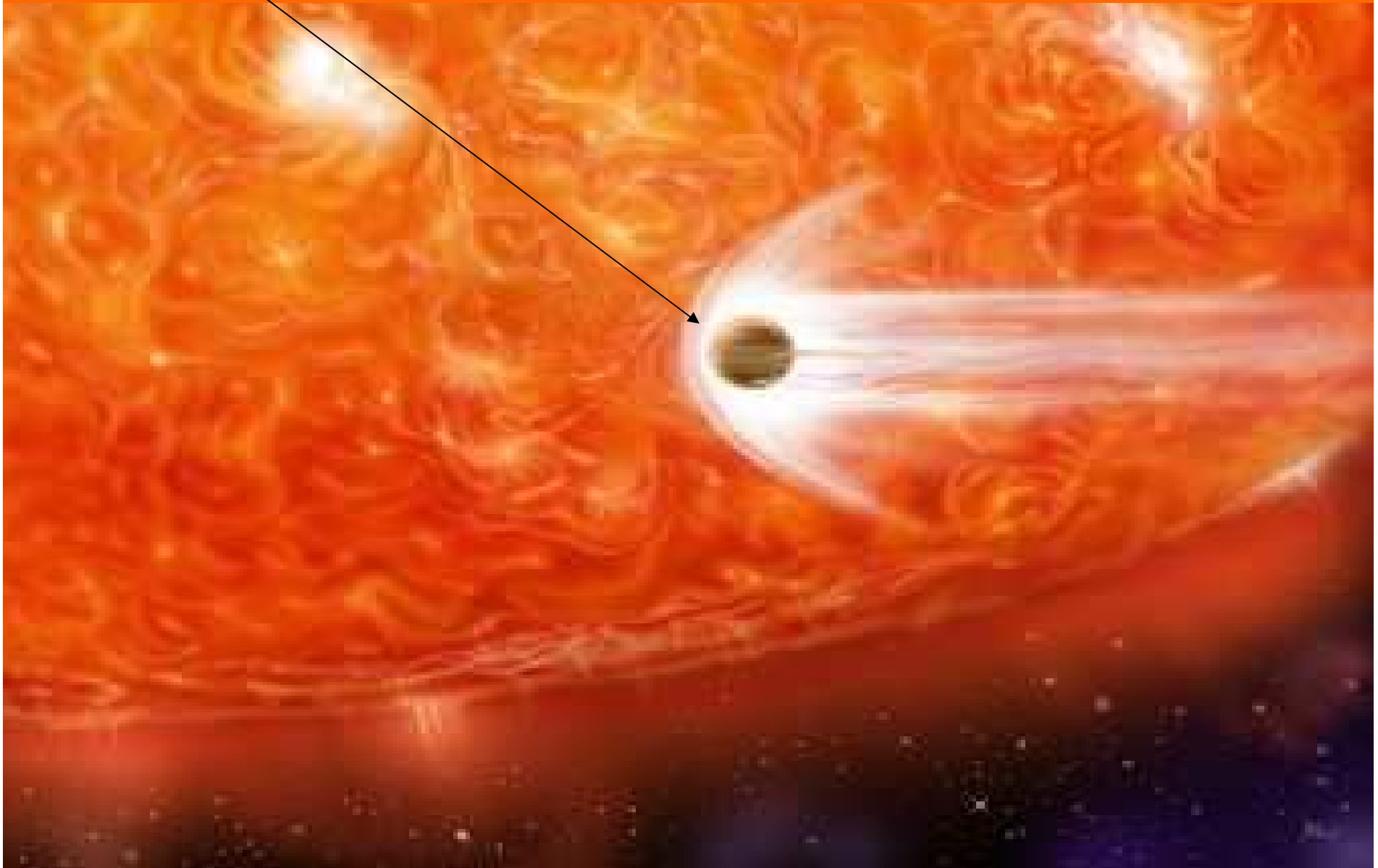
Sun as a red giant,
 $R = 100 R_{\odot}$





Hydrogen Shell Burning on the Red Giant Branch

QUANDO IL SOLE SI ESPANDERA' LA TERRA...!

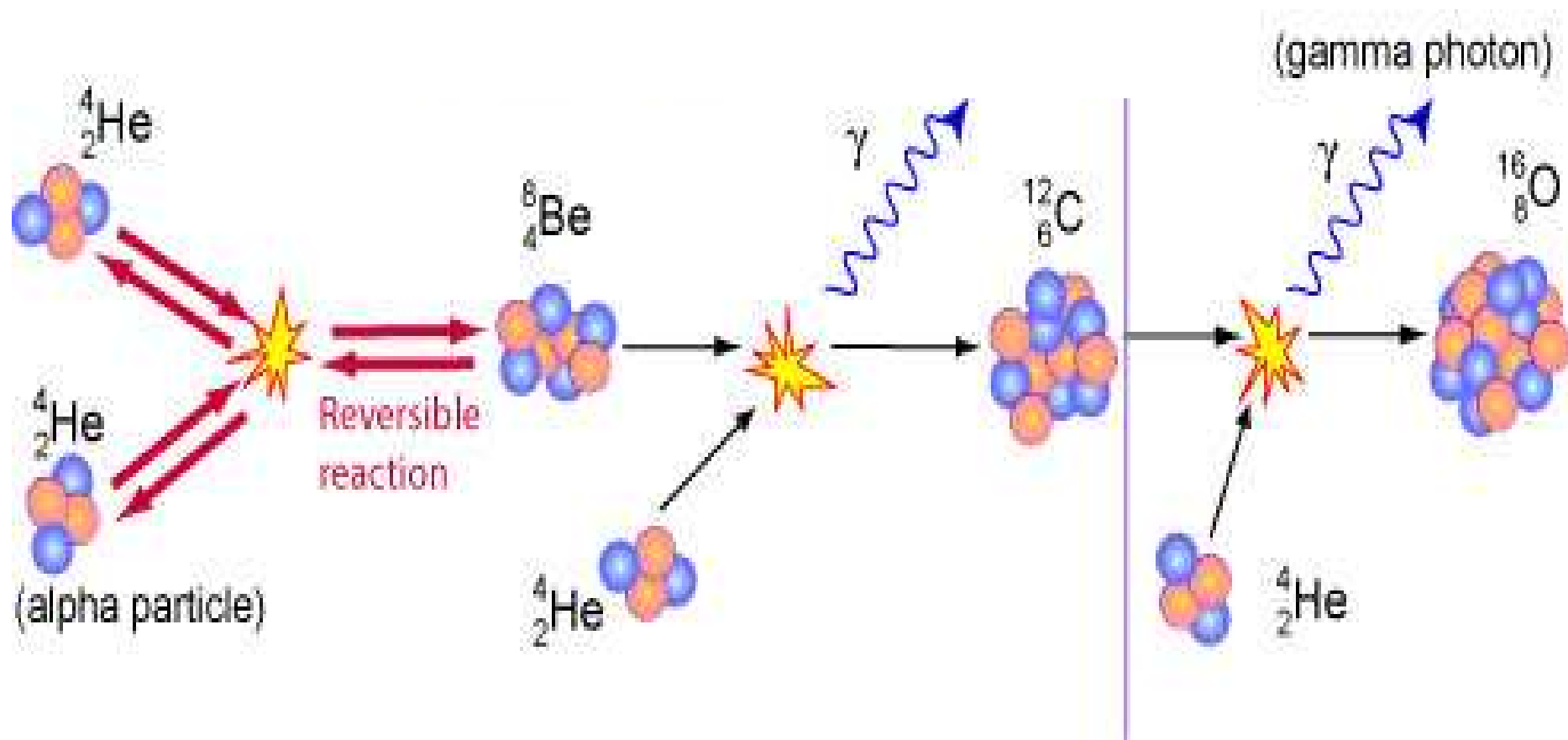


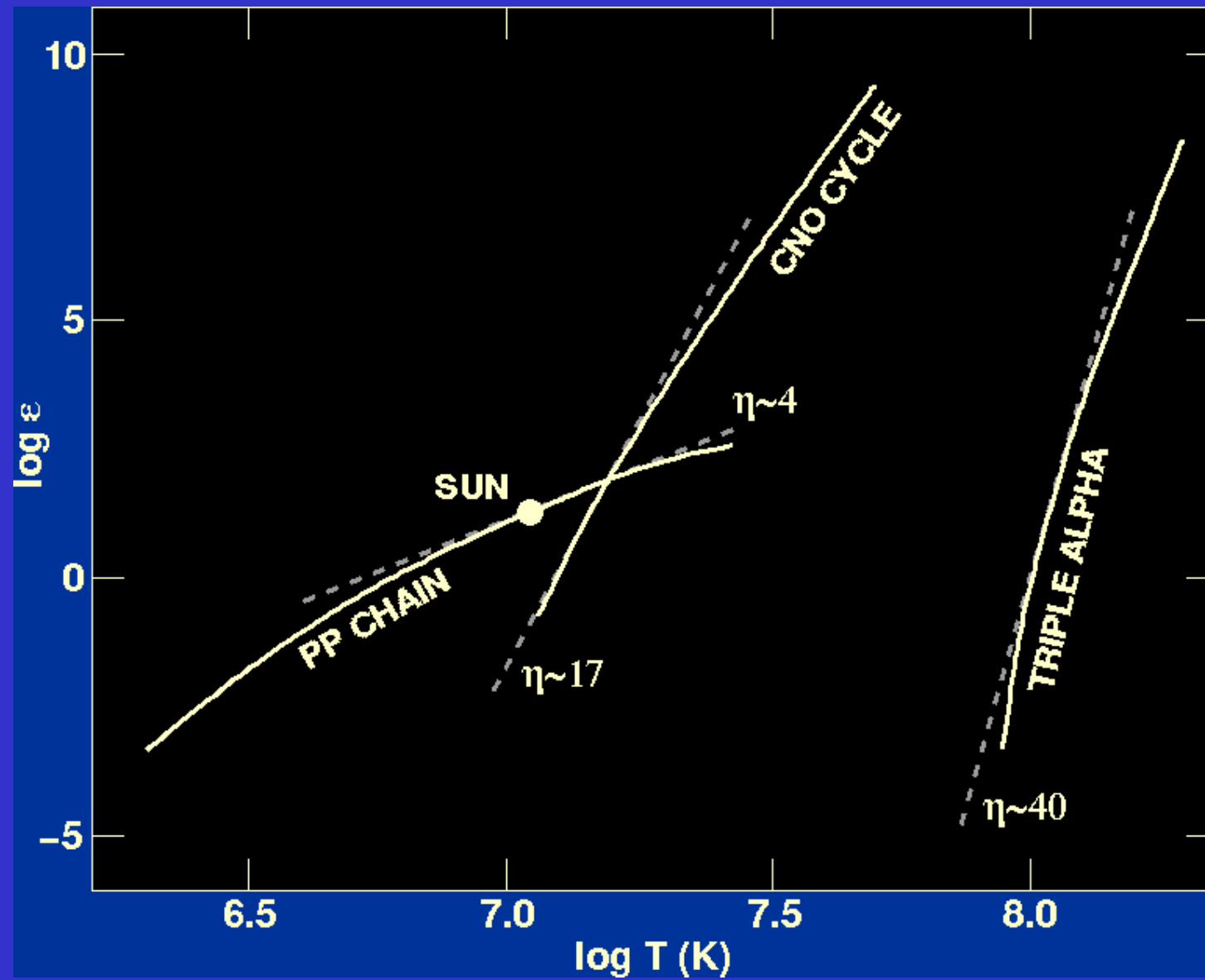


© G. Galletta

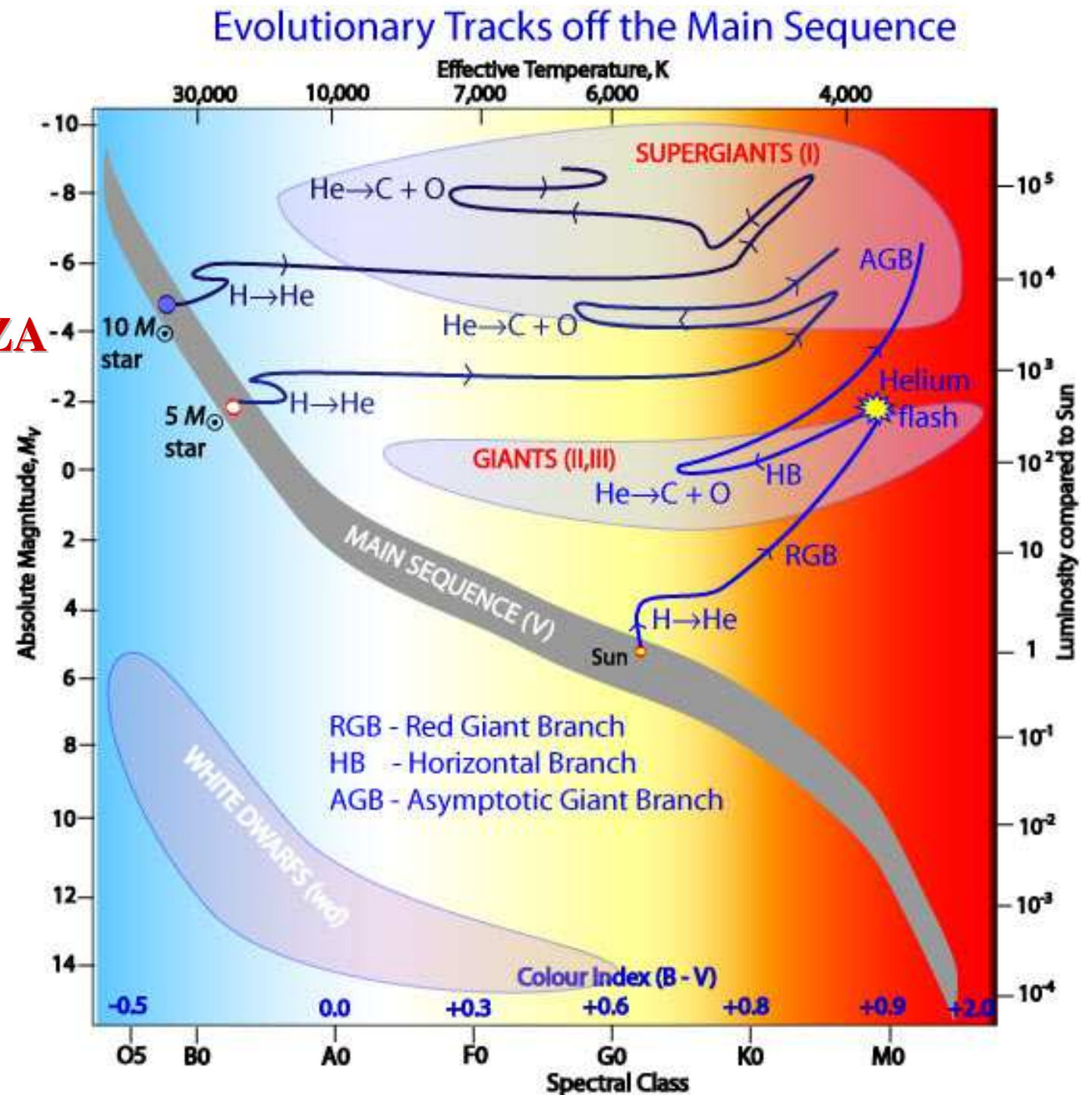
QUANDO IL NUCLEO COLLASSA E RAGGIUNGE LA
TEMPERATURA DI *100.000.000 K*, INIZIA LA
FUSIONE DEI NUCLEI DI ELIO CHE PRODUCE
NUCLEI DI CARBONIO E OSSIGENO

E' DETTO PROCESSO 3-ALFA



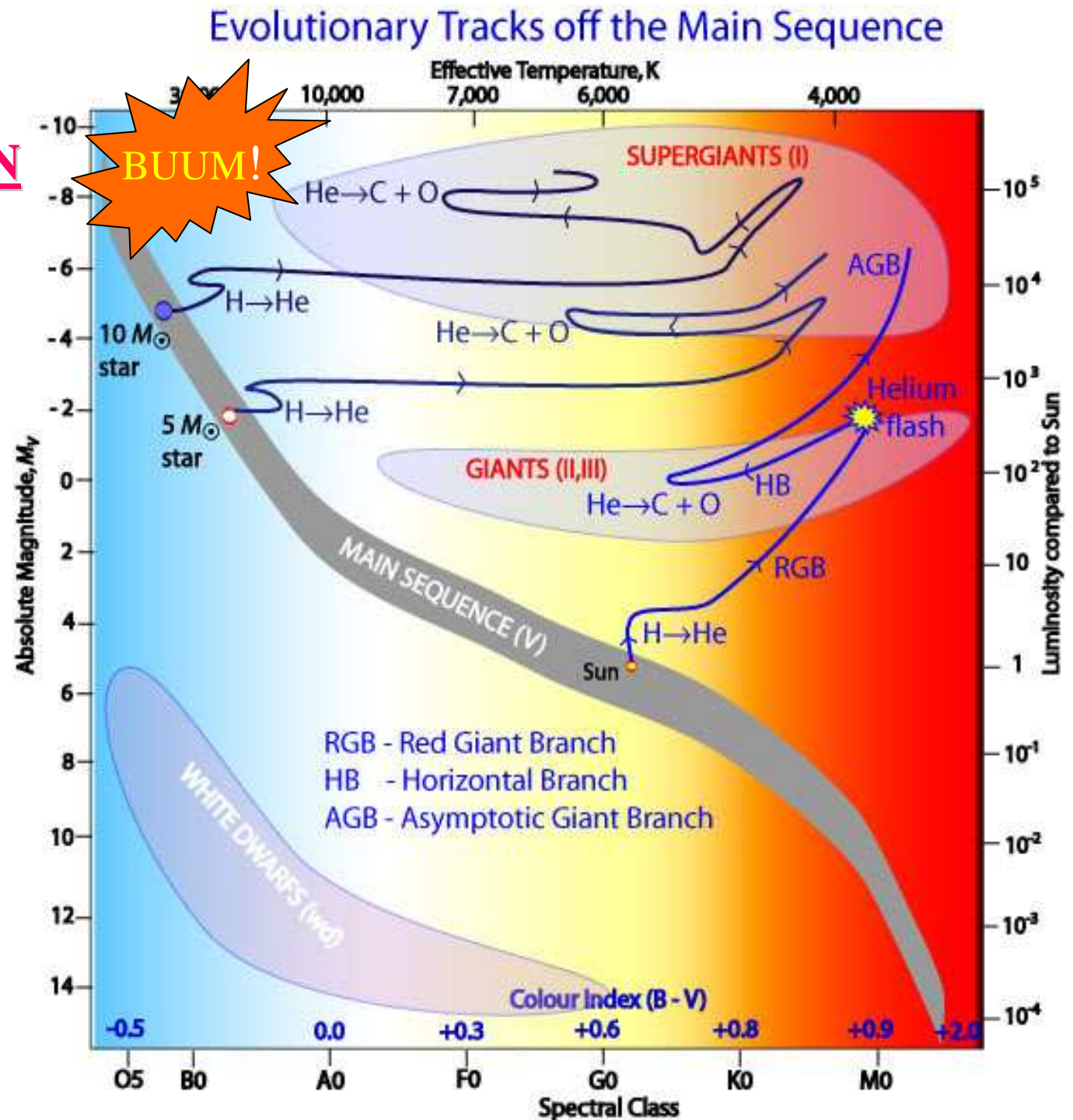


EVOLUZIONE POST-SEQUENZA

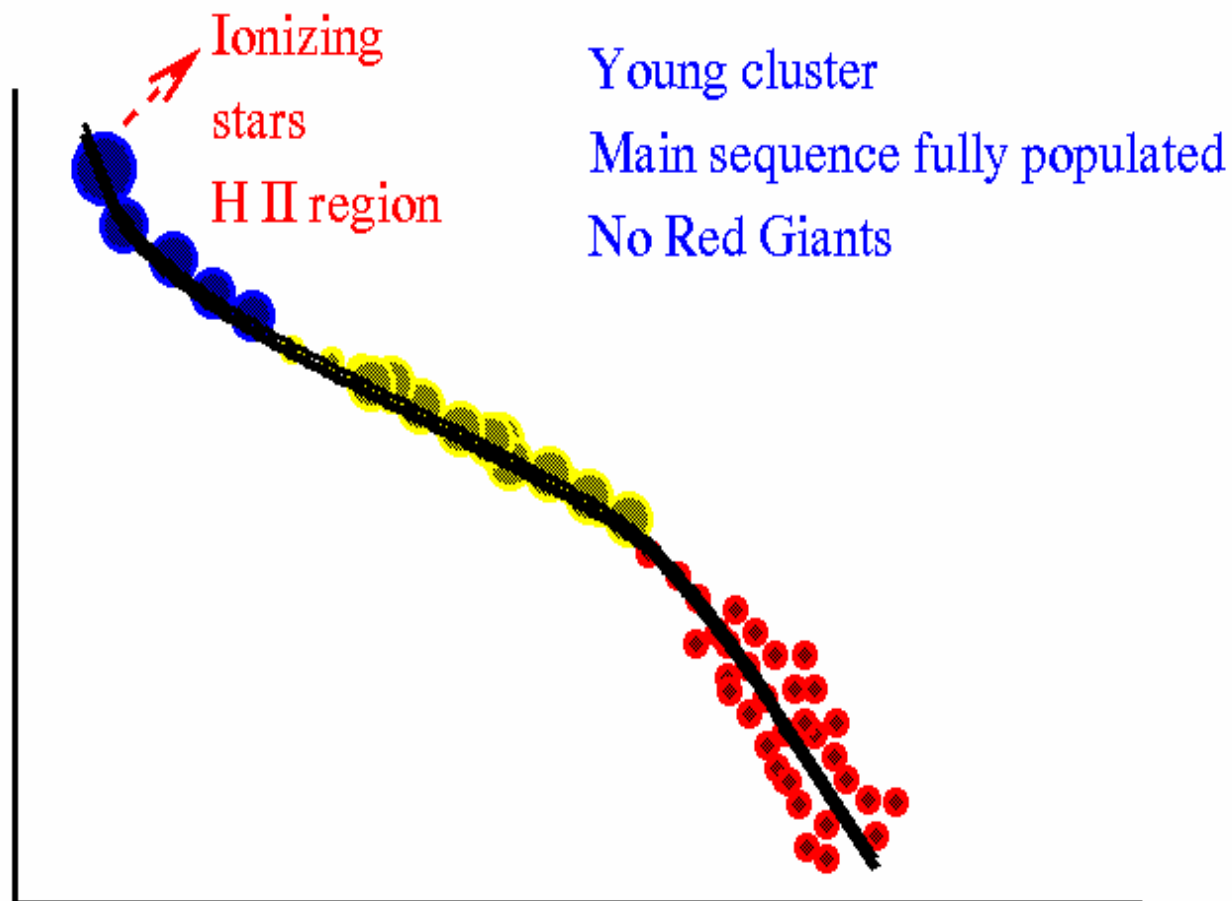


SE LA STELLA
E' MOLTO
MASSICIA, NON
SI FORMA UNA
NANA BIANCA
DI C-O.

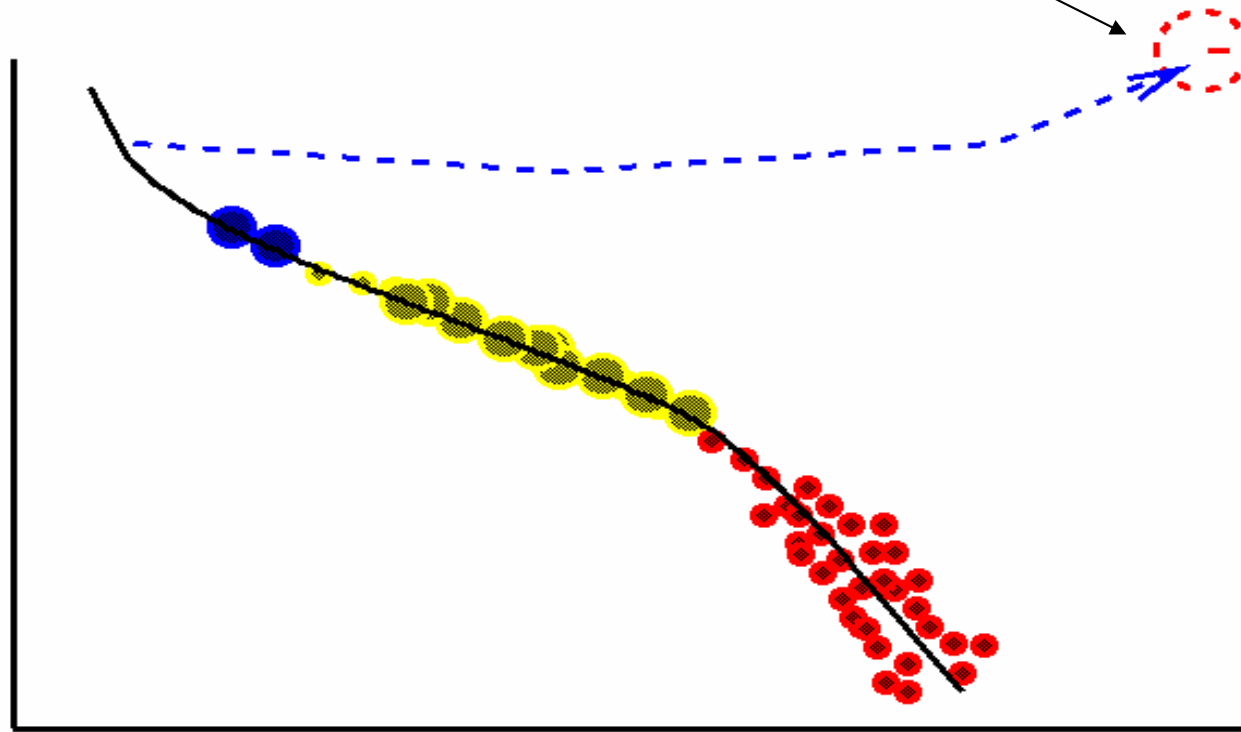
LE REAZIONI
CONTINUANO
NEL NUCLEO
STELLARE FINO
ALLA SINTESI
DEL FERRO.
LA STELLA
COLLASSA E
POI ESPLODE
COME
SUPERNOVA



LE STELLE PIU' MASSICCE E CALDE ESAURISCONO PER PRIME IL COMBUSTIBILE-IDROGENO NEL LORO NUCLEO E SONO QUINDI COSTRETTE AD EVOLVERE USCENDO DALLA SEQUENZA PRINCIPALE (H-R)

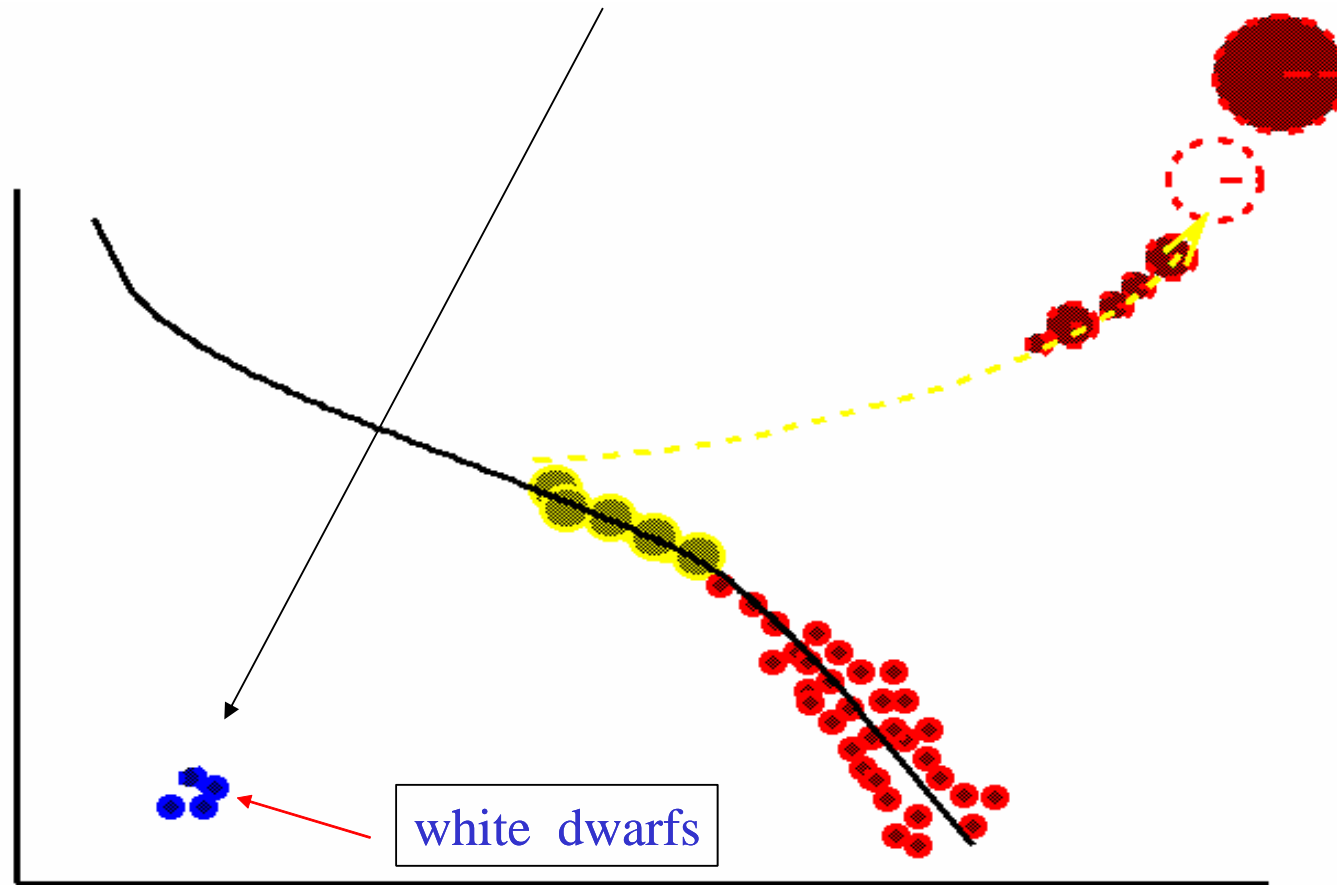


IL NUCLEO DELLA STELLA SI CONTRAE MENTRE IL RESTO DELLA STELLA SI ESPANDE FINO A DIVENTARE UNA GIGANTE ROSSA. NEL NUCLEO LA TEMPERATURA E' AUMENTATA E L'ELIO INCOMINCIA A TRASFORMARSI IN CARBONIO E OSSIGENO



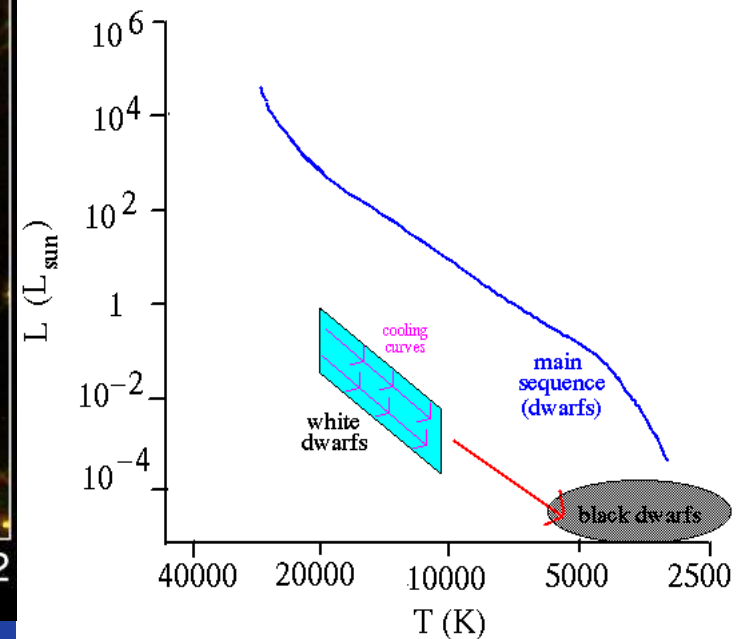
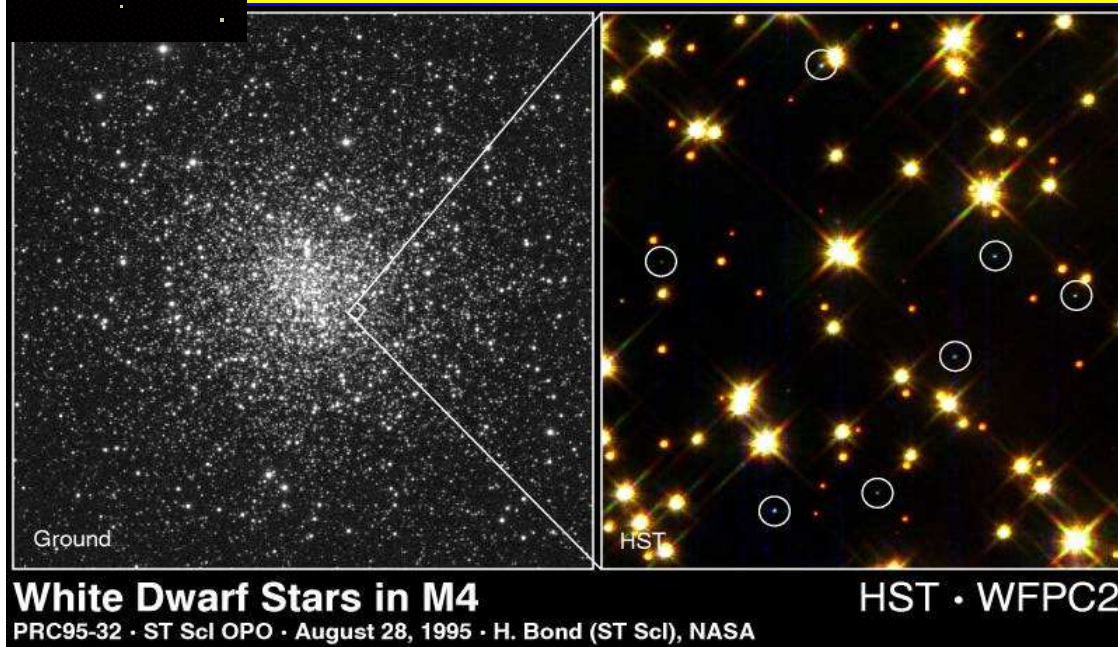
10 Million years Old --> Most massive main sequence stars are now Red Giants --> H II regions are gone

LE STELLE PIU' MASSICCE CONTINUANO AD EVOLVERE VERSO LA REGIONE DELLE GIGANTI ROSSE LE QUALI PRODUCONO LE NANE BIANCHE



1 Billion years old --> more stars on the giant branch; some white dwarfs now. Upper main sequence gone above 2 solar masses

Le nane bianche (white dwarfs): oggetti molto caldi e compatti, poco luminosi perché di piccole dimensioni.



Sono i residui fossili dei noccioli di combustione delle stelle con masse tra 0.6 e 6 masse solari. Sono composti di C e O. L'elevata densità costringe le particelle materiali ad una vicinanza così stretta da compromettere la loro naturale tendenza a non farsi mai localizzare con eccessiva precisione.

Sono serbatoi di energia che viene radiata sotto forma di onde elettromagnetiche, attraverso una superficie molto piccola. Per questo motivo le nane bianche vanno raffreddandosi molto lentamente nel tempo, ed eventualmente si trasformano in nane brune.