



Vývoj a stavba hviezd

Veronika Hamarová III. A

Obsah

- Medzihviezdna hmota a formácia hviezd
- Vývoj hviezd
 - Hertzsprungov-Russelov diagram
 - Detailnejší pohľad na vývoj hviezd podobných Slnku
- Finálne štádia hviezd
 - Biely trpaslík
 - Neutrónová hviezda
 - Čierna diera
- Štruktúra hviezd
 - Zdroje energie

Medzihviezdna hmota a formácia hviezd

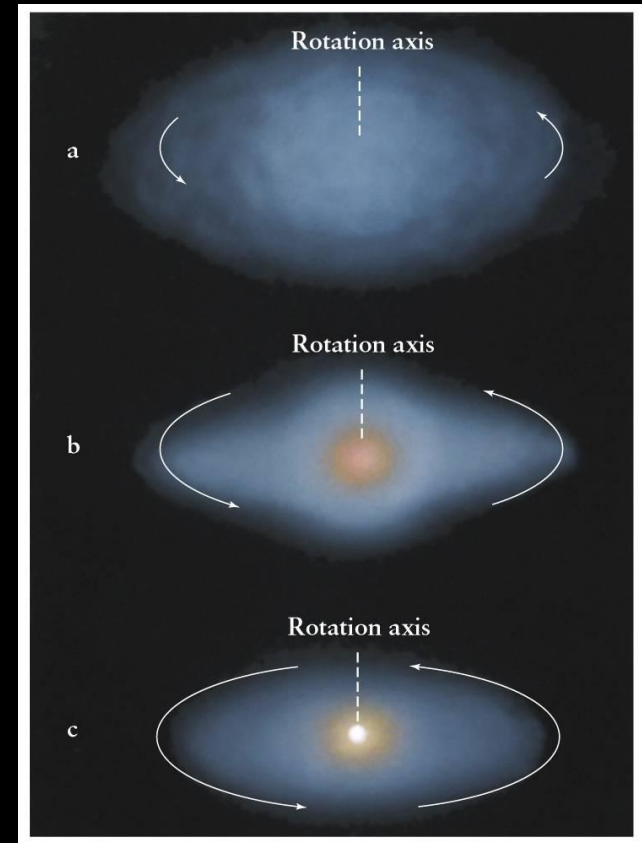
- Hmloviny
 - Zhluky medzihviezdného plynu a prachu
 - Miesta vzniku nových hviezd



M16 – Sĺpy stvorenia
(súhvezdie Orol)

Medzihviezdna hmota a formácia hviezd

- Gravitačný kolaps mračna
 - ZZMH
 - Pri zmršťovaní - tvar disku
 - Centrálna oblasť zvyšuje hustotu ρ a teplotu T
 - Vznik novej hviezdy (protohviezdy) ak T v centre je dostatočná na zapálenie termonukleárnych reakcií
 - Dá sa ukázať, že existuje Jeansova hmotnosť M_J

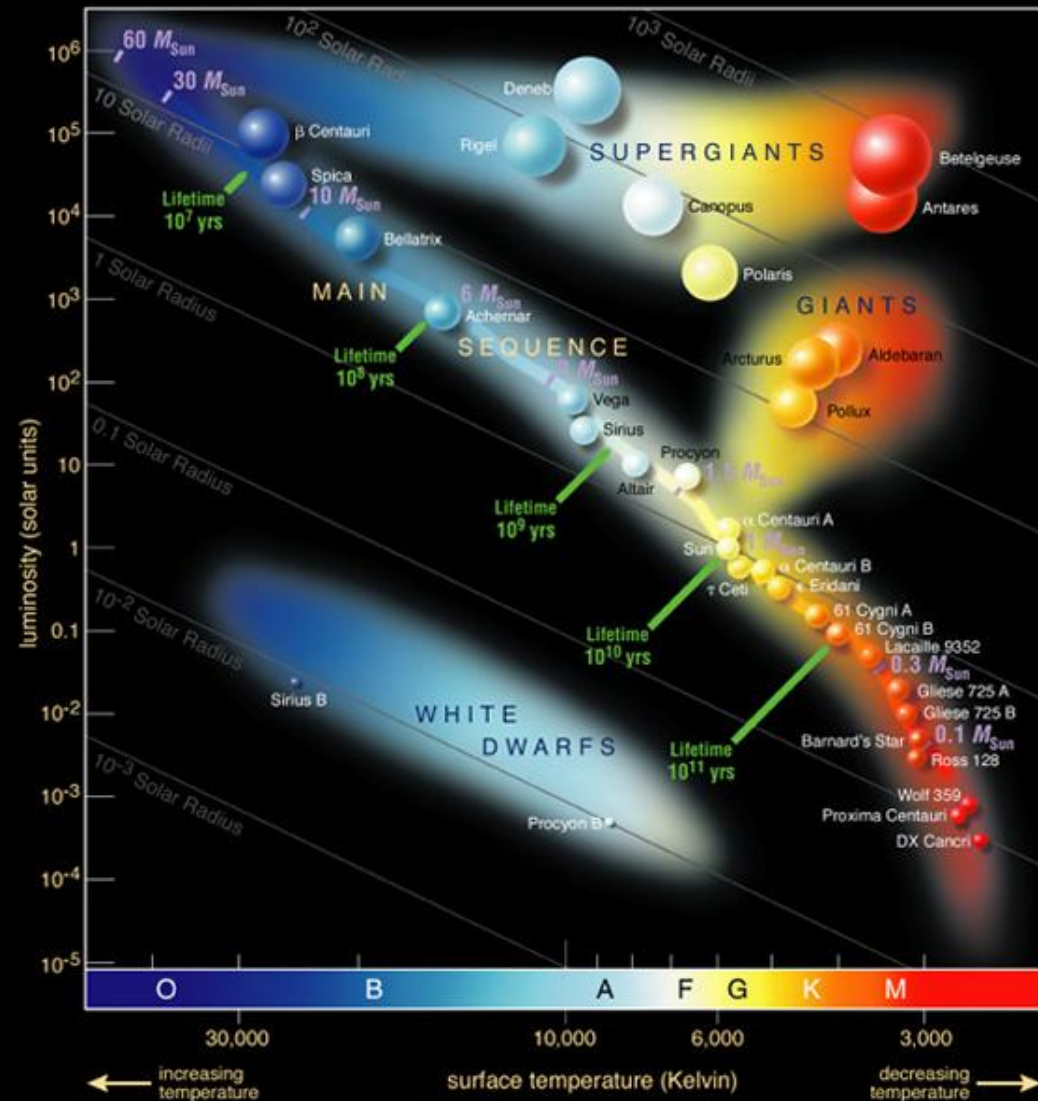


$$M_J = \left(\frac{5kT}{Gm}\right)^{3/2} \left(\frac{3}{4\pi\rho}\right)^{1/2}$$

if $M_{\text{cloud}} > M_J \rightarrow \text{collapse!}$

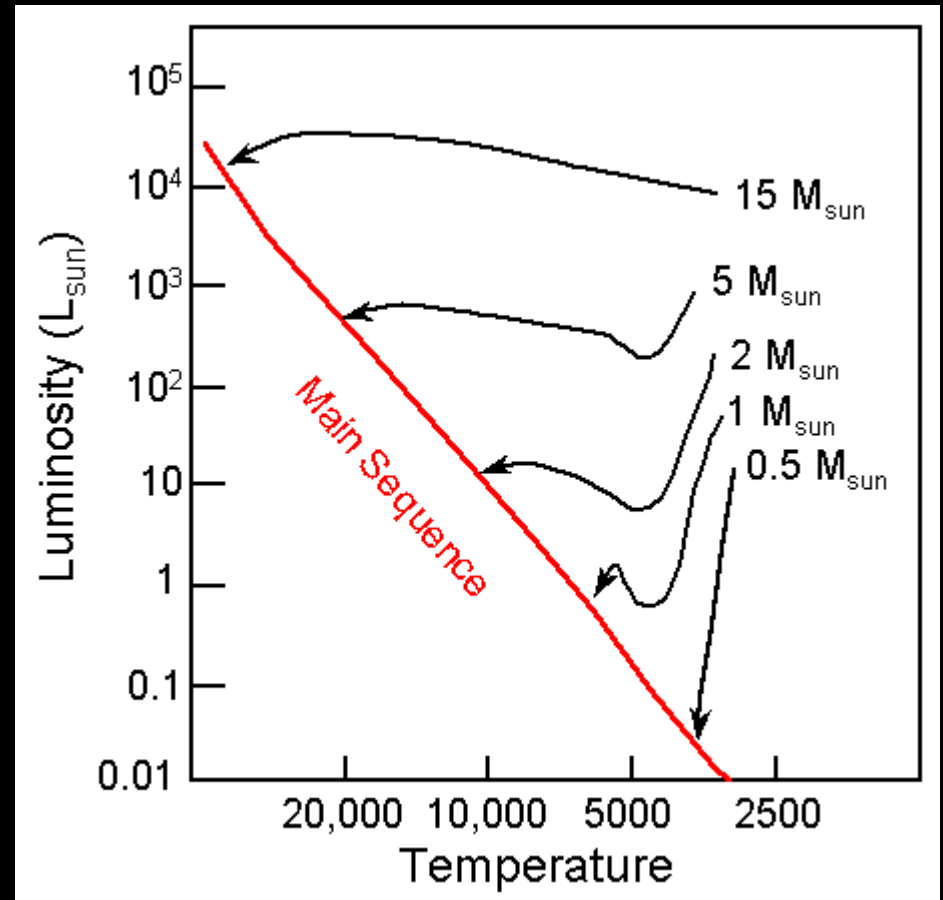
Vývoj hviezd

- Najdôležitejší parameter hviezdy
 - Počiatočná hmotnosť M
- Hertzsprungov-Russelov diagram
 - Empiricky (z pozorovaní) zostavený graf závislosti jasnosti hviezdy od jej povrchovej teploty (spektrálneho typu)
 - Vyjadruje vývojové štádia hviezd



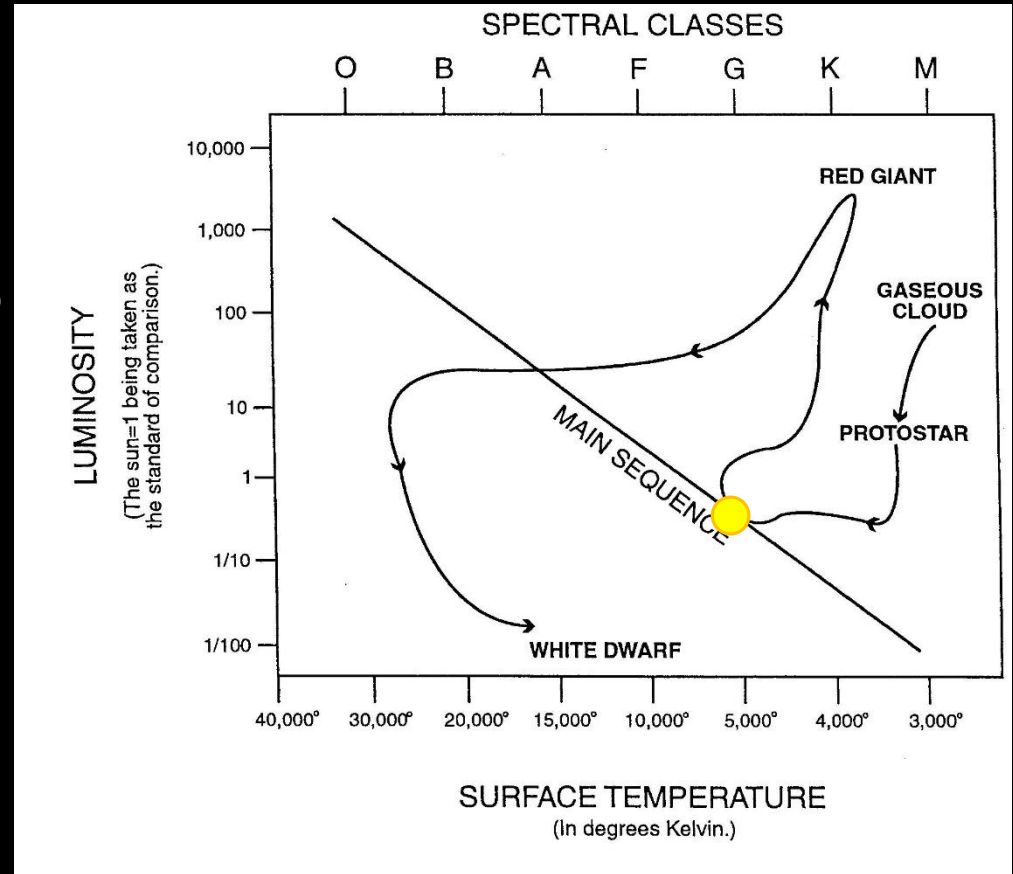
Vývoj hviezd

- ▶ Hlavná postupnosť
 - ▶ Diagonála HR diagramu
 - ▶ „Normálny život“ hviezd po dynamickom štádiu protohviezdy na začiatku
- ▶ Umiestnenie je priamo závislé na M hviezd



Vývoj hviezd

- Osud hviezd s $1 M_{\odot}$
 - Hlavná postupnosť
 - Červený obor
 - Odhodenie vonkajšieho obalu okolo jadra (superwind)
 - Ostatok – C,O jadro ($0,6-1,1 M_{\odot}$)
 - Biely trpaslík uprostred planetárnej hmloviny



Červený obor



Finálne štádia hviezd

- Celkový vývoj je iný pre každú hviezdu podľa jej **počiatočnej hmotnosti**
- $< 0,1 M_{\odot}$ – nezapália sa termonukleárne reakcie
 - **Hnedí trpaslíci**
- $0,7 - 1 M_{\odot}$
 - **Hélioví bieli trpaslíci**
- $1-9 M_{\odot}$
 - **C,O bieli trpaslíci + planetárna hmlovina**

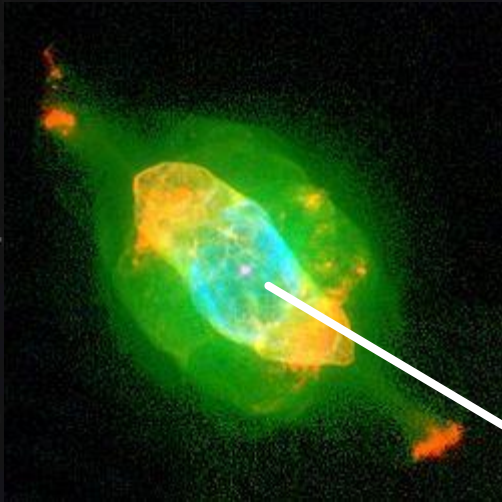
Hnedý trpaslík



Biely trpaslík



Planetárna hmlovina Saturn (súhvezdie Vodnár)



Finálne štádiá hviezd

- ▶ $> 10 M_{\odot}$
 - ▶ $M_{\text{jadro}} > 1,46 M_{\odot}$
 - ▶ **Supernova** – kolaps a náhla explózia hviezdy
 - ▶ Pozostatok – **neutrónová hviezda** ($R \approx 15 \text{ km}$)
 - ▶ $M_{\text{jadro}} > 3 M_{\odot}$
 - ▶ **Čierna diera**
 - ▶ Neunikne ani svetlo

Schwarzschildov polomer

- Teoretický rozmer telesa s hmotnosťou M , pri ktorom sa zrúti a vytvorí čiernu dieru

$$R = \frac{2GM}{c^2}$$

Výbuch supernovy v galaxii M101

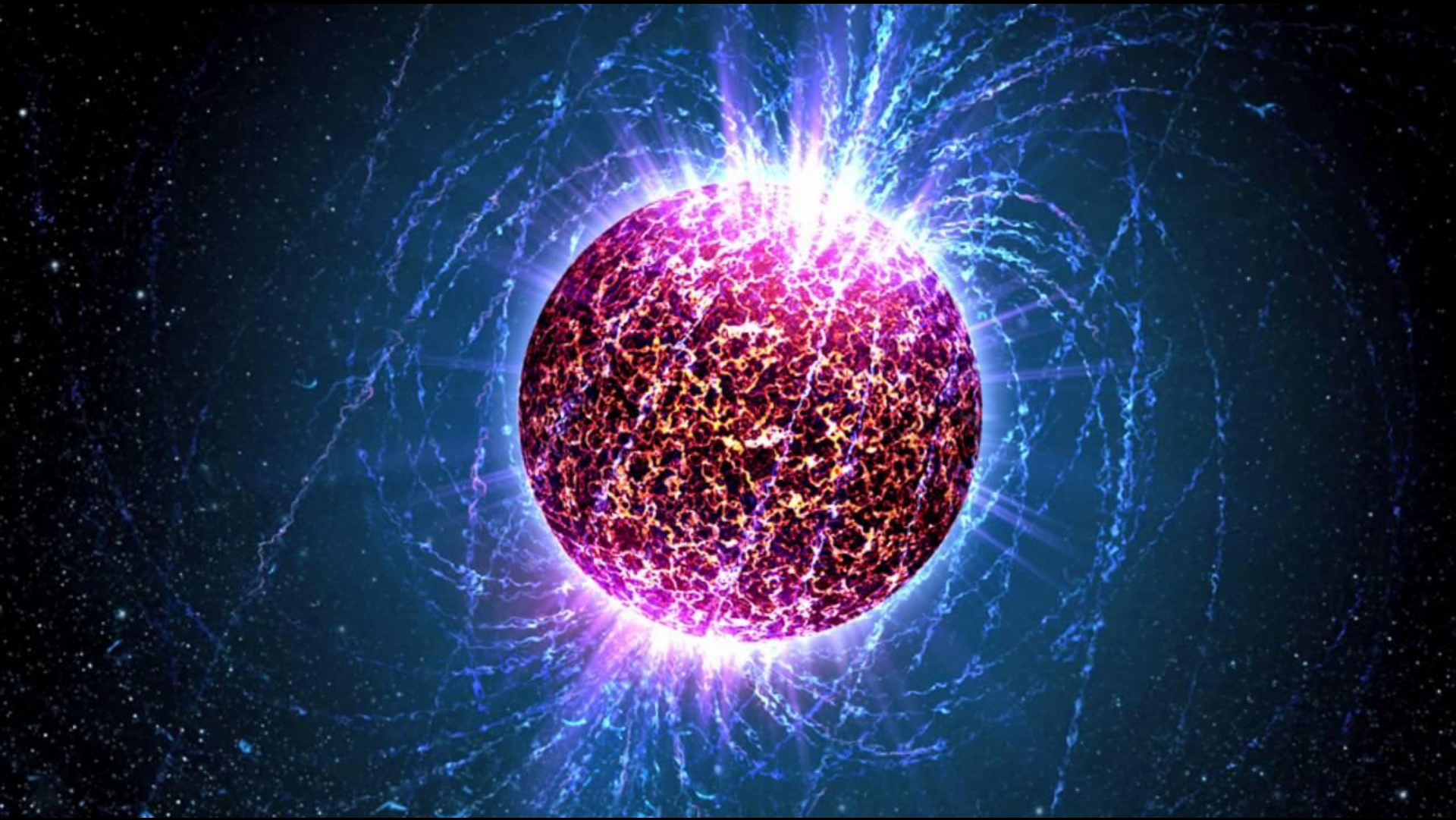




Pozostatok po výbuchu supernovy M1, Krabia hmlovina



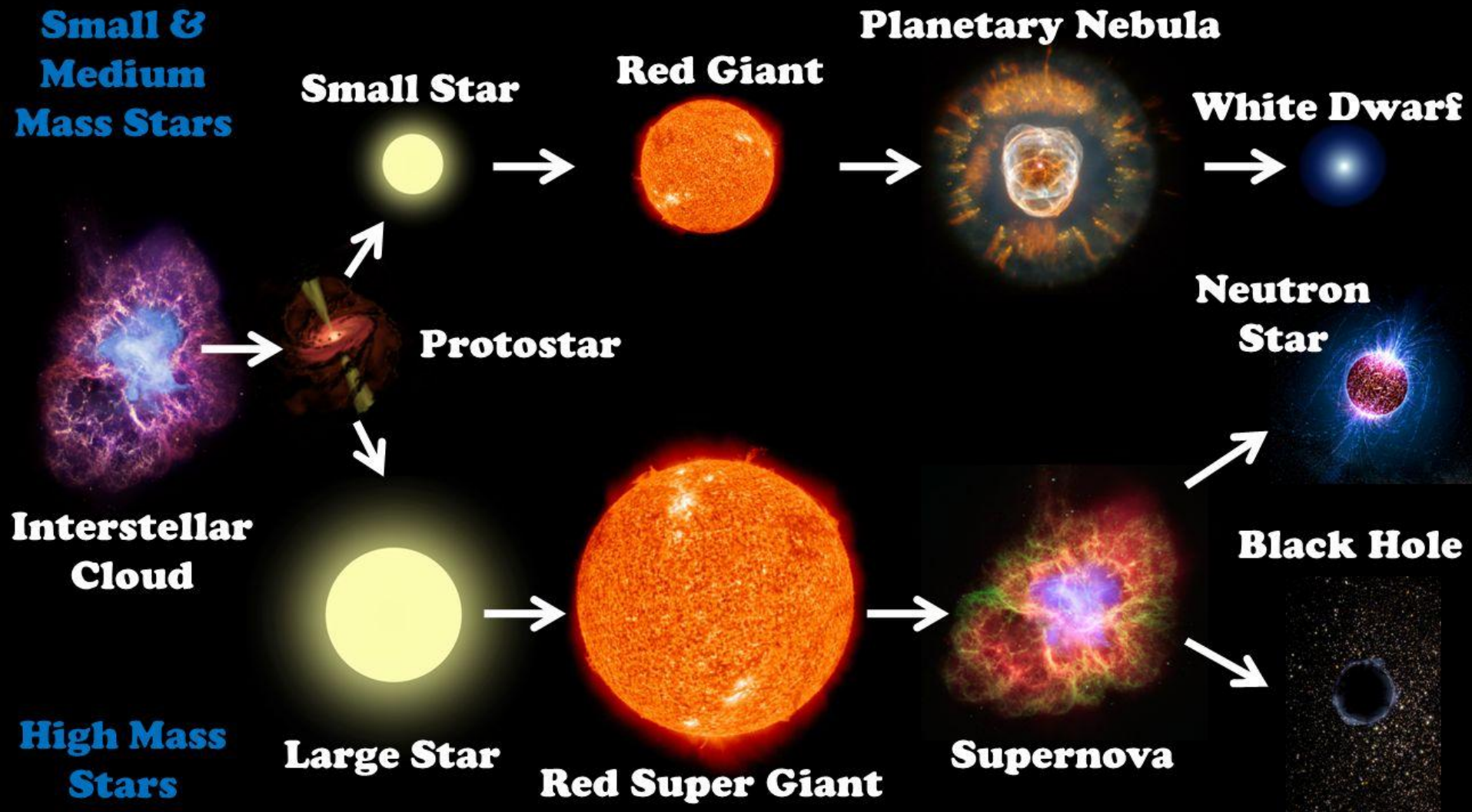
Neutrónová hviezda



Čierna diera

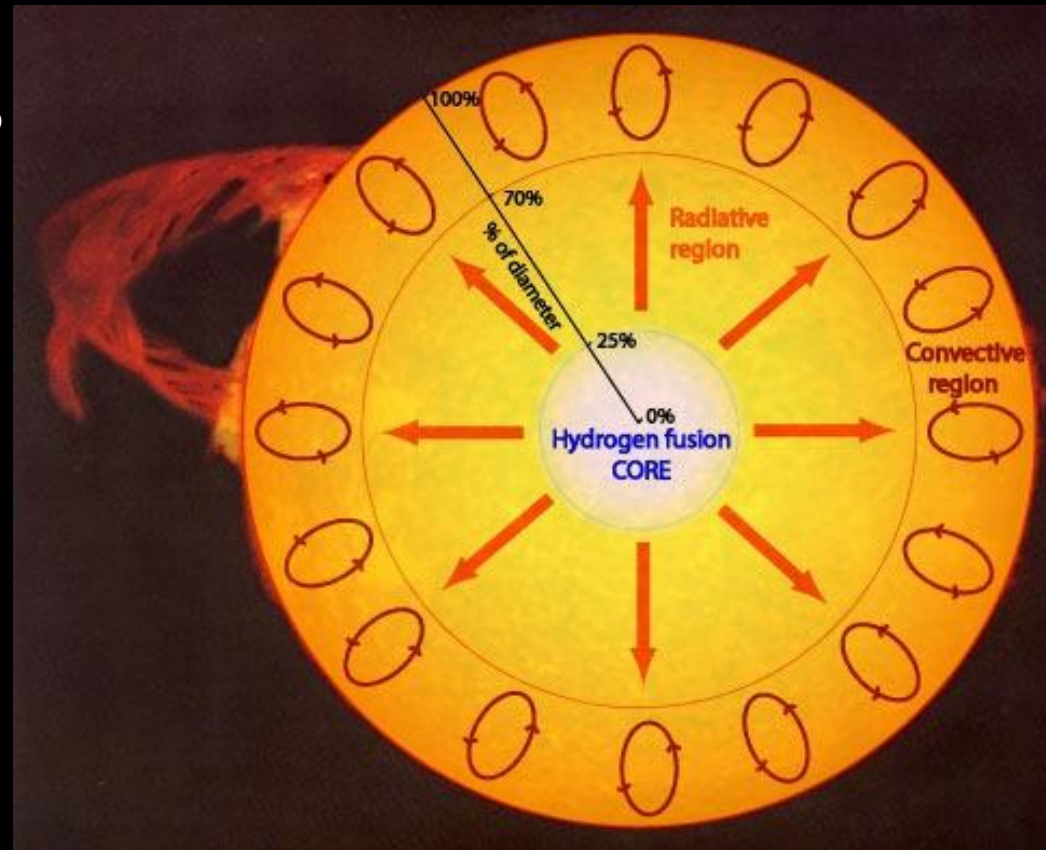


Závěrečné štádia hviezd - zhrnutie



Štruktúra hviezd

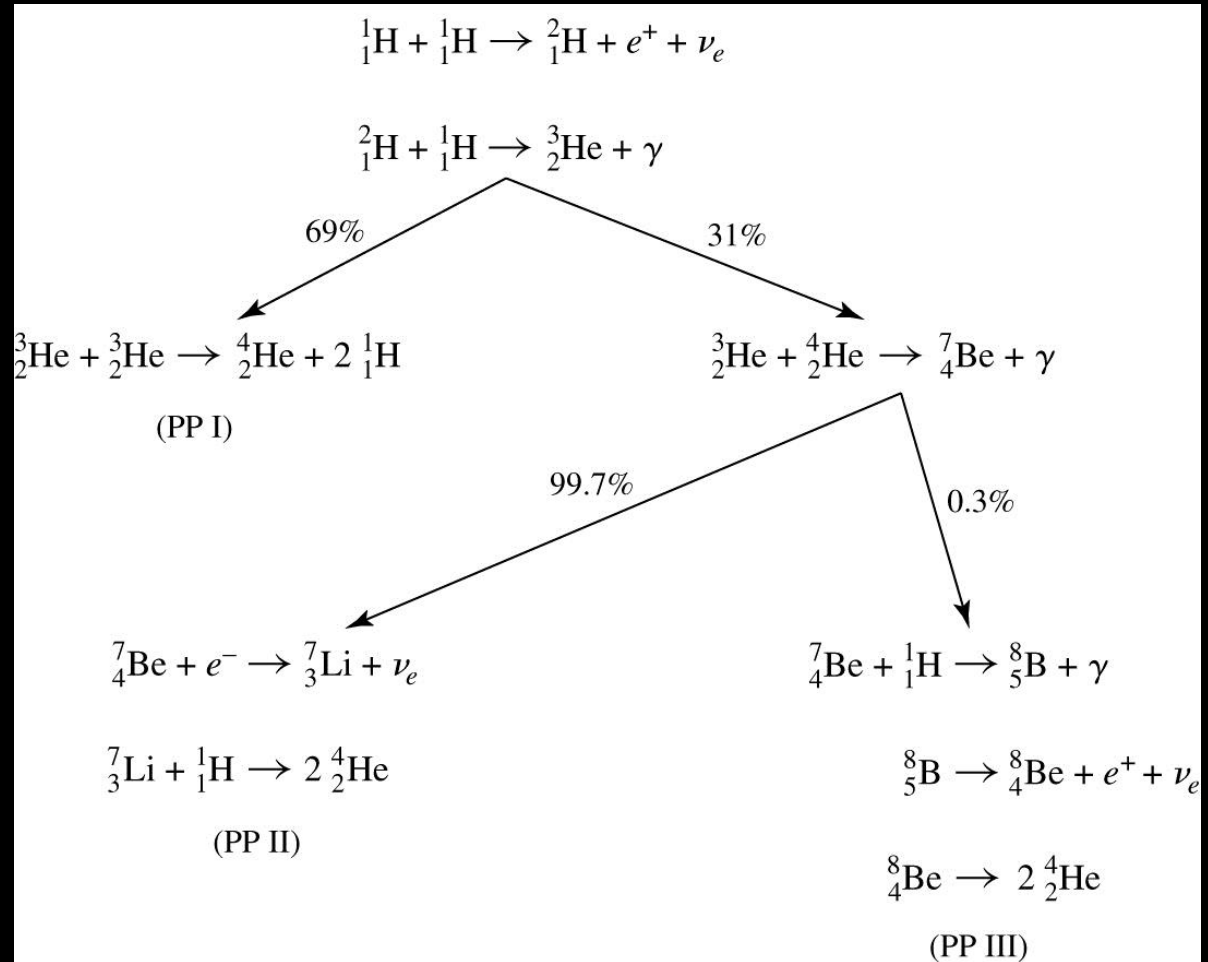
- „Normálna“ hviezda – Slnko
 - 2 časti
 - Jadro
 - Termonukleárne reakcie
 - PP cyklus
 - CNO cyklus
 - Obal
 - 2 zóny
 - Radiačná
 - Konvekčná
 - Skupenstvo
 - Ionizovaný plyn=plazma



Štruktúra hviezd

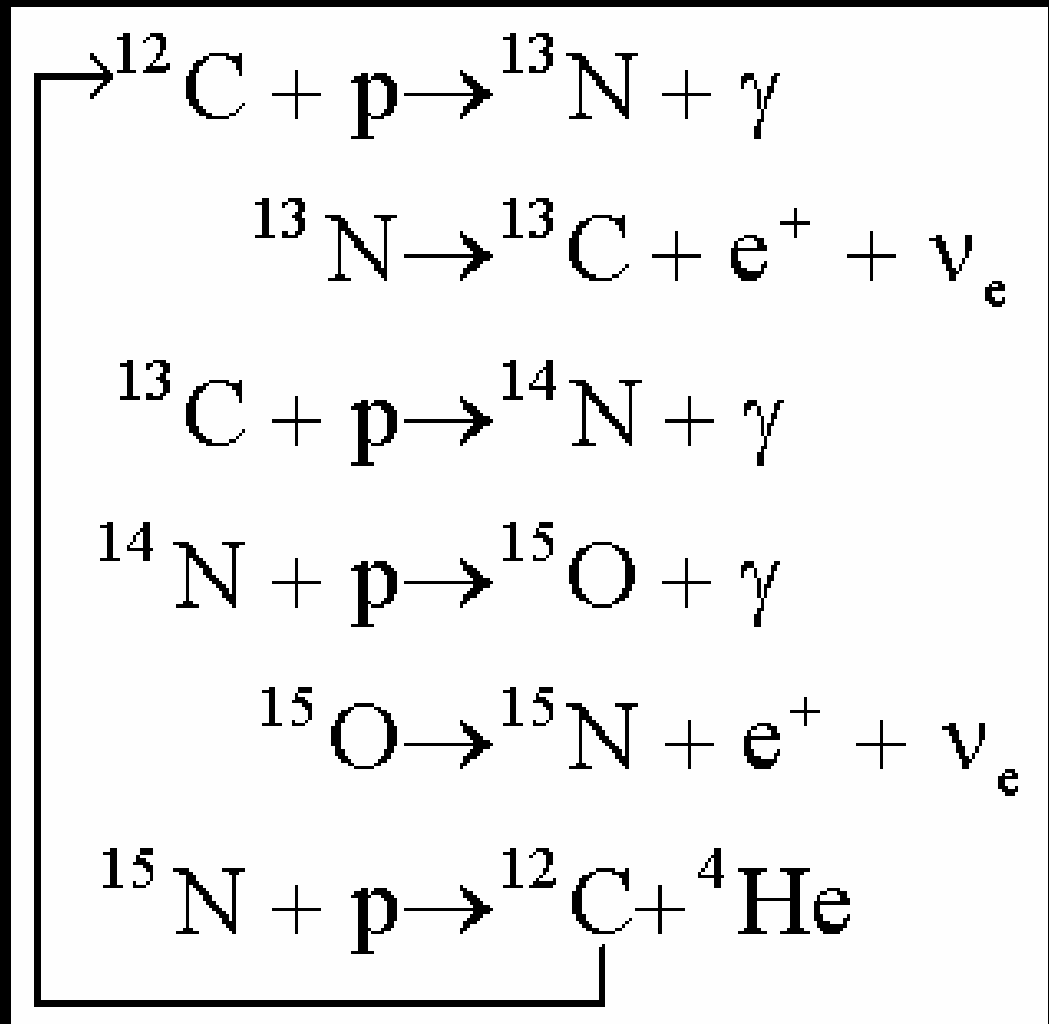
► Zdroje energie

► P-P cyklus



Štruktúra hviezd

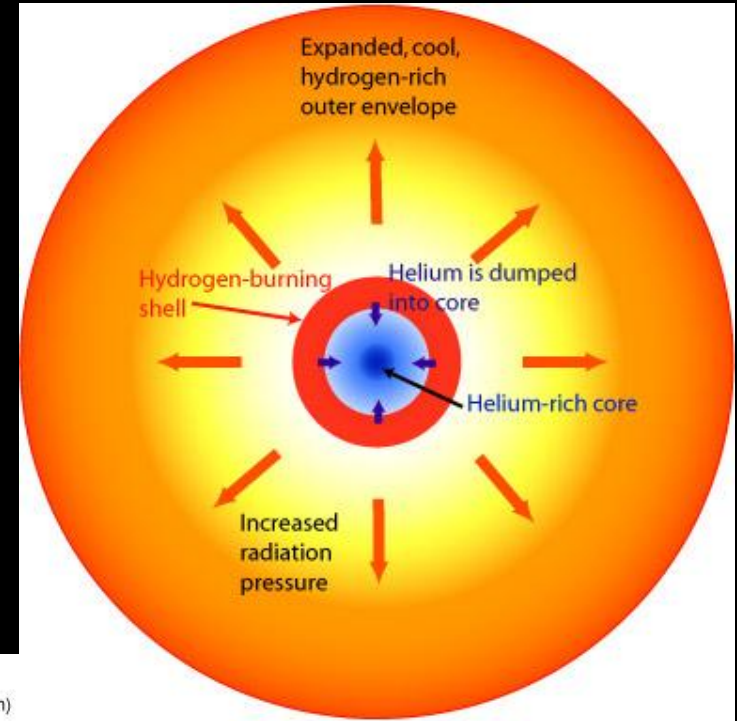
► CNO cyklus



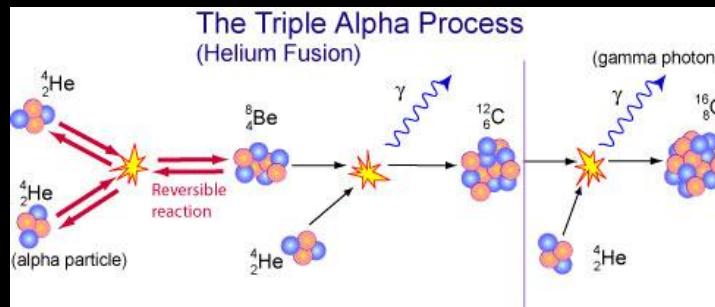
Štruktúra hviezd

► Červený obor

- Jadro tvorené He
- E získavaná na báze horenia He za vzniku C a O



Hydrogen Shell Burning on the Red Giant Branch



Štruktúra hviezd

- Posledná stabilná fáza hviezd

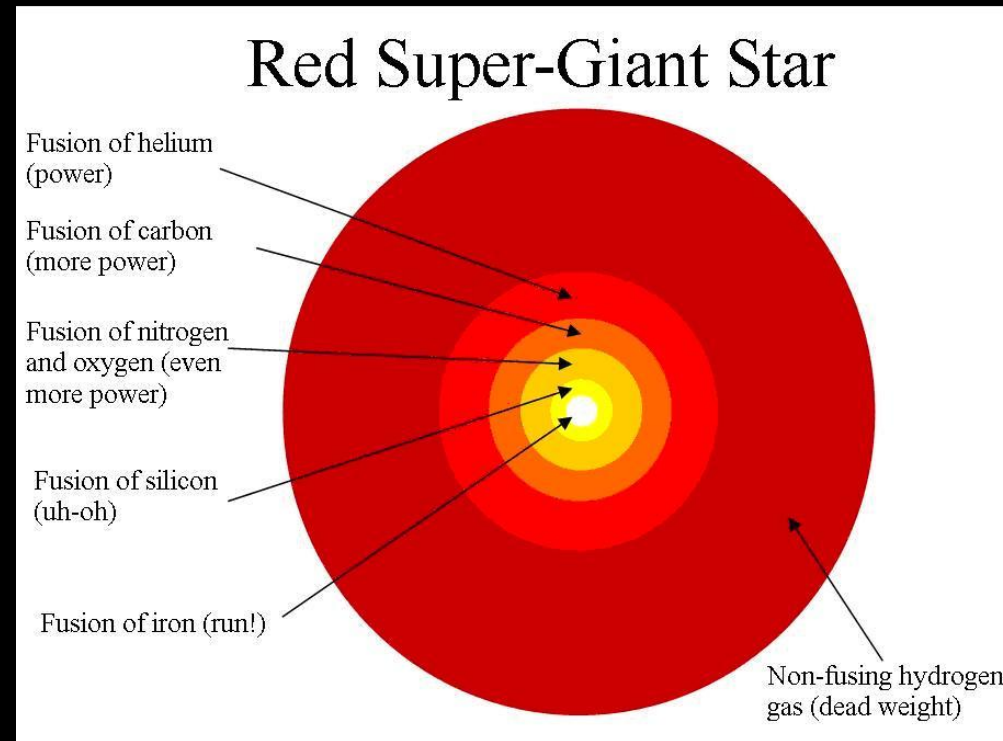
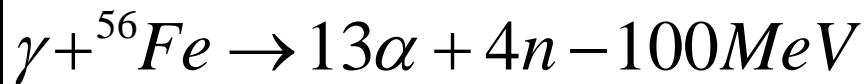
- Horenie ťažších prvkov až po Fe

- Fotodisociácia

- $T = 1,65 \cdot 10^{12} \text{ K}$

- Endotermická reakcia

- Fatálna strata $E \rightarrow$ kolaps





Zdroje

- Prevzaté z
 - Internetu
 - Fyziky pre 4. ročník
 - Inej odbornej literatúry

Ďakujem za pozornosť 😊