

Vznik, vývoj a zánik hvězd



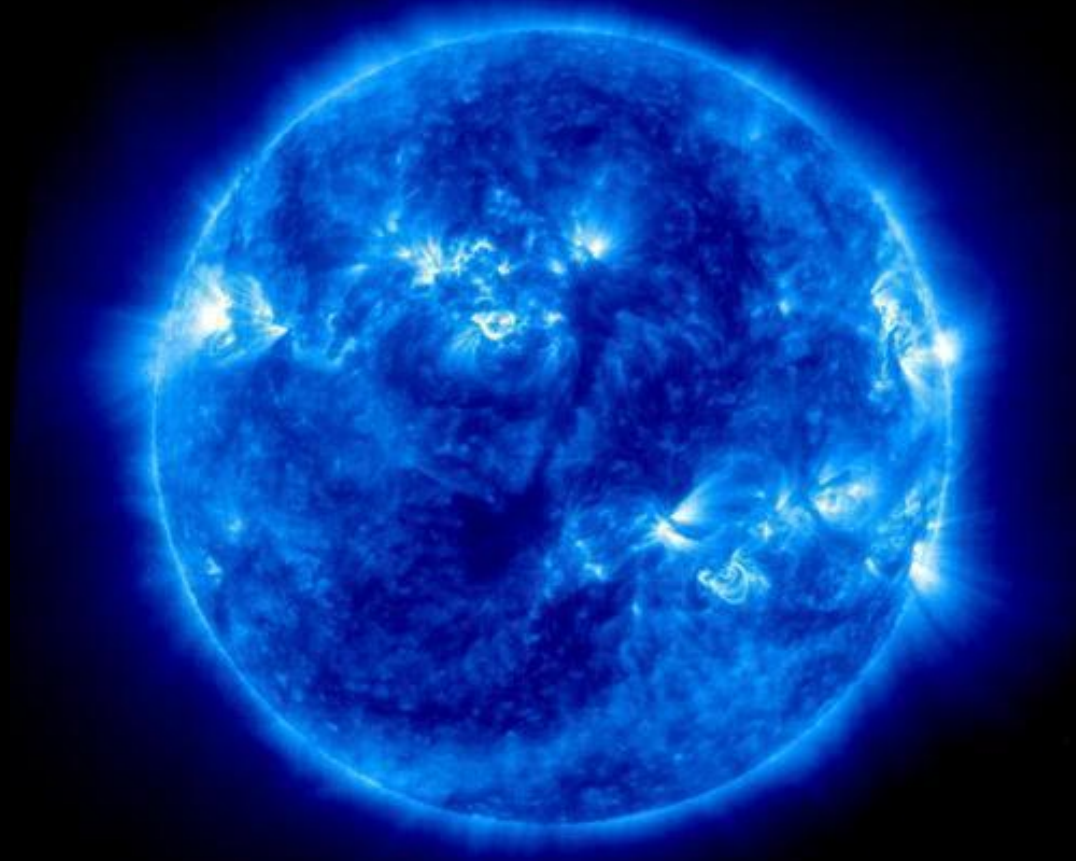
Lekce č. 4

Kateřina Pivoňková, Pavlína Králíková

O čem se budeme bavit?

- 1) co to vlastně jsou hvězdy a jaké jsou jejich základní charakteristiky
- 2) jak se rodí hvězdy
- 3) jak se postupně vyvíjí
- 4) konečná stádia vývoje hvězd

Co je vlastně hvězda?

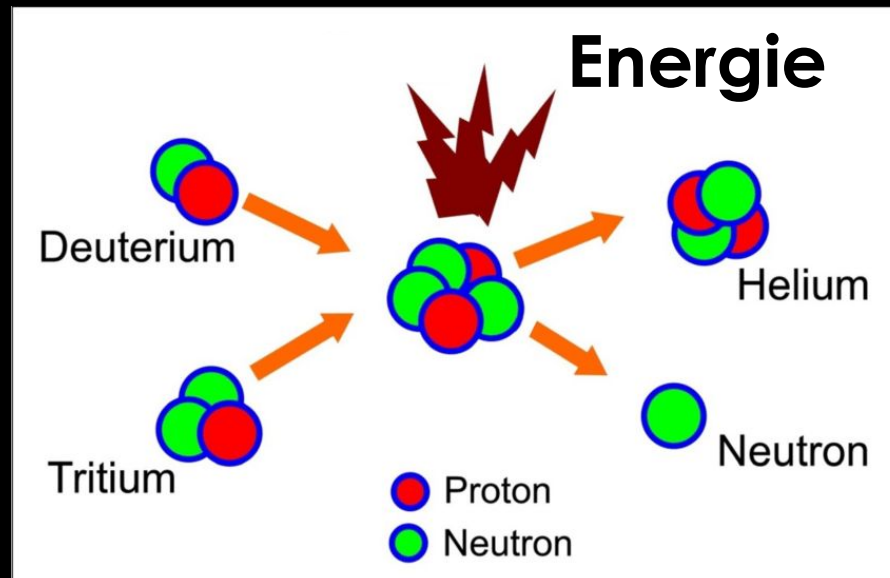


2012/02/01 01:00

Co je vlastně hvězda?

HVĚZDA = kulové těleso tvořené plazmatem, udržované pohromadě vlastní gravitací

- její zářivý výkon je plně hrazen termojadernou fúzí v jádře



Základní charakteristiky hvězd

Poloměr: $R_{\odot} = 696000 \text{ km}$

Efektivní teplota: $T_{\text{ef}} = 5780 \text{ K}$

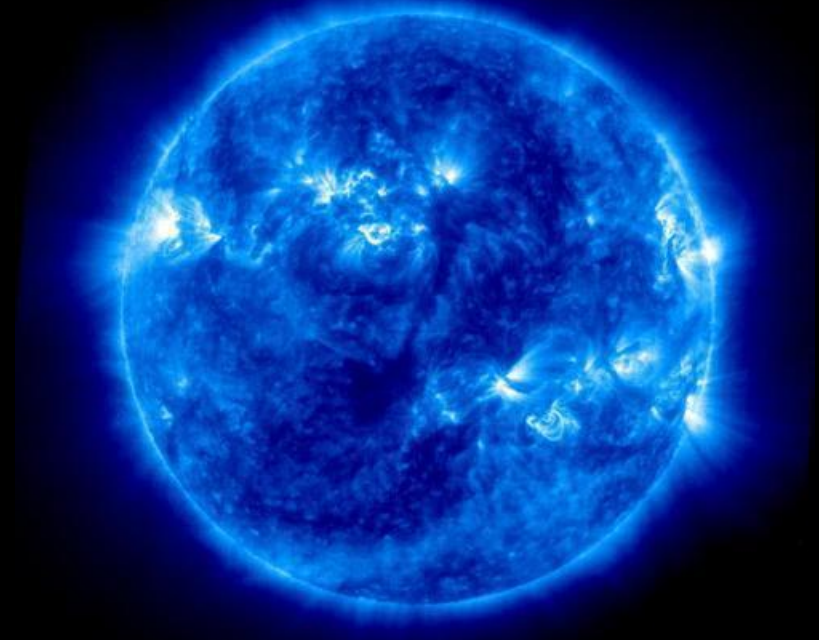
Hmotnost: $M_{\odot} = 1.99 \times 10^{30} \text{ kg}$

Zářivý výkon: $L_{\odot} = 3.83 \times 10^{26} \text{ W}$

Absolutní hvězdná velikost:

$M_v = 4,83 \text{ mag}$

Spektrální klasifikace: G2 V



Základní charakteristiky hvězd nějaké vzorce :)

Pogsonova rovnice:

$$m_1 - m_2 = -2,5 \log (L_1 / L_2)$$

Absolutní hvězdná velikost:

$$M = m + 5 - 5 \log(d) - A$$

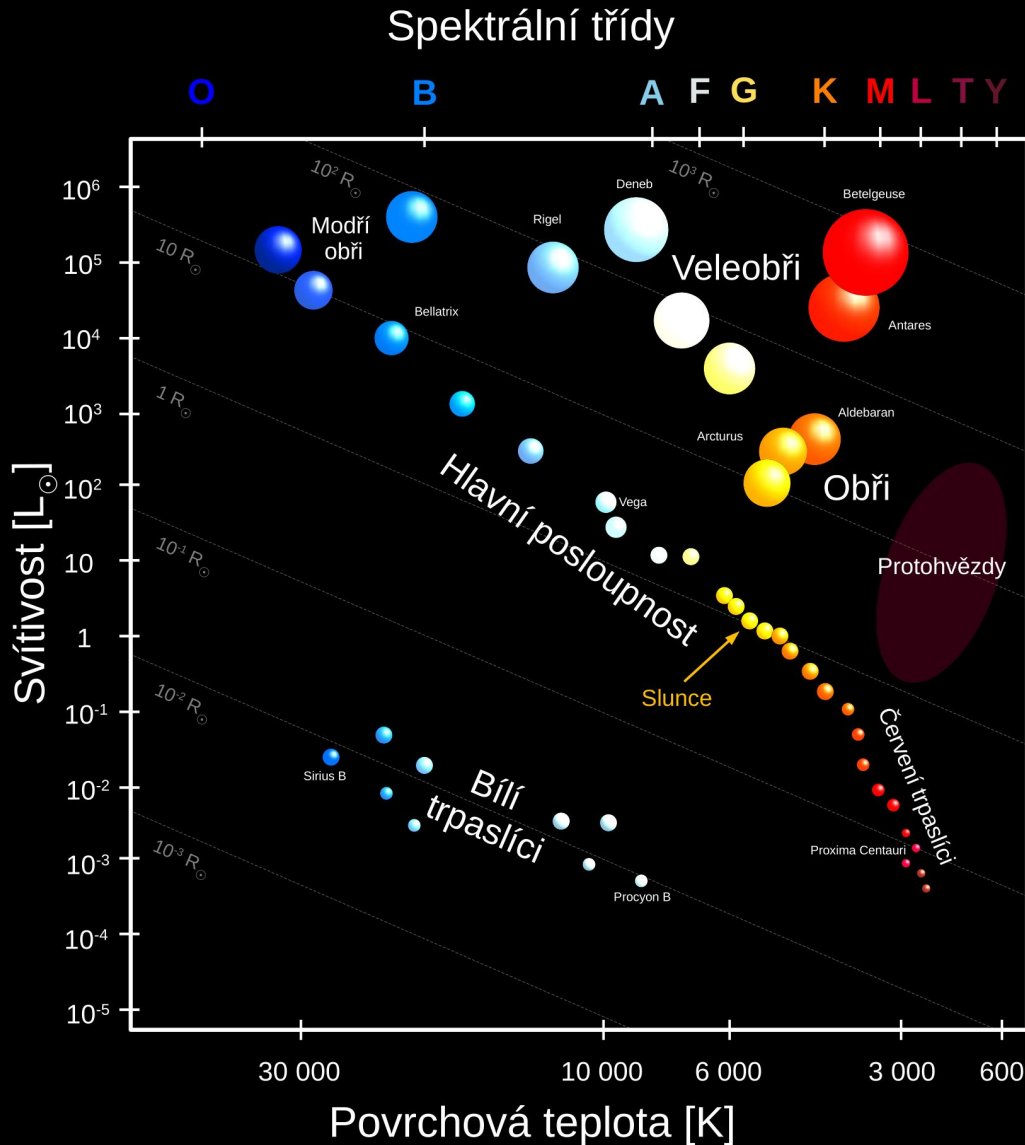
Zářivý výkon:

$$L = 4\pi R^2 \sigma T_{ef}^4$$

Povrchové gravitační zrychlení:

$$g = \kappa M / R^2$$

HR diagram



Hertzsprungův-Russellův diagram

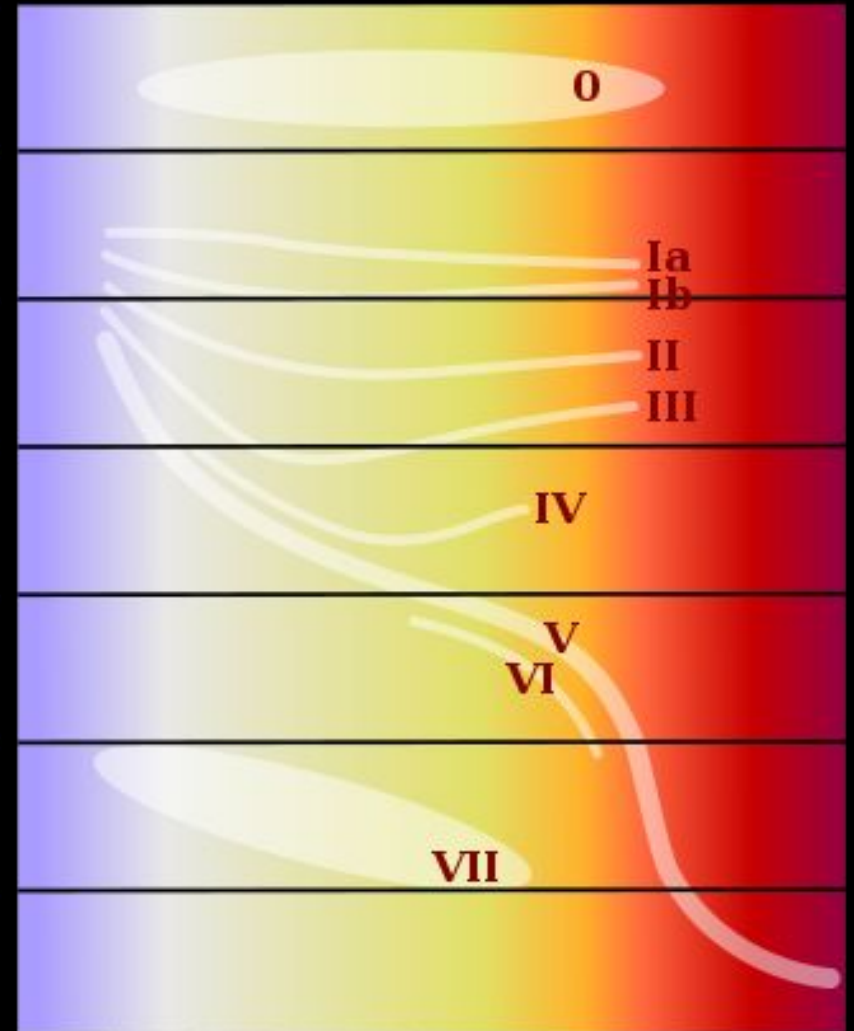
- zobrazuje momentální stav hvězdy - při svém vývoji se pohybuje v rámci HR diagramu
- teplota klesá zleva do prava !

-> nahore v levo =
ZÁŘIVÉ a HORKÉ

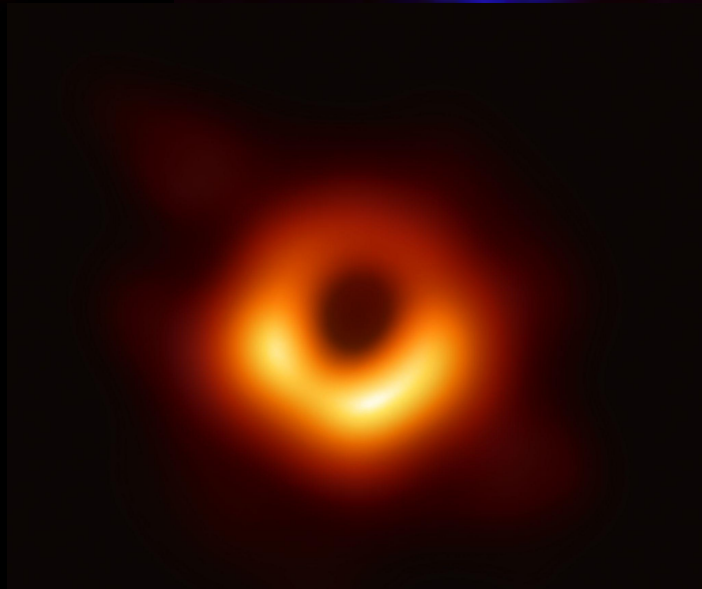
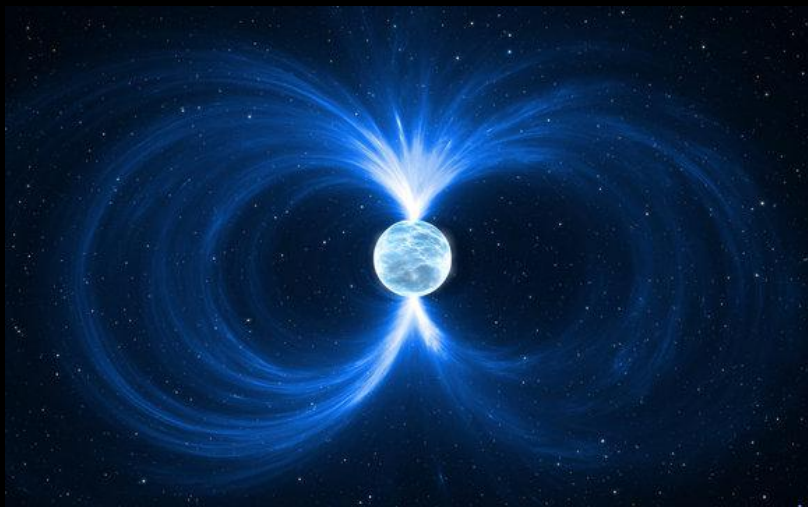
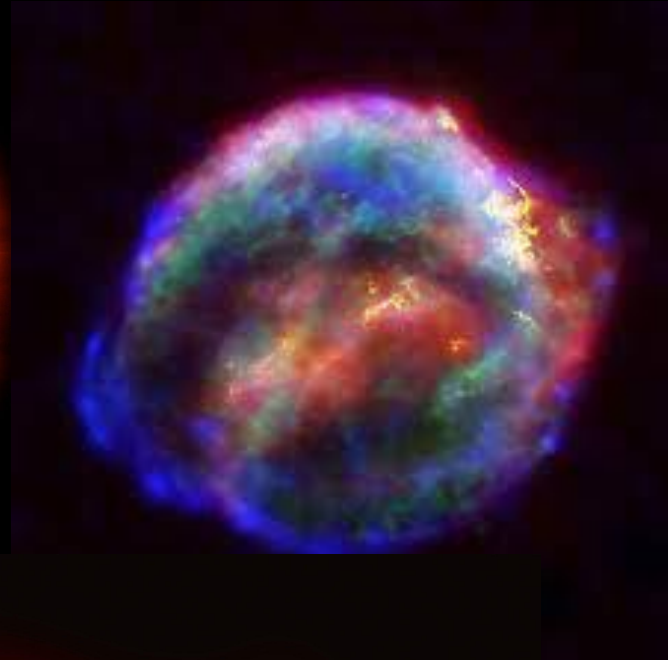
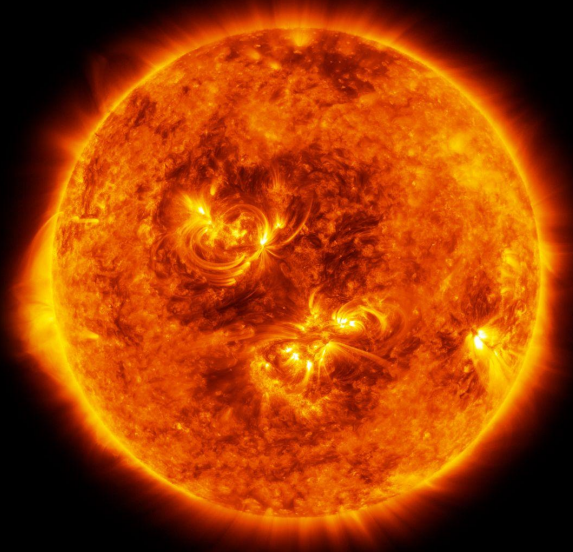
-> dole v pravo = MÁLO
ZÁŘIVÉ a CHLADNÉ

Luminozitní třídy

1. Veleobři
2. Nadobři
3. Obři
4. Podobři
5. Hlavní posloupnost
6. Podtrpaslíci
7. Bílí trpaslíci

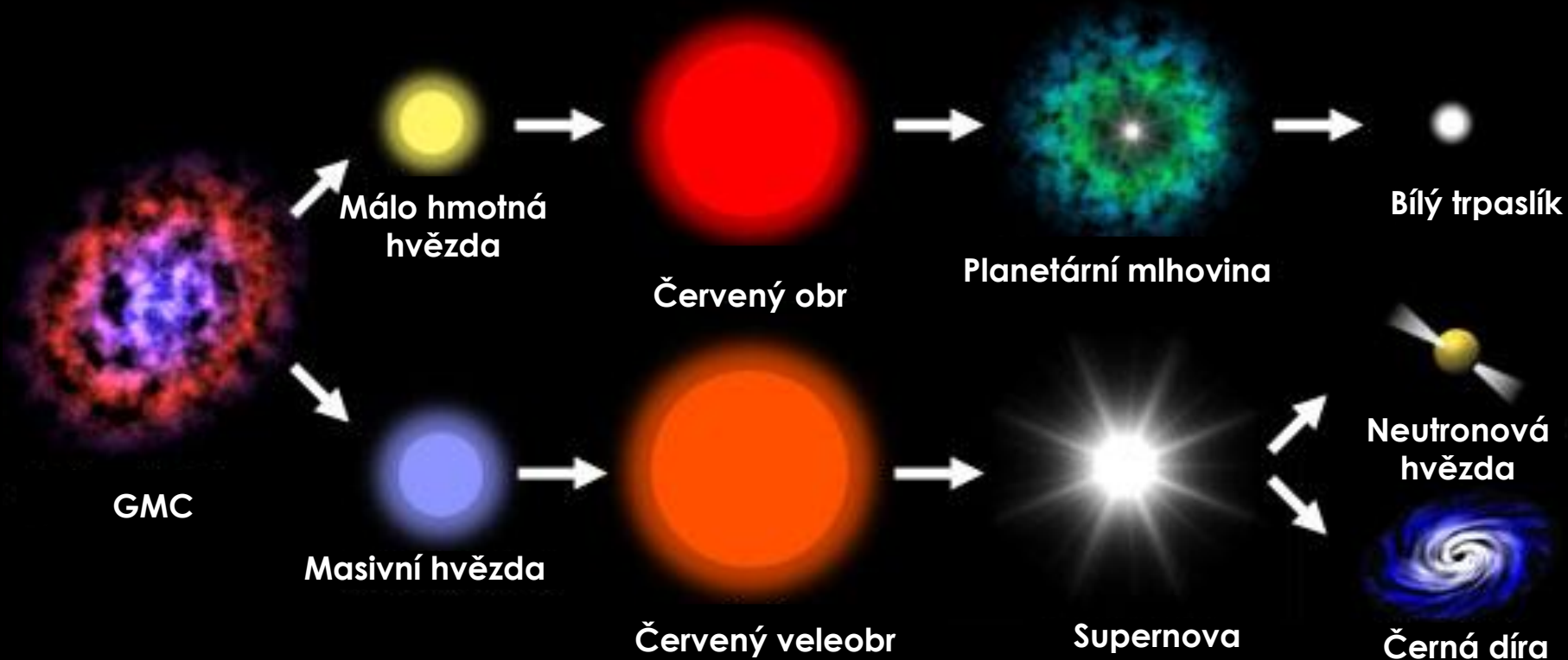


O čem se budeme bavit?



O čem se budeme bavit?

Vývojový scénář



GMC (Giant Molecular Cloud) = obří molekulové mračno

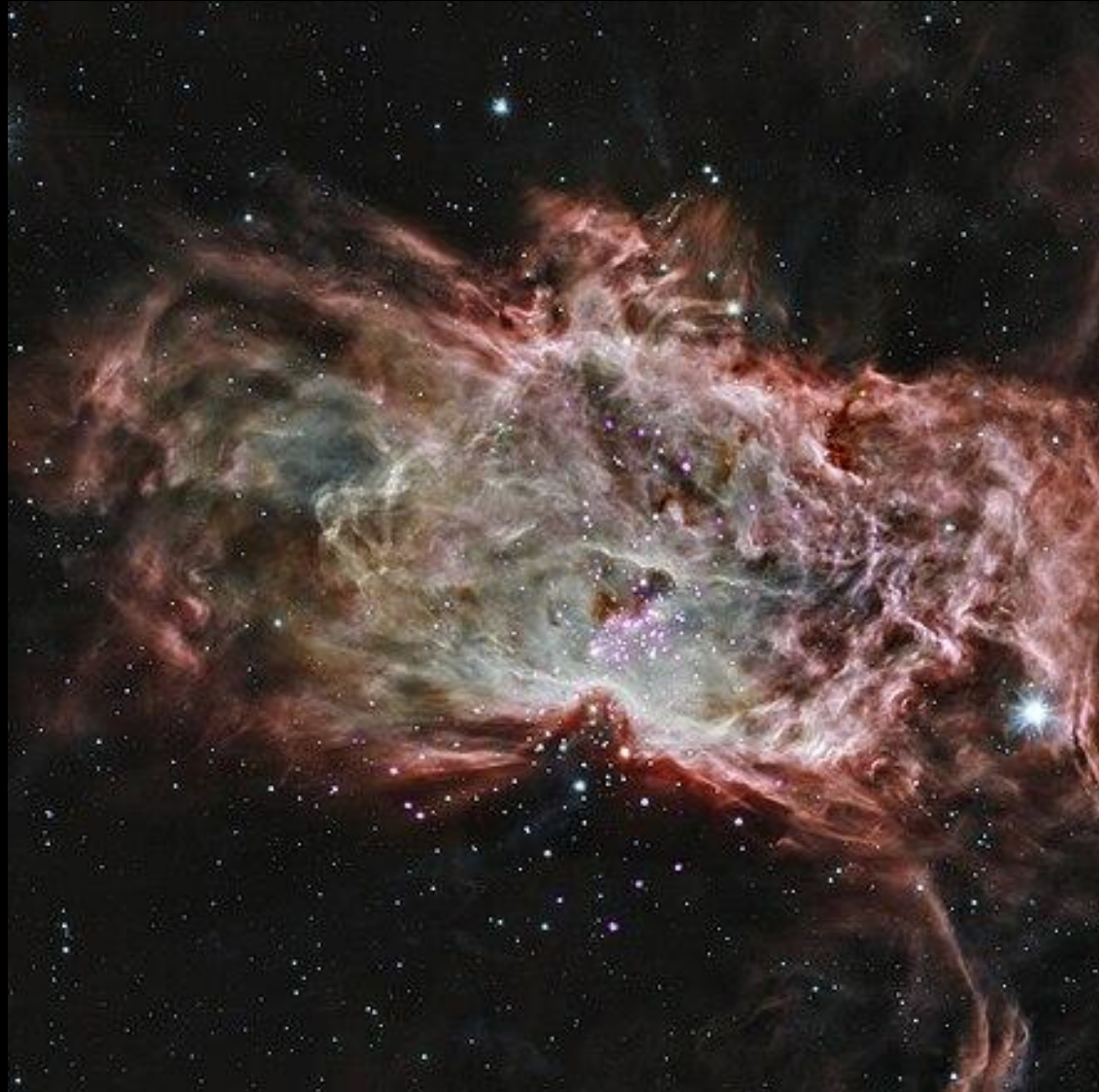
Zrození hvězd

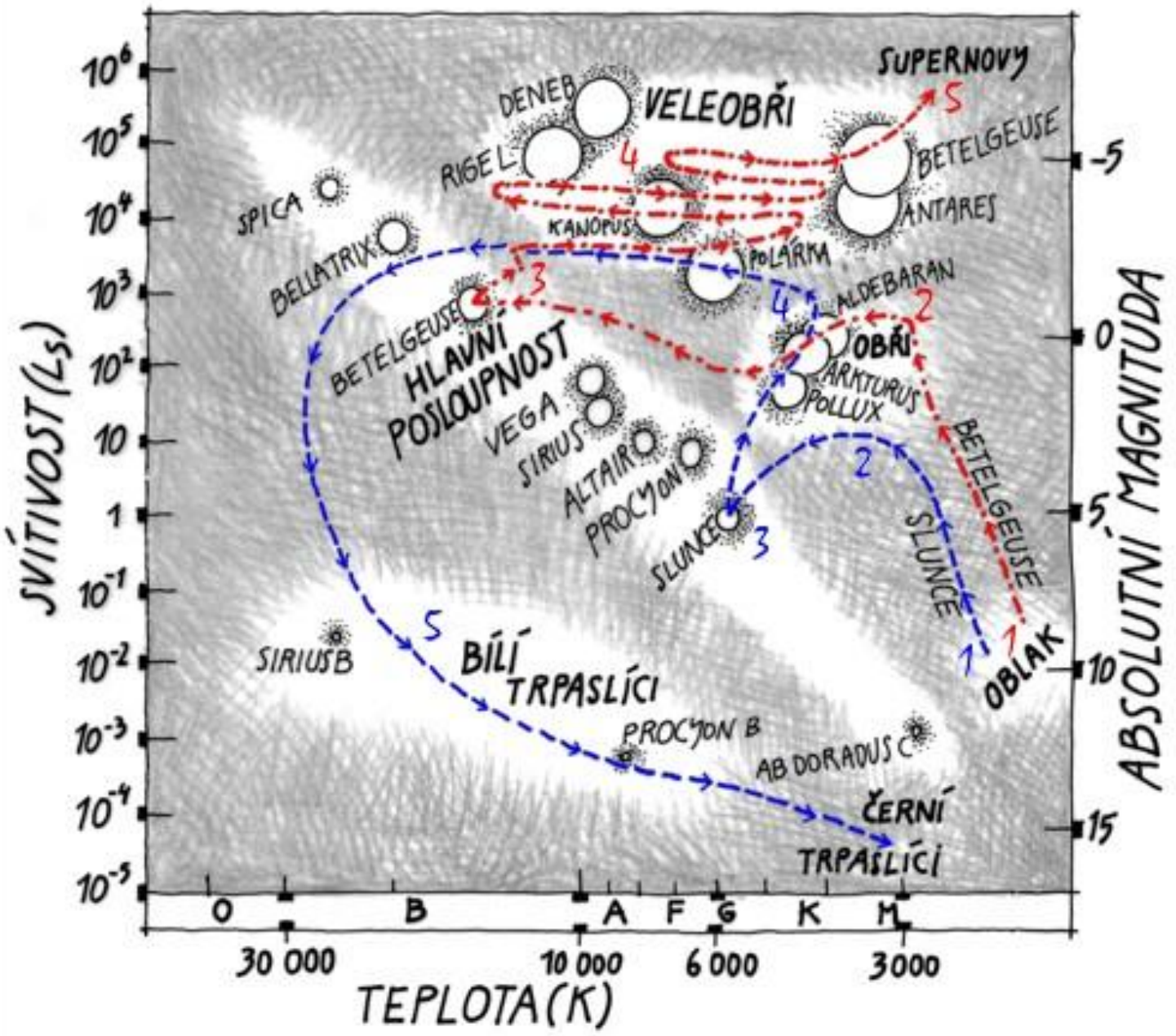
Hvězdná porodnice

obří molekulové
mračno (GMC)

- chemické složení
a hmotnost

- 1. Zrod globule ze
zárodečné
protomlhoviny**





Protohvězda (T Tau objekty)

2. **Vznik
protohvězdy –
rovnovážného
útvary, v němž
je gravitace
kompenzován
a gradientem
tlaku látky.**



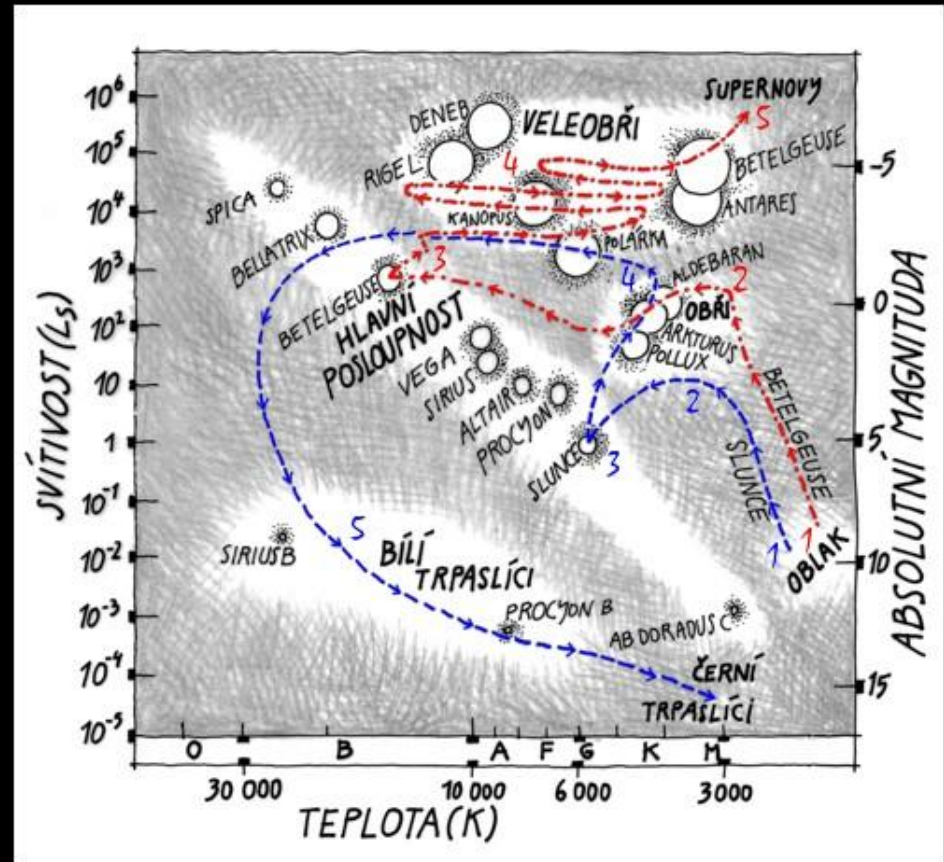
Protohvězda (T Tau objekty)

- velmi proměnné, eruptivní mladé objekty
- vývojové stádium před hlavní posloupností



Hlavní posloupnost

3. Zažehnutí fúzních reakcí. Vzniká hvězda hlavní posloupnosti. Slučování vodíku na helium. Čím je hvězda hmotnější, tím vyšší teplotu a svítivost bude mít (na hlavní posloupnosti bude více vlevo).



Hlavní posloupnost

- hvězdy HP slučují v jádře vodík na helium (pp řetězec nebo CNO cyklus)

4 protony = 1 jádro helia

- hvězdy zde zůstávají většinu života – **záleží na hmotnosti!!!**

Stavba hvězd

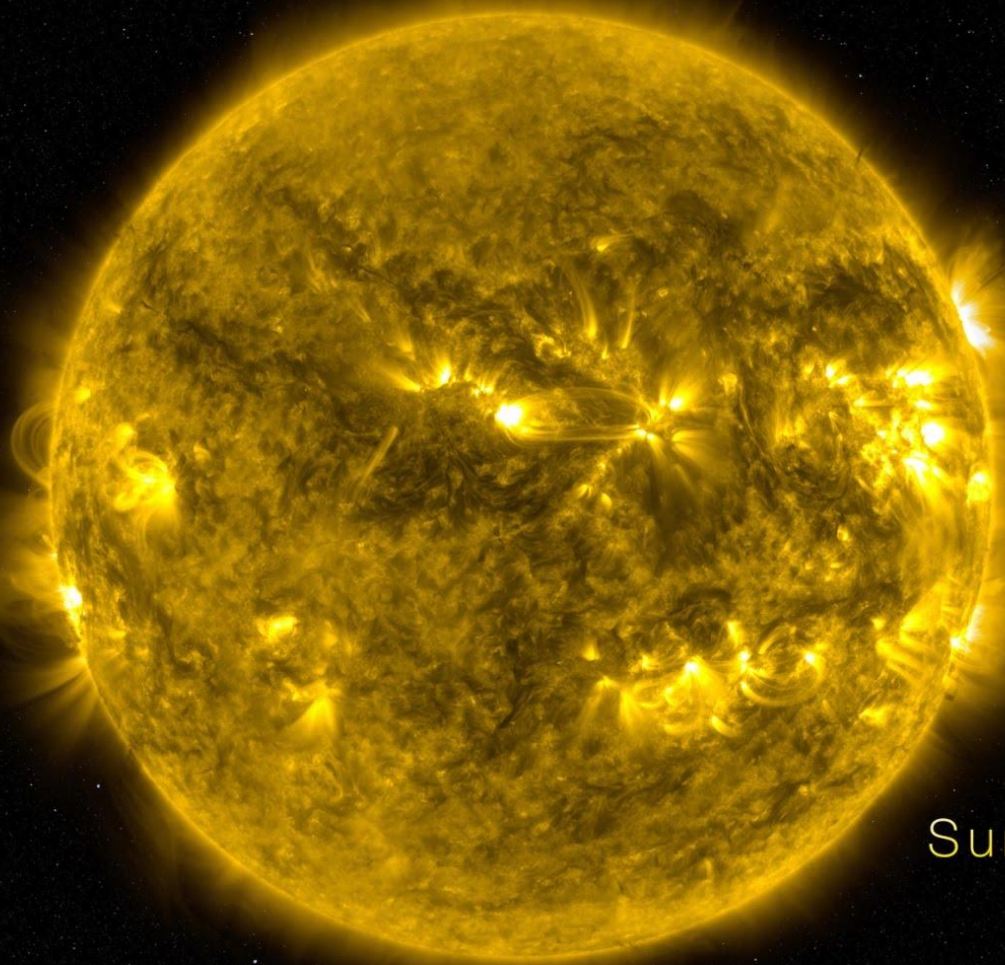
Málo hmotné hvězdy

1. **Jádro** - hoření jaderných reakcí; teplota vyšší než 15 mil. K
2. **Vrstva v zářivé rovnováze** - přenos energie zářením
3. **Konvektivní zóna** - přenos energie konvekcí
4. **Fotosféra** - "povrch" hvězdy; vznik spektra
5. **Chromosféra** - spodní část atmosféry; stoupající teplota
6. **Koróna** - vnější atmosféra; teplota několik mil. K

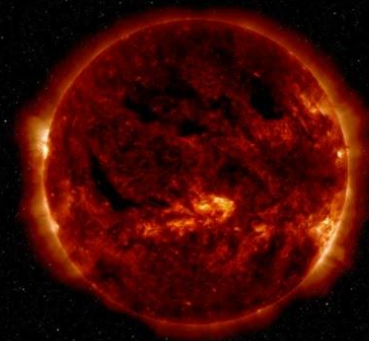
Hmotné hvězdy

- a) konvektivní zóna těsně nad jádrem
 - b) zářivá vrstva pod povrchem
- může za to CNO cyklus

Červení trpaslíci



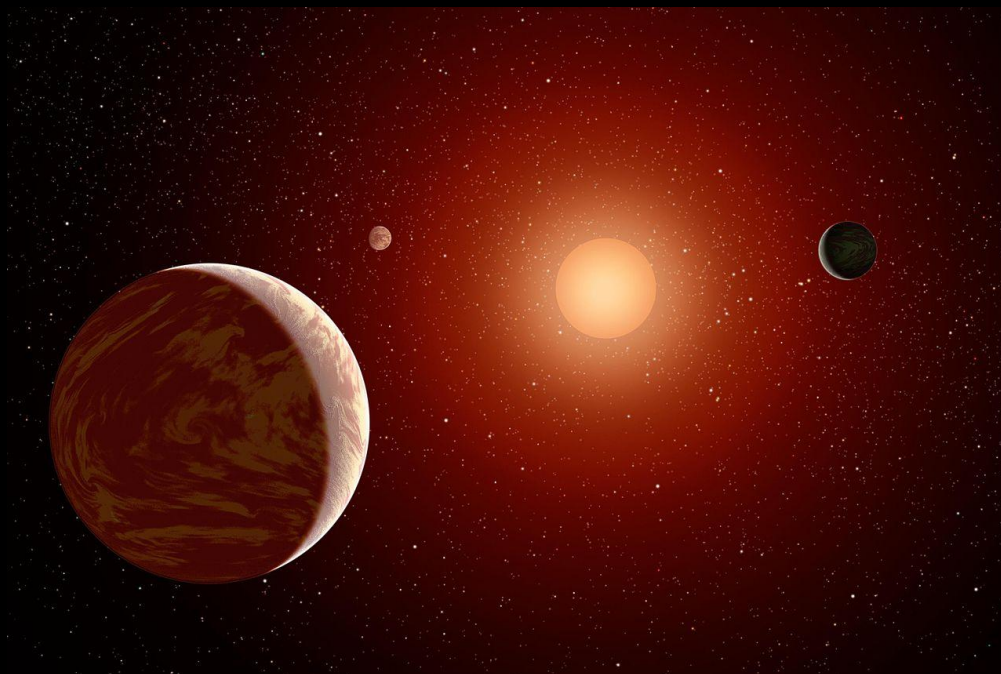
Sun



DG CVn

Červení trpaslíci

- velmi chladné a málo hmotné hvězdy na konci hlavní posloupnosti
- nejčastější hvězda v Galaxii
- často mají planetární systémy



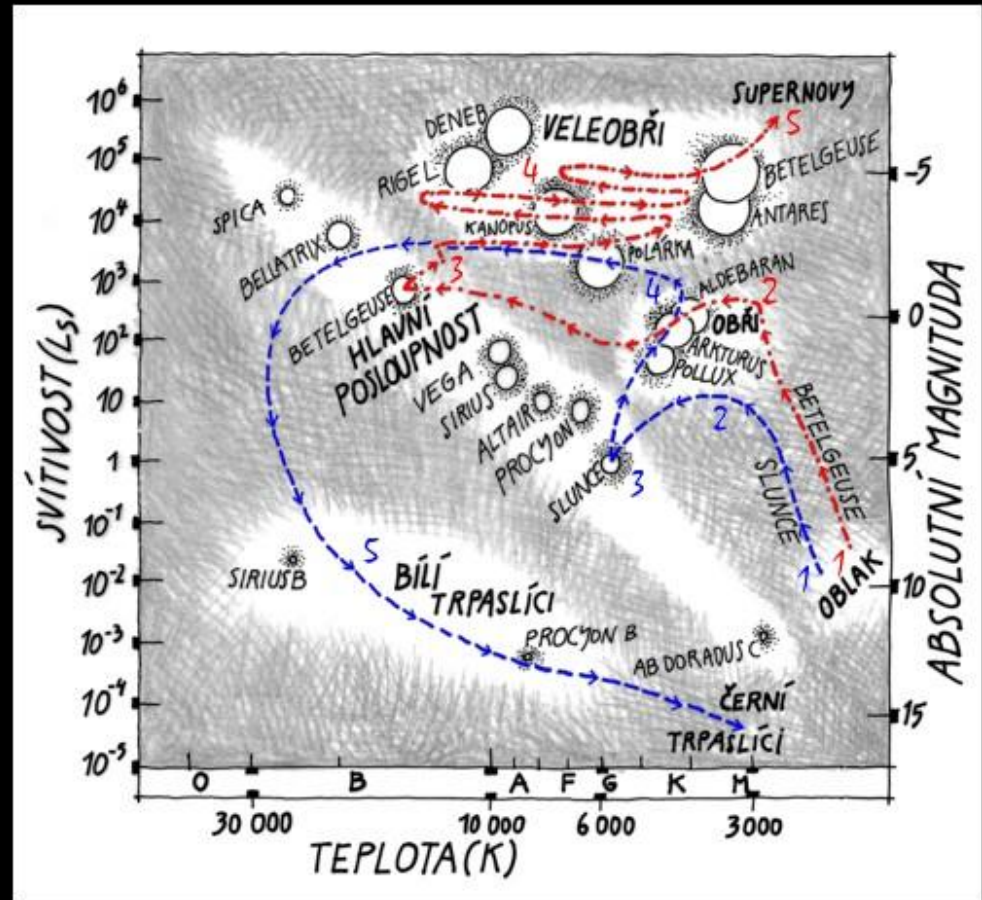
Hnědí trpaslíci

- hvězdy s nejnižší hmotností ($13 - 80 M_J$)
- teplota v jádře nikdy nedosáhne minimálních 8×10^6 K pro zapálení jaderných reakcí
 - nikdy “neusedne” na hlavní posloupnost
 - v jádře ale hoří deuterium na helium \gg neefektivní, takže pomalu vyhasíná



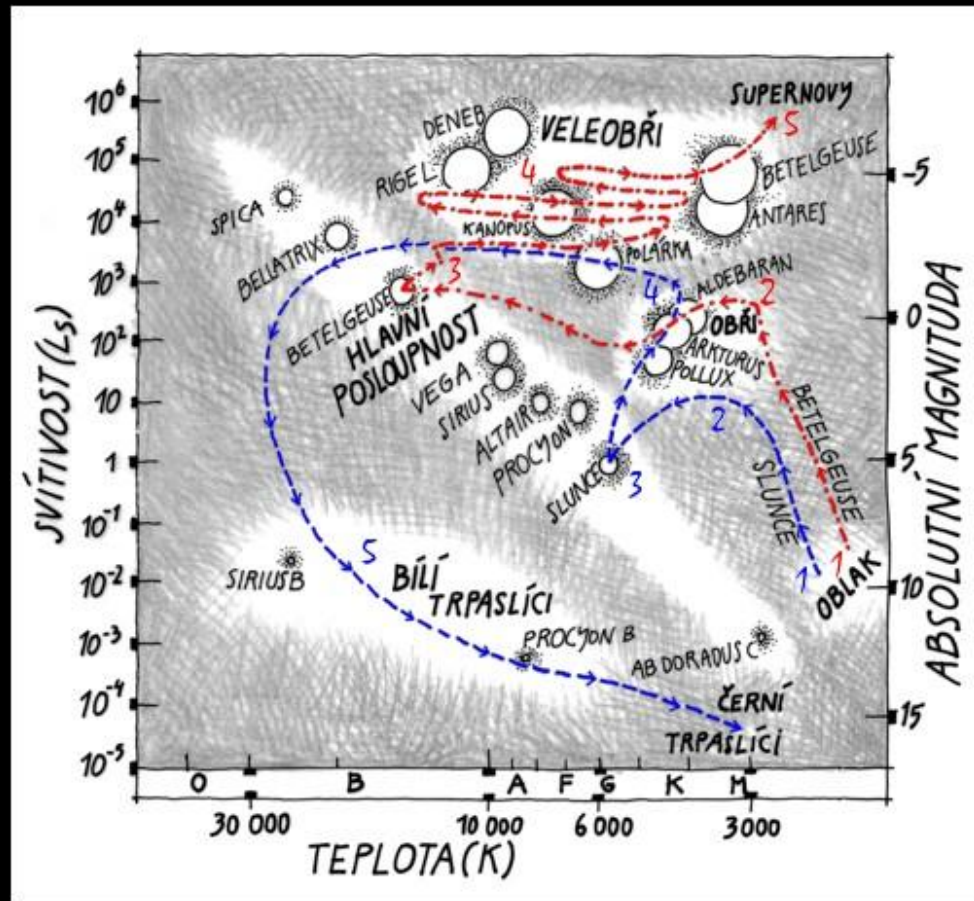
Další vývoj

3. (3.-4.) V jádře dochází k vodíku. Smršťování jádra, zvyšování teploty, hvězda opouští hlavní posloupnost. Zažehnutí vodíku ve slupce kolem jádra, zvyšování hmotnosti heliového jádra.



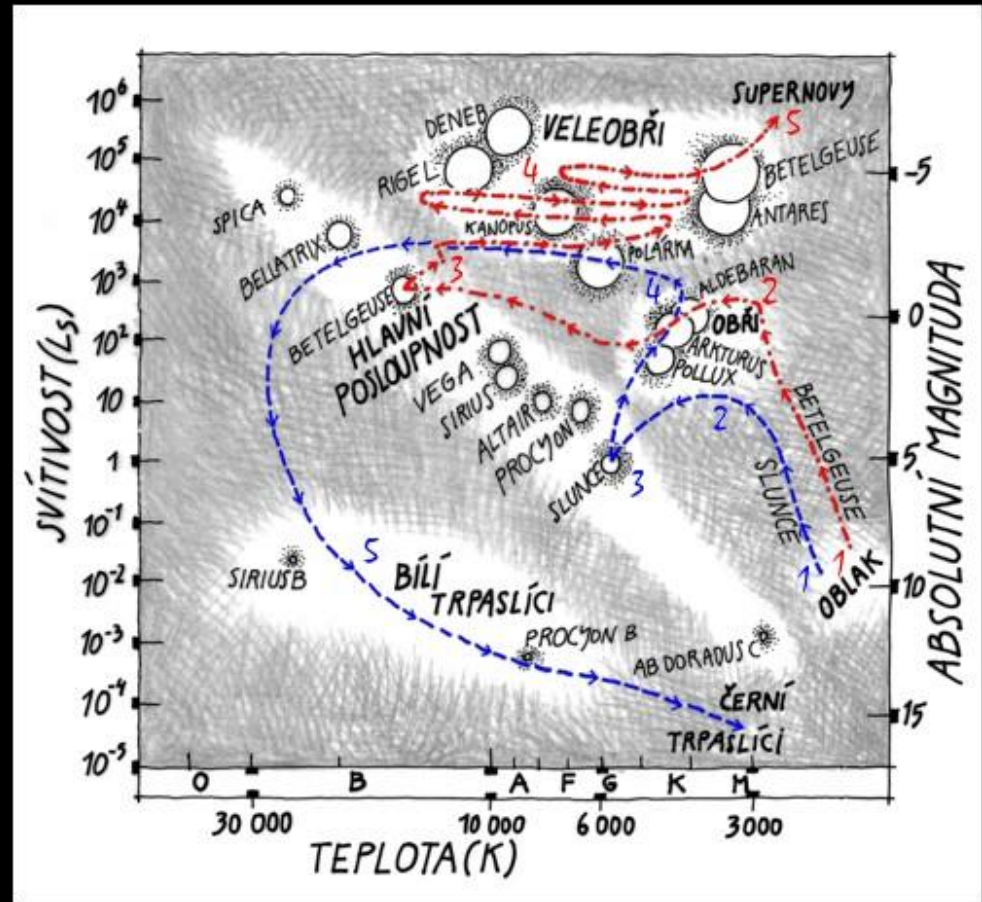
Další vývoj

4. Zažehnutí helia v jádře, hvězda se stává červeným, žlutým či oranžovým obrem. Slučuje helium na těžší prvky. Po dohoření helia se u hmotnějších hvězd situace opakuje a postupně se zažehnou těžší a těžší prvky až po železo, které je nejstabilnější. Hvězda získává vrstevnatou strukturu, různé slupky obsahují různé prvky.

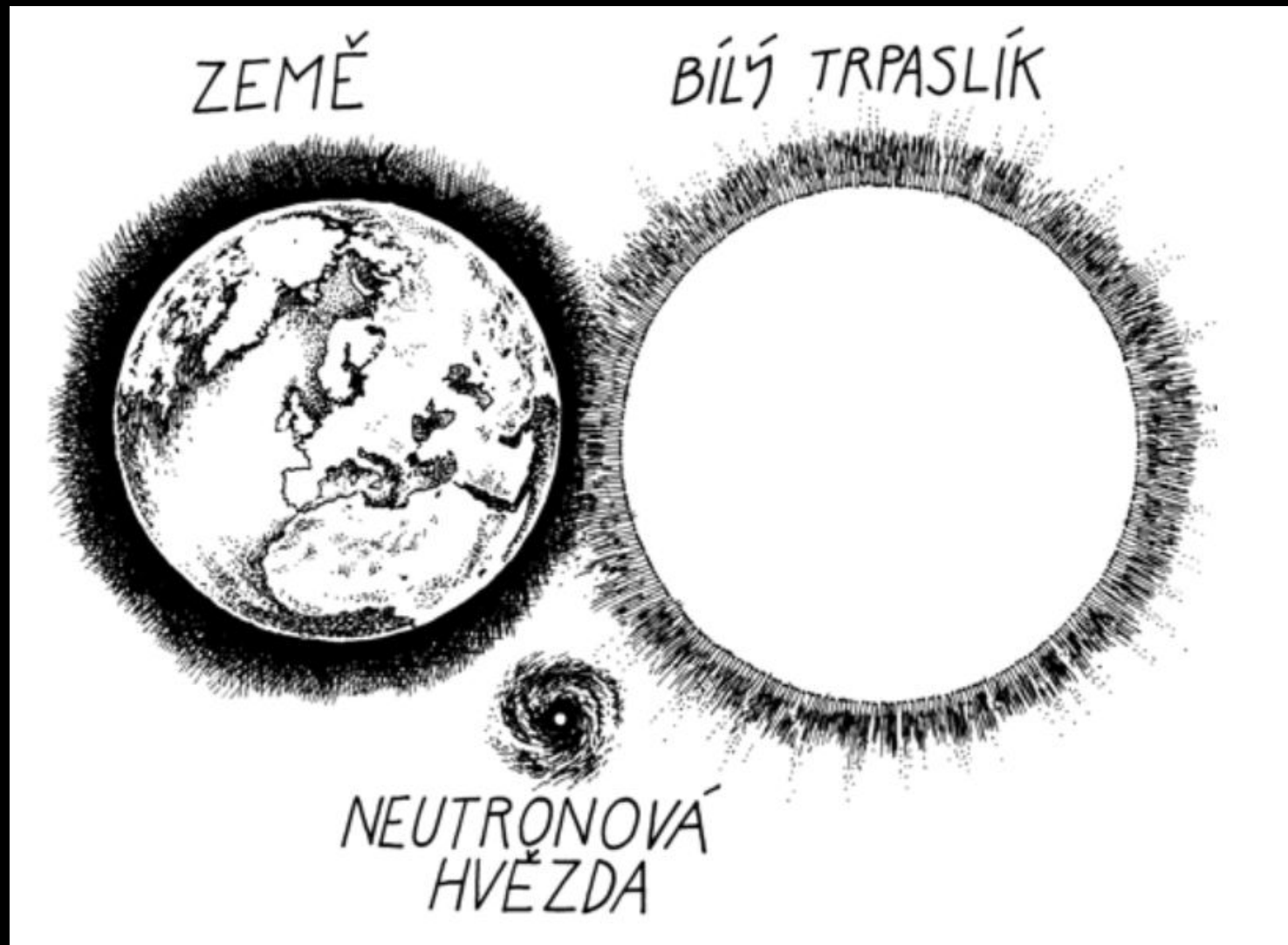


Další vývoj

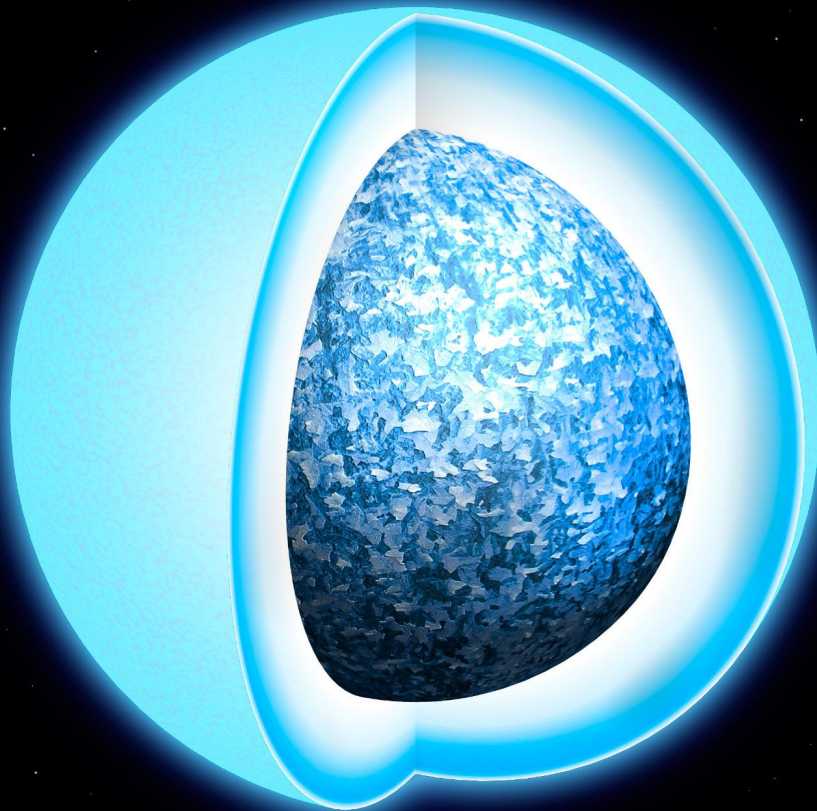
5. Závěrečné stádium pulzací, rozpínání a chladnutí obalu, další smršťování jádra. Málo hmotná hvězda odhodí obálku, obnaží jádro a vznikne bílý trpaslík. Hmotnější hvězda exploduje jako supernova, v nitru vznikne neutronová hvězda nebo černá díra.



Bílý trpaslík

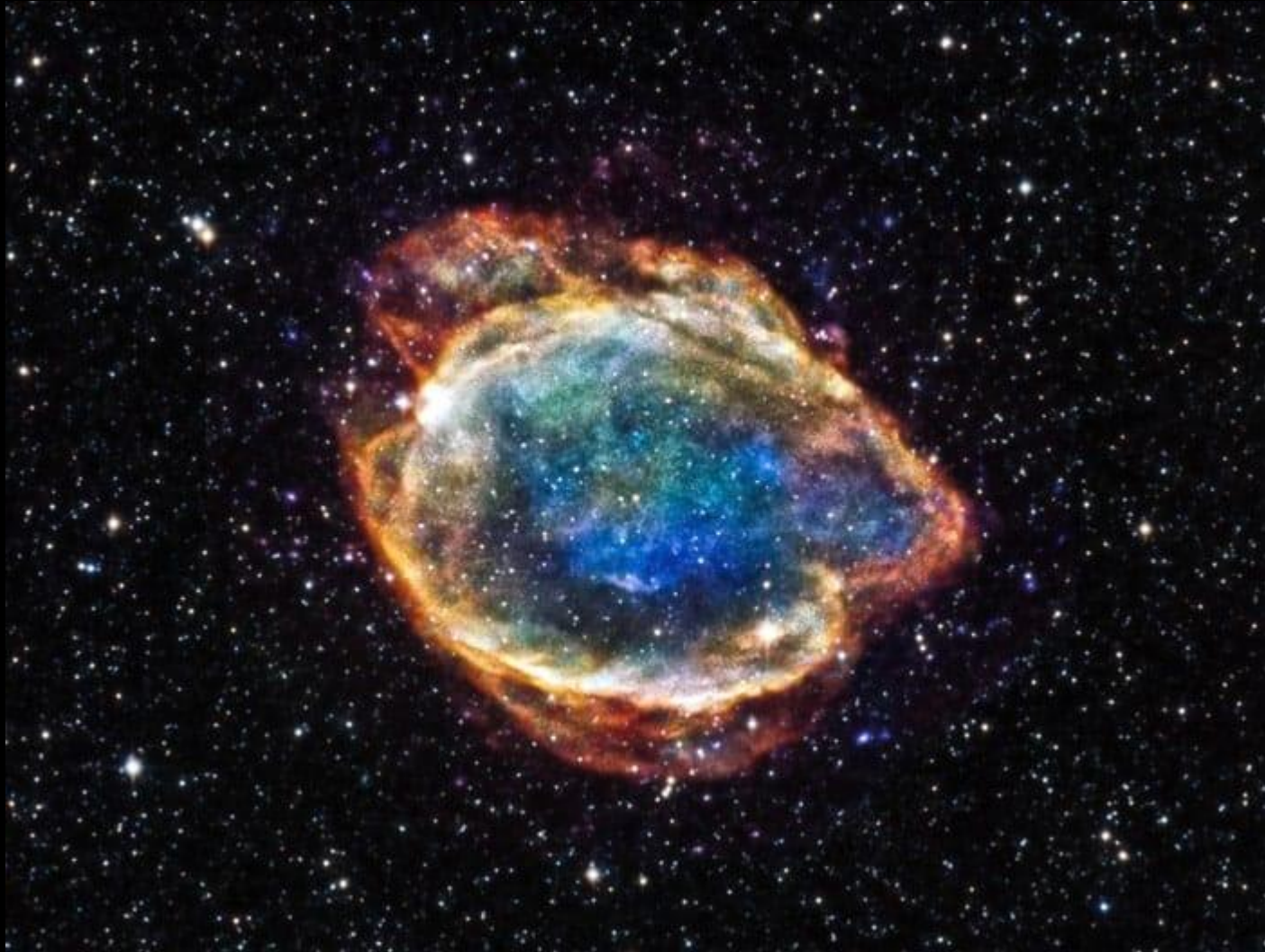


Bílý trpaslík

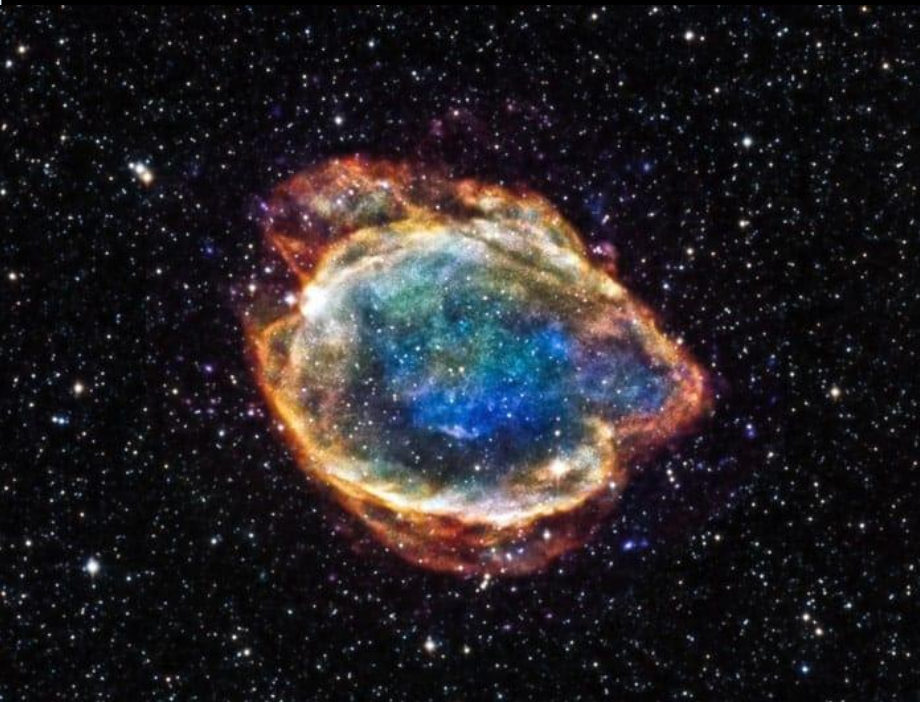


- Odhalená hvězdná jádra
- Tlak degenerovanéh o elektronového plynu působí proti gravitaci (zabraňuje smršťování)
- Kritický poloměr $1,4 M_{\odot}$

Supernova



Supernova



- nestabilní vývojové stádium
- roztrhá všechno nebo alespoň podstatnou část hvězdy

Supernova

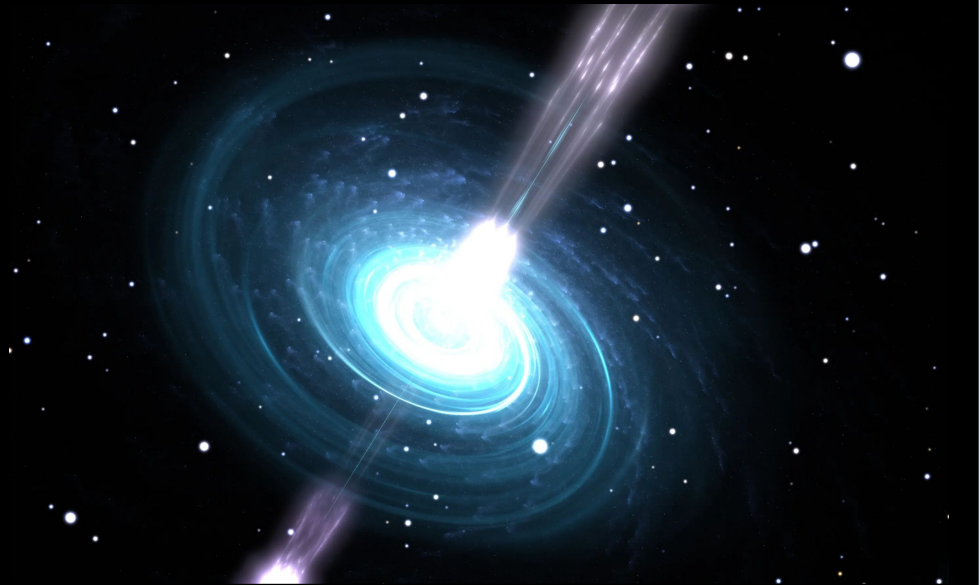
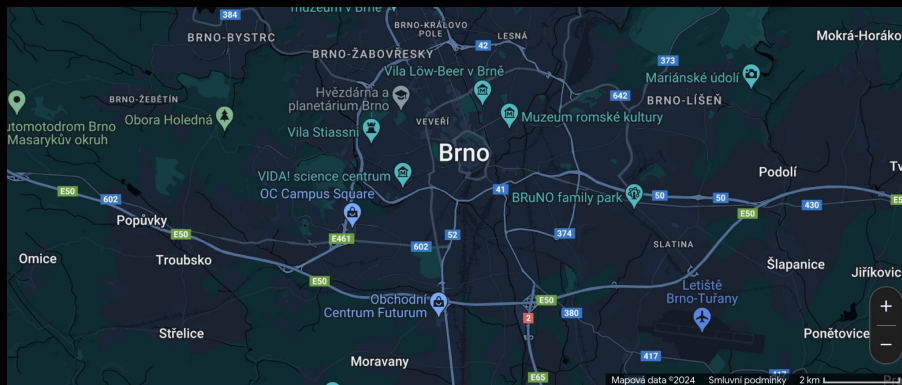
- **Ia** - vývoj v těsné dvojhvězdě;
Chandrasekharova mez
- **Ib** - hmotná hvězda se zbavuje vodíkové obálky
- **Ic** - hmotná hvězda se zbavuje vodíkové i
heliové obálky
- **II** - hmotná hvězda na konci jaderného hoření
(neutronová hvězda/černá díra)

Neutronová hvězda



Neutronová hvězda

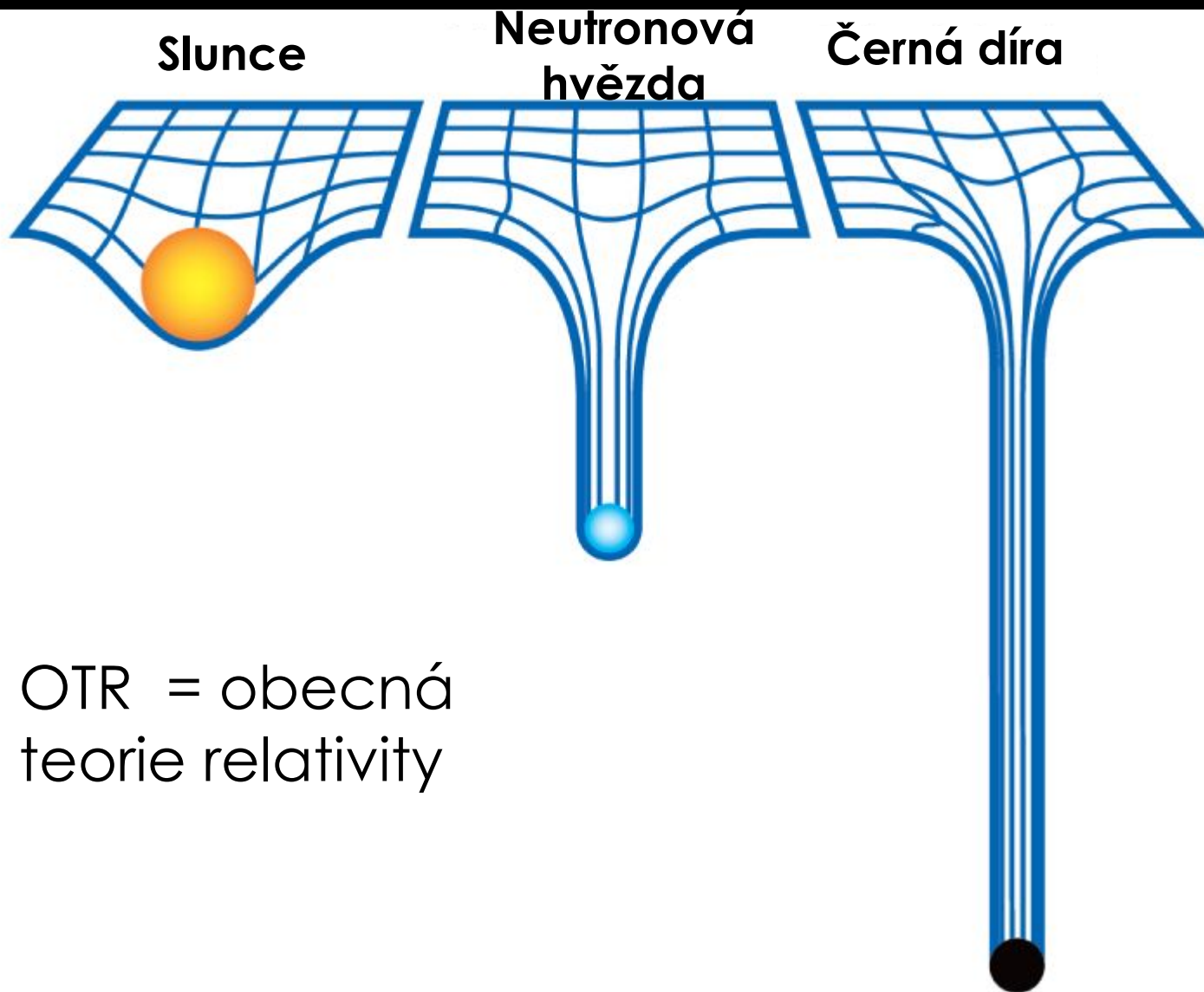
- odhalené jádro velmi masivní hvězdy po explozi supernovy
- konec jaderného hoření – už jen chladne
- hmotnost několika (cca 2-4) hmotností Slunce, ALE poloměr okolo 10 km



Černá díra



Černá díra





Co-funded by the
Erasmus+ Programme of
the European Union

