

Stavba a vývoj hvězd



Astronomický
kroužek



Lekce č. 4

Marko Mesarč, Majda Špoková

Vznik hvězd

- Z oblaku plynu a prachu
- Hmotnost oblaku 10^4 až $10^8 M_{\odot}$
- Teplota -260°C až -240°C → nízká teplota potřebná ke smršťování
- Povrchové vrstvy → podobné chemické složení, jako měl samotný oblak
- Mračno plynu a prachu začne kolabovat kvůli výbuchu blízké supernovy; interakce s jiným mračnem, hvězdami, srážka galaxií ...
- Otevřená hvězdokupa, kde vzniklo i Slunce, se v řádu milionů roků rozpadla → obsahovala 1000 až 10 000 hvězd → průměr 6 – 20 světelných let

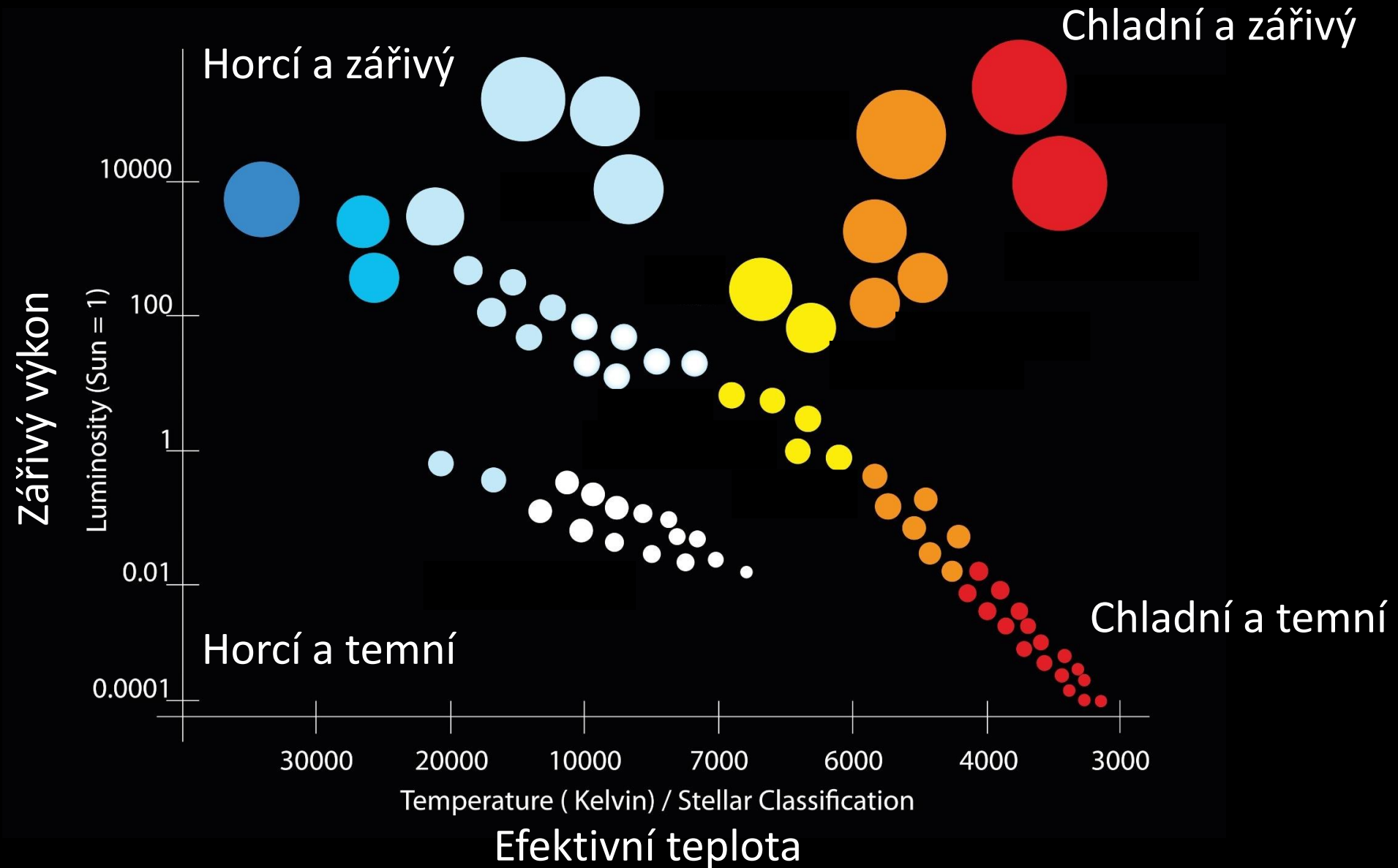


Vznik hvězd

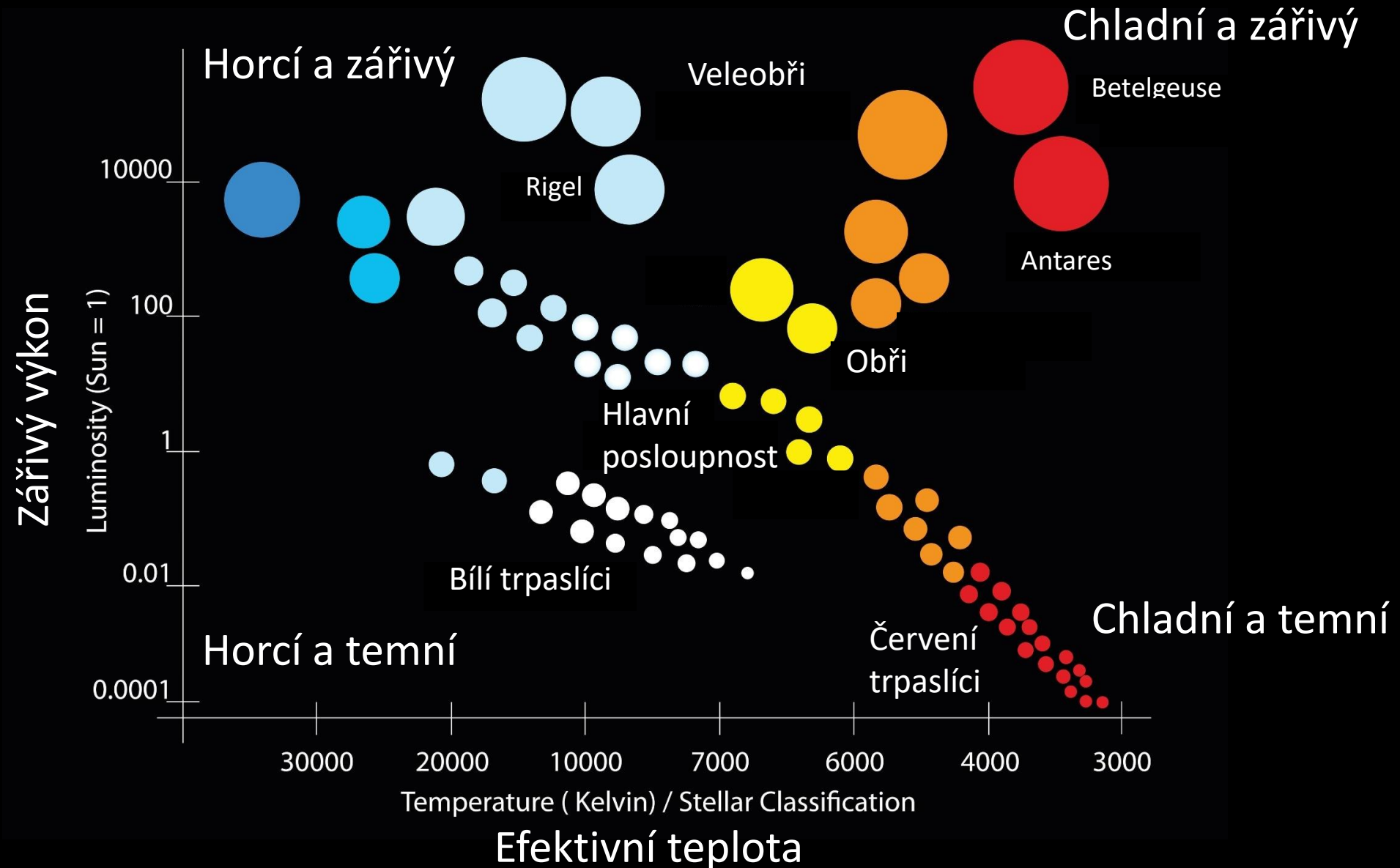
- Vliv gravitace → kolaps mlhoviny → globule (nárůst teploty a tlaku v centru)
- Tlak = gravitační síla → kolaps se zastaví → kulový útvar – protohvězda
- Protohvězda → zbavuje se energie → infračervené záření → důležitý prach
- Termojaderné reakce → vznik hvězdy



Hertzsprungův-Russelův diagram



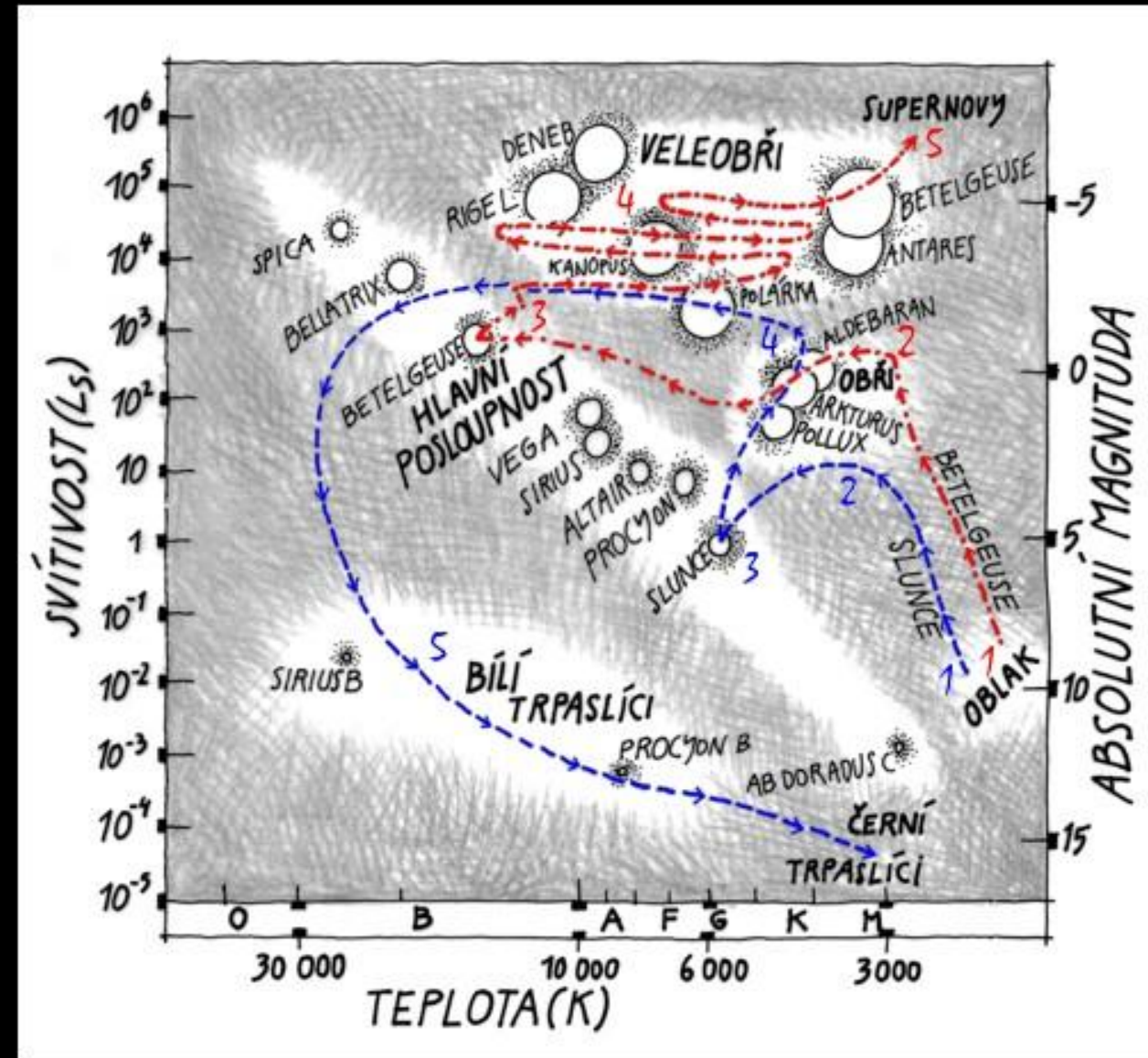
Hertzsprungův-Russelův diagram



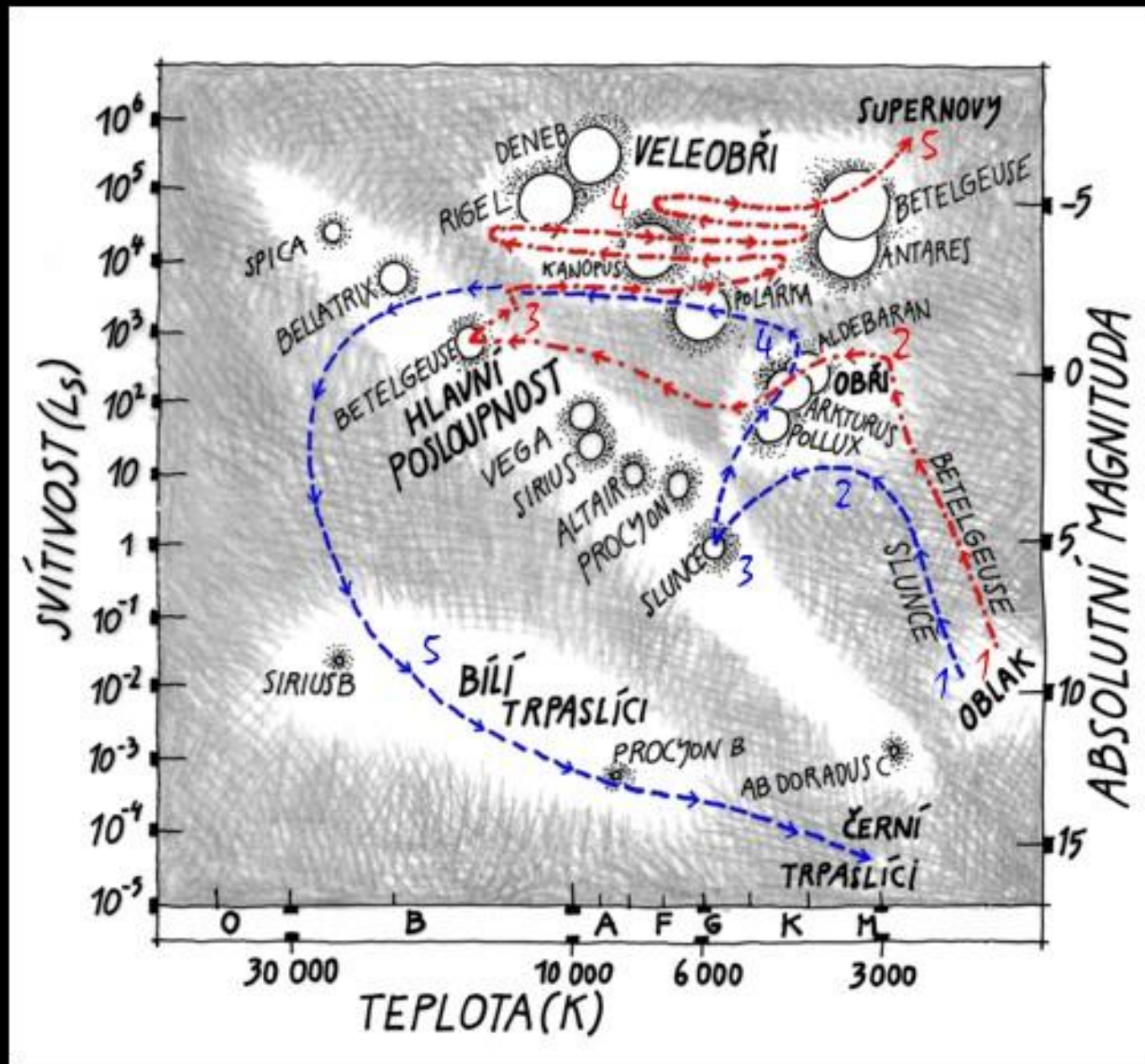
Základní charakteristiky hvězd a vzorce

- Vztah mezi: 1. svítivostí (L)
2. spektrální třídou
3. absolutní hvězdnou velikostí (M)
 - Spektrální třída: rozdělení hvězd podle spekter – O, B, A, F, G, K, M, L, T → odpovídá povrchové teplotě hvězdy
 - Svítivost: zářivý výkon hvězdy
- $$L = 4\pi R^2 \sigma T^4$$
- Absolutní magnituda: magnituda objektu ve vzdálenosti 10 pc od nás, závisí jenom na svítivosti objektu

$$M = m + 5 - 5 \log r$$

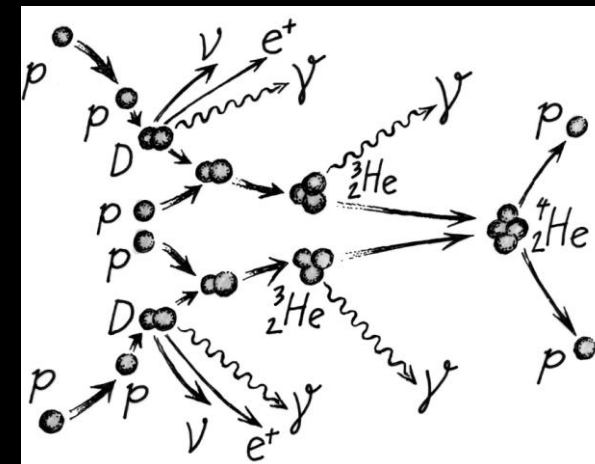


1. Zrod globule ze zárodečné mlhoviny
 1. - 2. Gravitační pád globule -> zastaven tlakem látky
 2. Vznik protohvězdy -> gravitace kompenzovaná gradientem tlaku látky
 2. - 3. Kontrakce protohvězdy, odvod energie zářením, zvyšování teploty a tlaku ve vnitru
 3. Fúzní reakce -> hvězda HP -> vodík (H) se spaluje na hélium (He)
 3. - 4. Dochází vodík -> smršťování jádra, zvyšování teploty
 4. Spalování He v jádře -> červený obr
 5. Rozpínání a chladnutí obalu, smršťování jádra
- Malá M – vyhořelé jádro – bílý trpaslík
Velká M – exploze supernovy – vznik neutronové hvězdy či černé díry

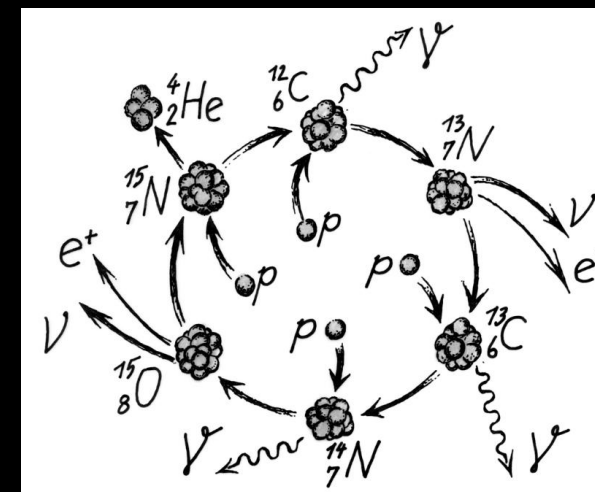


Život na hlavní posloupnosti

- Slunce tam stráví 90 % života, ještě asi 5 miliard let
- V jádře převládá p-p řetězec nad CNO cyklem
- Slučují se 4 protony za vzniku 1 jádra hélia (He)
- Zářivá zóna → vznik fotonů → 100 000 roků, pokud doputují na povrch
- Konvektivní zóna → sestupné a vzestupné proudy → promíchávání



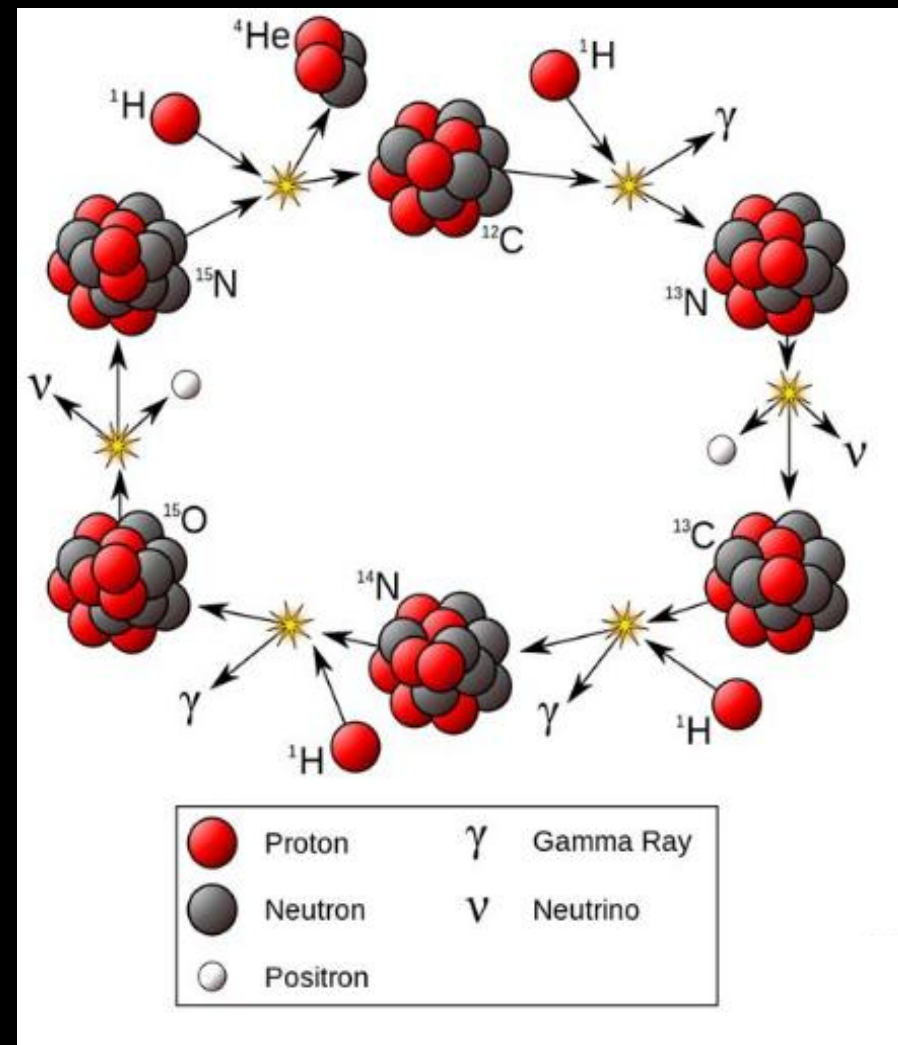
p-p řetězec



CNO cyklus

Život mimo hlavní posloupnost

- Zdroj zářivé energie u hvězd s $> 1,5 M_s$
- Syntéza He v jádře na těžší prvky
- Probíhá velmi bouřlivě a rychle (mil. let)
- Zvýšení teploty a tlaku v jádře $\rightarrow$ obr, veleobr
- Uhlík (C), Kyslík (O), Dusík (N) $\rightarrow$ katalyzátory
- Husté jádro, řídké obaly $\rightarrow$ hvězda se nafukuje
- Bílý trpaslík, neutronová hvězda, supernova, černá díra



Co je tedy hvězda?

- **Vědecky uznávaná definice hvězdy:**

Hvězda je mohutné, převážně kulovité těleso složené z plazmatu, které září v důsledku termonukleárních reakcí probíhajících v jejím nitru

Tyto reakce, zejména přeměna vodíku na helium prostřednictvím jaderné fúze, uvolňují obrovské množství energie ve formě elektromagnetického záření, tepla a částic. Hvězdy se udržují v rovnováze mezi gravitačním smršťováním a tlakem záření vznikajícím v jejich jádru

- **Populárně-naučná definice hvězdy:**

Hvězda je obrovská koule žhavého plynu, která svítí díky tomu, že v jejím nitru probíhají jaderné reakce. Tyto reakce přeměňují vodík na helium a přitom uvolňují obrovské množství energie – právě ta dává hvězdě její světlo a teplo

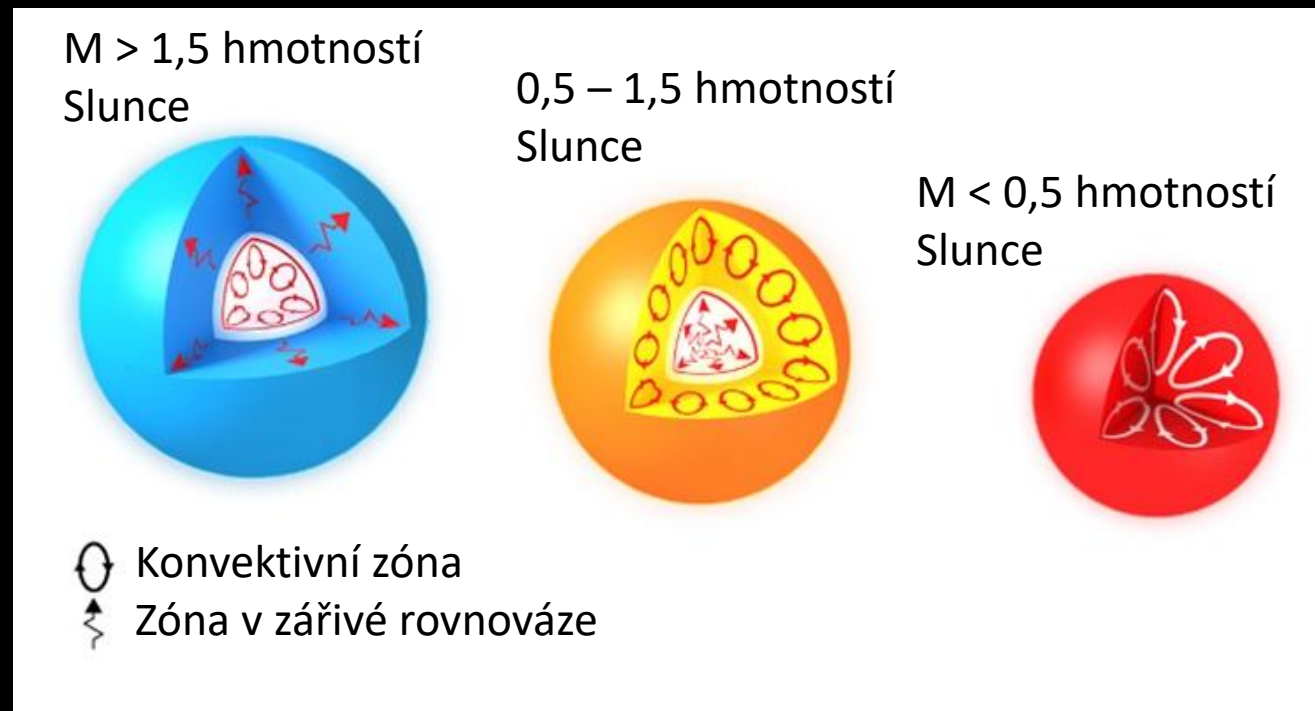
Stavba hvězd

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

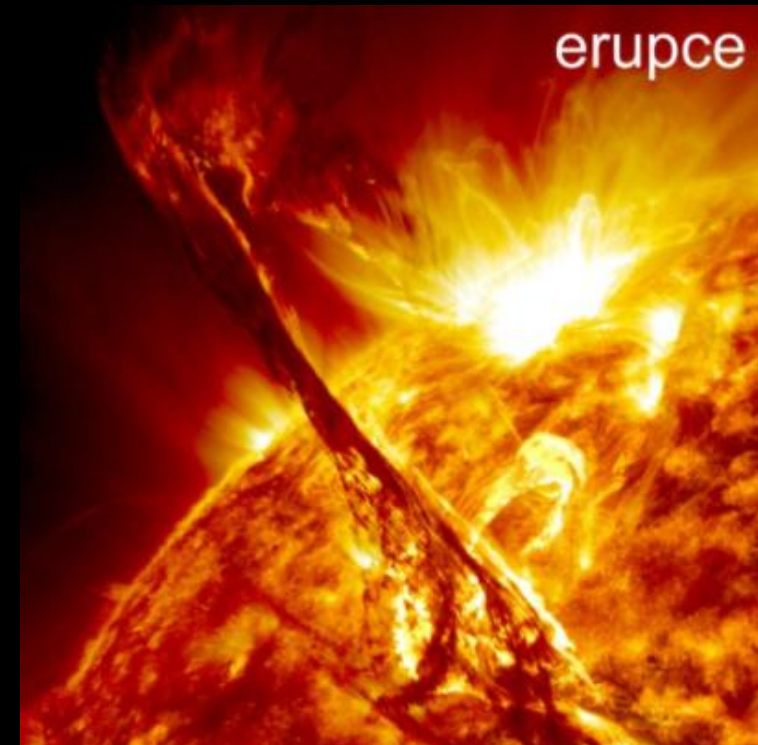
Hmotné hvězdy

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



Erupce hvězd

- Zjasnění ve fotosféře a chromosféře
- Doprovází je uvolnění hmoty a energie
- Při silnějších erupcích může dojít k odtržení oblaku plazmatu, který putuje Sluneční soustavou → interakce se zemskou magnetosférou → polární záře





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

