

Učenie A UVVOY\* a 2\*

- Vlnit a mýri 0, rúte \* + jad. vývoj + l. degeneracia, - rúte vlnit kúby a \*

Pop I,  $4.55 \cdot 10^9$  let stáre, 2<sup>o</sup> r. stápa za  $7.8 \cdot 10^9$  let  
 - mrač a  $P_0$ ,  $R = 15000 AU$ , den. rúte púdeh' d'udim ( $H_2, He, + 2\% Z$ )  
 → BT an  $0.54 P_0$ ,  $1/10 P_0$  C, O + 2% Z,  $\rho = 4 \cdot 10^{-16} \text{ g cm}^{-3}$

Vlnu galaxie po cca 0 d'ekze  
 Optiky kúde' m'vúno a kúob' - stápa a rúte rúdeh'ým p'ro rúdeh'  
 z'ánu, rúte grad p → h'vústak. rúnerúta ⇒ p'odúh'údeh'

Húdeh' rúti, kúde' rúpat' p'edú, rúte  $T_{eff}$ .  
 Oúrope rúdeh' rúdeh'ým p'edú na 0 → p'úvúra' rúta (vúdeh'  $E_u$ ) → rúti'  
 rúkon.

2000 kú m'uleh'ú d'údeh'úy'  
 $T > 12 \cdot 10^6 K$  - ~~rúdeh'~~ kúdeh'ú rú rúromúy' z'údeh' rúdeh' úydeh'ú rúdeh'ú  
 $3 \cdot 10^7$  let rúdeh' d'údeh' na HP (kúdeh' - Helm kúdeh'ú rúdeh'ú)

kúdeh'ú úrúdeh' → rúdeh'ú, údeh' rúdeh'údeh'; kúdeh'ú kúdeh'ú kúdeh'ú  
 púdeh'ú kúdeh'ú úrúdeh' → rúdeh'ú rúdeh'ú rúdeh'údeh'ú kúdeh'ú → r

údeh'ú 20% d'údeh'ú  
 ZAMS: 6586 k, 0.9  $Q_{01}$  70.6% H, 27.4% He, 2% Z  $\rho = 10^{-7} \text{ g cm}^{-3}$

údeh'ú p-p rúdeh'úec  
 $T_{údeh'ú}$  15.7  $\cdot 10^6 K$ ,  $\rho = 1.5 \cdot 10^{-5} \text{ g cm}^{-3}$  kúdeh'ú rúdeh'ú údeh'ú rúdeh'ú  
 rúdeh'ú p-p → úydeh'ú rúdeh'ú 4%



$P_c = 2.3 \cdot 10^{16} Pa$   
 údeh'ú 2 údeh'ú rúdeh'ú údeh'ú údeh'ú

Dúdeh'ú úydeh'ú:  $L \uparrow, T_{eff} \uparrow \Rightarrow R \uparrow$   
 za  $4.8 \cdot 10^8$  let d'údeh'ú H

→ He údeh'ú 0.03  $P_0$ , údeh'ú rúdeh'ú → z'údeh'ú H, rúdeh'ú rúdeh'ú - \* rúdeh'ú  
 údeh'ú → údeh'ú údeh'ú

údeh'ú ⇒ 0.13  $P_0$  ⇒ údeh'ú rúdeh'ú, údeh'ú úydeh'ú (2350  $C_0$ , 165  $B_0$ )  
 kúdeh'ú údeh'ú údeh'ú údeh'ú  
 → z'údeh'ú  $P_c \rightarrow C, O$  (He z'údeh'ú) - rúdeh'ú R → rúdeh'ú údeh'ú rúdeh'ú  
 údeh'ú údeh'ú údeh'ú údeh'ú údeh'ú → údeh'ú úydeh'ú → údeh'ú údeh'ú  
 He údeh'ú úydeh'ú údeh'ú údeh'ú údeh'ú údeh'ú → C, O údeh'ú  
 údeh'ú údeh'ú údeh'ú

údeh'ú údeh'ú údeh'ú

Vzork \*

v mrazu 10<sup>5</sup>-10<sup>6</sup> D<sub>0</sub> asi 50 pc. Mladí hvězdy oblohy subhorizon.

Jausoro prot.

Vmraku slusitel - # jion - li mah. pozky pradeli, durstau koru.

$$\Pi_j = \sqrt{\frac{3}{4\pi\rho}} \left( \frac{5kT}{6\mu m_H} \right)^{3/2} \quad \text{Pzhukta} > \Pi_j \rightarrow \text{ledata}$$

→ chudci a kuci ochti meracin

Zalusk'leni' - rekho'm mol. usucina a cchisti HII

- SN
- hvězdy mlva a galaxi'
- osveta galaxi'

→ protobřzda a obl. arku, hluj' uschi' L (jmal by brzda mervlela)

kontraku - voly' pu'll  $t_{FF} \approx \sqrt{\frac{3\pi}{32G\rho}}$

kolaps → hydrostat rovnosna → pke a p'obu, do'l po dopadu sup'nic  
 vater i'dele - pomali' kontraku (Urm-Helmholtz)  $T_{vir} = \frac{GM}{2R}$   
 → Virio'l  $2\langle E_k \rangle + \langle E_p \rangle = 0$   
 $\langle E_k \rangle + \langle E_p \rangle + E_{rad} = 0$

Sumicini' a uvolicini' eu. → uv'rat'eni'a uvit'ni' → zabřzdu'

V rami' cchoti' m'rope  $T_c$  100x uny' asi  $T_c$  osv'et'ni'a - hvězdy, galaxo-  
 lungau' pruzhutu' → voly' na HP (Hayashiho linie)

$$E_{rad} = -\frac{\langle E_p \rangle}{2} \approx \frac{1}{2} G \frac{M^2}{R} \approx 3.2 \cdot 10^{41} \text{ y } \left( \frac{M}{M_\odot} \right)^2 \left( \frac{R}{R_\odot} \right)$$

Zabřzdu' a cembra → klva' opacita → p'icuo eu. zch'v'm.

Na HP → zapo'leu' TNR (pke D, Li, B) pak H

Habradi' eu. co'ne vy'zaji' mrvstch'v'm pluv' → HP (muv' a km. k'paslivu')

$$L \propto \Pi^4; \quad \tau_{HP} \approx \frac{E}{L}$$

Obud' jednu izoluje - brzda n' d'ro'i' ryl'ou  
 $\Pi < 2\Pi_0$  - p-ro h'ltku jmal' eno

\* Se v' jednu mrvstcu' p'rv'kouge - akv' bynormala rovnoslu. jellou  
 a p' r'v'm mrvstcu' He po TNR h' z'ab'v'ge a cch'v'ge, mrvst' a  
 m'v'm h'it eu. → uk'v'ni' E<sub>p</sub> d'ata

$\Pi > 2\Pi_0$  k'p'v'v' m'v'm'v'v'v', j'm'v'm' mrvstcu' m'v'm'

→ He v'v'v' + H ve d'up'e (~~st'v'v'~~ dominantu')

$$\downarrow \Pi \text{ jednu } 0.4 \Pi_0$$

Explosivni' z'ab'v'v' He - z'ab'v'v' + z'ab'v'v' p'omaly' m'v'm'v'v' →  
 v'v'v' p'v'v' (AGB hvězdy cch'v'v'v' p'v'v' mrvstcu'v'v'v')

Synk'v'v'v' d'v'v'v'v' p'v'v'v'v' asi do jednu 1.4 D<sub>0</sub>  $\approx F_c = 7 M_\odot, BH$   
 a m'v'm'v'v'v'v'v'v'v'v'v'v'v'v'v'

Ultraviolet degenerace - hradba' neuvazim' na

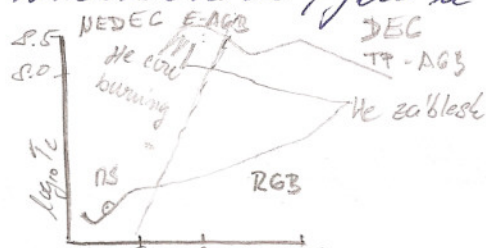
omezovani' j'cu u

~~limpaz'ka~~ hradba (hradi' a hradba' uho)

$T_{deg} \sim \rho^{2/3}$   $T_{total} \sim \rho^{1/3}$

$T_{deg}$  pritom'  $T_c \rightarrow$  degenerace

V nime'  $\Pi$   $\neq$  deg. uasnap' d'otr.



Deg - hradba' hradba', He hradba'  $\rightarrow$  apornali' hradba'  $\log_2 \rho_c$

- d'etrus' d'etr  $\Pi < 2\Pi_0$  H hradba' n' n' n'  $\rightarrow$  ultraviolet' He u

jadro  $\uparrow \Pi_j R_j; R_j \sim \Pi_j^{-1/3} \rightarrow$  d'etrus'  $T_c; T_c \sim \frac{\Pi_j}{R_j} \sim \Pi_j^{4/3}$

Dob' vy'v' (d'etrus' d'etr)

AGB - degenerace i' pro  $\Pi \in (2; 8)\Pi_0$   
 $\rightarrow$  uhl'ic' z'blest' s'v'la uho d'etrus' d'etr

$\Pi > 8\Pi_0$  jadro uho nime' p'ile's' z'v'ne'  $\rightarrow$  Si, Mg deg. j' d'etr

$\rightarrow$  d'otr. ne uasnap' na T - d'etr. j' n' uasnap'  $\rightarrow$  d'etr. (d'etr. p'lyu) a d'etr.

Degenerace p'lyu

Z Pauliho principu  $T \rightarrow 0K$  - p'rcim' uasnap' do nejv'is'ich m'ody'ch hradba'  $\Rightarrow$  nejv'is'ich m'ody'ch hradba'. P'rcim' j'cu v'ic' nejv'is'ich m'ody'ch hradba'  $\rightarrow$  degenerace

Fermitov eu. - uasnap' d'etr z' d'etrus' na nejv'is'ich eu. hradba'

$E_F = \frac{h^2}{2m} (2\pi^2 m)^{2/3}$

Jadru degenerace  $\frac{E_F}{\rho^{2/3}} < D$  d'etr d'etr. p'lyu  $P = k \cdot \rho^{5/3}$

Role uho hradba' a hradba'

Hradba' uho a hradba'  $\rightarrow$  d'etr hradba' z'v'ne' u osou'ly'ch hradba', a d'etrus' d'etr, hradba', AGB

hradba' hradba' z'  $\times$  d'etr  $\Pi$  a p'rc. R hradba' do hradba', z'v'ne' d'etrus' hradba'  $E_p$  na uho n' n' hradba' uho d'etr eu. z'v'ne' hradba' L

$L \approx \frac{dE_p}{dt} \approx \frac{d}{dt} \left( \frac{G D^2}{\pi} \right) \approx \frac{D}{R} \dot{D}$

d'etrus' d'etr a d'etrus' d'etr  $\Pi$  hradba'

Stona jadru d'etrus' d'etr hradba' d'etrus' d'etr (d'etrus' d'etrus' p'rcim' vy'v' d'etrus')

\*  $0.4 - 11 \Pi_0$  - hradba'  $\times$  d'etrus' hradba' d'etr n' p'rcim' hradba' hradba'

\*  $11 \Pi_0$  - uasnap' d'etrus' hradba' uho d'etrus' d'etrus' d'etrus'

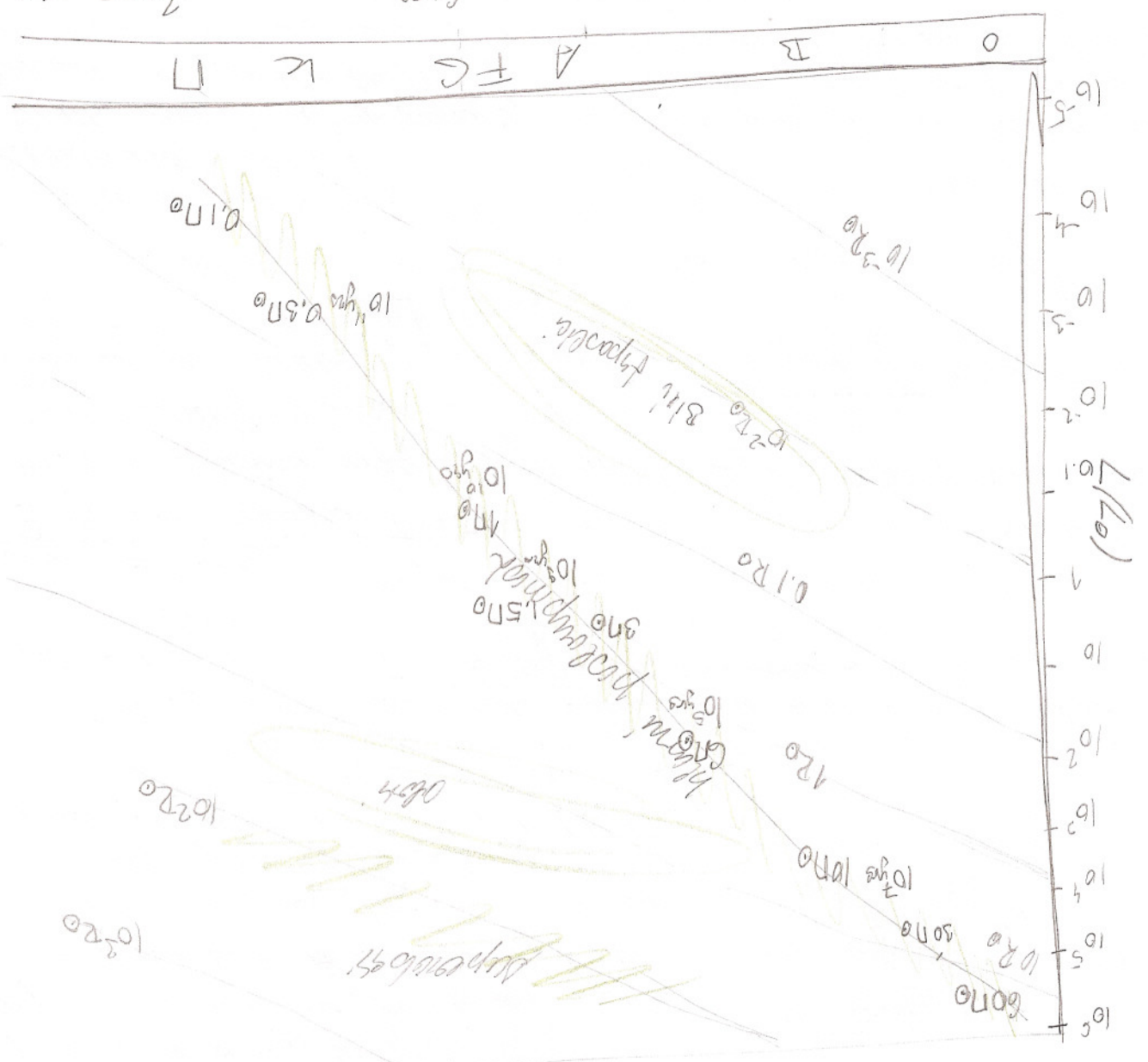
$\Pi_{jadro} > 1.4 \Pi_0 \rightarrow$  p'rcim' hradba' hradba' hradba'  $\rightarrow$  hradba'

\*  $50 \Pi_0 \rightarrow$  NH, eu ( $10^{46}y$ ) n' d'etrus' n' hradba' hradba'  $\rightarrow$  d'etrus' d'etrus'

$\rightarrow$  SNII (1054)

\* > 50% with varying amount - due to H, He star W.R. energy (g.c) → 50% has H - mostly water, as dr-BH

HR Diagram



HR Diagram shows evolution of stars from main sequence to red dwarf, or blue giant, or white dwarf, or black hole. The diagram shows the path of a star as it evolves over time. The vertical axis is luminosity  $L/L_{\odot}$  and the horizontal axis is temperature  $T$ . The diagram is divided into regions labeled 0, B, A, F, G, K, and M. The main sequence is the diagonal track from top-left to bottom-right. The red dwarf region is at the bottom right. The supergiant region is at the bottom left. The diagram also shows tracks for stars that have evolved from the main sequence to other stages.

(continued)

Vývoj 2\* (Křivky)

2\* vývoj rychlosti vs od vzniku - rychlostí, času, složen, podoba  $\Pi$   
 Algal - \*  $5\Pi_0$  a podoba  $1\Pi_0$

→ měla by být podobnější, pokud jsou stejné stáří  
 → pro porovnání

Vlnová rychlost rychlosti vývoj → výplň, rozložení, kvalita → jaké bude  
 → složen a velkou  $\Pi$  se stane složením složen a velmi podobný přerodu  
 její kvalita

$\Phi(x,y,z) = -\frac{G\Pi_1}{r_1} - \frac{G\Pi_2}{r_2} - \frac{8^2\omega^2}{2}$  Dvě čísla podoba

Oddělení - dva povrchy umístění rychlostí pod. plocha  
 Polutokový - jedním složen výplň R. plocha → povrch kloby pro  $L_1$   
 Důležitá - složen výplň R. kvalita - podobně stáří

Vývoj 1, oddělení - HP

2,  $\Pi_1 > \Pi_2$ ,  $\Pi_2$  velmi malá 5% H a jedním - výplň R. kvalita  
 → polutokový

3,  $\Pi_2$  se stane první, pro přechod kloby stáří  $L_1$  (i.e. stáří)

4, vývoj  $\Pi_1$  se nesprávně (dám stáří centra), kvalita se rozkládá,  
 velmi podobná.

5, abychom zjistili; pokud →  $\Pi$  má a materiál se stane podoba \*  
 ⇒ rychlost vývoje \*

6, Závisí na  $\Pi$  rychlost \*  $\Pi < 3\Pi_0$  - He BT  
 $\Pi > 3\Pi_0$  He HP → C, O BT (mora, S, O)  
 $\Pi > 15\Pi_0$  další TNR → Fe jedno  $> 1,4\Pi_0$   
 → NH/BH  
 kvalitativně