

Chemické složení vesmíru

Jak sledujeme chemické složení ve vesmíru?



Libor Lenža, Hvězdárna Valašské Meziříčí, p. o.

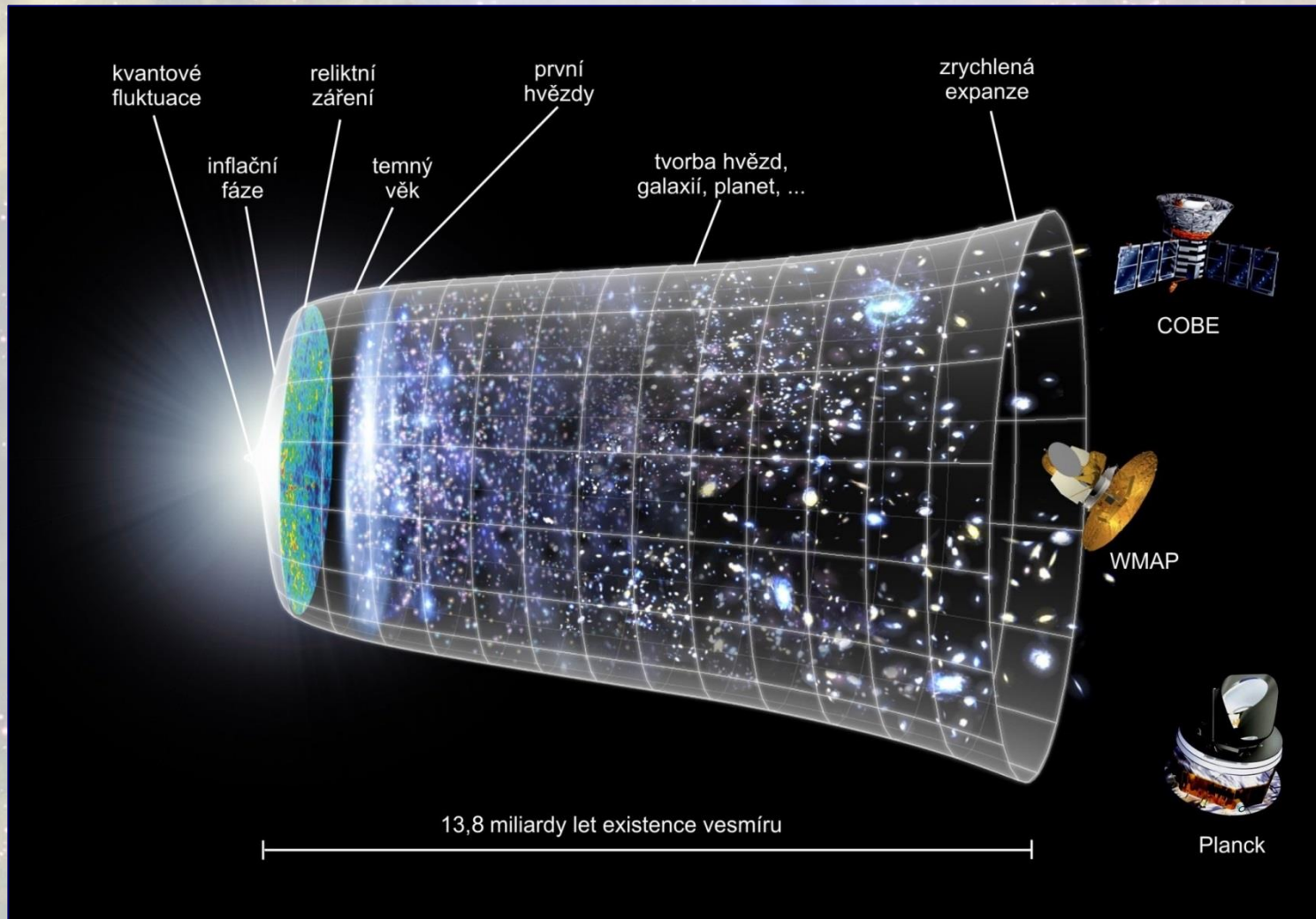
Obsah semináře

1. Vznik vesmíru a počáteční vývoj vesmíru a hmoty
2. Hvězdy – klíč k chemickému vývoji vesmíru
3. Mezihvězdná hmota
4. Jak studujeme chemické složení vesmíru



Vznik vesmíru a jeho raný vývoj I

Dnešní představa vývoje vesmíru – teorie horkého vzniku světa

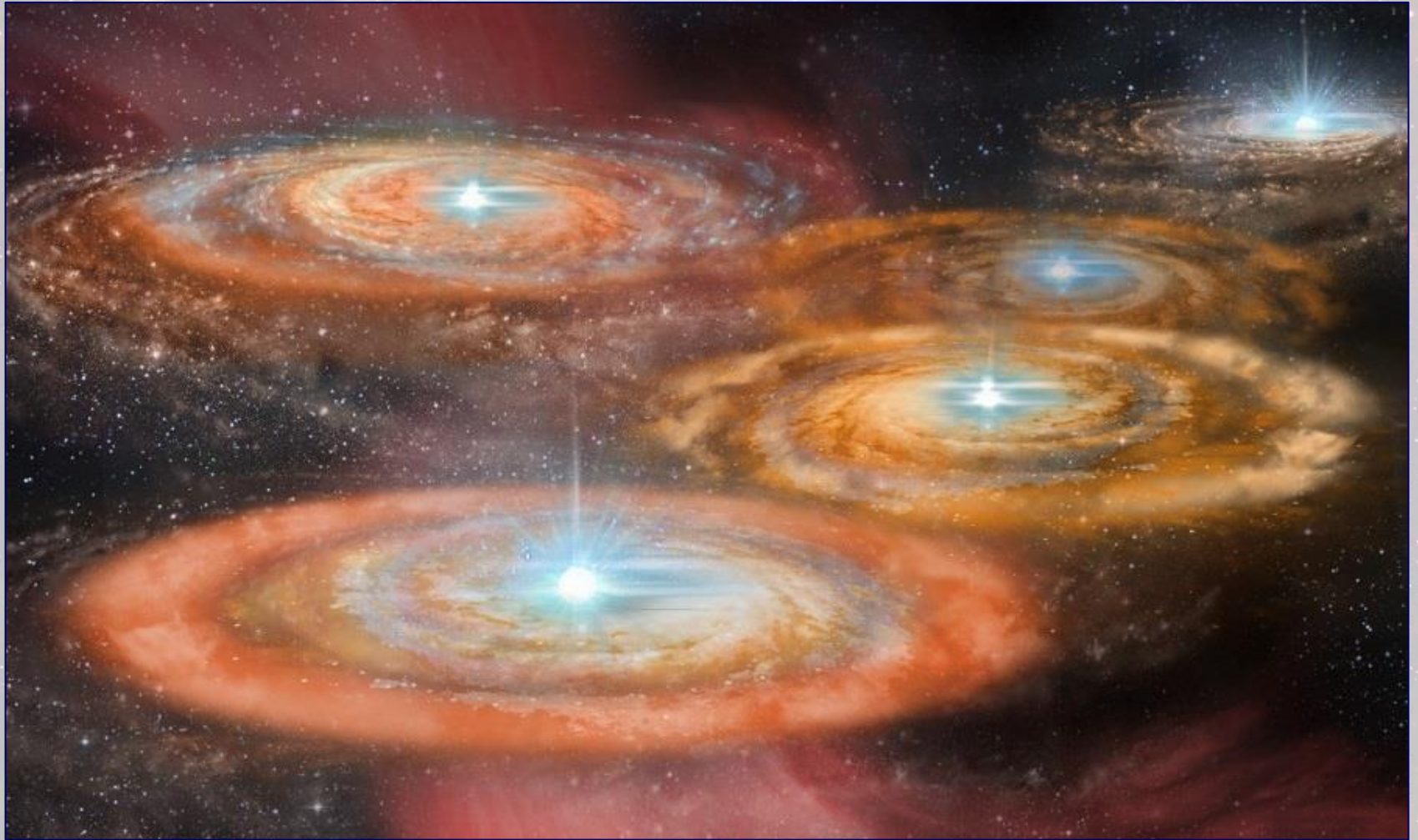


Vznik vesmíru a jeho raný vývoj II

Důležité momenty z hlediska chemie (stáří vesmíru):

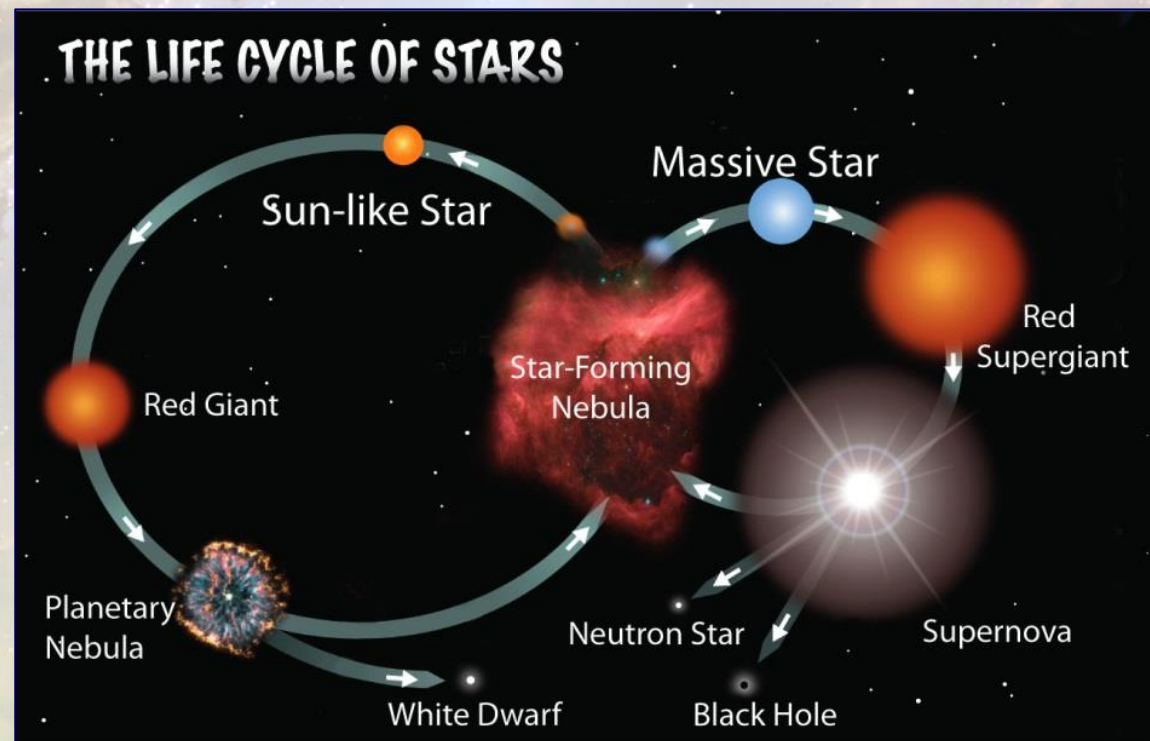
- 4 minuty – **tvorba lehkých jader** (stav nukleonů: 13 % neutronů a 87 % protonů – dále se už nebude měnit) – vychladnutí látky na teplotu pod 9×10^8 K; 26 % hélia a 74 % vodíku. Vodík se v dnešním vesmíru skládá z 94 % izotopu H a 6 % izotopu D
- 400 tisíc roků – **tvorba atomárních obalů** (záření přestává interagovat s látkou) – teplota $T = 4000$ °C ($E = 0,4$ eV) – začíná temný věk Vesmíru
- 400 miliónů let (možná o něco dříve) – **vznik hvězd** – období překotné tvorby velmi hmotných hvězd (nulté generace), končí temný věk Vesmíru

Obří hvězdy nulté generace



Hvězdy – klíč k chemickému vývoji vesmíru

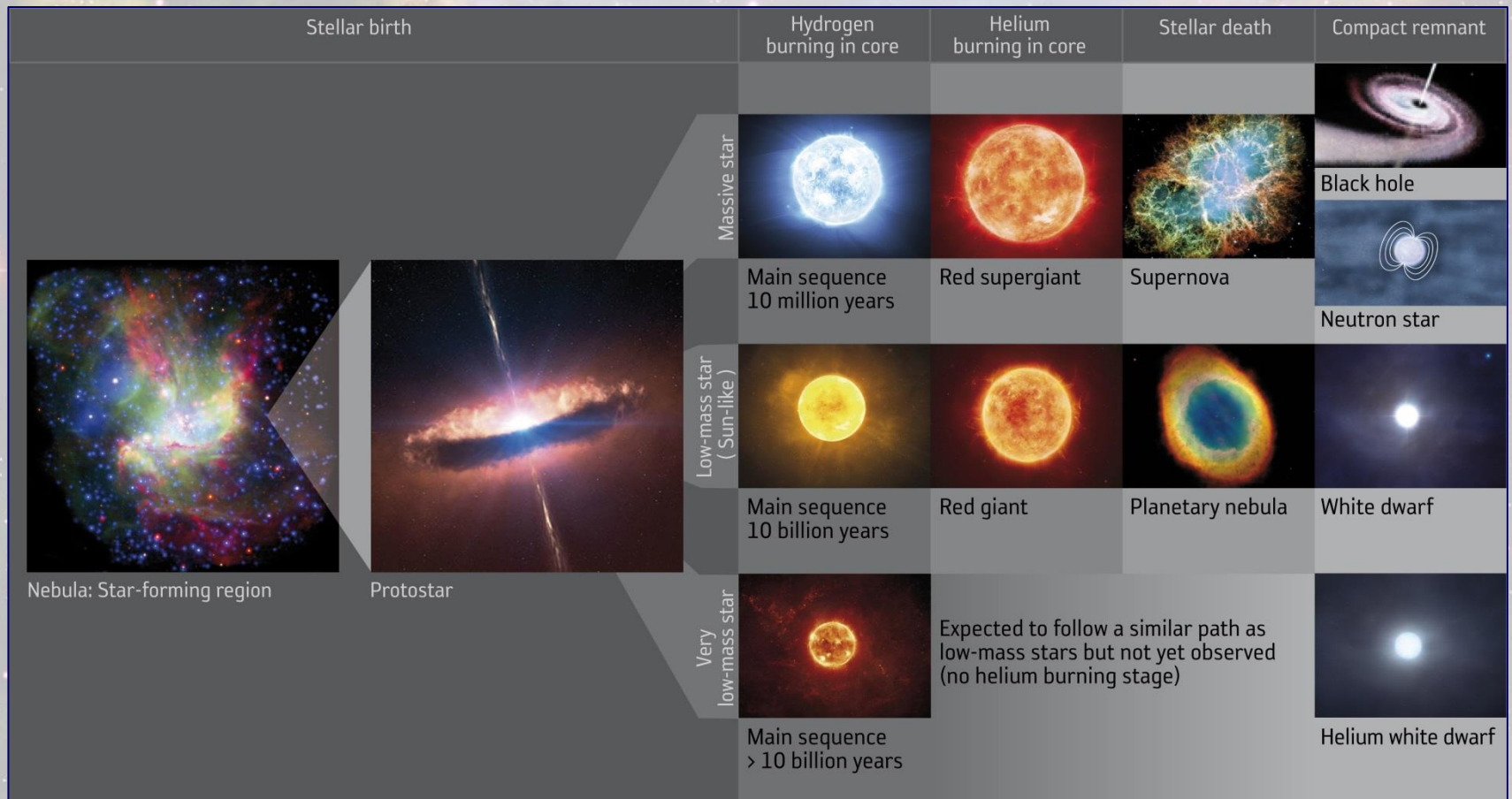
Víme, že na počátku Vesmíru byl k dispozici pouze vodík a helium (74 % vodíku a 26 % hélia). Avšak dnes vesmír obsahuje i těžší prvky. Klíčem k jejich vzniku jsou hvězdy a termionukleární reakce v jejich nitrech.



Životní cyklus hvězd

Hvězdy – klíč k chemickému vývoji vesmíru

Životní osudy hvězd



Periodická soustava prvků

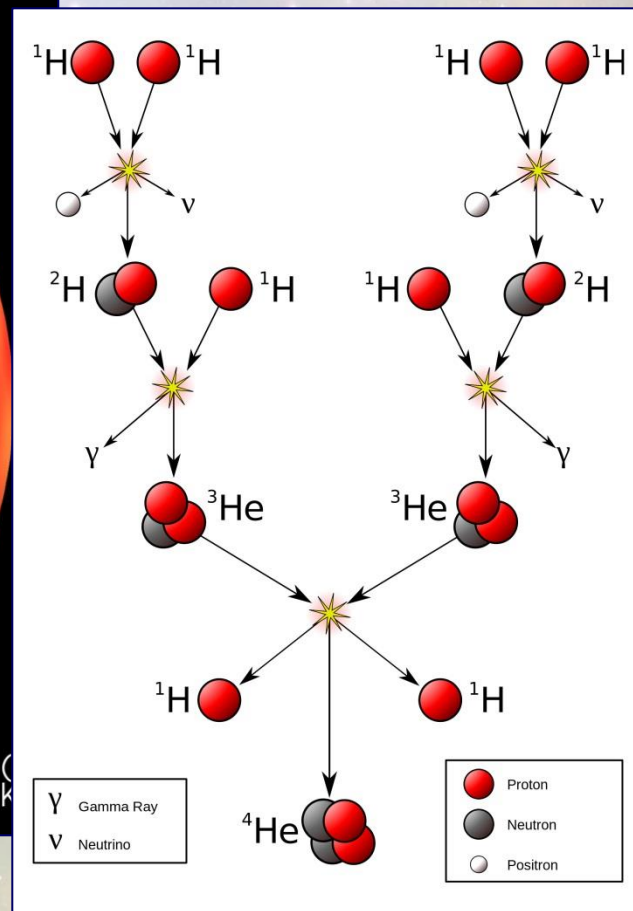
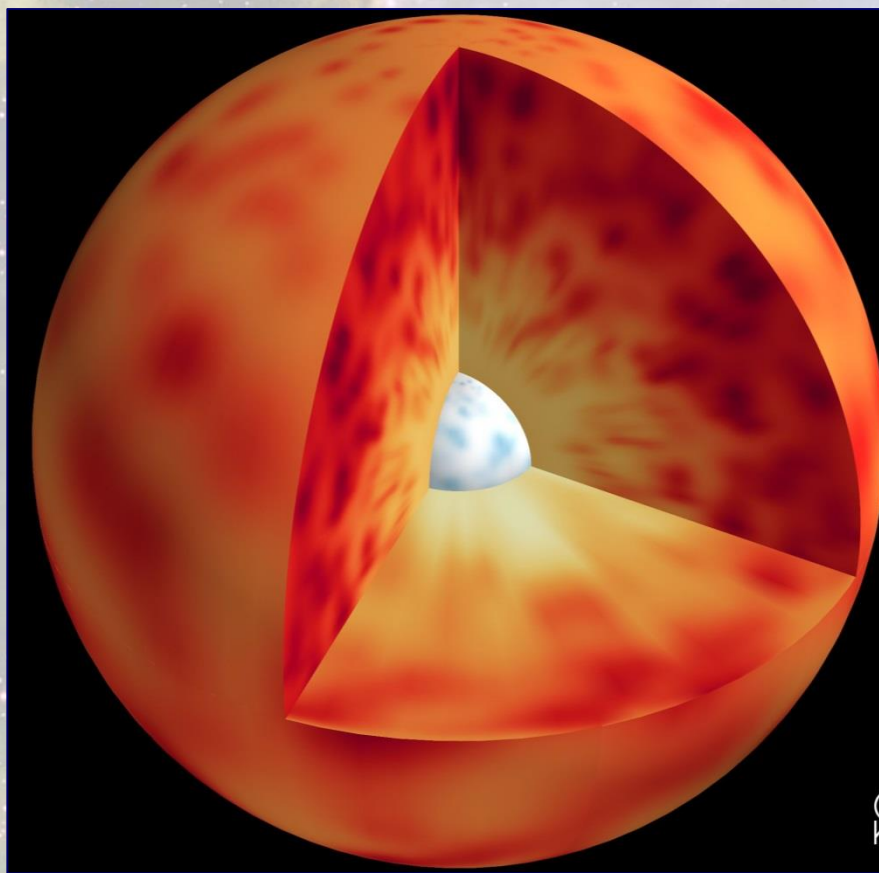
Primární hmota vesmíru obsahuje jen 75 % vodíku a asi 25 % helia.

Odkud tedy vezme ostatní prvky této tabulky??

1 H															2 He		
3 Li	4 Be									5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne		
11 Na	12 Mg									13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar		
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	* 71 Lu	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	** 103 Lr	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Uun	111 Uuu	112 Uub	113 Uut	114 Uuq	115 Uup	116 Uuh	117 Uus	118 Uuo
		* 57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb		
		* 89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No		

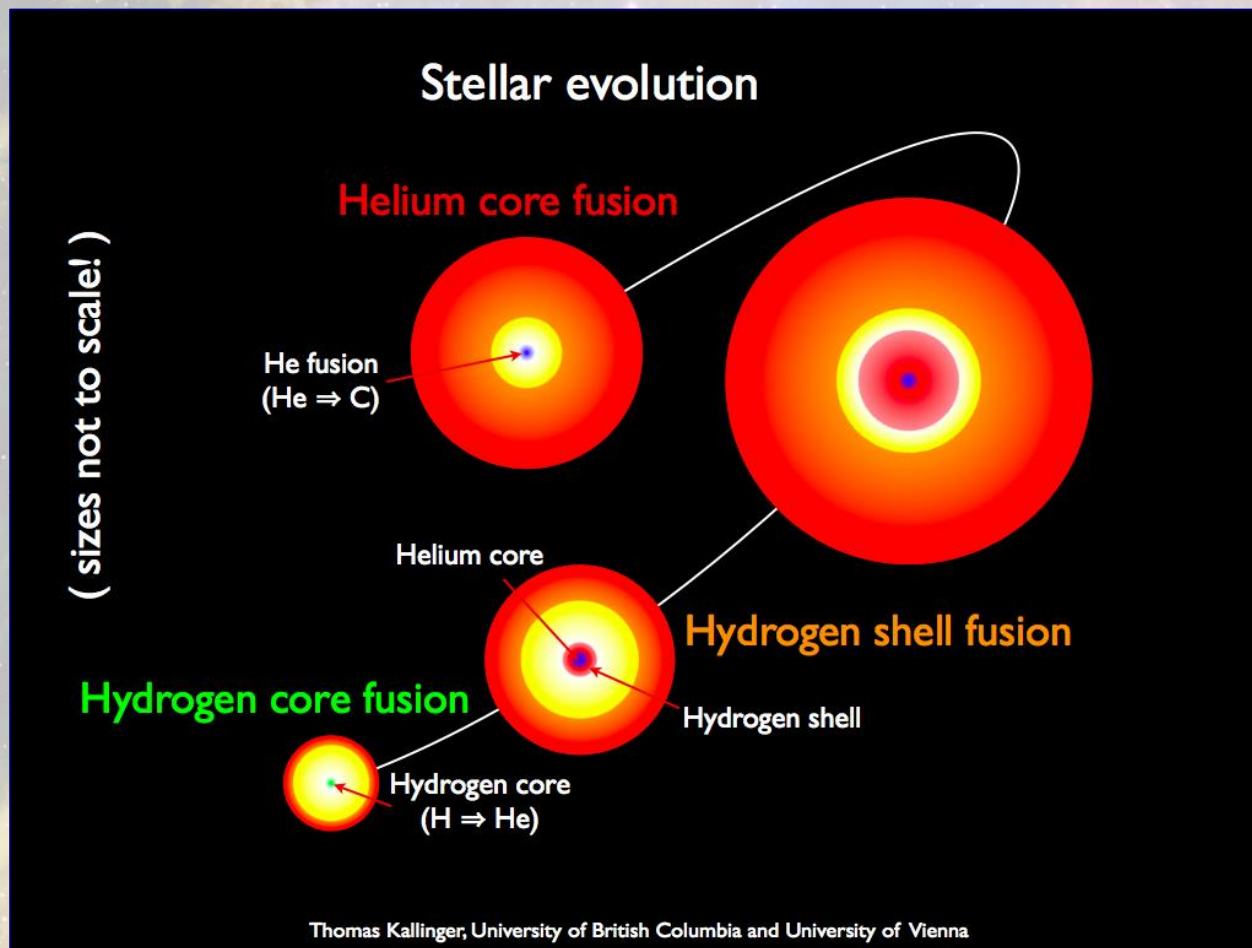
Jádro věci je ve jádru hvězd

V jádrech hvězd dochází k termonukleární reakci – slučování jader lehčích prvků na jádra prvků těžší.



Jádro věci je ve jádru hvězd

Jádro se vyvíjí – klesá obsah paliva a roste množství popela, který se stává palivem v další slupce...



Klíčem jsou termonukleární reakce v jádrech hvězd



Termonukleární reakce jsou ve hvězdných nitrech schopny vyrobit prakticky všechny základní biogenní prvky.

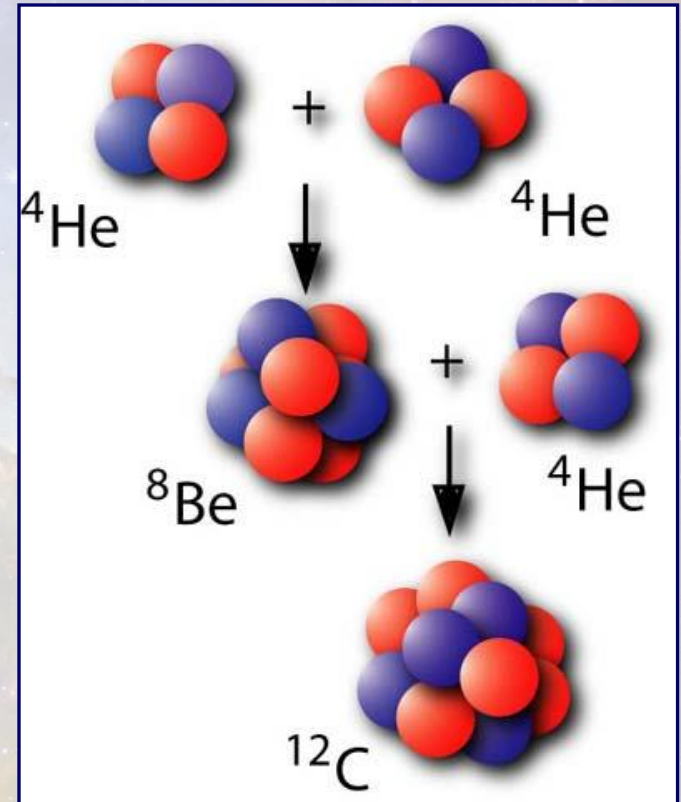
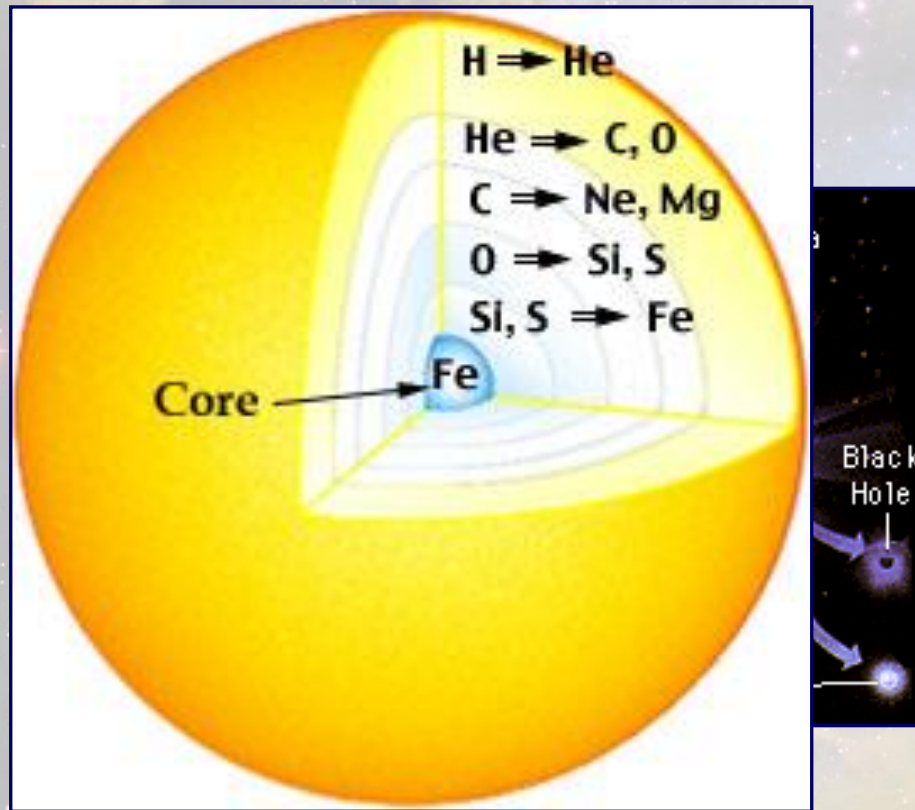
Související poznámky

- Termonukleární reakce ve hvězdách: přeměna vodíku na helium (H. Bethe aj., 1939)
- Vznik uhlíku z hélia v dožívajících hvězdách (E. E. Salpeter, 1951)
- Uhlík ($Z = 6$) až železo ($Z = 26$): série termonukleárních reakcí při zvyšující se teplotě v nitru dožívajících hvězd. Trvání milióny až desítky miliard let.

Kde se berou ostatní prvky?

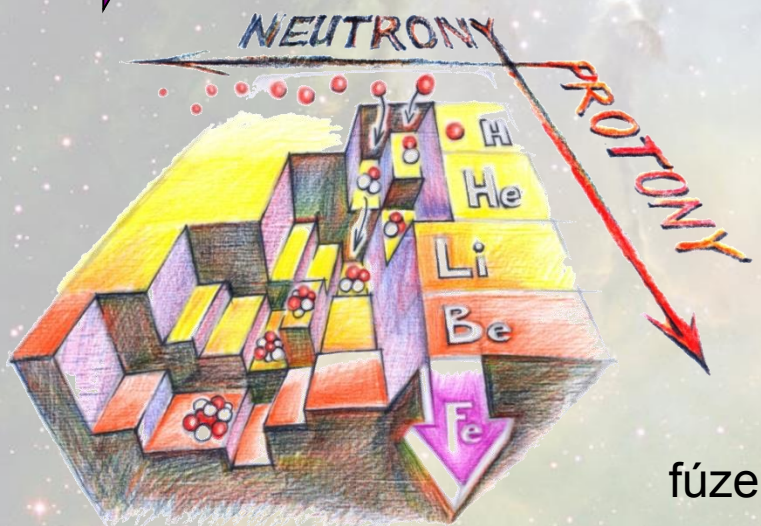
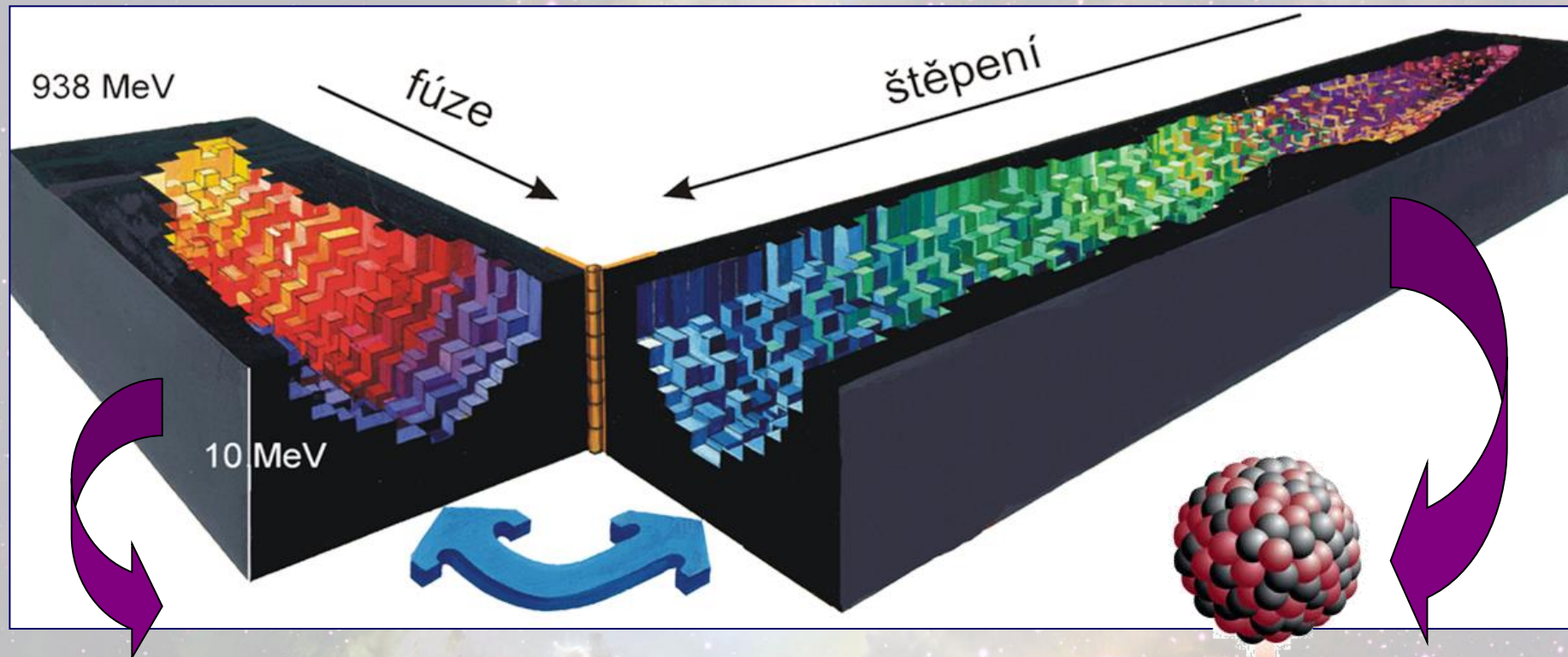
Zachycování neutronů doplní zbytek Mendělejevovy tabulky. Zastoupení prvků (Cu ... drahé kovy ... uran) velmi nízké.

Velmi hmotné hvězdy v pozdní fázi vývoje

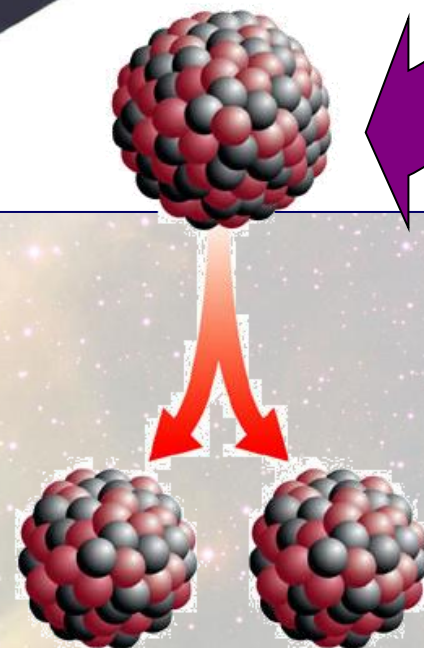


Struktura hvězdy je dána její hmotností a etapou vývoje.

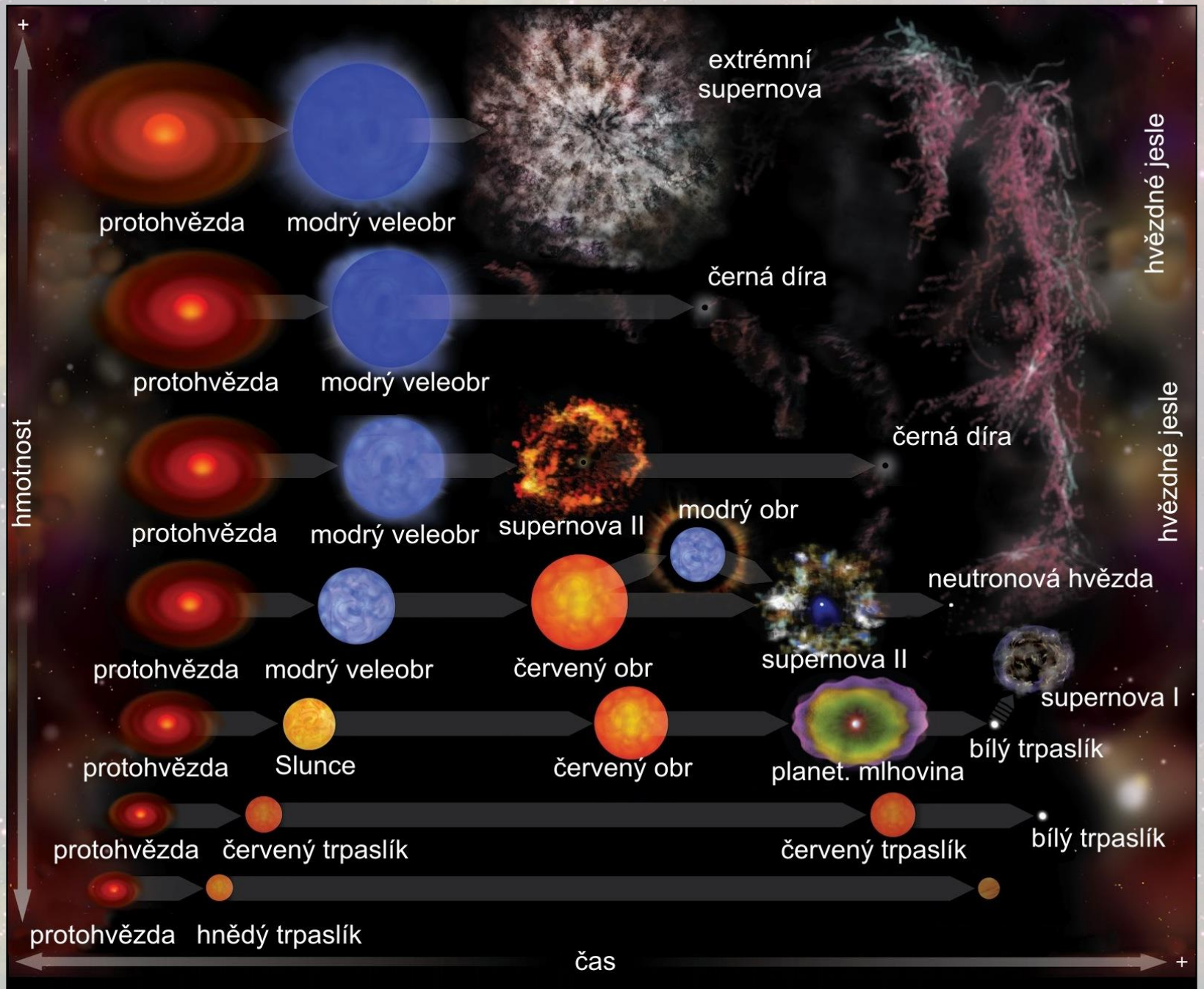
FÚZE A ŠTĚPENÍ



štěpení



HVĚZDNÝ VÝVOJ



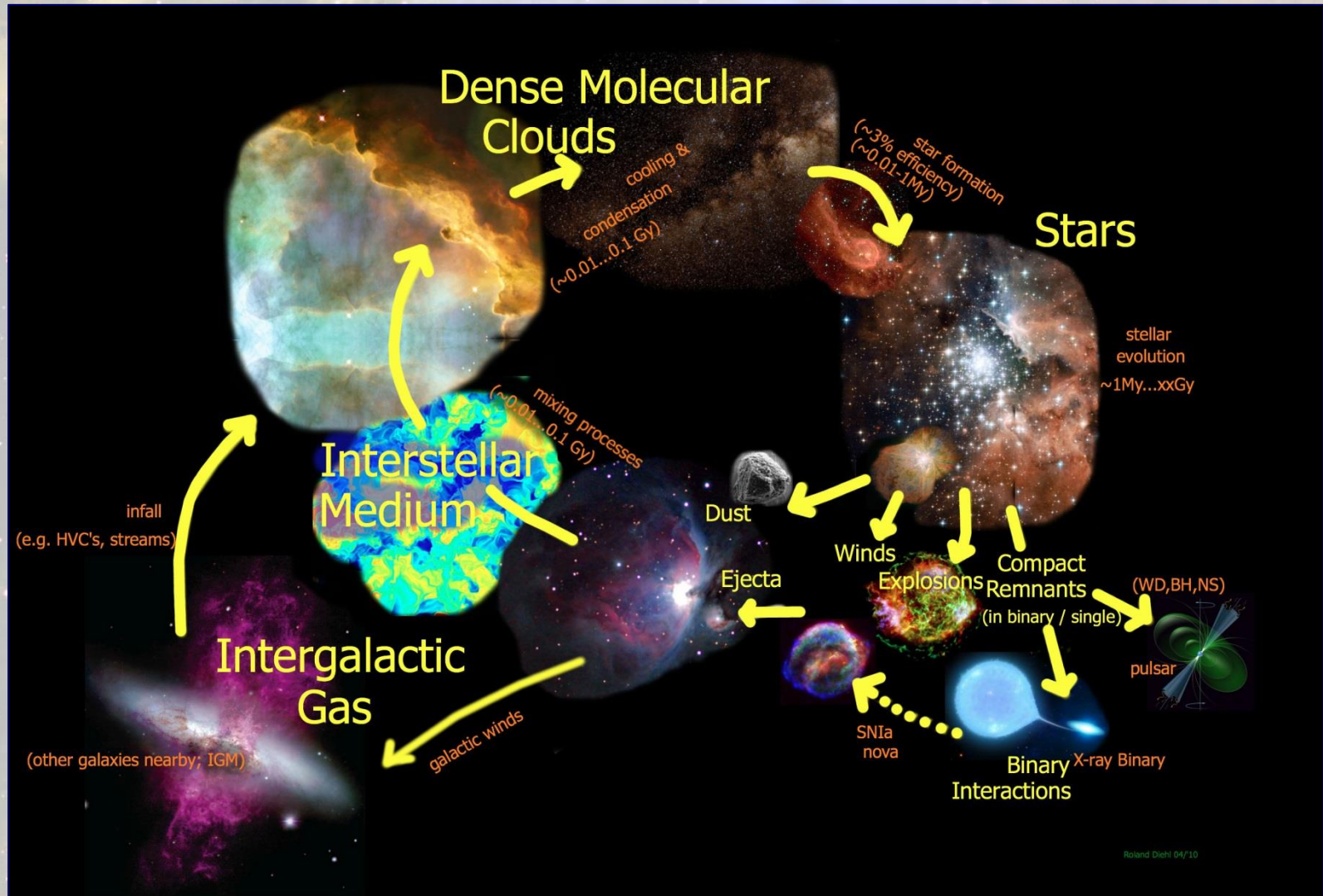
Mezihvězdná hmota

- základní materiál pro vznik hvězd a dalších objektů. Se stářím vesmíru roste zastoupení těžších prvků (roste metalicita).
- MHH obsahuje v největší míře H, He, ale také další těžší prvky, prach, molekuly a dokonce složitější molekuly
- chemický vývoj v oblacích MHH – problémy (extrémně nízká hustota, nízká teplota), ale máme čas (až miliardy let) a zdroje energie (záření)
- MHH důležitá pro vývoj planetárních těles a života



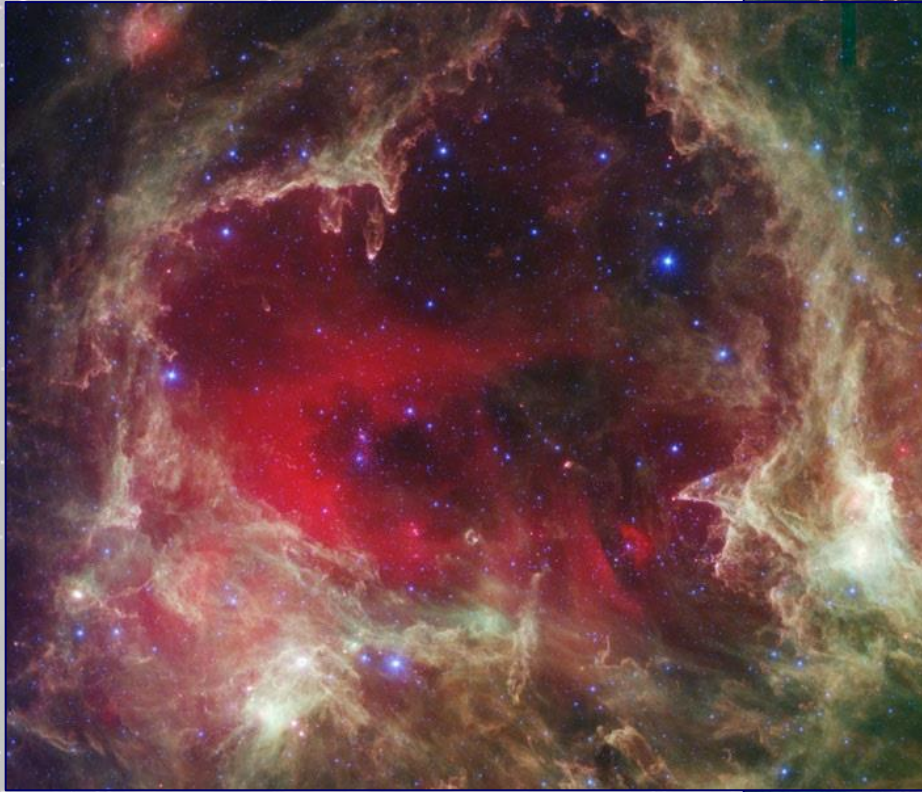
Mezihvězdná hmota

System výměny a koloběhu MHH.



Mezihvězdná hmota

Mnoho podob hmoty, mnoho původů – většinou chladná, různé procesy (ne)záření



Mezihvězdná hmota

Proč je tolik důležitá?



Je klíčem ke vzniku hvězd, planet, a v mnohém také života. Prostředím, kde dochází k dlouhodobému chemickému vývoji hmoty.

Mezihvězdná hmota

Rodiště dalších generací hvězd a planetárních soustav

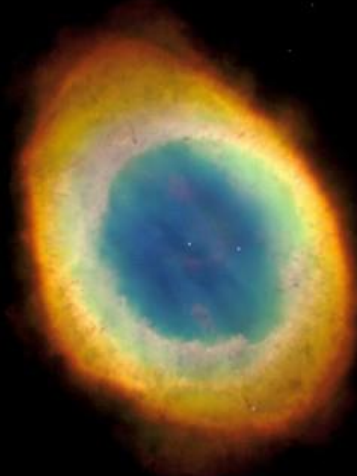


Stejně jako pozůstatky existence dávno zaniklých hvězd.

Mezihvězdná hmota



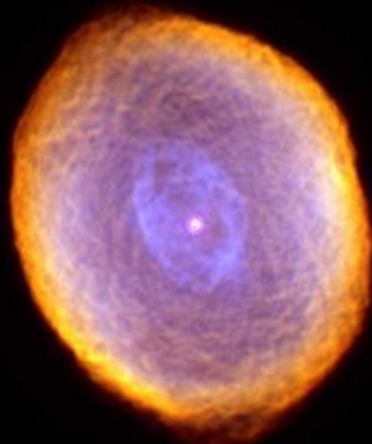
Eskimo Nebula



Ring Nebula



Necklace Nebula



Spirograph Nebula (IC 418)

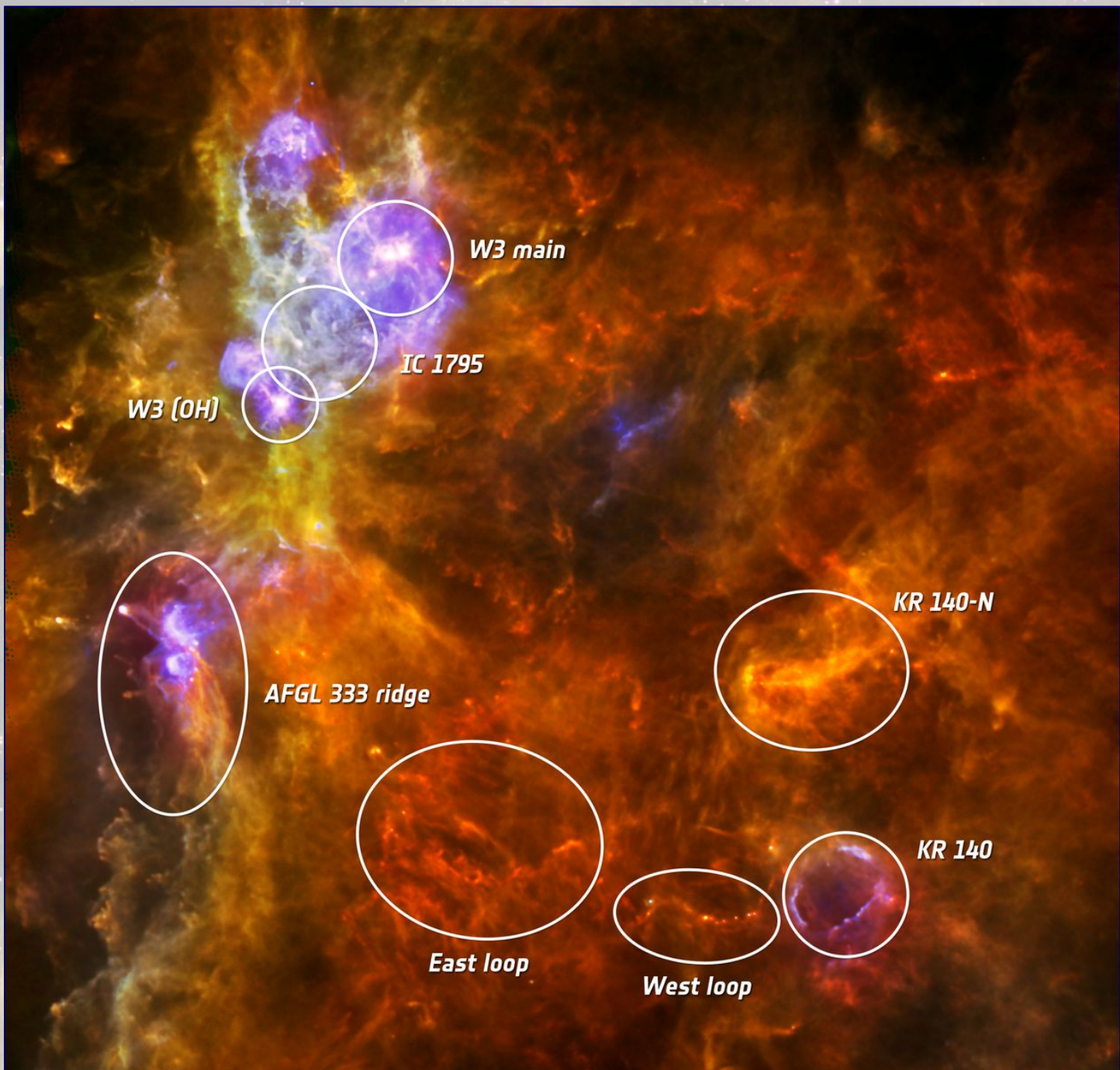


Cat's Eye Nebula



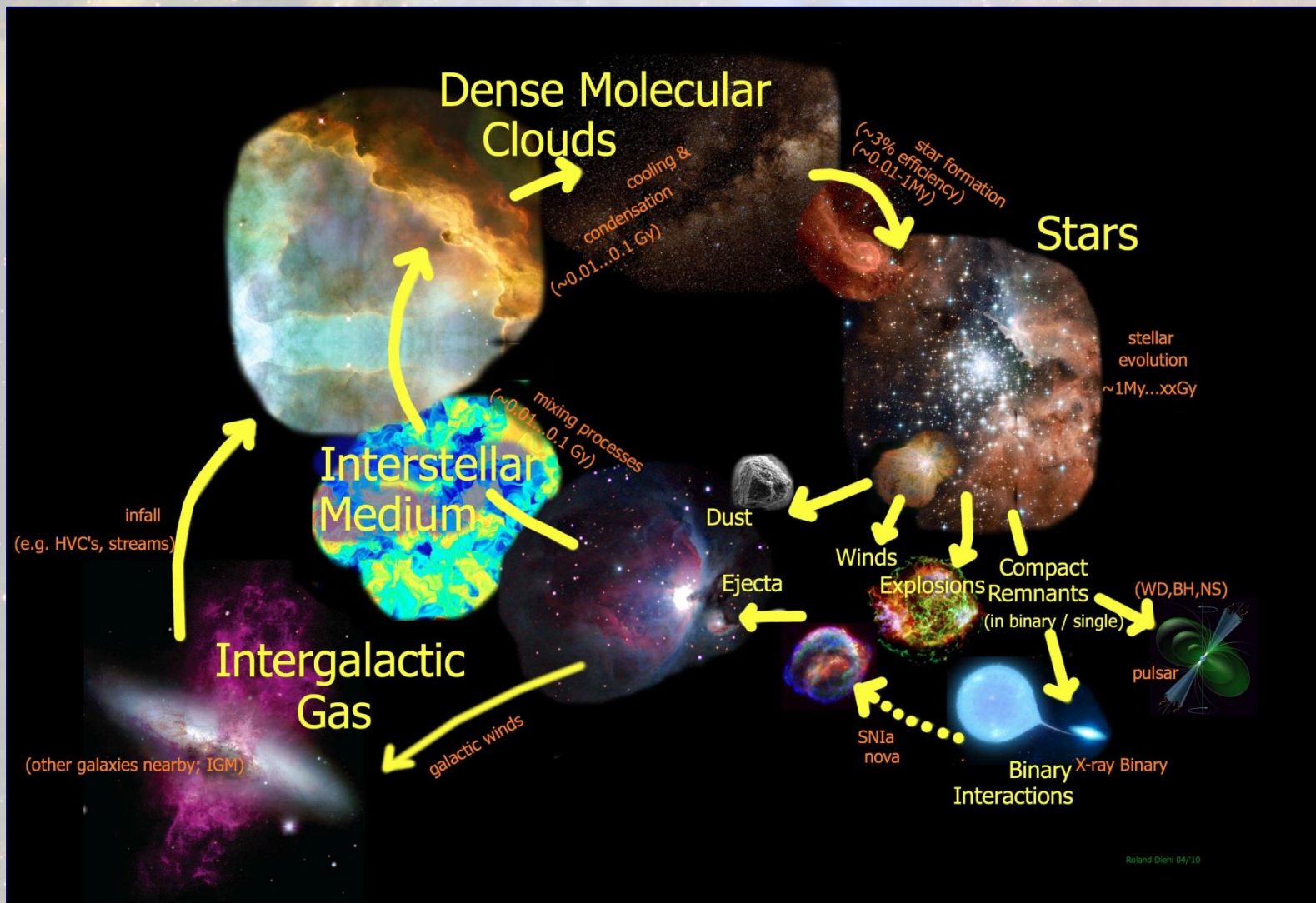
Hour Glass Nebula

Mezihvězdná hmota



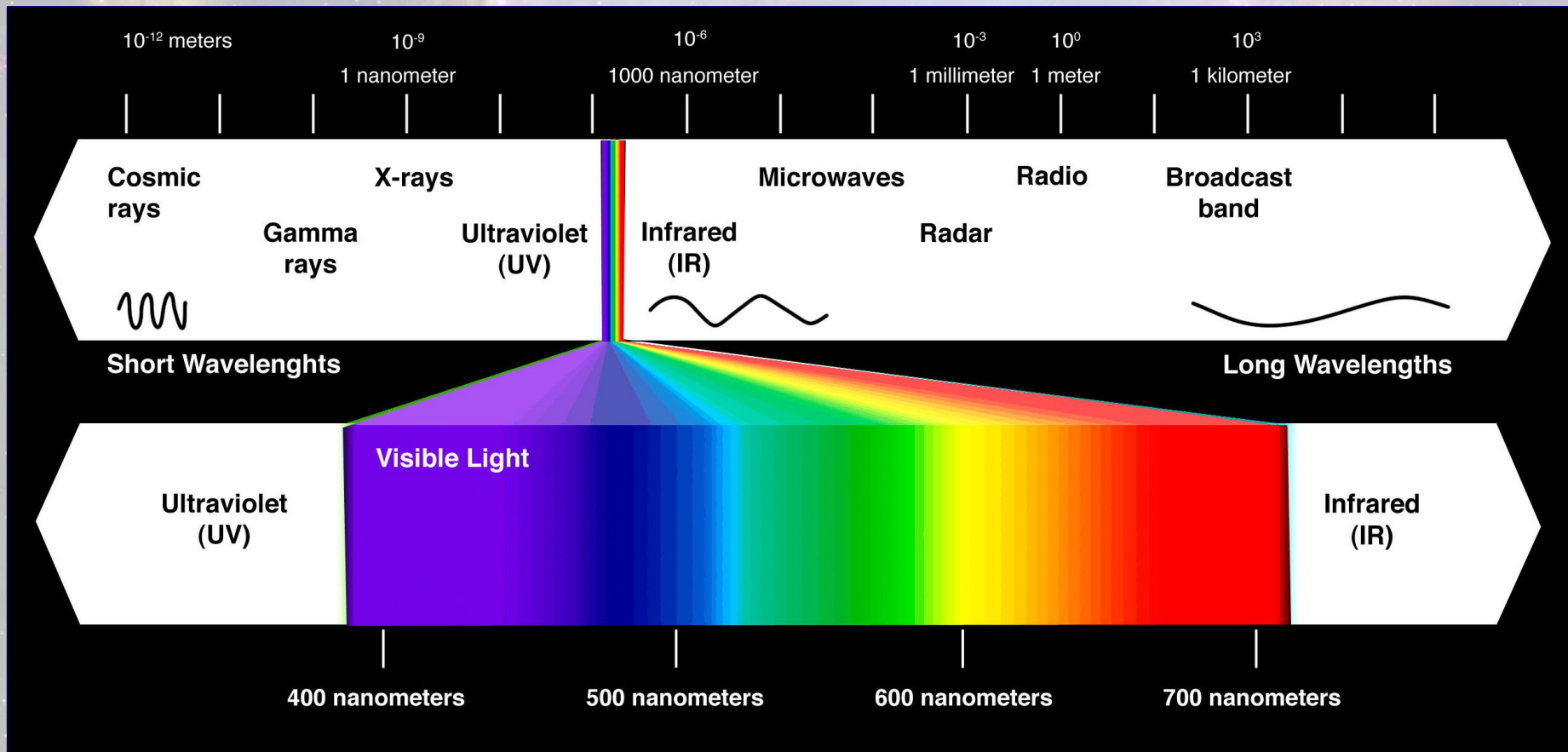
Koloběh MHH

Připomínka a opakování



Jak studujeme chemické složení vesmíru

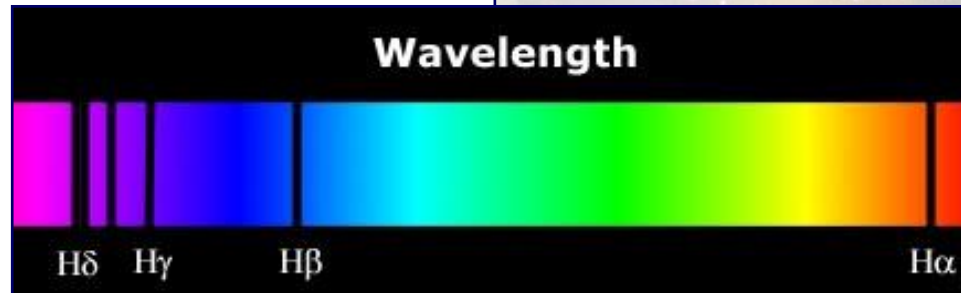
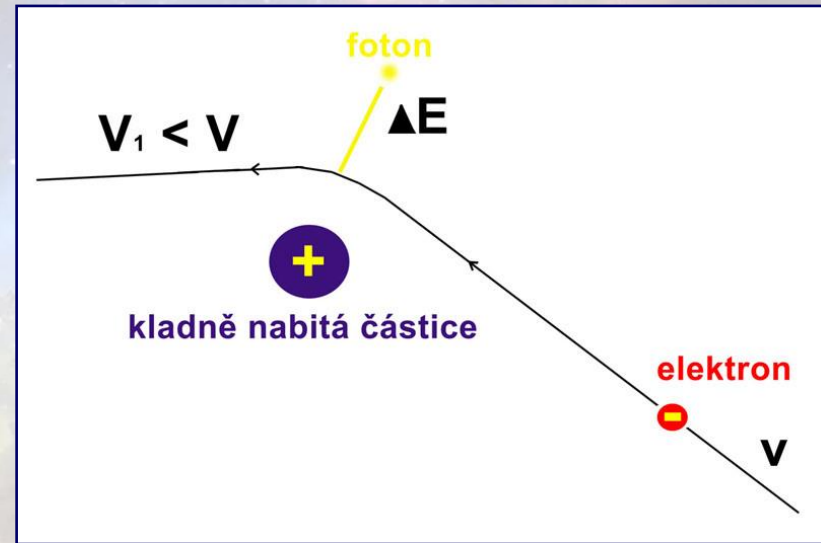
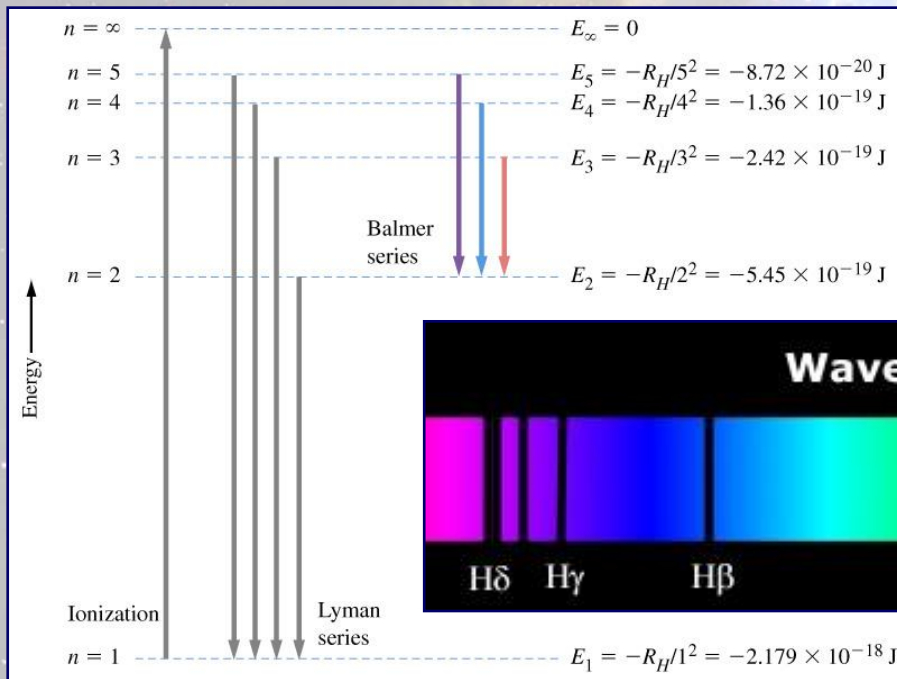
Základním zdrojem informací pro astrofyziku je elektromagnetické záření (jeho vlastnosti, změny, apod. Velký rozsah vlnových délek (frekvencí, energií)...



Jak studujeme chemické složení vesmíru

Nutnost znát podstatu a projevy různých mechanismů záření.

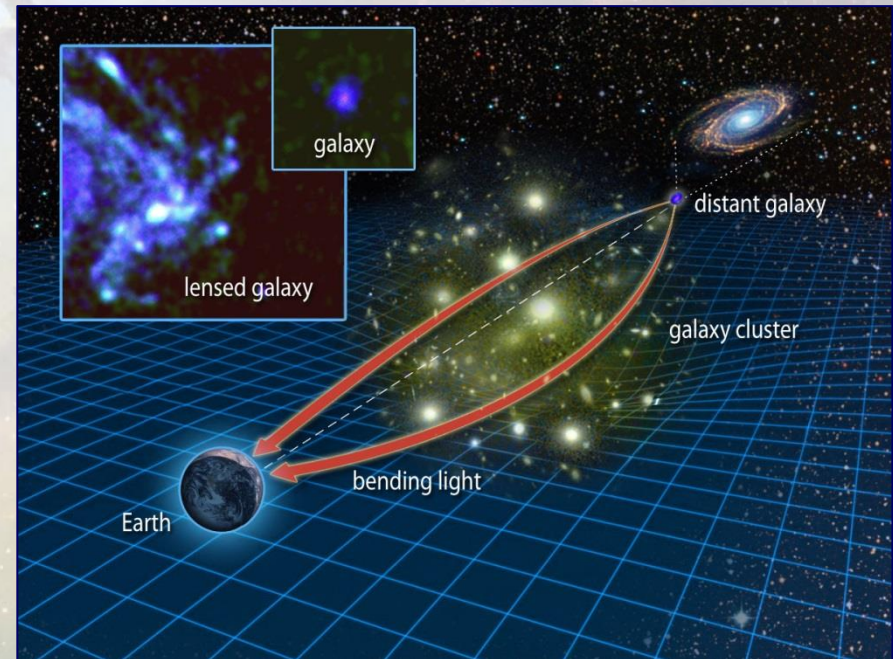
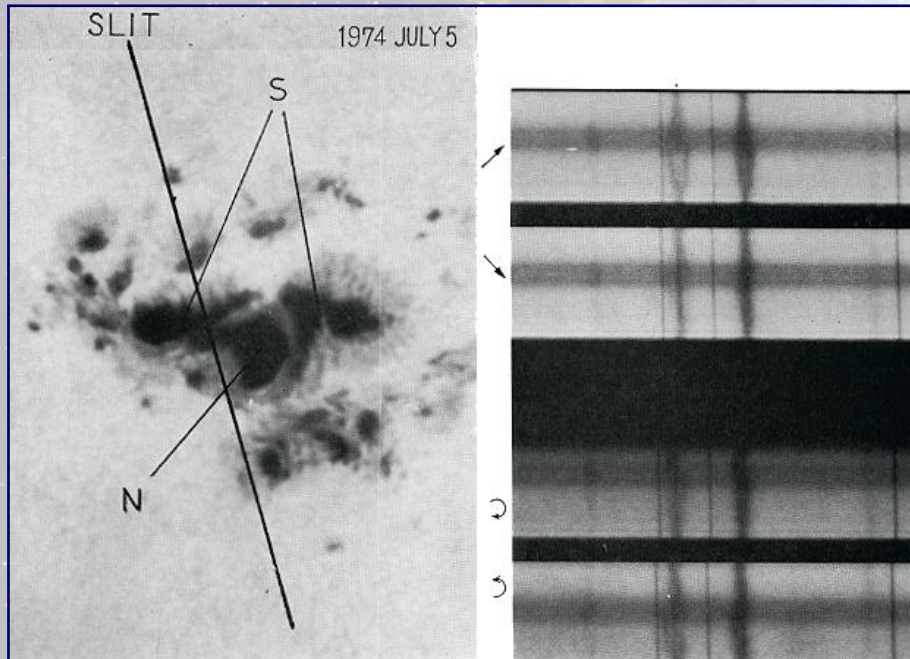
- co a jak vlastně září (změna hybnosti nabitých částic)
- tepelné x netepelné
- volně-volné přechody
- záření elektronových obalů atomů



Jak studujeme chemické složení vesmíru

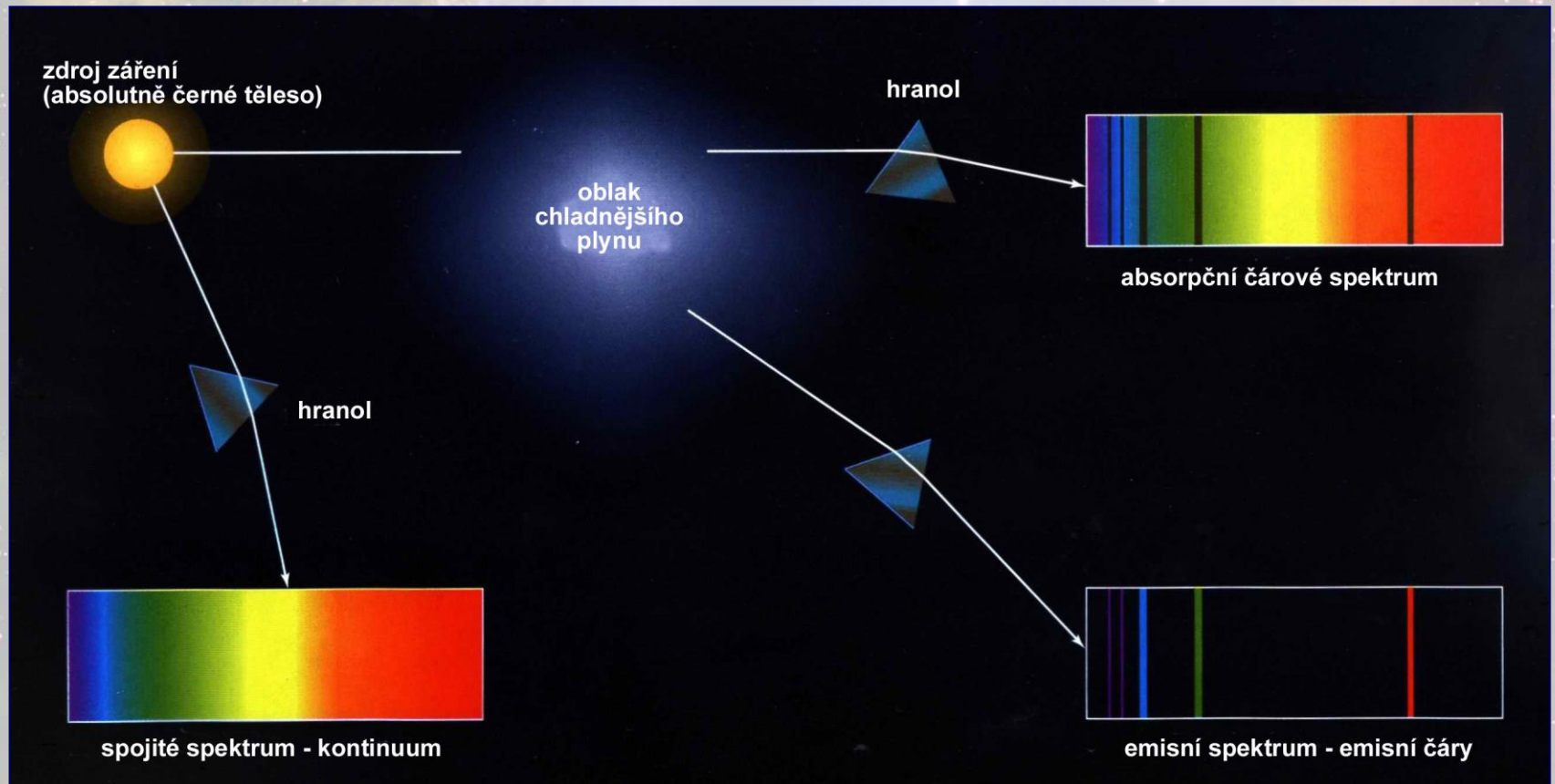
Vliv prostředí na parametry záření:

- přítomnost magnetických či elektrických polí
- fyzikálně-chemické podmínky prostředí
- rychlost zdroje, mapování temné hmoty, mapování nesvítící hmoty
- parametry mezilehlého prostoru mezi zdrojem a námi apod.



Jak studujeme chemické složení vesmíru

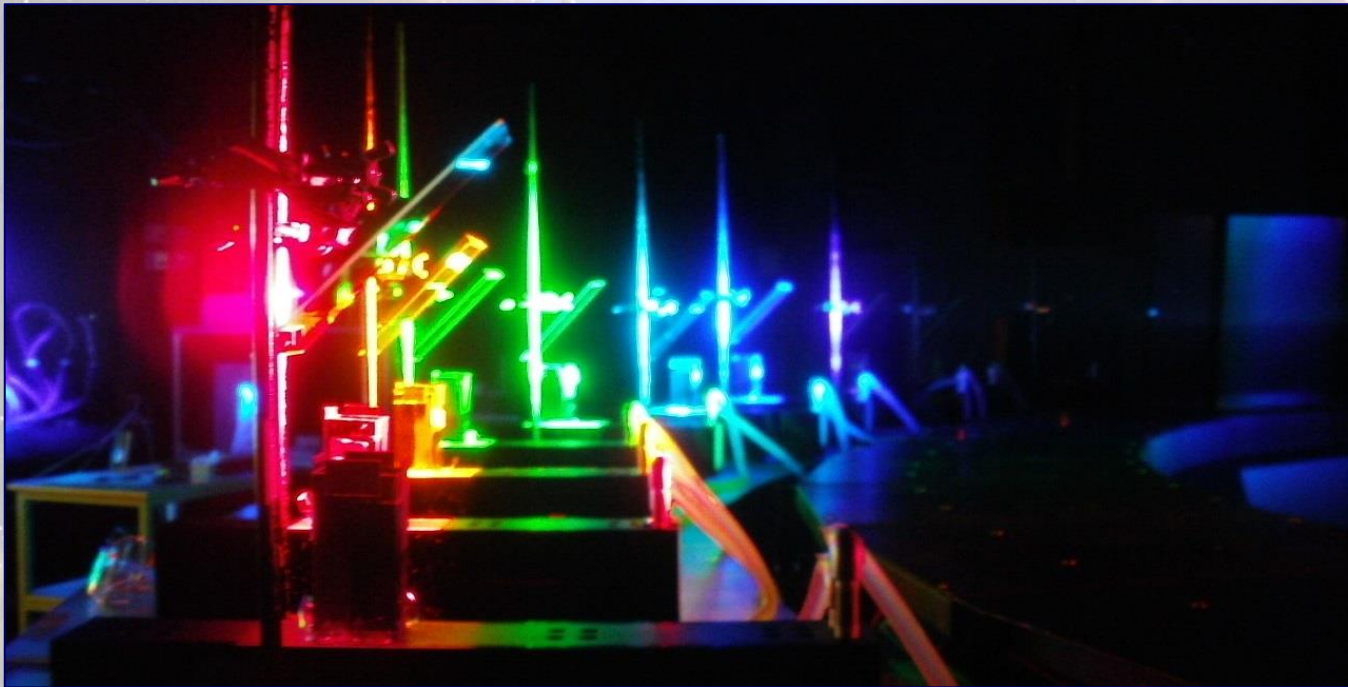
Otisky zdroje, prostředí i prostoru.



Jak studujeme chemické složení vesmíru

Spektroskopie (spektrografie):

- základní analýzy spektra
- měření polarizace, dopplerova posunu, polarizace v čarách
- fotometrie aj.

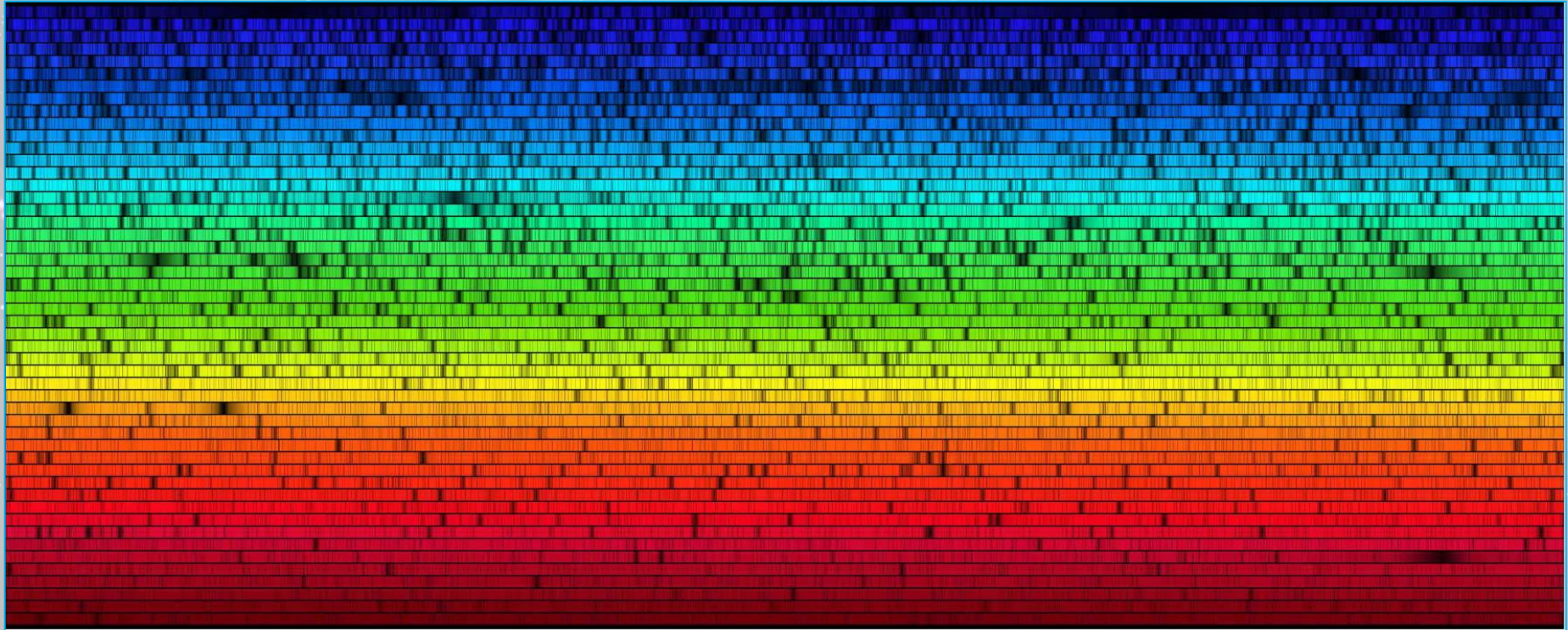


Jak studujeme chemické složení vesmíru

Ve všech oblastech spektra



Děkuji za pozornost



**PROGRAM
CEZHRANIČNEJ
SPOLUPRÁCE**
SLOVENSKÁ REPUBLIKA
ČESKÁ REPUBLIKA



**EURÓPSKA ÚNIA
EURÓPSKY FOND
REGIONÁLNEHO ROZVOJA**
SPOLOČNE BEZ HRANÍČ



Mendelova
univerzita
v Brně



FOND MIKROPROJEKTŮ