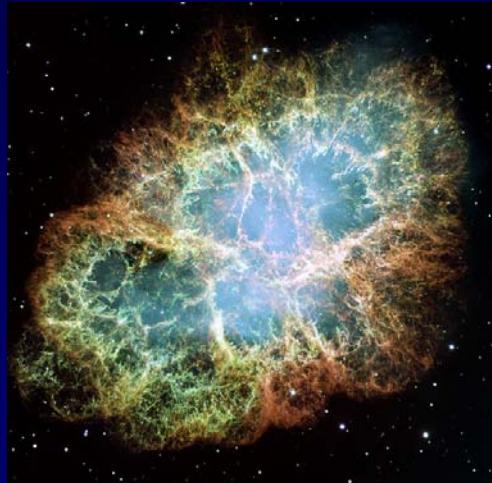


Zvjezdana era svemira - tvornica kemijskih elemenata



Bojan Vršnak
(Opservatorij Hvar, Geogetski fakultet)



Kemijski sastav Zemlje

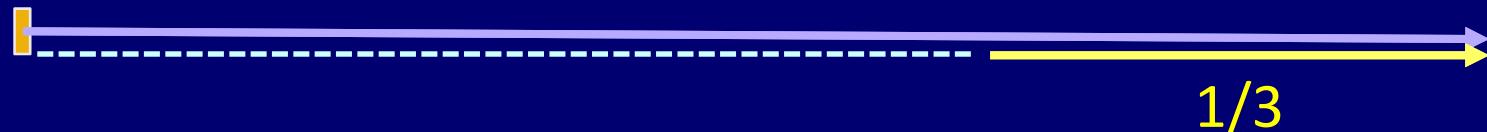
Svemir (% mase): vodik (74%), helij (24%), ...



Zemlja (% mase): 30-35% željezo, 30% kisik,
15% silicij, 10-15% magnezij,

Čovjek:
65% kisik, 18% ugljik, 10%
vodik, 3% dušik,

- $t=0$: "Big bang" ("Veliki prasak") prije 13.8 milijardi godina
(teorija, Hubbleov zakon, nucleocosmochronology, ...)
- prve zvijezde 400 milijuna godina nakon $t=0$
 - starost Sunca: 4.6 milijardi godina (Zemlja 4.54)
=> $t=9$ milijardi godina
(teorija i usporedba s drugim zvijezdama, ...)
 - Sunčev sustav 4.6 milijardi godina (još 5-6 milijardi godina)
(radio-datiranje (uran, torij) meteorita, Mjeseca,...)



Što su zvijezde?



svjetlost/toplina



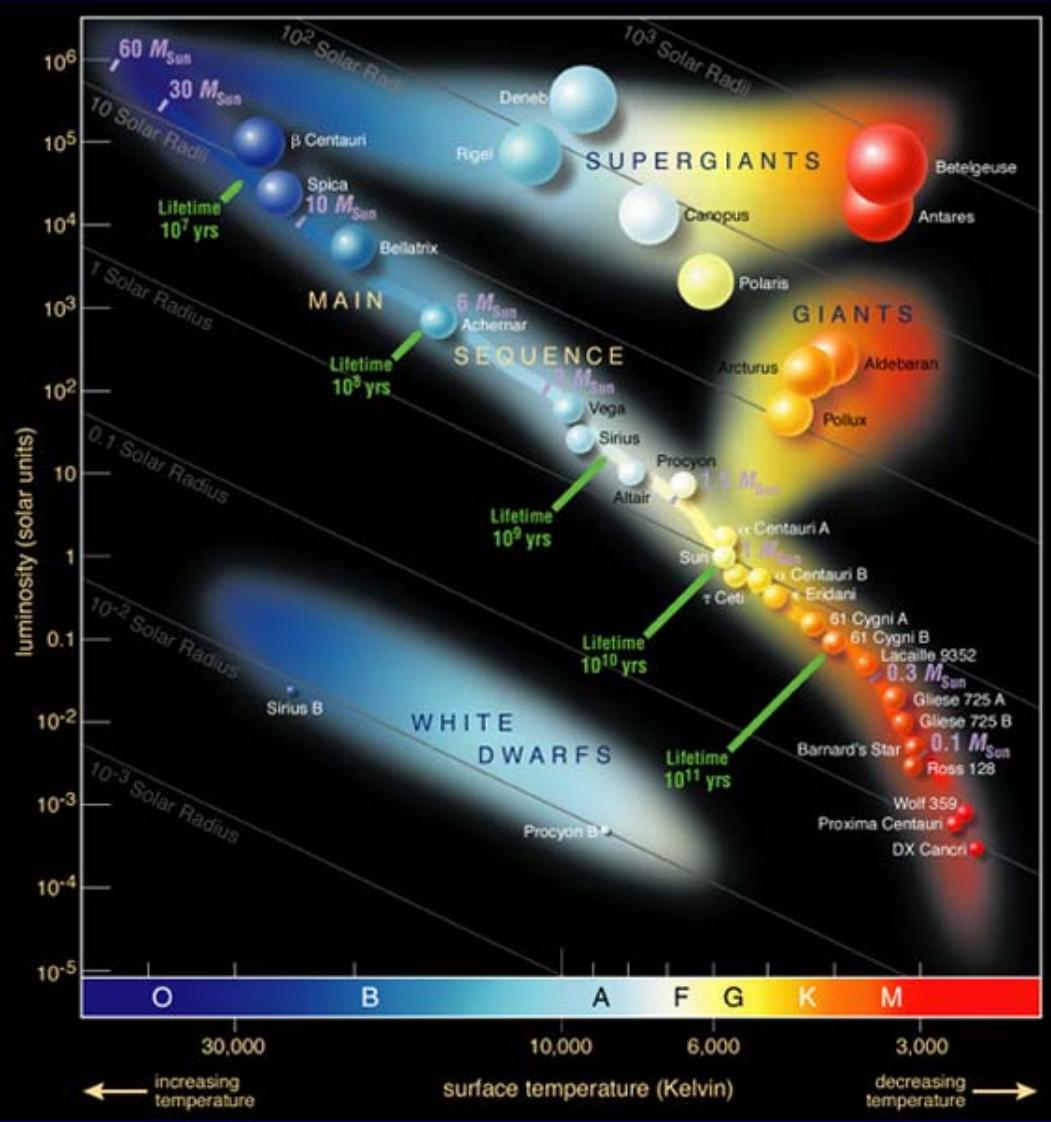
Giordano Bruno
(~1548. - 17. II. 1600.)
Suncе = zvijezda
=> zvijezde = sunca



vlastiti izvor energije

Izvor energije

KOLIKO?



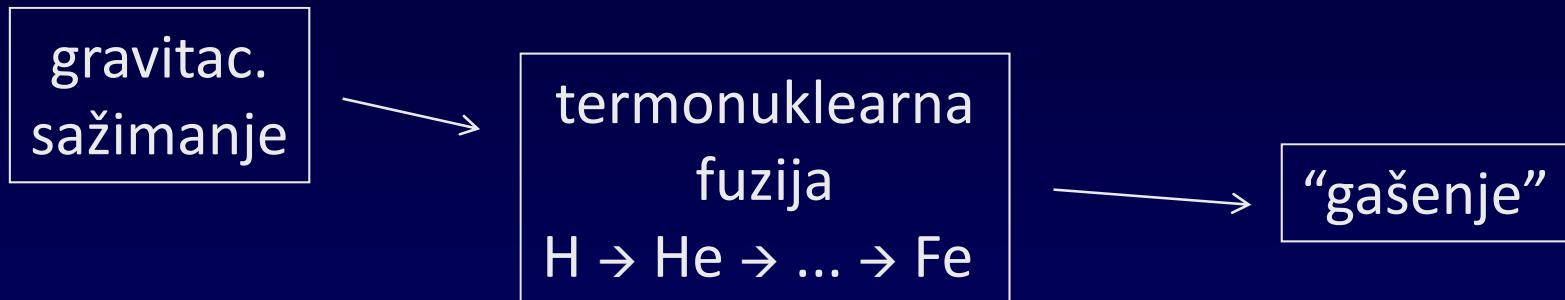
npr. Sunce:
iradijancija $\sim 1.4 \text{ kW/m}^2$
=>
 $L = 4 \cdot 10^{26} \text{ W}$

KOLIKO DUGO?

~ milijarde godina
=> termonuklearne reakcije

1900, Ernest Rutherford
1905, Albert Einstein
1920, Francis Aston
1920, Arthur Eddington
1939, Hans Bethe ...

Životni put zvijezda

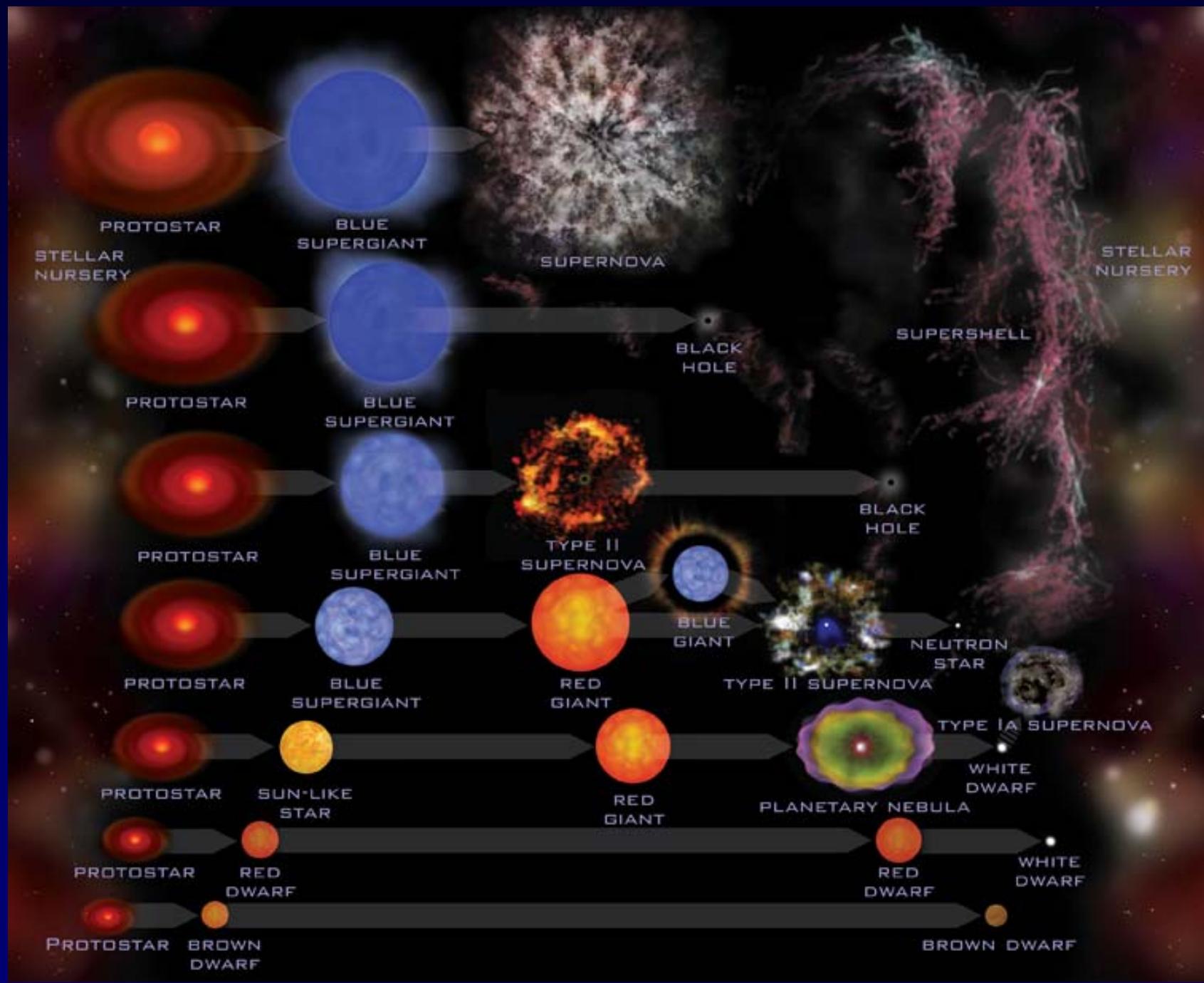


Razvoj ovisi o masi zvijezde.

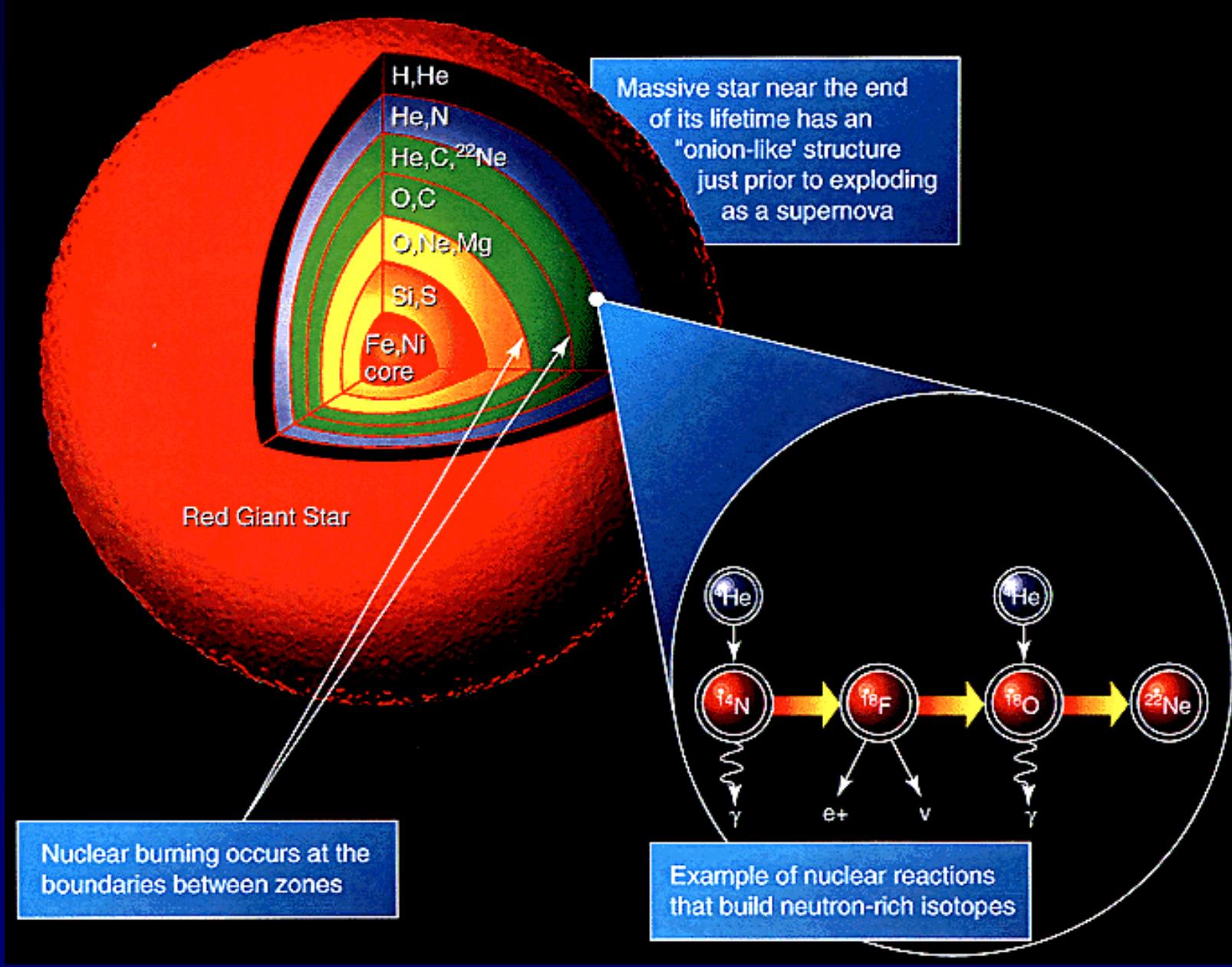
Masivnije zvijezde "žive brže":

veći tlak u središtu => "izdašnija" fuzija.

=> Masivnije zvijezde brže troše energiju pa žive kraće.

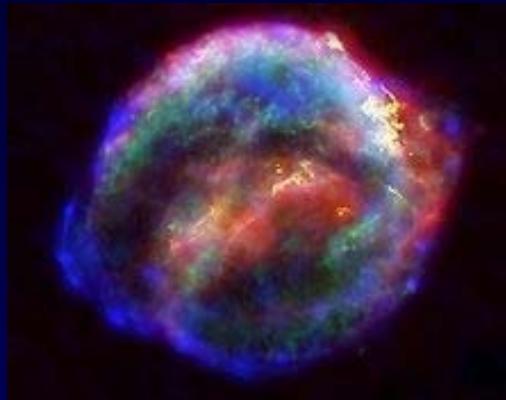


$M > 9 M_{\odot}$

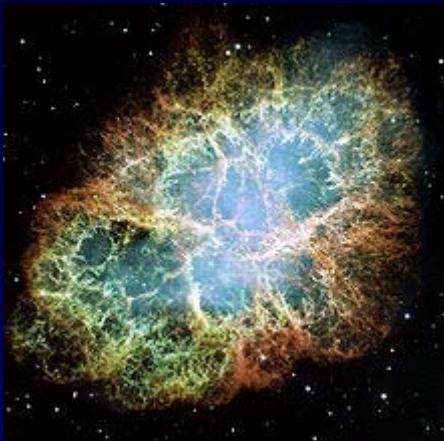


Supernove = katastrofična eksplozija zvijezde

(sjaj \sim sjaj galaktike)



$v = 5000\text{-}30000 \text{ km/s}$



dva scenarija:

SN-I: bijeli patuljak (O,C) dobiva masu od susjedne zvijezde prilazi tzv. "Chandrasekharovoj granici" \rightarrow kolaps (1s), termonuk. "deflagracija" [C \rightarrow Ni(\rightarrow Co \rightarrow Fe)]) \rightarrow potpuni raspad zvijezde, bez ostatka

SN-II: masivna zvijezda dođe do Ni, radioaktivni raspad u Fe \rightarrow gravit. kolaps \rightarrow ekspanzija, udarni val \rightarrow eksplozija, u središtu ostaje neutronska zvijezda (pulsar)

Važnost:

- a) izgradnja teških elemenata;
- b) kozmičko zračenje
- c) rađanje zvijezda

Stvaranje teških elemenata

Oslobađanje ogromne energije → visoke temperature → izgradnja elemenata do A=254

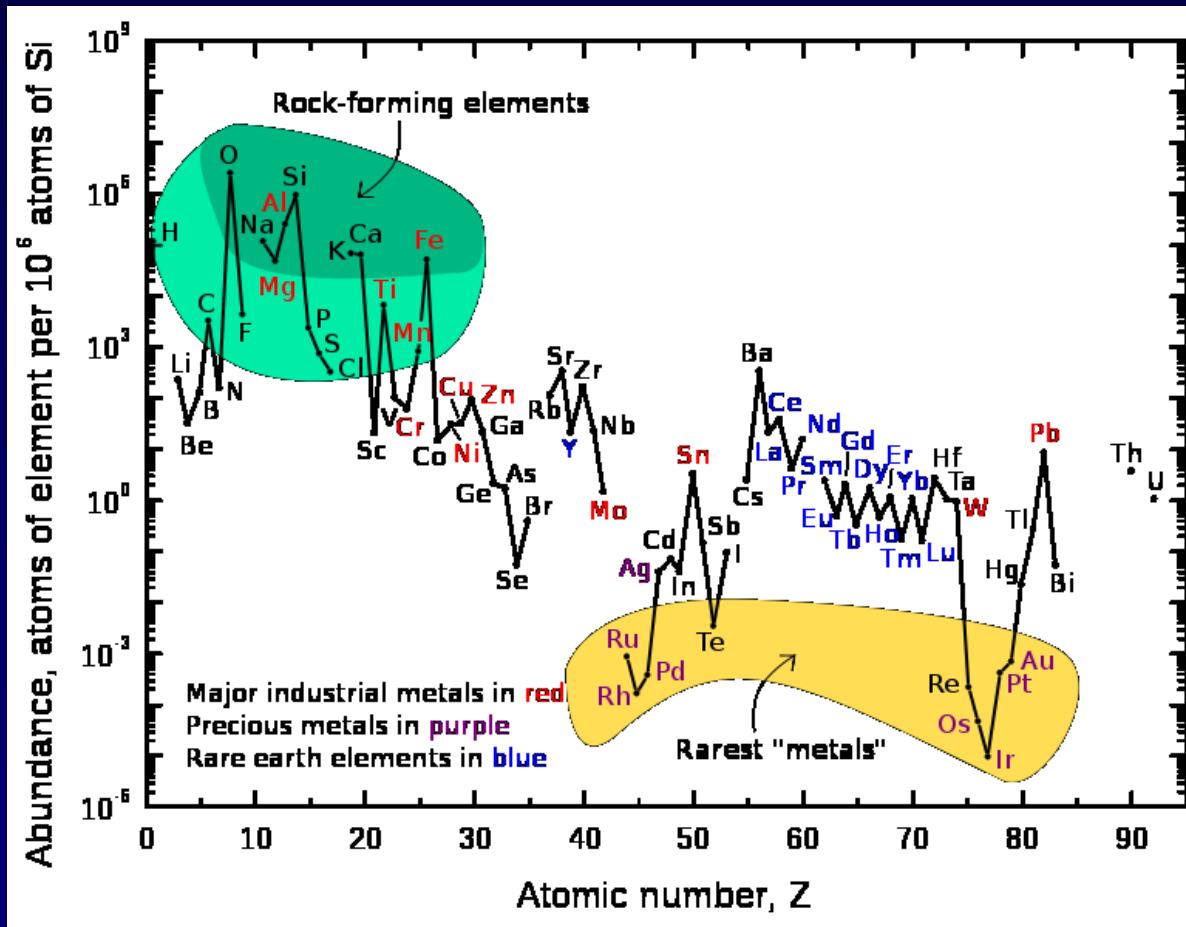
“Zahvat neutrona” → beta-raspad → povećanje Z
(do bizmuta, A=209)

“Zahvat protona” → povećanje Z

(“Zahvat elektrona”: proton+elektron → neutron+neutrino)

Kemijski sastav Zemlje

Kemijski sastav Zemlje po masi: 30-35% željezo, 30% kisik, 15% silicij, 10-15% magnezij,



Atmosfera:

77% dušika, 21% kisika, 1% argona,
+ ugljični dioksid, ozon,
vodena para, prašina,

Čovjek:

65% kisik, 18% ugljik,
10% vodik, 3% dušik,

Sunčev sustav, Zemlja

Nastanak:

- gravitacijsko sažimanje međuzvjezdanih plina i prašine
- nastanak protoplanetskog diska
(Sunčeve zračenje i Sunčev vjetar “otpuhuju” lake elemente)
- nastanak planeta (gravitacija + sudari)

Svemir → Zemlja → čovjek



Izvori iskoristive energije:

- Sunce: fosilna goriva, hidroelektr., vjetroelektr., direktno
- supernove: termonukl. elektrane
(jedini "zemaljski" izvor energije = geotermalna energija)

Utjecaji:

- Sunce+Mjesec: plima/oseka
- Sunčeva aktivnost: klimatske promjene, geomagnetske oluje, ionosferski poremećaji, čestično zračenje
- supernove, galakt.jezgre, itd.: "kozmičko zračenje"

HVALA NA PAŽNJI !

