



**Anorganická chemie I**  
**seminář**

# Osnova

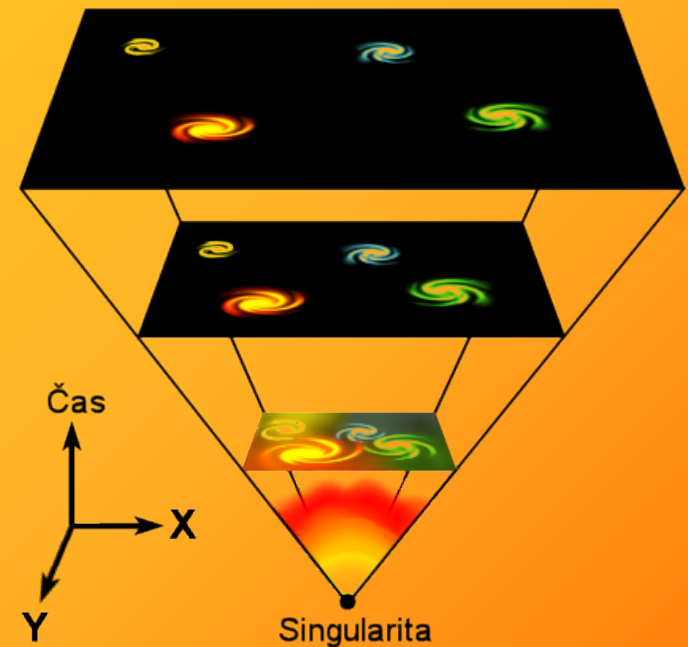
1. Úvod do předmětu, vznik prvků, periodicitu, periodická tabulka a její dělení
2. Chemie vodíku, rozdíly a podobnosti sloučenin vodíku, reaktivita a možnosti využití
3. Alkalické kovy, výskyt a vlastnosti, srovnání s vodíkem
4. Berylium, hořčík a kovy alkalických zemin, vzájemné srovnání reaktivity a vlastností
5. Chemie boru, základní trendy vlastnosti a reaktivity
6. Chemie hliníku, podobnosti a rozdíly s chemií boru, srovnání s Beryliem
7. Chemie uhlíku, výskyt, modifikace, reaktivita a srovnání s hliníkem a borem
8. Chemie křemíku, vlastnosti a využitelnost základních sloučenin, porovnání s uhlíkem
9. Chemie dusíku, rozdělení sloučenin podle vlastnosti, srovnání s uhlíkem a křemíkem
10. Chemie fosforu, sloučeniny a jejich vlastnosti, srovnání s chemií dusíku
11. Chemie kyslíku, vazebné typy, strukturní motivy ve sloučeninách, srovnání s dusíkem
12. Chemie síry, srovnání vlastností s kyslíkem a uhlíkem, využití sloučenin
13. Chemie halogenů, vazebné poměry, porovnání vlastností sloučenin s oxidy a sulfidy

# 1. Úvod do předmětu, vznik prvků, periodicitu, periodická tabulka a její dělení

- podmínky zápočtu
- struktura semináře
- docházka

## Začátek všeho

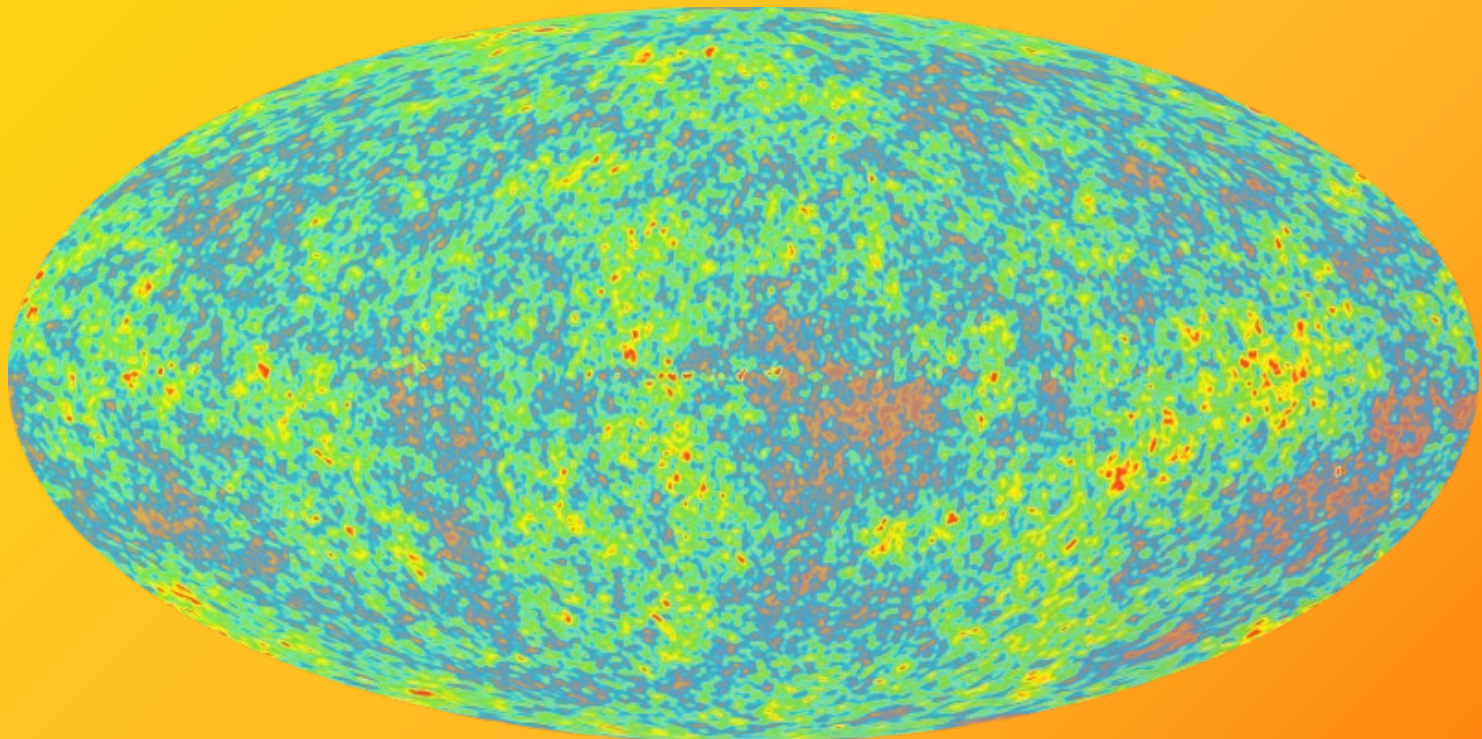
- před  $13,7 \pm 0,2$  miliardami let vznik prostoru a času
- $0 - 10^{-35}$ s normální rozpínání, poté rychlá inflace (enormní zvětšení a zchladnutí vesmíru)
- poté opět klasické rozpínání díky počáteční hybnosti
- vesmír je ale stále horký, existuje pouze kvark-gluonové plazma
- s dalším chladnutím dochází k vázání kvarků do baryonů (proton, neutron) a vzniku jader H, D a He
- toto vše proběhlo během 3 minut od Velkého třesku
- během dalších  $379\,000 \pm 8\,000$  let se „nic“ nedělo
- poté došlo k oddělení záření od hmoty (vznikly atomy)
- záření vlivem rozpínání vesmíru chladlo (z  $3\,000$  K na  $2,726$  K) – reliktní záření
- v současnosti vesmír tvoří 4 % baryonové hmoty (z toho 1 % svítící a 3 % nesvítící) 23 % temné hmoty a 73 % temné energie



- **pozorovatelná hmota** (4 %) je tvořena **74 % H** a **24 %  $^4\text{He}$**  (zbytky D a  $^3\text{He}$ )
- **temná hmota** (23 %) neskládá se z běžných částic, interaguje gravitačně ale ne elektromagneticky
- **temná energie** (energie vakua) interaguje antigravitačně – obdoba Einsteinovy kosmologické konstanty

## Další vývoj

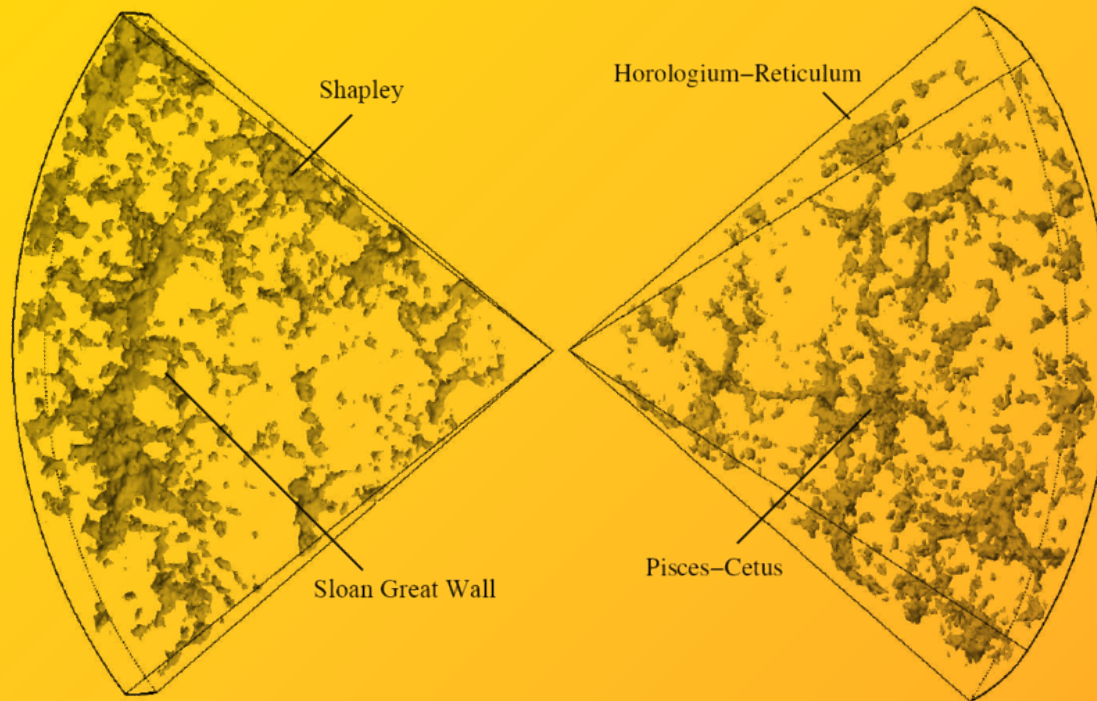
- expanze vesmíru vlivem antigravitačního působení energie vakua se bude zrychlovat, až dojde k Velkému roztržení



Obloha pohledem sondy WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe)

## Struktura vesmíru

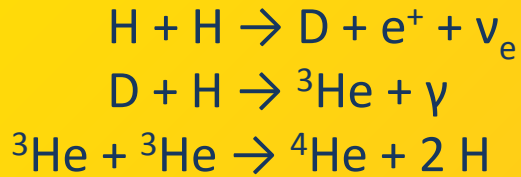
- stěny buněk (z nadkup galaxií) → nadkupy galaxií → kupy galaxií → galaxie → hvězdné soustavy



## Vznik ostatních prvků ve vesmíru

- v lehkých hvězdách dochází k „hoření“ H na He a dále poté co odejdou z hlavní posloupnosti k „hoření“ na těžší prvky až po C, N a O.
- u těžkých hvězd dochází postupně až k produkci **Fe a prvků kolem Fe** (záchyt neutronů, alfa částic atd.)
- u supertěžkých pak po kolapsu jádra hvězdy ke vzniku neutronové hvězdy či černé díry a k emisi neutronů, protonů a lehkých jader a k reakci těchto částic s předem vyvrženou hmotou a ke vzniku **prvků těžších než Fe** (až po U)

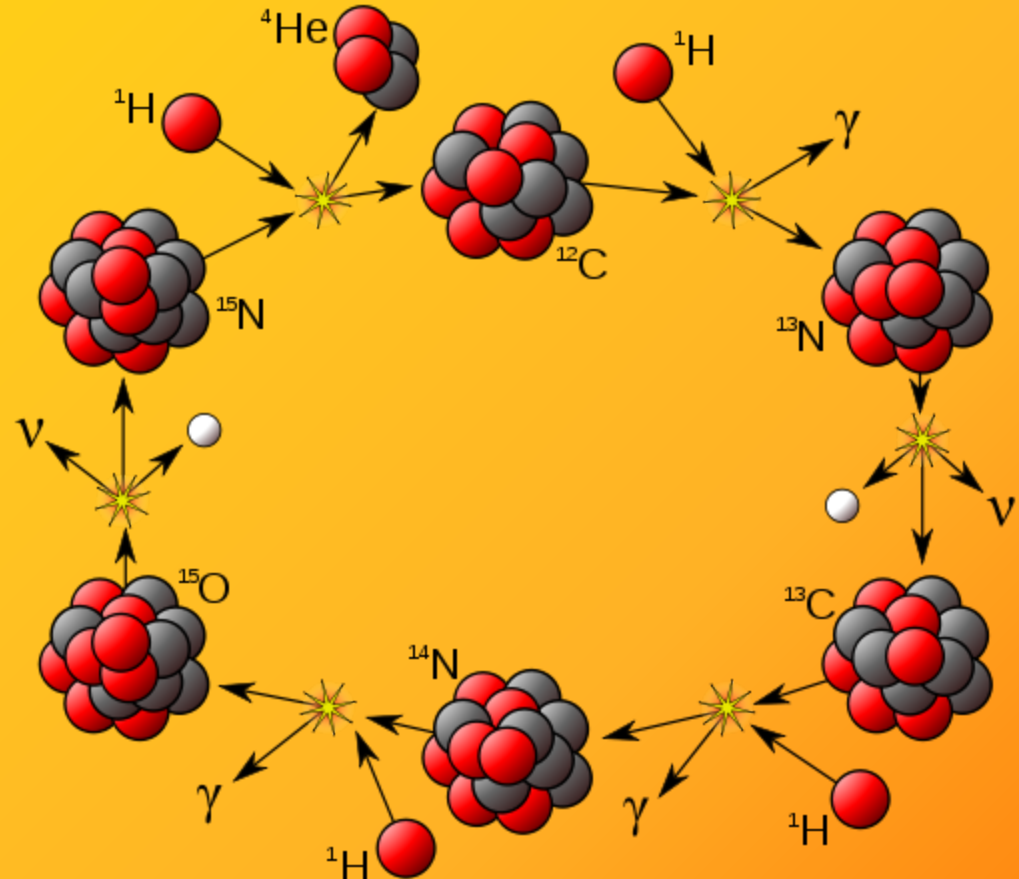
## Klasický H – H cyklus „vodíkové hoření“






„heliové hoření“  
„uhlíkové hoření“

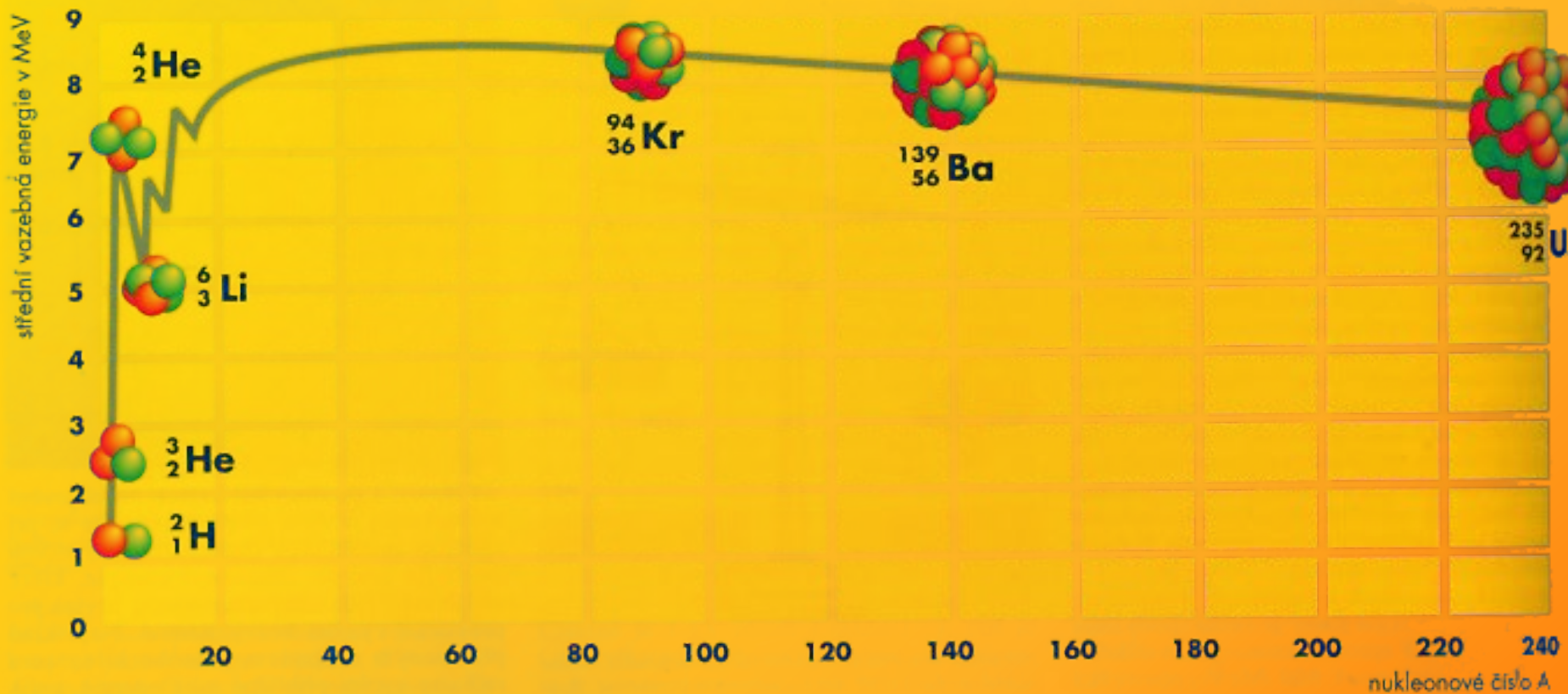
**U těžších prvků:**  
Záchyt neutronů  
Záchyt protonů  
Záchyt  $\alpha$ -částic

## CNO cyklus ${}^{12}\text{C}$ je katalyzátor reakce



	Proton	$\gamma$	Gamma Ray
	Neutron	$\nu$	Neutrino
	Positron		

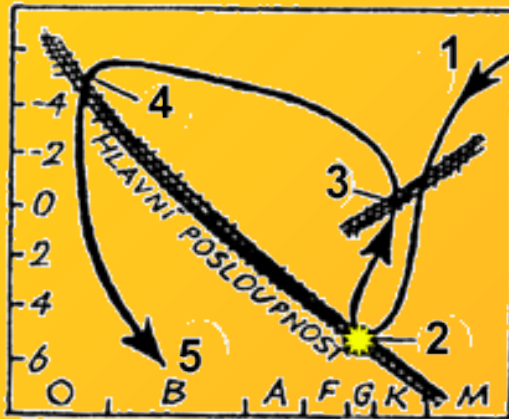
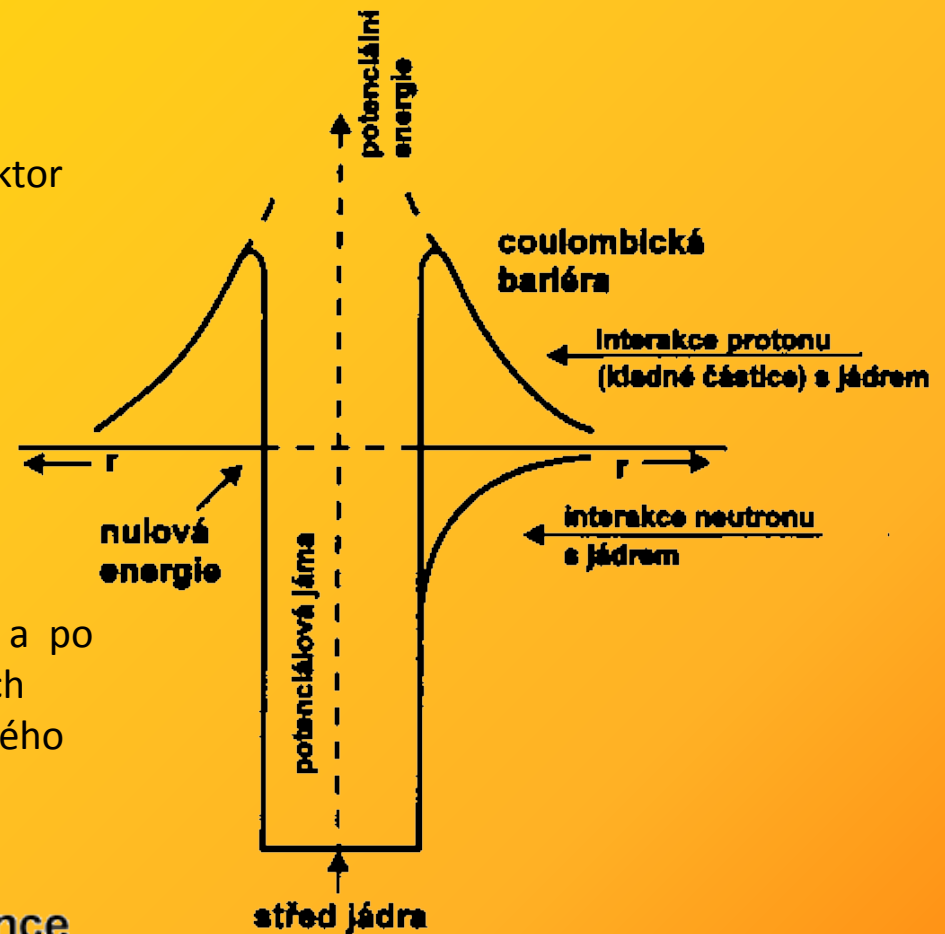
# Slučování x štěpení



Graf závislosti střední vazebné energie na nukleonovém čísle  $A$ .

# Slunce

- momentálně nejlepší termonukleární reaktor
- funguje už 5 miliard let
- pozitrony anihilují
- vysoce energetické fotony „měknou“
- foton letí ven 1 Myr
- teplota v jádru cca 15 MK
- v našem těle,  $7 \cdot 10^{14}$  n/s
- za život 2 – 3 v těle zaniknou
- odnáší 4 % energie
- za dalších 5 miliard let dojde Slunci palivo a po krátkém rozepnutí a několika He záblescích (spalování He na C, N a O) se smrští na bílého trpaslíka a časem úplně vychladne (černý trpaslík).

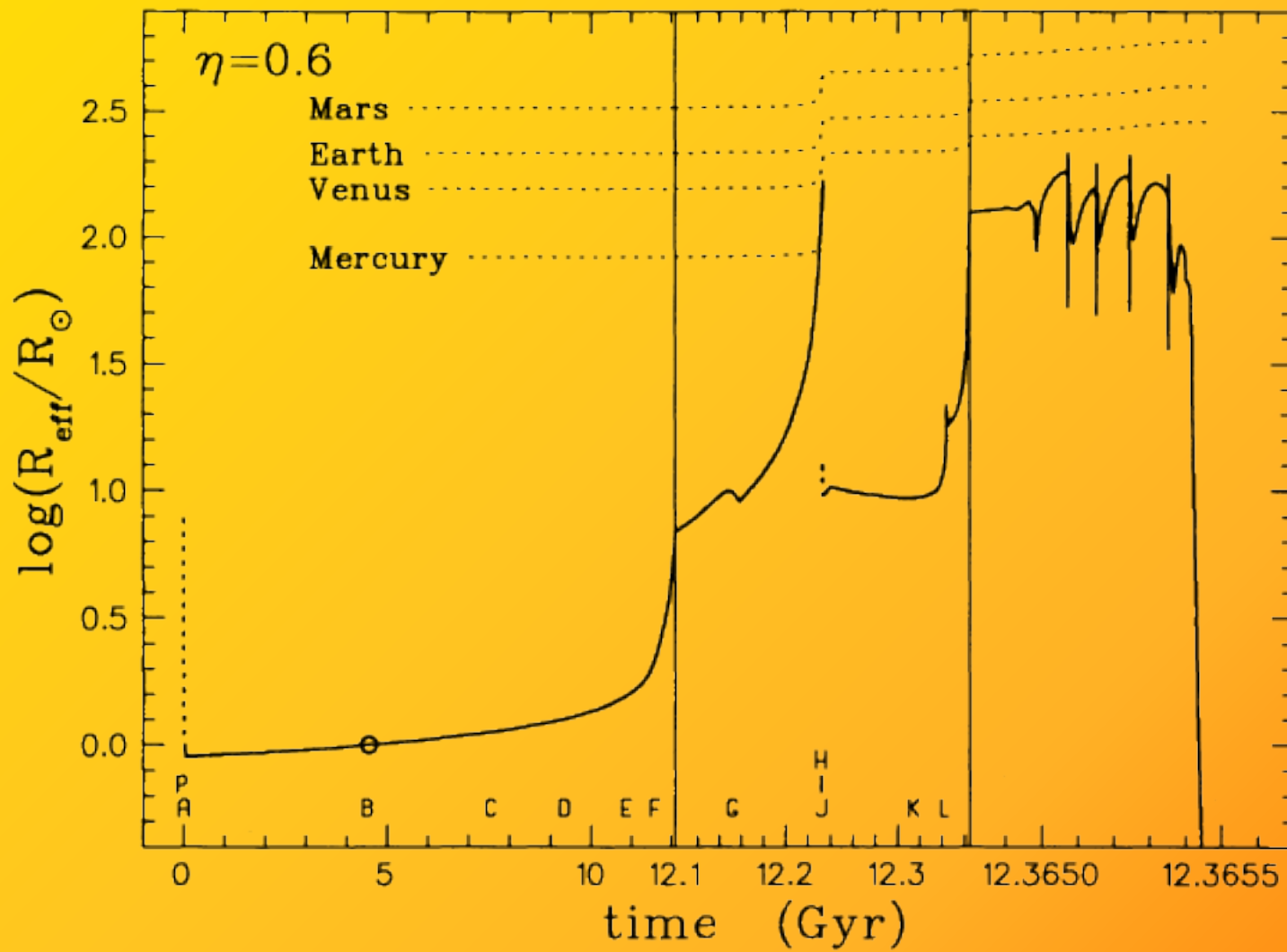


Vývoj Slunce  
v HR diagramu

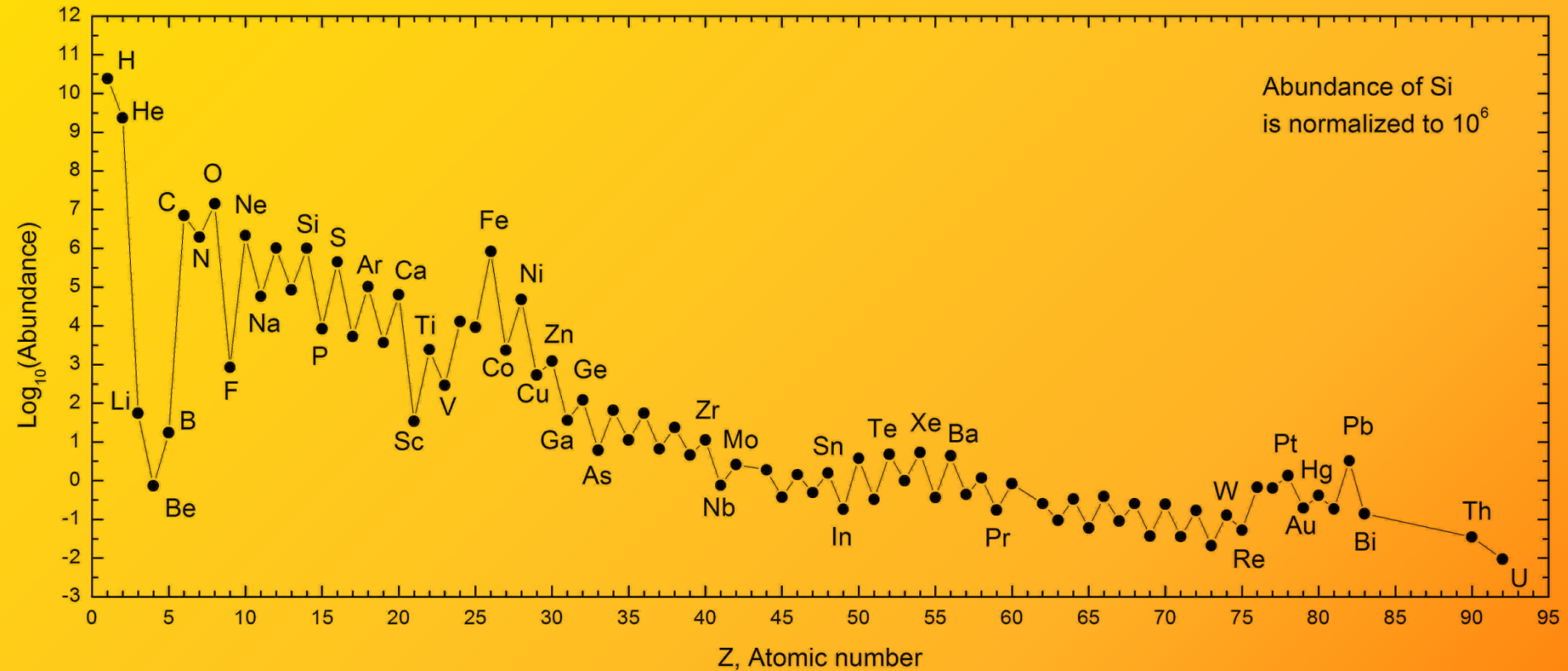
- 1 - vznik v mlhovině
- 2 - hlavní posloupnost
- 3 - červený obr
- 4 - jádro planetární mlhoviny
- 5 - bílý trpaslík



# Život Slunce



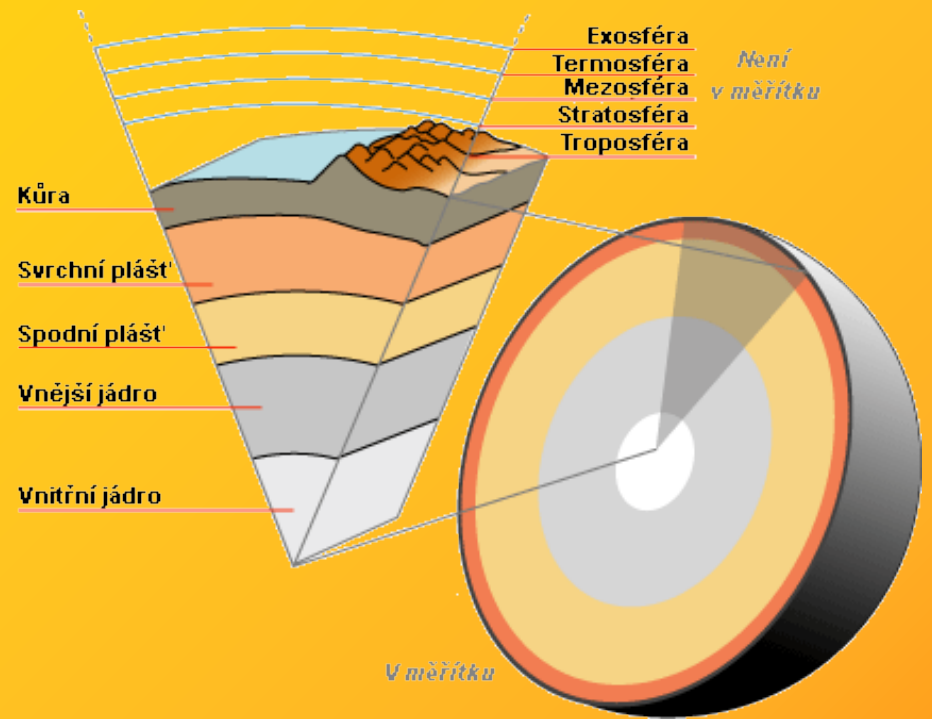
# Zastoupení prvků ve sluneční soustavě



- výskyt prvků exponenciálně klesá s rostoucí atomovou hmotností

# Země

- vznikla z protoplanetární mlhoviny před 4,6 miliardami let



- chemické složení celé Země:

Fe	O	Si	Mg	Ni	Ca	Al	S	Na	Ti	K
34,1	28,2	17,2	15,9	1,6	1,6	1,5	0,7	0,25	0,07	0,02

Zemské jádro ( $\text{Fe}_{25}\text{Ni}_2\text{Co}_{,1}\text{S}_3$ ), obal jádra (oxidy)

- chemické složení zemské kůry:

O	Si	Al	Fe	Ca	Na	K	Mg
46,6	27,7	8,1	5,0	3,6	2,8	2,6	2,1

(hlinito-)křemičitany 1s a 2s kovů, žilné nerosty (руды)

# Periodická tabulka

**Fyzikální vlastnosti prvků:** atomové objemy, ionizační energie, hustoty...

**Chemické vlastnosti prvků:** oxidační stavy, vazebné možnosti...

**Chemická periodicitá:**

## ***a) periodicitá oxidačních čísel***

- **maximální** oxidační číslo prvků odpovídá **počtu elektronů ve valenční sféře** a to odpovídá číslu skupiny (pro 1. až 8., a pro 12. – 18. skupinu číslu skupiny - 10)
- **minimální** oxidační číslo pro prvky 4. až 7. skupiny odpovídá číslu hlavní skupiny mínus 8 a u 14. až 18. odpovídá číslu hlavní skupiny mínus 18

## ***b) odlišné vlastnosti prvků 2. periody***

- prvky druhé periody **nemají energeticky blízké volné d – orbitaly** – max. 4  $\sigma$ -vazby
- malé atomy, valenční elektrony poutány v těsné blízkosti jádra (obtěžně se ionizují)

## ***c) diagonální podobnost***

- jedná se o chemickou podobnost prvků umístěných na diagonále shora vlevo – dolů vpravo
- díky velice podobným **iontovým** poloměrům – Li/Mg, Be/Al, B/Si

**d) změna stabilního oxidačního stupně o 2 (p-prvky)**

- v důsledku tvorby elektronového páru dochází často ke změně stabilního oxidačního čísla o 2
- například  $\text{HClO}$ ,  $\text{HClO}_2$ ,  $\text{HClO}_3$ ,  $\text{HClO}_4$

**e) vliv inertního elektronového páru**

- u kovů 6. periody (p prvky) se projevuje výraznější stabilita oxidačního čísla o 2 jednotky nižšího, než je oxidační číslo dané skupiny
- toto se vysvětluje větší energetickou výhodností spárovaných, než nespárovaných elektronů

**f) změny v elektropozitivním / elektronegativním charakteru prvků ve skupině a v periodě**

- v každé **skupině** se stoupajícím protonovým číslem :
  - vzrůstá elektropozitivní charakter
  - klesá stabilita vyšších oxidačních čísel (**výjimky d prvky a 2. perioda**)
  - stoupá stálost nižších oxidačních čísel (**výjimky d prvky a 2. perioda**)
- v každé **periodě** se stoupajícím protonovým číslem:
  - vzrůstá elektronegativní charakter prvků (**výjimka 18. skupina**)

**g) změny *acido-bazického* charakteru prvků a jejich oxidů**

- úzce souvisí s jejich **nekovovým** či **kovovým** charakterem
- ten zase úzce souvisí s **elektrogativním** či **elektropozitivním** charakterem

Vzrůst elektropozitivního charakteru

1 IA	2 IIA
Vodík 1 <b>H</b> 1,00794(7)	
Lithium 3 <b>Li</b> 6,941(2)	Beryllium 4 <b>Be</b> 9,012182(3)
Sodík 11 <b>Na</b> 22,989770(2)	Hořčík 12 <b>Mg</b> 24,3050(6)
Draslík 19 <b>K</b> 39,0983(1)	Vápník 20 <b>Ca</b> 40,078(4)
Rubidium 37 <b>Rb</b> 85,4678(3)	Stroncium 38 <b>Sr</b> 87,62(1)
Cesium 55 <b>Cs</b> 132,90545(2)	Baryum 56 <b>Ba</b> 137,327(7)
Francium 87 <b>Fr</b> (223,0197)	Radium 88 <b>Ra</b> (226,0254)

Vzrůst elektronegativního charakteru

3 III B	4 IV B	5 V B	6 VI B	7 VII B	8 VIII	9 VIII	10 VIII	11 I B	12 II B
------------	-----------	----------	-----------	------------	-----------	-----------	------------	-----------	------------

Skandium 21 <b>Sc</b> 44,955910(8)	Titan 22 <b>Ti</b> 47,867(1)	Vanad 23 <b>V</b> 50,9415(1)	Chrom 24 <b>Cr</b> 51,9961(6)	Mangan 25 <b>Mn</b> 54,938049(9)	Železo 26 <b>Fe</b> 55,845(2)	Kobalt 27 <b>Co</b> 58,933200(9)	Nikl 28 <b>Ni</b> 58,6934(2)	Měď 29 <b>Cu</b> 63,546(3)	Zinek 30 <b>Zn</b> 65,39(2)
Yttrium 39 <b>Y</b> 88,90585(2)	Zirkonium 40 <b>Zr</b> 91,224(2)	Niob 41 <b>Nb</b> 92,90638(2)	Molybden 42 <b>Mo</b> 95,94(1)	Technecium 43 <b>Tc</b> (98,9063)	Ruthenium 44 <b>Ru</b> 101,07(2)	Rhodium 45 <b>Rh</b> 102,90550(2)	Palladium 46 <b>Pd</b> 106,42(1)	Stříbro 47 <b>Ag</b> 107,8682(2)	Kadmium 48 <b>Cd</b> 112,411(8)
57-70 Lantha- noidy	Hafnium 72 <b>Hf</b> 178,49(2)	Tantal 73 <b>Ta</b> 180,9479(1)	Wolfram 74 <b>W</b> 183,84(1)	Rhenium 75 <b>Re</b> 186,207(1)	Osmium 76 <b>Os</b> 190,23(3)	Iridium 77 <b>Ir</b> 192,217(3)	Platina 78 <b>Pt</b> 195,078(2)	Zlato 79 <b>Au</b> 196,96655(2)	Rtuť 80 <b>Hg</b> 200,59(2)
89-102 Akti- noidy	Rutherfordium 104 <b>Rf</b> (261,110)	Dubnium 105 <b>Db</b> (262,1144)	Seaborgium 106 <b>Sg</b> (263,1166)	Bohrium 107 <b>Bh</b> (264,12)	Hassium 108 <b>Hs</b> (265,1306)	Melitnerium 109 <b>Mt</b> (266)	Ununnilium 110 <b>Uun</b> (269)	Unununium 111 <b>Uuu</b> (272)	Ununbium 112 <b>Uub</b> (277)

13 III A	14 IV A	15 V A	16 VI A	17 VII A	18 0
					Helium 2 <b>He</b> 4,002602(2)
Bor 5 <b>B</b> 10,811(7)	Uhlík 6 <b>C</b> 12,0107(8)	Dusík 7 <b>N</b> 14,00674(7)	Kyslík 8 <b>O</b> 15,9994(3)	Fluor 9 <b>F</b> 18,9984032(5)	Neon 10 <b>Ne</b> 20,1797(6)
Hliník 13 <b>Al</b> 26,981538(2)	Křemík 14 <b>Si</b> 28,0855(3)	Fosfor 15 <b>P</b> 30,973761(2)	Síra 16 <b>S</b> 32,066(6)	Chlor 17 <b>Cl</b> 35,4527(9)	Argon 18 <b>Ar</b> 39,948(1)
Gallium 31 <b>Ga</b> 69,723(1)	Germanium 32 <b>Ge</b> 72,61(2)	Arsen 33 <b>As</b> 74,92160(2)	Selen 34 <b>Se</b> 78,96(3)	Brom 35 <b>Br</b> 79,904(1)	Krypton 36 <b>Kr</b> 83,80(1)
Indium 49 <b>In</b> 114,818(3)	Cín 50 <b>Sn</b> 118,710(7)	Antimon 51 <b>Sb</b> 121,760(1)	Tellur 52 <b>Te</b> 127,60(3)	Jod 53 <b>I</b> 126,90447(3)	Xenon 54 <b>Xe</b> 131,29(2)
Thallium 81 <b>Tl</b> 204,3833(2)	Olovo 82 <b>Pb</b> 207,2(1)	Bismut 83 <b>Bi</b> 208,98038(2)	Polonium 84 <b>Po</b> (208,9824)	Astat 85 <b>At</b> (209,9871)	Radon 86 <b>Rn</b> (222,0176)

Vzrůst kovového charakteru a BAZICITY

1 IA	2 IIA
Vodík 1 <b>H</b> 1,00794(7)	
Lithium 3 <b>Li</b> 6,941(2)	Beryllium 4 <b>Be</b> 9,012182(3)
Sodík 11 <b>Na</b> 22,989770(2)	Hořčík 12 <b>Mg</b> 24,3050(6)
Draslík 19 <b>K</b> 39,0983(1)	Vápník 20 <b>Ca</b> 40,078(4)
Rubidium 37 <b>Rb</b> 85,4678(3)	Stroncium 38 <b>Sr</b> 87,62(1)
Cesium 55 <b>Cs</b> 132,90545(2)	Baryum 56 <b>Ba</b> 137,327(7)
Francium 87 <b>Fr</b> (223,0197)	Radium 88 <b>Ra</b> (226,0254)

**Vzrůst NEkovového charakteru a KYSELOSTI prvků a oxidů**

3 III B	4 IV B	5 V B	6 VI B	7 VII B	8 VIII	9 VIII	10 VIII	11 I B	12 II B
Skandium 21 <b>Sc</b> 44,955910(8)	Titan 22 <b>Ti</b> 47,867(1)	Vanad 23 <b>V</b> 50,9415(1)	Chrom 24 <b>Cr</b> 51,9961(6)	Mangan 25 <b>Mn</b> 54,938049(9)	Železo 26 <b>Fe</b> 55,845(2)	Kobalt 27 <b>Co</b> 58,933200(9)	Nikl 28 <b>Ni</b> 58,6934(2)	Měď 29 <b>Cu</b> 63,546(3)	Zinek 30 <b>Zn</b> 65,39(2)
Yttrium 39 <b>Y</b> 88,90585(2)	Zirkonium 40 <b>Zr</b> 91,224(2)	Niob 41 <b>Nb</b> 92,90638(2)	Molybden 42 <b>Mo</b> 95,94(1)	Technecium 43 <b>Tc</b> (98,9063)	Ruthenium 44 <b>Ru</b> 101,07(2)	Rhodium 45 <b>Rh</b> 102,90550(2)	Palladium 46 <b>Pd</b> 106,42(1)	Stříbro 47 <b>Ag</b> 107,8682(2)	Kadmium 48 <b>Cd</b> 112,411(8)
57-70 Lantha- noidy	Hafnium 72 <b>Hf</b> 178,49(2)	Tantal 73 <b>Ta</b> 180,9479(1)	Wolfram 74 <b>W</b> 183,84(1)	Rhenium 75 <b>Re</b> 186,207(1)	Osmium 76 <b>Os</b> 190,23(3)	Iridium 77 <b>Ir</b> 192,217(3)	Platina 78 <b>Pt</b> 195,078(2)	Zlato 79 <b>Au</b> 196,96655(2)	Rtuť 80 <b>Hg</b> 200,59(2)
89-102 Akti- noidy	Rutherfordium 104 <b>Rf</b> (261,110)	Dubnium 105 <b>Db</b> (262,1144)	Seaborgium 106 <b>Sg</b> (263,1166)	Bohrium 107 <b>Bh</b> (264,12)	Hassium 108 <b>Hs</b> (265,1306)	Melitnerium 109 <b>Mt</b> (268)	Ununnilium 110 <b>Uun</b> (269)	Unununium 111 <b>Uuu</b> (272)	Ununbium 112 <b>Uub</b> (277)

13 III A	14 IV A	15 V A	16 VI A	17 VII A	18 0
					Helium 2 <b>He</b> 4,002602(2)
Bor 5 <b>B</b> 10,811(7)	Uhlík 6 <b>C</b> 12,0107(8)	Dusík 7 <b>N</b> 14,00674(7)	Kyslík 8 <b>O</b> 15,9994(3)	Fluor 9 <b>F</b> 18,9984032(5)	Neon 10 <b>Ne</b> 20,1797(6)
Hliník 13 <b>Al</b> 26,981538(2)	Křemík 14 <b>Si</b> 28,0855(3)	Fosfor 15 <b>P</b> 30,973761(2)	Síra 16 <b>S</b> 32,066(6)	Chlor 17 <b>Cl</b> 35,4527(9)	Argon 18 <b>Ar</b> 39,948(1)
Gallium 31 <b>Ga</b> 69,723(1)	Germanium 32 <b>Ge</b> 72,61(2)	Arsen 33 <b>As</b> 74,92160(2)	Selen 34 <b>Se</b> 78,96(3)	Brom 35 <b>Br</b> 79,904(1)	Krypton 36 <b>Kr</b> 83,80(1)
Indium 49 <b>In</b> 114,818(3)	Cín 50 <b>Sn</b> 118,710(7)	Antimon 51 <b>Sb</b> 121,760(1)	Tellur 52 <b>Te</b> 127,60(3)	Jod 53 <b>I</b> 126,90447(3)	Xenon 54 <b>Xe</b> 131,29(2)
Thallium 81 <b>Tl</b> 204,3833(2)	Olovo 82 <b>Pb</b> 207,2(1)	Bismut 83 <b>Bi</b> 208,98038(2)	Polonium 84 <b>Po</b> (208,9824)	Astat 85 <b>At</b> (209,9871)	Radon 86 <b>Rn</b> (222,0176)





alkalické kovy  
 kovy alkalických zemin  
 lanthanoidy  
 aktinoidy

chalkogeny  
 halogeny  
 vzácné plyny

triáda železa  
 lehké platinové kovy  
 těžké platinové kovy  
 kovy nekovy polokovy

1 I A	2 II A
Vodík 1 H 1,00794(7)	
Lithium 3 Li 6,941(2)	Beryllium 4 Be 9,012182(3)
Sodík 11 Na 22,989770(2)	Hořčík 12 Mg 24,3050(6)
Draslík 19 K 39,0983(1)	Vápník 20 Ca 40,078(4)
Rubidium 37 Rb 85,4678(3)	Stroncium 38 Sr 87,62(1)
Cesium 55 Cs 132,90545(2)	Baryum 56 Ba 137,327(7)
Francium 87 Fr (223,0197)	Radium 88 Ra (226,0254)

3 III B	4 IV B	5 V B	6 VI B	7 VII B	8 VIII	9 VIII	10 VIII	11 I B	12 II B
------------	-----------	----------	-----------	------------	-----------	-----------	------------	-----------	------------

Skandium 21 Sc 44,955910(8)	Titan 22 Ti 47,867(1)	Vanad 23 V 50,9415(1)	Chrom 24 Cr 51,9961(6)	Mangan 25 Mn 54,938049(9)	Železo 26 Fe 55,845(2)	Kobalt 27 Co 58,933200(9)	Nikl 28 Ni 58,6934(2)	Měď 29 Cu 63,546(3)	Zinek 30 Zn 65,39(2)
Yttrium 39 Y 88,90585(2)	Zirkonium 40 Zr 91,224(2)	Niob 41 Nb 92,90638(2)	Molybden 42 Mo 95,94(1)	Technecium 43 Tc (98,9063)	Ruthenium 44 Ru 101,07(2)	Rhodium 45 Rh 102,90550(2)	Palladium 46 Pd 106,42(1)	Stříbro 47 Ag 107,8682(2)	Kadmium 48 Cd 112,411(8)
57-70 Lantha- noidy	Hafnium 72 Hf 178,49(2)	Tantal 73 Ta 180,9479(1)	Wolfram 74 W 183,84(1)	Rhenium 75 Re 186,207(1)	Osmium 76 Os 190,23(3)	Iridium 77 Ir 192,217(3)	Platina 78 Pt 195,078(2)	Zlato 79 Au 196,96655(2)	Rtuť 80 Hg 200,59(2)
89-102 Akti- noidy	Lutherfordium 104 Rf (261,110)	Dubnium 105 Db (262,1144)	Seaborgium 106 Sg (263,1186)	Bohrium 107 Bh (264,12)	Hassium 108 Hs (265,1308)	Melitnerium 109 Mt (266)	Ununnilium 110 Uun (269)	Unununium 111 Uuu (272)	Ununbium 112 Uub (277)

13 III A	14 IV A	15 V A	16 VI A	17 VII A	18 0
					Helium 2 He 4,002602(2)
Bor 5 B 10,811(7)	Uhlík 6 C 12,0107(8)	Dusík 7 N 14,00674(7)	Kyslík 8 O 15,9994(3)	Fluor 9 F 18,9984032(5)	Neon 10 Ne 20,1797(6)
Hliník 13 Al 26,981538(2)	Křemík 14 Si 28,0855(3)	Fosfor 15 P 30,973761(2)	Síra 16 S 32,066(6)	Chlor 17 Cl 35,4527(9)	Argon 18 Ar 39,948(1)
Gallium 31 Ga 69,723(1)	Germanium 32 Ge 72,61(2)	Arsen 33 As 74,92160(2)	Selen 34 Se 78,96(3)	Brom 35 Br 79,904(1)	Krypton 36 Kr 83,80(1)
Indium 49 In 114,818(3)	Cín 50 Sn 118,710(7)	Antimon 51 Sb 121,760(1)	Tellur 52 Te 127,60(3)	Jod 53 I 126,90447(3)	Xenon 54 Xe 131,29(2)
Thallium 81 Tl 204,3833(2)	Olovo 82 Pb 207,2(1)	Bismut 83 Bi 208,98038(2)	Polonium 84 Po (208,9824)	Astat 85 At (209,9871)	Radon 86 Rn (222,0176)