

Anorganická chemie I

seminář



Osnova

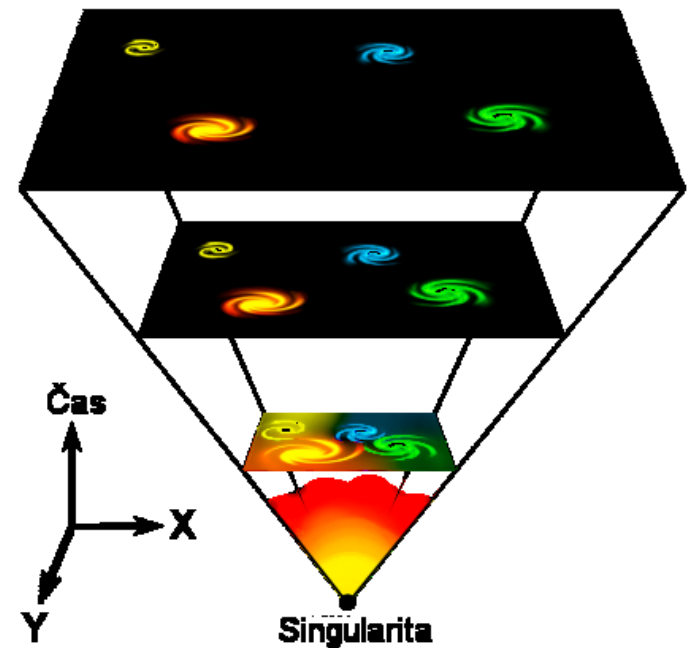
1. Úvod do předmětu, vznik prvků, periodicitu, periodická tabulka a její dělení
2. Chemie vodíku, rozdíly a podobnosti sloučenin vodíku, reaktivita a možnosti využití
3. Alkalické kovy, výskyt a vlastnosti, srovnání s vodíkem
4. Berylium, hořčík a kovy alkalických zemin, vzájemné srovnání reaktivity 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, periodičita, periodická tabulka a její dělení

- podmínky zápočtu
- struktura semináře
- docházka

Začátek všeho

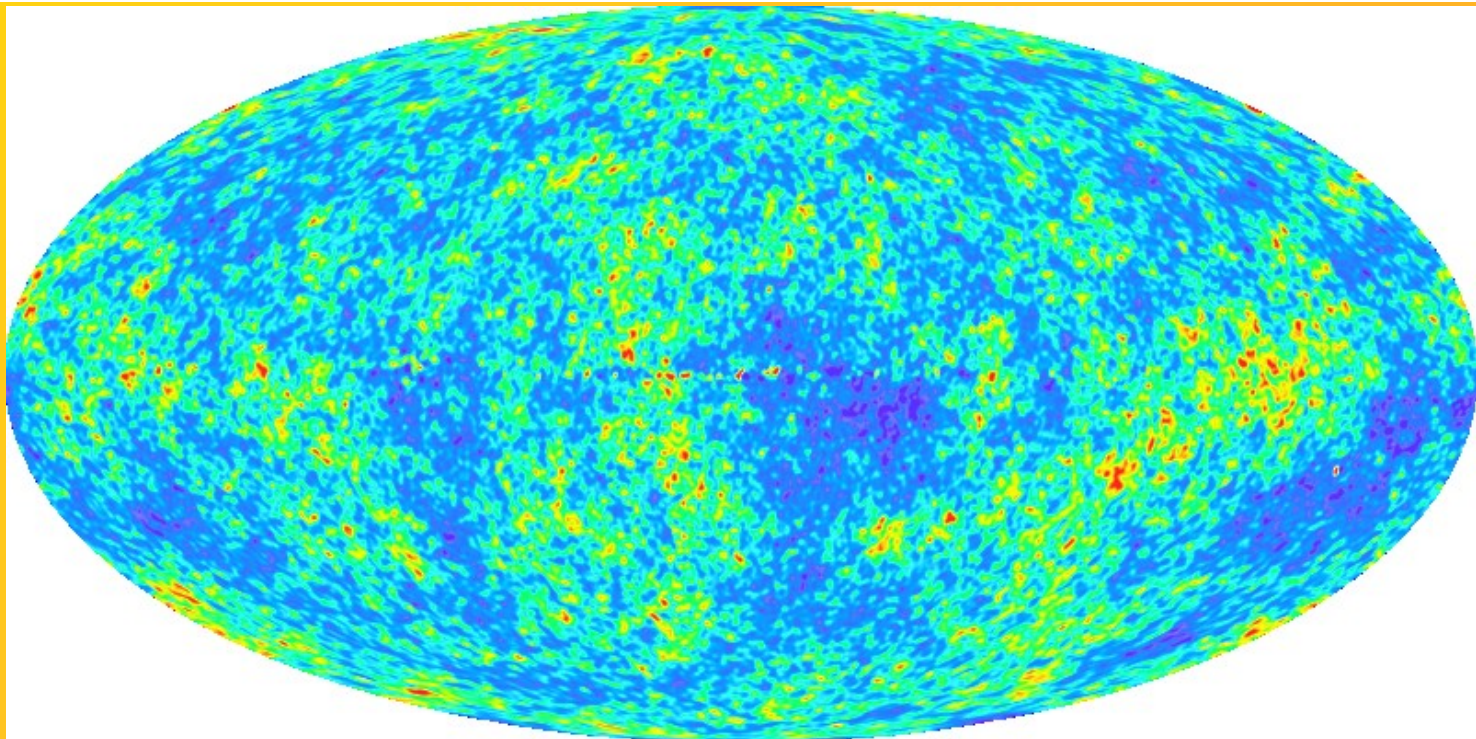
- před $13,7 \pm 0,2$ miliardami let vznik prostoru a času
- $0 - 10^{-35}$ s normální rozpínání, poté rychlá inflace (enormní zvětšení a zchladnutí vesmíru)
- poté opět klasické rozpínání díky počáteční hybnosti
- vesmír je ale stále horký, existuje pouze kvark-gluonové plazma
- s dalším chladnutím 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 % ^4He** (zbytky D a ^3He)
- **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

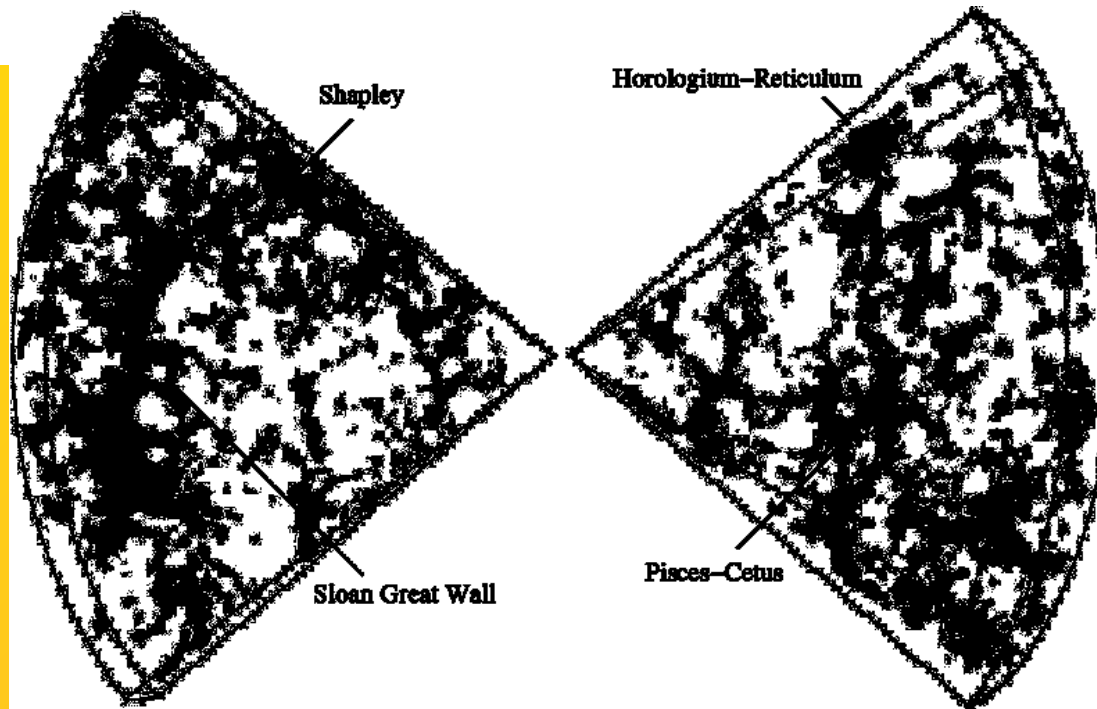
- expanze vesmíru vlivem antigravitačního působení energie vakua se bude zrychlovat, až dojde k Velkému roztržení



Obloha pohledem sondy WMAP (Wilkinson Microwave Anisotropy Probe)

Struktura vesmíru

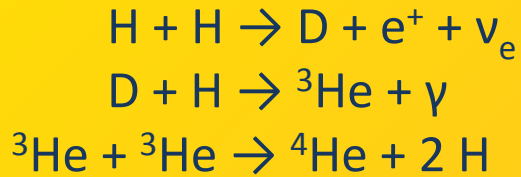
- stěny buněk (z nadkup galaxií) → nadkupy galaxií → kupy galaxií → galaxie → hvězdné soustavy



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)

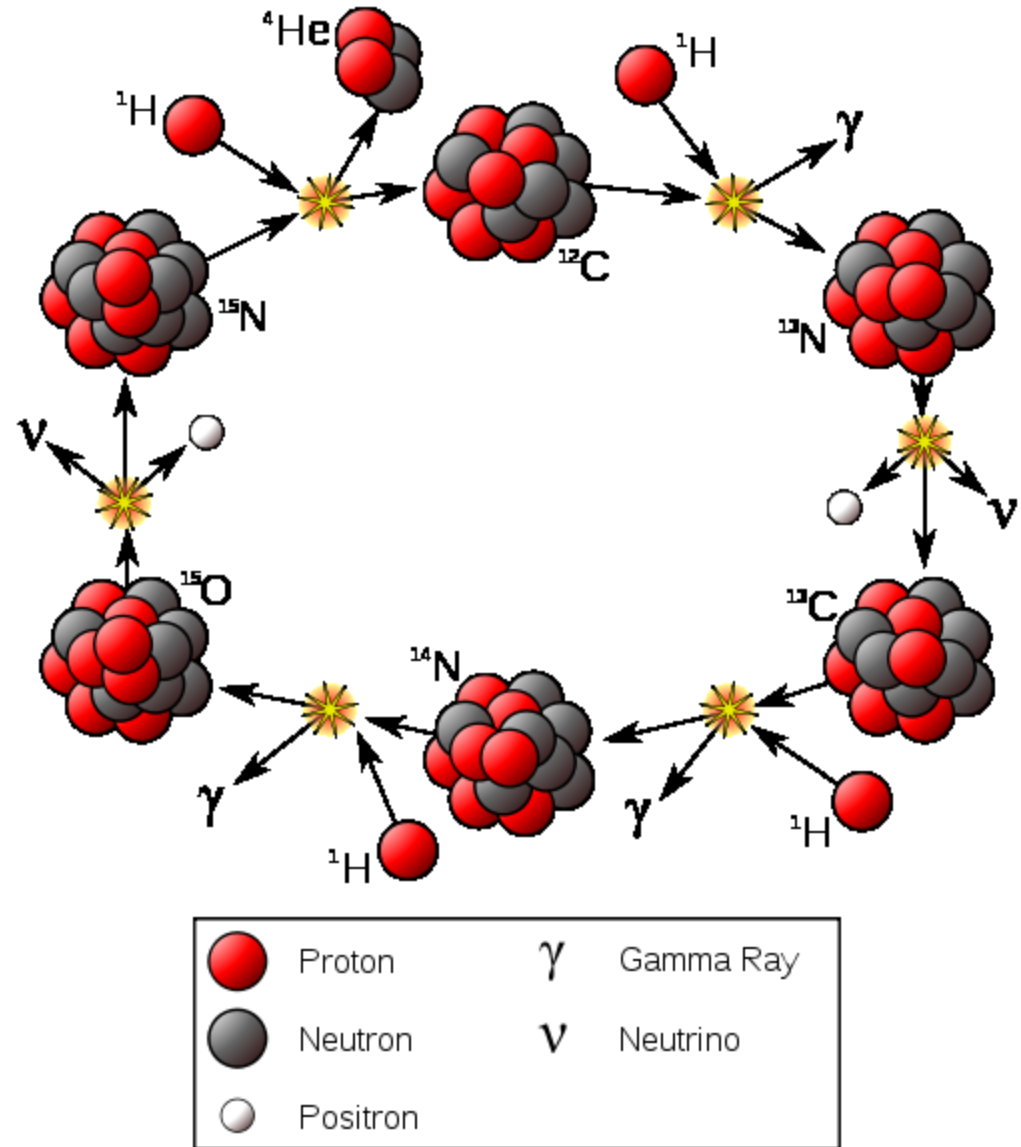
Klasický H – H cyklus „vodíkové hoření“



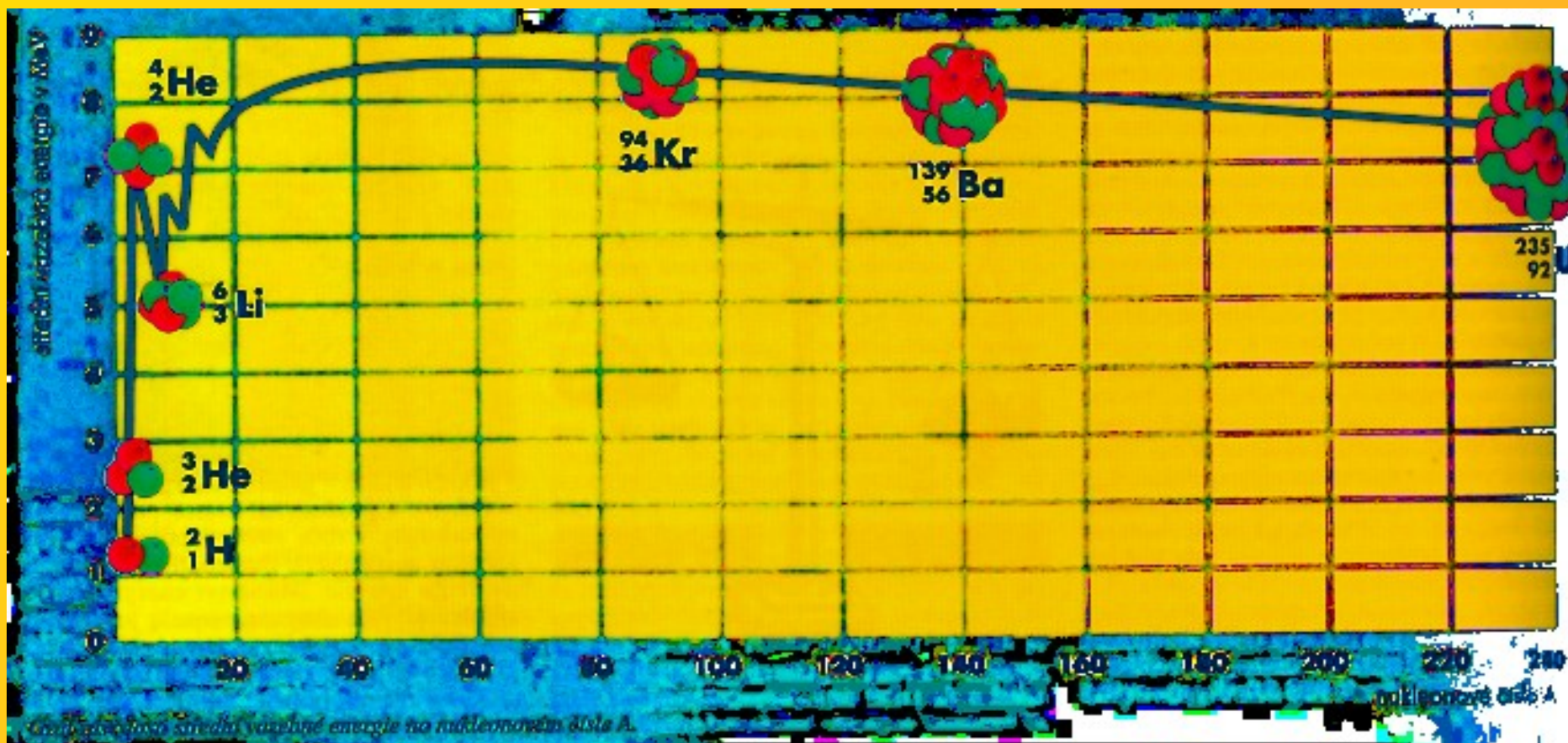
„heliové hoření“
„uhlíkové hoření“

U těžších prvků:
Záchyt neutronů
Záchyt protonů
Záchyt α -částic

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

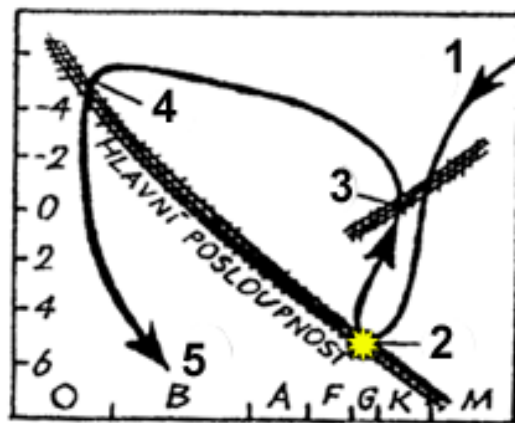
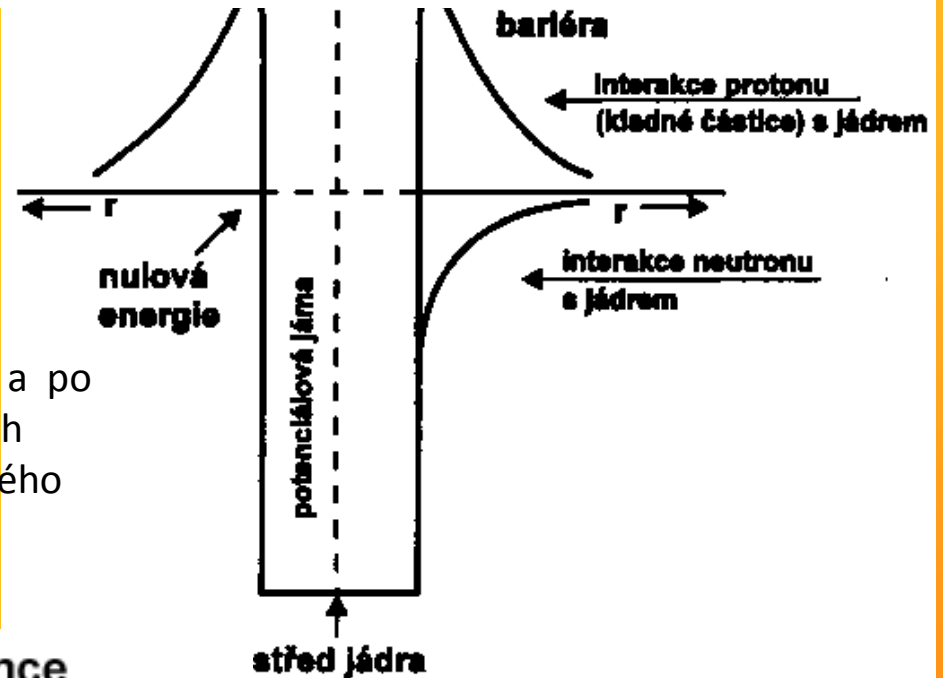


Slučování x štěpení



Slunce

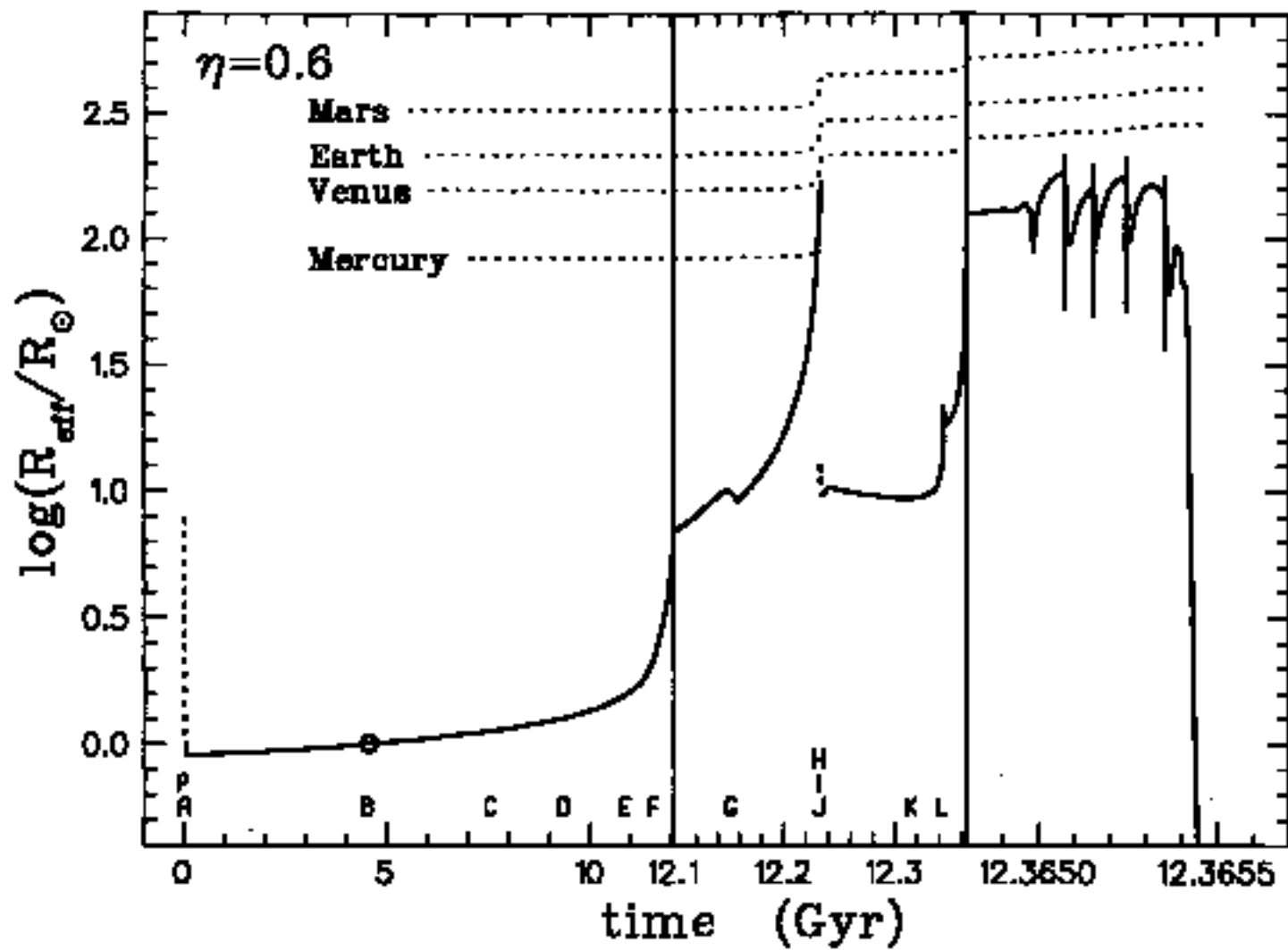
- momentálně nejlepší termonukleární reaktor
- funguje už 5 miliard let
- pozitrony anihilují
- vysoce energetické fotony „měknou“
- foton letí ven 1 Myr
- teplota v jádru cca 15 MK
- v našem těle, $7 \cdot 10^{14}$ n/s
- za život 2 – 3 v těle zaniknou
- odnáší 4 % energie
- za dalších 5 miliard let 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).



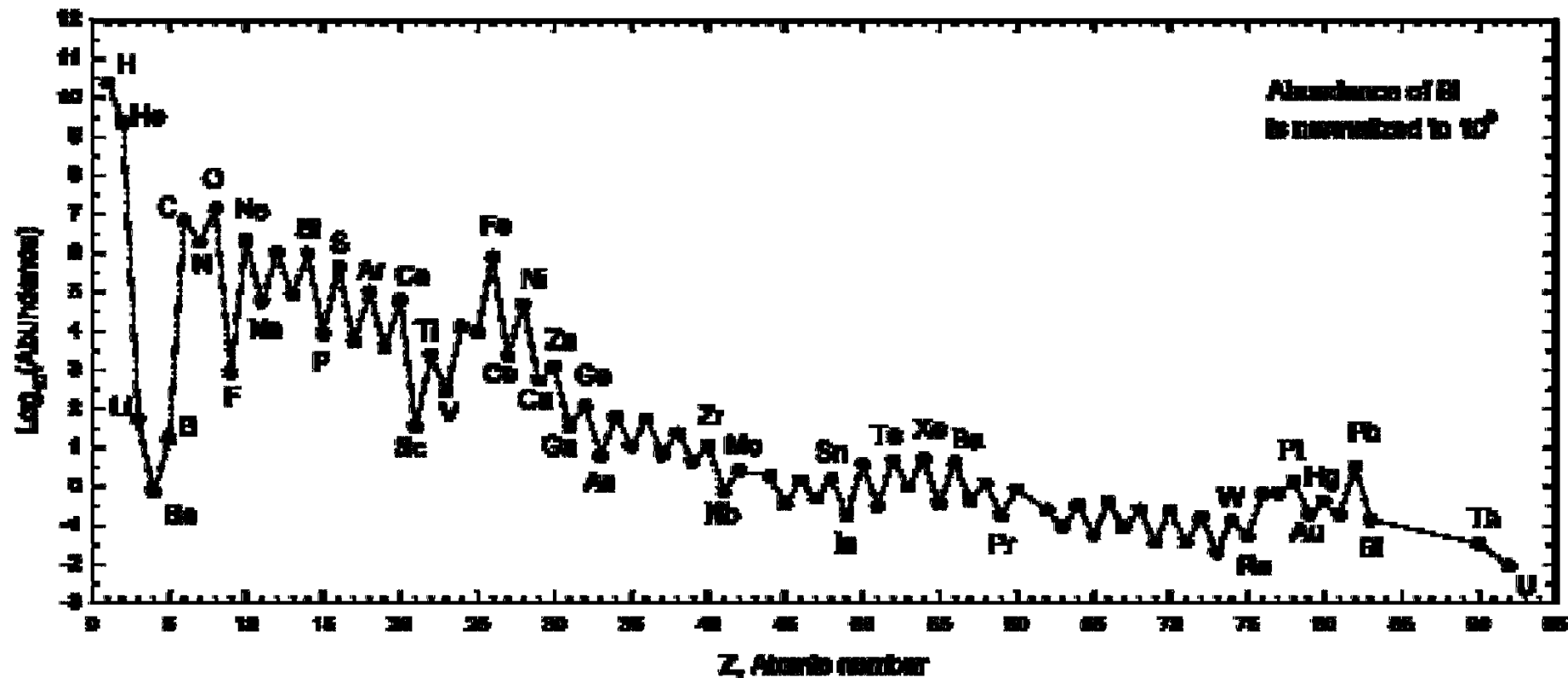
Vývoj Slunce v HR diagramu

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

Život Slunce



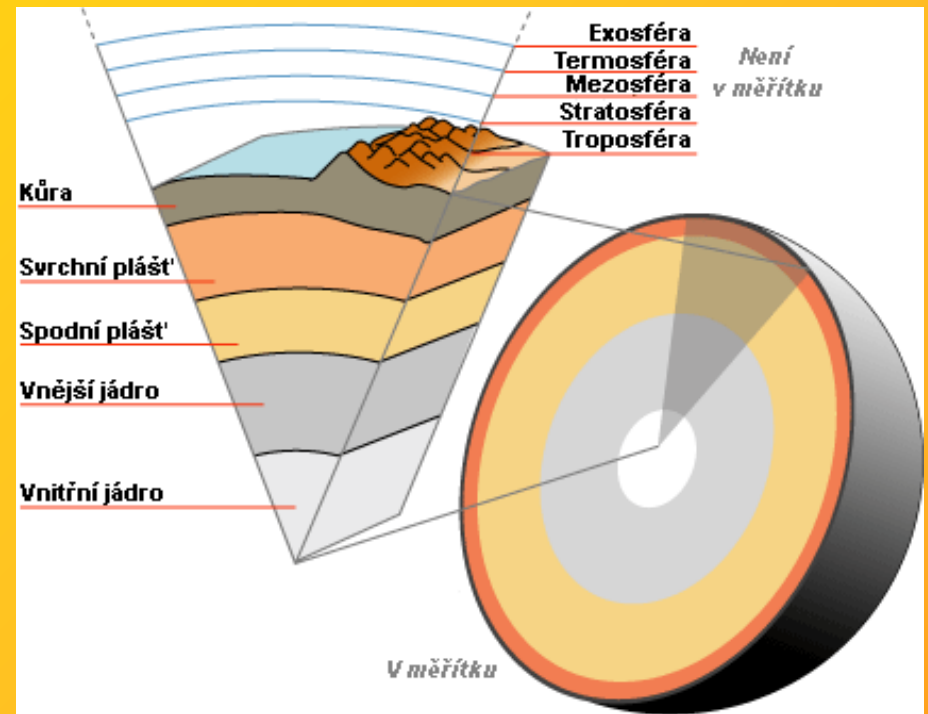
Zastoupení prvků ve sluneční soustavě



- 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, se periodicky opakují a závislosti uvedených veličin na atomovém čísle prvků se dají graficky vyjádřit

Chemické vlastnosti prvků:

- souvislosti se projevují a nazývají se **chemická periodicitá**

Chemická periodicitá:

a) *periodicitá oxidačních čísel*

- maximální oxidační číslo prvků odpovídá počtu elektronů ve valenční sféře a tím i číslu skupiny pro 1. až 8., a pro 12. – 18. skupinu číslu skupiny mínus 10 (**výjimky**)
- 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 – orbitály, které by se mohli podílet na chemických vazbách

Periodická tabulka

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)
-----------------------------------	----------------------------------

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
------------	-----------	----------	-----------	------------	-----------	-----------	------------	-----------	------------

Draslík 19 K 39,0983(1)	Vápník 20 Ca 40,078(4)
----------------------------------	---------------------------------

Skandium 21 Sc 44,955910(6)	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)
--------------------------------------	--------------------------------	--------------------------------	---------------------------------	------------------------------------	---------------------------------	------------------------------------	--------------------------------	------------------------------	-------------------------------

Rubidium 37 Rb 85,4678(3)	Stroncium 38 Sr 87,62(1)
------------------------------------	-----------------------------------

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)
-----------------------------------	------------------------------------	---------------------------------	----------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	-------------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------

Cesium 55 Cs 132,90545(2)	Baryum 56 Ba 137,327(7)
------------------------------------	----------------------------------

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)
---------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------

Francium 87 Fr (223,0197)	Radium 88 Ra (226,0254)
------------------------------------	----------------------------------

89-102 Akti- noidy	Rutherfordium 104 Rf (261,110)	Dubnium 105 Db (262,1144)	Seaborgium 106 Sg (263,1188)	Bohrium 107 Bh (264,12)	Hassium 108 Hs (265,1308)	Mitnerium 109 Mt (268)	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)
-------------------------------------	-------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	---------------------------------	---------------------------------

c) diagonální podobnost

- jedná se o chemickou podobnost prvků umístěných na diagonále shora vlevo – dolů vpravo
- díky velice podobným iontovým poloměřům

Periodická tabulka

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)
-----------------------------------	----------------------------------

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
------------	-----------	----------	-----------	------------	-----------	-----------	------------	-----------	------------

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)
------------------------------------	----------------------------------

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)	Patina 78 Pt 195,078(2)	Zlato 79 Au 196,96655(2)	Rtuť 80 Hg 200,59(2)
89-102 Akti- noidy	Rutherfordium 104 Rf (261,110)	Dubnium 105 Db (262,1144)	Seaborgium 106 Sg (263,1188)	Bohrium 107 Bh (264,12)	Hassium 108 Hs (265,1308)	Mitnerium 109 Mt (268)	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)
-------------------------------------	-------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	---------------------------------	---------------------------------



b) odlišné vlastnosti prvků 2. periody

- prvky druhé periody nemají energeticky blízké volné d – orbitaly, které by se mohli podílet na chemických vazbách

c) diagonální podobnost

- jedná se o chemickou podobnost prvků umístěných na diagonále shora vlevo – dolů vpravo
- díky velice podobným iontovým poloměrům

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

- v důsledku tvorby elektronového páru dochází často ke změně stabilního oxidačního čísla o 2
- například ClO^- , ClO^{-2} , ClO^{-3} , ClO^{-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

Periodická tabulka

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)
-----------------------------------	----------------------------------

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
------------	-----------	----------	-----------	------------	-----------	-----------	------------	-----------	------------

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)
------------------------------------	----------------------------------

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)	Patina 78 Pt 195,078(2)	Zlato 79 Au 196,96655(2)	Rtuť 80 Hg 200,59(2)
---------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	---------------------------------	-----------------------------------	----------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------

89-102 Akti- noidy	Rutherfordium 104 Rf (261,110)	Dubnium 105 Db (262,1144)	Seaborgium 106 Sg (263,1188)	Bohrium 107 Bh (264,12)	Hassium 108 Hs (265,1308)	Mitnerium 109 Mt (268)	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)
-------------------------------------	-------------------------------	------------------------------------	------------------------------------	---------------------------------	---------------------------------

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**)

Vzrůst elektropozitivního charakteru

1 IA	2 IIA
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)

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 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	Rutherfordium 104 Rf (261,110)	Dubnium 105 Db (262,1144)	Seaborgium 106 Sg (263,1166)	Bohrium 107 Bh (264,12)	Hassium 108 Hs (265,1306)	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)



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 kovového charakteru a BAZICITY

1 IA	2 IIA
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)

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 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	Rutherfordium 104 Rf (261,110)	Dubnium 105 Db (262,1144)	Seaborgium 106 Sg (263,1166)	Bohrium 107 Bh (264,12)	Hassium 108 Hs (265,1306)	Meltnium 109 Mt (268)	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)



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(6)	Titan 22 Ti 47,867(1)	Vanad 23 V 50,9415(1)	Chrom 24 Cr 51,9961(6)	Mangan 25 Mn 54,938049(3)	Železo 26 Fe 55,845(2)	Kobalt 27 Co 58,933200(3)	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)	Sříbro 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 (263,1188)	Bohrium 107 Bh (264,12)	Hassium 108 Hs (265,1308)	Melitnerium 109 Mt (268)	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)