

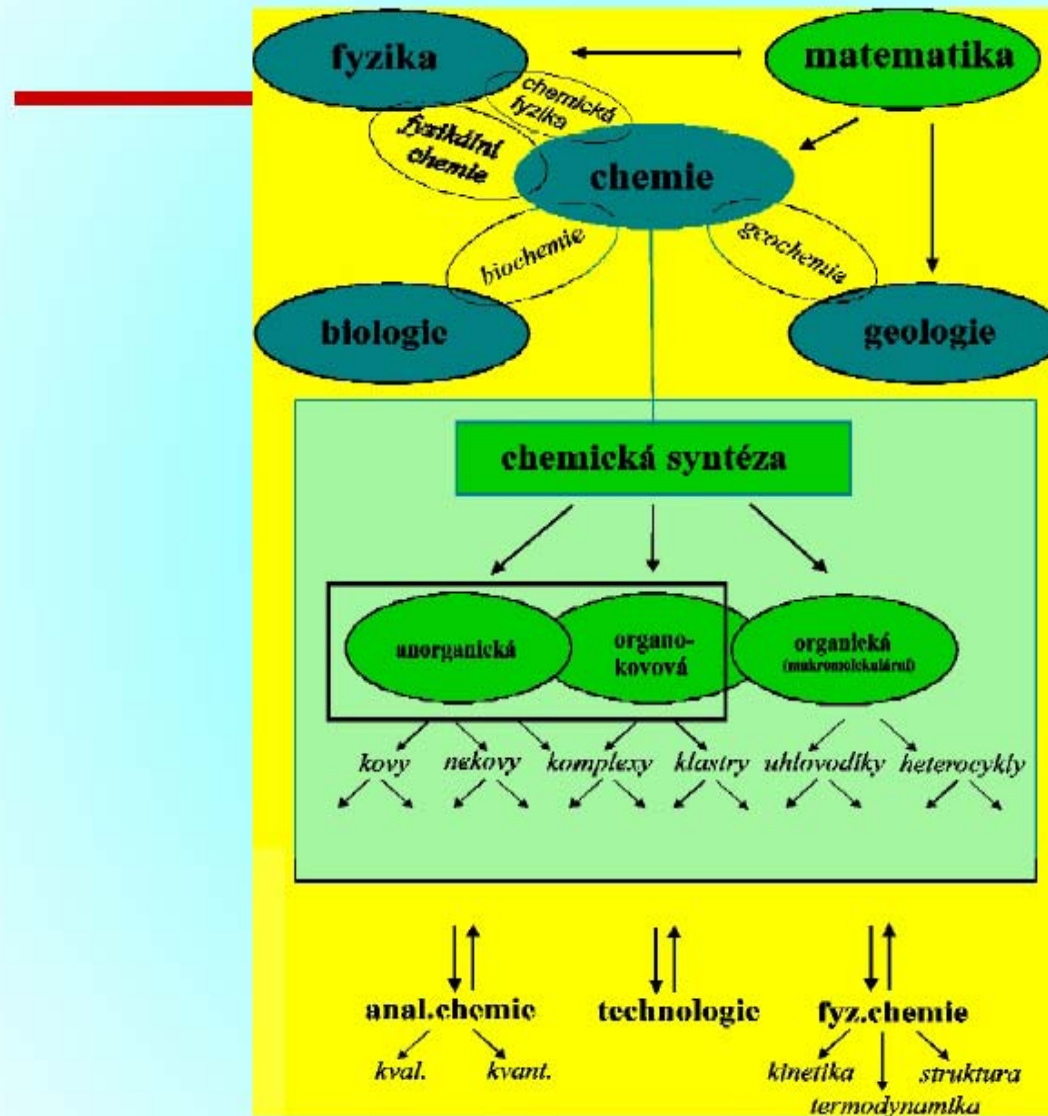
# Anorganická chemie I

- **určeno pro:** 1. ročník odborné studium chemie a biochemie
- **rozsah:** podzimní semestr (14 týdnů), 2 hodiny týdně

**Prof. RNDr. Jiří Příhoda, CSc.**

**Katedra anorganické chemie PŘF MU, budova č. 8, 2. patro  
prihoda@chemi.muni.cz**

# Zařazení chemie do systému přírodních věd



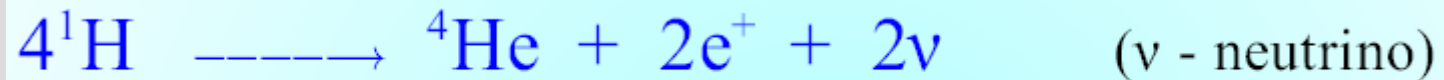
# Vznik prvků ve vesmíru

- Velký třesk cca před 13 -14 miliardami let
- Hmota byl soustředěna do tzv. prajádra o hustotě  $10^{96}$  g.cm<sup>3</sup> a teplotě  $10^{32}$  K

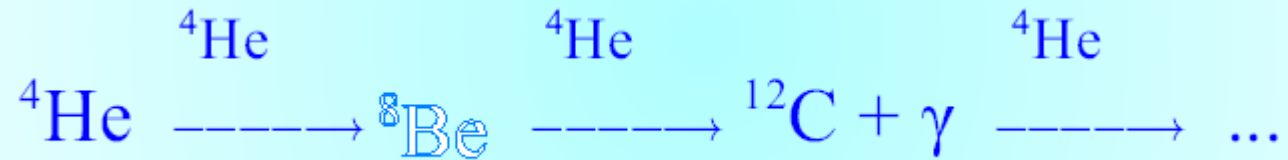
Čas po třesku	
1 s ( $10^{10}$ K)	vznik protonů, neutronů a elektronů
10-500 s	25 % hmoty se přeměnilo na $^4\text{He}$ a $10^{-3}$ % $^2\text{H}$
2 hodiny	89 at. % He, 11 at. % H
yní	88,6 at. % He, 11,3 at. % H

# Ostatní prvky ve vesmíru vznikly nukleogenezí

## Vodíkové hoření



## Heliové hoření

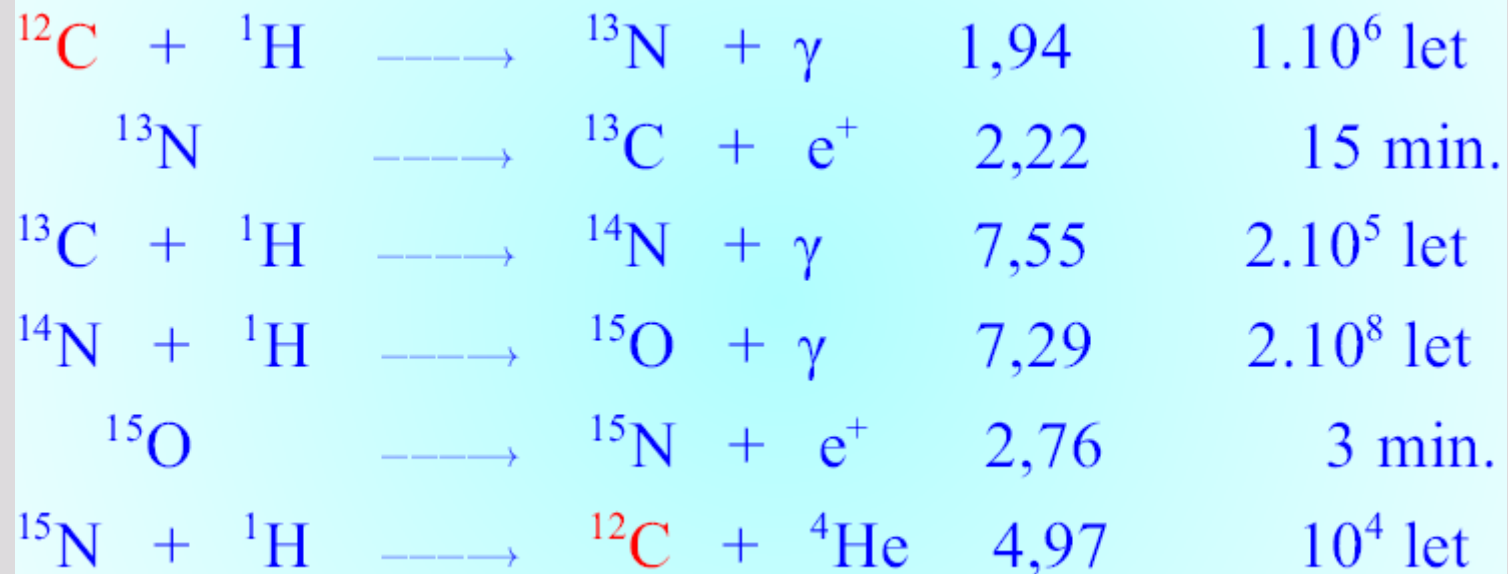


## Uhlíkové hoření



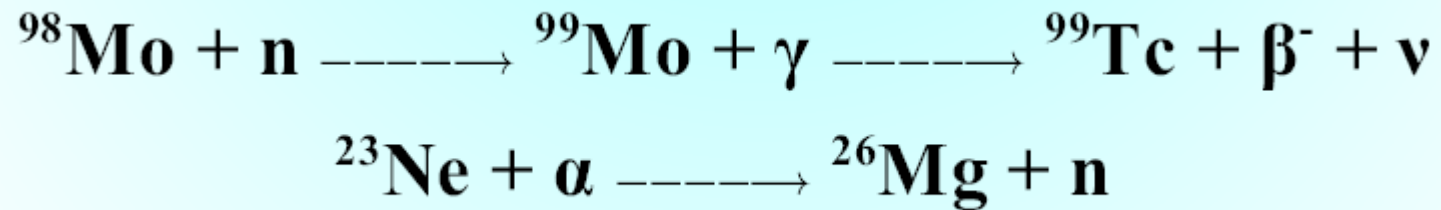
## Katalytický CNO cyklus

Jde s cyklus jaderných reakcí, vedoucích k izotopům lehčích prvků



**Vznik těžších prvků je záležitostí následných  
jaderných reakcí,  
nejčastěji jde o záchyt neutronu**

**Např.**



**Přibližné relativní zastoupení nejrozšířenějších prvků ve vesmíru (počet atomů připadající na jeden atom křemíku)**

1.	VODÍK	40000	8.	HOŘČÍK	0,9
2.	HELIUM	3100	9.	ŽELEZO	0,6
3.	KYSLÍK	22	10.	SÍRA	0,4
4.	NEON	9	11.	ARGON	0,15
5.	DUSÍK	7	12.	HLINÍK	0,1
6.	UHLÍK	3,5	13.	VÁPNIK	0.05
7.	KŘEMÍK	1	14.	SODÍK	0,04

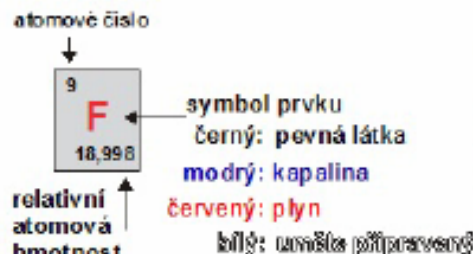
## Přibližné zastoupení nejrozšířenějších prvků v přírodě a v zemské kůře

	<b>Prvek</b>	<b>% v přírodě</b>	<b>% v zemské kůře</b>
<b>1</b>	<b>O</b>	<b>49,5</b>	<b>46,6</b>
<b>2</b>	<b>Si</b>	<b>25,8</b>	<b>27,7</b>
<b>3</b>	<b>Al</b>	<b>7,6</b>	<b>8,1</b>
<b>4</b>	<b>Fe</b>	<b>4,7</b>	<b>5,0</b>
<b>5</b>	<b>Ca</b>	<b>3,4</b>	<b>3,6</b>
<b>6</b>	<b>Na</b>	<b>2,6</b>	<b>2,8</b>
<b>7</b>	<b>K</b>	<b>2,4</b>	<b>2,6</b>
<b>8</b>	<b>Mg</b>	<b>2,0</b>	<b>2,1</b>



# Dlouhá forma periodické tabulky

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 <b>H</b> 1,01																	2 <b>He</b> 4,003
2	3 <b>Li</b> 6,94	4 <b>Be</b> 9,01											5 <b>B</b> 10,81	6 <b>C</b> 12,01	7 <b>N</b> 14,01	8 <b>O</b> 15,999	9 <b>F</b> 18,998	10 <b>Ne</b> 20,18
3	11 <b>Na</b> 22,99	12 <b>Mg</b> 24,31											13 <b>Al</b> 26,98	14 <b>Si</b> 28,09	15 <b>P</b> 30,97	16 <b>S</b> 32,06	17 <b>Cl</b> 35,45	18 <b>Ar</b> 39,95
4	19 <b>K</b> 39,10	20 <b>Ca</b> 40,08	21 <b>Sc</b> 44,96	22 <b>Ti</b> 47,90	23 <b>V</b> 50,94	24 <b>Cr</b> 51,996	25 <b>Mn</b> 54,94	26 <b>Fe</b> 55,85	27 <b>Co</b> 58,93	28 <b>Ni</b> 58,71	29 <b>Cu</b> 63,55	30 <b>Zn</b> 65,37	31 <b>Ga</b> 69,72	32 <b>Ge</b> 72,59	33 <b>As</b> 74,92	34 <b>Se</b> 78,96	35 <b>Br</b> 79,90	36 <b>Kr</b> 83,80
5	37 <b>Rb</b> 85,47	38 <b>Sr</b> 87,62	39 <b>Y</b> 88,91	40 <b>Zr</b> 91,22	41 <b>Nb</b> 92,91	42 <b>Mo</b> 95,94	43 <b>Tc</b> (98)	44 <b>Ru</b> 101,07	45 <b>Rh</b> 102,91	46 <b>Pd</b> 106,40	47 <b>Ag</b> 107,87	48 <b>Cd</b> 112,41	49 <b>In</b> 114,82	50 <b>Sn</b> 118,69	51 <b>Sb</b> 121,75	52 <b>Te</b> 127,60	53 <b>I</b> 126,90	54 <b>Xe</b> 131,30
6	55 <b>Cs</b> 132,91	56 <b>Ba</b> 137,33	57 <b>La</b> 138,91	72 <b>Hf</b> 178,49	73 <b>Ta</b> 180,95	74 <b>W</b> 183,85	75 <b>Re</b> 186,21	76 <b>Os</b> 190,20	77 <b>Ir</b> 192,22	78 <b>Pt</b> 195,09	79 <b>Au</b> 196,97	80 <b>Hg</b> 200,59	81 <b>Tl</b> 204,37	82 <b>Pb</b> 207,19	83 <b>Bi</b> 208,98	84 <b>Po</b> (209)	85 <b>At</b> (210)	86 <b>Rn</b> (222)
7	87 <b>Fr</b> 223	88 <b>Ra</b> 226,05	89 <b>Ac</b> 227,03	104 <b>Rf</b> (251)	105 <b>Db</b> (252)	106 <b>Sg</b> (255)	107 <b>Bh</b> (262)	108 <b>Hs</b> (265)	109 <b>Mt</b> (268)	(110)	(111)	(112)	(113)	(114)	(115)	(116)	(117)	(118)
	<b>s-blok</b>		<b>d-blok</b>										<b>p-blok</b>					
Lanthanoidy (4f)	58 <b>Ce</b> 140,12	59 <b>Pr</b> 140,91	60 <b>Nd</b> 144,24	61 <b>Pm</b> (145)	62 <b>Sm</b> 150,35	63 <b>Eu</b> 151,96	64 <b>Gd</b> 157,25	65 <b>Tb</b> 158,92	66 <b>Dy</b> 162,50	67 <b>Ho</b> 164,93	68 <b>Er</b> 167,26	69 <b>Tm</b> 168,93	70 <b>Yb</b> 173,04	71 <b>Lu</b> 174,97	<b>f-blok</b>			
Aktinoidy (5f)	90 <b>Th</b> 232,04	91 <b>Pa</b> (231)	92 <b>U</b> 238,03	93 <b>Np</b> (237)	94 <b>Pu</b> (242)	95 <b>Am</b> (243)	96 <b>Cm</b> (247)	97 <b>Bk</b> (247)	98 <b>Cf</b> (251)	99 <b>Es</b> (254)	100 <b>Fm</b> (253)	101 <b>Md</b> (256)	102 <b>No</b> (254)	103 <b>Lr</b> (257)				
	104 rutherfordium				106 seaborgium				108 hassium									
	105 dubnium				107 bohrium				109 meitnerium									



- alkalické kovy
- kovy alkalických zemin
- přechodné kovy
- ostatní kovy
- metaloidy
- nekovy
- vzácné plyny

# Krátká forma periodické tabulky

SKUPINA	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII						
Periódá	(1 H)							2 He						
1.	1H 1,00794 2,1 -237,2 -237,8							4He 4,0026 -273,42 -268,93						
2.	3Li 6,941 1,3 -80,5 1317	4Be 9,0122 1,5 1381 2307	5B 10,811 2,0 2380 2330	6C 12,01115 2,3 3130 4200	7N 14,0067 3,0 -210 -173,8	8O 15,9994 1,5 -278,1 -182,17	9F 18,9984 4,0 -223 -107	10Ne 20,1797 4,0 -248,4 -246,08						
3.	11Na 22,989769 0,1 98 883	12Mg 24,304 1,2 650 1110	13Al 26,9815385 1,5 649 247	14Si 28,0855 1,1 1120 3100	15P 30,97376199 2,1 44,706 168,5	16S 32,065 1,8 119 144,4	17Cl 35,453 3,4 -101 34	18Ar 39,948 3,4 -185,9 -185,88						
4.	19K 39,0983 0,8 63,7 168	20Ca 40,078 1,0 853 1482	21Sc 44,955912 1,3 1519 2727	22Ti 47,88 1,1 1663 3260	23V 50,9415 1,6 1891 3091	24Cr 51,9961 1,5 1875 2159	25Mn 54,938044 1,1 1244 2097	26Fe 55,845 1,8 1511 3300	27Co 58,933194 1,0 1490 1101	28Ni 58,6934 1,0 1451 2990				
	29Cu 63,546 1,7 1034 2545	30Zn 65,37 1,4 419,3 906	31Ga 69,723 1,6 30 243	32Ge 72,63 1,3 536 2700	33As 74,921595 2,0 817,0 4100	34Se 78,96 1,4 217,4 488	35Br 79,904 2,8 -7 59	36Kr 83,8 2,8 -157,2 -153,35						
5.	37Rb 85,4678 0,8 38,8 400	38Sr 87,62 1,0 170 1300	39Y 88,905848 1,2 1509 3230	40Zr 91,224 1,1 1852 3100	41Nb 92,90638 1,6 2481 1921	42Mo 95,94 1,8 2610 3360	43Tc (98) 1,9 2140 ...	44Ru 101,07 2,2 2251 4901	45Rh 102,90550 2,2 1940 1299	46Pd 106,4 2,2 1550 2790				
	47Ag 107,8682 4,3 160,5 2112	48Cd 112,4118 1,7 326,4 745	49In 114,818 1,7 154,4 2071	50Sn 118,710 1,3 132 2720	51Sb 121,757 1,9 630,1 1440	52Te 127,60 2,1 410 910	53I 126,90447 2,5 114 984	54Xe 131,29 2,5 -111,9 -108,10						
6.	55Cs 132,90545196 0,7 28,6 105	56Ba 137,327 0,9 710 1500	57La 138,90547 1,1 910 349	71Hf 178,49 1,3 2130 5400	73Ta 180,94788 1,5 2991 4101	74W 183,84 1,7 1410 5960	75Re 186,207 1,9 1180 5900	76Os 190,23 2,2 3000 5501	77Ir 192,222 2,2 2410 5300	78Pt 195,084 2,2 1759 4520				
	79Au 196,966569 2,4 104,3 2390	80Hg 200,59 1,9 -10,9 356,6	81Tl 204,377 1,8 101,6 1431	82Pb 207,2 1,8 127 1137	83Bi 208,98038 1,9 271,3 1627	84Po (209) 2,0 212 912	85At (210) 2,2 (316) (400)	86Rn (222) 2,2 -71 -62						
7.	87Fr (223) 0,7 (17) (480)	88Ra (226) 0,9 960 1140	89Ac (227) 1,1 1050 3027	90Th 232,0375 1,3 1130 4200	91Pa (231) 1,3 1231 ...	92U 238,02891 1,7 1112 3818								
 Lantanoidy	58Ce 140,12 715 3440	59Pr 140,90765 925 1127	60Nd 144,242 1034 3027	61Pm (147) 1080 2730	62Sm 150,36 1072 1950	63Eu 151,964 126 1420	64Gd 157,25 1112 3000	65Tb 158,925 1254 ...	66Dy 162,50 1407 ...	67Ho 164,930 1161 ...	68Er 167,259 1497 2594	69Tm 168,930 1243 1727	70Yb 173,054 1249 1427	71Lu 174,967 1512 ...
 Transurány	92Np (237) 640	94Pu (244) 639,5 3233	95Am (243) 955 2667	96Cm (247) 2470 ...	97Bk (247) 946 ...	98Cf (251) ...	99Es (252) ...	100Fm (257) ...	101Md (258) ...	102No (259) ...	103Lr (260) ...	104Ku (265) ...	105Ns (269) ...	

## Prvky nepřechodné a přechodné

- **Prvky nepřechodné** (prvky "hlavních" podskupin PS)

s- a p-prvky

**Patří sem nekovy a kovy**

- **Prvky přechodné** (prvky "vedlejších" podskupin PS)

d- a f- prvky

**Jde jen o kovy**

Mají ve volném nebo sloučeném stavu částečně zaplněné d-, resp. f- orbitaly

## Triviální názvy některých skupin prvků

<b>Prvky skupiny 1a</b> Li, Na, K, Rb, Cs, Fr <i>alkalické kovy</i>	<b>Prvky skupiny 2a</b> Ca, Sr, Ba <i>kovy alkalických zemin*</i>	<b>Prvky skupiny 6a</b> O, S, Se, Te, Po <i>chalkogeny</i>
<b>Prvky skupiny 7a</b> F, Cl, Br, I, At <i>halogeny</i>	<b>Prvky skupiny 0</b> He, Ne, Ar, Kr, Xe, Rn <i>vzácné plyny</i>	
<b>Prvky skupiny 8</b>		
<i>triáda železa</i> (Fe, Co, Ni)	<i>lehké kovy platinové</i> (Ru, Rh, Pd)	<i>těžké kovy platinové</i> (Os, Ir, Pt)
<b>Vnitřně přechodné prvky</b>		
<b>Prvky 57 až 71</b> <i>lanthanoidy</i>	<b>Prvky 90 až 103</b> <i>aktinoidy</i>	<b>(Z &gt; 92 ) transurany</b> <b>(Z = 92 – 95) uranoidy</b> <b>(Z= 96 – 103) curoidy</b>

Pro **prvky 3a, 4a, 5a** skupiny se nevžil název *triely, tetrely, pentely*.

## Uměle připravené prvky

- Pm
- At
- Transurany (Np ?)

# Struktura Země a výskyt prvků

1500 K liquace

---

zemské jádro: sulfidy Fe a Ni (12.5 %)	$\text{Fe}_{25}\text{Ni}_2\text{Co}_{0.1}\text{S}_3$	31.5 %
plášť jádra: oxidy těžších kovů, silikáty		68.1 %
zemská kůra:		0.4 %

krystalizace

1. fáze: oxidy kovů, křemičitany, diamanty
2. fáze: oxid křemičitý, křemičitany, sírany a fluoridy (většina magmatu)
3. fáze: (pegmatitová) žilné nerosty (dnešní rudy)

Pneumatolytické procesy: voda a těkavé látky v plynné fázi

Hydrotermálními procesy: krystalizace z vodných roztoků  $t < 374\text{ °C}$

Sekundární přeměny - zvětrávání, katastrofické procesy

## Struktura Země a složení jednotlivých vrstev

- **Atmosféra:**  $N_2$  (cca 78 obj.%) a  $O_2$  (21 obj.%). Zbytek tvoří **Ar** (0,9 %), **CO<sub>2</sub>**, vzácné plyny, **CH<sub>4</sub>**,  $H_2O$  a aerosolové částice.
- **Hydrosféra:** sladká a mořská voda (asi 6 % hmotnosti zemské kůry). Kromě **vodíku** a **kyslíku** ve formě vody (téměř 97 %) obsahuje rozpuštěné soli, zejména **NaCl** (skoro 3 %), **Mg** (0,1 %) a menší množství **S**, **Ca** a **K** ve formě rozpustných solí. Hydrosféra je cenným zdrojem řady surovin.
- **Zemská kůra:** povrchová vrstva naší planety do dosahu hlubinných vrtů (max. cca 20 km). Má rozhodující význam pro těžbu většiny surovin chemického průmyslu (kovové rudy, uhlí, ropa, zemní plyn). Je tvořena převážně křemičitanovými horninami, takže nejvíce zastoupenými prvky jsou **kyslík a křemík**.

# Biogenní prvky

(vyskytují se v živých organismech)

- Uhlík (18 %) – koloběh uhlíku
- Kyslík (70 %) – koloběh vody
- Vodík (10 %) - dtto
- Dusík (0,3 %)

## Další prvky vyskytující se v živých organismech:

Ca (0,5 %) K (0,3 %)

Mg, P, S, Cl, Na, Fe (setiny %)

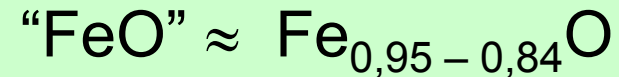
Cu, V, aj. ve stopových množstvích pro správnou funkci enzymů



# Složení sloučenin

- Sloučeniny se stálým složením (vyhovují zákonu o stálých a násobných poměrech slučovacích – daltonidy

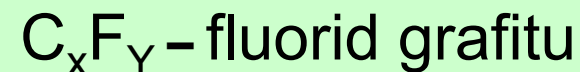
- Sloučeniny s proměnlivým složením – bertholidy



- Intersticiální sloučeniny – klathráty



- Interkalátové sloučeniny



# Výklad chemie prvků

- **Zařazení prvku do PS, skupinové trendy**
- **Historie objevu, jiné historické zajímavosti, výskyt prvku v přírodě**
- **Důležité fyzikální a základní chemické vlastnosti**
- **Vazebné schopnosti a reaktivita prvku**
- **Příprava, výroba a použití**
- **Chemie sloučenin probíraného prvku**

# Týká se prvků

Viewing: Atomic weight

1	1																	18
1	1 <b>H</b> 1.0079																	2 <b>He</b> 4.0026
2	3 <b>Li</b> 6.941	4 <b>Be</b> 9.0122											5 <b>B</b> 10.811	6 <b>C</b> 12.011	7 <b>N</b> 14.007	8 <b>O</b> 15.999	9 <b>F</b> 18.998	10 <b>Ne</b> 20.18
3	11 <b>Na</b> 22.99	12 <b>Mg</b> 24.305											13 <b>Al</b> 26.982	14 <b>Si</b> 28.086	15 <b>P</b> 30.974	16 <b>S</b> 32.066	17 <b>Cl</b> 35.453	18 <b>Ar</b> 39.948
4	19 <b>K</b> 39.098	20 <b>Ca</b> 40.078	21 <b>Sc</b> 44.956	22 <b>Ti</b> 47.88	23 <b>V</b> 50.942	24 <b>Cr</b> 51.996	25 <b>Mn</b> 54.938	26 <b>Fe</b> 55.847	27 <b>Co</b> 58.933	28 <b>Ni</b> 58.693	29 <b>Cu</b> 63.546	30 <b>Zn</b> 65.39	31 <b>Ga</b> 69.723	32 <b>Ge</b> 72.61	33 <b>As</b> 74.922	34 <b>Se</b> 78.96	35 <b>Br</b> 79.904	36 <b>Kr</b> 83.8
5	37 <b>Rb</b> 85.468	38 <b>Sr</b> 87.62	39 <b>Y</b> 88.906	40 <b>Zr</b> 91.224	41 <b>Nb</b> 92.906	42 <b>Mo</b> 95.94	43 <b>Tc</b> (97.91)	44 <b>Ru</b> 101.07	45 <b>Rh</b> 102.91	46 <b>Pd</b> 106.42	47 <b>Ag</b> 107.87	48 <b>Cd</b> 112.41	49 <b>In</b> 114.82	50 <b>Sn</b> 118.71	51 <b>Sb</b> 121.76	52 <b>Te</b> 127.6	53 <b>I</b> 126.9	54 <b>Xe</b> 131.29
6	55 <b>Cs</b> 132.91	56 <b>Ba</b> 137.33	57 <b>La</b> 138.91	72 <b>Hf</b> 178.49	73 <b>Ta</b> 180.95	74 <b>W</b> 183.84	75 <b>Re</b> 186.21	76 <b>Os</b> 190.23	77 <b>Ir</b> 192.22	78 <b>Pt</b> 195.08	79 <b>Au</b> 196.97	80 <b>Hg</b> 200.59	81 <b>Tl</b> 204.38	82 <b>Pb</b> 207.2	83 <b>Bi</b> 208.98	84 <b>Po</b> (209)	85 <b>At</b> (210)	86 <b>Rn</b> (222)
7	87 <b>Fr</b> (223)	88 <b>Ra</b> (226)	89 <b>Ac</b> (227)	104 <b>Rf</b> (261.1)	105 <b>Ha</b> (262.1)	106 <b>Sg</b> (263.1)	107 <b>Ns</b> (262.1)	108 <b>Hs</b> (265.1)	109 <b>Mt</b> (266.1)	110 <b>Unn</b> (268)	111 <b>Unu</b> (269)							

## **Studijní literatura:**

- **J. Gažo a kol. všeobecná a anorganická chémie, ,SNTL 1974 a další vydání**
- **J. Klikorka, B. Hájek, J. Votinský: Obecná a anorganická chemie, SNTL 1985**
- **F.A. Cotton, G. Wilkinson: Anorganická chemie , Academia Praha a další vydání**
- **Greenwood, NN, Earnshaw, A.: Chemistry of the elements, Butterworth Heinemann, 1997**
- **české vydání, Chemie prvků I, II, Praha 1993**
- **Toužín, Jiří - Stručný přehled chemie prvků, Skripta MU Brno 2006**