

Anorganická chemie I

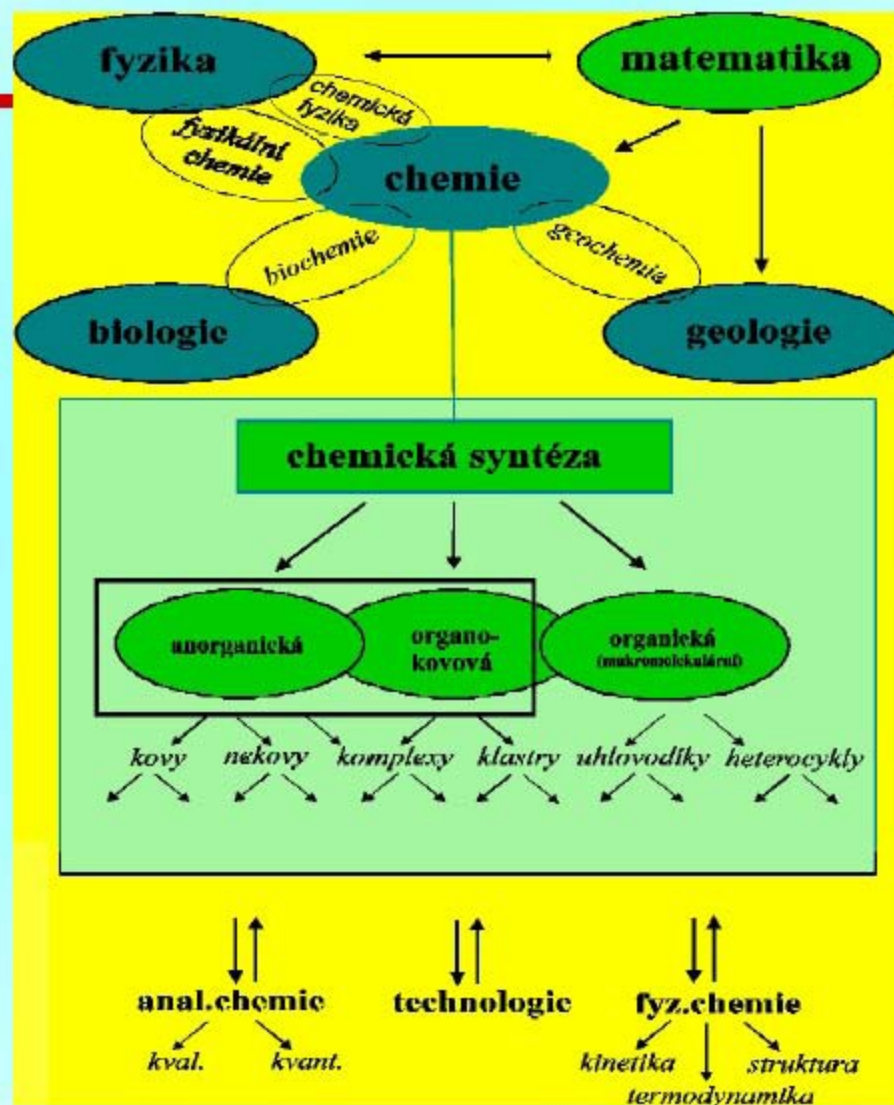
- určeno pro: 1. ročník odborné studium chemie a biochemie, učitelských kombinací s chemií, ostatní chemické kombinace
- rozsah: podzimní semestr 2018 (13 týdnů), 2 hodiny týdně

Úterý 15.00. – 16.50

Prof. RNDr. Jiří Příhoda, CSc.

Ústav chemie PŘF MU, UKB, budova č. 12, 3. patro, místnost 325
prihoda@chemi.muni.cz

Přírodní vědy



Vznik prvků ve vesmíru

- Velký třesk cca před 13 -14 miliardami let
- Hmoty byl soustředěna do tzv. prajádra o hustotě 10^{98} g.cm³ 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 He a 10^{-3} % ² H
2 hodiny	89 at. % H 11 at. % He
yní	88,6 at. % He, 11,3 at. % H

Ostatní prvky ve vesmíru vznikly nukleogenezí

Vodíkové hoření



Heliové hoření

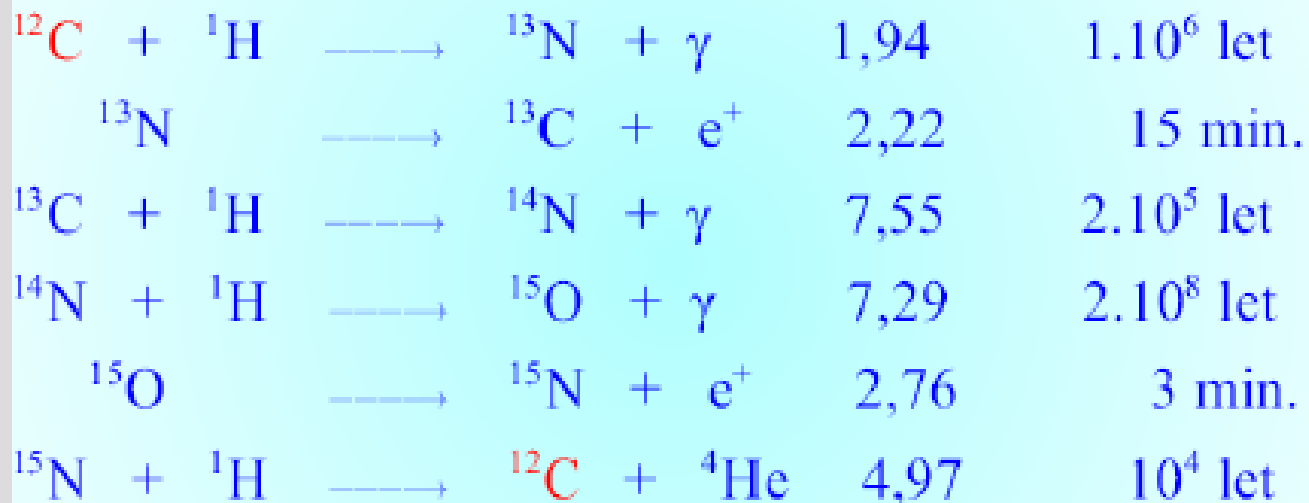


Uhlíkové hoření



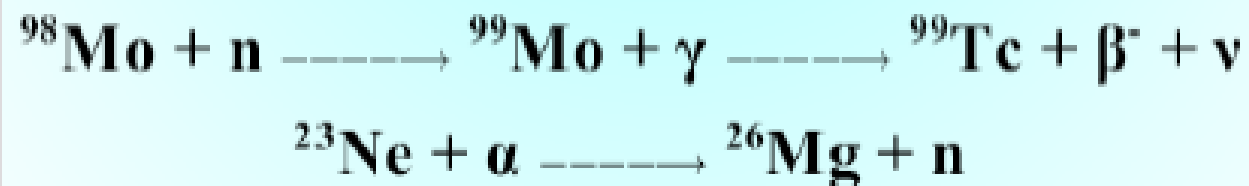
Katalytický CNO cyklus

Jde s cyklus jaderných reakcí, vedoucích k izotopům lehčích prvků



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

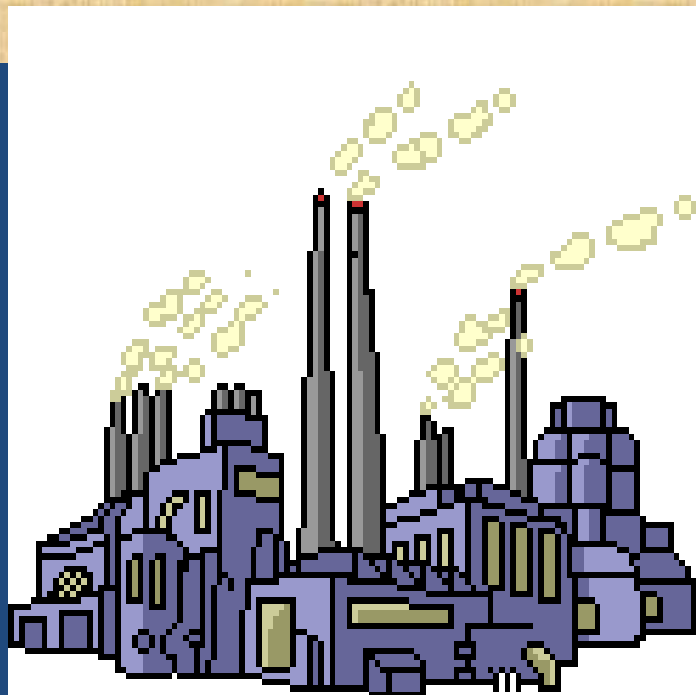
Např.





Anorganická chemie

- Věda o **vzniku, složení a struktuře** látek bez většiny látek z uhlíku (látky neživé přírody).



Názvy prvků

- **podle význačné vlastnosti prvku**

brom (Br)– podle zápachu (*bromos* – zápach)

chlor (Cl)– podle barvy (*chloros* – žlutozelený)

fosfor (F)– podle světélkování par (*phosphoros* – světloňoš)

- **podle výskytu prvku**

vápník- (latinsky *calc* – vápno)

- **na počest vědců**

einsteinium, mendeleevium, curium

- **podle nápadného vzhledu**

zlato (*aurum* – lesk,třpyt)

- **podle zemí, kde byly objeveny**

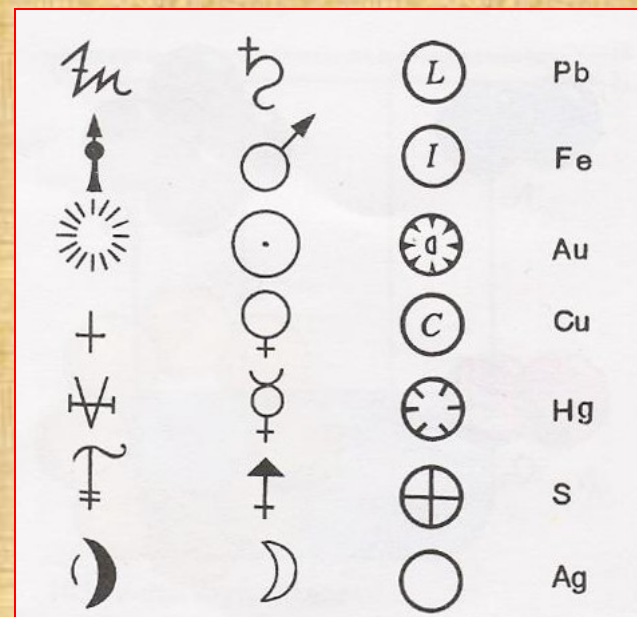
polonium, francium, germanium

- **podle světadílů**

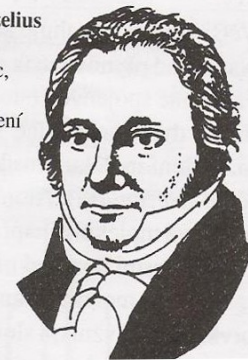
europium,americium

- **podle nebeských těles**

uran, neptunium, plutonium, helium (Slunce), selen (Měsíc)



101 J. J. Berzelius
(1779–1848)
Švédský vědec,
navrhl mezi-
národní označení
chemických
prvků



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**

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

Delouhá forma periodické tabulky

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1 H 1,01																	2 He 4,003
2	3 Li 6,94	4 Be 9,01											5 B 10,81	6 C 12,01	7 N 14,01	8 O 15,999	9 F 18,998	10 Ne 20,18
3	11 Na 22,99	12 Mg 24,31											13 Al 26,98	14 Si 28,09	15 P 30,97	16 S 32,06	17 Cl 35,46	18 Ar 39,95
4	19 K 39,10	20 Ca 40,08	21 Sc 44,96	22 Ti 47,88	23 V 50,94	24 Cr 51,996	25 Mn 54,94	26 Fe 55,85	27 Co 58,93	28 Ni 58,71	29 Cu 63,55	30 Zn 65,38	31 Ga 69,72	32 Ge 72,64	33 As 74,92	34 Se 78,96	35 Br 79,90	36 Kr 83,80
5	37 Rb 85,47	38 Sr 87,62	39 Y 88,91	40 Zr 91,22	41 Nb 92,91	42 Mo 95,94	43 Tc (98)	44 Ru 101,07	45 Rh 102,91	46 Pd 106,90	47 Ag 107,87	48 Cd 112,41	49 In 114,82	50 Sn 118,71	51 Sb 121,76	52 Te 127,60	53 I 126,90	54 Xe 131,29
6	55 Cs 132,91	56 Ba 137,33	57 La 138,91	72 Hf 178,49	73 Ta 180,95	74 W 183,85	75 Re 186,21	76 Os 190,23	77 Ir 192,22	78 Pt 195,08	79 Au 196,97	80 Hg 200,59	81 Tl 204,38	82 Pb 207,19	83 Bi 208,98	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
7	87 Fr 223	88 Ra 226,025	89 Ac 227,03	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (266)	107 Bh (264)	108 Hs (277)	109 Mt (268)	(110)	(111)	(112)	(113)	(114)	(115)	(116)	(117)	(118)
	s-blok		d-blok										p-blok					

Lanthanoidy (14)	58 Ce 140,12	59 Pr 140,91	60 Nd 144,24	61 Pm (145)	62 Sm 150,35	63 Eu 151,96	64 Gd 157,25	65 Tb 158,93	66 Dy 162,50	67 Ho 164,93	68 Er 167,26	69 Tm 168,93	70 Yb 173,04	71 Lu 174,97	f-blok
Aktinoidy (14)	88 Th 232,04	89 Pa (231)	90 U 238,03	91 Np (237)	92 Pu (244)	93 Am (243)	94 Cm (247)	95 Bk (247)	96 Cf (251)	97 Es (252)	98 Fm (257)	99 Md (258)	100 No (259)	101 Lr (262)	

104 rutherfordium

106 seaborgium

108 hassium

105 dubnium

107 bohrium

109 meitnerium

Krátká forma periodické tabulky

GRUPINA	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII							
Periódá								(H)							
1	¹ H 1,00794 1, -238,2 -238,8								² He 4,00260 -271,42 -298,49						
2	³ Li 6,941 1,2 1317	⁴ Be 9,01224 1,5 1087	⁵ B 10,811 1,8 2087	⁶ C 12,011 2,3 1080	⁷ N 14,0064 1,6 -175,1	⁸ O 15,9994 1,3 -218,9 -162,7	⁹ F 18,9984 1,7 -108,7	¹⁰ Ne 20,1797 2,3 -248,4 -204,88							
3	¹¹ Na 22,98976928 2,3 98	¹² Mg 24,304 2,4 1483	¹³ Al 26,9815386 2,8 1817	¹⁴ Si 28,0855 2,9 1587	¹⁵ P 30,973762 3,1 101,3	¹⁶ S 32,065 3,2 100	¹⁷ Cl 35,453 3,5 -109	¹⁸ Ar 39,948 3,9 -185,8							
4	¹⁹ K 39,0983 3,9 187	²⁰ Ca 40,078 4,0 1485	²¹ Sc 44,955912 4,5 1510	²² Ti 47,88 4,7 1463	²³ V 50,9415 5,1 1909	²⁴ Cr 51,9961 5,2 1820	²⁵ Mn 54,938045 5,5 1598	²⁶ Fe 55,845 5,6 1415	²⁷ Co 58,933195 5,9 1451	²⁸ Ni 58,6934 6,0 1401	²⁹ Cu 63,546 6,3 190	³⁰ Zn 65,38 6,5 1462			
	³⁷ Rb 85,4678 3,7 1014	³⁸ Sr 87,62 3,8 417,1	³⁹ Y 88,905848 3,9 36	⁴⁰ Zr 91,224 4,1 136	⁴¹ Nb 92,90638 4,3 87,9	⁴² Mo 95,94 4,4 217,4	⁴³ Tc 98,906250 4,8 -7	⁴⁴ Ru 101,07 5,0 -107,1	⁴⁵ Rh 102,90550 5,1 -134,71						
5	³⁹ Rb 85,4678 3,9 1014	⁴⁰ Sr 87,62 3,8 417,1	⁴¹ Y 88,905848 3,9 36	⁴² Zr 91,224 4,1 136	⁴³ Nb 92,90638 4,3 87,9	⁴⁴ Mo 95,94 4,4 217,4	⁴⁵ Tc 98,906250 4,8 -7	⁴⁶ Ru 101,07 5,0 -107,1	⁴⁷ Rh 102,90550 5,1 -134,71	⁴⁸ Pd 106,42 5,2 -115,9	⁴⁹ Ag 107,8682 5,3 -196,8	⁵⁰ Cd 112,411 5,4 -112,8			
	⁵⁵ Rb 85,4678 3,9 1014	⁵⁶ Sr 87,62 3,8 417,1	⁵⁷ Y 88,905848 3,9 36	⁵⁸ Zr 91,224 4,1 136	⁵⁹ Nb 92,90638 4,3 87,9	⁶⁰ Mo 95,94 4,4 217,4	⁶¹ Tc 98,906250 4,8 -7	⁶² Ru 101,07 5,0 -107,1	⁶³ Rh 102,90550 5,1 -134,71	⁶⁴ Pd 106,42 5,2 -115,9	⁶⁵ Ag 107,8682 5,3 -196,8	⁶⁶ Cd 112,411 5,4 -112,8			
6	⁵⁵ Rb 85,4678 3,9 1014	⁵⁶ Sr 87,62 3,8 417,1	⁵⁷ Y 88,905848 3,9 36	⁵⁸ Zr 91,224 4,1 136	⁵⁹ Nb 92,90638 4,3 87,9	⁶⁰ Mo 95,94 4,4 217,4	⁶¹ Tc 98,906250 4,8 -7	⁶² Ru 101,07 5,0 -107,1	⁶³ Rh 102,90550 5,1 -134,71	⁶⁴ Pd 106,42 5,2 -115,9	⁶⁵ Ag 107,8682 5,3 -196,8	⁶⁶ Cd 112,411 5,4 -112,8			
	⁷¹ Lu 174,967 6,7 1043	⁷² Hf 178,49 6,8 1344	⁷³ Ta 180,94788 6,9 1401	⁷⁴ W 183,84 7,0 1975	⁷⁵ Re 186,207 7,1 1871	⁷⁶ Os 190,23 7,2 1843	⁷⁷ Ir 192,222 7,3 1803	⁷⁸ Pt 195,084 7,4 1936	⁷⁹ Au 196,966569 7,5 1930	⁸⁰ Hg 200,59 7,6 2009	⁸¹ Tl 204,38 7,7 2047	⁸² Pb 207,2 7,8 2081	⁸³ Bi 208,980386 7,9 208		
7	⁸⁷ Rb 85,4678 3,9 1014	⁸⁸ Sr 87,62 3,8 417,1	⁸⁹ Y 88,905848 3,9 36	⁹⁰ Zr 91,224 4,1 136	⁹¹ Nb 92,90638 4,3 87,9	⁹² Mo 95,94 4,4 217,4	⁹³ Tc 98,906250 4,8 -7	⁹⁴ Ru 101,07 5,0 -107,1	⁹⁵ Rh 102,90550 5,1 -134,71	⁹⁶ Pd 106,42 5,2 -115,9	⁹⁷ Ag 107,8682 5,3 -196,8	⁹⁸ Cd 112,411 5,4 -112,8			
Lantanoidy	⁵⁷ La 138,90547 5,7 1048	⁵⁸ Ce 140,90764 5,8 1127	⁵⁹ Pr 140,90764 5,9 1207	⁶⁰ Nd 144,242 6,0 1276	⁶¹ Pm 144,9127 6,1 1366	⁶² Sm 150,36 6,2 1429	⁶³ Eu 151,964 6,3 1504	⁶⁴ Gd 157,25 6,4 1570	⁶⁵ Tb 158,92534 6,5 1626	⁶⁶ Dy 162,5001 6,6 1690	⁶⁷ Ho 164,93032 6,7 1750	⁶⁸ Er 167,2593 6,8 1817	⁶⁹ Tm 168,93032 6,9 1881	⁷⁰ Yb 173,0547 7,0 1949	⁷¹ Lu 174,967 7,1 2017
	⁸⁹ Ac 227,03373 8,9 2045	⁹⁰ Th 232,0377 9,0 2147	⁹¹ Pa 231,03688 9,1 2251	⁹² U 238,02891 9,2 2281	⁹³ Np 237,04817 9,3 2336	⁹⁴ Pu 244,06422 9,4 2404	⁹⁵ Am 243,06136 9,5 2463	⁹⁶ Cm 250,10428 9,6 2522	⁹⁷ Bk 247,07125 9,7 2581	⁹⁸ Cf 251,0825 9,8 2640	⁹⁹ Bh 264,1018 9,9 2699	¹⁰⁰ Hs 263,1018 10,0 2758	¹⁰¹ Mt 268,1018 10,1 2817	¹⁰² Ds 277,1018 10,2 2876	¹⁰³ Lr 260,1018 10,3 2935

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

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

Pro prvky 3a, 4a, 5a skupiny se nevžil název *triely*, *tetrelly*, *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 $t < 374\text{ }^\circ\text{C}$

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_2 , vzácné plyny, CH_4 , 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

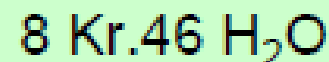
Složení sloučenin

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

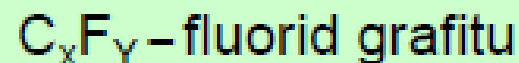
- Sloučeniny s proměnlivým složením – bertholidy



- 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

Studijní literatura:

- J. Gažo a kol. všeobecná a anorganická chemie, 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

C.E. Housecroft et al: Anorganická chemie, 2014 – zcela nové vydání,
k dostání v knihovním středisku VŠCHT Praha