

Anorganická chemie I

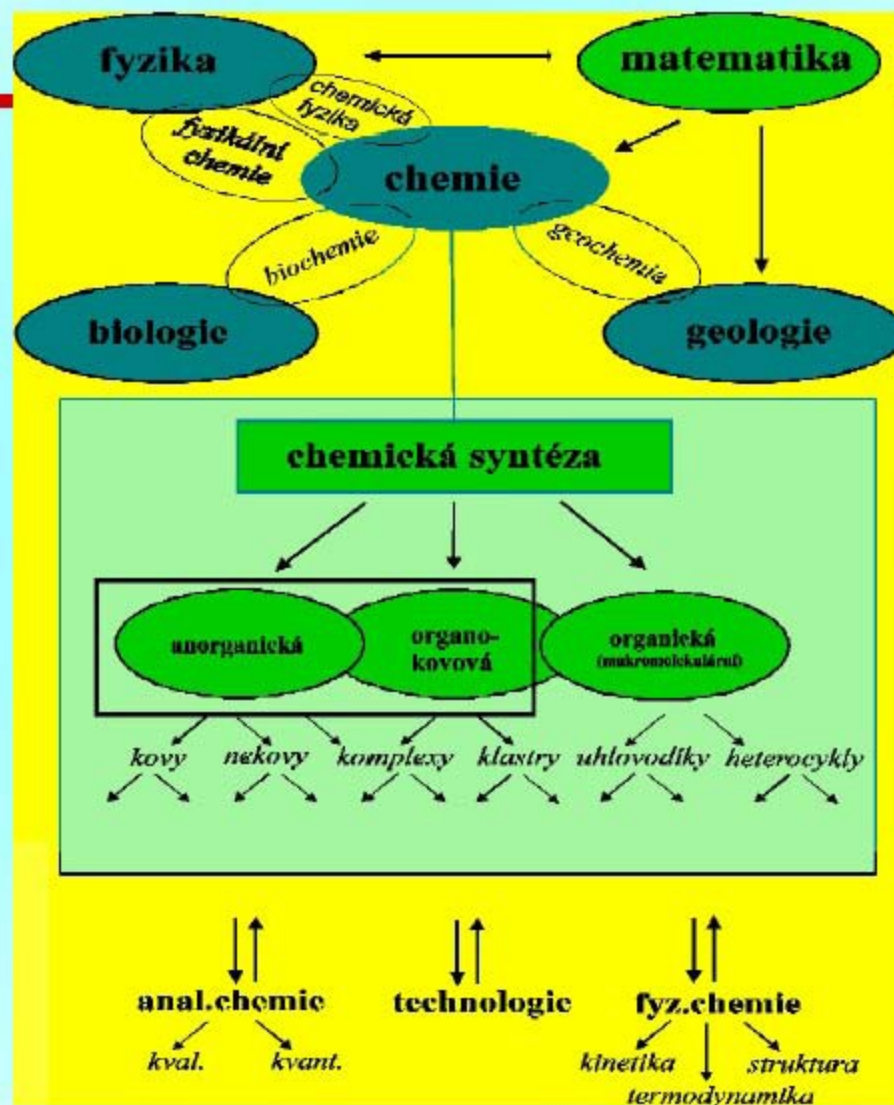
- určeno pro: 1. ročník odborné studium chemie a biochemie, učitelských kombinací s chemií, ostatní chemické kombinace
- rozsah: podzimní semestr 2017 (13 týdnů), 2 hodiny týdně

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.cm^3 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 ^4He a $10^{-3} \% \text{ } ^2\text{H}$
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

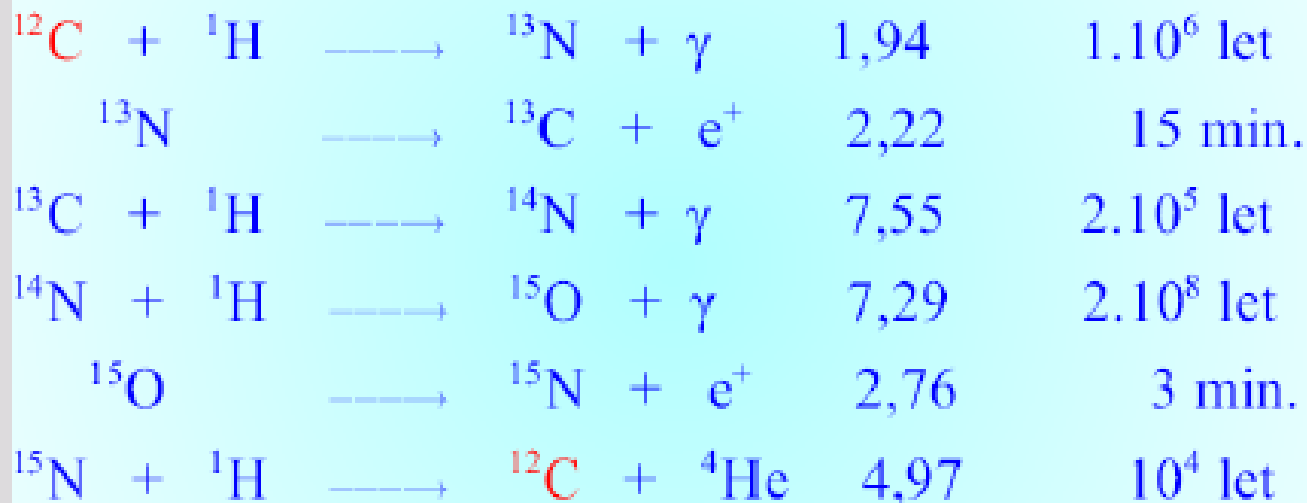


Uhlíkové hoření



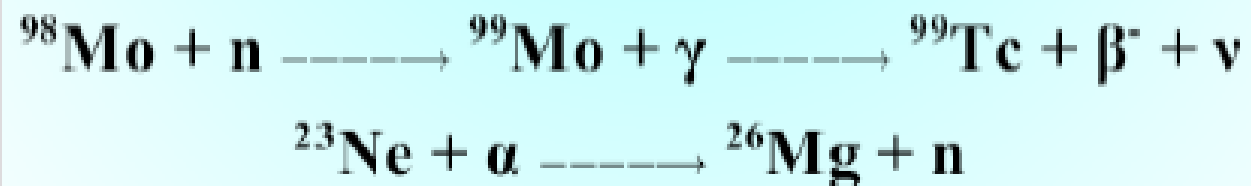
Katalytický CNO cyklus

Jde s cyklus jaderných reakcí, vedoucích k izotopům lehčích prvků



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

Např.

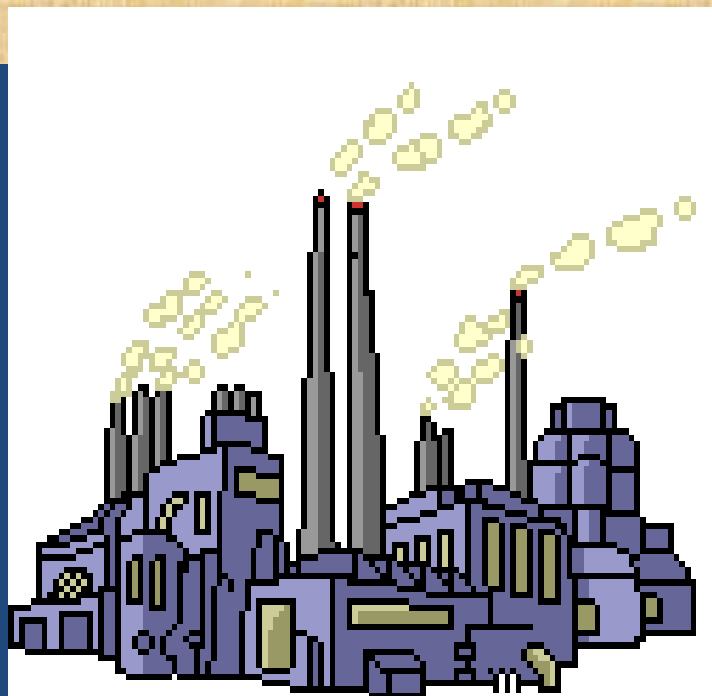




Anorganická chemie



- 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**

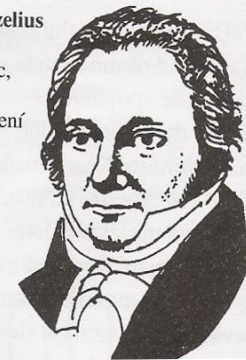
europium,americium

- **podle nebeských těles**

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

			Pb
			Fe
			Au
			Cu
			Hg
			S
			Ag

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

DLouhá 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 65,39	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 207,2	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					

atomové číslo
↓
9
F
18,998

symbol prvku
černý: pevná látka
modrý: kapalina
červený: plyn
bílý: umělé příslušnosti

- alkalické kovy
- kovy alkalických zemin
- přechodné kovy
- ozonní kovy
- metaloidy
- nikovy
- vděčné plyny

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 (5)	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 bohelium 109 meitnerium

Krátká forma periodické tabulky

GRUPNA	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII															
Perioda																		(H)			He		
1	¹ H 1,00794 1, -238,2 -238,8																		⁴ He 4,00260 -271,40 -274,49				
2	³ Li 6,941 1,2 180,5 1217	⁴ Be 9,01224 1,5 1284 1097	⁹ B 10,811 1,0 2089 2099	¹² C 12,011 1,0 1080 1080	¹⁴ N 14,00643 1,0 1400 -173,1	¹⁶ O 15,999 1,0 1784,5 -162,17	¹⁹ F 18,998403 1,0 1980 -168	²⁰ Ne 20,1797 1,0 1981 -248,4 -264,88															
3	¹¹ Na 22,98976928 2,1 98 893	²⁴ Mg 24,304 2,2 144,5 1495	²⁷ Al 26,9815386 2,0 86,5 34,7	²⁸ Si 28,0855836 2,1 140,5 3600	³¹ P 30,973762 2,1 142,5 1091,1	³² S 32,065 2,1 153,5 1494,1	³⁵ Cl 35,453 2,0 152 34	³⁹ K 39,0983 3,9 190 893	⁴⁰ Ca 39,962431 4,0 190 1485	⁴⁴ Ti 47,88 2,2 167,5 3600	⁵¹ V 50,941861 2,0 166,5 3500	⁵² Cr 51,99616 2,0 174 3700	⁵⁵ Mn 54,938044 2,0 177 3700				⁵⁶ Fe 55,934936 2,0 177 3900	⁵⁹ Co 58,933195 2,0 177 3900	⁵⁸ Ni 58,6934 2,0 177 3900				
4	³⁹ K 39,0983 3,9 190 893	⁴⁰ Ca 39,962431 4,0 190 1485	⁵¹ V 50,941861 2,0 166,5 3500	⁵² Cr 51,99616 2,0 174 3700	⁵⁵ Mn 54,938044 2,0 177 3700	⁵⁶ Fe 55,934936 2,0 177 3900	⁵⁹ Co 58,933195 2,0 177 3900	⁵⁸ Ni 58,6934 2,0 177 3900	⁶⁰ Zn 65,39 2,0 190 3600	⁶⁵ Cu 63,546 2,0 190 3600	⁷⁰ Zn 69,723 2,0 190 3600	⁷² Ge 72,6305 2,0 190 3600	⁷⁵ As 74,9216 2,0 190 3600	⁷⁶ Se 76,6304 2,0 190 3600	⁷⁹ Br 78,9183 2,0 190 3600	⁸⁰ Kr 79,9164 2,0 190 3600	⁷⁴ Fe 73,921177 2,0 190 3600	⁷⁶ Co 75,921846 2,0 190 3600	⁷⁸ Ni 77,940937 2,0 190 3600				
5	⁸⁷ Rb 85,4678 3,8 188 899	⁸⁸ Sr 87,62 3,8 188 1380	⁹¹ Y 88,905848 3,0 189,5 8000	⁹² Zr 91,224 3,0 189,5 3000	⁹³ Nb 92,90638 3,0 189,5 3000	⁹⁶ Mo 95,94 3,0 189,5 3000	⁹⁸ Tc 98,90625 3,0 189,5 3000	¹⁰¹ Ru 101,07 3,0 189,5 3000	¹⁰² Rh 102,90550 3,0 189,5 3000	¹⁰⁶ Pd 105,91 3,0 189,5 3000				¹⁰⁶ Ru 105,91 3,0 189,5 3000	¹⁰⁸ Rh 107,8682 3,0 189,5 3000	¹¹⁰ Pd 109,904 3,0 189,5 3000							
6	¹³⁷ Ba 137,327 3,7 137,3 111	¹³⁸ Ba 137,327 3,7 137,3 111	¹⁴⁰ La 140,907643 3,0 140,9 39	¹⁴¹ Ce 140,907643 3,0 140,9 39	¹⁴² Pr 142,905273 3,0 142,9 39	¹⁴⁶ Nd 146,9151 3,0 146,9 39	¹⁵⁰ Pm 150,919629 3,0 150,9 39	¹⁵² Sm 151,964 3,0 151,9 39	¹⁵⁷ Eu 156,9054 3,0 156,9 39	¹⁶² Gd 161,90476 3,0 161,9 39	¹⁶⁷ Tb 168,93032 3,0 168,9 39	¹⁷² Dy 171,94739 3,0 171,9 39	¹⁷⁷ Ho 176,94323 3,0 176,9 39	¹⁸¹ Er 180,94788 3,0 180,9 39	¹⁸⁷ Tm 188,90626 3,0 188,9 39	¹⁹² Yb 196,96657 3,0 196,9 39	¹⁹⁷ Lu 198,90623 3,0 198,9 39	¹⁹⁰ Os 198,947887 3,0 198,9 39	¹⁹⁵ Ir 192,222 3,0 198,9 39	¹⁹⁷ Pt 196,96657 3,0 198,9 39			
7	²²³ Fr 223,0185 3,0 223,0 1485	²²⁶ Ra 226,0254 3,0 226,0 1485	²²⁷ Ac 227,027755 3,0 227,0 1485	²³² Th 232,037546 3,0 232,0 1485	²³⁸ Pa 238,02891 3,0 238,0 1485	²⁴⁴ U 244,04189 3,0 244,0 1485	²⁴⁷ Np 247,046271 3,0 247,0 1485	²⁵¹ Pu 251,046887 3,0 251,0 1485	²⁵⁷ Am 257,045469 3,0 257,0 1485	²⁶¹ Cm 261,108884 3,0 261,1 1485	²⁶⁷ Bk 267,106871 3,0 267,1 1485	²⁷¹ Cf 271,103762 3,0 271,1 1485	²⁷⁷ Es 277,104291 3,0 277,1 1485	²⁸³ Fm 283,101583 3,0 283,1 1485	²⁸⁷ Md 287,101143 3,0 287,1 1485	²⁹³ No 293,101524 3,0 293,1 1485	²⁹⁷ Lr 297,101163 3,0 297,1 1485	²⁹⁴ Rf 294,101163 3,0 294,1 1485	²⁹⁶ Db 296,101163 3,0 296,1 1485	²⁹⁸ Sg 298,101163 3,0 298,1 1485	²⁹⁹ Bh 299,101163 3,0 299,1 1485	³⁰¹ Hs 301,101163 3,0 301,1 1485	³⁰³ Mt 303,101163 3,0 303,1 1485
Lantanoidy	⁵⁷ La 138,90547 2,7 138,9	⁵⁸ Ce 140,90764 2,7 138,9	⁵⁹ Pr 140,90764 2,7 138,9	⁶⁰ Nd 144,91258 2,7 138,9	⁶¹ Pm 144,91258 2,7 138,9	⁶² Sm 150,91962 2,7 138,9	⁶³ Eu 151,964 2,7 138,9	⁶⁴ Gd 157,9247 2,7 138,9	⁶⁵ Tb 158,92532 2,7 138,9	⁶⁶ Dy 162,92913 2,7 138,9	⁶⁷ Ho 164,93032 2,7 138,9	⁶⁸ Er 167,25931 2,7 138,9	⁶⁹ Tm 168,93032 2,7 138,9	⁷⁰ Yb 173,0447 2,7 138,9	⁷¹ Lu 174,967 2,7 138,9								
Transakty	¹¹² Cn 285 285	¹¹⁴ Pb 285 285	¹¹⁵ At 285 285	¹¹⁶ Po 285 285	¹¹⁷ Bh 285 285	¹¹⁸ Og 285 285	¹¹⁹ Cn 285 285	¹²⁰ Fl 285 285	¹²¹ Uu 285 285	¹²² Uub 285 285	¹²³ Uut 285 285	¹²⁴ Uuq 285 285	¹²⁵ Uuq 285 285	¹²⁶ Uuq 285 285	¹²⁷ Uuq 285 285								

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

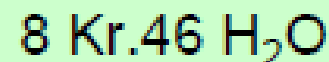
Složení sloučenin

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

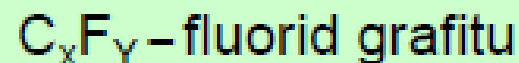
- Sloučeniny s proměnlivým složením – bertholidy



- 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**