

Anorganická chemie I

- určeno pro:

1. ročník odborné studium chemie, učitelských kombinací s chemií, ostatní chemické kombinace

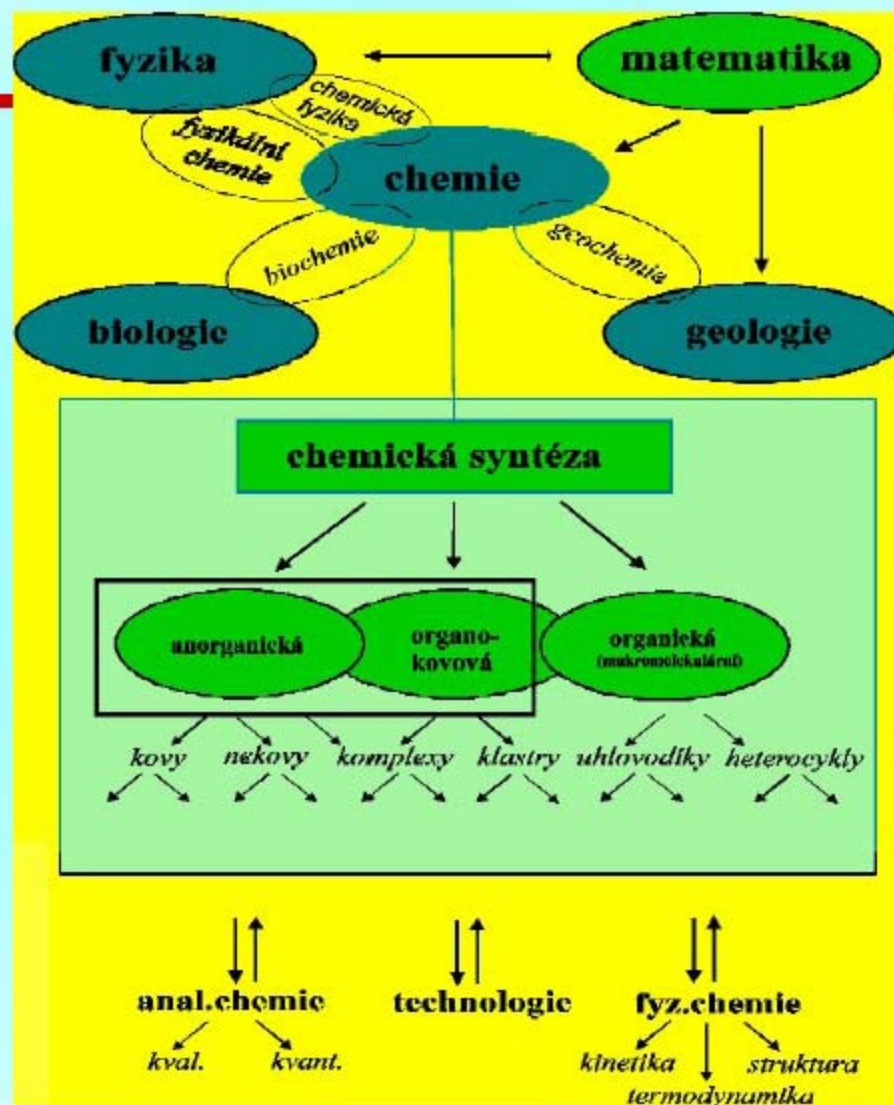
- rozsah: podzimní semestr 2019 (13 týdnů),

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^{96} 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 nukleogenezi

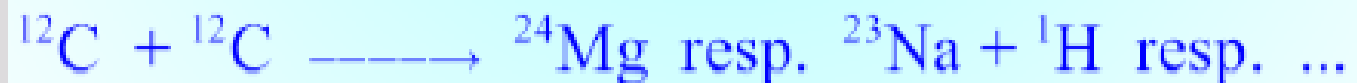
Vodíkové hoření



Heliové hoření

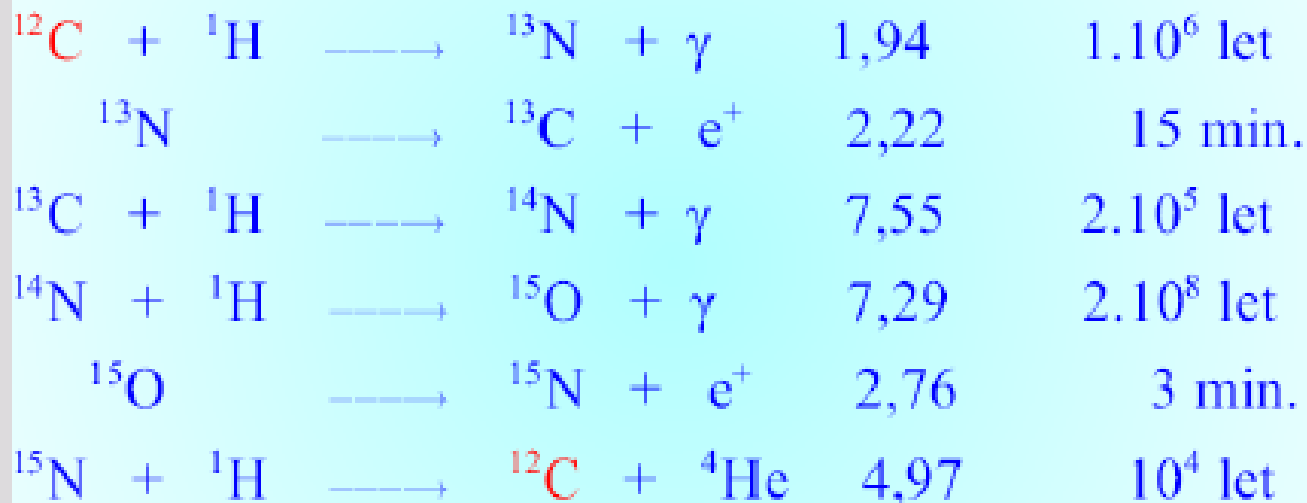


Uhlíkové hoření



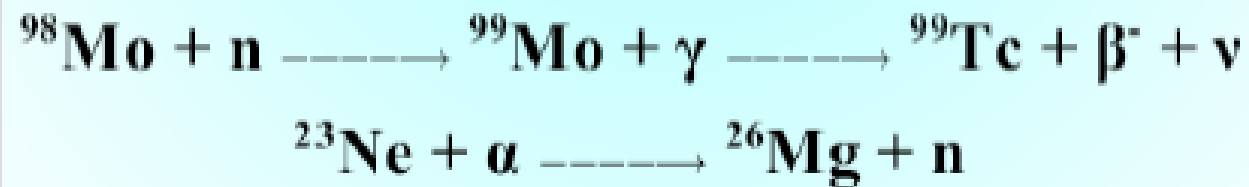
Katalytický CNO cyklus

Jde s cyklus jaderných reakcí, vedoucích k izotopům lehčích prvků



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

Např.

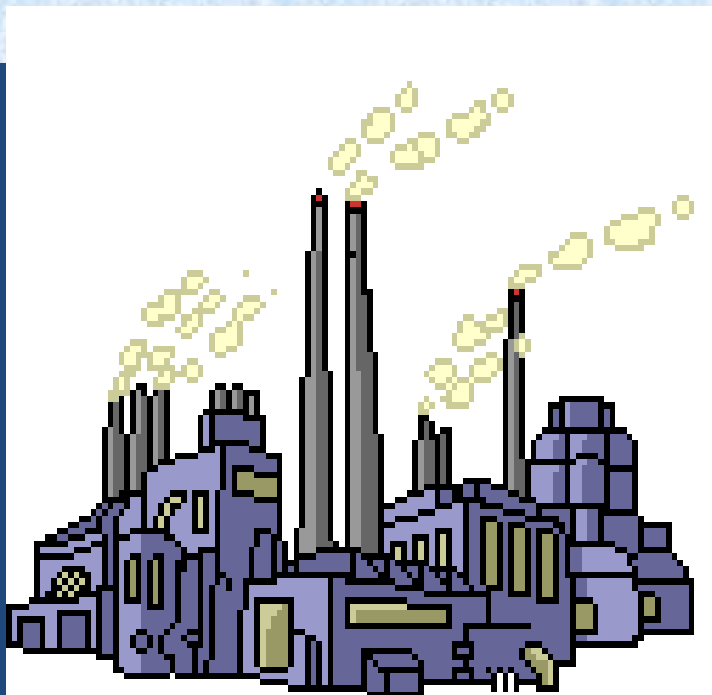




Anorganická chemie



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

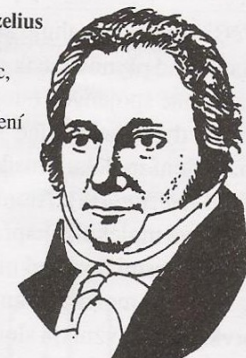


Názvy prvků

- **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

Krátká forma periodické tabulky

GRUPNA	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII						
Perioda	(H)							He						
1	¹ H 1,00794 0, -238,2 -238,8							⁴ He 4,00260 -271,40 -271,49						
2	³ Li 6,941 1,3 1317	⁴ Be 9,01218 1,5 1097	⁹ B 10,811 1,5 2099	¹² C 12,011 1,5 1000	¹⁴ N 14,006 1,5 -175,1	¹⁶ O 15,999 1,5 -216,9 -162,17	¹⁹ F 18,998 1,5 -237	²⁰ Ne 20,180 1,5 -248,4 -204,88						
3	¹¹ Na 22,98977 0,1 98	²⁴ Mg 24,304 1,2 1483	²⁷ Al 26,981538 1,3 34,7	²⁸ Si 28,0855 1,3 1403	³¹ P 30,973762 1,3 1000	³² S 32,065 1,3 193,4	³⁵ Cl 35,453 1,3 -324	³⁹ K 39,0983 1,3 -419	⁴⁰ Ca 39,9624 1,3 -298,4 -185,88					
4	³⁹ K 39,0983 0,8 181	⁴⁰ Ca 39,9624 1,0 1483	⁵⁹ Sc 44,955912 1,3 1519	⁴⁸ Ti 47,88 1,1 1463	⁵¹ V 50,9415 1,6 989	⁵² Cr 51,99616 1,3 1875	⁵⁵ Mn 54,938044 1,1 1594	⁷⁸ Rb 85,4678 1,3 1936	⁸⁸ Yb 87,62 1,3 1400	⁵⁶ Fe 55,845 1,3 1538	⁸⁹ Y 88,905848 1,0 1401	⁹⁰ Zr 91,224 1,0 1402		
	⁷² Hf 178,49 1,7 1014	⁹⁰ Zn 90,905082 1,4 417,1	⁹¹ Ga 89,7231 1,4 36	⁹² Ge 72,6305 1,3 136	⁹⁵ As 94,940825 1,6 87,9	¹⁰¹ Sb 121,757 1,4 217,4	¹⁰⁶ Sn 118,710 1,3 -7	¹³⁷ Ba 137,327 1,3 -137,1	¹⁸⁶ Er 187,48 1,3 -163,17					
5	⁸⁵ Rb 85,4678 0,8 498	⁸⁸ Sr 87,62 1,0 1379	⁸⁹ Y 88,905848 1,3 1509	⁹² Zr 91,224 1,3 1462	⁹⁵ Nb 94,904 1,6 1488	¹⁰¹ Mo 100,90624 1,3 1400	¹⁰⁶ Tc 100,0 1,3 1400	¹³⁷ Ba 137,327 1,3 -111,9	¹⁸⁶ Er 187,48 1,3 -163,17	¹⁰² Ru 101,07 1,3 1801	¹⁰³ Rh 102,90550 1,3 1801	¹⁰⁶ Pd 105,93063 1,3 1825		
	¹⁰⁷ Ag 106,90509 1,7 111	¹¹² Cd 112,411 1,7 319,7	¹¹³ In 114,818 1,7 207,1	¹¹⁴ Sn 118,710 1,3 3,26	¹¹⁹ Sb 121,757 1,6 1480	¹²⁶ Te 127,603 1,3 950	¹³² I 131,90453 1,3 184	¹³⁷ Xe 136,90550 1,3 -118,17						
6	¹³⁷ Ba 137,327 0,7 78,4	¹³⁸ Ba 137,327 0,8 791	¹³⁹ La 138,90547 1,1 919	¹⁴⁰ Ce 140,90764 1,1 949	¹⁴¹ Pr 140,90764 1,1 949	¹⁴² Nd 140,90764 1,1 949	¹⁴³ Pm 142,90764 1,1 949	¹⁴⁴ Sm 144,91268 1,1 949	¹⁴⁵ Eu 144,91268 1,1 949	¹⁴⁶ Gd 147,91614 1,1 949	¹⁴⁷ Tb 148,91784 1,1 949	¹⁴⁸ Dy 148,91784 1,1 949		
	¹⁹⁷ Au 196,966569 1,7 1062	²⁰⁰ Hg 199,966569 1,5 -26,7	²⁰¹ Tl 200,976642 1,6 143,1	²⁰² Pb 201,968642 1,3 127	²⁰³ Bi 208,980388 1,3 271,3	²⁰⁸ Po 208,982432 1,3 262	²⁰⁹ At 208,982432 1,3 262	²⁰⁹ Lr 208,982432 1,3 -62	¹⁵⁰ Os 198,94687 1,3 260	¹⁵¹ Ir 192,222 1,3 260	¹⁵² Pt 195,084 1,3 260	¹⁵⁷ Lu 174,967 1,3 1634		
7	²³⁸ U 238,02891 0,7 107	²³⁸ U 238,02891 0,7 107	²³⁸ U 238,02891 0,7 107	²³⁸ U 238,02891 0,7 107	²³⁸ U 238,02891 0,7 107	²³⁸ U 238,02891 0,7 107	²³⁸ U 238,02891 0,7 107	²³⁸ U 238,02891 0,7 107	²³⁸ U 238,02891 0,7 107	²³⁸ U 238,02891 0,7 107	²³⁸ U 238,02891 0,7 107	²³⁸ U 238,02891 0,7 107		
Lantanoidy	⁵⁸ Ce 140,90764 1,1 1448	⁵⁹ Pr 140,90764 1,1 1448	⁶⁰ Nd 140,90764 1,1 1448	⁶¹ Pm 142,90764 1,1 1448	⁶² Sm 144,91268 1,1 1448	⁶³ Eu 144,91268 1,1 1448	⁶⁴ Gd 147,91614 1,1 1448	⁶⁵ Tb 148,91784 1,1 1448	⁶⁶ Dy 148,91784 1,1 1448	⁶⁷ Ho 148,91784 1,1 1448	⁶⁸ Er 150,91784 1,1 1448	⁶⁹ Tm 151,91784 1,1 1448	⁷⁰ Yb 151,91784 1,1 1448	⁷¹ Lu 174,967 1,1 1448
	¹⁰⁴ Np 237,04817 1,0 949	¹⁰⁵ Pu 239,05216 1,0 949	¹⁰⁶ Am 241,06621 1,0 949	¹⁰⁷ Cm 243,06094 1,0 949	¹⁰⁸ Bk 245,06593 1,0 949	¹⁰⁹ Cf 247,07092 1,0 949	¹¹⁰ Es 249,07591 1,0 949	¹¹¹ Fm 251,08090 1,0 949	¹¹² Md 253,08589 1,0 949	¹¹³ No 255,09088 1,0 949	¹¹⁴ Lr 257,09587 1,0 949	¹¹⁵ Ru 259,10086 1,0 949	¹¹⁶ Ha 261,10585 1,0 949	

Periodická soustava prvků

1	2	skupenství prvků (při 20 °C)										13	14	15	16	17	18																			
I.A	II.A											III.A	IV.A	V.A	VI.A	VII.A	VIII.A																			
1 1,0079 1 H Vodík	2 6,94 3 Li Lithium	4 9,01 4 Be Beryllium	<div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-right: 10px;"> 55,85 26 Fe 1,60 Železo </div> <div style="margin-right: 10px;"> relativní atomová hmotnost značka elektronegativita název protonové číslo </div> </div>										5 10,81 2,00 26,98 13 Al Hliník	6 12,01 2,50 28,09 14 Si Křemík	7 14,01 3,10 30,97 15 P Fosfor	8 16,00 3,50 32,06 16 S Síra	9 19,00 4,10 35,45 17 Cl Chlor	10 20,18 4,10 39,95 18 Ar Argon	11 39,10 0,93 85,47 37 Rb Rubidium	12 40,08 1,20 87,62 38 Sr Stroncium	13 44,96 1,20 88,91 39 Y Yttrium	14 47,88 1,30 91,22 40 Zr Zirkonium	15 50,94 1,50 92,91 41 Nb Niobium	16 52,00 1,60 95,94 42 Mo Molybden	17 54,94 1,60 98 43 Tc Technecium	18 55,85 1,60 101,07 44 Ru Ruthenium	19 58,93 1,70 102,91 45 Rh Rhodium	20 58,69 1,70 106,42 46 Pd Palladium	21 63,55 1,70 107,87 47 Ag Stříbro	22 65,38 1,70 112,41 48 Cd Kadmium	23 69,72 1,80 114,82 49 In Indium	24 72,61 2,00 118,71 50 Sn Cín	25 74,92 2,20 121,75 51 Sb Antimon	26 78,96 2,50 127,60 52 Te Tellur	27 79,90 2,70 126,90 53 I Jod	28 83,80 2,70 131,29 54 Xe Xenon
6 132,91 0,86 223 87 Fr Francium	7 137,33 0,97 226,03 88 Ra Radium	8 138,91 1,10 227,03 89 Ac Aktinium	9 178,49 1,20 267 104 Rf Rutherfordium	10 180,95 1,30 268 105 Db Dubnium	11 183,85 1,30 269 106 Sg Seaborgium	12 186,21 1,50 270 107 Bh Bohrium	13 190,20 1,50 269 108 Hs Hassium	14 192,22 1,50 278 109 Mt Meitnerium	15 195,08 1,40 281 110 Ds Darmstadtium	16 196,97 1,40 281 111 Rg Roentgenium	17 200,59 1,40 285 112 Cn Copernicium	18 204,38 1,40 286 113 Nh Nihonium	19 207,20 1,50 289 114 Fl Flerovium	20 208,98 1,70 288 115 Mc Moscovium	21 209 1,80 293 116 Lv Livermorium	22 210 1,90 294 117 Ts Tennessine	23 222 1,90 294 118 Og Oganesson	24 140,12 1,10 232,04 90 Th Thorium	25 140,91 1,10 231,04 91 Pa Protaktinium	26 144,24 1,10 238,03 92 U Uran	27 ~145 1,10 237,05 93 Np Neptunium	28 150,36 1,10 [244] 94 Pu Plutonium	29 151,96 1,00 ~243 95 Am Americium	30 157,25 1,10 ~247 96 Cm Curium	31 158,93 1,10 ~247 97 Bk Berkelium	32 162,50 1,10 ~251 98 Cf Kalfornium	33 164,93 1,10 ~252 99 Es Einsteinium	34 167,26 1,10 ~257 100 Fm Fermium	35 168,93 1,10 ~258 101 Md Mendelevium	36 173,04 1,10 ~259 102 No Nobelium	37 174,04 1,10 ~260 103 Lr Lawrencium					

alkalické kovy kovy alkalických zemin kovy polokovy nekovy halogeny vzácné plyny radioaktivní prvky

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

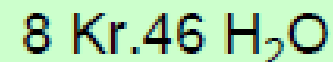
Složení sloučenin

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

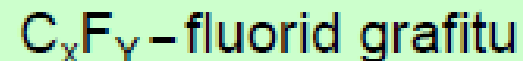
- Sloučeniny s proměnlivým složením – bertholidy



- 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