

Anorganická chemie I

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

Prof. RNDr. Jiří Příhoda, CSc.

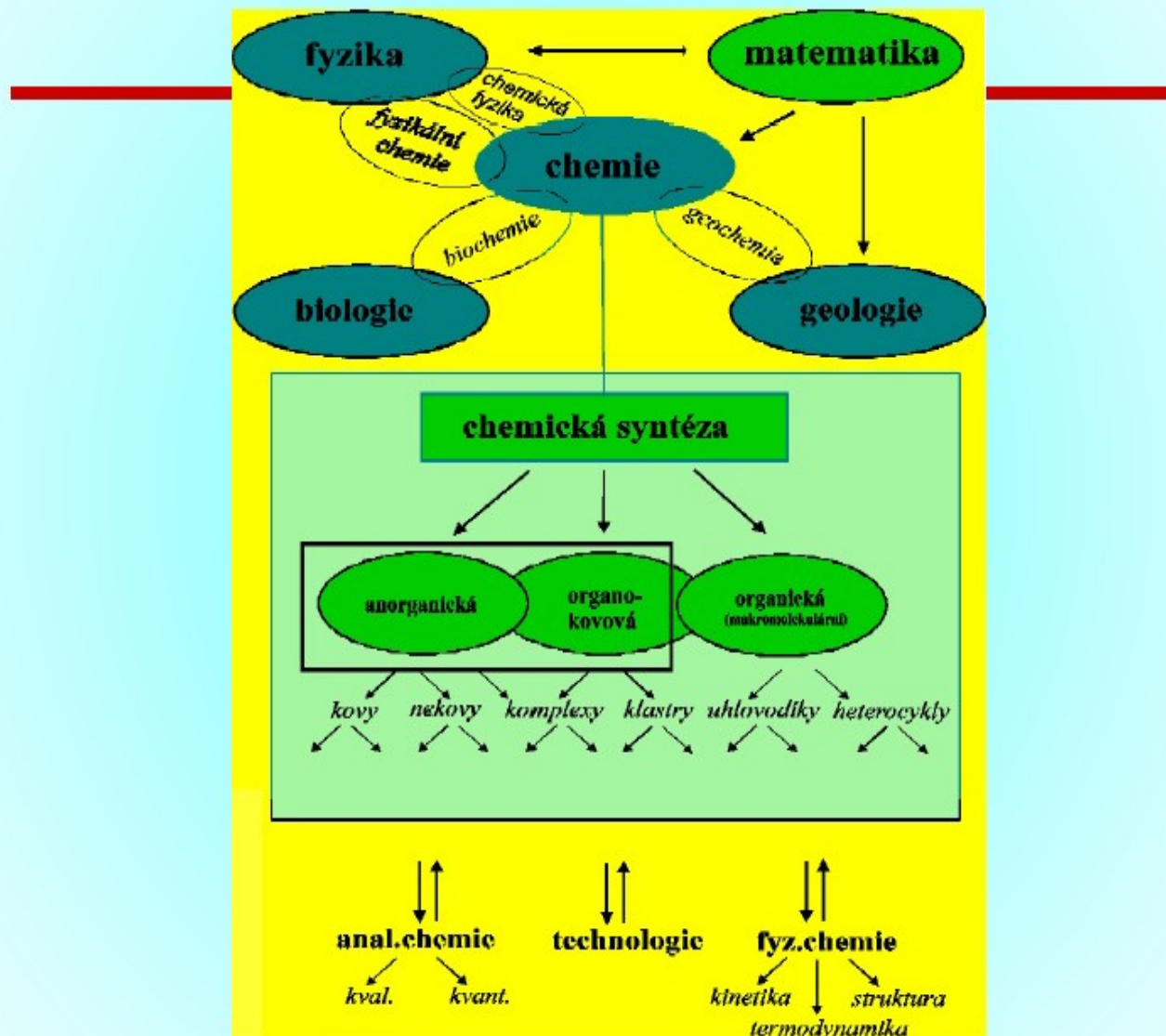
doc. RNDr. Jiří Toužín, CSc.

Ústav chemie PŘF MU, kampus Bonunice, 3. patro, místnost 325

Tel. 54949 6690

prihoda@chemi.muni.cz

Zařazení chemie do systému přírodních věd



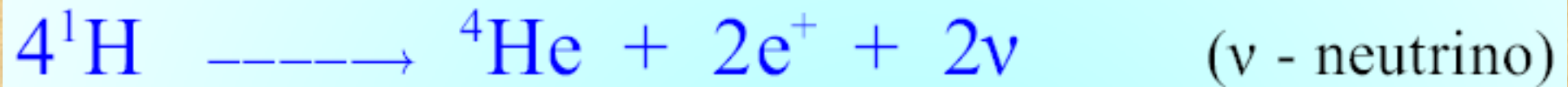
Vznik prvků ve vesmíru

- Velký třesk cca před 13 -14 miliardami let
- Hmota byla soustředěna do tzv. prajádra o hustotě 10^{96} g.cm³ a teplotě 10^{32} K

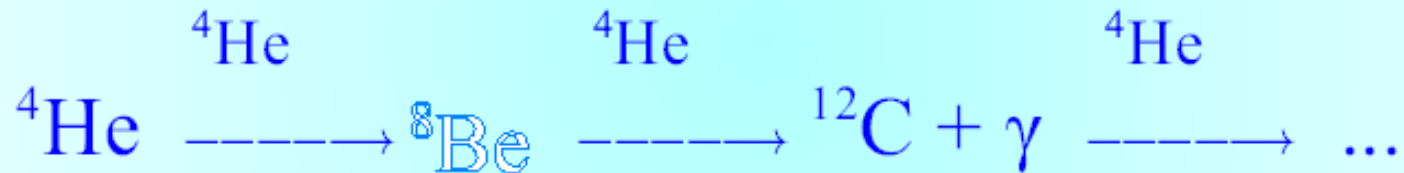
Čas po třesku	
1 s (10^{10} K)	vznik protonů, neutronů a elektronů
10-500 s	25 % hmoty se přeměnilo na ^4He a 10^{-3} % ^2H
2 hodiny	89 at. % He, 11 at. % H
yní	88,6 at. % He, 11,3 at. % H

Ostatní prvky ve vesmíru vznikly nukleogenezí

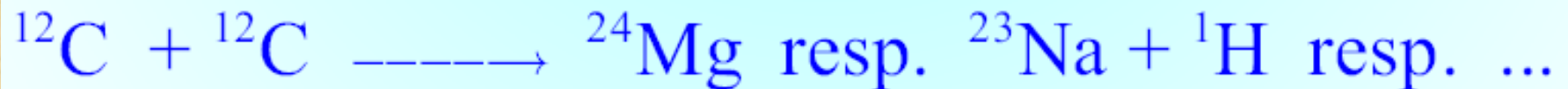
Vodíkové hoření



Heliové hoření

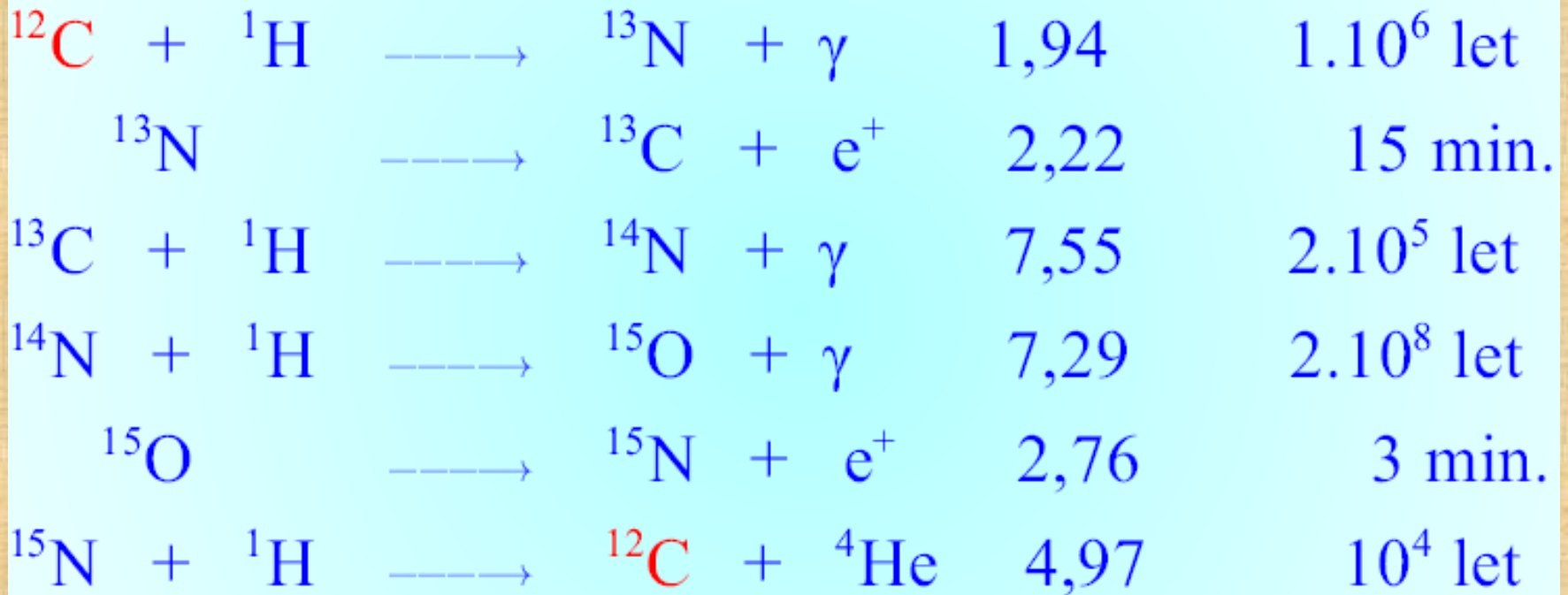


Uhlíkové hoření



Katalytický CNO cyklus

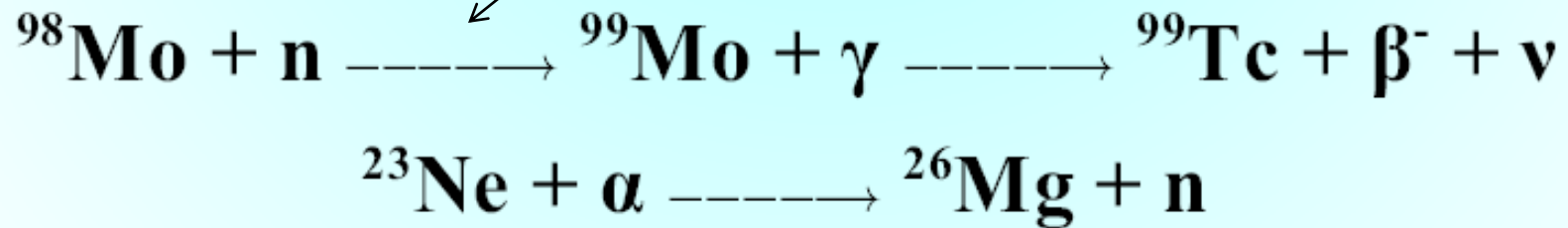
Jde s cyklus jaderných reakcí, vedoucích k izotopům lehčích prvků



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

Např.

nejčastěji jde o záchyt neutronu



záchyt jádra hélia

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 35,45	18 Ar 39,95
4	19 K 39,10	20 Ca 40,08	21 Sc 44,96	22 Ti 47,90	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 65,37	31 Ga 69,72	32 Ge 72,59	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 106,40	47 Ag 107,87	48 Cd 112,41	49 In 114,82	50 Sn 118,69	51 Sb 121,75	52 Te 127,60	53 I 126,90	54 Xe 131,30
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 190,20	77 Ir 192,22	78 Pt 195,09	79 Au 196,97	80 Hg 200,59	81 Tl 204,37	82 Pb 207,19	83 Bi 208,98	84 Po (209)	85 At (210)	86 Rn (222)
7	87 Fr 223	88 Ra 226,05	89 Ac 227,03	104 Rf (251)	105 Db (252)	106 Sg (255)	107 Bh (262)	108 Hs (265)	109 Mt (268)	(110)	(111)	(112)	(113)	(114)	(115)	(116)	(117)	(118)
	s-blok		d-blok										p-blok					

Lanthanoidy (4f)	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 158,92	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 (5f)	90 Th 232,04	91 Pa (231)	92 U 238,03	93 Np (237)	94 Pu (242)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (254)	100 Fm (253)	101 Md (256)	102 No (254)	103 Lr (257)	

104 rutherfordium

106 seaborgium

108 hassium

105 dubnium

107 bohrium

109 meitnerium

atomové číslo

symbol prvku

černý: pevná látka
modrý: kapalina
červený: plyn
bílý: umělé přípravený

relativní atomová hmotnost

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

Krátká forma periodické tabulky

SKUPINA	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII							
Periódá	1H							(1H)			2He				
1.	1,00794 2,1 -239,2 -252,8										4,0026 -273,42 -248,43				
2.	3Li 6,941 1,3 -80,5 1317	4Be 9,0122 1,5 1381 2507	5B 10,811 2,0 2380 2510	6C 12,01115 2,5 3530 4200	7N 14,0067 3,0 -210 -173,8	8O 15,9994 1,5 -218,1 -162,17	9F 18,9984 4,0 -223 -107	10Ne 20,1797 -248,4 -246,08							
3.	11Na 22,989769 0,1 70 883	12Mg 24,304 1,2 650 1443	13Al 26,9815385 1,5 649 342,7	14Si 28,0855 1,1 1120 3100	15P 30,9737615 3,1 44,746 369,5	16S 32,065 3,8 119 444,4	17Cl 35,453 3,6 -101 34	18Ar 39,948 -109,4 -185,83							
4.	19K 39,0983 0,8 63,7 168	20Ca 40,078 1,0 853 1482	21Sc 44,955912 1,3 1539 2727	22Ti 47,88 1,1 1663 3260	23V 50,9415 1,6 1891 3004	24Cr 51,9961 1,6 1875 2159	25Mn 54,938044 1,5 1244 2097	26Fe 55,845 1,8 1531 3300			27Co 58,933194 1,0 1490 1100	28Ni 58,71 1,0 1402 2990			
	29Cu 63,546 1,7 1034 2585	30Zn 65,37 1,6 419,1 906	31Ga 69,723 1,6 30 2483	32Ge 72,63 1,3 336 2700	33As 74,921595 2,0 817,6 4100	34Se 78,96 1,4 217,4 688	35Br 79,904 2,8 -7 59	36Kr 83,8 -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 3290	40Zr 91,224 1,1 1852 3100	41Nb 92,90638 1,6 3484 1920	42Mo 95,94 1,8 2690 5360	43Tc (98) 1,7 2140 ...	44Ru 101,07 2,2 2251 4901			45Rh 102,9055 2,2 1940 1290	46Pd 106,4 2,2 1550 2700			
	47Ag 107,8682 1,3 160,5 2112	48Cd 112,411 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 2,1 410 940	53I 126,90545 2,5 114 684	54Xe 131,29 -115,9 -108,10							
6.	55Cs 132,90545196 0,3 28,6 705	56Ba 137,327 0,9 710 1520	57La 138,90547 1,1 910 34,9	71Hf 178,49 1,3 2130 5400	73Ta 180,94788 1,5 2997 4101	74W 183,84 1,7 1490 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 1750 4530			
	79Au 196,966569 2,4 1063 2990	80Hg 200,59 1,9 -38,9 350,6	81Tl 204,377 1,8 103,4 1451	82Pb 207,2 1,8 127 1137	83Bi 208,98038 1,9 271,3 162,7	84Po (209) 2,0 212 912	85At (210) 2,2 (316) (400)	86Rn (222) -71 -61							
7.	87Fr (223) 0,7 (17) (480)	88Ra (226) 0,7 760 1140	89Ac (227) 1,1 1020 3027	90Th (232,03772) 1,3 1130 4500	91Pa (231) 1,3 1230	92U 238,02891 1,7 1112 3818									
Lantanoidy	58Ce 140,127 715 3440	59Pr 140,90766 925 1127	60Nd 144,242 1024 3057	61Pm (147) 1080 2730	62Sm 150,36 1073 1950	63Eu 151,964 826 1420	64Gd 157,25 1213 3000	65Tb 158,92534 1254 1407	66Dy 162,50011 1161	67Ho 164,93032 1497	68Er 167,259 1540 2500	69Tm 168,93048 1590 1727	70Yb 173,054 1629 1427	71Lu 174,967 1652	
Transurány	93Np (237) 610	94Pu (244) 639,5 3233	95Am (243) 955 2667	96Cm (247) 960 1380	97Bk (247) 966	98Cf (251) 980	99Es (252) 990	100Fm (257) 1000	101Md (258) 1010	102No (259) 1020	103Lr (260) 1030	104Ku (265) 1040	105Ns (269) 1050		

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) transurany (Z = 92 – 95) uranoidy (Z= 96 – 103) curoidy

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 %), **CO₂**, vzácné plyny, **CH₄**, 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**)

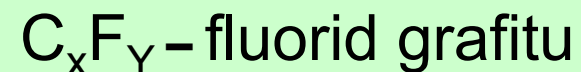
- Sloučeniny s proměnlivým složením – **bertholidy**



- 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	H 1.0079																	2 He 4.0026
2	3 Li 6.941	4 Be 9.0122											5 B 10.811	6 C 12.011	7 N 14.007	8 O 15.999	9 F 18.998	10 Ne 20.18
3	11 Na 22.99	12 Mg 24.305											13 Al 26.982	14 Si 28.086	15 P 30.974	16 S 32.066	17 Cl 35.453	18 Ar 39.948
4	19 K 39.098	20 Ca 40.078	21 Sc 44.956	22 Ti 47.88	23 V 50.942	24 Cr 51.996	25 Mn 54.938	26 Fe 55.847	27 Co 58.933	28 Ni 58.693	29 Cu 63.546	30 Zn 65.39	31 Ga 69.723	32 Ge 72.61	33 As 74.922	34 Se 78.96	35 Br 79.904	36 Kr 83.8
5	37 Rb 85.468	38 Sr 87.62	39 Y 88.906	40 Zr 91.224	41 Nb 92.906	42 Mo 95.94	43 Tc (97.91)	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.6	53 I 126.9	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 183.84	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)	89 Ac (227)	104 Rf (261.1)	105 Ha (262.1)	106 Sg (263.1)	107 Ns (262.1)	108 Hs (265.1)	109 Mt (266.1)	110 Unn (268)	111 Unu (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 a novější vydání**
- **české vydání, Chemie prvků I, II, Praha 1993**
- **Toužín, Jiří - Stručný přehled chemie prvků, Skripta MU Brno 2006**