

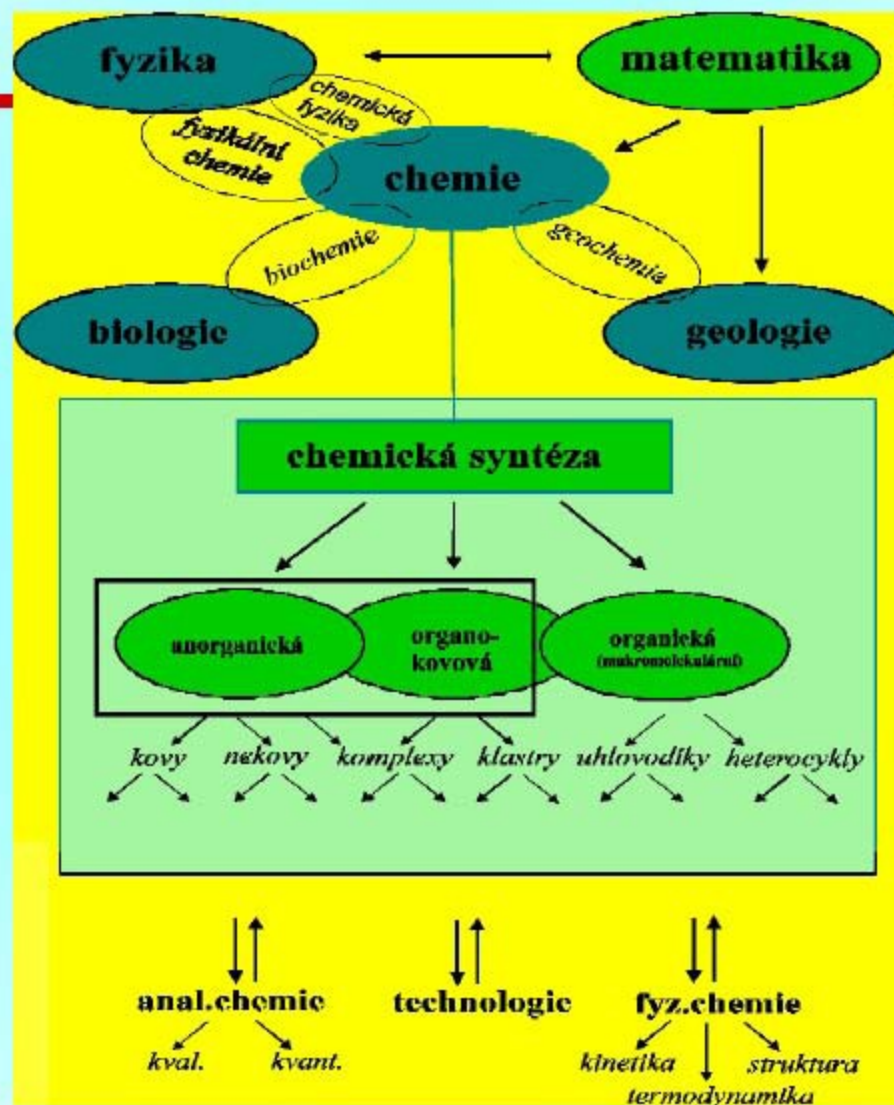
Anorganická chemie I

- určeno pro: 1. ročník odborné studium chemie a biochemie, učitelských kombinací s chemií, ostatní chemické kombinace
- rozsah: podzimní semestr 2015 (13 týdnů), 2 hodiny týdně

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. % He, 11 at. % H
nyň	88,6 at. % He, 11,3 at. % H

Ostatní prvky ve vesmíru vznikly nukleogenezí

Vodíkové hoření



Heliové hoření

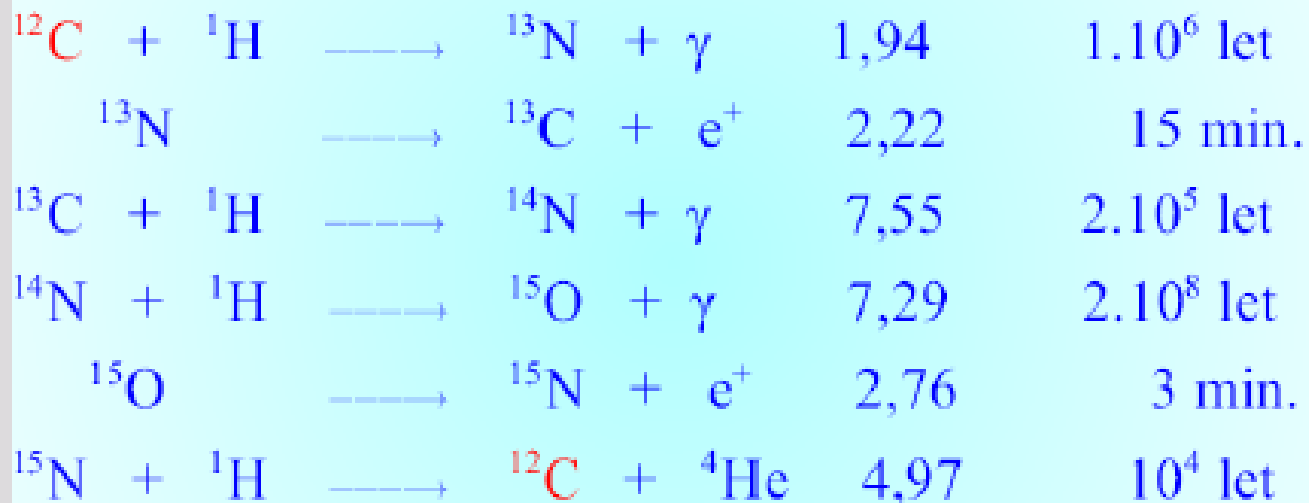


Uhlíkové hoření



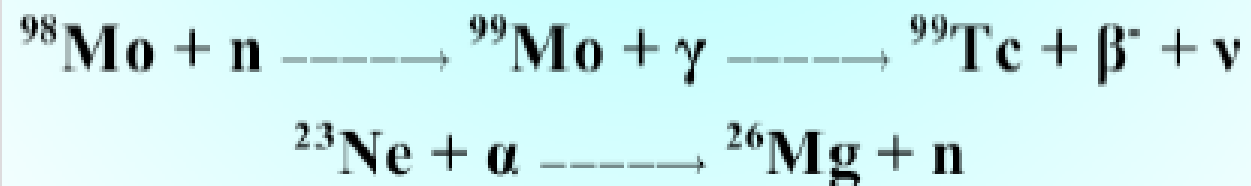
Katalytický CNO cyklus

Jde s cyklus jaderných reakcí, vedoucích k izotopům lehčích prvků



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

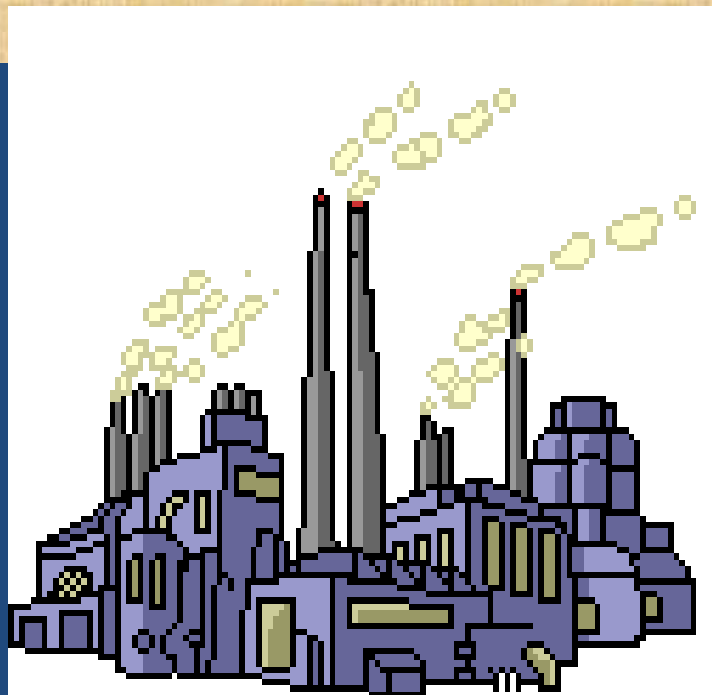
Např.





Anorganická chemie

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



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 47,88	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 190,20	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 158,92	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 (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 (260)	

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									
Periódá	(H)							He									
1	¹ H 1,00794 0, -238,2 -238,8								⁴ He 4,00260 -271,43 -274,49								
2	³ Li 6,941 1,3 1317	⁴ Be 9,01224 1,5 1286	⁹ B 10,811 1,8 1289	¹² C 12,011 2,3 1200	¹⁴ N 14,00643 3,0 1210	¹⁶ O 15,999 3,0 1216,3	¹⁹ F 18,998403 4,3 1231	²⁰ Ne 20,1797 4,3 1284,4 -264,88									
3	¹¹ Na 22,98976928 3,1 98	¹² Mg 24,304 3,2 1483	¹³ Al 26,9815386 3,3 1431,7	¹⁴ Si 28,0855 3,4 1400	¹⁵ P 30,973762 3,5 1432,4	¹⁶ S 32,065 3,5 1494,4	¹⁷ Cl 35,453 3,6 1520,9	¹⁸ Ar 39,948 3,6 1584,4 -185,83									
4	¹⁹ K 39,0983 3,8 188	²⁰ Ca 40,078 3,8 1485	²¹ Sc 44,955912 3,8 1510	²² Ti 47,88 3,8 1462	²³ V 50,9415 3,8 1401	²⁴ Cr 51,9961 3,8 1450	²⁵ Mn 54,938045 3,8 1476	²⁶ Fe 55,845 3,8 1538	²⁷ Co 58,933195 3,8 1492	²⁸ Ni 58,6934 3,8 1401	²⁹ Cu 63,546 3,8 1345,4						
	³⁹ Kr 83,80 3,7 1094	⁴⁰ Zn 65,38 3,8 1064,1	⁴¹ Ga 69,723 3,8 1045	⁴² Ge 72,63 3,8 1036	⁴³ As 74,9216 3,8 1078,6	⁴⁴ Se 78,96 3,8 1174	⁴⁵ Br 79,904 3,8 1028	⁴⁶ Kr 83,80 3,8 1118,1 -116,33									
5	³⁷ Rb 85,4678 3,8 188	³⁸ Sr 87,62 3,8 1379	³⁹ Y 88,905848 3,8 1509	⁴⁰ Zr 91,224 3,8 1452	⁴¹ Nb 92,90638 3,8 1463	⁴² Mo 95,94 3,8 1454	⁴³ Tc 98,906250 3,8 1460	⁴⁴ Ru 101,07 3,8 1395	⁴⁵ Rh 102,90550 3,8 1380	⁴⁶ Pd 106,42 3,8 1385							
	¹⁰⁷ Ag 107,8682 3,7 1111	¹⁰⁸ Cd 112,411 3,7 1067	¹⁰⁹ In 114,818 3,7 1047	¹¹⁰ Sn 118,710 3,7 1059	¹¹¹ Sb 121,757 3,7 1080	¹¹² Te 127,603 3,7 1089	¹¹³ I 126,90549 3,7 1044	¹¹⁴ Xe 131,29 3,7 1171,8 -112,12									
6	⁵⁵ Cs 132,90545196 3,7 28,4	⁵⁶ Ba 137,327 3,7 1372	⁵⁷ La 138,90487 3,7 979	⁵⁸ Ce 140,127 3,7 949	⁵⁹ Pr 140,907647 3,7 949	⁶⁰ Nd 144,242 3,7 959	⁶¹ Pm 144,91262 3,7 959	⁶² Sm 150,36 3,7 974	⁶³ Eu 151,964 3,7 979	⁶⁴ Gd 157,254 3,7 989	⁶⁵ Tb 158,925346 3,7 989	⁶⁶ Dy 162,500310 3,7 989	⁶⁷ Ho 164,930322 3,7 989	⁶⁸ Er 167,25931 3,7 989	⁶⁹ Tm 168,930322 3,7 989	⁷⁰ Yb 173,054688 3,7 989	⁷¹ Lu 174,967062 3,7 989
	¹⁸⁶ Au 196,966569 3,1 1062	¹⁸⁸ Hg 200,59 3,1 1062	¹⁸⁹ Tl 204,38 3,1 1062	¹⁹⁰ Pb 207,2 3,1 1062	¹⁹¹ Bi 208,980399 3,1 1062	¹⁹² Po 209 3,1 1062	¹⁹³ At 210 3,1 1062	¹⁹⁴ Rn 222 3,1 1062									
7	⁸⁷ Rf 186,207 3,1 1062	⁸⁸ Ra 226 3,1 1062	⁸⁹ Ac 227 3,1 1062	⁹⁰ Th 232,0375 3,1 1062	⁹¹ Pa 231,036888 3,1 1062	⁹² U 238,02891 3,1 1062	⁹³ Np 237 3,1 1062	⁹⁴ Pu 244 3,1 1062									
Lantanoidy	⁵⁷ La 138,90487 3,7 1047	⁵⁸ Ce 140,127 3,7 949	⁵⁹ Pr 140,907647 3,7 949	⁶⁰ Nd 144,242 3,7 959	⁶¹ Pm 144,91262 3,7 959	⁶² Sm 150,36 3,7 974	⁶³ Eu 151,964 3,7 979	⁶⁴ Gd 157,254 3,7 989	⁶⁵ Tb 158,925346 3,7 989	⁶⁶ Dy 162,500310 3,7 989	⁶⁷ Ho 164,930322 3,7 989	⁶⁸ Er 167,25931 3,7 989	⁶⁹ Tm 168,930322 3,7 989	⁷⁰ Yb 173,054688 3,7 989	⁷¹ Lu 174,967062 3,7 989		
	⁸⁷ Np 237 3,1 1062	⁸⁸ Pu 244 3,1 1062	⁸⁹ Am 243 3,1 1062	⁹⁰ Cm 250 3,1 1062	⁹¹ Bk 247 3,1 1062	⁹² Cf 251 3,1 1062	⁹³ Cs 252 3,1 1062	⁹⁴ Fm 257 3,1 1062	⁹⁵ Md 258 3,1 1062	⁹⁶ No 259 3,1 1062	⁹⁷ Lr 260 3,1 1062	⁹⁸ Ku 265 3,1 1062	⁹⁹ Hs 263 3,1 1062				

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

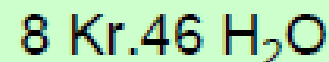
Složení sloučenin

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

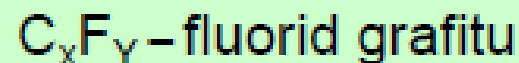
- Sloučeniny s proměnlivým složením – bertholidy



- 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**