

# Be, Mg a kovy alkalických zemin

1 I A	2 II A
Vodík 1 H 1,00794(7)	
Lithium 3 Li 6,941(2)	Beryllium 4 Be 9,012182(3)
Sodík 11 Na 22,989770(2)	Hořčík 12 Mg 24,3050(6)
Draslík 19 K 39,0983(1)	Vápník 20 Ca 40,078(4)
Rubidium 37 Rb 85,4678(3)	Stroncium 38 Sr 87,62(1)
Cesium 55 Cs 132,90545(2)	Baryum 56 Ba 137,327(7)
Francium 87 Fr (223,0197)	Radium 88 Ra (226,0254)

3 III B	4 IV B	5 V B	6 VI B	7 VII B	8 VIII	9 VIII	10 VIII	11 I B	12 II B
------------	-----------	----------	-----------	------------	-----------	-----------	------------	-----------	------------

Skandium 21 Sc 44,955910(8)	Titan 22 Ti 47,867(1)	Vanad 23 V 50,9415(1)	Chrom 24 Cr 51,9961(6)	Mangan 25 Mn 54,938049(9)	Železo 26 Fe 55,845(2)	Kobalt 27 Co 58,933200(9)	Nikl 28 Ni 58,6934(2)	Měď 29 Cu 63,546(3)	Zinek 30 Zn 65,39(2)
Yttrium 39 Y 88,90685(2)	Zirkonium 40 Zr 91,224(2)	Niob 41 Nb 92,90638(2)	Molybden 42 Mo 95,94(1)	Technecium 43 Tc (98,9063)	Ruthenium 44 Ru 101,07(2)	Rhodium 45 Rh 102,90560(2)	Palladium 46 Pd 106,42(1)	Stříbro 47 Ag 107,8682(2)	Kadmium 48 Cd 112,411(8)
57-70 Lantha- noidy	Hafnium 72 Hf 178,49(2)	Tantal 73 Ta 180,9479(1)	Wolfram 74 W 183,84(1)	Rhenium 75 Re 186,207(1)	Osmium 76 Os 190,23(3)	Iridium 77 Ir 192,217(3)	Platina 78 Pt 195,078(2)	Zlato 79 Au 196,96655(2)	Rtuť 80 Hg 200,59(2)
89-102 Akti- noidy	Rutherfordium 104 Rf (261,110)	Dubnium 105 Db (262,1144)	Seaborgium 106 Sg (263,1186)	Bohrium 107 Bh (264,12)	Hassium 108 Hs (265,1306)	Mendelevium 109 Mt (266)	Ununnilium 110 Uun (269)	Ununium 111 Uuu (272)	Ununbium 112 Uub (277)

13 III A	14 IV A	15 V A	16 VI A	17 VII A	18 0
					Helium 2 He 4,002602(2)
Bor 5 B 10,811(7)	Uhlík 6 C 12,0107(8)	Dusík 7 N 14,00674(7)	Kyslík 8 O 15,9994(3)	Fluor 9 F 18,9984032(5)	Neon 10 Ne 20,1797(6)
Hliník 13 Al 26,981538(2)	Křemík 14 Si 28,0855(3)	Fosfor 15 P 30,973761(2)	Síra 16 S 32,066(6)	Chlor 17 Cl 35,4527(9)	Argon 18 Ar 39,948(1)
Gallium 31 Ga 69,723(1)	Germanium 32 Ge 72,61(2)	Arsen 33 As 74,92160(2)	Selen 34 Se 78,96(3)	Brom 35 Br 79,904(1)	Krypton 36 Kr 83,80(1)
Indium 49 In 114,818(3)	Cín 50 Sn 118,710(7)	Antimon 51 Sb 121,760(1)	Tellur 52 Te 127,60(3)	Jod 53 I 126,90447(3)	Xenon 54 Xe 131,29(2)
Thallium 81 Tl 204,3833(2)	Olovo 82 Pb 207,2(1)	Bismut 83 Bi 208,98038(2)	Polonium 84 Po (208,9824)	Astat 85 At (209,9871)	Radon 86 Rn (222,0176)

2. skupina – 2 valenční elektrony

konfigurace  $n s^2$









Prvek	$X$	$I^I$ [kJ mol <sup>-1</sup> ]	$I^{II}$ [kJ mol <sup>-1</sup> ]	$E^0$ [V]	$\rho$ [g cm <sup>-3</sup> ]	<i>b. t.</i> [°C]	<i>b. v.</i> [°C]	<i>r</i> [pm]
<b>Be</b>	1,47	898	1762	-1,97	1,85	1550	3240	112
<b>Mg</b>	1,23	736	1449	-2,36	1,74	920	1378	160
<b>Ca</b>	1,04	589	1144	-2,84	1,55	1112	1767	197
<b>Sr</b>	0,99	548	1060	-2,89	2,64	1041	1654	215
<b>Ba</b>	0,97	503	960	-2,92	3,51	1000	2122	222
<b>Ra</b>	0,90	508	975	-2,92	5,50	970	1973	221

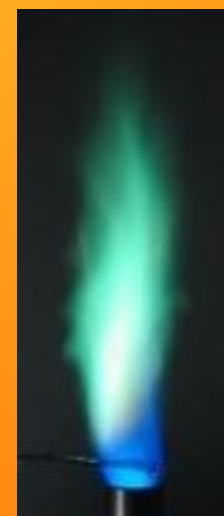
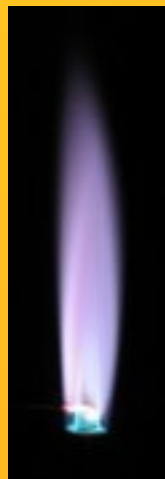
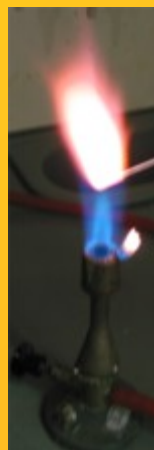
Oxidační číslo +2

# Zastoupení v zemské kůře

Be  $5 \cdot 10^{-4} \%$ ; Mg 2,7 %; Ca 4,7 %; Sr 0,3 %; Ba 0,4 %; Ra  $10^{-8} \%$

## Zbarvení plamene

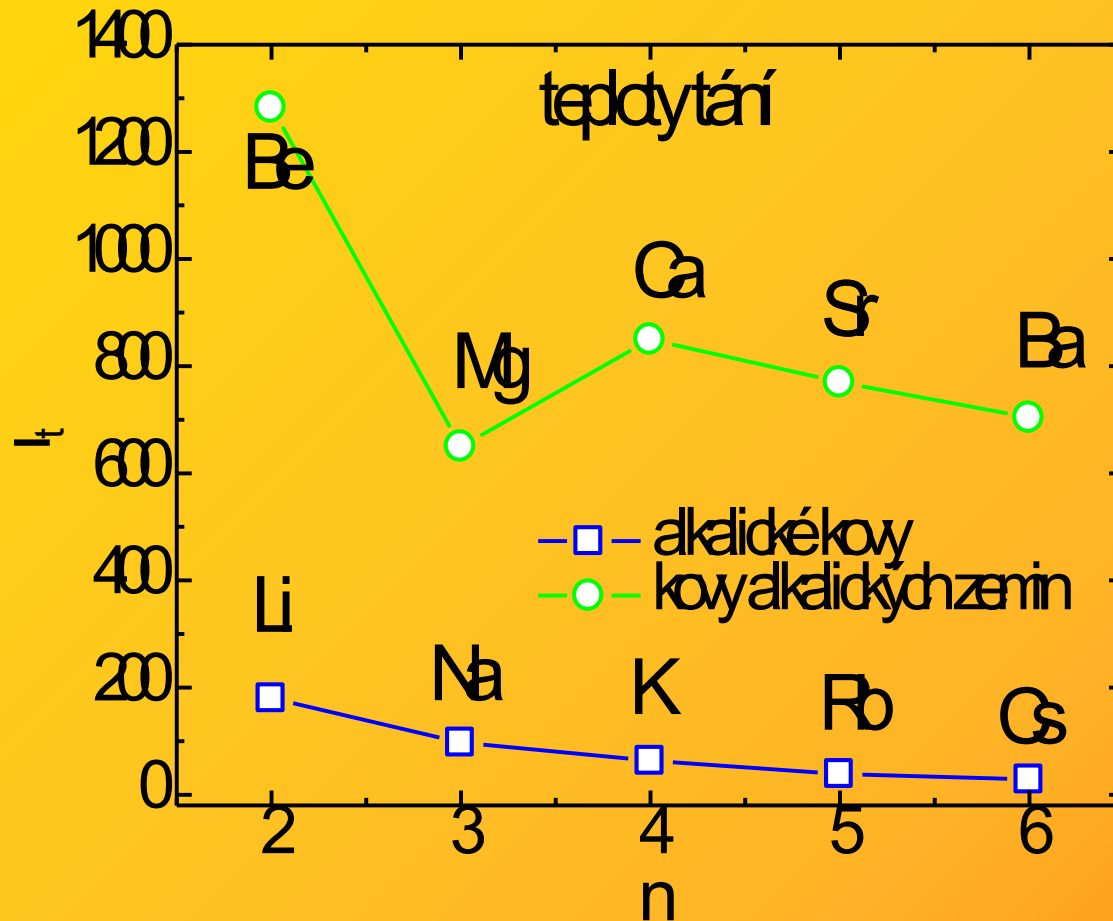
							
Li	Na	K	Rb	Cs	Ca	Sr	Ba
671	589	766	780	456	622	605	524



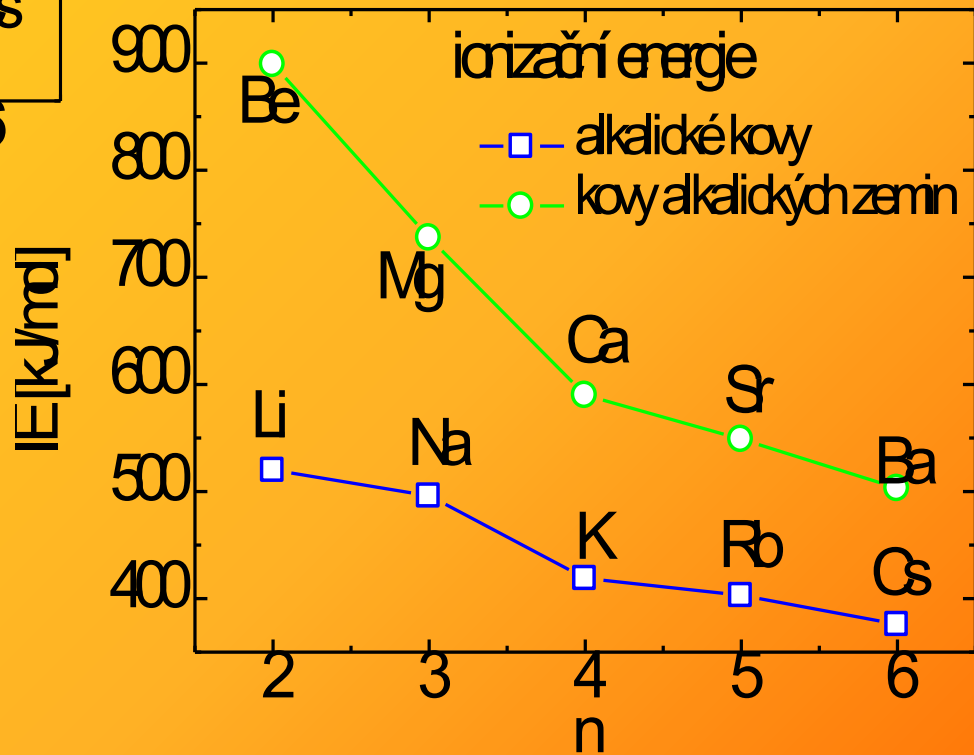
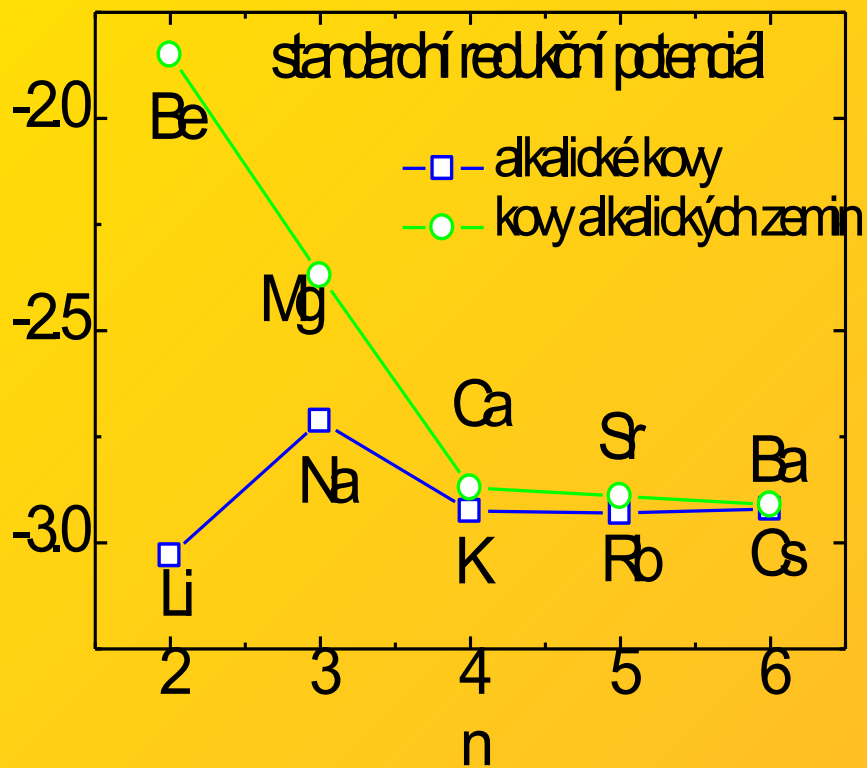
# Obecné informace

- **Be** a **Mg** se **chemicky odlišují** od ostatních prvků 2. skupiny
- Be je diagonálně podobné s Al (podobné iontové poloměry)
  
- „**kovy alkalických zemin**“ – Ca, Sr, Ba, Ra
- monoizotopické Be, radioaktivní Ra ( $T_{1/2}({}^{226}\text{Ra}) = 1602 \text{ y}$ )
- reagují s vodou, v přírodě se nacházejí pouze ve formě sloučenin
- všechno jsou to typické kovy
- většina sloučenin je bezbarvá (mimo poruch mřížek a barevných aniontů)
- tvoří především **iontové sloučeniny**
- méně reaktivní než alkalické kovy,

# Obecné vlastnosti s-kovů



$\epsilon$



# Základní chemické informace

- **reaktivní, redukční** schopnosti, rostou od Be k Ba
- bazicita roste od  $\text{Be}(\text{OH})_2$  - amfoter k  $\text{Ba}(\text{OH})_2$  – téměř jako alk. hydroxidy

## Be

- v II+ hybridizace  $sp^3$ , jednoduché ionty  $\text{Be}^{2+}$  neexistují, tvoří se komplexní částice  $[\text{Be}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$
- často tvoří **elektrondeficitní polycenterní vazby**  $((\text{BeH}_2)_n)$
- na vzduchu stálé, pokrývá se vrstvičkou oxidu (jako Al)
- s vodou nereaguje ani za žáru (v amalgamu či velejmené ano)
- s halogeny až při  $600\text{ }^\circ\text{C}$ , s  $\text{H}_2$  vůbec
- reaguje s kyselinami i hydroxidy (jako jediný ve skupině je **amfoterní** – jako Al)



## Mg

- $\text{Mg}^{2+}$  je schopen existence, často ale uplatňuje koordinační číslo 6
- dominuje iontová interakce ale často s kovalentní složkou
- na vzduchu se pokrývá vrstvou oxidu, pasivuje se
- za horka reaguje se všemi nekovy (kromě C) a také s **vodou!**
- snadno vzniká i  $\text{Mg}_2\text{N}_3$
- s alkyl a arylhalogenidy  $\text{RMgX}$  - **Grignardova činidla**

## Kovy alkalických zemin

- reagují s  $\text{O}_2$ , s  $\text{H}_2\text{O}$  i s  $\text{N}_2$  – pokrývají se vrstvičkou oxidu, peroxidu a nitridu
- **rozpouštějí** se v  $\text{NH}_3(\text{l})$ , odpařením  $\text{NH}_3$  vzniká  $[\text{M}(\text{NH}_3)_6]$
- $[\text{M}(\text{NH}_3)_6]$  – nestabilní pomalu se rozkládají





# Výroba a použití

## Be

*výroba:* **beryl**  $\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}$  s 2 %  $\text{Cr}^{3+}$  **smaragd**

převeďte se na  $\text{BeF}_2$  pak na  $\text{Be}(\text{OH})_2$  až na  $\text{BeCl}_2$  a kov se připraví redukcí Mg, či elektrolýzou  $\text{BeCl}_2$  s chloridem alkalického kovu

*použití:* okénka k RTG přístrojům, moderátor či reflektor neutronů

## Mg

*výroba:*  $\text{MgCO}_3$ ;  $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$ ;  $\text{MgO}$ ;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  atd.

elektrolýza  $\text{MgCl}_2$  a jiné

*použití:* lehké **slitiny**, redukční činidlo, hořením vzniká intenzivní světlo (dříve - fotografie), sloučeniny, **Grignadrova činidla**

## Ca

*výroba:*  $\text{CaCO}_3$ ;  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ;  $\text{CaSO}_4$ ;  $\text{CaF}_2$

elektrolýza  $\text{CaCl}_2$

*použití:* speciální slitiny, redukční činidlo, sloučeniny

## Sr

*výroba:*  $\text{SrSO}_4$  a  $\text{SrCO}_3$

elektrolýza  $\text{SrCl}_2$

*použití:* sloučeniny (pyrotechnika)

## Ba

*výroba:*  $\text{BaSO}_4$  a  $\text{BaCO}_3$

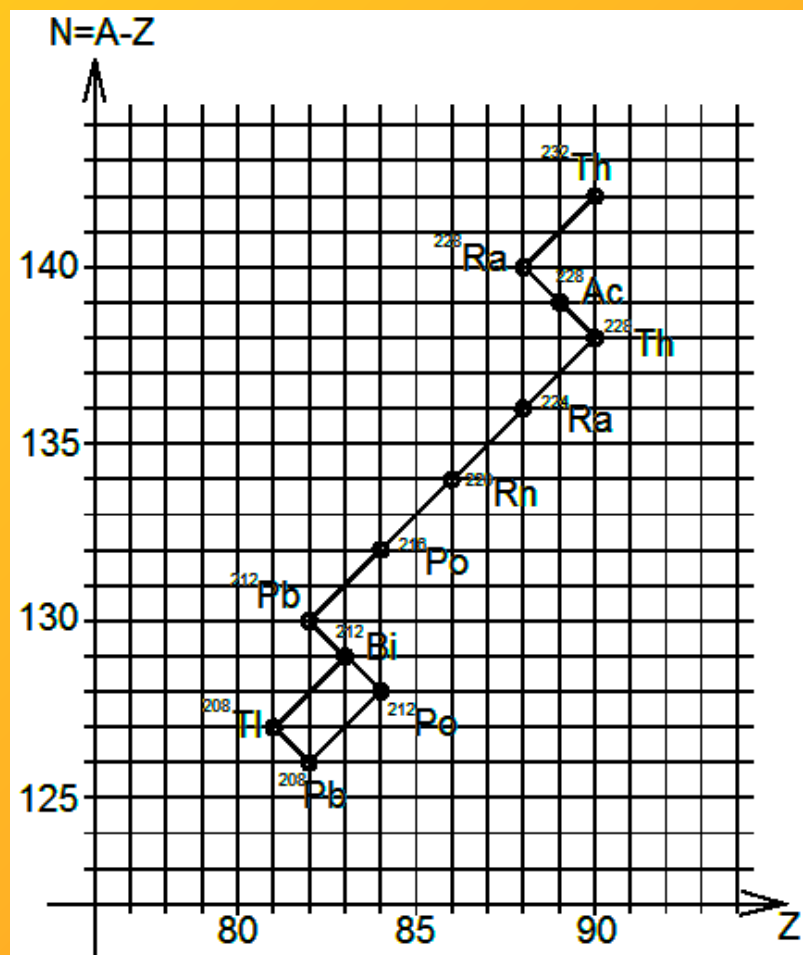
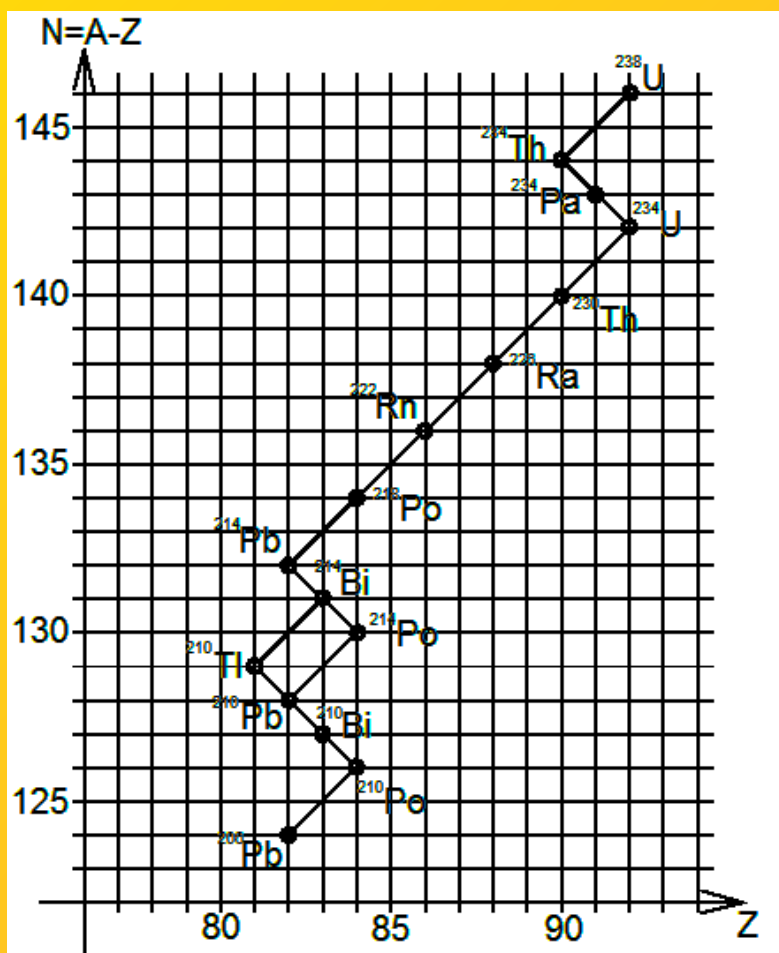
elektrolýza  $\text{BaCl}_2$

*použití:* sloučeniny (pyrotechnika),  **$\text{BaSO}_4$  kontrastní látka pro RTG**

# Ra

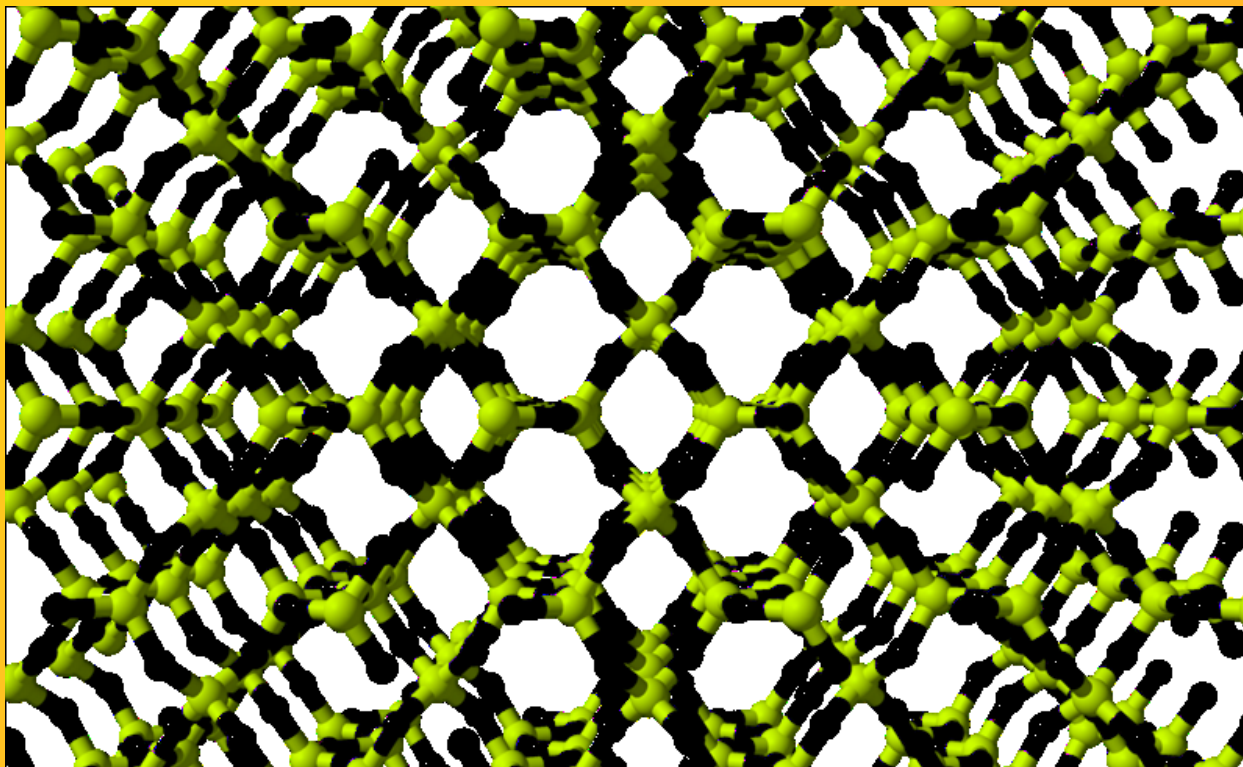
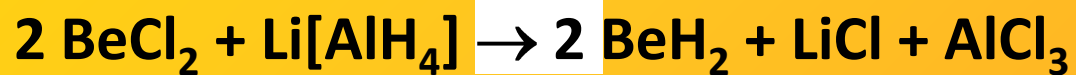
*výroba:* extrakce z uranových rud (Curieovy z Jáchymovského smolince), vzniká rozpadem  $^{238}\text{U}$

*použití:* ve směsi s Be zdroj neutronů (RaBe)



# Sloučeniny Beryllium

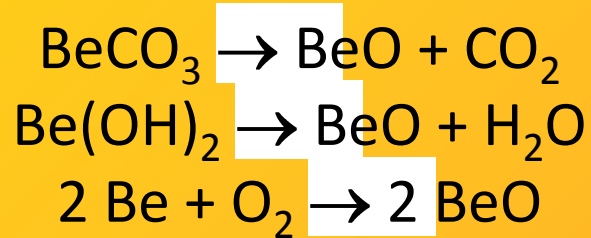
**Hydridy** – polymerní struktura  $\text{BeH}_2$



## Sloučeniny s C

BeC<sub>2</sub> a Be<sub>2</sub>C vznikají reakcí s acetylenem a s C

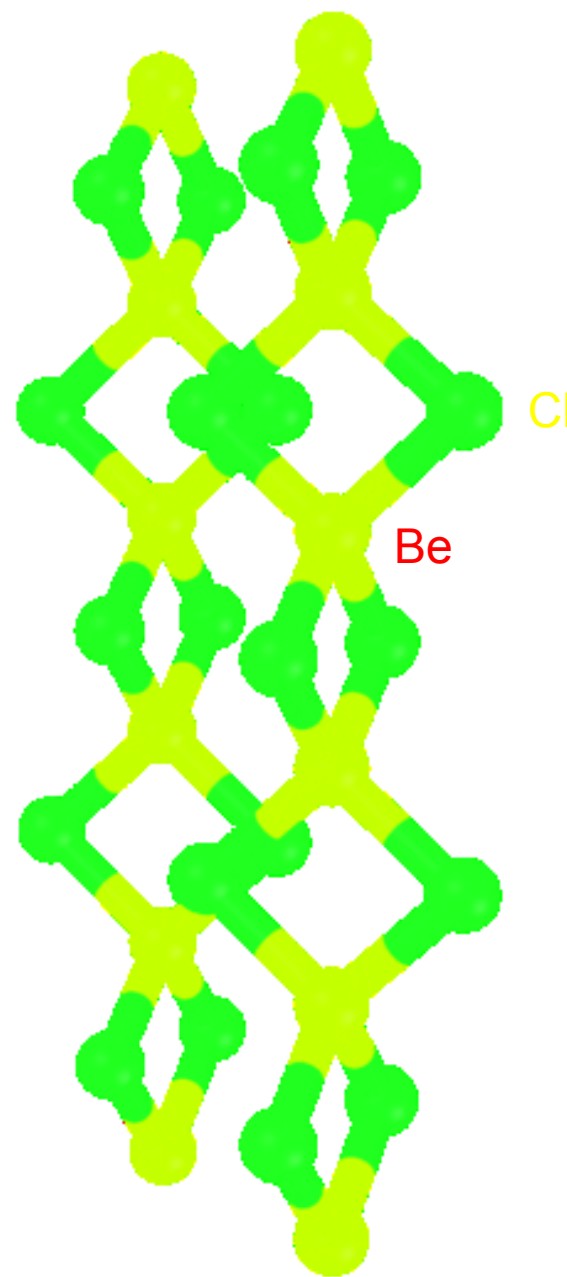
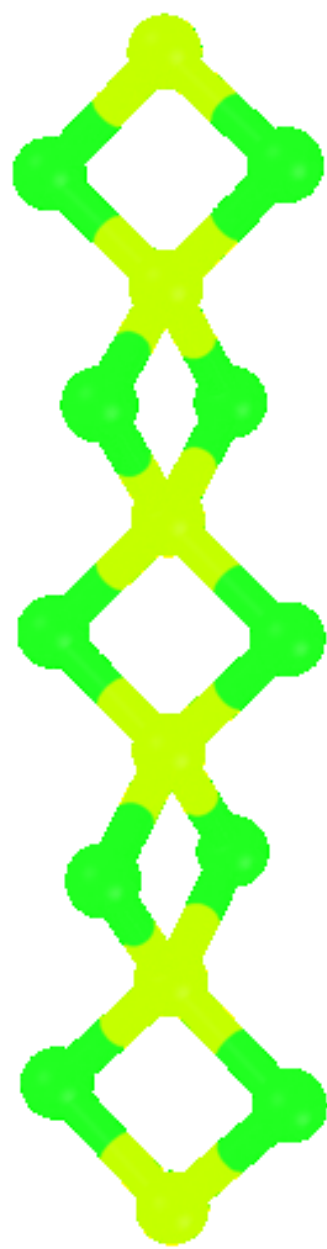
## Oxid



Jemný reaguje s kyselinami, rozpouští se v taveninách alkalických hydroxidů

## Halogenidy

BeF<sub>2</sub> – termickým rozkladem (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>[BeF<sub>4</sub>]; [Be(H<sub>2</sub>O)<sub>4</sub>] Cl<sub>2</sub> - nelze termicky dehydratovat; bezvodé halogenidy lze připravit přímou syntézou z prvků





## Hydroxid

sráží se ze silně alkalických roztoků beryllnatých solí (sůl:hydroxid cca 1:1), dále se rozpouští za vzniku  $[(\text{HO})_2(\text{Be}(\text{OH})_2\text{Be})_n(\text{OH})_2]^{2-}$  až nakonec vzniká  $[\text{Be}(\text{OH})_4]^{2-}$

## Ostatní soli

$\text{BeCO}_3$  jen jako tetrahydrát v atmosféře  $\text{CO}_2$ ,  $\text{BeSO}_4$  nerozpustný, ale  $[\text{Be}(\text{H}_2\text{O})_4]\text{SO}_4$  dobře rozpustný.

## Organokovy



# Hořčík

## Hydridy



## Sloučeniny s C

$\text{MgC}_2$  a  $\text{Mg}_2\text{C}_3$  vznikají reakcí s acetylenem, případně reakcí acetylenu či methanu s Mg za vysoké teploty

## Sloučeniny s B a N

$\text{MgB}_2$  a  $\text{Mg}_3\text{N}_2$  vznikají přímou syntézou s prvků

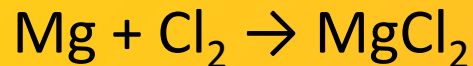
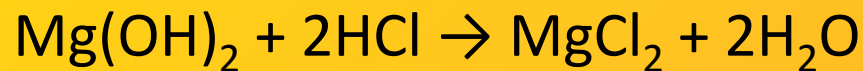
## Oxid, hydroxid

$\text{MgO}$  – jako laxativum a antacidum, žáruvzdorný materiál

$\text{Mg}(\text{OH})_2$  – sráží se z roztoků  $\text{Mg}^{2+}$  solí hydroxidem, slabý



# Halogenidy



## Ostatní soli

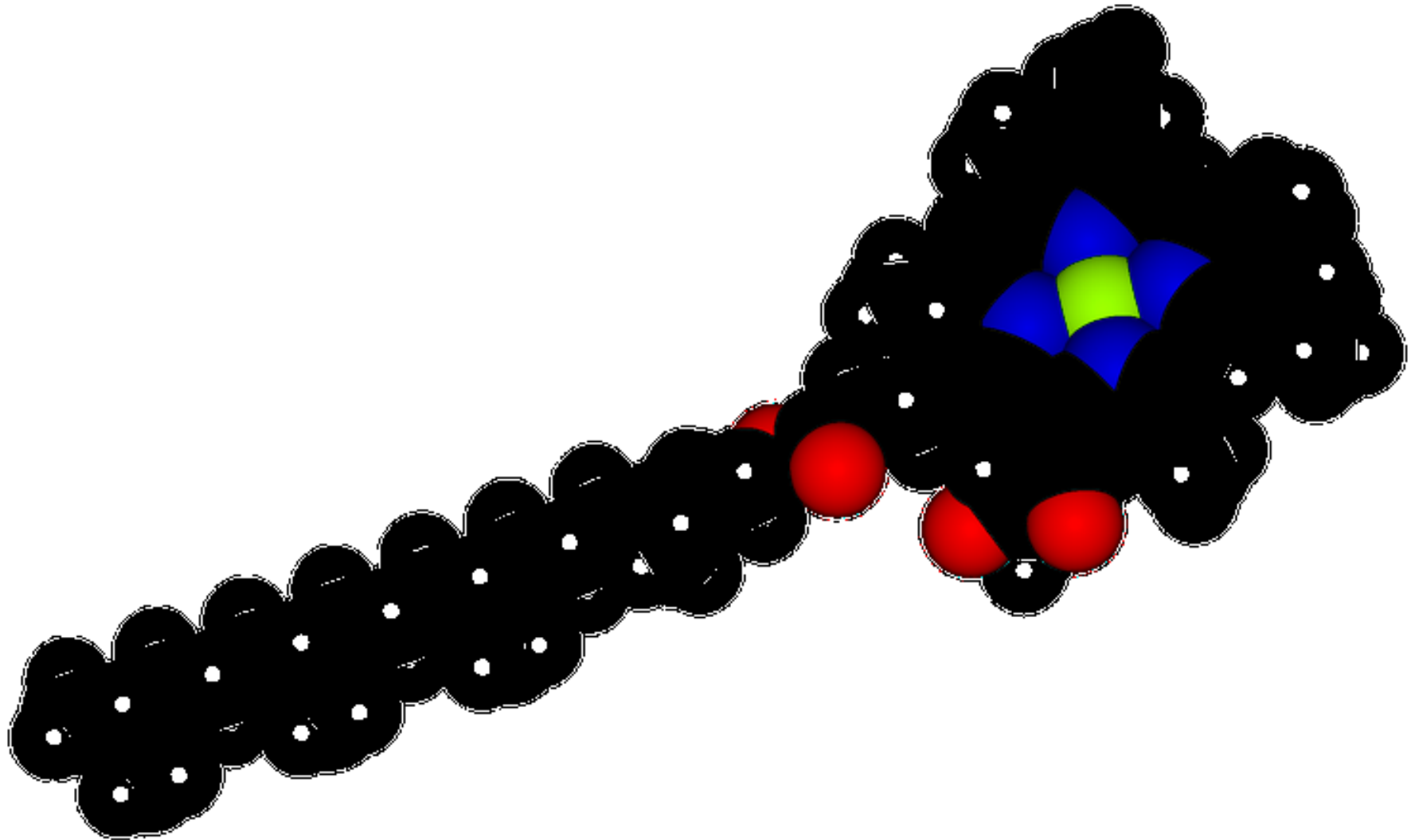
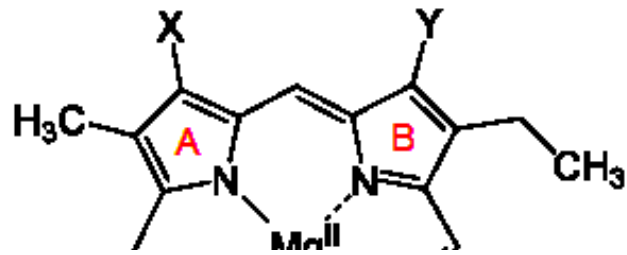
**MgCO<sub>3</sub>**; **Mg(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>** – jen v roztoku s CO<sub>2</sub> jako Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, **MgSO<sub>4</sub>** (heptahydrát – hořká sůl); **Mg(ClO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>** – výborné regenerovatelné sušidlo

## Organokovy – Grignardova činidla



# Chlorofyl – $Mg^{2+}$ + porfyrin

a X:  $CH=CH_2$  Y:  $CH_3$   
b Y:  $CH_2-CH_3$  Y:  $CHO$



# Kovy alkalických zemin

## Hydridy



$CaH_2$  – redukovadlo, sušidlo

## Sloučeniny s C



## Nitridy



## Oxid, hydroxid, peroxid

Hoření kovu v  $O_2$  či např. rozkladem uhličitánů



$BaO_2$  – bělení přírodních materiálů (hedvábí, rostlinné vlákna, sláma)

## Halogenidy

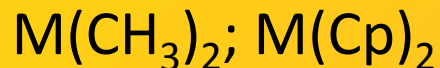
Přímou reakcí či vhodněji reakcí oxidu či hydroxidu kovu s HX, fluoridy málo rozpustné, ostatní hodně

$CaCl_2$  – sušidlo, hexahydrát spolu s ledem jako chladivo

## Ostatní soli



# Organokovy



## Komplexy

Málo, např. kryptáty.

## Toxicita

### Be

- **vysoce toxické**, vytěsňuje např. Mg
- poškozují játra, ledviny a CNS, narušují syntézu hemoglobinu
- vdechováním prachu s Be vzniká berylliosa
- v popílku s uhlíkového prachu až 4 % Be

### Mg

- **biogenní prvek**, antagonist Ca, glykolýza a reakce ATP

- pro organismus netoxický
- poranění Mg či slitinami se špatně hojí

## **Ca**

- v buňkách jako signální iont, svalové stahy
- stabilizuje fosfolipidové membrány
- oxid, hydroxid a chlorid leptá sliznice a oči

## **Sr** - rozpustné soli toxické

- $LD_{50}(SrCl_2) = 30 \text{ g}$
- jako homolog Ca je nebezpečné  $^{90}Sr$  – ozařování kostní dřeně

## **Ba** - rozpustné soli toxické (srovnej $BaSO_4$ )

- vdechováním vzniká barytosa
- $LD_{50}(BaCl_2) = 1 \text{ g}$
- slinění, zvracení, koliky, záněty trávicího ústrojí
- působí na kostru, svaly a CNS – třes, dýchací potíže, bolesti

- smrt nastává při plném vědomí – zástava srdce při paralýze svalů
- chronicky působí zánět mozku a degeneraci sleziny a jater a rozmnožovacích orgánů
- $\text{BaCO}_3$  jed na krysy – protijed  $\text{Na}_2\text{SO}_4$
- ale  $\text{BaSO}_4$  jako **kontrastní látka** při RTG vyšetřeních

## **Ra**

- **toxické** jako Ba
- především ale nebezpečné svou **radioaktivitou**
- 1 g  $^{226}\text{Ra}$  má aktivitu  $3,7 \cdot 10^{10}$  Bq