

# Be, Mg a kovy alkalických zemin

1 I A	2 II A
Vodík 1 <b>H</b> 1,00794(7)	
Lithium 3 <b>Li</b> 6,941(2)	Beryllium 4 <b>Be</b> 9,012182(3)
Sodík 11 <b>Na</b> 22,989770(2)	Hořčík 12 <b>Mg</b> 24,3050(6)
Draslík 19 <b>K</b> 39,0983(1)	Vápník 20 <b>Ca</b> 40,078(4)
Rubidium 37 <b>Rb</b> 85,4678(3)	Stroncium 38 <b>Sr</b> 87,62(1)
Cesium 55 <b>Cs</b> 132,90545(2)	Baryum 56 <b>Ba</b> 137,327(7)
Francium 87 <b>Fr</b> (223,0197)	Radium 88 <b>Ra</b> (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 <b>Sc</b> 44,955910(8)	Titan 22 <b>Ti</b> 47,867(1)	Vanad 23 <b>V</b> 50,9415(1)	Chrom 24 <b>Cr</b> 51,9961(6)	Mangan 25 <b>Mn</b> 54,938049(9)	Železo 26 <b>Fe</b> 55,845(2)	Kobalt 27 <b>Co</b> 58,933200(9)	Nikl 28 <b>Ni</b> 58,6934(2)	Měď 29 <b>Cu</b> 63,546(3)	Zinek 30 <b>Zn</b> 65,39(2)
Yttrium 39 <b>Y</b> 88,90685(2)	Zirkonium 40 <b>Zr</b> 91,224(2)	Niob 41 <b>Nb</b> 92,90638(2)	Molybden 42 <b>Mo</b> 95,94(1)	Technecium 43 <b>Tc</b> (98,9063)	Ruthenium 44 <b>Ru</b> 101,07(2)	Rhodium 45 <b>Rh</b> 102,90560(2)	Palladium 46 <b>Pd</b> 106,42(1)	Stříbro 47 <b>Ag</b> 107,8682(2)	Kadmium 48 <b>Cd</b> 112,411(8)
57-70 Lantha- noidy	Hafnium 72 <b>Hf</b> 178,49(2)	Tantal 73 <b>Ta</b> 180,9479(1)	Wolfram 74 <b>W</b> 183,84(1)	Rhenium 75 <b>Re</b> 186,207(1)	Osmium 76 <b>Os</b> 190,23(3)	Iridium 77 <b>Ir</b> 192,217(3)	Platina 78 <b>Pt</b> 195,078(2)	Zlato 79 <b>Au</b> 196,96655(2)	Rtuť 80 <b>Hg</b> 200,59(2)
89-102 Akti- noidy	Rutherfordium 104 <b>Rf</b> (261,110)	Dubnium 105 <b>Db</b> (262,1144)	Seaborgium 106 <b>Sg</b> (263,1186)	Bohrium 107 <b>Bh</b> (264,12)	Hassium 108 <b>Hs</b> (265,1306)	Melitnerium 109 <b>Mt</b> (266)	Ununnilium 110 <b>Uun</b> (269)	Ununium 111 <b>Uuu</b> (272)	Ununbium 112 <b>Uub</b> (277)

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

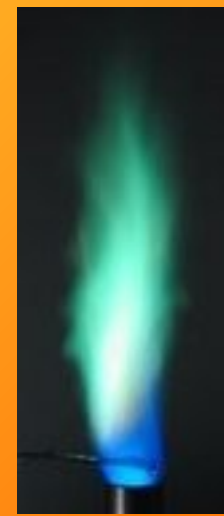
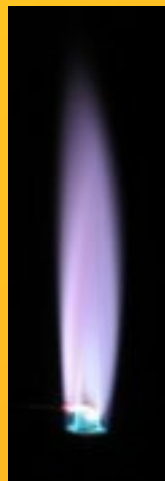
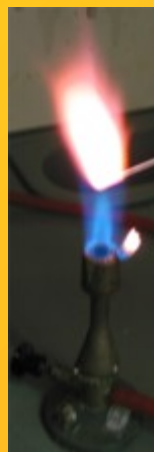
Oxidační číslo +2

# 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

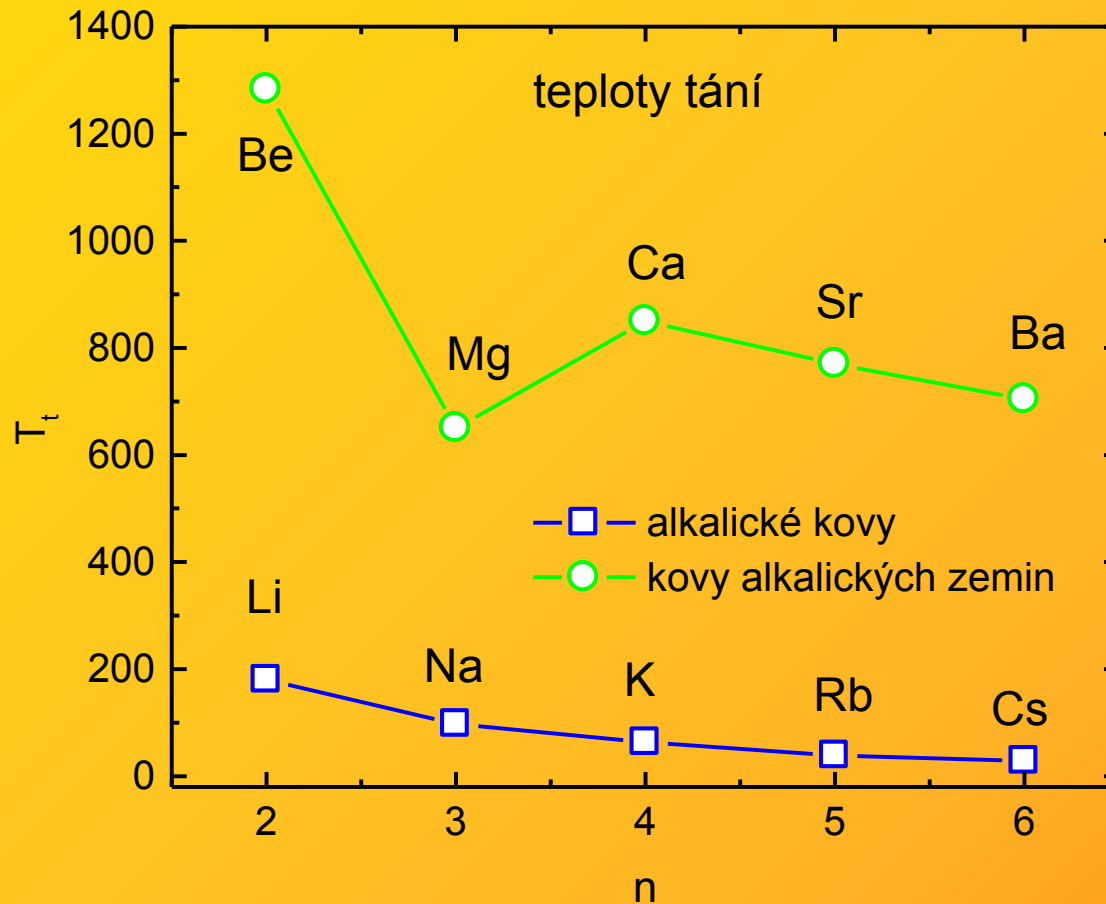
							
Li	Na	K	Rb	Cs	Ca	Sr	Ba
671	589	766	780	456	622	605	524

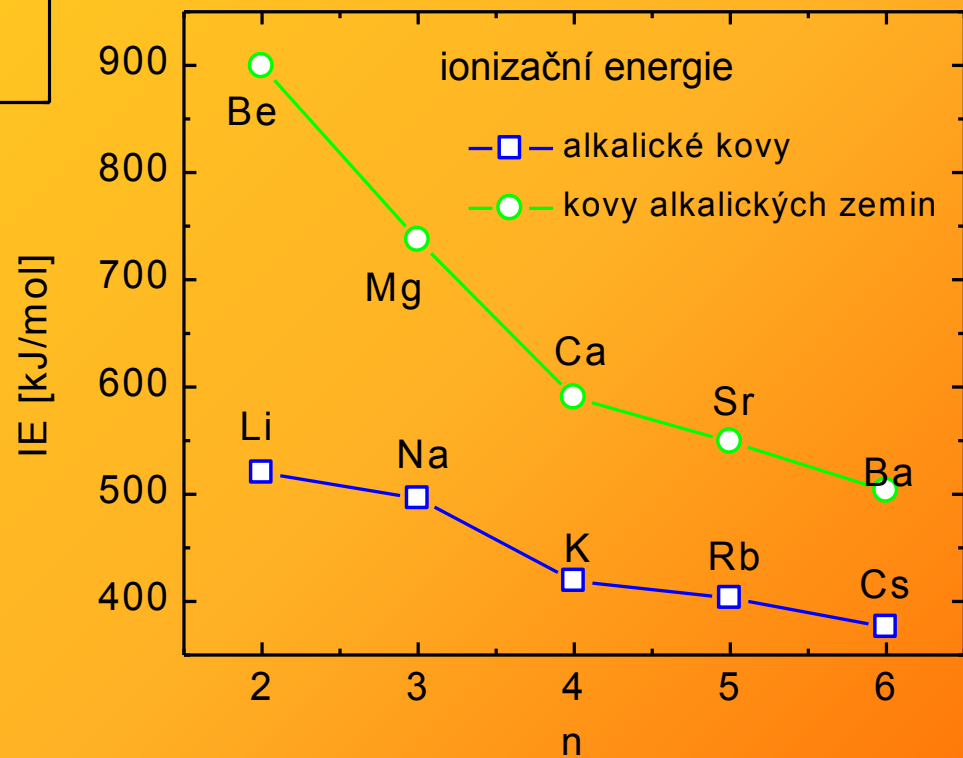
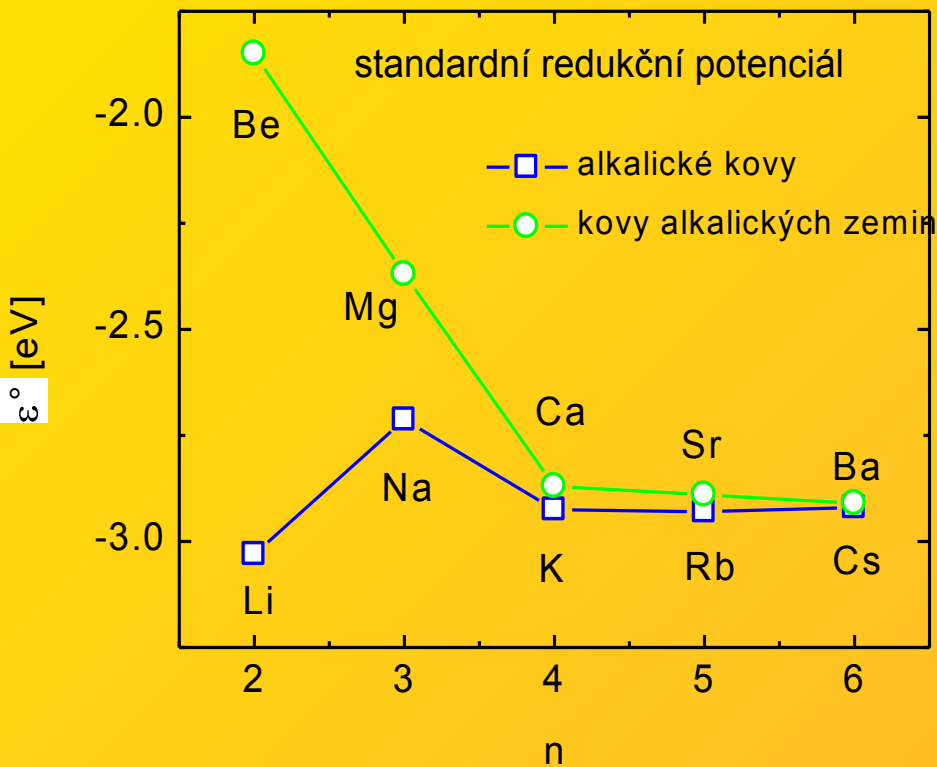


# Obecné informace

- **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





# Základní chemické informace

- **reaktivní, redukční** schopnosti, rostou od Be k Ba
- bazicita roste od  $\text{Be(OH)}_2$  - amfoter k  $\text{Ba(OH)}_2$  – 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:*  $\text{MgCO}_3$ ;  $\text{MgCO}_3 \cdot \text{CaCO}_3$ ; 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  $\text{BaCO}_3$

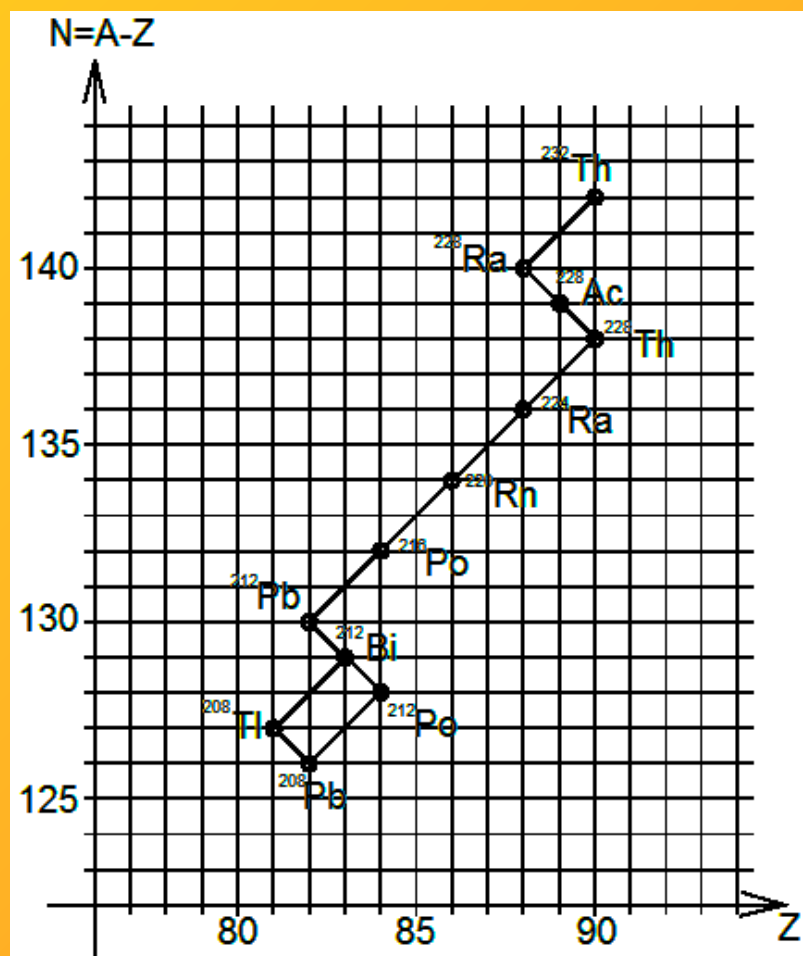
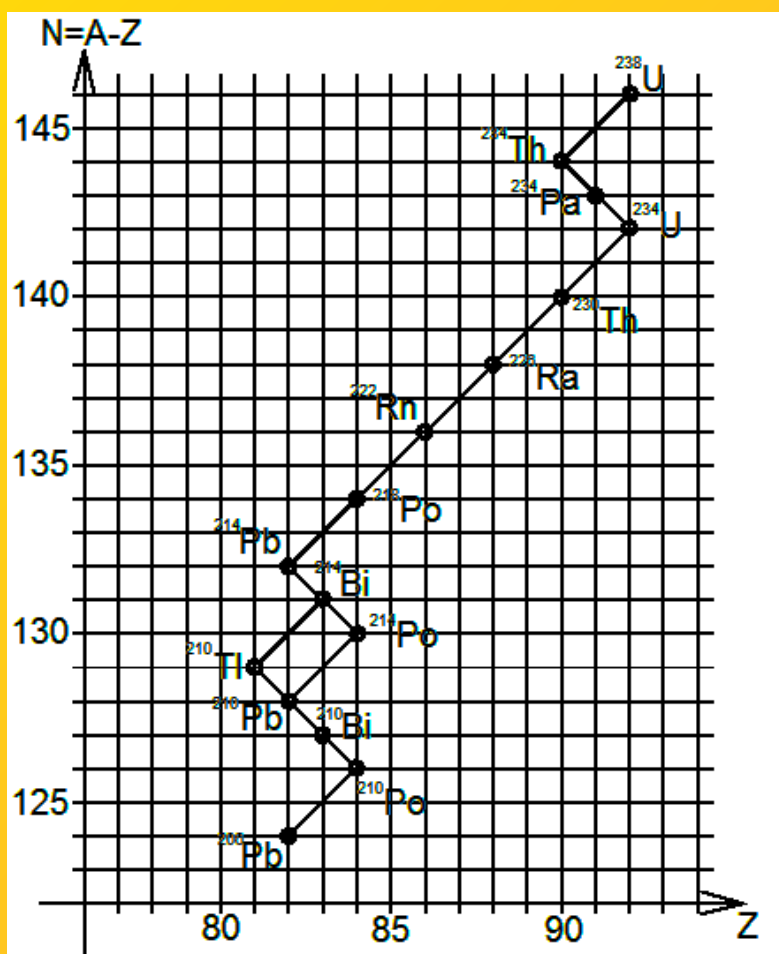
elektrolýza  $\text{BaCl}_2$

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

# Ra

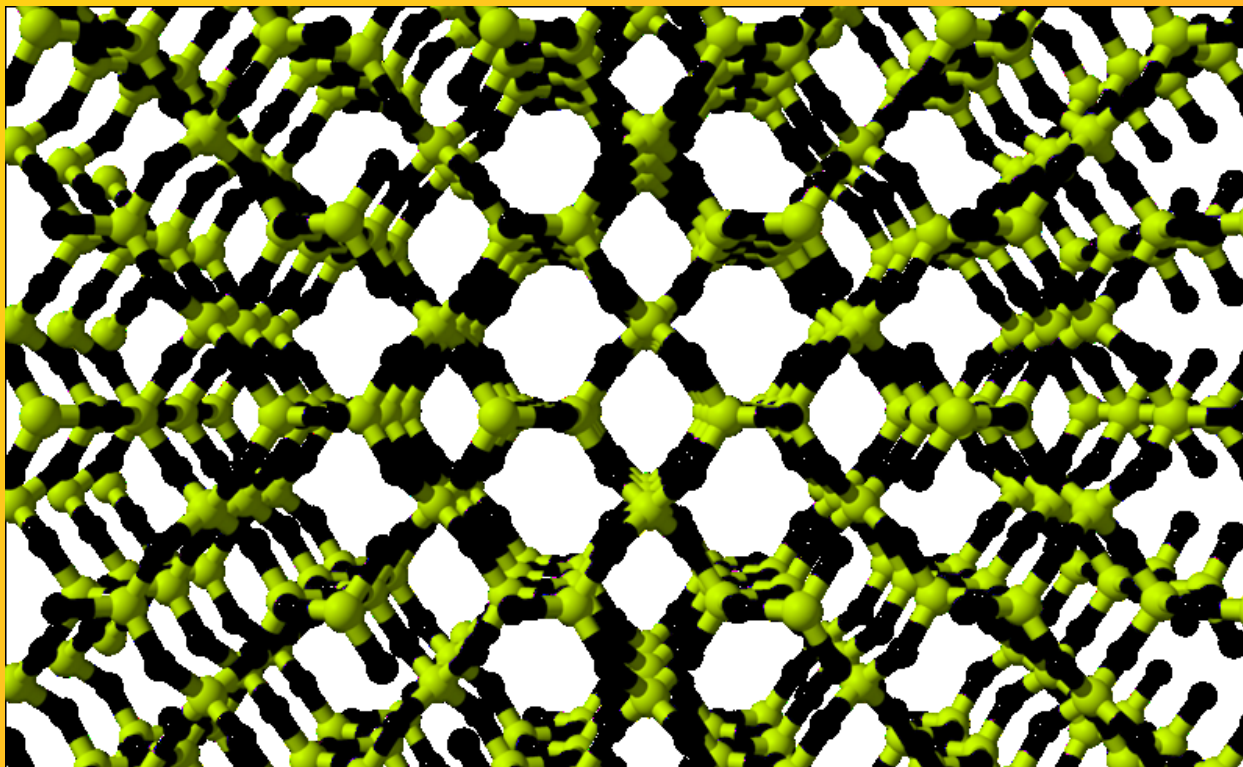
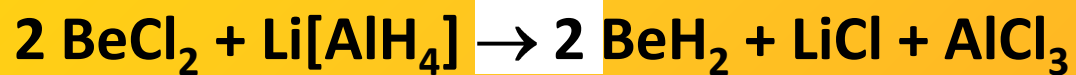
*výroba:* extrakce z uranových rud (Curieovy z Jáchymovského smolince), vzniká rozpadem  $^{238}\text{U}$

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



# Sloučeniny Beryllium

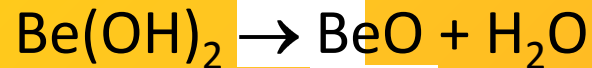
**Hydridy** – polymerní struktura  $\text{BeH}_2$



## Sloučeniny s C

$\text{BeC}_2$  a  $\text{Be}_2\text{C}$  vznikají reakcí s acetylenem a s C

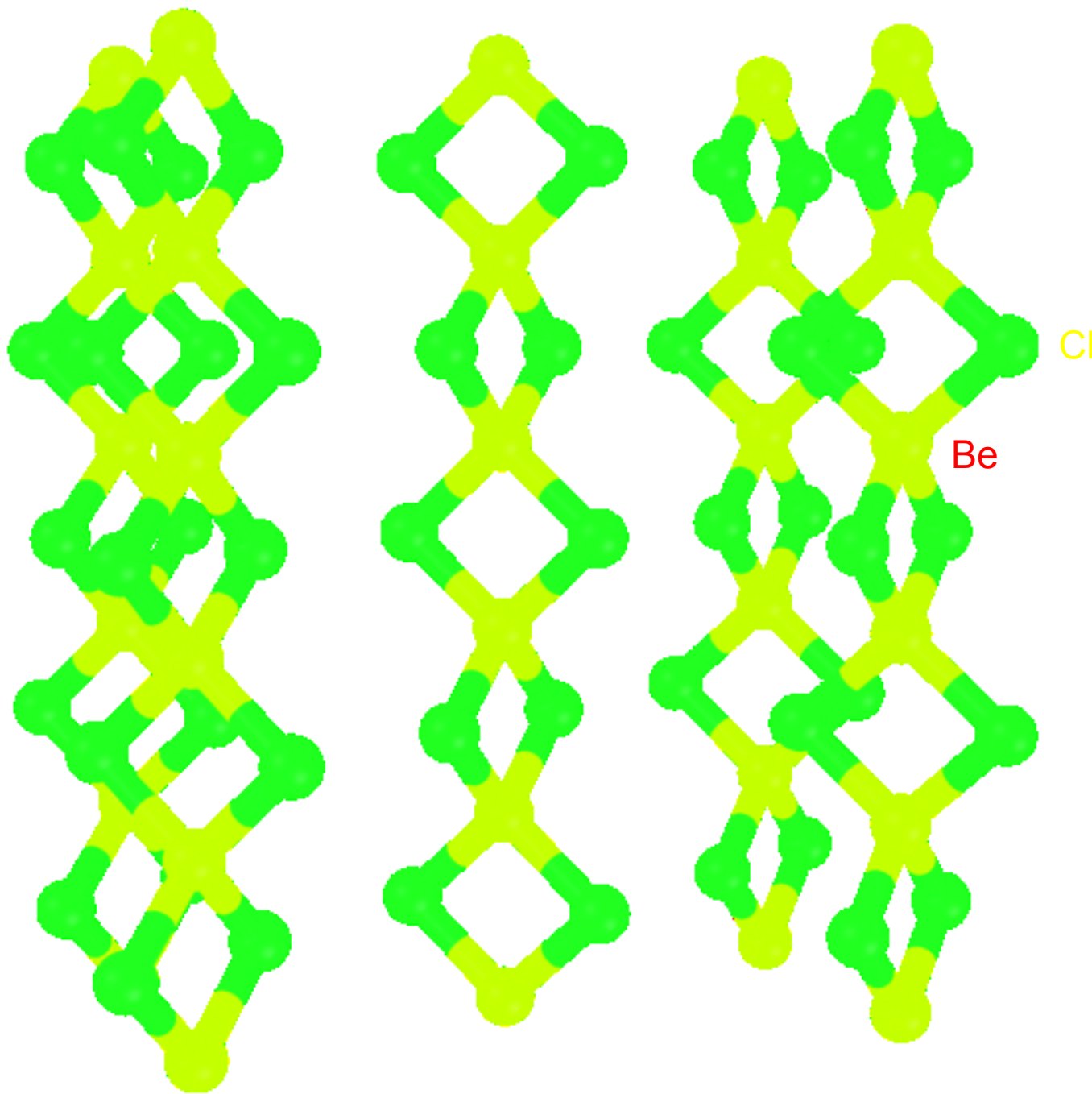
## Oxid

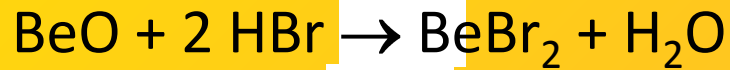


Jemný reaguje s kyselinami, rozpouští se v taveninách alkalických hydroxidů

## Halogenidy

$\text{BeF}_2$  – termickým rozkladem  $(\text{NH}_4)_2[\text{BeF}_4]$ ;  $[\text{Be}(\text{H}_2\text{O})_4] \text{Cl}_2$  - 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

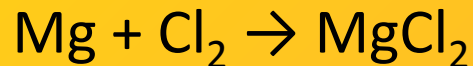
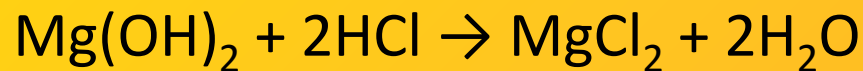
## Oxid, hydroxid

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

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



# Halogenidy



## Ostatní soli

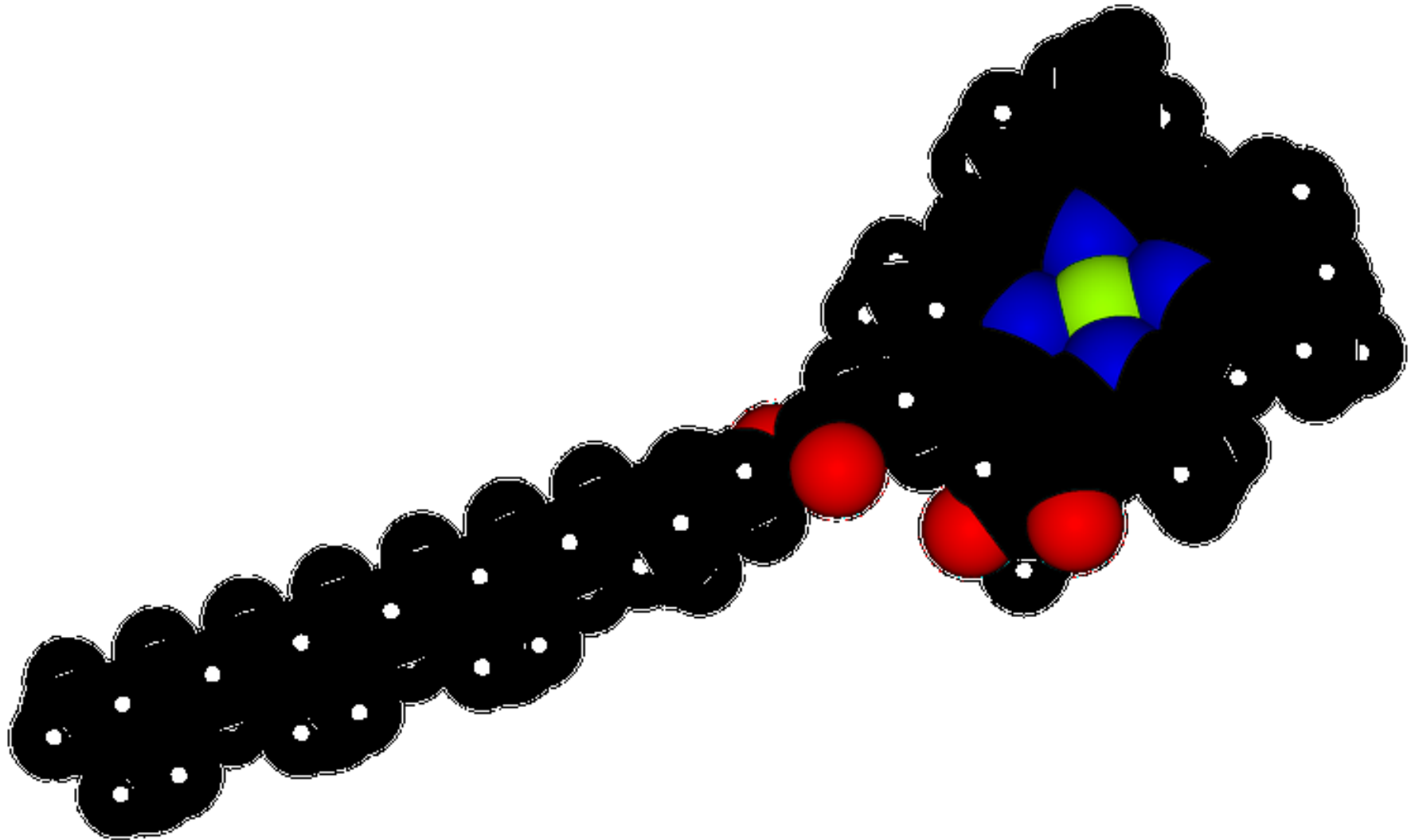
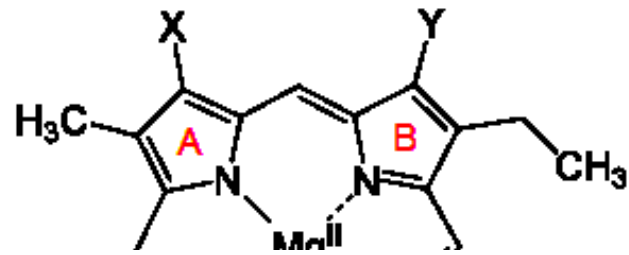
**MgCO<sub>3</sub>**; **Mg(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>** – jen v roztoku s CO<sub>2</sub> jako Ca(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, **MgSO<sub>4</sub>** (heptahydrát – hořká sůl); **Mg(ClO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>** – výborné regenerovatelné sušidlo

## 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

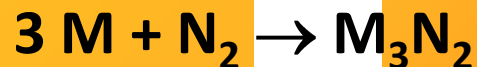


$CaH_2$  – redukovadlo, sušidlo

## 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

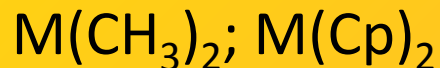
Přímou reakcí či vhodněji reakcí oxidu či hydroxidu kovu s HX, fluoridy málo rozpustné, ostatní hodně

$CaCl_2$  – 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