

Heterogén kémiai egyensúly

Legalább egy résztvevő a többtől eltérő fázisban



A homogén egyensúlyi összefüggés itt is érvényes, ha minden komponensnek a gázfázisbeli koncentrációjával számolunk.



A gázfázisbeli koncentráció függhet a hőmérséklettől és a nyomástól de a szilárd anyag mennyiségétől nem. (Egyensúly!)

Szilárd fázis egyensúlyban a gázfázissal: $[\text{CaO}(\text{g})] = K_O$
 $[\text{CaCO}_3(\text{g})] = K_K$

$$K_{(\text{g})} = \frac{[\text{CaO}(\text{g})] [\text{CO}_2]}{[\text{CaCO}_3(\text{g})]} = \frac{K_O * [\text{CO}_2]}{K_K} \quad K_c = [\text{CO}_2]$$

Heterogén kémiai egyensúly

Amíg CaCO_3 és CaO is jelen van, addig CO_2 koncentrációja, vagy parciális nyomása állandó.

(állandó hőmérsékleten, mert a K hőmérsékletfüggő)



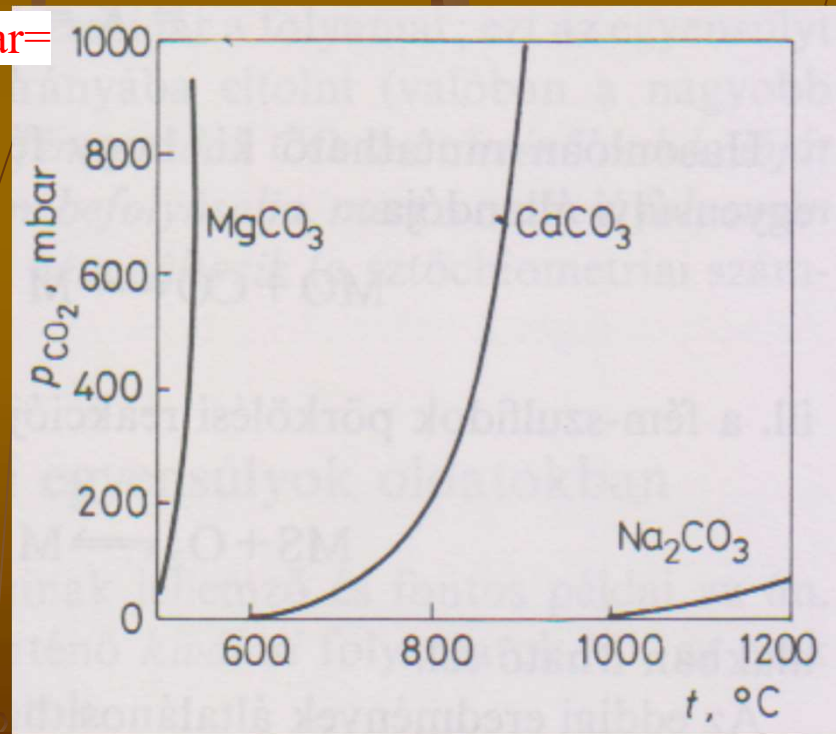
$$K_c = [\text{CO}_2] \quad \text{vagy} \quad K_p = p_{\text{CO}_2}$$

Karbonátok hőbomlása



Potenciális széndioxid
megkötés füstgázból

1 bar =



Berecz Endre: Kémia műszakiaknak

Nemzeti Tankönyvkiadó 1991

Széndioxid – karbonát egyensúly

1. Széndioxid-szénsav egyensúly



Híg oldat – A víz mennyisége gyakorlatilag nem változik

2. Karbonát-hidrogénkarbonát egyensúly



Heterogén egyensúly ($[\text{CaCO}_3] = \text{konstans}$, ha van jelen szilárd)

$$K_1 = \frac{[\text{H}_2\text{CO}_3]}{[\text{H}_2\text{O}] [\text{CO}_2]} \quad K_2 = \frac{[\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2]}{[\text{H}_2\text{CO}_3] \cdot [\text{CaCO}_3]}$$



Amíg mészkő van, addig a CO_2 koncentrációja arányos (áll.hőm.!)
a tengervíz hidrogénkarbonát-tartalmával (0,05%). (Puffer!)

(égethető szénformák (0,02%), karbonát kőzetek (99,5%))
egyensúlyi rendszerben !

A szén a Föld tömegének mintegy 0,034%-át teszi ki.
Teljes szén mennyiség kb. 76×10^{15} tonna

Rezervoár	Százalékos megoszlás (%)
Litoszféra (kőzetek és üledékek)	99,5
Óceánok	0,05
Metán hidrátok	0,014
Fosszilis tüzelőanyagok	0,006
Szárzföldi bioszféra	0,003
Vízi bioszféra	0,000002

0,02% Éghető szénformák

**Reakció sebességi probléma.
(fázishatárok: gáz-folyadék-szilárd)**

Szilárd anyagok oldódása folyadéokban

- A rosszul oldódó anyagok oldhatóságát - az oldódási egyensúlyból származtatható **oldhatósági szorzattal (L)** jellemezzük



$$[\text{AgCl}] = \text{konst.}$$

$$K \cdot \text{konst} = L = [\text{Ag}^+] \cdot [\text{Cl}^-]$$

$$1,77 \cdot 10^{-10} = 1,33 \cdot 10^{-5} * 1,33 \cdot 10^{-5}$$

$$\text{mol/dm}^3 \quad \text{mol/dm}^3$$



$$[\text{Ag}^+] = 1,77 \cdot 10^{-10} \text{ mol/dm}^3$$

$$K = \frac{[\text{Ag}^+] \cdot [\text{Cl}^-]}{[\text{AgCl}]}$$



Oldhatóság

Vegyület	Oldhatósági szorzat	Vegyület	Oldhatóság g/100g víz)
----------	---------------------	----------	------------------------

<u>AgCl</u>	$1,77 \cdot 10^{-10}$	<u>AgNO₃</u>	220
-------------	-----------------------	-------------------------	-----

Fehér festék

<u>BaSO₄</u>	$1,08 \cdot 10^{-10}$	<u>CuSO₄</u>	21
-------------------------	-----------------------	-------------------------	----

Kontraszt a.

<u>CaCO₃</u>	$3,36 \cdot 10^{-9}$	<u>FeCl₃</u>	92
-------------------------	----------------------	-------------------------	----

<u>CaSO₄</u>	$4,93 \cdot 10^{-5}$	<u>KMnO₄</u>	6,5
-------------------------	----------------------	-------------------------	-----

<u>HgS</u> (cinóber)	$2,00 \cdot 10^{-54}$	<u>KNO₃</u>	32
----------------------	-----------------------	------------------------	----

<u>PbSO₄</u>	$1,58 \cdot 10^{-8}$	<u>NH₄NO₃</u>	192
-------------------------	----------------------	-------------------------------------	-----

Fehér festék kültéri

<u>NaCl</u>	36
<u>NaOH</u>	109

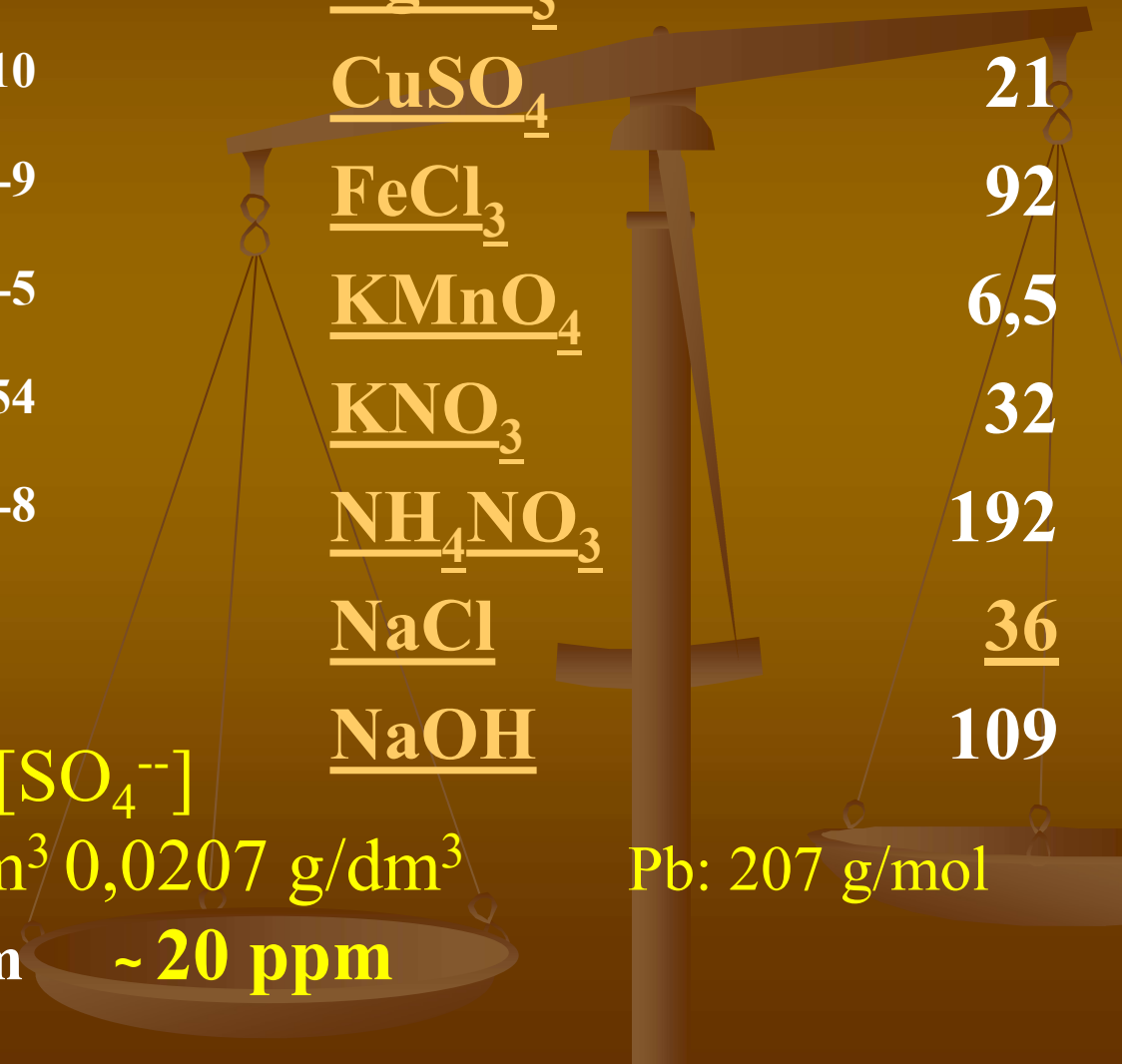
$$L = 1,58 \cdot 10^{-8} = [\text{Pb}^{++}] \cdot [\text{SO}_4^{--}]$$

$$[\text{Pb}^{++}] = \sim 0,0001 \text{ mol/dm}^3 \quad 0,0207 \text{ g/dm}^3$$

Ivóvíz határérték = 0,01 ppm

~ 20 ppm

Pb: 207 g/mol



Oldhatóság

Vegyület	Oldhatósági szorzat	Vegyület	Oldhatóság g/100g víz)
<u>AgCl</u>	$1,77 \cdot 10^{-10}$	<u>AgNO₃</u>	220
<u>BaSO₄</u>	$1,08 \cdot 10^{-10}$	<u>CuSO₄</u>	21
<u>CaCO₃</u>	$3,36 \cdot 10^{-9}$	<u>FeCl₃</u>	92
<u>CaSO₄</u>	$4,93 \cdot 10^{-5}$	<u>KMnO₄</u>	6,5
<u>HgS</u>	$2,00 \cdot 10^{-54}$	<u>KNO₃</u>	32
<u>PbSO₄</u>	$1,58 \cdot 10^{-8}$	<u>NH₄NO₃</u>	192
<u>FePO₄</u>	$1,3 \cdot 10^{-22}$	<u>NaCl</u>	36
		<u>NaOH</u>	109

$$L = 1,3 \cdot 10^{-22} = [\text{Fe}^{+++}] \cdot [\text{PO}_4^{---}]$$

$$[\text{PO}_4^{---}] = \sim 10^{-11} \text{ mol/dm}^3 \sim 10^{-9} \text{ g/dm}^3 = 10^{-6} \text{ mg/dm}^3 \text{ (ppm)}$$

Szennyvíz foszfátmentesítése

- A vegyületek oldhatósága függ a szilárd anyag molekulái, ionjai közötti kötés erősségétől
- **A vegyületek oldhatósága függ az oldatba kerülő molekulák illetve ionok és az oldószer molekulái illetve ionjai közötti kötés erősségétől**

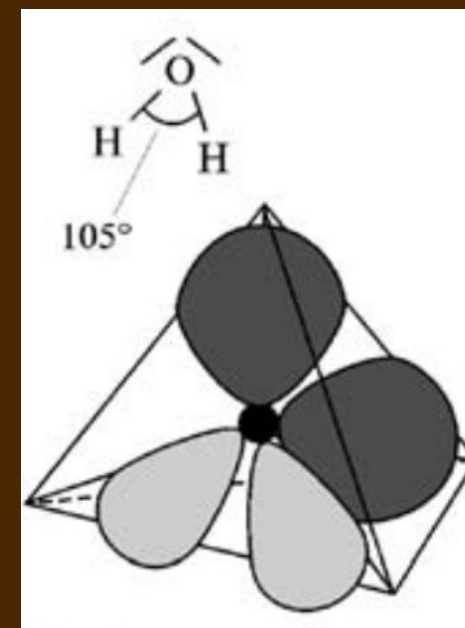
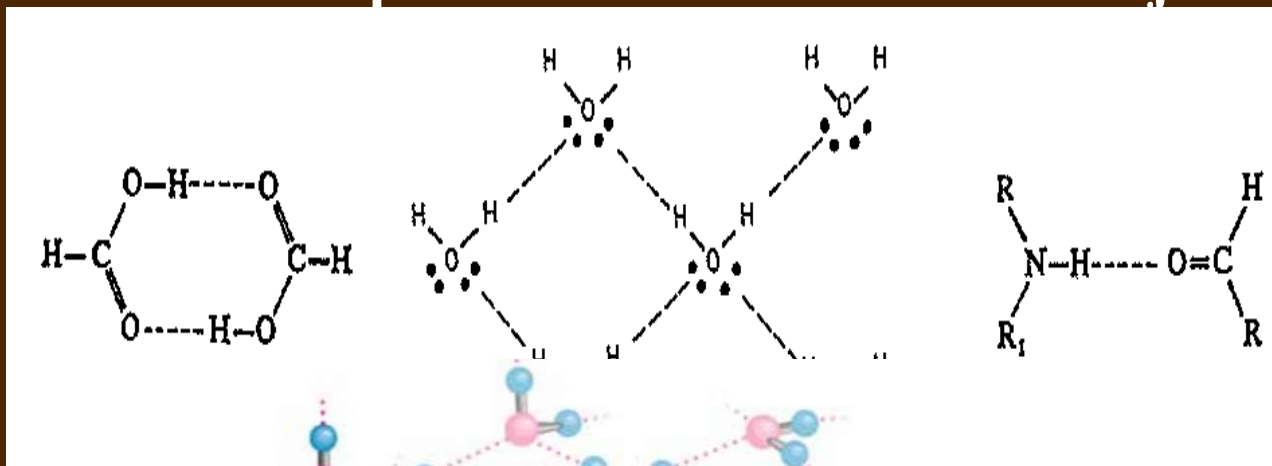
A fémoxidok maguk sohasem oldódnak vízben, csak ha hidroxidokká alakulnak.

A hidroxidok közül csak az alkálifémek hidroxidjai és a báriumhidroxid oldódnak jól, kevésbé oldódik még a stroncium (Sr) és a kalcium (Ca), forró vízben pedig a magnézium (Mg) hidroxidja.

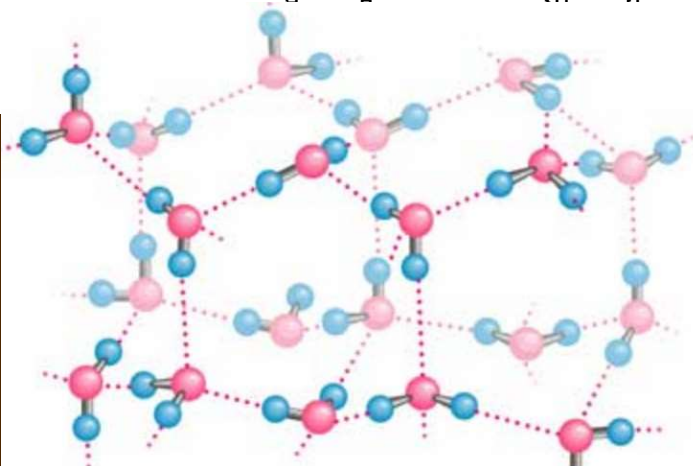
Periódus		
1	1 H	
2	3 Li	4 Be
3	11 Na	12 Mg
4	19 K	20 Ca
5	37 Rb	38 Sr
6	55 Cs	56 Ba
7	87 Fr	88 Ra

A vegyületek oldhatósága függ az oldatba kerülő molekulák illetve ionok és az oldószer molekulái illetve ionjai közötti kötés erősségétől

- A víz jellemzően az ionkötésű vegyületeket, a poláros molekulákat és a hidrogénkötésre képes molekulákat ionokat tartalmazó anyagokat oldja.
- A vízmolekulák közötti erős poláros és hidrogénhid-kötés miatt az apoláros molekulákat kiszorítják maguk közül.

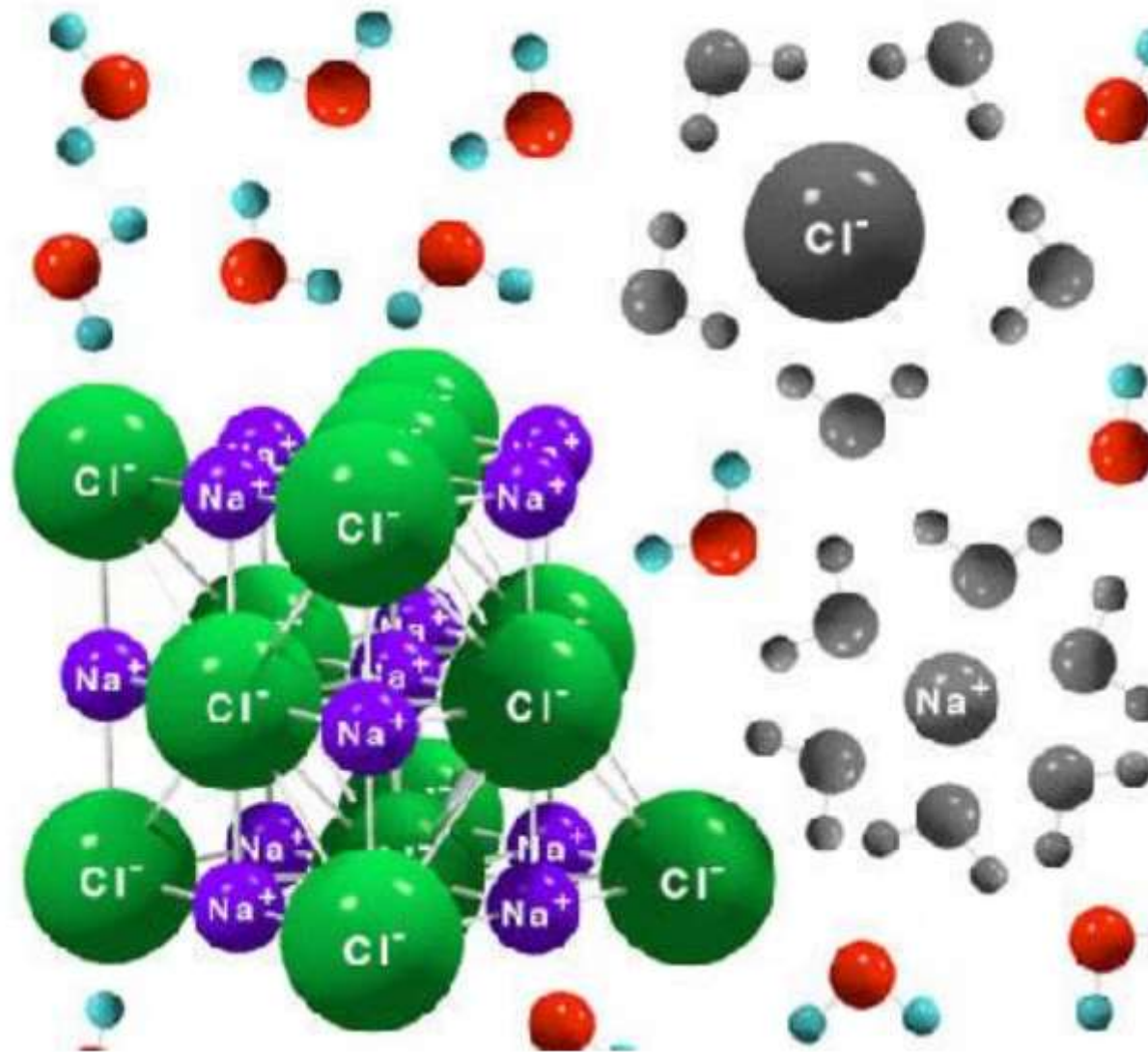


A jég szerkezete
<https://www.netfizika.hu/a-viz-abnormalis-hotagulasa>



<https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesettudomanyok/kemia/altalanos-kemia/a-molekulak-terszerkezete/az-ammonia-es-a-vizmolekula-terszerkezete>

Konyhasó oldódása vízben – fizikai változás



A kémiai gyakorlatban gyakran előforduló sók vízben való oldhatósága:

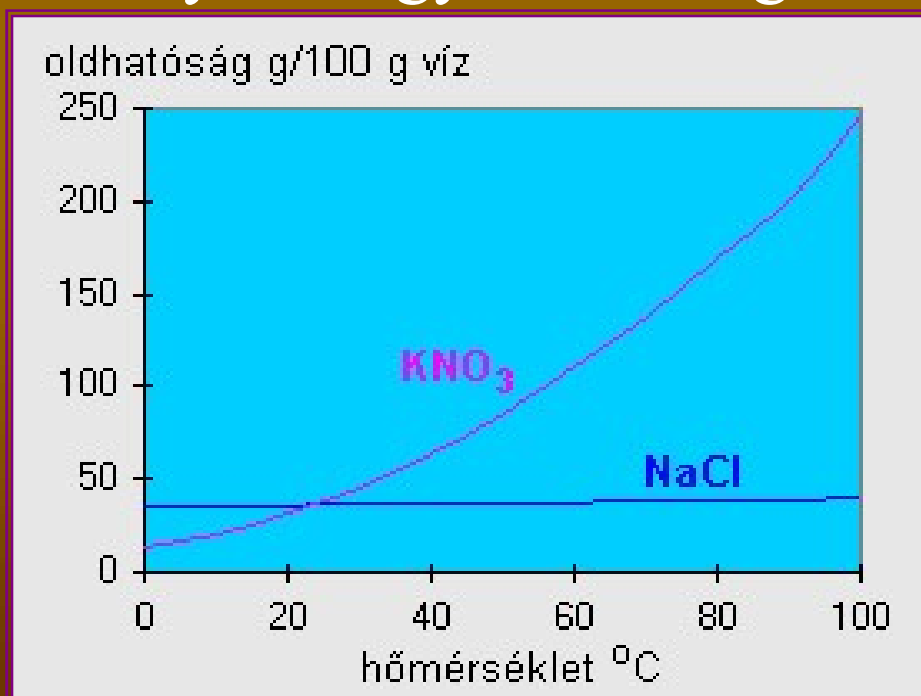
- a nitrátok mind oldhatók (NO_3^-)
- a klorátok mind oldhatók (ClO_3^-)
- a perklorátok mind oldhatók (ClO_4^-),
kivéve a kálium-perklorátot (KClO_4)
- fluoridok oldhatók, kivéve a Ca^{2+} , Sr^{2+} és Ba^{2+} és Al^{3+}
fluoridjait (F^-),
- a kloridok (Cl^-) és bromidok (Br^-), jodidok (I^-) általában
oldhatók

A kémiai gyakorlatban gyakran előforduló sók vízben való oldhatósága:

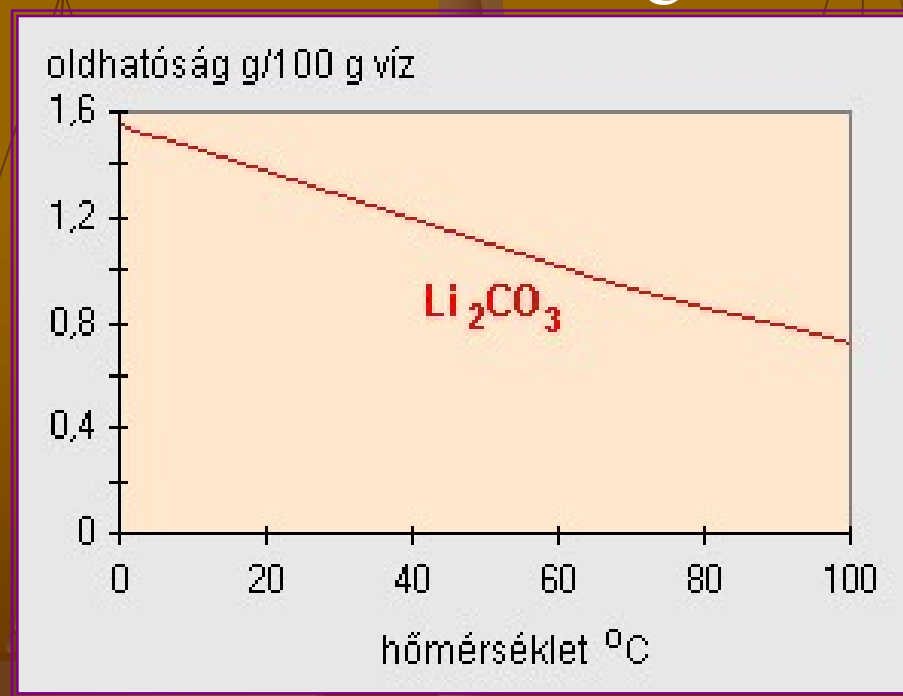
- a karbonátok és a foszfátok általában oldhatatlanok, kivéve az alkálifémek és az ammónium karbonátjait és foszfátjait (CO_3^{2-} , PO_4^{3-}). Több fém (pl. Ca^{2+} , Ba^{2+} , Mg^{2+} és Pb^{2+}) hidrogénkarbonátja vízoldható (HCO_3^-),
- a szulfidok közül csak az alkáli- és alkáliföldfémek szulfidjai oldódnak (S^{2-}).
- a szulfátok közül nem oldható a Ba^{2+} , Sr^{2+} és Pb^{2+} szulfátjai (SO_4^{2-}), és rosszul oldódik az Ag^+ és Hg^{2+} szulfát
- a szulfit és tioszulfát ionoknak csak az alkálifémekkel alkotott sói oldhatók (SO_3^{2-} , $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$).

Szilárd anyagok oldódása

- Az oldhatóság hőmérsékletfüggése - növekvő és csökkenő - az oldáshő előjelétől függően
- Oldáshő = szolvatációs hő – rácsenergia
(víznél – **hidratációs hő**)
- A nyomás gyakorlatilag nem változtat az oldhatóságon



pozitív oldáshő (lehül)



negatív oldáshő (felmelegszik)