

## A víz kémiaja

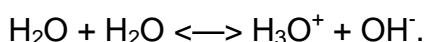
[http://www.inaqua.hu/Content/Vizkemia/water\\_chem.htm](http://www.inaqua.hu/Content/Vizkemia/water_chem.htm)

### A víz (H<sub>2</sub>O)<sup>1</sup>

Színtelen, vastagabb rétegben kékes színű, íztelen, szagtalan folyadék. Az 1 atm nyomáson mért olvadáspontja, valamint forráspontja a Celsius hőmérsékleti skála két alappontja: 0,00°C és 100,00°C. E két érték a csoport többi tagjához képest lényegesen nagyobb, ami a vízmolekulák közötti hidrogénhidkötéseknek tulajdonítható. Ugyancsak a vízmolekulák a körülményektől – főleg a hőmérséklettől – függő asszociációjával, illetve elrendeződésével magyarázható a víz és a jég számos más, jellegzetes tulajdonsága is. Ilyen pl., hogy sűrűségének +4 °C-nál maximuma van, és hogy amikor megfagy, térfogata jelentékenyen megnő.

A hidrogénhidak, noha viszonylag gyenge kapcsolatot jelentenek, mégis határozott kötésiránnyal párosulnak. A lokális rendezettség mind a cseppfolyós víz, mind a jég esetében tetraéderez. Az oxigénatomok körül négy hidrogénatom helyezkedik el, kettő kovalens kötéssel, kettő pedig hidrogénhidkötéssel kapcsolódik. A jég nem szoros illeszkedésű rácsban kristályosodik, ez okozza, hogy sűrűsége kisebb, mint a vízé. Amikor a jég megolvad, vagyis a kristályos szerkezet összeomlik, a hidrogénhidak igen nagy számban hasadnak fel. A folyékony vízben, ahol csak lokális a rendezettség, az említett tetraéderek szorosabban tudnak egymáshoz illeszkedni, mint a szabályos kristályban. A cseppfolyós vízben az átmenetileg kialakuló molekulacsoportok szerkezete 4 °C felett más, mint alacsonyabb hőmérsékleten, mivel más a csúcsaikkal érintkező tetraéderek orientációja. Ezzel magyarázható, hogy a víz sűrűségének maximuma nem az olvadáspontján, hanem + 4 °C-n van.

A cseppfolyós vízben a hidrogénhid kötések kialakulása lehetővé teszi, hogy az igen kis tömegű és nagy mozgékonyaságú proton könnyen átlépjen egyik molekulából a másikba. Ennek azonban az lesz a következménye, hogy az eredetileg azonos molekulákból különböző töltésű ionok képződnek, vagyis kialakul a víz disszociációs egyensúlyának megfelelő helyzet:



#### A vízmolekula alakja és méretei

--	--

#### A víz jellemző adatai

Magyar név	Víz
<a href="#">IUPAC</a> név	Water
Egyéb nevek	dihidrogén-monoxid, hidrogén hidroxid
<a href="#">Képlet</a>	H <sub>2</sub> O
<a href="#">Moláris tömeg</a>	18,0153 g/mol
Megjelenés	színtelen, szagtalan
<a href="#">CAS-szám</a>	[-]

#### Tulajdonságok

<a href="#">Sűrűség</a> és <a href="#">halmazállapot</a>	0,998 g/cm <sup>3</sup> , folyékony
<a href="#">Olvadáspont</a>	0 °C (273,15 K) (32 °F)
<a href="#">Forráspont</a>	100 °C (373,15 K) (212 °F)

#### Fizikai állandók

<a href="#">Képződéshő</a>	-285,83 kJ/mol
Moláris <a href="#">hőkapacitás</a>	75,28 J/mol
	273.16 K (0.01 °C), 611.73 Pa

A hidroxónium - ( $\text{H}_3\text{O}^+$ -) ionban van még ugyan egy szabad elektronpár, ez azonban a fellépő elektrosztatikus taszítás miatt további protont már nem tud megkötni.

Az elektromosságot a víz igen rosszul vezeti, mivel csak kevésbé disszociál hidroxónium – és hidroxid ionokra.

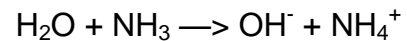
Más anyagokéhoz viszonyítva nagy a fajhője, ezért jó fűtő-és hűtőanyag. Párolgáshője is nagy, ezért kondenzáló gőze fűtésre jól használható.

Molekulaszerkezetével magyarázható a hidratálás jelensége, a vízmolekulák dipólus jellege, valamint a víz nagy dielektromos állandója. Ez utóbbi sajátosságának tulajdonítható, hogy a benne oldott elektrolitok nagymértékben disszociálnak ionjaikra.

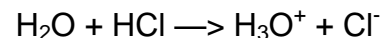
Kémiai szempontból igen állandó vegyület, csak  $2000^\circ\text{C}$  feletti hőmérsékleten kezd nagyobb mértékben elemeire bomlani.

A vízmolekula a körülményektől függően lehet:

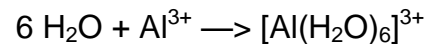
sav (protondonor):



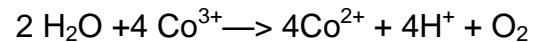
bázis (protonakceptor):



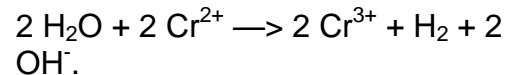
ligandum (elektronpádonor):



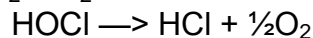
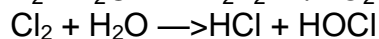
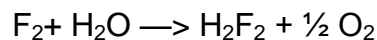
redukálószer (elektrondonor):



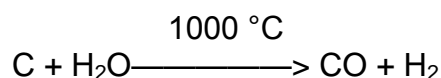
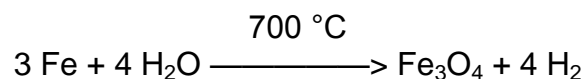
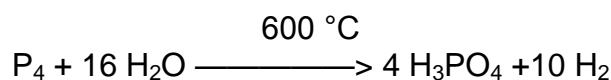
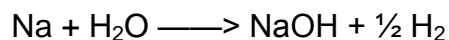
oxidálószer (elektronakceptor):



Vízzel az elemek egy része (nemesgázok, hidrogén, oxigén, nitrogén) nem reagál, csak fizikailag oldódik benne – rendszerint igen rosszul. Az elemek nagy része azonban, megfelelő hőmérsékleten, reakcióba lép a vízzel. A nagy elektronegativitású halogénelemek haloidsavat képeznek vele, miközben közvetlenül vagy közvetve oxigén fejlődik, amely erélyesen oxidál, pl:



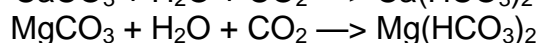
Ha kisebb elektronegativitású elemek reagálnak vízzel, oxidok, hidroxidok vagy oxosavak képződnek, és hidrogén fejlődik, amely viszont redukáló hatást fejthet ki:



A fémek vízzel való reakcióját nagymértékben befolyásolja a fém felületén képződő oxid vagy hidroxid oldhatósága. Ha ugyanis az oldhatatlan, védőréteggént megakadályozhatja a fém további oldódását. Ez a helyzet pl. a magnézium vagy az alumínium esetében. A főleg természetes vizekben oldott oxigén és szén-dioxid a védőrétegek kialakulására lényeges hatással lehet.

A víz a nemfémek oxidjaival savakká, a fém-oxidokkal, ha azokban a fém alacsony oxidációs fokú, bázisokká egyesül. Számos vegyületet hidrolizál, különböző kémiai folyamatokban katalizátorként szerepel.

Igen sok anyagnak jó oldószere. A természetes vizek, amelyek a levegővel érintkezve abból több-kevesebb széndioxid vesznek fel, oldják a tiszta vízben egyébként gyakorlatilag oldhatatlan kalcium- és magnézium-karbonátot is.



A hidrogénkarbonátok képződése megfordítható folyamat. Ezért, ha a széndioxid eltávozik az oldatból, a karbonátok kicsapódnak (kazánkő, cseppkő képződése).

A Földön a víz igen elterjedt. A természetes vizek azonban különböző anyagokat tartalmaznak oldott vagy lebegő állapotban, ezért csak megfelelő tisztítási, kezelési műveletek elvégzése után használhatók ivó- vagy ipari vízként.

A víz a növényi, állati és emberi szervezeteknek egyaránt fontos alkotórésze, szabad állapotban vagy kolloidális anyagokhoz kötve egyaránt előfordul bennük.

Élettani szempontból nélkülözhetetlen, mint oldószer, és mint különféle kémiai reakciók közege.

<sup>1</sup>Nyilasi János: Szervetlen kémia

## Lágyvíz – keményvíz

<http://www.inaqua.hu/Content/Vizkemia/hardness.htm>

### Tájékoztató a keménységről

#### Miért mondjuk, hogy "kemény" a víz?

A lágy és a kemény vizet már a rómaiak is megkülönböztették, bár kémiája még ismeretlen volt. Ma már kevesen tudják, hogy a mai elnevezés a XIX. századi mosodai iparból származik: ugyanis a vízben lévő kalcium és magnézium a szappannal egy vízben nem oldódó vegyületet alkot. Ez rátapad a mosott ruhára és vasaláskor megolvadva, majd a szálakon újból kidermedve olyan hatást kelt, mintha a ruhát kikeményítették volna, azt merevvé és zsírosan fénylővé teszi. Innen ered az elnevezés.

#### Mi okozza a víz keménységét?

A víz keménysége a benne oldott kalcium- és magnéziumsók összessége. Ezek a sók minden természetes vízben megtalálhatók, a kőzetekből és a talajból oldódnak ki. Ivóvízben jelenlétük kedvező és szükséges. A víz keménységét attól függően, hogy mihez kötődik, az alábbiak szerint osztályozzuk:

Összes keménység = ÖK	Karbonát keménység=KK	Melegítésnél kiválik (vízkő)	Szappannal csapadékot képez
	Nemkarbonát keménység=NKK	Melegítésnél nem változik	

Lágyvízről akkor beszélünk, ha a víz kalciumot és magnéziumot nem, vagy csak keveset tartalmaz.

#### Mit okoz a víz keménysége?

Ipari vagy háztartási alkalmazások esetén a víz keménysége (vagy túl magas keménysége) sok problémát okozhat. Például

Mosásnál, mosógépeknél:

- reagál a szappannal vagy mosószerrel, annak jelentős részét hatástalanítja, így abból jóval több fogy.

- A vízkő elsősorban a fűtőfelületeken válik ki, rontva a hőátadást

Bojlerekben:

- A kivált vízkő akár a teljes fűtőberendezést megtöltheti, rontva a hőátadást, eltömítve a csővezetékeket

Mosogató berendezéseknél:

- A vízkő kiválik a fűtőfelületeken

- Lehetlenné tesz a foltmentes száradást

Kazánoknál, fűtési berendezéseknél:

- A vízkő kiválik a fűtőfelületeken, rontja a hőátadást. Idővel lepattozik, helyi túlhevülést, a kazáncsővek lyukadását, a kazán robbanását idézheti elő

- Romlik a fűtési rendszer hatásfoka, nő a tüzelőanyag-felhasználás

### Mi a teendő?

A felsorolt károsodások mind megelőzhetők a víz lágyításával. A nagy ipari berendezések is, mindenekeelőtt a kazánok, kizárólag teljesen lágyított, illetve sótalanított víz felhasználásával működnek. A lágyítás mint eljárás olcsón hozzáférhető a kisebb felhasználók számára is.

### A lágyítók működése

A víz teljes lágyítása, tehát a karbonát- és a nemkarbonát-keménység eltávolítása elérhető egy lépésben az ioncsere segítségével. Az eljárás lényege az, hogy a vizet átvezetjük egy olyan oszlopon, mely nátrium-ionokkal telített ioncserélő gyantával van megtöltve. A gyanta a vízben lévő kalcium- és magnézium-ionokat kicseréli a nátrium ionokra, a keménységet okozó ionok a gyantán megkötődnek. Amikor a gyanta telítődött a keménységgel, azaz kimerült, regenerálni kell. A regenerálás konyhasóval történik. Ilyenkor ismét a só nátrium-ionjai kötődnek meg a gyantán, a kalcium- és magnézium ionok pedig a csatornába távoznak. A gyanta ismét kész a lágyításra.

### Honnan tudjuk, hogy kimerült az ioncserélő?

Az ellenőrzésre különféle gyorsteszteket lehet használni. A gyorstesztek színváltozással jelzik a gyanta kimerülését. A kimerülés nyomon követhető vízőrával is, ha ismert a használt nyersvíz keménysége.

## A víz sótartalma és keménysége

<http://www.inaqua.hu/Content/Vizkemia/Sotartalom%20es%20kemenyseg.htm>

### 1. Általános eset

Kationok			Anionok				
Összes kation	Ca <sup>2+</sup> Mg <sup>2+</sup>	=	ÖK Összes keménység	KK Karbonátkeménység	=	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Összes anion
				NKK Nemkarbonát keménység		Cl <sup>-</sup>	
	Na <sup>+</sup>		Keménységet nem okozó sók		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		
	K <sup>+</sup>				NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		

A karbonátkeménység a víz összes keménységének HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> -hoz kötött része.

## 2. Szikes vizek

Kationok			Anionok				
Összes kation	Ca <sup>2+</sup> Mg <sup>2+</sup>	=	ÖK Összes keménység	KK Karbonátkeménység	=	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Összes anion
				Keménységet nem okozó sók		Szikesség	
	Na <sup>+</sup>		Cl <sup>-</sup>				
	K <sup>+</sup>		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		

Ha [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] > KK, akkor a víz szikes. Szikesség = [HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>] - KK.

### A keménység mértékegységei

[http://www.inaqua.hu/Content/Vizkemia/hardness\\_units.htm](http://www.inaqua.hu/Content/Vizkemia/hardness_units.htm)

Keménységi egység	mval/l	1 ppm CaCO <sub>3</sub>	nK°	°e	°f	°r	°a	kgr/ft <sup>3</sup> CaCO <sub>3</sub>
1 mval/l	1	50	2,805	3,51	5	20	2,924	0,0218

<b>1 ppm CaCO<sub>3</sub></b>	0,02	1	0,0561	0,0702	0,1	0,40	0,0585	0,000437
<b>1 nK°</b>	0,3536	17,8	1	1,25	1,78	17,8	1,042	0,00778
<b>1 ° e</b>	0,2852	14,3	0,800	1	1,43	14,3	0,833	0,00622
<b>1 ° f</b>	0,2	10	0,561	0,702	1	10	0,585	0,00437
<b>1 ° r</b>	0,05	2,5	0,14006	0,17483	0,25	1	0,14577	0,001088
<b>1 ° a</b>	0,342	17,1	0,9593	1,2004	1,71	17,1	1	0,00747
<b>1 kgr/ft<sup>3</sup> CaCO<sub>3</sub></b>	45,8	2288	128,47	160,76	228,8	918,7	133,8	1

### Definíciók

- 1 mval/l** keménységű az a víz, melynek 1 literében 1 mval, azaz 1 mg egyenértéksúlynyi keménységet okozó (Ca és/vagy Mg) só van feloldva.
- 1 ppm CaCO<sub>3</sub>** keménységű az a víz, melynek 1 literében 1 mg CaCO<sub>3</sub>-tal egyenértékű keménységet okozó (Ca és/vagy Mg) só van feloldva.
- 1 nK°** azaz 1 német keménységi fok keménységű az a víz, melynek 1 literében 10 mg CaO-dal egyenértékű keménységet okozó (Ca és/vagy Mg) só van feloldva.
- 1 ° e** azaz 1 angol keménységi fok keménységű az a víz, melynek 0,8 literében 10 mg CaO-dal egyenértékű keménységet okozó (Ca és/vagy Mg) só van feloldva.
- Más definíció:  
1 angol keménységi fok (Clark°) keménységű az a víz, melynek 1 gallonjában (= Imp. Gallon U.K., 4,546 liter) 1 grain azaz 0,0648 gramm CaCO<sub>3</sub>-tal egyenértékű keménységet okozó (Ca és/vagy Mg) só van feloldva.
- 1 ° f** azaz 1 francia keménységi fok keménységű az a víz, melynek 1 literében 10 mg CaCO<sub>3</sub>-tal egyenértékű keménységet okozó (Ca és/vagy Mg) só van feloldva.
- 1 ° r** azaz 1 orosz keménységi fok keménységű az a víz, melynek 1 literében 10 mg Ca-mal egyenértékű keménységet okozó (Ca és/vagy Mg) só van feloldva.
- 1 ° a** azaz 1 grain/U.S. gallon keménységű az a víz, melynek 1 U.S. gallonjában (= U.S. Gallon, Gal, 3,785 liter) 1 grain azaz 0,0648 gramm CaCO<sub>3</sub>-tal egyenértékű keménységet okozó (Ca és/vagy Mg) só van feloldva.
- 1 kgr/ft<sup>3</sup> CaCO<sub>3</sub>** azaz 1 kilograin/köbláb keménységű az a víz, melynek 1 köblábjában (= 28,32 liter) 1 kilograin azaz 64,8 gramm CaCO<sub>3</sub>-tal egyenértékű keménységet okozó (Ca és/vagy Mg) só van feloldva.

# SÓTARTALOM ÉS VEZETŐKÉPESSÉG

## Oldott anyag és só tartalom számítása a fajlagos villamos vezetés értékekből

<http://www.inaqua.hu/Content/Vizkemia/Sotartalom%20es%20vezetokepesseg.pdf>

Nagyobb villamos vezetőképességű ( $\kappa_2 > 10 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ ), semleges kémhatású vizek mérési eredményeiből az alábbiak szerint számíthatjuk a víz nátrium-klorid egyenértékben kifejezett közelítő só tartalmát:

Oldottanyag tartalom, mg/l  $\text{NaCl} = 0,52 \cdot \kappa_2$ ,

ahol

0,52 a 200 C-on  $1 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$  fajlagos vezetést okozó NaCl mennyisége mg/l-ben.

Lúgos kémhatású vizeknél (pl. kazánvíz) a villamos vezetésméréssel történő só tartalom meghatározásához a vizet semlegesíteni kell. A semlegesítésnél úgy járunk el, hogy a vizsgálandó vízmintához (200–250 cm<sup>3</sup>) 0,2–0,3g (késhegynyi) pirogallolt adunk, és jól összekeverjük.

A pirogallol hozzáadása előtt és után mért villamos vezetésből a semleges sók és a lúg okozta vezetés külön-külön meghatározható. Az így kapott értékekből a semleges sók koncentrációja, a lúgkoncentráció és összes só tartalom számítható, azon az alapon, hogy a lúg okozta fajlagos villamos-vezetés pirogallol hozzáadása után 0,38-szor kisebb lesz.

A számítás a következő összefüggések alapján végezhető:

$\kappa_1$ : a vízminta fajlagos villamos vezetése,  $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$

x: a lúgok okozta fajlagos villamos vezetés,  $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$

$\kappa_2$ : fajlagos villamos vezetés a pirogallol hozzáadása után,  $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$

y: a semleges sók okozta fajlagos villamos vezetés,  $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$

$$\kappa_1 = x + y$$

$$\kappa_2 = 0,38 x + y$$

A két egyenletből a semleges sók okozta fajlagos villamos vezetés

$$y = 1,6 \kappa_2 - 0,6 \kappa_1 \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$$

A semleges sók koncentrációja NaCl-ben kifejezve:

$$y \cdot 0,52 \text{ mg/l NaOH}$$

A lúgkoncentráció okozta fajlagos villamos vezetés

$$x = 1,6 [\kappa_1 - \kappa_2] \mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$$

A lúgkoncentráció NaOH-ban kifejezve:

$$x \cdot 0,19 \text{ mg/l NaOH}$$

Semleges sók + lúg NaCl-ben kifejezve:

$$\kappa_2 \cdot 0,52 \text{ mg/l NaCl}$$

Az alkáli-iontartalom nátrium-ionban kifejezve:

$$\text{Na}^+ = 0,11x + 0,2 y \text{ mg/l}$$

# LÚGOSSÁG ÉS KEMÉNYSÉG

1

## 1. A lúgosság fogalma

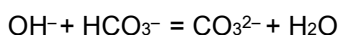
**1.1.** A víz lúgosságát az oldott alkálifémek és alkáliföldfémek hidroxidjai, karbonátjai és hidrogénkarbonátjai okozzák.

**1.2.** Kétféle lúgosság különböztethető meg, úgymint: a fenolftalein lúgosság (jelölése  $p$  lúgosság) és a metilnarancs lúgosság (jelölése  $m$  lúgosság). A víz összes lúgosságán mindig az  $m$  lúgosságot kell érteni. A metilnarancs indikátor a víz lúgosságát okozó összes vegyületeket, tehát a hidroxidokat, karbonátokat és hidrogénkarbonátokat, míg a fenolftalein indikátor csak a hidroxidokat és a karbonátok mennyiségének a felét jelzi. Képletekkel kifejezve:

$$m = \text{OH}^- \text{ mval/l} + \text{CO}_3^{2-} \text{ mval/l}, \text{ vagy } m = \text{CO}_3^{2-} \text{ mval/l} + \text{HCO}_3^- \text{ mval/l}$$

$$p = \text{OH}^- \text{ mval/l} + \text{CO}_3^{2-} / 2 \text{ mval/l}.$$

Vizes oldatban egymás mellett csak hidroxidok és karbonátok, vagy karbonátok és hidrogénkarbonátok lehetnek jelen. Hidroxid és hidrogénkarbonát egymás mellett nem lehet jelen, mert a következő reakció-egyenlet szerint a hidroxid azonnal karbonáttá alakul:



**1.3.** A  $p$  lúgosság azt fejezi ki, hogy fenolftalein indikátor jelenlétében 100 ml víz közömbösítéséhez hány ml 0,1 n sósav, vagy kénsav, vagy ami ezzel egyenértékű: 1 l víz közömbösítéséhez hány ml 1 n sósav vagy kénsav szükséges. Az  $m$  lúgosság azt fejezi ki, metilnarancs indikátor jelenlétében 100 ml víz közömbösítéséhez hány ml 0,1 n sósav, vagy kénsav, vagy ami ezzel egyenértékű: 1 l víz közömbösítéséhez hány ml 1 n sósav vagy kénsav szükséges. A közömbösítésre fogyott 0,1n sav ml-einek száma a  $p$  és  $m$  lúgosság értékét mval/l-ben adja meg.

**1.4.** A  $p$  és  $m$  számértéke 2,8-al (a kalciumoxid egyenértéksúlyának tizedrészével) szorozva, a lúgosságot keménységi fok egyenértékben adja meg, amelynek jelölése  $P$ , illetőleg  $M$ . (A 3.3 szerinti számítási képletekben ez a jelölés fordul elő.)

## 2. A $p$ - és $m$ lúgosság vizsgálata

**2.1.** A vizsgálatokat megszürt, kristálytiszt, szobahőmérsékletű vízzel kell végezni. A vizsgálatához használt lombikot előzetesen desztillált vízzel jól ki kell öblíteni. A bemérő pipettát a vizsgálandó vízzel a használat előtt minden esetben ki kell öblíteni.

**2.2.** A titráló buretta 1/20 ml, vagyis 0,05 ml osztású legyen.

### 2.3. Szükséges kémszerek

Sósav vagy kénsav, 0,1 n Fenolftalein indikátor: 10 g fenolftalein 1 liter 96%-os etilalkoholban oldva. Metilnarancs indikátor: 1 g metilnarancs 1 liter desztillált vízben oldva.

### 1.4. Vizsgálati eljárás

100 ml vizsgálandó vizet titráló lombikba pipetázunk, 2 csepp semlegesített fenolftalein indikátort adunk hozzá, és 0,1 n sávval, óvatosan az ibolyaszín eltűnéséig titráljuk. A titrálás vége felé vigyázni kell, mert az indikátor színe hirtelen tűnik el, az átcsapás igen éles. A fogyasztott 0,1 n sav ml-ek száma a  $p$  lúgosság. Ha a fenolftalein indikátortól a vizsgálandó víz nem színeződik, akkor a víznek  $p$  lúgossága nincsen. A  $p$  lúgosság megállapítása



után 2 csepp metilnarancs indikátort adunk a vízhez, és 0,1 n savval tovább titráljuk mindaddig, amíg a metilnarancs átmeneti narancsszínét meg nem kaptuk. A fogyott összes 0,1 n sav mennyisége az  $m$  lúgosság. (A leolvasott fogyasztásból a  $p$  lúgosságnál kapott értéket nem kell levonni, mert az  $m$  lúgosság magában foglalja a  $p$  lúgosságot is.)

**2.4.1.** Olyan vizek esetén (pl. csapadékvíz), amelynek az  $m$  lúgossága 0,2-nél kisebb, 100 ml vizet 0,02 n savval titrálunk. Ez esetben a titráláskor kapott  $p$  és  $m$  számértéket 5-tel osztani kell, és ez eredményezi a  $p$ , illetőleg  $m$  lúgosságot.

**2.5.** A  $p$  és  $m$  lúgosság értékét 0,05-re kikerekített pontossággal kell megadni.

### 3. A $p$ - és $m$ lúgosság értékeiből levonható következtetések

**3.1.** A  $p$  és  $m$  lúgosság meghatározásának célja, a vizsgálandó vízben oldott hidroxidok, karbonátok és hidrogénkarbonátok mennyiségeinek, illetőleg a víz karbonátkeménységének és kötött szénsavtartalmának a megállapítása. Természetes vizekben az alkálifémek és alkáliföldfémek hidroxidjai és karbonátjai általában nem fordulnak elő. A kémiaiilag előkészített vizekben és kazánvizekben jelen lehetnek az alkálifémek és alkáliföldfémek hidroxidjai, karbonátjai, vagy csak karbonátjai, vagy karbonátjai és hidrogénkarbonátjai. A lúgosságot nátriumfoszfát, továbbá oldott szilikátok, alumínátok és szulfitok is okozhatják.

**3.2.** A  $p$  és  $m$  lúgosságból a meghatározott összes keménység ( $\ddot{O}K$ ) ismeretében a 3.3 szakaszban közölt képletekkel kiszámítható, hogy a vizsgált víz milyen és mennyi lúgosságot okozó vegyületet, vagyis: nátriumhidrogénkarbonátot, nátriumkarbonátot, nátriumhidroxidot, kalciumhidroxidot (mészfelesleget), kalciummagnéziumkarbonátot és kalciummagnéziumhidrogénkarbonátot tartalmaz. E számítások alapján ellenőrizhető a vegyileg lágyított víz és a kazánvíz minősége is. A  $p$  és  $m$  lúgosság számértékének viszonya szerint előforduló különböző lehetőségeknek megfelelően a számítási képletek öt főcsoportba (I. - V.) rendezhetők. (I. 3.3). A főcsoportokon belül az összes keménység ( $\ddot{O}K$ ) és az  $M$  értékének összefüggése szerint három alcsoport (1. – 3.) különböztethető meg. A IV. és V. főcsoport 3. alcsoportján belül az összes keménység és a karbonáttartalom összefüggése alapján három eset (a–c) fordulhat elő. A vizsgálati eredmény számításához mindenképp a  $P$  és  $M$  számértéke alapján a főcsoportot (I.-V.) kell megállapítani. Ezután az összes keménység ( $\ddot{O}K$ ) és az ( $M$ ) számértéke alapján meg kell keresni, hogy a kijelölt főcsoporton belül melyik alcsoport esete forog fenn. Az így megtalált alcsoportban szereplő képlet szerint kell elvégezni a számítást. Ha a IV. vagy V. főcsoport 3. alcsoportjának esete forogna fenn, akkor az alcsoporton belül meg kell keresni a 2 ( $M - P$ ), illetőleg a 2  $P$  és az  $\ddot{O}K$  meghatározott értéke alapján, hogy a három eset közül (a. – c.) melyik van jelen. Az így megtalált esetben szereplő képlet szerint kell elvégezni a számítást. A képletekben szereplő abszolút számértékek az MSZ 5200/1. lap szerinti keménységegyenértékek, amelyek átszámítási tényezők a  $n_{k_0}$ -ról a mg/l-re.

### 3.3. Számítási képletek \*

#### I. $P = 0$ és $M$ nagyobb, mint 0

Csak hidrogénkarbonátok lehetnek jelen.

1.  $\ddot{O}K = 0$

$NaHCO_3 = M \times 30$  mg/l

2.  $M$  egyenlő, vagy kisebb, mint  $\ddot{O}K$ .

A hidrogénkarbonát kalcium- és magnéziumhidrogénkarbonát alakjában lehet csak jelen. Ha  $M$  kisebb, mint az  $\ddot{O}K$ , akkor a vízben  $NKK$  (nem karbonátkeménység) is van.

$$M = KK \text{ nk}_o$$

$$\ddot{O}K - KK = NKK \text{ nk}_o$$

3.  $M$  nagyobb, mint  $\ddot{O}K$ .

Tehát a víz **szikes**, az összes keménység egyenlő a  $KK$ -gel (karbonátkeménység), vagyis  $NKK$  nincsen.

A víz nátriumhidrogénkarbonátot is tartalmaz.

$$\text{NaHCO}_3 = (M - \ddot{O}K) \times 30,0 \text{ mg/l.}$$

## II. $P = M$

Csak hidroxid lehet jelen,  $\text{NaOH}$  vagy  $\text{Ca(OH)}_2$ , vagy mind a kettő egymás mellett.

1.  $\ddot{O}K = 0$

Csak  $\text{NaOH}$  lehet jelen.

$$\text{NaOH} = P \times 14,3 \text{ mg/l.}$$

2.  $M$  egyenlő, vagy kisebb mint  $\ddot{O}K$ : Mészfelesleg van.

$$\text{Ca(OH)}_2 = P \text{ nk}_o, \text{ vagy}$$

$$\text{Ca(OH)}_2 = P \times 13,2 \text{ mg/l}$$

Ha  $M$  kisebb, mint  $\ddot{O}K$ , akkor  $NKK$  is van.

$$\ddot{O}K - M = NKK \text{ nk}_o$$

3.  $M$  nagyobb, mint  $\ddot{O}K$ : egymás mellett van  $\text{Ca(OH)}_2$  és  $\text{NaOH}$ .

$$\text{Ca(OH)}_2 = \ddot{O}K \times 13,2 \text{ mg/l}$$

$$\text{NaOH} = (M - \ddot{O}K) \times 14,3 \text{ mg/l}$$

## III. $2P = M$

Csak karbonát lehet jelen.

1.  $\ddot{O}K = 0$ : csak nátriumkarbonát van jelen.

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 = 2P \times 18,9 \text{ mg/l}$$

2.  $M$  egyenlő vagy kisebb, mint  $\ddot{O}K$ : kalcium- és magnéziumkarbonát van jelen, vagy ha  $M$  kisebb, mint az  $\ddot{O}K$ ,  $NKK$  is van.

$$\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3 = M \text{ nk}_o$$

$$\ddot{O}K - M = NKK \text{ nk}_o$$

3.  $M$  nagyobb, mint  $\ddot{O}K$ : kalcium- és magnéziumkarbonát mellett még nátriumkarbonát is van.

$$\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3 = \ddot{O}K \text{ nk}_o$$

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 = (M - \ddot{O}K) \times 18,9 \text{ mg/l}$$

## IV. $2P$ nagyobb, mint $M$

Hidroxid és karbonát lehet jelen.

1.  $\ddot{O}K = 0$ : keménységet okozó só nincsen, tehát:

$$\text{Na}_2\text{CO}_3 = 2(M - P) \times 18,9 \text{ mg/l}$$

$$\text{NaOH} = (2P - M) \times 14,3 \text{ mg/l}$$

2.  $M$  egyenlő vagy kisebb mint  $\ddot{O}K$ : a  $KK$  mellett mészfelesleg is van.

$$\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3 = 2(M - P) \text{ nk}_o$$

$$\text{Ca(OH)}_2 = 2P - M \text{ nk}_o \text{ mint keménység, vagy}$$

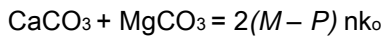
$$\text{Ca(OH)}_2 = (2P - M) \times 13,2 \text{ mg/l}$$

Ha  $M$  kisebb, mint  $\ddot{O}K$ ,  $NKK$  is van.

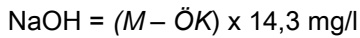
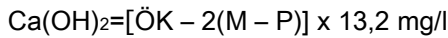
$$NKK = \ddot{O}K - M$$

3.  $M$  nagyobb, mint  $\ddot{O}K$ : a következőkben felsorolt esetektől függően, kalcium- és magnéziumkarbonát-keménység mellett jelen lehet mészfelesleg, nátriumhidroxid és nátriumkarbonát.

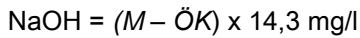
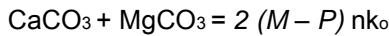
a)  $2(M - P)$  kisebb, mint  $\ddot{O}K$ :



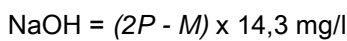
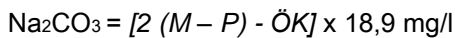
$\text{Ca(OH)}_2 = \ddot{O}K - 2(M - P) \text{ nk}_o$ , mint keménység, vagy



b)  $2(M - P) = \ddot{O}K$ :



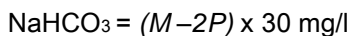
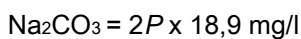
c)  $2(M - P)$  nagyobb, mint  $\ddot{O}K$ :



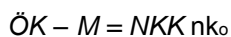
## V. 2 $P$ kisebb, mint $M$

Karbonátok és hidrogénkarbonátok lehetnek jelen.

1.  $\ddot{O}K = 0$ : keménységet okozó só nincsen, tehát:

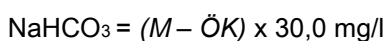


2.  $M$  egyenlő vagy kisebb, mint  $\ddot{O}K$ : a  $\text{CO}_3$ ,  $\text{HCO}_3$  ionok csak keménységet okozó kationokhoz lehetnek kötve, továbbá, ha  $M$  kisebb, mint  $\ddot{O}K$ , akkor  $NKK$  is van.



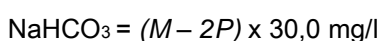
3.  $M$  nagyobb, mint  $\ddot{O}K$ : a következőkben felsorolt esetektől függően  $KK$  mellett nátriumkarbonát és nátriumhidrogénkarbonát lehet jelen.

a)  $2P$  kisebb, mint  $\ddot{O}K$ :

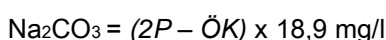
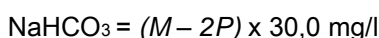


$\text{Na}_2\text{CO}_3$  nem lehet jelen.

b)  $2P = \ddot{O}K$ :



c)  $2P$  nagyobb, mint  $\ddot{O}K$ :



**3.4.** Ha a vizsgálandó víz oldott foszfátot is tartalmaz, akkor az előző képletekben szereplő  $p$  és  $m$ , illetőleg  $P$  és  $M$  számértékei helyébe a következő képlettel számított  $p_+$  és  $m_+$  korrigált számértéket kell alkalmazni:

$$p_+ = p - \text{P}_2\text{O}_5 \text{ (mg/l)} / 71,5$$

$$m_+ = m - \text{P}_2\text{O}_5 \text{ (mg/l)} / 35,7$$

Ebben az esetben a korrigált  $p_+$  és  $m_+$  értékek szorozva 2,8-al adják a  $P$  és  $M$  értéket.

## 4. A lúgossági szám (LSz) és a nátronszám (NSz) meghatározása

**4.1.** A kazánvíz lúgosságának értékmérője a lúgossági szám. Rövidített jelölése: *LSz*. A lúgossági szám azt fejezi ki, hogy a kazánvízben jelenlevő, lúgosan reagáló vegyületek (NaOH, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, Na<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>) mely mértékben hatnak úgy, mint a nátronlúg. A *p* lúgosság 40-nel szorozva a lúgossági szám értékét adja:

$$LSz = p \times 40$$

**4.2.** A kazánvíz lúgosságának értékmérőjéül a nátronszámot is lehet alkalmazni. A nátronszám rövidített jelölése: *NSz*. A nátronszám a 3.3 szerint kiszámított NaOH és Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> tartalom és a P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ismeretében a következő képlettel határozható meg:

$$NSz = NaOH \text{ mg/l} + Na_2CO_3 / 4,5 + 3,6 P_2O_5 \text{ mg/l}$$

Ha a kazánvíz keménységet és foszfátfelesleget nem, vagy elhanyagolhatóan kis mennyiségben tartalmaz, akkor a nátronszám közvetlenül a *p* és *m* számból, a következő egyszerűsített képlettel számítható ki:

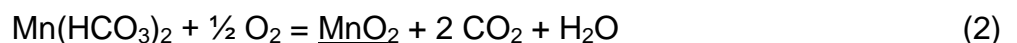
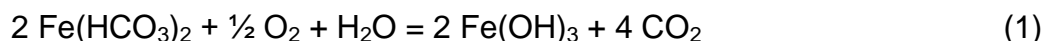
$$NSz = 56,5p - 16,5m$$

### A víz vas- és mangántalanítása

[http://www.inaqua.hu/Content/Vizkemia/iron\\_manganese.htm](http://www.inaqua.hu/Content/Vizkemia/iron_manganese.htm)

### A víz vas- és mangántartalma

A mélyfúrású kutak vize az oldott vasat Fe<sup>2+</sup> ionok, illetve oldott Fe(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> formájában tartalmazza. A mangán Mn<sup>2+</sup> ionok, illetve Mn(HCO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> formájában van jelen. Az Fe<sup>2+</sup> és Mn<sup>2+</sup> ionokat különféle oxidálószerrel, köztük a levegő oxigénje, Fe<sup>3+</sup> illetve Mn<sup>4+</sup> ionokká képesek oxidálni. A keletkező Fe(OH)<sub>3</sub> és MnO<sub>2</sub> csapadék vízben oldhatatlan.



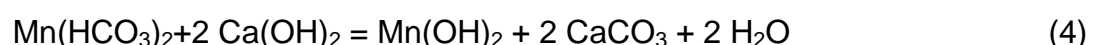
Felszíni, oldott oxigént tartalmazó vizekben, illetve mélységi vizek felszínre kerülésekor, az oxidáció magától végbemegy, éppen ezért a felszíni vizek (folyókák, tavak) vas- és mangántartalma rendszerint nem jelentős. Ivóvíz esetében az oldott vas ízrontó hatású, a kiváló csapadékok lera-kódnak a csövekben, foltot hagynak, stb. A kivált hidroxidok a technológiai berendezésekben is súlyos üzemzavarokat okozhatnak, pl. az RO-berendezések membránjaira kivált vas és mangán csapadék nagyon nehezen távolítható el, akár véglegesen is tönkretelheti a membránokat. Ez az oka annak, hogy a vas és mangán eltávolítása fontos technológiai művelet a vízkezelésben.

### A vas- és mangántartalom eltávolítása

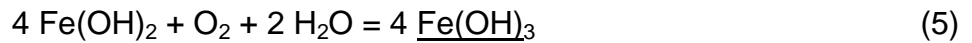
A vas- és mangántartalom eltávolítása csapadékképzéssel, vagy oxidációval történhet

#### Csapadékos eljárás

Lúgos közegben a vas- és mangán vegyületek hidroxid csapadékot képeznek:



A kivált vas(II)-hidroxid, mangán(II)-hidroxid tovább oxidálódik:

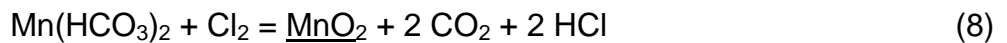
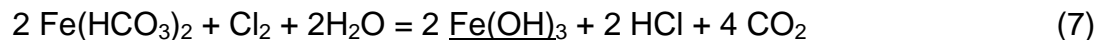


Látható, hogy a hagyományos meszes dekarbonizálás egyben igen hatékony vastalanítás is.

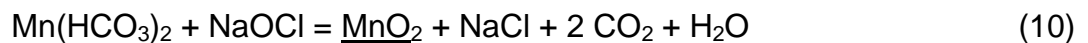
### Oxidációs eljárások

A klórgáz, klórmész, nátrium-hipoklorit oldat, ózon, mind lehetséges oxidálószer a víz vas- és mangántalanítására. A reakciók pillanatszerűek, a keletkezett csapadékok szűréssel eltávolíthatók.

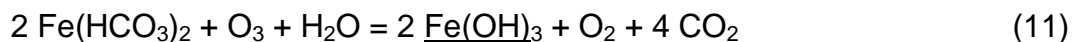
#### (1) klórozás



#### (2) klórmész vagy nátrium-hipoklorit adagolás



#### (3) ózon adagolás

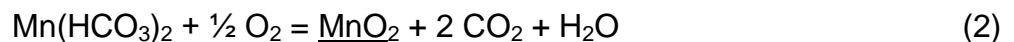


#### (4) oxidáció káliumpermanganáttal



#### (5) oxidáció levegővel, illetve oldott oxigénnel

Itt a korábban már ismertetett reakciók játszódnak le.



A levegő oxigénjével végzett oxidáció reakciósebessége alacsony. Ez a reakciósebesség megnövelhető a különféle katalitikus szűrőanyagok alkalmazásával.

A katalitikus szűrőanyagok önmaguk nem oxidálószer, az oxidációt csak felgyorsítják, hatékonnyá teszik. Alkalmazásuk igen gazdaságos, mert nem igényelnek sztöchiometrikus mennyiségű vegyszert, de az eljárás sebessége megegyezik a vegyszeres eljárások sebességével. Előnyös, hogy az oxidáció és a keletkezett csapadék kiszűrése térben és időben egyszerre megy végbe.

## Katalitikus szűrőanyagok

### Manganes Greensand = zöldhomok

Természetes ásványi anyag. Időszakos reaktiválást igényel, ezt káliumpermanganát oldattal kell végezni. Ma még sok helyen alkalmazásban van, de európai forgalmazása megszűnt, a kedvezőtlen hosszú távú tapasztalatok miatt. (Összetömrődés, nehézkes moshatóság). Kiváltására az MTM-et javasolják.

### MTM jelű szűrőanyag

A zöldhomok mesterséges változata. Ugyancsak időszakos káliumpermanganátos reaktiválást igényel. Előnyös a zöldhomoknál kisebb sűrűsége, ez kisebb mosási sebességet

tesz lehetővé.

### **BIRM jelű szűrőanyag**

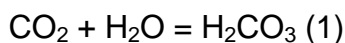
Mesterséges ásványi szűrőanyag. Fontos tulajdonsága, hogy egyáltalán nem igényel kálium-permanganátos reaktiválást. Csak alacsonyabb vas- és mangántartalom esetében használható.

**A KATALITIKUS SZŰRŐANYAGOKAT MINDIG A VÍZÖSSZETÉTEL ISMERETÉBEN  
KELL KIVÁLASZTANI.**

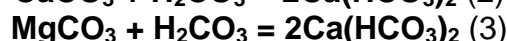
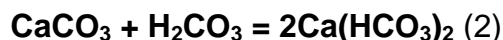
**A víz szén-sav-tartalma és annak eltávolítása**  
<http://www.inaqua.hu/Content/Vizkemia/co2.htm>

## **1. A VÍZ SZÉN-SAV-TARTALMA**

A természetes vizek mindig tartalmaznak oldott széndioxidot, CO<sub>2</sub>-t. A CO<sub>2</sub> a vizekbe elsősorban a levegő CO<sub>2</sub>-tartalmának beoldódásával kerül. A CO<sub>2</sub> a vízben részben fizikailag, részben kémiaailag oldódik. A kémiai oldódás eredménye a szénsav, H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>.



A vízben oldott szénsav egy része (az egyensúlyi CO<sub>2</sub>) segít oldatban tartani a kalcium- és magnezium-hidrogénkarbonátot, míg az ennél több szénsavat tartalmazó víz a kőzeteket alkotó mészkövet, dolomitot lassan oldja.



Az itt keletkező sók adják a víz keménységét.

A vízben található szénsav formációkat az alábbi táblázat foglalja össze.

ÖSSZES CO <sub>2</sub>			
SZABAD CO <sub>2</sub>		KÖTÖTT CO <sub>2</sub>	
AGRESSZÍV CO <sub>2</sub>	EGYENSÚLYI CO <sub>2</sub>	BIKARBONÁTKÉNT KÖTÖTT CO <sub>2</sub>	KARBONÁTKÉNT KÖTÖTT CO <sub>2</sub>

A víz pH-ját a

$$\text{SZABAD CO}_2 : \text{BIKARBONÁTKÉNT KÖTÖTT CO}_2 \quad (4)$$

arány határozza meg.

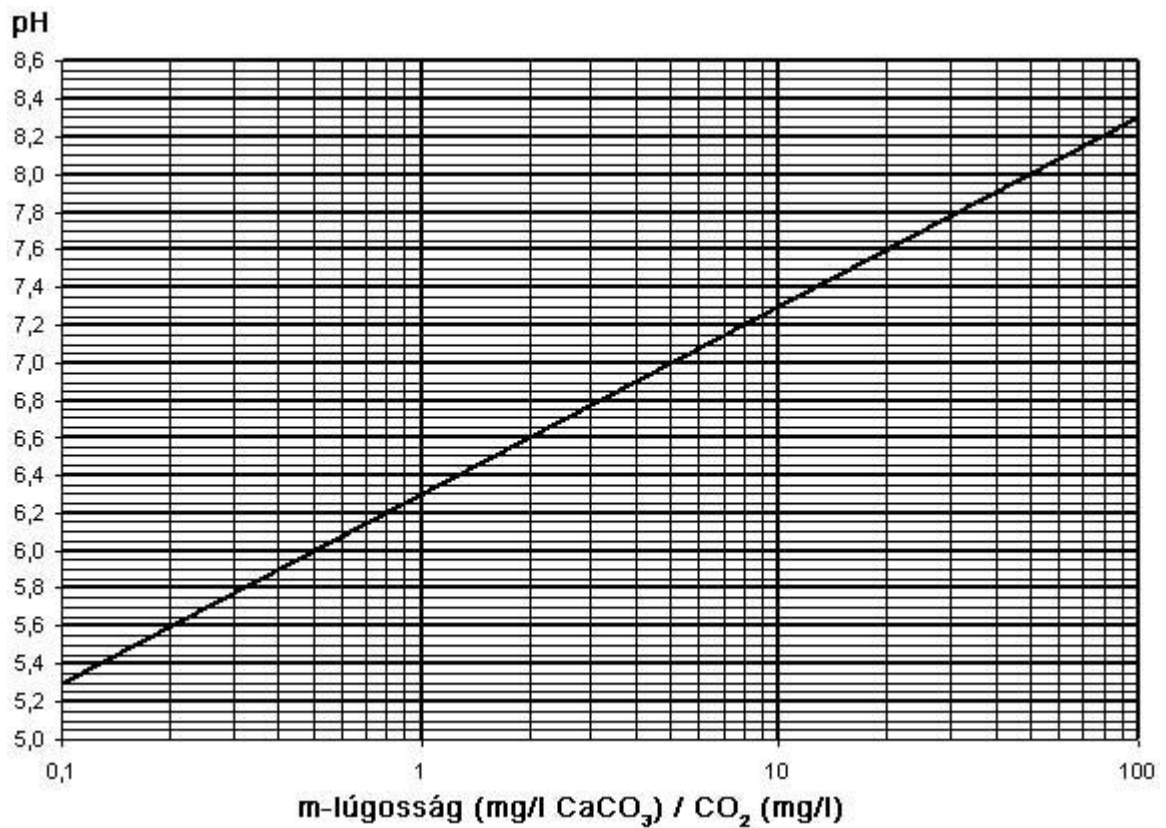
Ebből az következik, hogy minden egyes [lúgossági értékhez](#)<sup>1</sup> hozzátartozik egy konkrét egyensúlyi pH-érték. Ha a pH ennél alacsonyabb, azaz a víz több CO<sub>2</sub>-t tartalmaz, a felesleget nevezzük agresszív szénsavnak.

A pH közelítő számítására szolgál a Tillmans-képlet.

$$pH_{\text{egyensúlyi}} = 7 - \lg \frac{3}{0,61} \times \frac{CO_2^{\text{szabad}}}{m} \quad (5)$$

A képlet grafikus ábrázolását láthatjuk a 2. ábrán. Vegyük észre, hogy a táblázat vízszintes tengelyén a (4) tört reciproka szerepel.





Az egyensúlyi pH teljes pontossággal pl. a Hoover-Langelier féle [nomogrammal](#)<sup>2</sup> határozható meg, mely figyelembe veszi a sótartalom és a hőmérséklet hatását is az egyensúlyi pH ra. A nomogram a szakirodalomban megtalálható. A számítások célja majd minden esetben a szén-sav-tartalom agresszív részének meghatározása.

## 2. AZ OLDOTT CO<sub>2</sub>- ELTÁVOLÍTÁSA

Az oldott szén-sav eltávolítását a vízkezelésben savtalanításnak, vagy neutralizációnak is nevezik. Ezek az eljárások fizikai, vagy kémiai módszerek. Elvileg 3 savtalanítási módszer áll rendelkezésünkre.

- Gáztalanítás vagy kilevegőztetés
- Neutralizáció lúgos reagensek hozzáadásával
- Neutralizáció lúgosan oldódó ásványi anyagokon történő átszűréssel.

### 2.1. Gáztalanítás

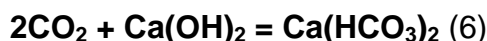
Ha a víz érintkezik a légkörrel, a víz és a levegő CO<sub>2</sub>-tartalma a diffúzió révén idővel egyensúlyba kerül. A folyamat jelentősen felgyorsítható a két közeg intenzív érintkeztetésével, az erre a célra szolgáló ún. hideg [gáztalanítókkal](#)<sup>3</sup>. Ez nem jelent teljes neutralizációt, a maradék szabad CO<sub>2</sub> mennyisége 8-20 mg/l szokott lenni, a gáztalanító konstrukciójától függően.

A gáztalanításnál a CO<sub>2</sub> deszorpciója mellett a levegő oxigénjének adszorpciója is bekövetkezik. Ez sok esetben kifejezetten előnyös, pl. amikor a következő lépés a víz vas-mangántalanítása.

A gáztalanítási eljárás elsősorban nagy vízmennyiségek és magas CO<sub>2</sub>-tartalom esetén előnyös.

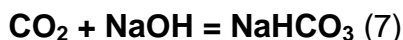
### 2.2. Lúgos reagensek hozzáadása

(1) Mésztej adagolás



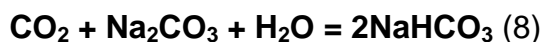
Ez a reakció elsőként játszódik le a hagyományos meszes reaktorokban is, ezért kell a mészfogyasztás számításánál az oldott CO<sub>2</sub>-t is figyelembe kell venni.

(2) Nátronlúg adagolás



A nátronlúg adagolása előnyös lehet kismennyiségű maradék CO<sub>2</sub> eltávolítására, pl. RO-berendezések tápvizéből.

(2) Szóda adagolás



A szóda adagolása a nátronlúghoz hasonló hatású, de kedvező, hogy kisebb a túllúgosítás veszélye.

Ezeknek az eljárásoknak közös sajátossága, hogy növelik a víz sótartalmát.

### 2.3. Szűrés lúgosan oldódó ásványi anyagokon

Erre a célra a természetben található karbonátos ásványokat vagy kőzeteket, vagy az azokból előállított készítményeket használjuk. Valamennyi karbonátos kőzet üledékes eredetű. A legfon-tosabbakat az alábbi táblázat foglalja össze.

Kémiai név	Képlet	Ásványtani név	Kereskedelmi vagy triviális elnevezések
Kalciumkarbonát	CaCO <sub>3</sub>	kalcit, aragonit	Calcite, márvány, mészkő
Magnéziumkarbonát	MgCO <sub>3</sub>	magnezit	magnezit
Kalcium-magnéziumkarbonát	CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	dolomit	dolomit, murva

A fenti ásványok közül savtalanításra gyakorlatilag csak a márványt használjuk. Tömött kristály-szerkezete miatt lassan oldódik, ami véd a túllúgosítástól, de nagy mennyiség, kis áramlási se-besség alkalmazását, tehát a nagyméretű készülékeket teszi szükségessé. Az ásványok kiégetésével jóval nagyobb lúgosságú és aktivitású termékeket nyerhetünk.

Eredeti ásvány	Az égetett termék képlete	Kereskedelmi vagy triviális elnevezések	Megjegyzés
Márvány, mészkő	CaO	Égetett mész	Az oltódási reakció miatt szűrésre nem alkalmas.
magnezit	MgO	Corosex, Magno, magnézia	Fennáll a túllúgosítás veszélye.
dolomit	MgO•CaCO <sub>3</sub>	Fermago, Neutralite, Magno	Félig égetett dolomitnak is nevezik.

A hazai gyakorlatban a

### Márvány < Fermago < Corosex

sor használata minden igényt kielégít. Az oldódási sebesség, tehát az aktivitás balról jobbra nő. A tiszta MgO (Corosex, Magnó) aktivitása akkora, hogy sok esetben szűrőkaviccsal, vagy más inert szűrőanyaggal kell hígítani. Általában az egészséges kompromisszumot a Fermago használata jelenti.

# Kutak fertőtlenítése

<http://www.inaqua.hu/Content/Vizkemia/kutfertotlenites.htm>

## 1. A klórmész, vagy hipo mennyisége ásott kutaknál

a) Elsősorban ismernünk kell a kútban lévő víz mennyiségét. Ezt úgy számítjuk ki, hogy a kút keresztmetszetét (átmérő × átmérő × 3,14/4 ;  $D^2P/4$ ) megszorozzuk a vízoszlop magasságával. Ha minden adatot méterben használunk, az így nyert érték a kútban lévő víz mennyisége  $m^3$ -ben. Példa: A kút átmérője 1,80 m, a vízoszlop magassága 2,75 m.

$$1,80 \times 1,80 = 3,24; 3,24 \times 3,14/4 = 2,54 m^3 \\ 2,54 \times 2,75 = 6,99 m^3 \Rightarrow \text{a kútban } 7 m^3 \text{ víz van.}$$

b) A kútban lévő víz minden  $m^3$ -ére 30 g friss klórmész számítunk. Tehát annyiszor 30 g klórmész veszünk, ahány  $m^3$  víz van a kútban. Ezt elkeverjük annyiszor 0,3 liter vízben, mint a kútban lévő víz köbmétereinek száma. (Pl. ha a kútban 3  $m^3$  víz van, akkor 90 g friss klórmész keverünk bele 0,9 liter vízbe.)

Klórmész helyett  $m^3$ -enként 1 liter hipo 90 ( 90 g/L nátriumhipoklorit tartalmú vizes oldat) is használható.

## 2. A klórmész, vagy hipo mennyisége fúrt kutaknál.

Mivel a fúrt kutak pontos mélysége és csőátmérője nem mindig ismeretes, ott a szükséges klórmész mennyisége a következőképpen adható meg.

a) Olyan fúrt kutaknál, ahol a vizet az anyacsőből szivattyúzzák, 100 g klórmész 1 liter vízben kell tejszerűvé keverni, vagy 0,5 liter hipo oldatot kell vízzel 2 literre tölteni és az anyacsőbe beönteni.

b) Olyan fúrt kutaknál, ahol a vizet tároló aknából szivattyúzzák, az 1. pont alatt leírt klórmész, vagy hipo mennyiséget és a hígításhoz felhasznált vízmennyiséget még fel kell emelni : a tároló aknában lévő víz mennyiségét kiszámítjuk úgy, mint az ásott kutaknál és minden  $m^3$  víznek megfelelően további 30 g klórmész 0,3 liter vízben keverünk el, vagy 1 liter hipo oldatot adagolunk.

## 3. A klórozási művelet

A lehetőleg teljes oldódásig kevert klórmész folyadékot beleöntjük a kút vizébe és 24 óráig állni hagyjuk. 24 óra múlva a kút vizének klórszagúnak és ízűnek kell lennie, mert a klórmész (vagy hipo) vizes oldata csak akkor hat baktériumölően, ha a vízben elegendő szabad klór van jelen. Amennyiben a klórszag, vagy íz nem jelentkezik, a klórozást kétszeres adag klórmész (vagy hipo) mennyiséggel meg kell ismételni.

Ezután aknás kutaknál a kútakna víztartalma lehetőleg teljesen kimerendő, illetőleg a kút szivattyúszerkezetén át kiszivattyúzandó (a kút víznyerő szerkezete szerint). A kút néhány órás pihentetése után - hogy ivásra alkalmas ivóvizet biztosítsunk - a kutat addig, akár többször is, teljesen ki kell merni, vagy kiszivattyúzni. Ezt addig ismételjük, amíg a víz klórszaga már csak alig érezhető.

Fúrt kutaknál (az aknás kutaknál akkor, ha a vízbősége oly nagy, hogy a víz teljesen nem távolítható el az aknából) addig kell a vízkimerést illetve a szivattyúzást folytatni, míg a víz klórszaga, vagy íze már csak alig érezhető és ezen kívül a víznek idegen szaga, vagy íze nincsen, valamint a víz esetleges zavarossága megszűnt.

A fentiek szerint elvégzett klórozás után a kútvíz bakteriológiai állapota valószínűleg megfelelő. Ez azonban csak a víz szakszerű mintavétel után végzett bakteriológiai vizsgálata alapján dönthető el.

