

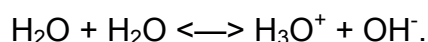
## A víz kémiája

### 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 tagjáéhoz 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 jelentősen megnő.

A hidrogénhidak, noha viszonylag gyenge kapcsolatot jelentenek, mégis határozott kötésiránnyal párosulnak. A lokális rendezettség mind a cseppfolyós víz, mind a jég esetében tetraéderes. 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 mozgékonyágú 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 hidroxónium - (H<sub>3</sub>O<sup>+</sup>-) 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.

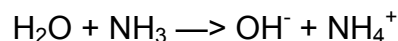
Más anyagokéhoz viszonyítva nagy a fajhője, ezért jó fűtő-és hűtőanyag. Párolgáshője is nagy, ezért kondenzáló gőze fűtésre jól használható.

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.

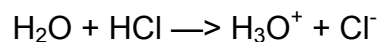
Kémiai szempontból igen állandó vegyület, csak 2000°C feletti hőmérsékleten kezd nagyobb mértékben elemeire bomlani.

A vízmolekula a körülményektől függően lehet:

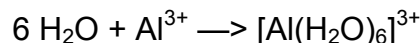
sav (protondonor):



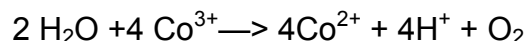
bázis (protonakceptor):



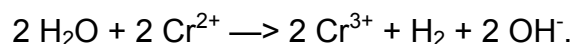
ligandum (elektronpádonor):



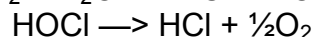
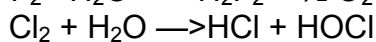
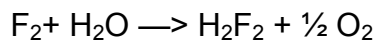
redukálószer (elektronadonőr):



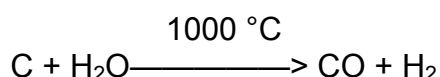
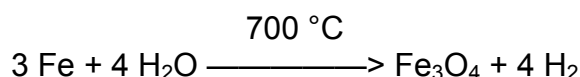
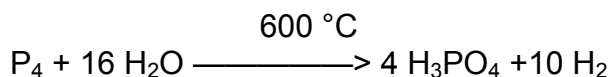
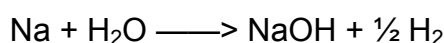
oxidálószer (elektronakceptor):



Vízrel 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 erőlyesen oxidál, pl:



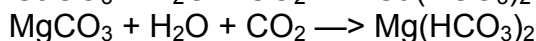
Ha kisebb elektronegativitású elemek reagálnak vízzel, oxidok, hidroxidok vagy oxosavak képződnek, és hidrogén fejlődik, amely viszont redukáló hatást fejthet ki:



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 nemfémes elemek 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 oldószere, és mint különféle kémiai reakciók közege.

## Lágyvíz - keményvíz

### 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 csővezetéseket

Mosogató berendezéseknél:

- A vízkő kiválik a fűtőfelületeken
- Lehetetlenné tesz a feltmentes száradást

Kazánoknál, fűtési berendezéseknél:

- A vízkő kiválik a fűtőfelületeken, rontja a hőátadást. Idővel lepattogzik, helyi túlhevülést, a kazáncsövek 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 sóltalanított 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

### 1. Általános eset

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

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

### A keménység mértékegységei

Keménységi egység	mval/l	1 ppm CaCO <sub>3</sub>	nK°	° e	° f	° r	° a	kg/ft <sup>3</sup> CaCO <sub>3</sub>
1 mval/l	1	50	2,805	3,51	5	20	2,924	0,0218
1 ppm CaCO <sub>3</sub>	0,02	1	0,0561	0,0702	0,1	0,40	0,0585	0,000437
1 nK°	0,3536	17,8	1	1,25	1,78	17,8	1,042	0,00778
1 ° e	0,2852	14,3	0,800	1	1,43	14,3	0,833	0,00622
1 ° f	0,2	10	0,561	0,702	1	10	0,585	0,00437
1 ° r	0,05	2,5	0,14006	0,17483	0,25	1	0,14577	0,001088
1 ° a	0,342	17,1	0,9593	1,2004	1,71	17,1	1	0,00747
1 kg/ft <sup>3</sup> CaCO <sub>3</sub>	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.

## A víz vas- és mangántalanítása

### 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 oxidálószeresek, 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 (folyók, 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 tönkretetheti 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:

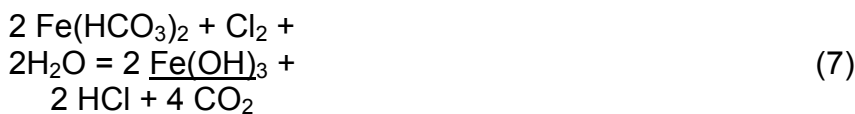


Látható, hogy a hagyományos meszes dekarbonizálás egyben igen hatékony vastalanítás is.

#### 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, hatékonyabbá 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.**

# **Kutak fertőtlenítése**

## **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 ;  $D^2\pi/4$ ) 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.

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

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.