

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 vegyületet, tehát a hidroxidokat, karbonátokat és hidrogénkarbonátokat, míg a fenolftalein indikátor csak a hidroxidokat és a karbonátok mennyiségének a felét jelzi.

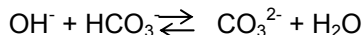
Képletekkel kifejezve:

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

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

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

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 kalcium-oxid 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 vizsgálathoz 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.

2.4. Vizsgálati eljárás

100 ml vizsgálandó vizet titráló lombikba pipetázunk, 2 csepp semlegesített fenolftalein indikátort adunk hozzá, és 0,1 n savval, 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. csapadék-víz), 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 mennyiség-

gének, illetőleg a víz karbonátkeménységének és kötött szénsavtartalmának a megállapítása.

Természetes vizekben az alkálifémek és alkáliföldfémek hidroxidjai és karbonátjai általában nem fordulnak elő. A kémiaileg 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 szulfidok 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 előtt 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 keménység-egyenértékek, amelyek átszámítási tényezők a nk° -ról a mg/l -re.

3.3. Számítási képletek *

I. $P = 0$ és M nagyobb, mint 0

Csak hidrogénkarbonátok lehetnek jelen.

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

$$NaHCO_3 = M \times 30 \text{ mg/l}$$

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

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.

$$M = KK \text{ nk}^\circ$$

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

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

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

A víz nátriumhidrogénkarbonátot is tartalmaz.

$$NaHCO_3 = (M - \ddot{O}K) \times 30,0 \text{ mg/l.}$$

II. $P = M$

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

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

Csak $NaOH$ lehet jelen.

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

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

Mészfelesleg van.

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

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

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

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

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

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

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

III. 2 $P = M$

Csak karbonát lehet jelen.

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

$$Na_2CO_3 = 2 P \times 18,9 \text{ mg/l}$$

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

$$CaCO_3 + MgCO_3 = M \text{ nk}^\circ$$

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

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

$$CaCO_3 + MgCO_3 = \ddot{O}K \text{ nk}^\circ$$

$$Na_2CO_3 = (M - \ddot{O}K) \times 18,9 \text{ mg/l}$$

IV. 2 P nagyobb, mint M

Hidroxid és karbonát lehet jelen.

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

$$Na_2CO_3 = 2 (M - P) \times 18,9 \text{ mg/l}$$

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

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

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

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

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

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 $\ddot{O}K$:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

V. $2P$ kisebb, mint M

Karbonátok és hidrogénkarbonátok lehetnek jelen.

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

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

$$\text{NaHCO}_3 = (M - 2P) \times 30 \text{ mg/l}$$

2. M egyenlő vagy kisebb, mint $\ddot{O}K$: a CO_3 , HCO_3 ionok csak keménységet okozó kationokhoz lehetnek kötve, továbbá, ha M kisebb, mint $\ddot{O}K$, akkor NKK is van.

$$\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3 = 2P \text{ nk}^\circ$$

$$\text{Ca(HCO}_3)_2 + \text{Mg(HCO}_3)_2 = M - 2P \text{ nk}^\circ$$

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

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

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

$$\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3 = 2P \text{ nk}^\circ$$

$$\text{Ca(HCO}_3)_2 + \text{Mg(HCO}_3)_2 = \ddot{O}K - 2P \text{ nk}^\circ$$

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

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

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

$$\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3 = 2P \text{ nk}^\circ$$

$$\text{NaHCO}_3 = (M - 2P) \times 30,0 \text{ mg/l}$$

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

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

$$\text{NaHCO}_3 = (M - 2P) \times 30,0 \text{ mg/l}$$

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

- 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:

$$p^+ = p - \frac{P_2O_5 \text{ mg/l}}{71,5}$$

$$m^+ = m - \frac{P_2O_5 \text{ mg/l}}{35,7}$$

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_2CO_3 , Na_3PO_4 , Na_2SiO_3) mily 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_2CO_3 tartalom és a P_2O_5 ismeretében a következő képlettel határozható meg:

$$NSz = \text{NaOH mg/l} + \frac{\text{Na}_2\text{CO}_3 \text{ mg/l}}{4,5} + 3,6P_2O_5 \text{ mg/l}$$

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:

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

ÖSSZEFOGLALÓ TÁBLÁZAT

Fő-csoportok	$p \times 2,8 = P$ $m \times 2,8 = M$	CaCO ₃ MgCO ₃	Ca(HCO ₃) ₂ Mg(HCO ₃) ₂	KK	NKK	NaHCO ₃	Ca(OH) ₂	Na ₂ CO ₃	NaOH
	nk°	nk°	nk°	nk°	nk°	nk°	nk°	nk°	nk°
I. $p = 0$ $m > 0$	1. $\ddot{O}K = 0$ 2. $M \leq \ddot{O}K$ 3. $M > \ddot{O}K$				$\ddot{O}K - M$	M			
II. $p = m$	1. $\ddot{O}K = 0$ 2. $M \leq \ddot{O}K$ 3. $M > \ddot{O}K$				$\ddot{O}K - M$		P		P
III. $2p = m$	1. $\ddot{O}K = 0$ 2. $M \leq \ddot{O}K$ 3. $M > \ddot{O}K$	M			$\ddot{O}K - M$			2P	
IV. $2p > m$	1. $\ddot{O}K = 0$ 2. $M \leq \ddot{O}K$ 3. $M > \ddot{O}K$	2 (M-P)		2 (M-P)	$\ddot{O}K - M$		2P - M	2 (M - P)	2P - M
	a) $2 (M - P) \leq \ddot{O}K$	2 (M-P)		2 (M-P)					M - $\ddot{O}K$
	b) $2 (M - P) = \ddot{O}K$ c) $2 (M - P) > \ddot{O}K$	2 (M-P)		2 (M-P)			$\ddot{O}K - 2(M - P)$		
V. $2p < m$	1. $\ddot{O}K = 0$ 2. $M \leq \ddot{O}K$ 3. $M > \ddot{O}K$	2 P	M - 2 P	M	$\ddot{O}K - M$	M - 2 P		2 P	
	a) $2 P < \ddot{O}K$					M - $\ddot{O}K$			
	b) $2 P = \ddot{O}K$ c) $2 P > \ddot{O}K$	2 P 2 P	$\ddot{O}K - 2 P$	$\ddot{O}K$ 2 P		M - 2 P M - 2 P			
Átszámítási szorzótényezők nk°-ról mg/l-re:						30,0	13,2	18,9	14,3