
Méréstechnika

Vízben zavarosság, vezetőképesség
és oldott oxigéntartalom mérése

Bagladi Péter (MBGKF1) (vezetőképesség)
Kapocsi Dániel (M885FC) (zavarosság)
Kovács Ádám (HIWQUO) (zavarosság)
Molnár Tamás (C8FJUA) (oxigéntartalom)
Slemmer Bence (IAD8V6) (vezetőképesség)

Oktató:

Dr. Gerzson Miklós

Vízben zavarosság

Az ivóvíz minőségét minden országban szigorú előírások szabályozzák. Magyarországon a fizikai és kémiai vizsgálatokat az MSZ 450/1-1989-es szabvány, a bakteriológiai és toxikológiai vizsgálatokat pedig az MSZ 22901, MSZ 22901/1-6. szabványok előírásai határozzák meg. Ezekben a szabványokban nemcsak az adott komponens kívánatos, illetve megengedhető mennyiségét írják elő, hanem a meghatározásra alkalmas módszert is.

A vízben zavarosság, a vízben jelenlévő diszkrét részecskék fényelnyeléséből és fényszórásából tevődik össze. A vizek zavarosságát okozó részecskék szuszpendált és finoman elosztatott szervetlen és szerves anyagok, utóbbiak élő szervezetek is (pl. planktonok, mikroorganizmusok) lehetnek. A zavarosság a részecskék oldatbeli koncentrációja mellett a részecskék anyagi minőségétől (fénytörő sajátságaitól), alakjától és méretétől is függ.

A zavarosság tehát egy olyan jellemző, mely kifejezi a minta fényelnyelő, ill. fény-visszaverő mértékét, mely jelenség a fény egyenes áthaladása helyett következik be. A zavarosság mérés nem részecskeszám, vagy mérekszámolás, hanem annak az effektusnak a jellemzésére irányul, ami a mintán át bocsátott fény beesésekor történik. Emiatt a zavarosság másodlagos jellemző, mely a körülmények sokaságának függvénye.

A tiszta vízben a beeső fény akadály nélkül hatol át. Lebegő részecskék jelenlétében a fény áthatolása akadályoztatottá válik. Ennek a gátlásnak a mértéke függ a részecskék méretétől, a részecskék alakjától, a részecskék összetételétől és a fényforrás hullámhosszától (színétől). Ezeket együttesen befolyásoló faktoroknak nevezzük.

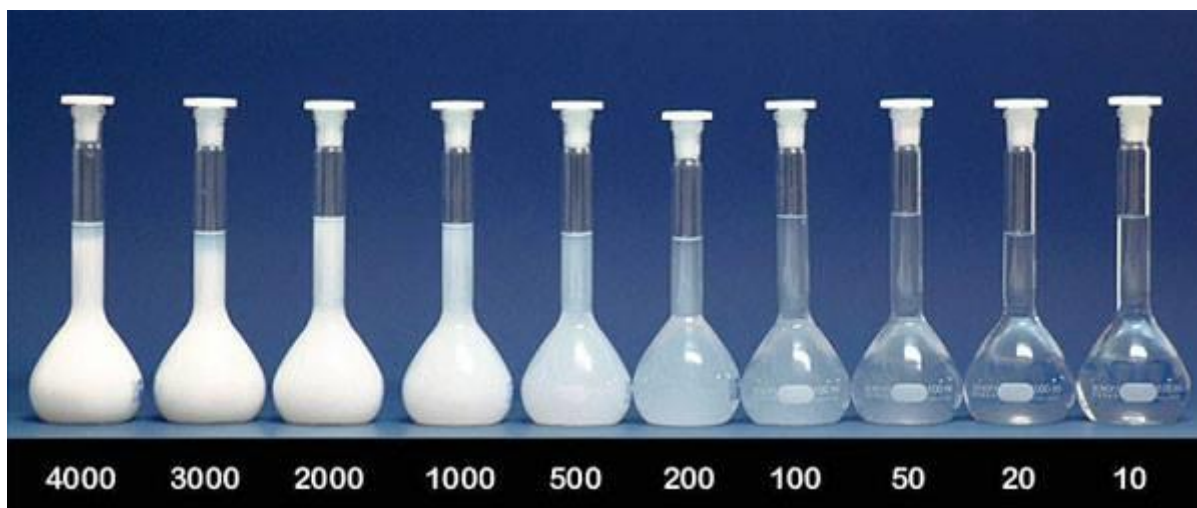
A zavarosság mérését a MSZ ISO 7027 magyar szabvány tartalmazza, amely 2000 óta van érvényesítve. A szabvány egyes pontjai:

- 2.1. Az átlátszóság vizsgálata tesztszővel
- 2.2. Az átlátszóság vizsgálata tárcsás módszerrel
- 3.3. A szórt fény mérésén alapuló módszer
- 3.4. Fénygyengülés mérésén alapuló módszer

meghatározzák a zavarosság mérésének lehetőségét, vagyis több módszert különíthetünk el egymástól.

Az egyik a gyertyás zavarosság mérés, amely az átlátszóságot vizsgálja. A gyertyás zavarosság mérés vagy angolul **Jackson Turbidity Unit** módszerénél emberi közreműködésre van szükség. A függőleges csőbe töltött mintának azt a szintjét kell megállapítani, amelynél az alul elhelyezett gyertya fénye még látható. A szint tehát fordított arányosságban áll a minta zavarosságával. Hitelesítő mintaként kovaföldet, kvarchomokot, vagy finoman elosztatott szilíciumdioxidot használnak. A módszer mértékegysége a **JTU**, meghatározása a Jackson-gyertyás zavarosság mérő és 1 ppm-es (part per million) koncentrációjú vizes szilícium-oxid szuszpenzió alkalmazásával történik. 100×10^{-6} rész szilíciumdioxid tartalom megfelel 21,5 JTU értéknek.

Egy másik módszer szintén az átlátszóságot vizsgálja, ez az áteresztett (átmenő) fény mérése. A szórt (eltérített) fény mérésén alapuló módszer, a 90° -os szóródás módszerét alkalmazza. A módszer mértékegysége az **NTU** (*Nephelometric Turbidity Unit*), mely egy nefelométer nevű, elektromos eszközzel mérhető. Az ilyen műszer automatikusan kalibrálható. A mérni kívánt vizet átlátszó edénybe helyezik. Egy fénynyaláb áthalad a vízen és az edény túlsó végén elhelyezett érzékelőbe csapódik. Egy második érzékelő merőlegesen van felszerelve az edénnyel, és a szórt fényt vizsgálja a vízben. A mért fények közötti aránnyal számolható ki az NTU értéke. Emiatt ezt a módszert szokás arány-mérési módszernek is nevezni. Ezt az eljárást az Egyesült Államokban fejlesztették ki, ott ez a szabványos technika.



Nephelometric Turbidity Unit

További mértékegységeket is megkülönböztetünk a zavarosság mérésére. Az egyik ilyen **FNU** (*Formazine Nephelometric Units*), amely csak annyiban tér el a már említett NTU-tól, hogy míg utóbbi esetben fehér fényrel (400-680 nm) vizsgálódnak, addig előbbi esetében infravörös fényrel (780-900 nm) történik a mérés.

Ismert még az **FAU** (*Formazine Attenuation Units*) is. Ez azt jelenti, hogy a mintán átbocsátott fény csökkenését mérik (általában 620 vagy 860 nm-nél), formazin standardra kalibrálva. A zavarosságmérőket formazin standardra kell kalibrálni, ugyanis ez az egyetlen világszerte elismert elsődleges standard.

Megemlíthető még a Formazine Turbidity Units röviden **FTU**, aminek mérése a formazin (hidrazinszulfát) standard-oldatra épül. A formazin zavarosság standard 2 %-os pontossággal előállítható és világszerte elismert.

Más mértékegységek vagy átszámolhatók az NTU-ból, (pl. EBC, Nephelos) vagy egyedi módszer-, ill. gyártó-függő egységek.

A mérési eredmények összehasonlíthatósága egyetlen feltétele van, mégpedig, hogy csak olyan értékek hasonlíthatók össze egymással, melyeket azonos mérési módszer (műszer) és azonos standard oldat alkalmazásával mértek. A mérési érték nagymértékben függ a mérés végrehajtásának mikéntjétől is.

Ügyelni kell a már említett kalibrálásra is. A kalibrálás célja, az adott mérőeszköz méréssel igazolható jellemzőinek meghatározása, vagyis méréssel igazoljuk vagy cáfoljuk, hogy az adott mérőeszköz pontossága megfelel az elvárt követelményeknek. Kalibrálásról beszélünk multiméterek, érintésvédelmi vizsgáló berendezések, hőmérsékletmérők esetén is.

Az elsődleges formazin standarddal azonban – habár világszerte elismert – akad néhány probléma. Az első és legsúlyosabb, hogy az alapanyagok rákkeltők. Eltarthatóságát tekintve 25°C –on kell tárolni (+/-3 °C), sötétben. Továbbá a hígító vizet bonyolult előállítani és a hígított oldatok nem tarthatók el.

A problémák azonban megoldhatók, kiváltó standard oldatok használatával, melyeket a gyártás során gondosan összemérnek a formazin oldattal. Ezek az ún. szekunder standardok. A szekunder standardok nem mérgezőek, akár 24 hónapig is eltarthatóak, alacsony értékekre is előállíthatóak és problémamentesen tárolhatók.

A víz zavarosságára többféle műszert különböztethetünk meg. Vannak a laboratóriumokban alkalmazott és a hordozható készülékek.

A Turb 550-ös készülék laboratóriumi és hordozható formában is kapható.

A készülék válaszadási ideje 3/6 másodpercre tehető, minta térfogata 25 ml. Mindkét típus az arányméréseken alapul.



A víz sótartalma és vezetőképessége

A víz vezetőképessége

Minden oldat vezetőképessége hőmérsékletfüggő. Ez azt jelenti, hogy egy vezetőképesség értéknek csak akkor van információtartalma, ha a vonatkoztatási hőfok is megadásra kerül. (Megjegyzendő, hogy a legelterjedtebb nemzetközi vonatkoztatási hőfok a 25 °C.)

EC-mérést (nem más, mint a vezetőképesség-mérés, vagy konduktometria) nagyon gyakran használják a víz tisztaságának az ellenőrzésére. Mivel az oldott sók vezetik az elektromosságot, mérésük is ennek alapján lehetséges. A tiszta víz vezetőképessége nagyon alacsony (0,055 - 1,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Összehasonlításként, a csapból folyó ivóvíz vezetőképessége 500-800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (0,50-0,80 mS/cm). A természetes vizek vezetőképessége és sótartalma nagyon széles skálán mozog, amit az alábbi táblázat illusztrál.

A víz vezetőképessége:

Nagyon tiszta víz	0,055 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Desztillált víz	0,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$
RO deionizált víz	0,1-10 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Sótlanított víz	1-80 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Hegyi forrásvíz	1,0-10 $\mu\text{S}/\text{cm}$
Háztartási víz	500-1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$

KCl (0,01mol/l)	1,4 mS/cm
Tengervíz	52 mS/cm

A nagy tisztaságú vizek vezetőképessége csupán néhány μS és sótartalmuk nagyon alacsony és 0,5 mg/l környékén van. Egy ilyen oldat koncentrációja %-ban kifejezve megfelel 0,00005%.

A tiszta vizek elektromos ellenállása nagy (vezetőképességük alacsony), ezért speciális felépítésű EC-mérőket használnak a víz minőségének az ellenőrzésére. Ilyen EC-mérőkkel lehet ellenőrizni a víztisztítók működését is (például, az úgy nevezett RO (reverz ozmózis) víztisztítókét is).

Kapcsolat az EC, TDS és koncentráció között

A EC mértékegysége a mS/cm (millisiemens/cm) vagy az ezerszer kisebb $\mu\text{S/cm}$ (mikrosiemens/cm).

Egy mS/cm megközelítőleg 500-700 mg/l sótartalomnak (TDS) felel meg. Azért ilyen pontatlan a meghatározás, mert a mérőműszert ismert sótartalmú oldattal kalibrálják, viszont a mért oldatban lehetnek más anyagok is.

Például, leggyakrabban használt kalibráló a NaCl (vagyis konyhasót) tartalmazó oldat. Ebben az esetben, 1 mS/cm vezetőképesség megfelel 500 mg/l (vagy 0,5g/l) sótartalomnak. Vagyis az ilyen oldattal kalibrált műszerrel pontos méréseket végezhetünk a konyhasó-tartalmú oldatokban. Viszont a természetes vizekben lehetnek más ionok is (például, K^+ , NH_4^+ , NO_3^- , PO_3^{3-} , SO_4^{2-} stb.). Ezeknek az ionoknak a vezetőképességük különbözik a Na^+ -ion és Cl^- -ion vezetőképességétől, ezért a szárazanyag-tartalom meghatározása a vezetőképesség alapján nem lehet pontos. Viszont az így elért pontosság elegendő a vízminőség tesztelésére.

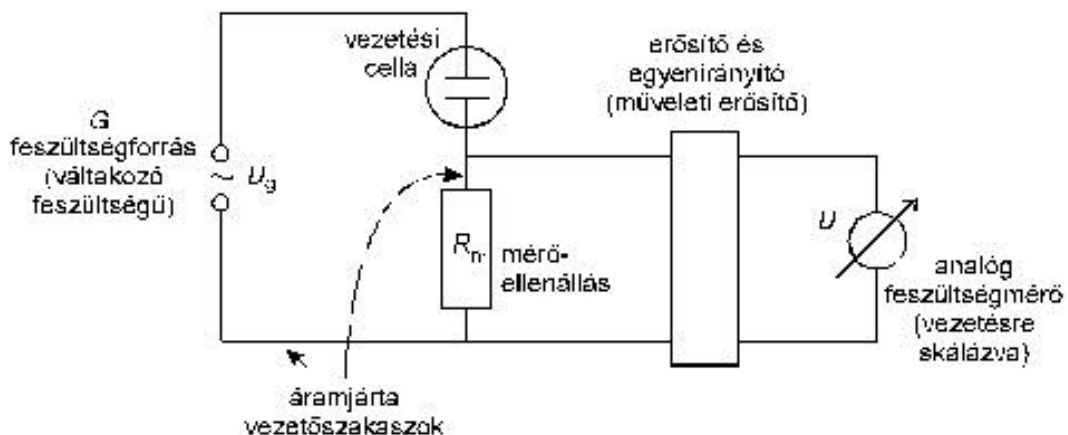
Néha a sótartalmat, szárazanyag tartalomként említik, vagy az angol TDS (lefordítva magyarra: teljesen feloldott szárazanyag) rövidítést használják. 1 EC megközelítőleg megfelel 0,5g/l szárazanyag tartalomnak (TDS).

A víz keménysége és a EC-érték kapcsolata

A mért EC értékből következtetni lehet a víz keménységére. A német keménységi fok (od) definíciója szerint 1 od megfelel 10 mg (vagyis 10ppm) kalcium sónak 1 liter vízben. Megmérve a TDS értéket mg/l-ben vagy ppm-ben és elosztva 10-re, megkapjuk a keménységi fokot a vizünkben.

Víz keménysége és az EC összefüggése			
ppm	°d	mS/cm	Keménység
0-40	0-4	0-0,08	nagyon lágy víz
40-80	4-8	0,08-0,16	lágy víz
80-180	8-18	0,16-0,36	közepesen kemény víz
180-300	18-30	0,36-0,60	kemény víz
300 felett	30 felett	0,60 felett	nagyon kemény víz

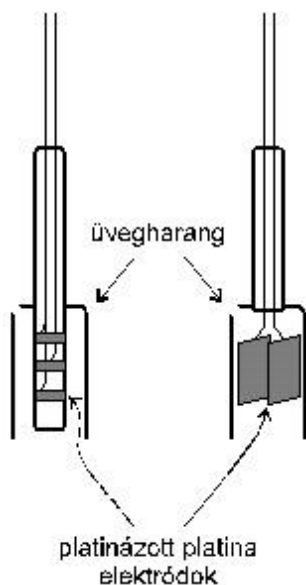
A konduktométer működési elve



A konduktométer működését az ábra alapján követhetjük nyomon. A G váltóáramú generátor stabil effektív feszültségű (U_g) szinuszos feszültség jelet állít elő. Erre a generátorra csatlakoztatjuk a vezetési cellát és a vele sorba kapcsolt mérőellenállást (R_m). A vezetési cellában lévő elektrolit ellenállását jelöljük R_o -val. Az $U_g - R_o - R_m - U_g$ zárt áramkörben I áram jön létre. Ez az áram nyilvánvalóan annál nagyobb, minél nagyobb az elektrolit vezetése.

A mérőellenálláson megjelenő feszültség arányos az elektrolit vezetésével. Amennyiben abszolút vezetésre van szükségünk az $U_g \cdot R_m$ mennyiség ismert vezetésű elektrolittal történő méréssel meghatározható (kalibráció).

Azért használunk váltakozó áramot a vezetésmérésnél, mert egyenáram hatására a vezetési cellában elektrolízis indulna meg és az elektródok polarizálnának. A vezetési cellán átfolyó áramot olyan kicsinek választjuk (10-3 - 10-6 A), hogy az áram hőhatása miatt az elektrolit hőmérséklete ne változzon. Emiatt az U_m feszültség szintén kicsi (10 - 100 mV), vagyis erősítésre lehet szükségünk a kijelző műszer működtetéséhez. Az egyenirányítás azért szükséges, mert elektrokinetikus forgótekerces mérőműszerrel csak egyenfeszültséget tudunk közvetlenül mérni. A digitális konduktométer annyiban különbözik az ábrán vázolt megoldástól, hogy az U_m feszültséget



A legegyszerűbb esetben a vezetési cella két platinaelektródból áll, ezek között van a mérendő elektrolit (baloldali ábra). Az elektródok többnyire néhány négyzetcentiméter felületű lemezek. Elterjedt típus az ún. gyűrűs vezetési cella, amelyben három platinagyűrű van egymás alatt. A két szélsőt összekötik, ez az egyik elektród, a másik pedig a középső. A vezetési cellát a formája után harangelektroddnak is hívják. A harangelektrod tetején lévő lyukaknak az elektrolit felszíne alatt kell lenni mérés közben, hogy az elektrolit áramlása biztosított legyen. Különösen titrálásoknál és reakciók követésénél fontos ez.

Mérés automatikus, nemlineáris hőfok kompenzációval (nLF)

A környezetvédelmi mérés technikában legáltalánosabban alkalmazott standard üzemmód, amikor is a tengervíz, felszíni vizek, ivóvíz, ill. a tiszta víz vonatkozásában a mikroprocesszoros mérőműszerbe gyárilag programozott értékhalmoz biztosítja a megfelelő pontosságú hőmérsékletkompenzációt. A nemlineáris ("nLF") funkcióban történő mérés egyszerű és megbízható, mivel a hőmérsékletkompenzációt a mikroprocesszor végzi el a beállított vonatkoztatási hőfokra (általában 25 °C). Mindemellett (különösen a szokásos természetes vizektől eltérő ion-összetételű vizek esetében) a mérési hiba annál kisebb, minél inkább a vonatkoztatási hőfok közelében mérünk.

Mérés beállított lineáris hőfok kompenzációval



Részben vizes, vagy nem vizes, illetve erősen koncentrált oldatoknál, illetve egyedi ion-összetételű oldatoknál merül fel az adott oldatra jellemző hőmérsékletkompenzáció igénye, ami viszonylag egyszerűen kivitelezhető, ha irodalmi adat rendelkezésre áll a mérendő médium hőmérsékletkoefficiensére vonatkozóan. Ez esetben az a együtthatót egyszerűen csak be kell állítani a műszeren, a lineáris hőfok kompenzáció érvényesítéséhez.

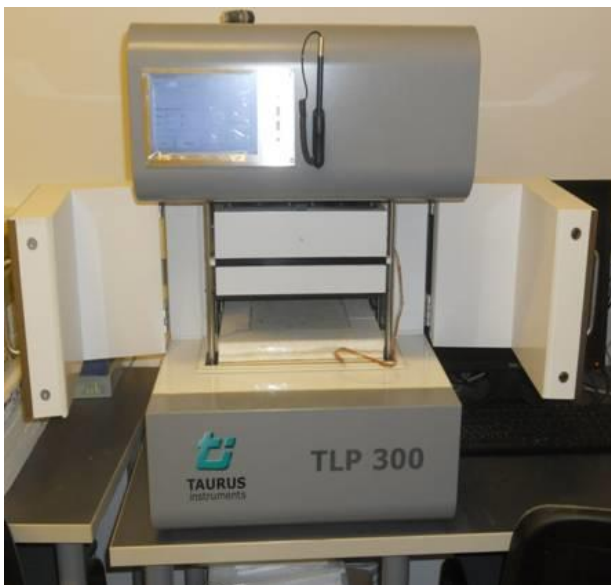
Amennyiben a mérendő médiumról ilyen adat nem áll rendelkezésre, a kompenzációs faktor értékét meg kell határozni.

Víz hővezető képessége

A hővezetés vagy konduktív hőátadás a hőátadás olyan formája, amely a szilárd vagy nyugalomban lévő (nem áramló) folyékony vagy légnemű halmazállapotú rendszerekben, hőmérséklet-különbség hatására jön létre. A hőáramlástól (konvektív hőátadás) abban tér el, hogy nem történik anyagáramlás, hanem a hőátadás a belső energia részecskéről részecskére való átadásával történik.

Hővezetés a termodinamika második főtétele szerint önként mindig a nagyobb hőmérsékletű hely felől a kisebb hőmérsékletű hely felé történik, azaz a hőmérsékleti gradiens irányában. Az energia-megmaradás törvénye értelmében hő a hővezetés során sem tűnhet el vagy semmisülhet meg. A víz hővezetési tényezője $0,6 \lambda$, W/(m*K)

Hővezető-képesség detektor

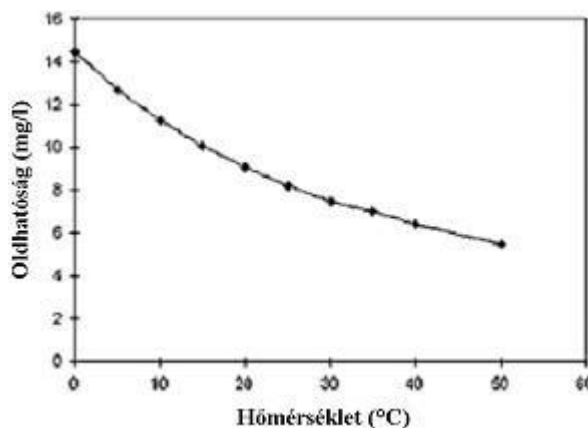


Méréstartomány (λ): 0,01 2,0 W/mK
Mérési szabványok: ISO 8302; ASTM C 177; DIN 52612; DIN EN 1946-2; EN 12667; EN 12939

A készülék speciális tesztkamrát tartalmaz annak érdekében, hogy a külső hőmérséklet ne befolyásolhassa károsan a mérési eredményeket.

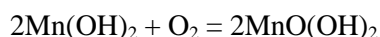
A vízben oldott oxigén meghatározása klasszikus kémiai módszerekkel

A víz oldott oxigéntartalma a víz, mint környezeti elem, minősítésének környezetvédelmi szempontból történő állapotértékelésének fontos paramétere. A vízben oldható oxigén mennyiségét három tényező határozza meg, ezek a víz hőmérséklete, és sótartalma, illetve a légköri nyomás. Az oldható oxigén mennyisége nő a hőmérséklet csökkenésével (a hideg víz több oxigént képes felvenni). Az oldható oxigén mennyisége nő a víz sótartalmának csökkenésével (az édesvíz több oxigént képes feloldani, mint a tengervíz). Az oldható oxigén mennyisége csökken a légköri nyomás csökkenésével (a víz által felvett oxigén mennyisége kisebb nagyobb tengerszint feletti magasságon). Az oxigéntartalom meghatározható a Winkler-módszerrel, azaz jodometriás titrálással, Clark-féle oxigénelektóddal, vagy galváncellás oxigénmérővel.

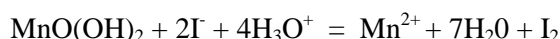


Oldott oxigén meghatározása a Winkler-módszerrel

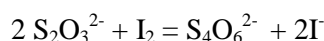
Lúgos közegben a vízben oldott oxigén az Mn^{2+} ionokat háromértékűvé oxidálja, az Mn^{3+} ionok kénsavas savanyítás után az oldathoz adott káliumjodidból jódot szabadítanak fel, mely $Na_2S_2O_3$ mérőoldattal titrálható.



savanyítás és káliumjodid hozzáadása után:



A kivált jód nátrium-tioszulfát mérőoldattal történt titrálása során:



A vizsgálat menete

150 cm³-es száraz, becsiszolt üveg dugós Erlenmeyer lombikot analitikai mérlegen lemérünk, majd újból lemérjük, miután úgy megtöltjük teljesen a vizsgálandó vízmintával, hogy a víz az üvegben legalább háromszor cserélődjék. Ezután a hosszúvégű kétjelű pipettákkal hozzáadunk 1 ml NaOH-t, 1 ml $MnCl_2$ -t óvatosan a minta aljára rétegezve, majd az üveget légmentesen lezárva, lóbálva elegyítjük a kémszereket. Pár percnyi állás után a csapadék leülepszik és az oldott víz tiszta lesz. Következő lépésben 5 ml 50%-os H_2SO_4 -et adunk a próbához, ismét lezárjuk, a folyadékokat lóbálással elegyítjük. 1-2 perc állás után egy nagyobb titráló lombikba átöblítve kb. 0,05 g káliumjodidot adunk az eredeti lombikba, néhány cm³ desztillált vízzel a sót feloldjuk, majd a lombik belső felületét átöblítve a titráló lombikba öntjük az oldatot és a 0,02 mólos $Na_2S_2O_3$ mérőoldattal titráljuk keményítő indikátor jelenlétében.

Az eredmény kiszámítása:

$$O_2 \text{ [mg/dm}^3\text{]} = a \cdot f \cdot 160 / (V-7)$$

ahol „a”: a fogyott 0,02 mólos $Na_2S_2O_3$ mérőoldat térfogata cm^3 ben, „f”: a mérőoldat faktora és „V”: a vizsgált minta térfogata. Az eredményt 2,0 mg/cm^3 oxigén tartalomig 2 tizedesre, e fölött 1 tizedesre kerekítve kell megadni. A térfogat korrekciót (V-7) a hozzáadott vegyszerek miatt kell alkalmazni.

Az oldott oxigén koncentrációjának elektrokémiai méréséhez egy katódra, egy anódra, elektrolit-oldatra és egy gázáteresztő membránra van szükség. A membrán anyaga átengedi az oxigént. A katód az oxigén felhasználásával részleges nyomást hoz létre a membrán felületén. Ezután az oxigén az elektrolit oldatban diffundál, azaz „feloldódik”. A módszer lényege az, hogy az oldott oxigénmérőműszer valójában a vízben található oxigén nyomását méri. E módszerrel az oldott oxigén bármilyen közegben mérhető.

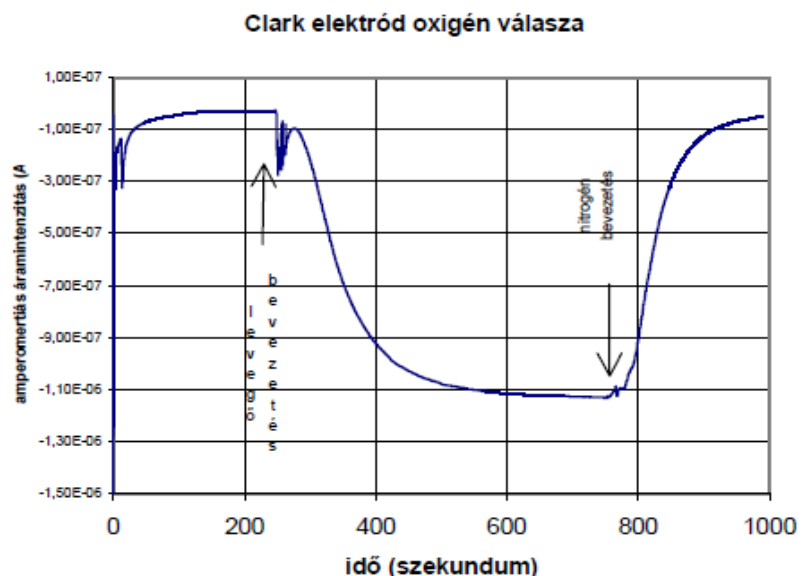
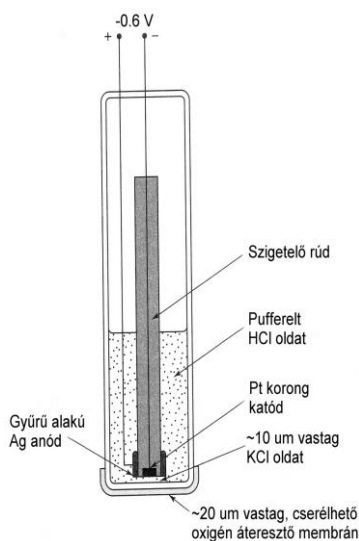
Oldott oxigén meghatározása a Clark-féle oxigénelektóddal

A Clark-féle oxigénelektród egy kisméretű platinakorong, munkaelektrodát és nagyméretű ezüst anódot tartalmazó elektrolízis cella. -0,6V kényszerfeszültséget kapcsolnak a két elektrod közé úgy, hogy a platinakorong legyen a negatív pólus. A kialakuló áram intenzitása jelzi az oxigénkoncentrációt. A Clark-féle elektród mind a klinikai, mind a kémiai mérésekben is széles körben használt eszköz.

Gyakorlatban való alkalmazás lépései:

1. Az elektrodra -0,6V potenciált kapcsolunk, és regisztráljuk az áramerősség pillanatnyi értékét.
2. A levegővel telített oldatban mérjük az áramerősséget.
3. Nitrogén áramot átbuborékolatva az oldaton, mérjük az áramerősséget.
4. Oxigénmentes oldatban mérjük a 0% oldott oxigéntartalomnál az áramerősséget.

Négy fontosabb probléma merülhet fel az ilyen elektrokémiai méréseknél:



Az anód izolációja

Az elektrolízis eredményeképpen az anódra elkezd ráakódni egy ezüstklorid bevonat, ami ha teljesen belepte, a szonda nem működik tovább

2. Az elektrolit elöregedése

A keletkező OH ionok megváltoztatják az oldat pH-ját, azt lúgos irányba eltolva, ezért az oldatot idővel cserélni kell

3. A klorid elfogyása

A reakció eredményeképpen Cl-ionok is keletkeznek, amik idővel elfognak az oldatból, tehát ezért is cserélni kell

4. A bemelegítési idő

Biztosítani kell külső feszültséget, kikapcsolás vagy áramkimaradás esetében újrakapcsoláskor várni kell a szonda polarizálására, ami 10 percet vesz igénybe körülbelül.

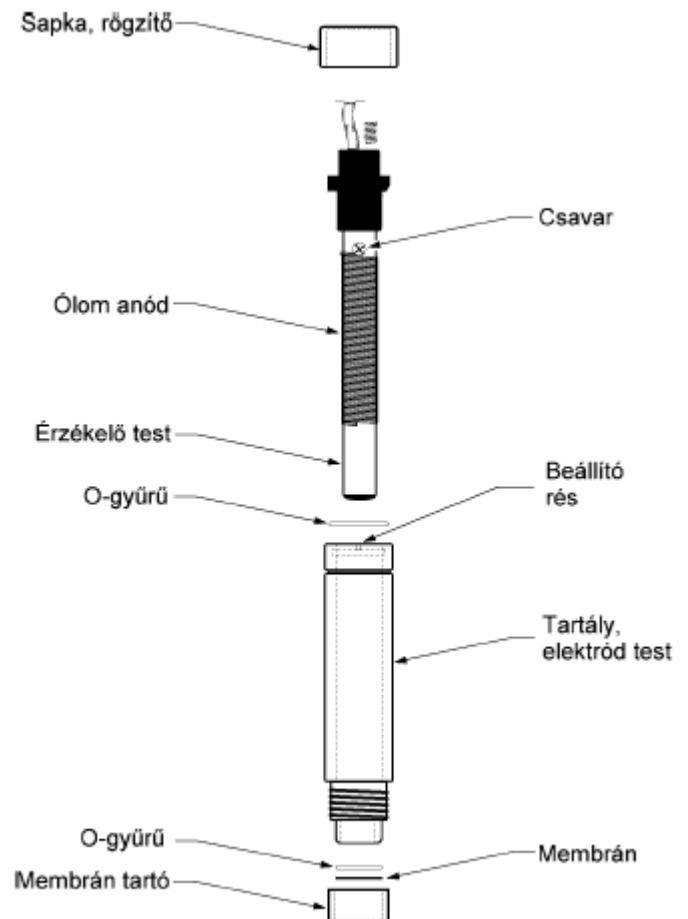
Oldott oxigén meghatározása galváncellás oxigénmérővel

A galváncellás oxigénmérők nem igényelnek külön áramforrást, mint a Clark féle oxigénelektrodok. Az érzékelőhöz rendszerint hosszú huzal kapcsolódik, amely segítségével néhány méteres mélységbe leereszthető. Igen gyakran hőmérsékletmérő eszközt is építenek bele. A készülékben a katód nemesfém vagy szénelektrod. Ez csak gázok számára átjárható membránon keresztül érintkezik a mintával. Az elektród maga henger alakú, véglapját egy membrán képezi, ami teflonból vagy polipropilénből készül. Az itt átjutó oxigén redukálódik a felületen. A cella belsejében található az anód, ami ólomból készül, az elektrolitoldat jellemzően valamilyen zselészerű anyag. A galváncella áramát az anódon redukálódó oxigén anyagárama határozza meg, lineáris kapcsolatban áll tehát az áram és a minta oxigénkoncentrációja.

Működés menete:

Katód: $O_2 + 2H_2O + 4e^- = 4 OH^-$

Anód: $2Pb = 2Pb^{2+} + 4e^-$



A készülék választását meg kell vizsgálni telített és Na_2SO_3 -tal oxigénmentesített oldatban, ezek után kalibrációs görbét készítünk. A reakció eredményeképpen PbO jön létre, ami viszonylag stabil és nem képez bevonatot az anód felszínén. Víz is keletkezik és nem csökken az elektrolit-oldat mennyisége, ez pedig elméletileg azt jelenti, hogy nem szükséges az elektrolit újratöltése.

Hivatkozások:

Vízben zavarosság:

http://sizes.com/units/nephelometric_unit.htm

<http://enfo.agt.bme.hu/drupal/sites/default/files/Fizikai->

[k%C3%A9miai%20felm%C3%A9r%C3%A9si%20m%C3%B3szerek.pdf](http://enfo.agt.bme.hu/drupal/sites/default/files/Fizikai-k%C3%A9miai%20felm%C3%A9r%C3%A9si%20m%C3%B3szerek.pdf)

<http://hu.wikipedia.org/wiki/Turbidimetria>

[https://hu.wessling-group.com/fileadmin/media/Hungary/QualcoDuna_-](https://hu.wessling-group.com/fileadmin/media/Hungary/QualcoDuna_-_)

[_Nagy_L%C3%A1szl%C3%B3__Aktivit_Kft..pdf](https://hu.wessling-group.com/fileadmin/media/Hungary/QualcoDuna_-_Nagy_L%C3%A1szl%C3%B3__Aktivit_Kft..pdf)

http://www.who.int/water_sanitation_health/hygiene/emergencies/fs2_33.pdf

Vezetőképesség:

<http://www.vizlabor.shp.hu>

<http://phys.chem.elte.hu/tanarlab/meres/metac/metac2.htm>

<http://hu.wikipedia.org/wiki/H%C5%91vezet%C3%A9s>

<http://www.muszeroldal.hu/measurenotes/vezetokep.pdf>

<http://www.phlabor.hu/57-130-thickbox/preciz-laboratoriumi-ph-mv-ise-ec-do-t-mer-mp551-glp.jpg>

<http://www.taurus-instruments.de/en/products/thermal-conductivity/taurus/tlp-300-guarded-hot-plate.html?cat=16&cHash=3234e8809cd9c5f6ada1c9ea68c03ee3>

http://hu.wikipedia.org/wiki/H%C5%91vezet%C3%A9si_t%C3%A9nyez%C5%91

<https://kutatas.bme.hu/portal/content/h%C5%91vezet%C5%91->

[k%C3%A9pess%C3%A9g-m%C3%A9r%C5%91m%C5%B1szer-%C3%A9s-lambda-szoftver](https://kutatas.bme.hu/portal/content/h%C5%91vezet%C5%91-k%C3%A9pess%C3%A9g-m%C3%A9r%C5%91m%C5%B1szer-%C3%A9s-lambda-szoftver)

Oxigéntartalom mérése:

<http://www.hannainst.hu/hasznos-tippek-otletek-az-oldott-oxigen-meresek-alapelve-azaz-mit-is-merunk-pontosan>

<http://ttk.pte.hu/fizkem/korny-gyakpdf/1gyak.pdf>

http://www.muszeroldal.hu/measurenotes/oldottoxigen_meres.pdf