



Lendvai Józsefné

Környezetvédelmi mérés technika

V: vízvizsgálatok



A követelménymodul megnevezése:
Általános környezetvédelmi feladatok

A követelménymodul száma: 1214-06 A tartalomazonosító száma és célcsoportja: SZT-035-20



KÖRNYEZETVÉDELMI MÉRÉSTECHNIKA V: VÍZVIZSGÁLATOK

ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

Víz nélkül az élet elképzelhetetlen. A szomjas ember egy pohár vízzel csillapítja szomját, a növények elhervadnak a nyári nagy melegben nélküle, nem is beszélve a termelésben, gyártási folyamatokban való szükségességéről.

"Egy egyszerű, szürke hétköznapon fejenként átlagosan 100–150 liter vizet használunk el, háztartási vízigényünk főbb számadatai pedig valahogy így néznek ki: fürdés 75–95 liter; zuhanyozás 20–40 liter; WC öblítés 11–26 liter; mosogatás 40 liter; mosógép 120 liter. Ha meg aztán merészen, hulladékos szempontból mérlegeljük a témát, bizony minden jó szándék ellenére szembe találjuk magunkat a szennyvíz kérdéskörével. Mert hát minél több vizet használunk mindennapi tevékenységeink során, annál több szennyvizet "állítunk elő". Ez utóbbiról azért érdemes tudni, hogy a világon sokfelé még mindig tisztítás nélkül ereszlik a folyókba. Budapest szennyvizének például 50(!) százalékát engedi tisztítatlanul a Dunába, azaz ugyanabba a folyóba, melyből a város saját ivóvizét nyeri..."!



1. ábra. Duna parti táj

¹ humusz.hu/hirek/megelozes-vizek-szennyvizek/1051

A locsolás, a mosogatás, a kocsis mosás - a víz használat - sok ember számára csak egy ösztönös kézmozdulat. Pedig egyre inkább el kellene gondolkodni azon, hogy nem ártana takarékoskodni, hiszen a helyzet egyre aggasztóbb.

Egyre inkább fontossá vált az a szemlélet, hogy meg kell őrizni a felszíni, felszín alatti vizek jó minőségét, azokkal gazdaságosan kell bánni, a képződött szennyvizet meg kell tisztítani, hogy ne károsítsa tovább a befogadókat.

Pozitív irányt mutat, hogy uniós támogatással 2010 júliusától működik a Dél-Pesti szennyvíztisztító.

Szükséges a vízfolyások folyamatos monitoringja, elemzése és a kapott eredmények ismeretében mindenkitől elvárható a "gondos gazda" bánásmód.

Ön, mint környezetvédelmi technikus, tegyen javaslatot arra, hogyan valósítaná meg a lakóhelyén található vízfolyások vízminőségének folyamatos ellenőrzését!

A feladat megoldásához használja a következő információs anyagot:

- A vizek általános jellemzői
- Vízminavételi eljárások
- Vízvizsgálatok

SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

A VIZEK ÁLTALÁNOS JELLEMZŐI

A víz a földi élet alapvető vegyülete, létfontosságú folyamatok alkotója. Néhány, a fontosságát bizonyító példa:

- A víz a sejtek biokémiai folyamataihoz oldószer,
- Hőmérséklet szabályozó funkcióval rendelkezik,
- Ivóvízként, illetve a tápanyagok alkotójaként a táplálkozás alapvető része,
- Higiéniai és egészségügyi szempontból is nélkülözhetetlen,
- A gazdasági élet alap-, segédanyaga, energiaforrás és energiahordozó,

Ugyan akkor óriási károk, katasztrófák okozója is lehet, ahogy az elmúlt időszak is mutatta. A megáradt folyók a pillanat műve alatt településeket rombolnak, a jégesők, a belvizek a mezőgazdaság éves munkáját tehetik tönkre.

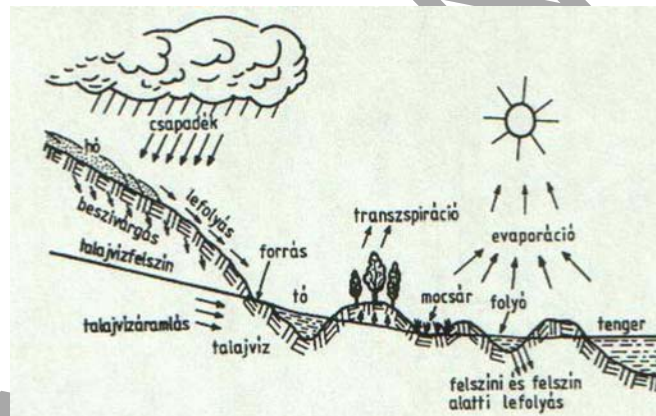
A vizek csoportosítása

A víz szó hallatán a legtöbb embernek a H₂O molekula jut eszébe, a természetben mégsem létezik önmagában, ilyen formában, hiszen tartalmaz a levegőből kioldott gázokat, kimosott porokat, vagy a talajközetekből kioldott ásványokat is, amelyet a természetes körforgása során felvesz.

A vízkörforgás, vagy más néven hidrológiai ciklus a föld hidroszférájában lévő víz folytonos és természetes körforgása, amelyet a napsugárzásból származó energia tart fenn. A ciklusban részt vesznek a felszíni és felszín alatti vizek, valamint a légkör és a föld víztartalma. A körforgás során a víz gáznemű, folyékony és szilárd halmazállapotban is előfordul.

A víz földi körforgásának fizikai-meteorológiai tényezői:

- - napsugárzás
- - hőmérséklet
- - légnyomás
- - légnedvesség
- - szél



2. ábra. A víz természetes körforgása

Légköri (csapadékvizek)

A levegő páratartalmából a fizikai állapotváltozások eredménye. A légkörből kioldott gázokat tartalmaz. A keménységet okozó sók minimális mennyiségben találhatóak benne.

Felszíni vizek

A patakok, folyók, tavak, tengerek természetes és mesterséges képződményei alkotják a felszíni vizeket. Összetételük igen változó.

A Föld vízkészletének legnagyobb hányadát kitevő tengervizek felhasználása – magas sótartalmuk miatt – korlátozott.

Felszín alatti vizek

A talaj különböző rétegeiben felhalmozódott, igen változó összetétellel bíró vizek, amelyek az alábbiak szerint csoportosíthatók:

- Talajvizek (első vízzáró réteg fölött elhelyezkedő felszín alatti vizek)
- Rétegvizek (két vízzáró réteg között elhelyezkedő – artézi vagy mélységi vizek)

Ásványvizek: oldott sótartalmuk 1000 mg/l feletti.

Termálvíz: olyan mélységi víz, melynek hőmérséklete meghaladja a 30 °C-ot.

Karsztvíz: magas, főleg változó keménységet okozó sótartalmú, a mészkő és dolomit hegységek repedésein keresztül beszivárgó felszín alatti vizek.



3. ábra. A tapolcai tavas barlang

Vízminőség

A vizek minőségét a fizikai, kémiai, biológiai, bakteriológia tulajdonságainak összessége adja. Egységes képet a vizek minőségéről csak az alkotók komplex vizsgálata, rendszerben történő elemzése ad.

- A legfontosabb fizikai tulajdonságai közé tartozik a sűrűség, hőmérséklet, lebegőanyag-tartalom, zavarosság, íz, szín, szag meghatározása.
- A főbb kémiai jellemzők megismerése a lúgosság, keménység, oldott oxigén-tartalom, kémhatás, szerves, szervesanyag-tartalom meghatározásával történik.
- A biológiai minősítés a halobitás, trofitás, szaprobitás, toxicitás alapján történik.

Halobitás: a víz biológiai szempontból fontos szerves kémiai tulajdonságainak összessége.

Trofitás: a vízi ökoszisztéma elsődleges szerves-anyag termelőképesége.

Szaprobítás: a vízi ökoszisztéma szerves-anyag lebontó képességének jellemzője.

Toxicitás: a szerves, szervesetlen mérgező anyagok ismeretében a víz mérgező hatása.²

A vizek minősítésének elsődleges szempontja a felhasználás. Az osztályozás a következő sorrendben történik:

- Ivóvízellátás,
- Ipari vízellátás,
- Öntözéses felhasználás,
- Egyéb vízhasználat

A víz számtalan felhasználása közben különböző szennyező hatásoknak van kitéve. Ezek forrása az ipar, mezőgazdaság és a lakossági tevékenység.

A következő táblázat minden teljesség nélkül néhány vízszennyező anyagot, emisszió forrásait, valamint az okozott hatásokat ismerteti:

Szennyező anyagok:	Szennyezés forrása:	Okozott hatás:
Nitrát-nitrit ionok	műtrágyák, salétromsavgyártás	meta-hemoglobinémia, rákkeltő, toxikus hatás
nitrát és foszforvegyületek:	műtrágyák, mosószerek	eutrofizáció
nehézfémek (ólom, higany, kadmium)	közlekedés, gépjárművek - akkumulátorok vegyipar, pácolás	idegrendszer károsodás, mérgezés, szervi károsodás
Kőolajszármazékok (fenol, benzol)	(olaj, vasgyártás, hajókatasztrófák, talajba, talajvízbe szivárgás	vízi ökoszisztéma sérülése, pusztulása

Metahemoglobinémia a "kék halál" különösen a csecsemők körében okoz nagy veszélyt, mivel náluk még nem alakult ki az az enzim, amely megakadályozná a vér hemoglobinjához a nitrit-ion kapcsolódását. A keletkezett metahemoglobin nem képes az oxigén szállítására, amely végső soron fulladáshoz vezet.

Az eutrofizáció a vízi ökoszisztéma szervesanyagmennyiségének túlzott megnövekedése, amely lebontódása révén elvonja a vizek oldott oxigéntartalmát, ezzel károsítja a vízi élővilágot, bűzös, anaerob folyamatokat elindítva.

Vízszennyezés

- Évente az óceánokba kerül: 2,6 millió tonna nitrát,
- 2,5 millió tonna cink,

² Környezetvédelmi vizsgálatok I. 115. oldal

- 370.000 tonna ólom.
- A mezőgazdaság 80 millió tonna műtrágyát használ fel.
- A lakosság és az ipar több mint 120 millió tonna mosószert, kozmetikumot használ fel.
- A folyóinkba, tavainkba 300 milliárd liter szennyvizet juttatunk.
- Egy liter olaj 1 millió liter tiszta vizet képes fogyasztásra alkalmatlanná tenni.
- A világon kb. 3 milliárd embernek nincs elegendő, egészséges ivóvízforrása.

VÍZMINTAVÉTELI ELJÁRÁSOK

A mintavétel kiválasztása, gyakorisága, fajtája a vizsgált víz típusától függ, mindig a vonatkozó szabványok figyelembevételével zajlik.

Néhány szabvány a mintavételezéshez:

- Vízmintavétel. Mintavételi programok tervezése vízvizsgálathoz: MSZ EN ISO 5667-1:2007
- Vízmintavétel. Mintavételi technikák előírásai: MSZ EN ISO 5667-1:2007
- Vízmintavétel. Minták tartósításának és kezelésének irányelvei: MSZ EN ISO 5667-3:2004

Pontminta vételezése

Egy adott hely, adott pontjáról vett minta, amely csak a pillanatnyi állapot jellemzésére képes.

Átlagminta képzése

- Az időbeli átlagmintavételkor ugyan arról a helyről, de eltérő időközönként veszik a mintákat, amelyeket aztán átlagolnak.
- A térbeli átlagminta esetében ugyanabban az időpontban, de a terület különböző helyeiről vett minták átlagolása történik.

Minták átlagolása csak abban az esetben végezhető, ha azzal nem változik meg a vizsgált anyag eredeti tulajdonsága!

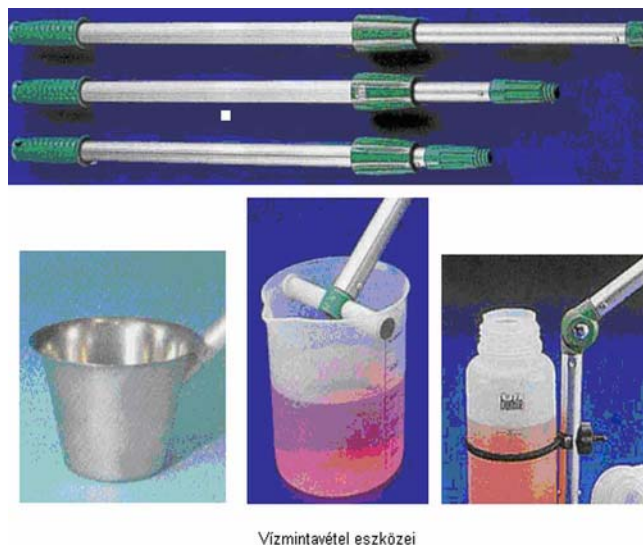
Nem készíthető átlagminta, ha az összekeverés során csapadékkiválás, vagy oldódás történik. Az azonnali mérést igénylő vizsgálatok esetében (oldott oxigénmérés) sem történik átlagképzés.

A vízmintavételi eljárásokat részletesen mutatja be az alábbi internetcímen elérhető Power Point formátumú anyag:

w3.mkk.szie.hu/dep/chem/targyl/vizanal/8_ea.pdf

Mintavételezés eszközei

Az egyszerű manuális megoldástól a műszeres, monitoring rendszerig terjed a skála.³



4. ábra. A manuális mintavétel néhány megoldása

A vizsgálandó víz elhelyezkedése alapján is különböző megoldásokat kell alkalmazni, aszerint, hogy folyóvízből, állóvízből, vagy akár különböző mélységekből történik a vízminta kinyerése.



5. ábra. Vízmintavétel figyelőkútból

Minta-előkészítés

³ www.geo.u-szeged.hu/~barta/oktinfo/terepimv/talajsvizmintavetel.pdf; 2010. augusztus 14.

Egyes komponensek vizsgálata megköveteli az azonnali, helyszínen történő elemzést. Az oldott oxigén-tartalmat, a hőmérsékletet, zavarosságot, színvizsgálatot, nitrit-tartalmat a megfelelő pontosság miatt a helyszínen azonnal célszerű elvégezni.

Az időben lassan változó komponensek meghatározása bizonyos tartósítószer adagolása mellett kitolható. Nem változik például a kalcium, magnézium-tartalom, és a mérés 48 óráig pontos eredményt szolgáltat, ha a mintát 4 °C alatti hőmérsékleten tárolják.

A tartósítás, tárolás során a minta eredeti összetétele nem változhat meg.

VÍZVIZSGÁLATOK

A vízvizsgálatok igen széles skálán mozognak, kezdve az alap gravimetria, titrimetria mérésektől, a különböző "kisműszeres" vizsgálatokon keresztül egészen az igen nagy pontosságú "nagyműszerekkel történő elemzésekig".

Gravimetria: *tömeg szerinti mennyiségi meghatározás, amely során a vizsgált anyag adott részletét alkalmas lecsapószerrel reagáltatva a kapott anyagot tömegállandóságig szárítva/izzítva, a mért eredményekből a lejátszódó reakcióegyenlet alapján a vizsgált anyag, komponens tömege kiszámítható.*

Titrimetria: *térfogatosszerű tömegszerinti meghatározás, amely során a vizsgált anyag adott térfogatához a maradék nélküli egyesülésig ismert koncentrációjú és térfogatú mérőoldatot adagolnak indikátor mellett. A kapott értékekből a reakcióegyenlet alapján a vizsgált anyag koncentrációja/tömege kiszámolható.*

Indikátorok: *olyan jelzőanyagok (többnyire szerves színezékek), amelyek színváltozással mutatják az oldatban levő anyagok maradéknélküli egyesülését.*



6. ábra. A sav-bázis titrálások egyik jellemző indikátora a metil-vörös indikátor

"Kisműszeres" vizsgálatok: *többnyire az elektroanalitikához tartozó potenciometriát (elektromos pH-mérés, titrálás) és konduktometriát (vezetőképesség mérés, titrálás) sorolják ide.*

'Nagyműszeres" vizsgálatok: *spektroszkópiás (a fény és az anyag kölcsönhatásán alapuló optikai eljárások) vizsgálatok, mint atomabszorpciós spektroszkópia, vagy az eltérő retenciós visszatartáson alapuló kromatográfiás mérések tartoznak ide.*

Klasszikus analitikai elemzések

Hőmérsékletmérés

Szükséges eszköz:

- hitelesített, 0,1 °C-ra beosztott hőmérő

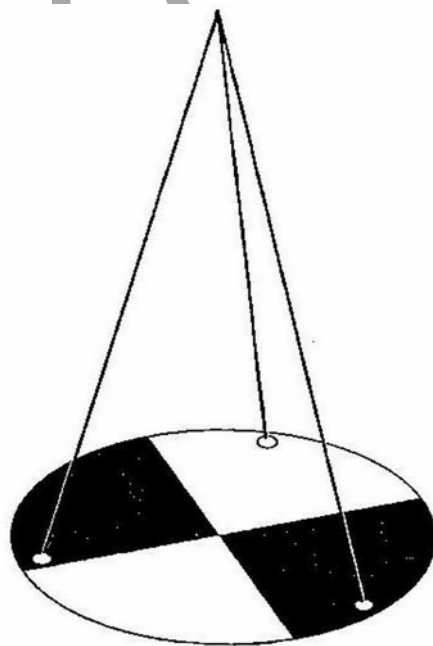
A hőmérőt legalább öt percig a vízben kell tartani, majd a leolvasást a kiemelés pillanatában kell elvégezni. Ezzel egyidejűleg a környező levegő hőmérsékletének a meghatározását is el kell végezni, száraz hőmérővel, árnyékban, legalább egy méter magasságban a felszín felett.

Átlátszóság vizsgálat

Szükséges eszközök:

- Secchi-korong, megvilágításmérő

A zavarosság mértéke a látótávolsággal adható meg. A négy részre osztott, fekete-fehérre festett korongot szórt, nappali fénynél a vízbe engedik. A zavarosság értéke az a távolság lesz centiméterben kifejezve, ahol a korong leengedéskor már nem, illetve visszahúzáskor újra láthatóvá válik. Párhuzamosan a megvilágítás értékét is megadják.



7. ábra. A zavarosság mérőeszköze a Secchi-korong

A helyszíni vizsgálathoz 20 cm átmérőjű, 2 mm vastagságú kör alakú lemezt, a laboratóriumi vizsgálathoz 1 mm vonalvastagságú szálkeresztet használnak.

pH-mérés

A vizsgálat az elektroanalitikai eljárások közé tartozik.

- Az elektroanalitikai eljárások a vizsgált anyag elektrokémia tulajdonságain alapuló mennyiségi meghatározásra alkalmas eljárások. Általában két elektródból és egy elektrolitból álló mérőcella valamilyen, a vizsgált anyag koncentrációjától függő fizikai adatát mérik, amely az elektrolit és az elektródok fázishatárán lejátszódó jelenség következménye.

Szükséges eszközök, anyagok:

- Elektromos pH-mérő, kombinált üvegelektrod, hitelesítő puffer-oldatok, desztillált víz

A víz kémhatása nagy pontossággal mérhető direkt potenciometriával, amely szerint a mérőelektrodból, összehasonlító elektródból álló kombinált üvegelektrod a vízbe merülve, galvánelemet alkot, amelynek elektromotoros ereje arányos a pH-val, ami a készülékről közvetlenül leolvasható.

A készüléket puffer-oldatokkal hitelesítik, majd az elektródákat a vízbe merítik. A leolvasás akkor történik, amikor a pH-érték már nem változik. A méréssel egyidejűleg a víz hőmérsékletét is meghatározzák.



8. ábra. A digitális kijelzésű készülék pH-mérő készülék

A pH fogalma az alábbi törvényszerűségekből vezethető le:

- Igen kis mértékben a tiszta víz is ionjaira disszociál (szétesik) a következő egyensúlynak megfelelően:



- A tömeghatás törvénye alapján felírható a disszociációs egyensúlyi állandó:

$$\frac{[H^+] \cdot [OH^-]}{[H_2O]} = K_d$$

- Mivel a $[H_2O]$ értéke igen nagy a $[H^+]$ és a $[OH^-]$ értéke mellett, így állandónak tekinthető, ezért a fenti K_d -re definiált kifejezés felírható a következő formában is:

$$[H^+] \cdot [OH^-] = K_v$$

- A K_v állandó a víz ionszorzata, értéke 25°C-on: $K_v \cong 10^{-14}$
- Tiszta vízben az arány: 1:1, így $[H^+] = [OH^-] = 10^{-7} \text{ mol/l}$, és ebben az esetben a közeg kémhatása semleges.
- A $[H^+]$, a hidrogén-ion koncentráció tehát alkalmas a közeg kémhatásának meghatározására. Egyszerűbb jelölés céljából a $[H^+]$ negatív logaritmusával, azaz a pH-val dolgoznak.

$$pH = -\lg[H^+]$$

- Értelmezési tartománya:

- $pH < 7$ savas kémhatású oldat, $pH > 7$ lúgos kémhatású oldat.

Vezetőképesség-mérés

Szükséges eszközök, anyagok:

- konduktométer (vezetőképesség-mérő műszer), mérőelektroda

A méréshez nagy felületű, indifferens anyagból készült, rendszerint platinából készült elektróda párokat alkalmaznak. Az elektródokat jól rögzítve, egymástól, állandó távolságra kell elhelyezni, emiatt egybeépítve kerülnek forgalomba, harang illetve gyűrűs elektródok formájában.

A műszert a vizsgálandó vízbe mártják. A leolvasás akkor történik, amikor a kijelzőn mutatott érték már nem változik. A méréssel egyidejűleg a víz hőmérsékletét is meghatározzák.

Az eljárás fizikai törvényszerűségei

- A módszer az oldat vezetőképességének mérésén alapszik, az oldatban levő összes ionok vezetőképességét tudják mérni.
- A vezetőképesség és a koncentráció közötti lineáris összefüggés miatt, a módszer alkalmas ismeretlen hatóértékű anyagok vizsgálatára.
- Elektrolit (másodfajú vezetők) oldatokban az elektromos áramot az ionok szállítják. Az oldat vezetőképessége az oldószer és az elektrolit vezetőképességéből tevődik össze:

$$G_{\text{oldat}} = G_{\text{elektrolit}} + G_{\text{oldószer}}$$

- A vezetőképesség az ellenállás reciproka:

$$G = \frac{1}{R} \left[\frac{1}{\Omega} \right] = 1S$$

- Az ellenállás meghatározható a fajlagos ellenállás, a vezető keresztmetszetének és a vezető hosszának ismeretében az alábbi képlettel:

$$R = \frac{\rho \cdot l}{A} [\Omega]$$

G = vezetőképesség

R = ellenállás

P = fajlagos ellenállás

A = vezető keresztmetszete

l = vezető hossza

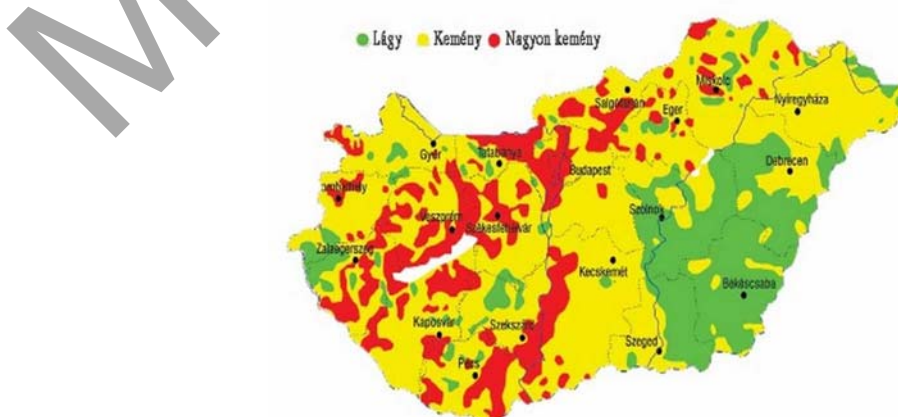
- A képletből a fajlagos ellenállás kifejezhető.
- A fajlagos ellenállás (az egy m hosszú, 1 mm² keresztmetszetű vezető ellenállása) reciproka a fajlagos vezetőképesség.

Kalcium és magnézium-tartalom meghatározása komplexometriás titrálással

A vizek kalcium és magnézium vegyületei okozzák a vízkeménységet. A változó keménység a kalcium- és magnézium-hidrogénkarbonátok jelenlétének köszönhető. Az állandó keménységet a kloridok, szulfátok okozzák.

A vizek keménységét általában német keménységi fokban adják meg. Egy német keménységű az a víz, amelynek egy literében 10 mg CaO-nak megfelelő oldott kalcium és magnézium só van.

A vizeket sótartalmuk mértékétől függően lágy (8 nK^o-ig), kemény (8 - 15 nK^o között), és nagyon kemény (15 nK^o felett) kategóriába sorolják.



9. ábra. Magyarország vízkeménységi térképe

A vízben található kalcium- és magnézium-ionok az EDTA mérőoldattal jól oldódó, de rosszul disszociáló fémkomplexet képeznek, melyek megfelelő indikátor mellett térfogatossal meghatározással kimutathatók.

A törzsoldat pontos térfogatú részletét lúgos pH mellett, komplexometriásan megtitrálva a fogyott értékekből a reakcióegyenlet ismeretében a kalcium- és magnézium tartalom meghatározható.

Reakcióegyenlet:

- $\text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{Y}^{2-} = \text{CaY}^{2-} + 2\text{H}^+$
- $\text{Mg}^{2+} + \text{H}_2\text{Y}^{2-} = \text{MgY}^{2-} + 2\text{H}^+$

A számolások során mindig egy mól fémion egy mól mérőoldattal reagál!

Szükséges eszközök, anyagok:

- Erlenmeyer-lombik, pipetta, mérőhenger, buretta, főzőpohár,
- 0,01 mol/dm³-es EDTA-mérőoldat, 10 %-os NaOH-oldat, 20 %-os HCl-oldat, 20 %-os ammónium-hidroxid-oldat, szilárd murexid, szilárd eriokrómfekete T indikátor, desztillált víz, ammónia-ammónium puffer, magnézium szulfát

A vizsgálat az alábbiak szerint történik:

Segédoldatok, mérőoldat és a beállító oldat elkészítése:

- 0,01 mol/dm³-es EDTA-mérőoldat , 10 %-os NaOH-oldat, 20 %-os HCl-oldat,
- 20 %-os ammónium-hidroxid-oldatok elkészítése.
- 0,01 mol/dm³-es magnézium-szulfát oldat

Mérőoldat pontos koncentrációjának meghatározása:

- Az EDTA mérőoldat pontos koncentrációjának meghatározása magnézium-szulfáttal, 5cm³ puffer és eriokrómfekete-T indikátor hozzáadásával, titrálással történik.

Kalcium-tartalom meghatározás:

- Egyszeri titrálásra a vízmintából 100 cm³ pontos térfogatot használnak. Ehhez adnak 2 cm³, 10 %-os NaOH-t és kb. 0,1 g murexid indikátort. A piros színű oldatot maradéktalanul megtitrálják az EDTA mérőoldattal. A végpont közelében cseppenként, alaposan összerázás közben történik a mérőoldat adagolása. Az egyenértékpont a titrálendő oldatot lila színénél van.

Magnézium-tartalom meghatározás:

- A megtrált oldathoz 3 cm³ 20 %-os sósavat adnak és addig melegítik az oldatot, míg a melegítés hatására a murexid indikátor el nem bomlik, s így színe már nem zavarja a további titrálást.
- Szobahőfokra hűtés után hozzámérnek 6 cm³ 20 %-os ammónium-hidroxidot és eriokrómfekete T indikátor mellett állandó kék színig titrálják.

Figyelem! A két titrálást egymás után, ugyan azzal a vizsgálandó oldattal kell elvégezni, a büretta feltöltése nélkül!

A mérési eredményt a három párhuzamos titrálás értékéből számolják.

Oldott oxigéntartalom meghatározása gyorsesztes eljárással

A vizek oldott oxigéntartalmának ismerete fontos paraméter a vizek minősítésének szempontjából. Az oldott oxigéntartalom a hőmérséklettel fordítottan arányos. Az alacsony oldott oxigéntartalom a vizek szerves szennyeződésére enged következtetni. A szerves szennyeződések lebontódása természetes folyamat, a hozzá szükséges oxigén mennyisége mérhető biológiai és kémiai úton is.

BOI = a vizek szerves szennyeződéseinek biológiai úton, mikroorganizmusok hatására, aerob körülmények közötti lebontásához szükséges oxigén mennyisége.

KOI = a vizek szerves szennyeződéseinek kémiai úton, aerob körülmények közötti lebontásához szükséges oxigén mennyisége mg/l értékben kifejezve.

Vízminőségi jellemzők	Mérték egység	Határértékek az				
		I. kiváló	II. jó	III. tűrhető	IV. szennyezett	V. erősen szennyezett
vízminőségi osztályokban						
A csoport: az oxigénháztartás jellemzői						
Oldott oxigén	mg/dm ³	7	6	4	3	<3
Oxigéntelítettség	%	80-100	70-80	50-70	20-50	<20
			100-120	120-150	150-200	>200
Biokémiai oxigénigény (BOI ₅)	mg/dm ³	4	6	10	15	>15
Kémiai oxigénigény (KOI _M)	mg/dm ³	5	8	15	20	>20
Kémiai oxigénigény (KOI ₆)	mg/dm ³	12	22	40	60	>60

10. ábra. Az oxigénháztartás jellemzői és a vízminőségi osztályok kapcsolata⁴

- A KOI₆ a kálium-permanganát mérőoldatos titrálást jelzi.
- A KOI_M a kálium-dikromát mérőoldatos titrálásra utal.
- A BOI₅ az ötnapos biológiai oxigénigény értékét adja

⁴ Barótfi: Környezettechnika, 348. oldal

Szükséges anyagok:

- vizsgálandó vízminta, reagensek, desztillált víz, tesztkészlet, hőmérő

A vizsgálat alapvető fontosságú művelete a mintavétel. A mintavevő edényt (Winkler-palack) többszöri átöblítés után levegőmentesen kell a vízmintával megtölteni. Ezután a meghatározott sorrendben és mennyiségben hozzá kell adagolni a szükséges reagenseket. (négy csepp oxigén 1. reagenst, majd 4 csepp oxigén 2. reagenst). A palackot légmentesen le kell zárni, majd átforgatással elegyíteni. Két perc elteltével hozzáadódik a 12 csepp 3. reagens. A csapadékos elegyet addig kell rázni, amíg a képződött csapadék fel nem oldódik.

Öt perc múlva a mérő-küvetébe töltött oldatot keményítő indikátor mellett titrálják teljes elszíntelenedéséig. A titráló fecskendő beosztása mg/l oldott oxigéntartalmat jelöl.

Vízminta oldott oxigéntartalmának meghatározása Winkler szerint – jodometriás titrálással

A vízben oldott oxigén mennyisége közvetett úton, jodometriás titrálással meghatározható. A reakció során felszabaduló jód mennyisége ekvivalens a vízben oldott oxigéntartalommal, melynek mennyisége nátrium-tioszulfát mérőoldattal mérhető.

Reakcióegyenletek:

- $2 \text{ MnCl}_2 + 4 \text{ NaOH} + \text{O}_2 = 2 \text{ MnO(OH)}_2 + 4 \text{ NaCl}$
- $\text{MnO(OH)}_2 + 2 \text{ H}_2\text{SO}_4 + 2 \text{ KI} = \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{I}_2 + 3 \text{ H}_2\text{O}$
- $\text{I}_2 + 2 \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 = 2 \text{ NaI} + \text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_6$

A szükséges eszközök, anyagok:

- Winkler-féle palack, gumicső, 1 cm³-es pipetta, 20 cm³-es mérőhenger, 750 cm³-es titráló lombik, desztillált vizes palack Griffin-labda, vízminta, 50 m/m %-os mangánklorid-oldat, 50 m/m %-os kénsav, 50 m/m %-os nátriumhidroxid-oldat, szilárd KI, 0,1 mól/dm³ nátrium-tioszulfát-oldat, keményítő indikátor

Az eljárás menete:

A vizsgálatot kálium-hidrogén bijodát oldattal – pontos koncentrációra beállított nátrium-tioszulfát mérőoldattal végzik, keményítő indikátor jelenlétében az alábbiak szerint:

A vizsgálandó vízmintával alaposan átöblített Winkler-palackot levegőbuborék mentesen feltöltik. Ezután a adagolnak hozzá 1 cm³ 50 m/m %-os mangán-kloridot, és 1 cm³ 50 m/m %-os nátrium-hidroxidot úgy, hogy mindkét anyag a palack aljára kerüljön. Lassú átforgatással elegyítik az üveg tartalmát. A kivált csapadékot leülepedése után a minta aljára 5 cm³ 50 m/m %-os kénsavat rétegeznek. Az üveg többszöri ismételt átforgatásával homogenizálják. Öt perc elteltével a mintához 1 g szilárd kálium-jodidot kevernek, majd átöntik az üveg tartalmát egy 750 cm³-es titráló lombikba. A kivált jodot nátrium-tioszulfát mérőoldattal titrálják. A végpont elérése előtt adják az oldathoz a keményítő indikátort. A titrálást a minta elszíntelenedéséig végzik.

Vízminta kémiai oxigénigényének meghatározása kálium–permanganátos titrálással

A vízben lévő oxidálható szerves és szervesetlen anyagok a kálium–permanganáttal savas közegben reakcióba lépnek és oxidálódnak. A kálium–permanganát fogyasztásából következtetni lehet a víz kémiai oxigénigényére.

Reakcióegyenletek:

- $2 \text{KMnO}_4 + 5 (\text{COOH})_2 + 3 \text{H}_2\text{SO}_4 = 2 \text{MnSO}_4 + \text{K}_2\text{SO}_4 + 8 \text{H}_2\text{O} + 10 \text{CO}_2$
- $4 \text{KMnO}_4 + 6 \text{H}_2\text{SO}_4 = 2 \text{K}_2\text{SO}_4 + 4 \text{MnSO}_4 + 6 \text{H}_2\text{O} + 5 \text{O}_2$

Szükséges anyagok, vegyszerek:

- mérőlombik, pipetta, titráló lombik, buretta, üvegbot, mérőhenger, szűrőpapír, rezsó, törülőruha, időmérő eszköz, tölcser, vízminta, 0,02 mól/ dm³ KMnO₄-oldat, oxálsav szilárd, 1:4 hígítású kénsav, forrkő

A vizsgálat menete:

A kálium–permanganát mérőoldat koncentrációját oxálsavval pontosan beállítják, 1:4 hígítású kénsav mellett, titrálással.

A pontos térfogatú vízmintához 1:4-es hígítású kénsavat adagolnak, majd forrásig melegítik. Ezután pontosan tíz percig forralják a hozzáadott kálium–permanganáttal, amely elroncsolja a minta szervesanyag-tartalmát.

Az idő letelte után pontos térfogatú és koncentrációjú oxálsavat adagolnak a forró oldathoz, majd azonnal titrálják a kálium–permanganát mérőoldattal, halvány rózsaszín színig.

A melegítés hőfokát, a forralás reakcióidejét pontosan be kell tartani!

Nagyműszeres vizsgálatok

Ipari szennyvíz vasion-tartalmának meghatározása atomabszorpciós spektrofotométerrel

A környezetvédelmi mérések egyik nagy csoportját alkotják a különböző fémkomponensek és fémszennyeződések meghatározása. Különösen a nehézfémek meghatározása bír nagy jelentőséggel. Ezek a vizsgálatok különböző nagyságrendben jelenlevő, átfogó elemzéseket kívánnak. A skála széles, a főkomponens elemzéstől a nyomelemek, valamint az ultra nyomelemek beazonosításig terjed.

Az alábbi táblázat néhány mintacsoport vizsgált elemeit tartalmazza:

Mintacsoport:	Vizsgált elemek:	Minta:
Vizek	Ag, Al, As, Ba, Cd, Fe, Cr, Cu, Na, Ni, Sn,	felszíni víz, felszín alatti víz, ivóvíz, figyelő-kutakból vett minták
Porok	As, Ba, Pb, Sn, Ba, Cd, Cr, Hg,	szállópor, ülepedő por, kéménygázok, füstleválasztó
Hulladékok	As, Ag, Pb, Co, Cr, Cd, Fe, Mn,	települési hulladék, ipari hulladék, hulladéklerakás, hulladékégetés

11. ábra. A spektroszkópai vizsgálatok széles skálán mozognak

A módszerek elvi alapja a Lambert–Beer–féle törvény, mely szerint az emissziós módszereknél a vonal intenzitása, abszorpciós módszereknél az adott vonalon mért fényelnyelésből számított abszorbancia arányos az adott elem koncentrációjával, vagyis:

$$A = \lg \frac{I_0}{I} = \varepsilon \cdot c \cdot$$

A = abszorbancia

I_0 = bemenő fény intenzitása

I = mintán átjutó fény intenzitása

ε = moláris abszorpciós együttható

c = koncentráció

Az atomspektroszkópai módszerekkel az elemek nagyon széles köre elemezhető. Az emissziós eljárásokkal egymás mellett sok elem mérhető, míg az abszorpciós meghatározások egyszerre csak egy elem mérését teszik lehetővé, újabb elem vizsgálata a megvilágító fényforrás cseréjét igényli.

Az atomspektroszkópai vizsgálatok jó szelektivitással bírnak, a kimutatási határok módszertől és elemtől függően pg/g és µg/g értékek lehetnek.

Az eljárás elve:

A gerjesztett atomok az anyagi jellemzőtől függő rezonancia–hullámhosszon fényt abszorbeálnak, melynek mértéke arányos a koncentrációval.

Szükséges eszközök anyagok:

- főzőpohár, mérőlombik, mikro–pipetta, atomabszorpciós spektrofotométer,
- 1,000 g/dm³ vas törzsoldat, vizsgálati minta, desztillált víz

A mérést többnyire kalibrációs módszerrel végzik, az alábbi sorrendben:

- Mintabemérés, oldás, előkészítés.
- Kalibrációs sorozat elkészítése.
- Minta előkészítése a mérésre.

A készülék biztonságos és szakszerű üzemeltetéséhez az egyes részműveletek helyes sorrendje szükséges:

a.) A készülék paramétereinek ellenőrzése (bekapcsolás előtt):

- porlasztó vízszintje,
- biztonsági szelep könnyen jár,
- lámpa,
- égőfej,
- biztonsági fedelek visszahelyezése.
- Acetilén, sűrített levegő megnyitása
- Elszívó, készülék bekapcsolás (30 perc melegedési idő)

b.) Számítógépes szoftver beüzemelése:

- Mérés paramétereinek rögzítése
- Égőfej beállítása
- Megvilágító fényforrás beállítása (lámpa adatainak ellenőrzése)
- Láng begyújtása

A láng begyújtása különös figyelmet igényel!

c.) Mérés

- Desztillált vizes beállítás.
- Kalibrációs tagok mérése.
- Ismeretlen minta mérése.
- Mérési adatok rögzítése.

d.) Eredmény megadása a számítógépes grafikon alapján.



12. ábra. Az atomabszorpciós spektrofotométer

Szennyvízminta fenol-tartalmának vizsgálata nagyhatékonyságú folyadékkromatográfiás eljárással

A fenolok mérésére számos műszeres vizsgálat terjedt el. A "fenol index", illetve a vízgőz-illó fenolok meghatározására leginkább a fotometriás eljárásokat alkalmazzák. A módszer alapja, hogy a fenolok pH 10 értéken 4-amino-antipirinnel kálium- ferricianit jelenlétében vörös színű komplexet alkotnak, amely 510 nm-en spektrofotométerrel meghatározható. A 0,1 mg/dm³ fenol-tartalomnál magasabb koncentrációk mérhetők ilyen módon. Abban az esetben, ha az antipirin lakk vegyületet kloroformos extrakciónak vetik alá, a mérés érzékenységét 0,001 mg/dm³-re lehet növelni. Az előző eljárás a szennyvizek, míg az utóbbi az ivóvizek elemzésére használható eredményesen.



13. ábra. Az UV-VIS spektrofotométer

Amennyiben felmerül az igény az egyedi fenol-vegyületek meghatározására, akkor célszerű folyadékkromatográfiás, vagy gázkromatográfiás oszlopon az elválasztást elvégezni.



14. ábra. A gázkromatográfiás elválasztás, láng-ionizációs detektálás készüléke

Gázkromatográfiás mérés a retenciók idői (visszatartás) alapján – belső standard módszerrel – a különböző fenolszármazékok a zavaró körülmények mellett is nagy pontossággal meghatározhatók.

A kromatográfiás eljárások elvi összefüggései

– Folyadék-kromatográfia

Során az elválasztás azért jön létre, mert mindegyik komponens eltérő időt tölt az állófázison, vagyis a komponensek megoszlása az álló és mozgó fázis között eltérő és nagyobb mint nulla. Az elválasztást az álló és mozgó fázis minősége egyaránt megszabja.

Az álló fázis és a mozgó fázis egymáshoz viszonyított polaritása alapján megkülönböztetnek:

Normál fázisú folyadék-kromatográfiát (NP-HPLC), amelynek főbb jellemzői:

- Az álló fázis polárisabb tulajdonsággal bír, mint a mozgó fázis.
- Legtöbbször szilikagélt használnak, melynek polárosságát a szilanol csoportok adják.
- A szilikagél savas jelleggel bír, így a savas karakterű anyagok nem választhatók el rajta, ekkor bázikus alumínium-oxidot célszerű használni.
- Az állófázis stabil, megfelelő mechanikai szilárdsággal kell, hogy bírjon.
- Az állófázis fajlagos felületét a pórusátmérő szabja meg, amely 6–20 nm közé esik, így a fajlagos felület 50–500 m²/g közé esik.
- A mozgó fázis polaritás erősségével lehet az elválasztást tökéletesíteni.
- Mozgó fázisok lehetnek a polaritás függvényében:
hexán, heptán, diklór-metán, tetrahidrofurán, etil-alkohol, metil-alkohol, ecetsav.

Fordított fázisú folyadék-kromatográfiát (RP-HPLC)

- Az álló fázis apolárisabb, mint a mozgó fázis.
- A poláris tulajdonságú szilikagélt apolárisra kell tenni, pl. alkil-csoportokat tartalmazó klórszilánnal.
- A szilikagél lúgos közegben történő oldódása és az alkil-csoportok alacsony pH esetén történő hidrolízise miatt, célszerű 1–2 és 8–9 pH között használni. E tartományokon kívül jól alkalmazható a sztirol-divinil-benzol alapú álló fázis.
- Mozgó fázis poláris, kis viszkozitású, alacsony UV-fény elnyelő, nyomástűrő kell, legyen. Ezek a következők:
– Víz (a legpolárisabb), és vele különböző arányban keverve metanol, acetonitril, etanol.

A vizsgálat elvi alapjai

A fenol megkötődik a kromatográfiás oszlopon, és mivel UV aktív, így kimutatható UV-detektorral. Megfelelő kalibrációs sorozat segítségével mennyisége meghatározható.

Szükséges eszközök, anyagok:

- mérőlombikok, analitikai mérleg, Hamilton pipetta, biohit pipetta, főzőpohár, tölcsér, kromatográf, fenol, metanol (HPLC tisztaság), desztillált víz (HPLC tisztaság), kalibráló törzsoldat, eluensben oldva.

Vizsgálat menete:

- Eluens oldatkészítés: metanol és víz elegye 60 : 40 % arányban.
- Törzsoldat: 1 g/dm³-es fenol oldat.
- Kalibrációs sorozat: a feltételezett fenol-tartalomnak megfelelő koncentrációban, páratlan számmal, eluensben oldva készül.

Az eluens és a kalibrációs tagokhoz HPLC-s tisztaságú desztillált víz szükséges

Az eluens oldatot rázógépen légteleníteni kell 20–30 percig.

Mérési paraméterek:

- Eluens: 60 : 40 % metanol : víz
- Kromatográfiás oszlop: Chromsil RP
- Detektálás: UV, 254 nm hullámhosszon
- Áramlási sebesség: 1,0 cm³/perc
- Injektálási térfogat: 10 µl

ÖSSZEFOGLALÁS

A víz a földi élet nélkülözhetetlen eleme, ha egy váratlan esemény miatt nem állna az emberiség rendelkezésére, döbbernénk rá, hogy mennyire igaz ez a gyakran emlegetett mondat.

Mindenki számára fontos feladat, hogy óvja a vizek tisztaságát, és törekedjen a takarékos felhasználásukra. A vízminőség megőrzésének egyik követelménye, hogy folyamatosan kövessék nyomon a különböző vízbázisok fizikai, kémiai, biológiai jellemzőit annak érdekében, hogyha bármi rendellenes változás következik be, azonnal be lehessen avatkozni.

A vizek helyszíni és laboratóriumi elemzése is széles palettával bírnak. A gyorsesztes eljárások lehetőséget adnak a szinte azonnali, gyors kármentesítésre. A laboratóriumi vizsgálatok pedig minden alkotóra kiterjedő, igen nagy pontossággal bíró adatokkal szolgálhatnak az elemzők számára.

TANULÁSIRÁNYÍTÓ

Ön, mint környezetvédelmi szakos hallgató azt a feladatot kapta, hogy végezze el a lakóhelyükön található vízfolyás vizének fizikai-kémia vizsgálatát. Tanulmányozza a szükséges elméleti ismereteket, majd válaszoljon a következő kérdésekre!

1. feladat

Milyen vízmintavételi eljárásokat ismert meg? Melyiket lenne célszerű az Ön vizsgálataihoz választani?



2. feladat

Jelölje aláhúzással az alább felsorolt vizsgálatok közül azokat, amelyeket a helyszínen szükséges elvégezni!

- hőmérsékletmérés, kémiai oxigénigény vizsgálat, fenolindex meghatározás, pH-mérés, oldott oxigéntartalom mérése, zavarosság mérés, nitrit-, nitrát-tartalom vizsgálat, nehézfém-tartalom mérés,

3. feladat

Milyen kapcsolat van a vizek oldott oxigéntartalma, hőmérséklete és szervesanyag-tartalma között?

4. feladat

Milyen laboratóriumi vizsgálatot választana a vízfolyás szerves szennyeződéseinak meghatározására?

5. feladat

Milyen eljárással tudná a patak esetleges nehézfém szennyeződéseit nagypontossággal beazonosítani?

Megoldások

1. feladat

A vízmintavételi eljárások lehetnek:

- **Pontminta vételezése**

Egy adott hely, adott pontjáról vett minta, amely csak a pillanatnyi állapot jellemzésére képes.

- **Átlagminta képzése**

Az **időbeli átlagmintavételkor** ugyan arról a helyről, de eltérő időközönként veszik a mintákat, amelyeket aztán átlagolnak.

A **térbeli átlagminta** esetében ugyanabban az időpontban, de a terület különböző helyeiről vett minták átlagolása történik.

A patak vízminőségének teljes szakaszában történő megismeréséhez célszerű a vízfolyás különböző területeiről vett minták elemzésének eredményei alapján következtetni. A mintavételi pontokat **GPS-en vagy mintavételi térképen** rögzítve a vizsgálatok ugyan arról a helyről, különböző gyakorisággal megismételhetők.

2. feladat

hőmérsékletmérés, kémiai oxigénigény vizsgálat, fenolindex meghatározás, pH-mérés, oldott oxigéntartalom mérése, zavarosság mérés, nitrit-, nitrát-tartalom vizsgálat, nehézfém-tartalom mérés,

3. feladat

A vizek oldott oxigén tartalma **fordított arányban** van a hőmérsékletükkel, normál körülmények között, ha nő a hőmérséklet, csökken az oldott oxigéntartalom.

A szervesanyag-tartalom lebontáshoz oxigénre van szükség. Amennyiben adott hőmérsékleti értékhez képest alacsonyabb az oldott oxigén értéke, az a szerves szennyeződésre utal, mivel annak lebontására használódott az oxigéntartalom.

4. feladat

A szervesanyag-tartalom meghatározásnak gyorsabb módja a **kémiai úton** történő, oxidáló anyagokkal való elroncsolás utáni **titrimetriás** mérés. A mérőoldat lehet kálium-permanganát, vagy kálium-dikromát. A vizsgálat a **KOI-mérés**.

A szervesanyag-tartalom hosszadalmasabb meghatározása a biológiai oxigénigény mérése mikroorganizmusok oxigén jelenlétében történő szervesanyag-elbontása. A vizsgálat a **BOI₅-mérés**.

5. feladat

Az **atomabszorpciós spektrofotométeres** vizsgálat igen kis koncentrációban is, nagy pontossággal szolgáltat eredményt a különböző nehézfém szennyeződésekre.

ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

A feladat címsora másolható is, ebben az esetben csak a feladat számát szükséges átírni.

1. feladat

A vizek biológiai minősítésére különböző eljárások használatosak. Magyarázza az alábbi fogalmak jelentését, és írjon egy-egy vizsgálati módszert hozzájuk!

Biológiai vízminősítések
fajtái:

A fogalmak jelentése

Egy mérési módszerük:

halobitás

trofitás

szaprobítás

toxicitás

2. feladat

Jelölje aláhúzással az igaz állításokat az alábbi mondatok közül!

A biológiai oxigénigény:

- a.) folyóvizekben levő szerves anyagok mikroorganizmusok általi lebontásához szükséges oxigénigényt jelenti.
- b.) a szerves anyagok lebontásához szükséges oxigénigényt méri.
- c.) a vizekben levő szerves anyagok mikroorganizmusok általi, aerob lebontásához szükséges oxigénigényt jelenti.

Az eutrofizáció:

- a.) a vizekben bekövetkező természetes vagy mesterséges eredetű tápanyag dúsulás.
- b.) olyan mesterséges, emberi tevékenység, amelynek hatására a vizek tápanyagtartalma lecsökken.
- c.) a vizekbe került nitrát és foszfortartalmú szennyező anyagok hatását nagy mértékben fokozzák.

3. feladat

Az élővizek vizek minőségét a mesterséges, antropogén hatások nagy mértékben károsítják. Jelölje az alábbi táblázatban az egyes vízszennyezők eredetét, hatásukat a környezetre, valamint írjon egy-egy megoldást eltávolításukra!

Vízszennyező anyag	A szennyezés mesterséges forrása	A szennyezés egy káros hatása	A szennyezés eltávolításának egy lehetősége
Nitrát-ion			
Foszfát-ion			
nehézfém-ionok			

4. feladat

A Lebuki patak vizének lúgossági fokát sósav mérőoldat segítségével határozták meg. A titrálási adatokból számolja ki, hogy mennyi a víz német keménysége?

- Adatok: vizsgált víz térfogata: 100 cm^3
- Mérőoldat koncentrációja: $0,1022 \text{ mol/dm}^3$
- Mérőoldat fogyása: $4,5 \text{ cm}^3$
- Milyen keménységűnek számít a patak vize? A CaO moláris tömege: 56 g/mol
- Írja fel a lejátszódó reakcióegyenletet!
- Milyen sók okozzák a vizek változó keménységét?
- Mit jelent a német keménységi fok?

5. feladat

Egy réz-szulfáttal szennyezett víz rézion-tartalmát a Haën-Low-féle meghatározással állapították meg.

Egyszeri vizsgálatra a szennyvízből 10 cm^3 -t használtak. A nátrium-tiosulfát mérőoldat koncentrációja $0,0945 \text{ mól/dm}^3$, a mintára fogyott értékei $5,2$; $5,3$; $5,2 \text{ cm}^3$ voltak.

- Számolja ki a szennyvíz rézion-tartalmát g/dm^3 -ben kifejezve! A réz atomtömege $63,54 \text{ g/mól}$.
- Írja fel az aktuális reakcióegyenleteket is!



MEGOLDÁSOK

1. feladat

Biológiai vízminősítések fajtái:	A fogalmak jelentése	Egy mérési módszerük:
halobitás	Vizek biológiai szempontból fontos szervesanyag-tartalma (összes szén-tartalom, ionösszetétel)	Vezetőképesség-mérés
trofitás	Vízi ökoszisztéma elsődleges szervesanyag-termelésének mértéke	Algaszám meghatározás, klorofill-tartalom
szaprobítás	A vízben levő elhalt szerves-anyagok lebontásának mértéke	Kémiai oxigénigény meghatározás
toxicitás	A víz mérgező képessége	Biológiai tesztek

2. feladat

A biológiai oxigénigény:

- folyóvizekben levő szervesanyagok mikroorganizmusok általi lebontásához szükséges oxigénigényt jelenti.
- a szervesanyag-oxidálószerrel történő szerves anyagok lebontásához szükséges oxigénigényt méri.
- a vizekben levő szerves anyagok mikroorganizmusok általi, aerob lebontásához szükséges oxigénigényt jelenti.

Az eutrofizáció:

- a vizekben bekövetkező természetes vagy mesterséges eredetű tápanyag dúsulás.
- olyan mesterséges, emberi tevékenység, amelynek hatására a vizek tápanyagtartalma lecsökken.
- a vizekbe került nitrát és foszfortartalmú szennyező anyagok hatását nagy mértékben csökkentik.

3. feladat

Vízszennyező anyag	A szennyezés mesterséges forrása	A szennyezés egy káros hatása	A szennyezés eltávolításának egy lehetősége
Nitrát-ion	műtrágyák	metahemoglobinémia	denitrifikáció,

Foszfát-ion	mosószerek	Eutrofizáció	ioncsere kémiai kicsapítás, ioncsere
nehézfém- ionok	galvanizáló szennyvize	Mérgezés, (króm- rákkeltő, ólom-szervi betegségek)	csapadékképzés, majd szűrés

4. feladat

A lejátszódó reakcióegyenlet:



A molarányokat figyelembe véve:

- Egy mól hidrogén-karbonáthoz két mól sósav szükséges.
- $n_{\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2} = \frac{c_{\text{HCl}} \cdot V_{\text{HCl}}}{2} = \frac{0,1022 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,0045 \text{ dm}^3}{2} = 0,00022995 \text{ mól}$

A változó keménységet okozó sók molaránya megegyezik a német keménységhez szükséges kalcium-oxid móljainak a számával, így:

$$- n_{\text{CaO}} = n_{\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2}$$

A vizsgált 100 cm³ vízminta kalcium-oxidra vonatkoztatott értéke:

$$- m_{\text{CaO}} = n_{\text{CaO}} \cdot M_{\text{CaO}} = 0,00022995 \text{ mól} \cdot 56 \text{ g/mól} = 0,012877 \text{ g}$$

Egy liter vizsgált vízre számítva: 0,12877 g, ami megfelel: 128,77 mg CaO-nak.

A vízminta németkeménységi értéke:

$$\begin{array}{l} 10 \text{ mg CaO egyenértékű} \rightarrow 1 \text{ nK}^\circ - \text{kal} \\ 128,77 \text{ mg CaO} \quad \rightarrow \quad x \\ \hline x = \frac{128,77 \text{ mg}}{10 \text{ mg}} \cdot 1 = 12,88 \text{ nK}^\circ \end{array}$$

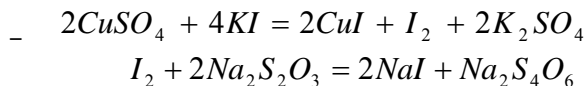
Tehát a vízminta német keménysége: 12,88 nK^o

- A vizek változó keménységét a kalcium- és magnézium-hidrogénkarbonátok okozzák.

- Egy német keménységi fokú az a víz, amelynek egy literében 10 mg kalcium-oxiddal egyenértékű oldott kalcium-magnézium só van.

5. feladat

A lejátszódó reakcióegyenletek:



A fogyások átlaga: $5,23 \text{ cm}^3 = 0,00523 \text{ dm}^3$

A nátrium-tioszulfát móljainak száma:

$$- \quad n = 0,0945 \text{ mol/dm}^3 \cdot 0,00523 \text{ dm}^3 = 0,0004942 \text{ mol}$$

Az egy dm^3 -ben levő rézion-mennyisége:

$$- \quad c_{\text{PCu}} \frac{n}{V} = \frac{0,0004942 \text{ mól}}{0,01 \text{ dm}^3} = 0,04942 \text{ mól/dm}^3$$

A végső koncentráció:

$$- \quad c_{\text{Cu}} = c_{\text{PCu}} \cdot M_{\text{Cu}} = 0,04942 \text{ mól/dm}^3 \cdot 63,54 \text{ g/mól} = 3,14 \text{ g/dm}^3$$

IRODALOMJEGYZÉK

FELHASZNÁLT IRODALOM

Barótfi István: Környezettechnika, Mezőgazda Kiadó, 2000.

Birkó – Borián – Dr. Bubonyi: Környezettechnika példatár, Környezetgazdálkodási Intézet, 2002.

Dr. Kőmíves József.: Környezeti analitika, Műegyetemi Kiadó, 1998.

Móser – Pálmai: A környezetvédelem alapjai, Nemzeti Tankönyvkiadó, 1992

Sőre – Tihanyi – vámos: Laboratóriumi gyakorlatok tankönyv, Képzőművészeti Kiadó, 1999.

Sőre – Tihanyi – vámos: Laboratóriumi gyakorlatok munkafüzet, Képzőművészeti Kiadó, 1999.

Szepesváry Pálné: Analitikai kémia, Műegyetemi Kiadó, 1997.

AJÁNLOTT IRODALOM

Barótfi István: Környezettechnika, Mezőgazda Kiadó, 2000.

A(z) 1214-06 modul 035-ös szakmai tankönyvi tartalomeleme felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
54 850 01 0010 54 01	Energetikai környezetvédő
54 850 01 0010 54 02	Hulladékgazdálkodó
54 850 01 0010 54 03	Környezetvédelmi berendezés üzemeltetője
54 850 01 0010 54 04	Környezetvédelmi mérés technikus
54 850 01 0010 54 05	Nukleáris energetikus
54 850 01 0010 54 06	Vízgazdálkodó
54 850 02 0000 00 00	Természet- és környezetvédelmi technikus
54 851 01 0000 00 00	Települési környezetvédelmi technikus

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:

50 óra

MUNKANYELV

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv
TÁMOP 2.2.1 08/1-2008-0002 „A képzés minőségének és tartalmának
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet

1085 Budapest, Baross u. 52.

Telefon: (1) 210-1065, Fax: (1) 210-1063

Felelős kiadó:

Nagy László főigazgató