

**FELSZÍNI VIZEK LEBEGŐANYAG -TARTALMÁNAK  
ELTÁVOLÍTÁSA  
KOAGULÁLÁSSAL – FLOKKULÁLÁSSAL**

Kémiai technológia gyakorlatok kémia tanárszakos hallgatók számára  
Labor: 510

Gyakorlatvezető: Dr. Barkács Katalin

ELTE Szerves Kémiai Tanszék

# FELSZÍNI VIZEK LEBEGŐANYAG-TARTALMÁNAK ELTÁVOLÍTÁSA KOAGULÁLÁSSAL - FLOKKULÁLÁSSAL

## Bevezetés

Hazánk növekvő vízigényét a felszín alatti vizek mellett egyre nagyobb mértékben elégítik ki felszíni vizekből. Ezek a felszíni vizek mindig tartalmaznak több-kevesebb lebegőanyagot, amelyet a felhasználás előtt el kell távolítani. A lebegő szilárd részecskék egy részét képező durva szemcsék a mechanikai fázisválasztási módszerekkel (pl. ülepítéssel, szűréssel) eltávolíthatók. A vízszennyezést jelentő lebegőanyag-tartalom jelentős része azonban kolloid méretű. A kolloid részecskék, bár sűrűségük a víznél nagyobb, nem ülepednek le, hanem lebegnek a vízben. E kis méretű részecskék negatív elektromos töltésűek, egymást taszítják. Spontán összetapadásuk, pelyhesedésük csak igen hosszú idő alatt (hónapok elteltével) megy végbe. A kolloid részecskék eltávolításához a stabilizáló erők megszüntetésére, nagyobb méretű részecskék (aggregátumok) létrehozására van szükség, amelyek már a mechanikai fázisválasztási módszerekkel a víztől elkülöníthetők.

A kolloid méretű részecskék aggregálására általában alkalmas a koaguláló-flokkuláló eljárás. A stabilizáló erők csökkentését ez az eljárás vegyszeradagolással valósítja meg. A vegyszeradagolással létrehozott mikro- és makropehely képződést és az ezt követő fázisválasztást (leggyakrabban ülepítést) együttesen derítésnek nevezik.

Koaguláció: a vízkezelés során a kolloid részecskék destabilizálását jelenti, amely a részecskék közötti taszítóerő csökkenésének ill. megszűnésének hatására következik be.

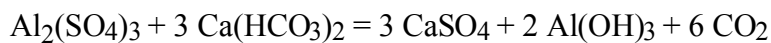
A részecskék destabilizálása megvalósítható:

- töltésemlegesítéssel pl. elektrolitokkal,
- speciálisan szorbeálódó vegyületekkel.

Flokkuláció: pehelyképződés; a destabilizált (koagulált) részecskék további összekapcsolódása nagyobb halmazokká.

A felszíni vizek tisztításakor a töltés semlegesítésére elsősorban  $Al^{3+}$  és  $Fe^{3+}$ vegyületeket használnak. A háromértékű fémsók alkalmazásának előnye hidrolizáló sajátágaikban is rejlik. E fémsókból vízbe adagolásukat követően pozitív töltésű közbenső termékek (polihidroxi vegyületek) képződnek. Ezek semlegesítik a kolloidok negatív töltését. A hidrolízis további szakaszában az átmeneti vegyületek fokozatosan elvesztik töltésüket és a kolloidokat szorbeálva rosszul oldódó hidroxid pelyheket alkotnak, amelyek makroszkópikus csapadék formájában kiválnak a vízből.

A hidrolízist a víz változó keménysége teszi teljessé a következő bruttó folyamat formájában:

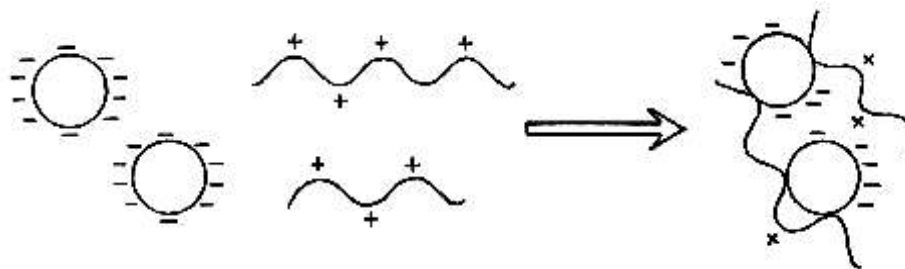


Ezért az alumínium-szulfátos derítés abban az esetben hatékony, ha a derítendő víz összes keménysége meghaladja az 5 nK°-ot, és literenként legalább 0,5 mval hidrogénkarbonát-iont tartalmaz.

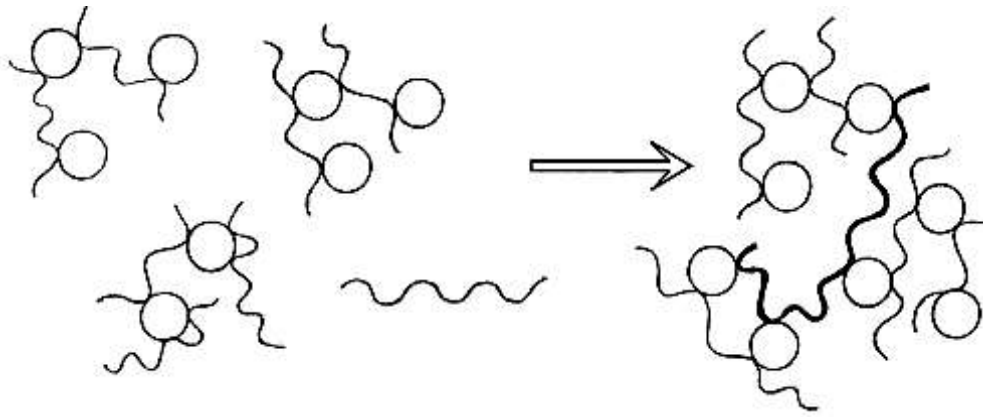
A felszíni vizek lebegőanyag-tartalmának eltávolítására a gyakorlatban hidrolizáló fémsót és vízoldható polimert együttesen alkalmazó derítőeljárások is elterjedtek. Hidrolizáló fémsóként alumínium-szulfát, polimerként anionos polielektrolit (pl. részben hidrolizált poliakrilamid) használata gyakori. Ez esetben a kolloid felületi töltését az adagolt alumíniumsó nemcsak semlegesíti, hanem meg is változtatja. Az így kialakult pozitív töltésű felületekhez kötődnek az anionos polimer funkciós csoportjai. Az ilyen eljárások nagy hatékonyságúak. A vegyszereket a gyors és homogén elosztatás biztosítása céljából oldat formájában adagolják a derítendő vízhez. Az alkalmazott vegyszeradag a vízminőségtől függően változik, általában 5-150 mg  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3/\text{dm}^3$  víz ill. 0,1-0,5 mg polimer/ $\text{dm}^3$  víz nagyságrendű.

A vízoldható polimerek adagolásakor kialakuló pelyhek ún. hídképződéssel jönnek létre. A folyamat első lépése a polimerek szorpciója a szilárd részecskék felületén, mikropelyhek képződése. Ezt követi a mikropelyhek nagyméretű, jól ülepedő pelyhekké való összekapcsolódása. A makroméretű pehelyképződést a polimer szerkezete teszi lehetővé. A kolloid felületen a polimermolekula egy része szorbeálódik, a többi rész szabadon mozog az oldatban és újabb részecskékhez képes kötődni. Így a polimer mintegy hidat képezve a pehelyegységek között a mikropelyhek hálósodását, összekapcsolódását eredményezi. A képződött makropehely a fémhidroxid pelyheknél jóval nagyobb méretű, tömörebb szerkezetű, így hatékonyabb szilárd-folyadék elválasztást tesz lehetővé.

A felhasznált polimer lehet lineáris vagy elágazó láncmolekula, szintetikus vagy természetes eredetű, szerves vagy szervetlen nagy molekulatömegű vegyület, disszociációra képes csoportjai szerint kationos, anionos vagy nemionos jellegű. A kationos polielektrolitok a vizek kolloid részecskéinek töltésemlegesítésére közvetlenül is alkalmasak, a nemionosak hidrogénhidakkal, az anionosak a diffúz kettősréteg ellentétes töltésű ionjaival létesítenek szorpciós kapcsolatot. A kationos polielektrolitok alkalmazása gazdasági okok miatt a vízderítésben általában nem, csupán a szennyvíziszap kezelésében terjedt el a gyakorlatban.



Mikropelyhek képződése



Makropolyhek képződése

Az alumínium-szulfáttal végrehajtott derítés hatékonysága nemcsak polimerek alkalmazásával fokozható. Ismeretesek olyan eljárások is, amelyek derítési segédanyagokat is felhasználnak. Ilyen segédanyag lehet pl. a homok a képződött flokkulum fajsúlyának növelésére (Cykloflok eljárás), vagy szorpciós tulajdonságú adalék, mint az aktív szénpor vagy az agyagásványok. Az agyagásványok a flokkulumméret növelése mellett a hatékonyabb szennyezőanyageltávolítást is szolgálják. A gyakorlaton egy speciális tulajdonságú, Na-ionformájú agyagásványt tartalmazó közetet (Na-bentonitot) alkalmazunk segédderítőszerként (Flygtol eljárás). Ennek a közetnek szemcséi jó duzzadóképességgel, nagy fajlagos felülettel és szorpciós (ioncsere) tulajdonságokkal rendelkeznek. A Na-bentonit a polimerrel is kémiai kölcsönhatást létesít, használata a pehelyméret és a derítési hatásfok növelését egyaránt elősegíti. Derítéskor a közetszemcsék vizes szuszpenziója használatos.

Újabban olyan derítőszer is elterjedtek, melyek a háromértékű fémiont szerves polimer formájában tartalmazzák. Ilyen a bázikus polialumínium-klorid típusú,  $Al_n(OH)_mCl_{3n-m}$  összegképletű derítőszer, mely az alumínium-szulfáthoz képest szélesebb pH-tartományban hatékony, segédderítőszer nem igényel, valamint a tisztított vízben kisebb a maradó alumínium-koncentráció.

A koagulálás, flokkulálás folyamatai legtöbb esetben jelentősen hőmérséklet és pH függőek. A vízben lévő kolloidok töltése, egyes derítővegyszerek ionformája egyaránt pH függő. Pl. az  $Al^{3+}$  vegyületek hidrolíziséhez az optimális pH tartomány 6 - 6,5 pH.

Lényeges szerepet játszanak a derítőszer alkalmazásakor a mechanikai körülmények is. A vegyszerek adagolásakor a vegyszert és a tisztítandó vizet igen gyorsan össze kell keverni. Ez egyrészt a vegyszer homogén elosztását biztosítja, másrészt azt, hogy a vegyszerek még aktív, reakcióképes állapotukban (pl. a polihidroxidok) reagáljanak a lebegőanyag-részecskéikkel. A gyors vegyszerbekeverést követően a primer aggregátumok további ütköztetését, a pehelyméret növelését lassú keveréssel kell elősegíteni. A keverési sebességek (a folyadékban kialakuló ún. sebességgradiens) optimális megválasztása mellett az alkalmazott keverésidőt is optimalni kell. (A keverésidő növelése ugyanis az aggregátumképződés mellett az aggregátumok aprítását is eredményezheti.)

## Gyakorlati munka

Ismeretlenként lebegőanyagot tartalmazó felszíni vizet (Duna-vizet) modellező vízmintát kapnak. E modellvíz minősítő vizsgálata és derítése a feladat.

### A modellvíz minősítő vizsgálatához alkalmazott módszerek leírása

A minősítő vizsgálatokat minden esetben homogenizált (jól felrázott) vízmintával kell elvégezni.

A gyakorlaton az ismeretlen vízminta alábbi jellemzőinek meghatározására kerül sor:

- pH
- zavarosság (NTU)
- szín (Pt-egység)
- kémiai oxigénigény ( $O_2$  mg/dm<sup>3</sup>)
- összes keménység (nK<sup>0</sup>)
- m-lúgosság (mval/dm<sup>3</sup>)

A gyakorlaton a fotometriás méréseket Hach típusú hordozható fotométerrel végezzék el a fotométerhez mellékelt használati útmutató előírásai szerint.

1.) A vízminta pH-jának meghatározására elektrokémiai módszert alkalmazzanak, pH mérő műszerrel, a műszer mellett elhelyezett leírás szerint végezzék el a mérést.

#### 2.) A vízminta zavarosságának meghatározása

A zavarosság a vízben jelenlévő diszkrét részecskék fényelnyeléséből és fényszórásából tevődik össze. A felszíni vizek zavarosságát okozó részecskék szuszpendált és finoman elosztatott szerves és szervetlen anyagok, planktonok, mikroorganizmusok stb. lehetnek. A zavarosság a részecskék oldatbeli koncentrációja mellett a részecskék anyagi minőségétől (fénytörő sajátságaitól), alakjától és méretétől is függ. Ezért a zavarosság mértéke nem fejezi ki közvetlenül a vízben levő lebegőanyagok mennyiségét. Tájékoztató, összehasonlító vizsgálatra azonban alkalmas, gyors módszer.

A zavarosságmérés történhet fényabszorpció meghatározásával, ilyenkor FTU, azaz fotometrikus zavarosság egységekben fejezhető ki a vízminta zavarossága. Meghatározható továbbá az oldatban lévő diszkrét részecskék fényszórása is a mintát megvilágító fénysugár útjára vonatkoztatva 90 °-os szögeltéréssel nyert fény intenzitásának mérésével. Ilyenkor a zavarosságot NTU (nefelometriás zavarosság) egységekben nyerik. Mindkét esetben standardként ismert zavarosságot (adott fényelnyelést ill. fényszórást) okozó, jól reprodukálható szemcseeloszlású, adott koncentrációjú szerves szuszpenziót alkalmaznak összehasonlítás (kalibrálás) céljából.

A vízminták zavarosságát a gyakorlaton fényszórásméréssel határozzák meg. Hach Ratio TM/XR típusú turbidiméterrel végezzék a vizsgálatot, a készülék kezelésére vonatkozó

tudnivalók a mellékelt használati útmutatóban találhatóak. A készülékhez tartozó küvetát jellegzően töltve a mérendő szuszpenzióval ill. homogén vízmintával a minta fényszórását ionmentes desztillált vízzel (vakmintával) összehasonlítva mérjük meg. A turbidiméter kalibrálását az ismeretlen minta zavarosságának meghatározása előtt ismert zavarosságú mintákkal végezzük el. Amennyiben a vízminta zavarossága a 150 NTU-értéket meghaladja, a zavarosság meghatározását desztillált vízzel hígított vízmintával is el kell végezni.

3. A vízminta színének meghatározása azon alapul, hogy az ismeretlen vízminta színét (adott hullámhosszon a fényelnyelését) platinavegyületet tartalmazó standard oldattal hasonlítják össze. A színintenzitást Pt-egységekben fejezik ki. Egy Pt-egység 1 mg/dm<sup>3</sup> platinát tartalmazó vegyület oldatának színét (fényelnyelését) jelenti.

Az ismeretlenként kiadott vízminta színét Hach-spektrofotométerrel, 450 nm hullámhosszon határozzák meg a készülék mellett található útmutatóban leírt munkamenet szerint. A minta színét desztillált vízzel (vakmintával) összehasonlítva mérjük meg. A mérést a vízminta szűrletével végezzük el! A minta szűrésére 0,45 µm-es pórusméretű membránt és vákuumberendezést használnak. A vízminta színadatát a méréskor közvetlenül Pt-egységekben nyerik.

Amennyiben a nyert szín 350 Pt-egység körüli értéket ér el, vagy ezt meghaladja, a mérést desztillált vízzel hígított vízmintával is meg kell ismételni.

#### 4.) A vízminta kémiai oxigénigényének meghatározása

A vizek szennyezettségüktől függően tartalmaznak olyan szerves, lebegő és oldott anyagokat, amelyek erős oxidálószerrel (pl. permanganáttal, dikromáttal stb.) oxidálhatók. A vizek szerves szennyezettségének mértékét, a szerves szennyezőanyag-tartalmat szabványos körülmények között végrehajtott oxidálásuk során fogyott oxidálószer mennyiségével ill. az ezzel egyenértékű oxigénmennyiséggel fejezik ki. Ezt nevezik kémiai oxigénigénynek (KOI-nak), amit O<sub>2</sub> mg/dm<sup>3</sup> egységekben adnak meg.

A kiadott vízminta permanganáttal meghatározható szervesanyag-tartalmát, a permanganátos kémiai oxigénigényt ( $KOI_{MnO_4}$ ), a vízminta KMnO<sub>4</sub> oldattal, kénsavas közegben történő forralással a következő módon határozzák meg.

##### A meghatározás menete:

Mind az ismeretlen vízmintával, mind az oxidálószer önbomlását ellenőrző vakpróbával két párhuzamos meghatározást végezzenek.

A forralásra szolgáló titrálólombikba helyezzenek be néhány üvegyöngyöt és mérjenek be 100 cm<sup>3</sup> vízmintát (mérőhengerrel) vagy kisebb mennyiséget, amit 100 cm<sup>3</sup>-re desztillált vízzel egészítsenek ki. Ehhez bürettából 5 cm<sup>3</sup> hígított (1:2 hígítású) kénsavat és 10 cm<sup>3</sup> 0,02 M KMnO<sub>4</sub> oldatot adagoljanak. Ezután előmelegített főzőlapra helyezték és fedjék le a lombikot lyukas óraüveggel. Kb. 5 perc alatt a minta felforr. Forrástól számítva pontosan 10 percig forralják (stopperrel mérjük az időt!). A forró oldathoz bürettából 20 cm<sup>3</sup> 0,05 M oxálsavat adjanak. A színtelenné vált oldatot még melegen 0,02 M KMnO<sub>4</sub> mérőoldattal rózsaszín szín megjelenéséig titrálják. (Hidegen nem titrálható!)

A vízminta permanganát fogyasztása mellett végezzék el a permanganát önbomlásának meghatározását is (vakpróba). E célból a vízminta helyett 100 cm<sup>3</sup> desztillált vizet mérjenek be.

Határozzák meg a permanganát-oldat faktorát: 20 cm<sup>3</sup> 0,05 M oxálsav-oldathoz adagoljanak 5 cm<sup>3</sup> hígított (1:2 hígítású) kénsavat, majd melegítsék kb. 80°C-ra. Forrón titrálják 0,02 M kálium-permanganát mérőoldattal.

A KOI számítása a mért adatokból:

$$KOI_{MnO_4}, O_2 mg / dm^3 = \frac{(a - b) \cdot f \cdot 800}{V}$$

ahol **a**: a meghatározáshoz felhasznált 0,02 M KMnO<sub>4</sub> mérőoldat cm<sup>3</sup>-ben

**b**: a vakpróbára fogyott 0,02 M KMnO<sub>4</sub> mérőoldat cm<sup>3</sup>-ben

**f**: a KMnO<sub>4</sub> mérőoldat faktora

**V**: a meghatározáshoz bemért vízmintatérfogat cm<sup>3</sup>-ben

#### A vízminta kémiai oxigénigényének meghatározása dikromáttal

A gyakorlaton a szennyvízminták dikromáttal meghatározható szervesanyag-tartalmát, a dikromátos kémiai oxigénigényt /KOI<sub>(Cr2O7)</sub>/ mérik, akkor a vízminták oxigénfogyasztását K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>-oldattal, kénsavas közegben történő forralással határozzák meg.

##### A meghatározás menete:

Mind az ismeretlen vízmintákkal, mind az oxidálószer önbomlását ellenőrző vakpróbával két párhuzamos meghatározást végezzenek. Vakpróbaként 2,5 ml desztillált vízzel helyettesítsék a mintát. Minden mintacsoportnál új vakpróbát kell készíteni.

1o Kapcsolja be a KOI- (COD-) reaktort, előfűtés 150 °C-on.

2o Nyissa ki a megfelelő koncentrációtartományban alkalmazható reagenst tartalmazó ampullát (0—150 mg/l O<sub>2</sub>).

3o Tartsa az ampullát 45 fokos szögben, és pipettázzon bele 2,5 ml-t a vízmintából.

4o Zárja le az ampullát. Törölje szárazra. Kupakjánál fogva fordítsa meg néhányszor a keveredés biztosítása céljából. Helyezze a reaktorba.

5o Melegítse az ampullát egy órán keresztül. (Készülék időkapcsolójának beállítása.)

6o Kapcsolja ki a reaktort. Vegye ki az ampullákat, a tartóba téve hűtse le őket úgy, hogy közben forgatással keverje össze a tartalmukat.

7o Ha a minta a melegítést követően zöld színű, a reagens kevés volt. Ilyenkor végezze el a vizsgálatot hígított mintával is.

8o Mérje meg a lehűtött minta színnyelését a megfelelő hullámhosszon Hach-fotométerrel. A készülék leírása szerint végezve a mérést a kijelzőn a minta színnyeléssel arányos KOI-értéke közvetlenül leolvasható.

9o **Figyelem!** Az ampullákat a mérést megelőzően külsőleg tisztítani, törölni kell. A mérés végeztével az ampulla tartalmát csak az erre a célra

rendszeresített gyűjtőbe szabad kiönteni! (A reagens tömény kénsavas kálium-dikromát-oldat, a kloridok megkötése céljából higany-só-, és katalitikus hatású ezüstsótartalmú!)

#### 5. A vízminta összes keménységének meghatározása

A víz keménységét a vízben oldott  $\text{Ca}^{2+}$  és  $\text{Mg}^{2+}$ -sók okozzák. Általában  $\text{nK}^{\circ}$ -ban (német keménységi fokokban) kifejezve ( $1 \text{ nK}^{\circ} = 10 \text{ mg CaO/dm}^3 \text{ víz}$ ) adják meg.

A meghatározás elve: A vízben lévő  $\text{Ca}^{2+}$  és  $\text{Mg}^{2+}$  ionok 9,5-10 pH tartományban az EDTE-vel (etilén-diamin-tetraacetáttal) stabil komplexet képeznek. Ez eriochromfekete-T indikátor jelenlétében lehetővé teszi komplexometriás titrálásukat. A mérést gyors mikroteszt módszerrel végezzék el.

##### A mérés menete:

Mérjenek ki  $5,0 \text{ cm}^3$ -nyi homogén vízmintát. Adjanak a mintához  $0,5 \text{ cm}^3$ -nyi ( $\text{NH}_4\text{Cl}$  tartalmú  $\text{NH}_4\text{OH}$ ) pufferoldatot, homogenizálják a mintát. Adjanak hozzá spatulahegynyi eriochromfekete-T indikátort és oszlassák el. A titrálást  $0,005$  mólos EDTE oldattal végezzék el. A végpontban a vízminta lilás színe kékre vált.

#### 6.) A vízminta lúgosságának meghatározása

A vízminta m-lúgossága: metilnarancs indikátor jelenlétében savval titrálják a mintát az indikátor színátcsapásáig; 4,3 pH eléréséig. A mért savfogyasztást  $\text{mval sav/dm}^3$  vízminta egységekben fejezik ki. Amennyiben a titrálatlan vízminta pH-ja 8,3 pH alatti (nincs fenolftalein indikátorral kimutatható lúgossága) a lúgosság a minta hidrogén-karbonát tartalmával azonos.

A lúgosság-meghatározást 4,3 pH-n színt váltó metilvörös-brómkrezolzöld keverékindikátort alkalmazva mikrotesztel végezzék el.

##### A meghatározás menete:

$5,0 \text{ cm}^3$ -nyi homogén vízmintát mérjenek ki. Adjanak a mintához 1-2 csepp indikátor oldatot. A titrálást  $0,01$  mólos HCl oldattal végezzék el addig, amíg a vízminta színe zöldről pirosra nem változik.

A hatféle, vízminősítő paraméterre meghatározott adatot a gyakorlaton kiadott ivóvízre előírt szabványos határértékekkel hasonlítsák össze. Állapítsák meg, hogy a vizsgált víz jellemzői megfelelnek-e az ivóvíz minőségi követelményeinek.

#### A vízminta lebegőanyag-tartalmának eltávolítása (derítésvizsgálat)

A vízminták derítését a víztisztítási gyakorlatban elterjedten alkalmazott "jar test" (poharas vizsgálat) keverőberendezésben végezzék el.

A keverőberendezés hat minta egyidejű, azonos körülményeket biztosító kevertetésére alkalmas. A vizsgálatához a derítendő vízmintából merőhengerrel négy, egyenként  $800 \text{ cm}^3$



homogén részletet mérjenek be 1000 cm<sup>3</sup>-es főzőpoharakba. A főzőpoharakat helyezték a keverőberendezésbe, majd a keverőlapátokat tolják a mintákba.

A vizsgálatra kerülő hat minta a derítővegszereket a következő változatban tartalmazza:

- 1.) derítővegszer mentes (ortokinetikus koagulálás),
- 2.) számított mennyiségű Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>-ot (**A**),
- 3.) számított mennyiségű Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>-ot és polimert (**A+P**),
- 4.) számított mennyiségű Al<sub>2</sub>(SO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>-ot, bentonitot és polimert (**A+B+P**)
- 5.) számított mennyiségű BOPAC-ot (**PAC**)
- 6.) számított mennyiségű bentonitot és polialumínium-kloridot (**B+PAC**)

A vizsgálathoz használt derítőszer:

Al <sub>2</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub>	20 mg/cm <sup>3</sup> koncentrációjú oldat ( <b>A</b> komponens)
Na-bentonit polimer	20 mg bentonit/cm <sup>3</sup> szárazanyag-tartalmú szuszpenzió ( <b>B</b> komponens) nagy móltömegű, egészségügyileg ivóvízkezelésre engedélyezett anionos polielektrolit frissen hígított 0,1 mg/cm <sup>3</sup> töménységű oldata ( <b>P</b> komponens)
BOPAC	polialumínium-klorid frissen hígított vizes oldata, mely 3,16mg alumíniumot tartalmaz 1 cm <sup>3</sup> –ben ( <b>PAC</b> komponens)

A derítéshez szükséges vegyszermennyiségek a vízminta minőségétől függenek. A modellvízre meghatározott pH, zavarosság és színadatok alapján a derítési segéd táblázatból állapítsák meg az alkalmazandó vegyszermennyiségeket. A BOPAC mennyiségét úgy számítsák ki, hogy a minta alumíniumtartalma azonos legyen az alumínium-szulfátos minta alumíniumtartalmával.

A derítőszer-koncentrációk ismeretében készítsék elő fecskendőben az egyes poharakba adagolandó derítővegszereket.

Indítsák meg a keverést a hálózati kapcsoló és fordulatszám--szabályozó megfelelő állításával (gyors keverés).

Az egyes vegyszerek beadagolási sorrendje: **A, B, P/PAC**.

Adagolják be gyors befecskendezéssel az egyes derítő-szereket. Mindegyik vegyszer beadagolására és gyors elkeverésére 30 másodperc áll rendelkezésre. A kevesebb komponenst tartalmazó mintát is a többi mintával azonos módon, együtt kevertessék. Egy adott minőségű vegyszert egyidejűleg adagoljanak, vagyis a kevertetett mintákhoz az **A** komponenst a kísérlet indításakor, 30 másodperc kevertetést követően a **B** és a kísérlet 60. másodpercében a **P/PAC** komponenst. A polielektrolit elkeverését követően (90 sec) a fordulatszám-szabályozót állítsák alsó fokozatra (lassú keverés) és folytassák a minták kevertetését további 2 percig. Közben figyeljék meg a kevertetett mintákat, minősítsék a képződött koagulumokat, flokkulumokat becsült átlagos, (mm-ben kifejezett) méretük alapján. A 2 perc elteltével állítsák le a keverést, és vegyék ki a keverőlapátokat a mintákból, a poharakat emeljék ki a keverőlapátok alól. 5 perc ülepedési idő után vegyenek ki fecskendővel a felső 1/3-nyi térfogathoz (a poharak közepénél a

600 cm<sup>3</sup>-es jelszint mélységéből) 50-50 cm<sup>3</sup>-nyi mintarészletet. Ezeket a mintákat a derítés hatékonyságának megállapítása céljából zavarosság- és színmeghatározással minősítsék (szükség esetén hígítsák a mintákat és azok adataiból számoljanak!). Állapítsák meg az ortokinetikus aggregálással elért lebegőanyag-eltávolítás hatásfokát, továbbá azt, hogy melyik vegyszer-kombinációval nyerték a legkisebb lebegőanyag-tartalmú vizet. A lebegőanyag-eltávolítás hatásfokát a derített és kiindulási vízminta zavarosságának (FTU) valamint színének (Pt-egys.), esetleg KOI értékének összehasonlításával százalékban fejezzék ki.

### **Ellenőrző kérdések**

1. Mi a KOI? (definíció)
2. Mikor alkalmazzák a derítést? Mi a derítés alapelve?
3. Milyen szennyező anyag távolítható el a vizekből mechanikai műveletekkel? Írjon példát is erre!
4. Hogyan határozható meg a víz kémiai oxigénigénye?
5. Miért van szükség a víz pH-jának meghatározására, és hogyan végzi ezt?
6. Milyen elv alapján méri meg a vízminta színét?
7. Mi a vízkeménység? Milyen formában adják meg a magyar szabványokban?
8. Mire tud következtetni a víz vezetőképességének értékéből, és hogyan határozza meg azt?
9. Hogyan határozza meg a víz zavarosságát, és mire ad felvilágosítást ez az adat?
10. Hogyan határozható meg a vizek lebegőanyag-tartalma?
11. Miért szükséges a gyakorlat során a víz keménységét és lúgosságát meghatározni?
12. Mit jelent és mikor alkalmazzák a derítést?
13. Milyen vegyületek alkalmasak a vizek lebegőanyagainak koaguláltatására?
14. Milyen kémiai módszerrel lehet megnövelni a vízben levő nehezen ülepedő, kisméretű lebegő részecskék méretét?
15. Milyen felületi töltésűek általában a vizekben levő lebegő szennyeződést okozó részecskék?
16. Milyen vegyületeket használnak flokkulálószerként?
17. Milyen típusú polielektrolitot fog alkalmazni flokkulálószerként a gyakorlaton?
18. Miért alkalmaznak a gyakorlaton a vízderítő eljárások  $Al_3/SO_4^{2-}$  mellett anionos polimert?
19. Mi a szerepe a keverés intenzitásának a flokkuláció során?
20. Mi a koaguláció és a flokkuláció lényege?
21. Milyen kevertetési viszonyokat biztosít a koaguláció során?
22. Milyen koagulálószeret ismer?
23. Milyen paraméterek befolyásolják a flokkuláció folyamatát?
24. Mi a bentonit szerepe a gyakorlat során végzett flokkuláció folyamán?
25. Milyen vízminőségi paraméterek meghatározása alapján fogja minősíteni a kiadott vízmintát?
26. Egy 200 Pt színegység színintenzitású felszíni vízből 10 Pt egység színű derített vizet nyer. Adja meg a tisztítás hatásfokát!
27. Hogyan valósítható meg a vizek kolloid részecskéinek destabilizálása?
28. Mi az ivóvíz szervesanyag tartalmának meghatározására alkalmas módszer elve?
29. Lehet-e két azonos zavarosságú vízminta eltérő összetételű?
30. Milyen technológiai műveletekkel nyerhető felszíni vízből ivóvíz?
31. Miért alkalmazza a víz lebegőanyag tartalmának eltávolítására a derítőszeret fémsó, segédderítőszer, flokkulálószer sorrendben?
32. Mi a szerepe a derítéskor alkalmazott lassú /kis sebességgradiensű/ keverésnek?
33. Ismertesse a kísérleti munka menetét pontokban!