Forrás: http://www.doksi.hu

Csapadékképződés

(tanuláshoz készült jegyzet)

1. Kolloidkémiai bevezetés

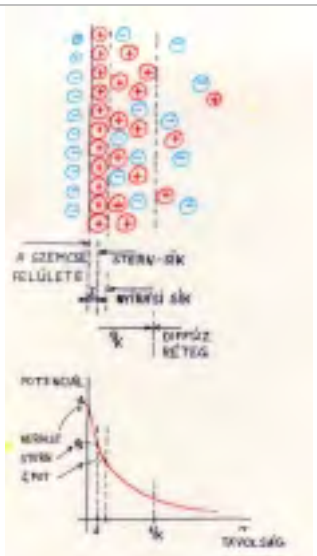
Az anyag kolloid jellegű fizikai állapota bizonyos korlátozott környezeti feltételek mellett **stabilis**nak tekinthető. A stabilizáló hatások megszűnésével a részecskék aggregálódnak, a rendszer két vagy több fázisra válik szét. A stabilitás fő oka: a **töltés**, melynek minősége és erőssége a kolloid részecskétől függ. A kolloid részecskék töltése többféle módon keletkezhet:

Kristályszerkezetbeli tökéletlenségek. A kristályszerkezetben létrejövő izomorf helyettesítődés. Ez az eset fordul elő például, ha egy SiO_2 kristály szerkezetébe a felületen az egyik szilíciumatom helyére alumíniumatom épül be. Ezáltal a részecske negatív töltésű lesz.
Ionadszorpció a részecske felületén. A részecskék pozitív és negatív töltésű ionokat adszorbeálhatnak a felületükön. Vizes közegben a kolloid részecskék elsősorban anionokat adszorbeálnak és ezáltal negatív töltésűek lesznek.
Kémiai reakciók. A részecskék felületén található funkciós csoportok ionizációja során is kialakulhat a felületi töltés. Ilyen esetekben a részecske töltése függ az ionizáció mértékétől, a diszpergáló közeg pHjától. Alacsony pH- nál a negatívan töltött állapot az uralkodó, míg magas pH-n a pozitívan töltött forma. Létezik olyan pH is, (izoelektromos pont) ahol a részecske töltése zérussal egyenlő.
Ionok egyenlőtlen oldódása. Akkor nyerhet töltést a részecske, amikor az őt felépítő ionok nem egyforma mértékben oldódnak a diszpergáló közegben.

1.1. A felületi töltés következménye

A felületi töltés befolyásolja a részecskék elhelyezkedését a diszpergáló közegben. Az **oldat abszolút töltése zérus**, mivel a részecskék töltése ellenionok révén kompenzált. Az ellenionok meghatározott rend szerint és távolságban helyezkednek el a részecskétől, amelyet körülvesznek. A részecske felületét és az azt körülvevő semlegesítő (ellenion) réteget nevezzük elektromos kettősrétegnek.

1.2. A kettősréteg szerkezetének leírása



Ábra: A részecske és az őt körülvevő ionok, valamint a potenciál lefutása.

Az ábrán felül egy negatív felületi töltésű részecske látszik és az őt kőrülvevő ellenionréteg. Fel van tüntetve a Stern réteg, a díffúz réteg. Az alatta levő koordinátarendszer x tengelyén a távolság, az y tengelyén a potenciál nagysága van felvéve. Látható, hogy a részecskétől távolodva a potenciállefutás exponenciális, de a részecske felülete és a Stern réteg között lineáris. Itt fel van tüntetve Stern sík, a nyírási sík, valamint a következő potenciálértékek:
Nernst potenciál, Stern potenciál, Zéta potenciál (rendre Ψ_0, $\Psi_\delta \xi$,). 1/K a diffúz réteg vastagsága, δ pedig a Stern rétegé.

Forrás: http://www.doksi.hu

A Stern-elmélet szerint a töltések nem pontszerűek, ezért a részecske felületén csak meghatározott számú ion helyezkedhet el. A réteg vastagságát tehát az ellenionok minősége határozza meg. A részecskét körülvevő hidratált ionok sugarának távolságában helyezkedik el a Stern sík. Az adszorbeált ionok a kötődés helyén elveszthetik hidrátburkukat, így középpontjuk valamivel közelebb van a részecskéhez, mint a Stern sík. A diffúz réteg ionjait azok az ionok alkotják, amelyek középpontjai a Stern síkon kívül helyezkednek el. A részecske felületének potenciálja a Nernst potenciál. Ez a potenciál a Stern síkig lineárisan csökken elérve a Stern potenciált, amely a Stern síkon levő potenciál. A Stern síkon túl a részecskétől távolodva a potenciál lefutása exponenciális.

A kolloid részecske töltésének nagysága közvetlenül nem mérhető. Elektroforetikus és egyéb kísérletekből azonban meghatározható egy a részecske nyírási síkjában levő potenciál értéke, melyet Zéta potenciálnak hívunk. A nyírási sík pontos helye nem ismert, de a Stern síkon kívül, a diffúz rétegben helyezkedik el. A Zéta potenciál ismerete felvilágosítást adhat a kolloid rendszer stabilitásáról, nagyobb Zéta potenciál stabilabb szerkezetet, míg alacsonyabb Zéta potenciál kevésbé stabil rendszert sejtet.

1.3. A kolloid stabilitás és a kettősréteg

A kolloid részecskék a diszpergáló közegben állandó mozgásban (Brown mozgás) vannak, közöttük vonzó és taszító erők lépnek fel. A vonzó erők az intermolekuláris vonzás, a taszító erők pedig az elektromos kettősréteg következményei. Amint két részecske egymáshoz megfelelő közelségbe kerül, a diffúz elektronfelhők kölcsönhatása miatt taszítani kezdi egymást. A taszító erő nagysága, a taszítási potenciál meghatározása sok nehézségbe ütközik, de Verwey és Overbeek egyenlete jó közelítést ad a taszítási potenciálra. Gömb alakú részecskékre:

$V_R = B\varepsilon k^2T^2a\gamma^2/z^2 \exp(-KH)$, ahol

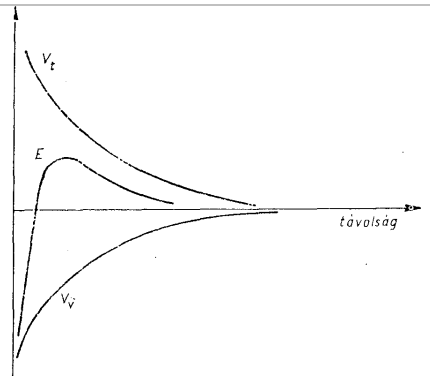
B: állandó egyenlő $4{,}36.10^{20}$ $.A^{-2}$ $.S^{-2}$
A: Hamaker állandó, függ az egységnyi térfogatban levő atomok számától és a részecskéket felépítő anyagok polarizálhatóságától.
S: R/a : R gömbök középpontjai közötti távolság / a gömbök sugara
ε: Permittivitás : $7{,}08.10^{-12}$ coulombs $V^{-1}cm^{-1}$
k: Boltzmann állandó
T: abszolút hőmérséklet
γ : (exp(ze /2kT)-1)/(exp(ze /2kt)+1)
e : elektron töltése
H : a gömbök közötti legkisebb távolság
z : az ellenionok vegyértéke
1/K : a diffúz réteg vastagsága

A molekulák közötti van der Waal's erők rövid hatótávolságúak és fordítottan arányosak a távolság valamely hatványával. Két azonos méretű gömb alakú részecske esetén, ha azok megfelelő közelségben vannak, a vonzási potenciál a következő egyenlettel adható meg:

$$VA = -aA/12H$$

A részecskék közötti kölcsönhatás mértéke tehát mindenkor a vonzási és taszítási potenciálok eredője lesz. A taszítási potenciál véges értékről indul, és exponenciálisan csökken a távolsággal, a vonzás potenciálja kis távolságban végtelen nagy negatív értéket vesz fel és a részecskék közötti távolság valamely hatványával fordítottan arányos. Nagyobb távolságban a vonzás ismét dominálhat, mivel ott a vonzási potenciál értéke nagyobb lehet a taszításiénál. Megjegyzendő, hogy nagyon kis távolságoknál a taszítás ismét előtérbe kerül, mivel az elektronfelhők érintkezésbe lépnek. Ez a Born- taszítás.

Forrás: http://www.doksi.hu



Ábra: A vonzó és taszító potenciálok a részecske környezetében

Az ábrán fel van tüntetve a taszító potenciál (Vt), a vonzó van der Waal's potenciál a két hatás eredője (E). Látszik, hogy létezik egy potenciálmaximum (E max.-nál), amit a részecskék kinetikus energiájának le kell győzni ahhoz, hogy az ütközés létrejöhessen

Ha a potenciálok eredőjének maximuma nagyobb ,mint a termikus mozgásból adódó energia, a rendszer stabil lesz. Ha a potenciálok eredőjének maximumánál a termikus mozgásból származó energia nagyobb, akkor a rendszer kimozdul stabilitásából. Ennek a maximumértéknek a potenciálja függ a Stern- potenciáltól, és a taszító erőktől.

2. Koaguláció, flokuláció

2.1. Bevezetés

Kolloid részecskék aggregációja kétlépéses folyamat. Az egyik a taszító erők csökkentése (destabilizálás), a másik pedig a részecskék transzportja egymás felé, és agglomerálódásuk. Különböző irodalmak másként nevezik a folyamatokat, illetőleg ugyanazt a nevet másra használják. Itt a **flokuláció** a részecskék transzportját is jelenti, a **koaguláció** pedig a teljes aggregálódási folyamatot, beleértve a részecskék destabilizálását és a transzportját is. Koagulálószerek pedig azok a szerek, amelyek elősegítik a koagulációt. tehát így a destabilizálást és az aggregálódást.

Másképpen:

Koaguláció: A kolloidok stabilizálását biztosító elektrosztatikus taszító erők csökkentése, ellenionok vagy specifikusan adszorbeálódó vegyületek segítségével.
Flokuláció: A destabilizált részecskék összetapadása, a Brown mozgás (1 m-ig) vagy lamináris ill. turbulens sebesség gradiens következtében létrejövő ütközések hatására.

- perikinetikus szakasza: Brown mozgás á1tal meghatározott szakasza
- ortokinetikus aggregálódás szakasza: makroszkópikus keveréssel, rázatással stb. biztosított fázis

2.2. A destabilizálás módjai

A fent leírottak azt sejtetik, hogy a kolloidok destabilizálásának módja lehet a vonzási erők valamilyen úton való megnövelése, vagy pedig a taszítási erők csökkentése. Az első módszerre nincs lehetőség, ezért meg kell keresni azokat a módszereket, amelyekkel a taszító erőket csökkenteni lehet.

2.2.1. A kettősréteg összenyomása

Ha kolloid oldathoz a részecskék töltésével ellenkező töltésű elektrolitot adunk, ez megnöveli a diffúz réteg töltéssűrűségét, ezáltal a ugyanazt az ellentöltést vékonyabb ellenionfelhő képes hordozni. Így a diffúz réteg mintegy össze van nyomva a részecske felé, azaz vékonyabb lesz, míg töltése nem változik meg. Ennek hatására megváltozik a részecske közelében levő potenciál-eloszlás, csökkentve a felületi potenciált, amely azt

Forrás: http://www.doksi.hu

eredményezi, hogy a vonzó erők jobban érvényesülhetnek, előmozdítva az aggregációt, mely annál könnyebben bekövetkezik, minél nagyobb az elektrolit koncentrációja.

2.2.2. A felületi potenciál csökkentése adszorpcióval és töltés semlegesítéssel.

Ismeretesek olyan anyagok, amelyek kolloid részecskék felületén adszorbeálódni képesek. Ha az adszorbeálódott anyag a kolloid részecskével ellentétes töltésű, akkor az adszorpció a felületi potenciál csökkenését okozza, és így elősegíti a részecske destabilizációját. Az ilyen módon létrejövő destabilizációnál a koagulálószer mennyisége egyenesen arányos a kolloid koncentrációval, azaz a részecskék felületével. Az előbbi esetben a kettősréteg összenyomásánál a koagulálószer mennyisége független a koncentrációtól. Az adszorpciós, tehát jelen esetben fontos, hogy a koagulálószer ne legyen túladagolva, mert ez a részecskék restabilizációjához vezethet a részecskék töltésének ellenkezőre váltásával. Pl. dodecilammóniumionok túladagolása ezt a hatást okozza.

2.2.3.Destabilizáció csapadékképzéssel

Bizonyos fémsókat megfelelő mennyiségben kolloid oldathoz adva csapadékot képeznek. Ezen a kolloid részecskék adszorbeálódnak és ilyen módon együtt ülepednek. $Al_2(S0_4)_3$, $FeCl_3$, $MgCO_3$ és $Ca(OH)_2$ indukálhat ilyen módon koagulációt. Az ilyen módon létrejövő koagulációnál fordított arányban áll a koagulálószer koncentrációja a kolloid koncentrációval. Kis kolloid koncentrációnál ui. a vegyszerek nagyobb mennyisége szükséges, hogy az csapadékot képezve a kevés számú részecskét magával ragadja, viszont, ha a kolloid koncentráció nagy, akkor a kolloid részecskék kondenzációs magként is szolgálhatnak, elősegítve a csapadékképződést. Ez esetben is fontos a pH megfelelő beállítása, mert a koagulálószer oldhatósági viszonyai jelentősen változhatnak a pH változás hatására. Ezt a fajta, tehát csapadékképzés segítségével végbemenő koagulációt *sweep floc* koagulációnak hívjuk.

2.2.4. Destabilizáció adszorpcióval és a részecskék közti hidak kialakításával.

Többféle semleges vegyület, pl. keményítő, cellulóz, poliszaharidok és fehérjék, valamint szintetikus polimerek is lehetnek koagulálószerek. Ezen anyagokra jellemző a nagy molekulaméret/tömeg, és anyagi minőségtől függően a szénlánc mentén esetleg többszörös töltéssel is rendelkezhetnek. A híd- elmélet szerint a polimer molekula a részecskéhez tapad vagy a Coulomb- vonzás eredményeképp, ha töltésük különbözik, vagypedig ioncsere, hidrogénkötés vagy Van der Waal's kötés révén, ha töltésük egyezik. A polimerek szabad vége benyúlhat a tömbfázisba és egy másik részecskéhez tapadhat, ugyancsak az előbb leírt módok valamelyikén. Az így létrejövő agglomerátumnak kedvezőbbek lesznek az ülepedési tulajdonságai, mint a részecskéknek külön-külön. Kedvezőtlen esetben a polimer szabad vége u.azon részecske egy másik helyéhez kapcsolódik. Ez kedvezőtlen hatást mutat az ülepedési viszonyokra, hiszen egy másik polimer már esetleg nem tud hozzákapcsolódni, mindezeken túl a részecskék restabilizációja is létrejöhet.

2.3. Koagulálószerek, flokulálószerek.

A koagulációt előidéző anyagok mindegyikét nevezhetjük koagulálószernek, azonban meg kell jegyezni, hogy néhány vegyület csak a szó szoros értelmében vett destabilizációt segíti elő, és vannak olyan anyagok, amelyek csak a flokulációra, annak sebességére vannak hatással.

2.3.1. Kicsapás sóadagolással (kisózás)

A mechanizmus többféleképpen létrejöhet:

- az oldószer polaritása nő
- a só „elvonja” a hidrátburkot
- a fehérje és az ionok olyan ionpárokat képeznek, aminek oldhatósága rosszabb. Ez leírható egy „oldhatósági szorzattal”: $K = [\text{fehérje}][NH_4]^n[SO_4]^m$
  A só hozzáadására a fehérjekoncentrációnak csökkennie kell.

Forrás: http://www.doksi.hu

Tapasztalati irányelvek:

- anionok kicsapási hatékonysága (~ ionerősség);
  citrát > foszfát > acetát > Cl^- > NO_3^- (Hofmeister sor)
- kationokra: NH4+ > K+ > Na+
- válasszunk olcsó sót, még akkor is, ha sok kell belőle
- vizsgáljuk meg a sóoldat és a csapadék sűrűség-különbségét (elválasztás)
- inkább szilárd sót adjunk hozzá, mint oldatot (hígítás)

2.3.1.1 Koaguláció Al(III) és Fe(III) ionokkal.

Al(III) vagy Fe(III) sót vízhez adva a disszociáció után Fe^{3+} és Al^{3+} ionok alakulnak ki, amelyek aztán hidratálódnak és $AI(H_20)_6^{3+}$ és $Fe(H_20)_6^{3+}$ akvakomlex ionok keletkeznek, majd hidrolitikus reakciók során létrejön egy háromdimenziós mátrix, amely a kolloid részecskékhez tapadhat adszorpcióval.

Az Al(III) és a Fe(III) kétféle módon képes a destabilizációra: adszorpció, és töltéssemlegesítés, valamint csapadékképzés. Ha a sókat oldhatóságunknál kisebb mennyiségben adagoljuk, akkor a részecskék adszorpciója és töltéssemlegesítődése jön létre. destabilizációt okozva. Ha a sókat azon a pH-n adjuk a rendszerhez, amelyen oldhatóságuk minimális, akkor csapadékot képezve segítik a koagulációt *(sweep floc* koaguláció).

A pH- t pontosan be kell állítanunk, hogy az optimális feltételeket megteremtsük. Ez gyakorta bonyolult, mert az akvakomplex fémionok, az Al(III) és a Fe(III) savas természetűek, H_3O^+ iont szabadítanak fel, ami a vizek természetes alkalitásával reagál. Elméletileg minden mg/l Al(III) só elfogyaszt 0.5 mg/l alkalitást, felszabadítva ezzel 0.44 mg/l CO_2- t. Ha a természetes alkalitás nem elég, hogy az Al(III) sóval reagáljon, akkor pl. Na_2CO_3 hozzáadásával azt biztosítani kell.

2.3.1.2. Koaguláció magnéziummal

A magnéziummal való koaguláció azon alapszik, hogy a $Mg(OH)_2$ csapadékba belezáródnak a kolloid részecskék. A csapadék megfelelő mennyiségű mész adagolásával kialakítható, ha az oldat tartalmaz magnéziumot, vagy pedig a magnéziumot is be kell vinnünk a rendszerbe megfelelő só formájában.

A $Mg(OH)_2$ kialakulása:

$CO_2 + Ca(OH)_2 \sim CaCO_3 + H_2O$

$Ca(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 -\sim 2CaCO_3 + 2H_2O$

$Mg(HCO_3)_2 + Ca(OH)_2 --\sim CaCO_3 + MgCO_3 + 2H_2O$

$MgCO_3 + Ca(OH)_2 \sim CaCO_3 + Mg(OH)_2$

2.3.2. Koaguláció polimerekkel

A polimerek szerkezetük szerint sokfélék, azonban, ha tartalmaznak ionizálható csoportokat, polielektrolitoknak nevezzük őket. A kationos polielektrolitok pozitív töltést nyernek az ionizáció során, míg az anionosak negatív töltést. Ionizálható csoportot nem tartalmazó polimerek a nemionos polimerek. A polimerekkel végzett koaguláció feltételezett mechanizmusa az ún. hídelmélettel magyarázható. E szerint a polimer molekulák több kolloid részecskéhez kapcsolódhatnak egyszerre, kedvezőbb ülepedési tulajdonságú agglomerátumot hozva létre. A polimer mérete és formája, amelyeket az ionerősség, az ionok vegyértéke és a pH befolyásol, meghatározza, milyen mértékben képes elősegíteni a koagulációt. A polimereknek, nagyon nehéz meghatározni a pontos alakját, de, ha az ionizálható csoportjai ionizálódnak, akkor, hogy a taszító részek minél távolabb kerüljenek egymástól, mondhatjuk,

Forrás: http://www.doksi.hu

hogy kiegyenesedik. Ilyenkor van lehetőség, hogy kolloid részecskékhez kapcsolódjon~. Ezután a töltéskiegyenlítés hatására az alakja megváltozik, de a polimer-kolloid rendszernek kedvezőbbek lesznek az ülepedési tulajdonságai. A polimerek túladagolva nem fejtik ki kedvező hatásukat, mivel túl sok töltésük nem tud kiegyenlítődni, ezért kiegyenesedett, "megfeszült" állapotban maradnak. Az alacsony ionerősség vagy pH is hasonló hatást vált ki. Az Al(III) sókkal való koagulációval összehasonlítva kitűnik, hogy az optimális arány kiszámítása nagyon fontos, az előbbi esetben, ha a sót túladagoljuk csapadék keletkezik, amelyik szintén segíti a koagulációt. Ezen kívül a polimerek alkalmazása a pH- ra nincs közvetlen hatással, ellentétben a sókkal.

2.3.4. Koaguláció oldószerrel (elegyedő, de rosszabbul oldó)

Pl.: fehérjék – vízből szerves oldószerrel vagy peggel
Antibiotikumok, szteroidok – alkoholból vízzel

Irányelvek:

- hidegen javul a kihozatal és csökken a denaturálódás
- célszerű az ionerősséget 0,05-0,20 között tartani, e fölött túl sok oldószer kell, és a csapadék is túl finom
- nagyobb mólsúlyú anyaghoz kevesebb oldószer kell (pl.: vérplazma + aceton, aceton tf% = 1,8-0,12 ln MW)
- a fehérjék csökkentik egymás oldhatóságát
- ami nem oldódik vissza, az valószínűleg denaturálódott, Csökkenti a kihozatalt, de javítja a tisztaságot.

2.3.5. Koaguláció hővel (főleg fehérjéknél)

Vigyázni kell a denaturálódásra. Szelektív, részleges denaturálódással lehet tisztítani.

$dp/dt = -kP$ $\quad k = k_0 \exp(E/RT)$

pl.: élesztő dehidrogenázok:	20ºC-on	50ºC-on
$K_A = 5*10^{57}\ sec^{-1}*exp(380kJ/RT)$	$= 8,3*10^{-11}$	$1,6*10^{-4}$
$K_B = 4,2*10^{64}\ sec^{-1}*exp(415kJ/RT)$	$= 4*10^{-10}$	$3,0*10^{-3}$

10 perc hőkezelés után: C/C_0 =		20ºC-on	50ºC-on
	A	>0,999	0,91
	B	>0,999	0,17

Nem egyensúlyi, hanem kinetikai elven működik.

2.4. Precipitáció léptéknöveléssel (lokálisan azonos feltételeket kell biztosítani)

Mechanizmus:

1) Átkeveredés
2) Góckképződés
3) Diffúzió által limitált növekedés
4) Áramlással szabályozott növekedés
5) Flokuláció
6) Elválasztás

1) *Átkeveredés*: sohasem pillanatszerű

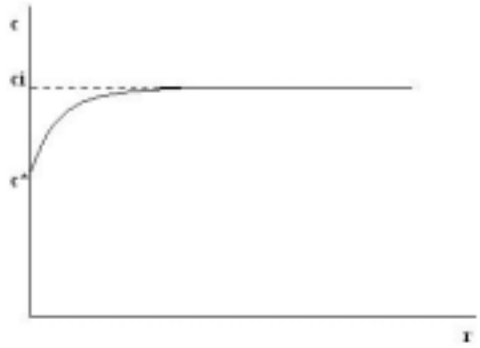
$t = l^2/4D$ $\quad$ l – a turbulens örvények átlagos mérete
D – diffúziós állandó

Az örvény mérete számítható: $l = [\rho.v^3/(P/V)]^{1/4}$

Forrás: http://www.doksi.hu

2) *Gócképződés*: tiszta oldatokból történő kristályosításánál lassú (túltelítés), makromolekulák kicsapásánál pillanatszerű

3) *Diffúzió* (rajz)

	ahol, c_i az oldatbeli koncentráció c* a telítési koncentráció A gócoknál a gömbszimmetrikus diffúziós modell alkalmazható: $dc_i/dt = -k(c_i-c^*)^2$ integrálva: $1/(c_i-c^*) - 1/(c_{i0}-c^*) = k.t$ $k = 8.\pi.D.d.N$ D – diffúziós állandó d – szemcseátmérő N – Avogadro

4) *Áramlás*: a mozgó szemcse ütközik az oldott molekulákkal. Ez is másodrendű:

$dc_i/dt = -k(c_i-c^*)$ de a k itt más: $k = 2/3.\alpha.N.d^2 [(P/V) / (\rho.\nu)]^{1/2}$

d – tapadási faktor
$[(P/V) / (\rho.\nu)]^{1/2}$ - sebességgradiens a folyadékban

5) ***Flokuláció*** (lásd részletesebben a köv. fejezetben)
6) *Elválasztás*

2.3.6. Flokulálószerek

Ha a részecskék destabilizációja létre is jön, ez még nem minden esetben jelenti, hogy gyorsan kiülepednek, vagy, hogy a kialakult aggregátum ellenáll a nyíróerőkkel szemben. Flokulálószerek azok a szerek, amelyek az oldathoz adva stabilizálják a flokulumot, gyorsítják az ülepedést. Ilyenek lehetnek egyes agyagféleségek, polimerek.

3. Flokuláció

A flokulációnak két szakaszát különböztetjük meg:

1. *perikinetikus flokuláció*, amely a részecskék hőmozgásából (Brown- mozgás) ered és természeténél fogva random folyamat. A flokuláció ezen része rögtön a destabilizáció után elkezdődik és nagyon rövid ideig tart, minthogy egy bizonyos flokulum- mérettől kezdve a Brown mozgásnak nincs, vagy alig van hatása.

   $N_t/N_0 = 1/(1 + t/t_{1/2})$
   ahol a felezési idő $t_{1/2} = 3\mu/4\eta kTN_0$
   η, a tapadási hatékonyság ütközésnél

Forrás: http://www.doksi.hu

2. *ortokinetikus szakasz*: a sebességgradiens idézi elő. A sebességgradiens hatására a részecskék egymáshoz viszonyított sebessége megváltozik, ezzel is növelve az ütközések számát. Adott flokulációs rendszerben az ortokinetikus koaguláció mértékét megszabó fő paraméter az alkalmazott sebességgradiens, a másik fontos paraméter az idő. Tehát a részecskék mozgását és így összetapadását segíti: egyrészt a Brown-mozgás, a tömbfázis mozgása (keverés hatására pl.) és a különböző mértékű ülepedés.

$N_t/N_0 = \exp(-4/\pi.\eta.\Omega.G_{t\ átl})$
Ω, a szilárd fázis térfogata
$\Omega = \pi.d_0^3.N_0/6$
$G_{t\ átl}$, átlagos sebességgradiens

0,1 μm alatt a perikinetikus szakasz a jellemző, míg 3μm fölött az ortokinetikus

Keverés: az angol *rapid mixing* - nek nevezi, utalva arra, hogy ez egy gyors, a koagulálószer optimális eloszlatását segítő keverés. A tulajdonképpeni destabilizációs folyamat akkor kezdődik, amikor a koagulálószerek kölcsönhatásba lépnek a részecskével. A koagulálószer eloszlatásán túl, a keverés megfelelő beállítása azért is fontos, mert a destabilizálódás után már megjelennek az első flokulumok. Ha a keveredés túlságosan gyors, mégha rövid ideig tart is, a kialakult flokulumokat tönkreteheti, *vagy* késleltetheti a flokulumok kialakulását.

4. Kiegészítés

Más értelemben a precipitáció (csapadékképződés) egy egyszerű módszer antibiotikumok és proteinek koncentrálására és tisztítására. Antibiotikumoknál, a precipitáció oldószer hozzáadással kezdődik; fehérjéknél só hozzáadással szokták kezdeni, vigyázva a denaturálásra.

Végeredményképpen, azt mondhatjuk, hogy a precipitáció megbízható és nagyszerű tisztítási módszer.

Irodalom:

1. Koaguláció – Flokuláció (Hancz Péter vizsgadolgozat,1995)
2. BIM gyakorlati könyv [p173-179] Kolloidális és oldott szennyeződések eltávolítása
3. Egy angol nyelvű könyv „Precipitation” fejezete
4. Intranetra feltett anyagok a csapadékképzésről

Összeállította: Nagy Gábor