Koloidni sustavi i elektrokinetički (zeta) potencijal

Kvaternik, Šimun

Undergraduate thesis / Završni rad

2016

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, FACULTY OF FOOD TECHNOLOGY / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:109:042145

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

REPOZITORIJ PTFOS PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK dabar DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Food Technology Osijek

zir.nsk.hr

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

dabar DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

PREHRAMBENO – TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

Šimun Kvaternik

Koloidni sustavi i elektrokinetički (zeta) potencijal

završni rad

Osijek, 2016.

SVEUČILIŠTE J. J. STROSSMAYERA U OSIJEKU
PREHRAMBENO-TEHNOLOŠKI FAKULTET OSIJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE

Završni rad

Koloidni sustavi i elektrokinetički (zeta) potencijal

Nastavni predmet:
Fizikalna kemija
Predmetni nastavnik: izv. prof. dr. sc. Lidija Jakobek

Student/ica: Šimun Kvaternik (MB: 3615/12)

Mentor: izv. prof. dr. sc. Lidija Jakobek

Predano (datum):

Pregledano (datum):

Ocjena: **Potpis mentora:**

Naslov: Koloidni sustavi i elektrokinetički (zeta) potencijal

Sažetak: Koloidi su disperzni sustavi s veličinom čestica od 1 do 100 nm. Dijele se obzirom na agregatno stanje i veličinu čestica disperzne faze, s obzirom na solvataciju, povratnost koagulacije itd. Koloidni sustavi pokazuju tzv. Tyndallov efekt. Osim toga, čestice koloida se gibaju, njihovo gibanje nazvano je Brownovo gibanje, imaju i naboj što utječe na električna svojstva koloida. O električnim svojstvima čestica koloida ovisi stabilnost koloida koja se definira kao sposobnost čestica koloida da ostanu u raspršenom (disperznom stanju) bez taloženja. Elektrokinetički ili zeta potencijal je naboj koji se javlja na granici difuznog sloja čestice koloida i njime se može pratiti stabilnost ili destabilizacija koloida. Cilj ovog rada bio je objasniti elektrokinetički ili zeta potencijal, njegovo značenje i utjecaj na stabilnost koloida.

Ključne riječi: koloidni sustav, svojstva koloida, elektrokinetički potencijal, zeta potencijal.

Title: Colloidal systems and electrokinetic (zeta) potential

Summary: Disperse systems whose particle size ranges from 1 to 100 nm are known as colloid systems. They are grouped according to their physical form and particle size, solvatation, coagulation reversibility etc. Colloidal fundamental properties explained in this paper include Tyndall effect, as an optical charasteric, Brown's motion and properties arising from their electrical charge and colloid stability problematic, which is determined with the value of zeta potential. It is the potential difference that occurs on the border of the diffuse layer and most common method for zeta potential measurement is electrophoresis.

Keywords: colloidal systems, Tyndall's effect, Brown's motion, zeta potential, electrophoresis

Sadržaj

1. UVOD.....5

2. GLAVNI DIO 6

2.1. Disperzni sustavi.....7

2.2. Koloidni sustavi 7
2.2.1. Metode priprave koloida – metode disperzije.....9
2.2.2. Koloidni elektroliti 9
2.2.3. Svojstva koloida.....10
2.2.3.1. Optička svojstva koloida 10
2.2.3.2. Brownovo gibanje 11
2.2.4. Elektrokinetičke osobine 11
2.3. Faktori koji utječu na zeta potencijal 15

2.3.1. pH koloidnog sustava.....15
2.3.2. Provodnost.....15
2.3.3. Koncentracija 16
2.4. Mjerenje zeta potencijala 16
2.5. Zeta potencijal podzemnih voda 16
3. ZAKLJUČAK 17

4. LITERATURA.....19

1. UVOD

Koloidni sustavi jedni su od disperznih sustava s veličinom čestica od 1 do 100 nm. Naziv koloidi uveo je Tomas Graham. Od njega potječe i prva podjela koloida, s tim da je on pogrešno pretpostavio da je sposobnost stvaranja koloidnih otopina specifično svojstvo neke određene grupe tvari, pa je tvari podijelio na kristaloide (posjeduju sposobnost kristalizacije) i koloide. Daljnja istraživanja pokazala su da se i kristaloidi mogu prevoditi u koloide ukoliko se odabere prikladno disperzno sredstvo i postigne odgovarajući stupanj disperzije čestica.

Najčešći koloidni sustav je koloidna otopina koja se od pravih otopina (homogenih) razlikuje po tome što se kod koloidnih otopina čestice mogu optički razlikovati od disperznog sredstva pa se zbog toga smatraju heterogenima. S obzirom na veličinu čestica od kojih se koloidna otopina sastoji, razlikuje se monodisperzni sustav u kojem su čestice jednake veličine, a u suprotnom, koloidna otopina je polidisperzni sustav (Brdička, 1969).

Koloidni sustavi su dvofazni sustavi čije se čestice mogu vidjeti samo elektronskim mikroskopom. Otopine makromolekula pokazuju osobine koloida. Između disperzne faze i disperznog sredstva postoji granica faza velike površine, koja ujedno ima i veliku površinsku energiju, zbog čega dolazi do adsorpcije na granici faza. Posljedica toga je električni naboj koji daje stabilnost koloidima, tj. javlja se razlika potencijala između faza koja se naziva elektrokinetički zeta potencijal (Štajnbrikner, 2015).

Cilj ovog rada bio je pobliže objasniti koloidne sustave, njihova svojstva, te elektrokinetički (zeta) potencijal i njegov utjecaj na stabilnost koloidnih otopina.

2. GLAVNI DIO

2.1. Disperzni sustavi

Disperzni sustavi su sustavi u kojima su čestice jedne faze dispergirane u drugoj fazi. S obzirom na broj atoma dijele se na:

- visoko disperzne sustave ($<10^3$ atoma),
- koloidno disperzne sustave ($10^3 – 10^9$ atoma),
- grubo disperzirane sustave ($>10^9$ atoma).

S obzirom na promjer čestica dijele se na:

- visoko disperzne sustave (prave otopine, <1 nm),
- koloidno disperzne sustave (1 – 100 nm),
- grubo disperzirane sustave (suspenzije i emulzije, >100 nm), (Pejić, 2014.).

2.2. Koloidni sustavi

Koloidni sustavi su disperzni sustavi u kojima barem jednu fazu sačinjavaju čestice promjera od 1 do 100 nm. Dvije su glavne komponente od kojih se ovi sustavi sastoje:

- disperzna faza – u obliku čestica dispergiranih u masi druge faze,
- disperznog sredstva – faza u kojoj je dispergirana disperzna faza.

Glavna razlika između koloidnih otopina i pravih otopina je ta što je kod pravih otopina disperzna faza otopljena u otapalu, a kod koloidnih sustava disperzna faza je samo raspršena u disperznom sredstvu. Druga razlika je optičko svojstvo koje posjeduju koloidne otopine. Najbolji primjer koloidnih sustava u prehrambenoj industriji je mlijeko.

Koloidni sustavi podijeljeni su u nekoliko grupa s obzirom na brojne faktore: solvataciju, agregatno stanje disperzne faze i sredstva, obliku dispergiranih čestica, vrsti disperzne faze, električnim osobinama, reverzibilnosti koagulacije itd (Pejić, 2014.). *S obzirom na solvataciju*, razlikuju se liofilni i liofobni sustavi. Liofobni sustavi (grčki: *onaj koji ne voli tekućinu*) imaju napetost površine i viskoznost sličnu onoj koju ima disperzna sredina. Male količine elektrolita izazivaju taloženje, a u električnom polju čestice se kreću u jednom pravcu.

Liofilni sustavi (grčki: *onaj koji voli tekućinu*) imaju napetost površine manju od one koju ima disperzna sredina, ali je viskoznost puno veća. Potrebne su velike količine elektrolita da izazovu koagulaciju, a u električnom polju čestice se gibaju u oba pravca ili se uopće ne kreću (Gleston, 1967.). *Podjela koloida s obzirom na agregatno stanje disperzne faze i sredstva* prikazana je u tablici 1.

Tablica 1 *Podjela koloidnih sustava prema agregatnom stanju disperzne faze i disperznog sredstva* (Pejić, 2014.)

Disperzno sredstvo **Disperzna faza**	**Naziv koloidnog sustava**	**Primjer**	
Plin	Tekućina	Tekući aerosol	Magla
Plin	Čvrsta	Čvrsti aerosol	Smog
Tekućina	Plin	Pjena	Pjena od piva
Tekućina	Tekućina	Emulzija	Mlijeko
Tekićina	Čvrsta	Suspenzija	Krv, želatin u vodi
Čvrsto	Plin Čvrsta pjena	Šećerna pjena	
Čvrsto	Tekućina	Čvrsta emulzija	Džem
Čvrsto	Čvrsto	Čvrsta sol	Minerali, staklo

Prema vrsti disperznog sredstva razlikuju se hidrosoli (disperzije u vodi) i organosoli (tekući medij je organsko otapalo). Što se tiče *reverzibilnosti koagulacije*, kod nepovratnih sustava čestice poslije taloženja ne mogu se vratiti u prvobitno stanje dodatkom dispreznog sredstva, a takvi su uglavnom lifobni koloidi. Kod povratnih sustava, čestice se nakon izdvajanja odnosno koagulacije iz otopine mogu ponovno vratiti u isti oblik, i takvi su uglavnom liofilni koloidi (Pejić, 2014.).

2.2.1. Metode priprave koloida – metode disperzije

Metode disperzije su metode kojima se od većih čestica dobivaju čestice koloidnih dimenzija. Najčešće se polazi od neke krute faze, od grubo disperznih suspenzija ili taloga koji prelaze nekim prikladnijim postupkom u stupanj disperzije koji odgovara koloidnim otopinama. Najčešće metode koje se koriste su:

- mehanička disperzija – mehanički mlinovi i koloidni mlinovi,
- disperzija utrazvučnim valovima - više od 20 000 Hz, ulja, boje, proteini,
- disperzija električnom strujom – jednosmjerna ili naizmjenična, metali za industriju, Zn, Pb, Cu (Gleston, 1967).

2.2.2. Koloidni elektroliti

Sapuni, odnosno natrijeve i kalijeve soli dugolančanih masnih kiselina, pokazuju neobično ponašanje u vodenim otopinama zbog čega su dobili naziv koloidni elektroliti. Slične osobine pronalaze se i kod drugih spojeva koji imaju dug ugljikovodični lanac vezan za skupinu koja ima sposobnost ioniziranja. Najranija mjerenja točke vrelišta i sniženja tlaka pare vodenih otopina sapuna pokazala su tako male osmotske učinke kao da je cijeli materijal u koloidnom stanju. Međutim, kasnija istraživanja utvrdila su da su ti zaključci netočni zbog prisustva zraka u otopinama. Na osnovu novih rezultata izračunata su odgovarajuća povišenja točke vrelišta na 90°C što se može vidjeti u tablici 2. Otopine natrijevih i kalijevih soli viših masnih kiselina imaju veliku primjenu u električnoj provodnosti (Gleston, 1967).

Tablica 2 *Osmotske osobine i provodnostt 0,5 N otopine kalijevih soli na 90°C* (Gleston, 1967)

Sol	Broj C atoma	Povišnje točke ključanja (°C)	Ekvivalentna provodljivost ($om^{-2}cm^2$)
Stearat	18 0,17	113	
Palmitat	16	0,19	127
Laurat	12	0,26	145
Acetat	2	0,46	196
Neelektrolit	-	0,24	-

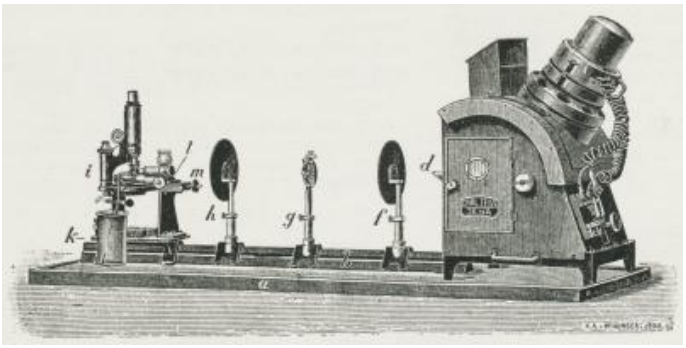
2.2.3. Svojstva koloida

2.2.3.1. Optička svojstva koloida

Iako ljudskom oku koloidne otopine izgledaju homogene, na osnovu njihovih optičkih svojstava može se uočiti da su u pravilu heterogeni sustavi. Ukoliko se kroz koloidni sustav propusti svjetlost, uočit će se razlika između tanjih i debljih slojeva sustava. Tanki slojevi izgledaju homogeno, a u debljim slojevima dolazi do pojave zamućenja (zbog rasipanja svjetlosti na česticama), ili čak do pojave fluorescencije. Rasipanje svjetlosti objašnjava se Tyndallovim efektom. Kada snop zraka svjetlosti prođe kroz koloidnu otopinu, okomito na njegov smjer može se uočiti osvjetljeni stožac čiji je vrh na mjestu ulaska zraka svjetlosti u medij i koji se više ili manje širi u smjeru prostiranja zraka. Tyndallov stožac se može objasniti na primjeru ulaska svjetlosti kroz pukotinu u zamračenu prostoriju, gdje se svjetlost odbija od sitne čestice prašine i stapa u osvjetljeni stožac (Brdička, 1969).

J.W. Rayleigh izveo je teorijsku relaciju za turbiditet (mutnoća) vrlo malenih čestica čiji je promjer 20 puta manji od valne dužine svjetlosti, a relacija pokazuje da je oslabljenje u smjeru prostiranja zraka uslijed rasipanja jače ukoliko je kraća njihova valna dužina. Iz tog razloga koloidne otopine imaju u upadnoj svjetlosti drugačiju boju nego kod osvjetljavanja sa strane. Rasipanje svjetlosti u ovakvim sustavima u praksi se iskorištava za analitičko određivanje koncentracije sitnih suspendiranih čestica. To je bit nefelometrijske metode, koje je uveo T.W. Richards (Brdička, 1969).

Za mjerenje rasute svjetlosti koriste se posebno osjetljivi detektori, odnosno specijalne fotocijevi s elektronskim multiplikatorima. Rasipanje svjetlosti na koloidnim česticama je osnova za mogućnost njihova opažanja u ultramikroskopu (slika 1).



Slika 1 *Ultramikroskop* (http://runeberg.org)

2.2.3.2. Brownovo gibanje

Botaničar Robert Brown je 1820. godine promatrao koloidne čestice pomoću mikroskopa te je primijetio da one nikada ne miruju. To gibanje danas se naziva Brownovim gibanjem, a može se objasniti molekularno-kinetičkom teorijom po kojoj se čestice fluida neprestano kreću udarajući jedna u drugu. Putanje čestica su nepravilne i bez ikakvog reda. Veličina čestica koje se najčešće ponašaju po principu Brownovog gibanja se kreće od 10^{-7} do 10^{-6} metara. Početkom 20. stoljeća nekolicina znanstvenika razradili su Brownovu teoriju gibanja čestica, a Jean Perrin 1909. ju je potkrijepio eksperimentom te pomoću nje odredio vrijednost Avogadrovog broja (Brdička, 1969).

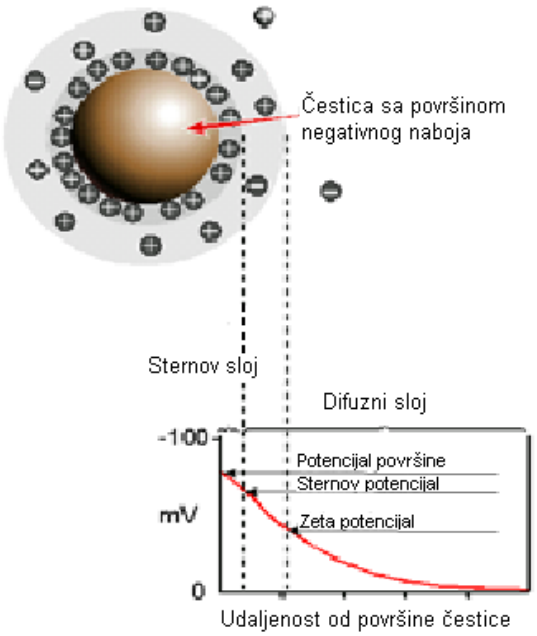
2.2.4. Elektrokinetičke osobine

Koloidne čestice se gibaju pod utjecajem električnog polja jer su nabijene. Soli raznih oksida i hidroksida najčešće imaju pozitivan naboj, a soli metala, sulfida i obojenih tvari negativan. Naboj koji nose koloidne čestice bitan je jer na taj način istoimeni naboj okružuje svaku česticu i drži čestice u otopini na rastojanju kako se ne bi spojile. Tada je koloid stabilan. Međutim, ukoliko se dovedu veće količine elektrolita sa suprotnim nabojem u kontakt s nabijenim česticama koloida, dolazi do sjedinjenja čestica i stvaranja vidljivog taloga – koagulacija. Tada je koloid u nestabilnom stanju i dolazi do koagulacije koloida (u tablici 3 prikazano je nekoliko primjera). Koagulacijska moć elektrolita raste s porastom valentnosti iona, što je poznato pod nazivom Schulze-Hardy-evo pravilo (Gleston, 1967).

Tablica 3 *Taložno djelovanje raznih iona* (Gleston, 1967)

Pozitivan sol			Negativan sol		
Elektrolit	Valencija atoma	Minimalna konc. (mmol/L)	Elektrolit	Valencija atoma	Minimalna konc. (mmol/L)
KCl	1	103	NaCl	1	51
KBr	1	138	KNO_3	1	50
$KbrO_3$	1	31	HCl	1	31

Važno je napomenuti da se na površini čestice koloida javlja dvostruki sloj zbog afiniteta nabijenih iona iz otopine prema površini koloidne čestice koja je nabijena. Površina je najčešće pozitivnog naboja, a ioni negativnog, tako da je sustav u cjelini neutralan (Slika 2) (Shaw, 1992.).



Slika 2 *Shematski prikaz zeta potencijala* (https://bs.wikipedia.org/wiki/Zeta_potencijal)

Sloj koji okružuje jezgru koloidne čestice sastoji se od dva dijela: unutrašnji sloj (Sternov) gdje su ioni čvrsto povezani s jezgrom čestice i vanjski (difuzni) sloj gdje su ioni slabije povezani s česticom. Unutar difuznog sloja postoji granica na kojoj su ioni i čestice formirali stabilni oblik. Kada se čestica pomakne, pomakne se i ion i granica. Ioni izvan granice ostaju većinom dispergirani. Potencijal te granice (površine hidrodinamičkog smicanja) je zeta potencijal.

2.2.4.1. Zeta elektrokinetički potencijal

Jedno od glavnih svojstava koloidnih sustava je zeta elektrokinetički potencijal koji je zapravo naboj koji se javlja na čestici koloida. Može se objasniti kao razlika potencijala koja se javlja usred relativnog gibanja jednog sloja koloida prema drugom. Zeta potencijal se može mjeriti eksperimentalno i on se mijenja s obzirom na promjene u otopini. Zahvaljujući tome, mjerenjem zeta potencijala mogu se pratiti promjene u samoj otopini, što ima velik značaj u procesima flokulacije (Salopek i sur., 1992).

Zeta potencijal je vrlo dobar pokazatelj važnosti interakcije među koloidnim česticama, a njegovim mjerenjem može se ocijeniti stabilnost koloidnog sustava.

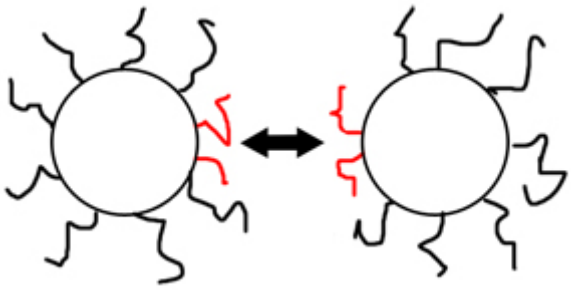
Kao opća granica između stabilnog i nestabilnog koloidnog sustava se uzima ili +30 ili -30 mV. Čestice sa zeta potencijalom +30 mV i više, odnosno -30 mV ili niže smatraju se stabilnima (jer imaju naboj) (Tablica 4). Međutim, ukoliko je zeta potencijal od 0 do +5 mV, čestica koloida se približava neutralnom stanju, ili je neutralna, što znači da koloidne čestice teže koaguliranju ili destabilizaciji (Hunter, 1981).

Tablica 4 *Utjecaj određene vrijednosti zeta potencijala na stabilnost koloida* (https://bs.wikipedia.org/wiki/Zeta_potencijal)

Zeta potencijal (mV)	Stabilnost i ponašanje koloida
0 do ±5	Brza koagulacija ili flokulacija
±10 do ±30	Početna nestabilnost
±30 do ±40	Srednja stabilnost
±40 do ±60	Dobra stabilnost
više od ±60	Odlična stabilnost

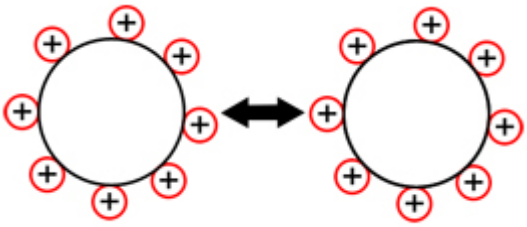
Ovdje se može spomenuti i dva osnovna mehanizma kojima se može utjecati na stabilnost koloidno dispergiranih čestica:

- Sterička odbojnost (slika 3) – polimeri se dodaju u koloid. Oni se adsorbiraju na čestice koloida i sprječavaju kontakt među njima. Kada ima dovoljno polimera, stvorit će se debeli omot oko čestica koji će razdvajati čestice. U ovom slučaju i van der Waals-ove sile su preslabe da se čestice spoje.



Slika 3 *Sterička stabilizacija* (http://www.wikiwand.com/en/Polyelectrolyte_adsorption)

- Elektrostatska stabilizacija – na međusobni kontakt između čestica utječe se zahvaljujući distribuciji naboja u sustav (slika 4).



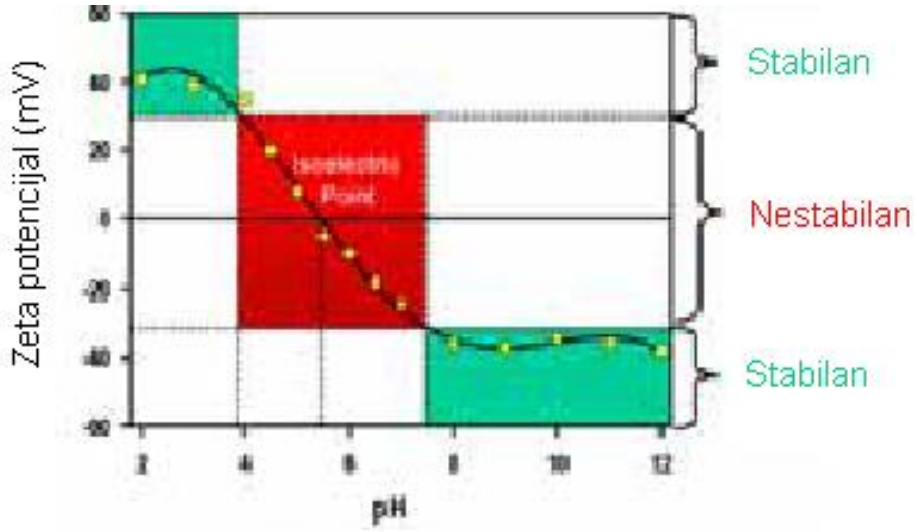
Slika 4 *Elektrostatička stabilizacija*
(http://www.wikiwand.com/en/Polyelectrolyte_adsorption)

Oba mehanizma imaju svoje prednosti za određene sustave. Sterička stabilizacija je jednostavna, zahtjeva samo dodatak prikladnog polimera. Prednost elektrostatičke stabilizacije je u tome što se jednostavnom promjenom koncentracije iona može stabilizirati ili flokulirati sustav. To je reverzibilan proces i prilično skup.

2.3. Faktori koji utječu na zeta potencijal

2.3.1. pH koloidnog sustava

U vodenom mediju, pH uzorka je jedan od najvažnijih faktora koji utječu na zeta potencijal. Sama vrijednost zeta potencijala, bez definiranja stanja i svojstava otopine, je samo bezvrijedan broj. Ukoliko se na česticu s negativnim zeta potencijalom dodaje lužina, čestica će nastojati postići još negativniji naboj i negativniji zeta potencijal. Ako se dodaje kiselina u otopinu, dostići će se točka u kojoj će se naboj koloidne čestice neutralizirati. Daljnjim dodavanjem kiseline povećavat će se pozitivni naboj čestice koloida i viša vrijednost zeta potencijala. To znači da će krivulja ovisnosti zeta potencijala o pH (slika 5), biti u pozitivnom dijelu pri niskom pH, a u negativnom pri visokom pH. U određenom trenutku će krivulja proći kroz točku gdje je vrijednost zeta potencijala nula. Ta točka se naziva izolektrična točka i smatra se da je tada koloidni sustav najnestabilniji jer ima naboj 0 (neutralan) tj. koloidne čestice se mogu taložiti.



Slika 5 *Krivulja ovisnosti zeta potencijala o pH*
(http://www.slideshare.net/akarim717/emulsion-stability)

2.3.2. Provodnost

Debljina dvostrukog sloja koloidne čestice ovisi o koncentraciji iona u otopini i može se izračunati iz ionizacijske snage medija. Što je ionizacijska sposobnost veća, to je dvostruki sloj komprimiraniji. Valencija iona također utječe na debljinu sloja. Trovalentni ioni će više kompresirati dvostruki sloj od monovalentnih (Hunter, 1981).

2.3.3. Koncentracija

Utjecaj koncentracije na zeta potencijal je bitan jer daje informaciju kako formulirati proizvod maksimalne stabilnosti. Utjecaj koncentracije poznatih kontaminanata može se upotrijebiti kako bi se u određenim koloidnim sustavima spriječila nepoželjna flokulacija (Hunter, 1981).

2.4. Mjerenje zeta potencijala

Najraširenija metoda za mjerenje zeta potencijala je elektroforeza. Kroz uzorak se propušta električno polje koje inducira nabijene koloidne čestice da se počnu gibati. Smjer i brzina (elektroforetička mobilnost) čestica ovisi o upotrijebljenom električnom polju. Brzina u polju ovisi o:

- snazi električnog polja,
- dielektričnoj konstanti tekućine,
- viskoznosti tekućine,
- zeta potencijalu.

2.5. Zeta potencijal podzemnih voda

Zeta potencijal je važan faktor za razumijevanje i kontrolu izvođenja fizikalnih procesa u podzemnim vodama kao što su koagulacija i flokulacija čestica koje su prisutne u vodama. Naime, neutraliziranje vrijednosti zeta potencijala čestica koje se nalaze u vodi (koloidne čestice) može uzrokovati taloženje koloidnih čestica, odnosno niski zeta potencijal smanjuje elektrostatičke interakcije između čestica, dopuštajući česticama da se približe i proizvode kompaktne flokule. Rezultati pokazuju da se zeta potencijal podzemnih voda pri pH 6, 5 do 8, 5 kreće u negativnom području. S obzirom da vrijednosti zeta potencijala, arsena i željeza variraju, ne postoji povezanost između odnosa zeta potencijala, arsena i željeza (Jukić, 2006).

3. ZAKLJUČAK

Temeljem podataka pronađenih u literaturi i iznesenih u ovom radu može se zaključiti slijedeće:

- Koloidni sustavi su sustavi koji se sastoje od disperznog sredstva i disperzne faze, a barem jedna od tih faza se sastoji od čestica promjera 1 do 100 nm.
- Brojne su podjele koloidnih sustava: prema solvataciji (liofilni i liofobni), prema agregatnom stanju disperzne faze i sredstva (aerosol, pjena, suspenzija, emulzija), prema vrsti disperznog sredstva (hidrosoli i organosoli), prema povratnosti koagulacije (povratni i nepovratni koloidni sustavi).
- Svojstva koloida: Tyndallov efekt, Brownovo gibanje, elektrokinetički zeta potencijal.
- Zeta potencijal je potencijal koji se javlja na granici vanjskog difuznog sloja i pokazatelj je stabilnosti koloidnih sustava – granična vrijednost zeta potencijala stabilnog i nestabilnog koloidnog sustava je +30 ili -30 mV; ako je vrijednosti zeta potencijala nula (izoelektrična točka) smatra se da je koloidni sustav najnestabilniji.
- Na vrijednost zeta potencijala utječu: pH, provodljivost i koncentracija.
- Mjerenje zeta potencijala najčešće se radi elektroforezom – propuštanje električnog polja kroz uzorak što inducira gibanje čestica, a mjeri se njihova brzina i smjer (elektroforetička mobilnost).

4. LITERATURA

Brdička R: *Osnove fizikalne kemije*, ŠK, Zagreb, 1969.

Gleston S: Udžbenik fizičke kemije, *Naučna knjiga*, Beograd, 1967.

Hunter RJ: *Zeta potential in Colloid Science*, Academic Press, NY, 1981.

Jukić M: Određivanje zeta potencijala podzemnih voda, *Disertacija*, Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek, 2006.

Pejić N: *Koloidni disperzni sistemi*. PowerPoint prezentacija, 2014.

Salopek B, Krasić D i Filipović S: Measurement and application of zeta-potential. *Rudarsko-geološki-naftni zbornik*, **4**:147-151, 1992.

Shaw DJ: *Introduction to Colloid And Surface Chemistry*, Butterworth Heinemann, UK, 1992.

Štajnbrikner M: *Koloidni sustavi*. Sveučilište J.J. Strossmayera, Odjel za kemiju, Osijek, 2015.

http://runeberg.org/display.pl?mode=makechapter&work=salmonsen/2/17&pages=0022-0029&whichchapter=9 [29.09.2015.]

http://www.wikiwand.com/en/Polyelectrolyte_adsorption [15.09.2016.]

https://bs.wikipedia.org/wiki/Zeta_potencijal [15.09.2016.]

http://www.slideshare.net/akarim717/emulsion-stability [15.09.2016.]