

Ўзбекистон Республикаси  
Олий ва ўрта махсус таълим  
вазирлиги

НАМАНГАН ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ

Дехқанов Р.С.

***КОЛЛОИД КИМЁ***

(лаборатория машғулотлари учун услубий қўлланма)



НАМАНГАН -2016 й

**Ўзбекистон Республикаси**  
**Олий ва ўрта махсус таълим**  
**вазирлиги**

**НАМАНГАН ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ**

**Дехканов Р.С.**

***КОЛЛОИД КИМЁ***

**(лаборатория машғулотлари учун услубий қўлланма)**

**НАМАНГАН -2016 й**

**Коллоид кимё лаборатория машғулотлари учун услубий қўлланма  
1 қисм**

**Муаллиф.**

**Р.С.Дехконов**

**Масъул муҳаррир.**

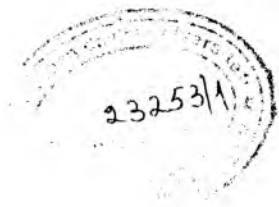
**профессор Ш.В.Абдуллаев**

Ушбу қўлланма талабаларга амалий машғулот ва коллеквиумларга тайёрланишда, ҳамда коллоид кимё фанини чуқурроқ ўрганиш, назоратларга мустақил тайёрланишда ёрдам кўрсатиш мақсадида тузилган. Қўлланмада дисперс системаларни олиниш ва тозалаш усуллари, коллоидларнинг электрик хоссалари, мицелла тузилишлари, ҳамда коллоидларни барқарорлиги, коагуляцияси ва стабиллаш тамойиллари, уларга таъсир этувчи омиллар каби муҳим булимлар ёритилган.

Юқоридаги бўлимларни мустаҳкамлаш мақсадида саволлар, мисоллар, топшириқлар ва амалий (лаборатория) ишлари берилган.

Ушбу қўлланмадан университетнинг талаба ва изланувчилари фойдаланишлари мумкин.

НамДУ ўқув услубий кенгашининг 30 август 2016 йилдаги № 1-сонли баённомасида кўриб чиқиб нашрга тавсия этилган.



**Наманган -2016**

## ДИСПЕРС СИСТЕМАЛАРНИ ОЛИШ.

Коллоид системаларни XIX аср урталарида инглиз кимёгари Т.Грем томонидан очилди. Коллоид деган номни ҳам биринчи булиб Грем ишлатди (грекча «колло» - «елим»). Шу вақтдан бошлаб коллоид кимё мустақил фан сифатида ривожлана бошлади.

«Коллоид кимё» гетероген дисперс (майдаланган) система ва баъзи бир юкори молекулали махсулотларнинг физик кимёвий хоссалари, ҳамда фазалар орасидаги чегарада содир буладиган физик-кимёвий жараёнлар – сирт ходисаларини урганадиган фандир.

Дисперс системалар коллоид кимёнинг асосий объекти булиб, икки ва ундан ортик фазалардан ташкил топади. Дисперс системанинг бири-дисперс фаза- майда заррачалар қуринишида булиб, иккинчи фаза-дисперс мухитда тарқалган булади. Хар қайси дисперс фаза каттик, суюқ ва газсимон агрегат ҳолатларда булиши мумкин. Шунинг учун дисперс системаларнинг хиллари ниҳоятда кўп ва турли туман булади.

Дисперс системалар заррачанинг улчамига қараб, дағал ва юкори дисперсли ёки коллоид системаларга булинади. Дағал дисперс системалардаги заррачаларнинг улчами  $10^{-5}$  см ва ундан юкори, коллоид системаларда эса  $10^{-5}$  см дан  $10^{-7}$  см гача булади.

Юкори дисперсликка эга булган коллоид системаларни бошқача қилиб золлар дейилади. Золларни аташда дисперсион мухитни ҳосил қилувчи модданинг табиати асос қилиб олинади: дисперсион мухити сув булган золь-гидрозоль, дисперсион мухити органик моддадан иборат булган золь-органозоль дейилади (хусусан, альказоль, бензозоль, этерозоль каби номлар ҳам учраб туради).

Дисперс мухитнинг агрегат ҳолатига қараб, дисперс системалар газ дисперс системалар- аэрозоль (чанг) ларга; суюқ дисперс система (золь, суспензия, эмульсия, купик) ларга; каттик дисперс системалар ( узида майда каттик заррачалар, суюклик томчилар ёки газ пуфакларини тутувчи шишасимон ёки кристалл жисмлар) га булинади.

Елим, крахмал, оксиллар, купгина полимерлар коллоид эритмаларни ҳосил қилади. Иссиклик ҳаракати ҳисобига заррачаларнинг эритувчи молекулалари билан узлуксиз тукнашиши натижасида коллоид заррачалар кўп вақт сакланса ҳам чуқиб қолмайди. Заррачалар бир хил зарядларга эга булгани учун улар бир-бирига урилганда ёпишиб бирлашиб қолмайди.

Коллоид система заррачаларини оддий микроскоп билан қуриб булмайди. Уларни махсус оптик асбоблар билан қуриш мумкин. Улар филтёр коғоз тешиқларидан утиб кетади, лекин усимлик ёки хайвон организмдаги мембраналардан утмайди. Шунинг учун коллоид системаларни ультрамикрөгетероген системалар деб аталади.

Хар қандай модда ҳам баъзи шароитда коллоид эритма, баъзи шароитда эса чин эритма ҳосил қилиши мумкин. Масалан, ош тузи сувда эриганда чин

эритма, бензолда эриганда коллоид эритма хосил булади; совунни сувда эритиб коллоид, спиртда эритиб эса чин эритмасини тайёрлаш мумкин.

Асосан коллоид эритмалар бир-бирига карама карши икки хил усул билан хосил килинади. Бу усуллардан бири йирикрок заррачаларни майдалаш, иккинчиси эса, молекула ёки ионлардан йирикрок заррачалар хосил килишдан иборат; биринчи хил усул – диспергация, иккинчиси – конденсация усуллари дейилади.

Бундай усуллар билан коллоид системаларни хосил килинишининг 2 та шarti бор:

1). Дисперс фаза заррачалари мумкин кадар дисперсион мухитда кам эриши лозим;

2). Дисперсион мухит ва дисперс фазадан ташкари яна учинчи модда булиши керак, бу модда коллоид заррача сиртига ютилиб, дисперс фаза билан дисперс мухит заррачалари уртасида мустахамкма боғланишни вужудга келтиради. Бундай моддаларни стабилизаторлар – баркарорлаштирувчилар дейилади.

Диспергация усулида коллоид эритмаларни хосил килиш учун каттик жисм стабилизатор билан бирга механик усулда кукун килиб майдаланади ёки электр ёхуд, ультра товуш ёрдамида суюклик ичида кукунга айлантиради.

Каттик жисмни коллоид заррачалар улчамигача коллоид тегирмони ёки вибротегирмонларда майдалаб коллоид эритма тайёрлаш усулини – механик усул дейилади. Бу усулда жисм ташки куч таъсирида деформацияга учраб, унинг юзасида майда ёрикчалар хосил булади. Бу ёрикчалар юзасига стабилизатор молекуласи ютилиб, каттик жисмни мустахамкмлигини пасайтиради. Бу ходисани каттик модда мустахамкмлигини адсорбция туфайли пасайиши деб аталади. Буни кейинчалик Ребиндер эффеkти деб аталадиган булди.

Бу усулда буёк, олtingугурт, графит, кварц ва бошка коллоид эритмалари тайёрланади.

Металларни электр ёрдамида «чанглатиш». Бу усулда металдан ясалган 2 та сим электр кутбига уланади, дисперсион мухитда бир-бирига теккизилиб, электр ёйи хосил килинади. Сунг улар бир-биридан узоклаштирилади. Натижада метал, дисперс мухитда чанглана бошлайди. Баркарор золь хосил булиши учун оз микдор ишкор кушилади. Бу усулда асосан «асл металлар»нинг золлари хосил килинади.

Ультра товуш ёрдамида «чанглатиш». Бу усулда ультратовуш тебраниши майдонига бир-бири билан аралашмайдиган икки суюклик солинган идиш куйилса, муаллак заррачалар майдаланиб икки суюкликнинг эмульсияси хосил булади. Бу усулда крахмал, каучук, рух, кумуш, калайларнинг золларини хосил килиш мумкин.

Диспергация усулининг яна бир тури – пептизация усулидир.

Золнинг коагуляция махсулоти (гель, ивиклар, чукмалар)ни кайтадан коллоид эритма холига утказиш пептизация дейилади. Пептизацияни амалга ошириш учун коллоид чукмасига бирор электролит кушиб эритувчи билан аралаштирилади. Кушилган электролитни пептизатор дейилади.

Агар коллоид заррачалар сиртига пептизаторнинг узи ютилиб коллоид эритма хосил килса бевосита пептизация дейилади; агар коллоид заррачалар сиртига пептизаторнинг узи ютилмай, балки унинг эритувчи модда билан хосил килган махсулотлари ютилиб коллоид эритма хосил килса – билвосита пептизация дейилади.

#### Конденсация усули.

Коллоид системаларни олинишининг конденсация усули 2 хил булади: физик конденсация ва кимёвий конденсация.

Физик конденсация усулида каттик жисм бугини дисперсион мухитга юборилади. Бу усулда металлларнинг гидро ва органозолларини олиш мумкин.

Эритувчини алмаштириш усули хам физик конденсацияга киради. Бу усулнинг мохияти асосан моддаларни бир суюкликда яхши, иккинчи суюкликда ёмон эришига асосланган. Масалан, олтингугурт спиртда яхши эрийди, сувда эса ёмон эрийди. Агар олтингугуртни спиртдаги эритмасига, сувдан аста-секин кушиб суюлтирилганда спиртда эриган олтингугурт сувли спиртда эрувчанлиги пасайиб, унинг сувдаги сутсимон (шулаланувчи) коллоид эритмаси хосил булади.

Кимёвий конденсация усули. Бу усул кимёвий реакциялар натижасида кийин эрувчан бирикмалар хосил булишига асосланган. Уларга:

- 1) Кайтарилиш, 2) оксидланиш, 3) алмашиниш, 4) гидролиз ва бошқалар киради. Масалан:

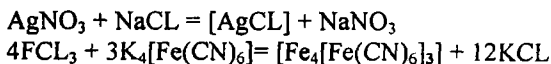
Кайтарилиш реакцияси усули:

- 1)  $2\text{HAuCl}_4 + 5\text{Na}_2\text{CO}_3 = 2\text{NaAuO}_2 + 8\text{NaCl} + \text{H}_2\text{O} + 5\text{CO}_2$
- 2)  $\text{NaAuO}_2 + \text{C}_{76}\text{H}_{52}\text{O}_{46} + \text{H}_2\text{O} = 2[\text{Au}] + \text{C}_{76}\text{H}_{52}\text{O}_{49} + 2\text{NaOH}$ .
- 3)  $\text{Ag}_2\text{O} + \text{H}_2 = 2[\text{Ag}] + \text{H}_2\text{O}$
- 4)  $2\text{H}_2\text{S} + \text{SO}_2 = 3[\text{S}] + 2\text{H}_2\text{O}$

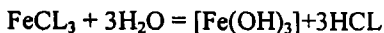
Оксидланиш усули:

- 1)  $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 = 2[\text{S}] + 2\text{H}_2\text{O}$
- 2)  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 = [\text{S}] + \text{SO}_2 + \text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$

Алмашиниш реакцияси усули:



Гидролиз реакцияси усули:



Юкоридаги усулларда хосил килинган коллоид системаларнинг коллоид заррачаси тузилишини хозирги вақтда умумий қабул килинган назарияга асосан

куйидагича ифодалананди; Хар кандай золь (коллоид эритма) икки қисмдан иборат: мицелла ва интермицелляр суюклик. Мицеллалар алохида-алохида коллоид заррачалар булиб, улар золнинг дисперс фазасини ташкил қилади. Интермицелляр суюклик эса ушга золнинг дисперсион мухитидан иборат. Унинг таркибида эритувчидан ташқари яна бошқа эриган моддалар (электродит ва нээлектродитлар), мицелла таркибига кирмайдиган ёки узгармайдиган бирикмалар булади.

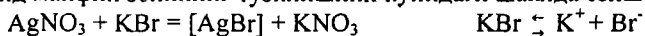
Мицелла – оддий молекулаларга караганда анча мураккаб булиб, икки қисм нейтрал модда – ядро ва куш қаватдан иборат сиртки ионоген қисм мавжуд. Мицелланинг ядроси жуда куп атом ёки молекулалардан таркиб топган нейтрал модда булиб, уни ионлар қуршаб туради.

Мицелла ядросини карама-қарши ишорага эга булган ионлар қуршаб туради. Бу ионлар икки ёки бир неча қочикларда жойлашган булиб, яқин жойлашган қисми билан мицелла ядроси биргалиқда коллоид заррача ёки гранула ни ташкил қилади. Гранула (коллоид заррача) маълум зарядга эга булади, унинг ишораси адсорбцион қаватда жойлашган ион ишораси билан белгиланади. Гранула атрофида карама-қарши зарядли ионлар йиғилади. Лекин бу ионлар заррачага заифроқ тортилиб туради ва дисперсион мухитнинг бир қисмини ташкил этади. Шундай қилиб мицелла грануладан ва унинг атрофидаги карама-қарши зарядли ионлардан иборат системадир. Мицелла электр майдон таъсир этмаган шароитда электронейтрал булади. Уни интермицелляр суюклик қуршаб туради. Буни қуйидаги схема шаклида ифодалаш мумкин:

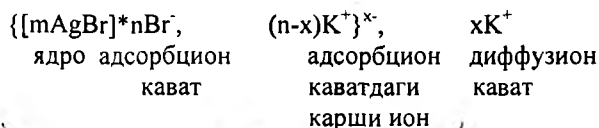
Ядро	Адсорбцион Кават	Адсорбцион қаватдаги қарши ионлир	Диффузион қаватдаги қарши ионлар
Коллоид заррача (гранула)			
<b>МИЦЕЛЛА</b>			

Мицелла = ⊕агрегат, адсорбцион қават-карама-қарши ионлар, (диффузион қават)“

Таркиби жиҳатидан коллоид ядро таркибига яқин булган ионлар коллоид заррачалар сиртига адсорбиланади деган эмпирик қоидадан фойдаланиб, қумуш бромид манфий золининг тузилишини қуйидаги шаклда ёзиш мумкин;



қуп



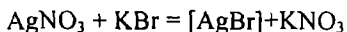
коллоид заррача (гранула)

мицелла

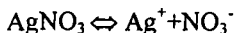
Бу мицеллада стабилизатор сифатида  $KBr$  катнашади. Шунинг учун ядро таркибида бор булган ионлардан бири булган  $Br^-$  иони биринчи булиб, сунг озрок  $K^+$ - ионлари адсорбиланади ва коллоид заррача манфий зарядлиниб қолади. Гранулада манфий зарядлар  $K^+$ -ионлари билан нейтралланган эмас, шунинг учун  $K^+$ - ионлар гранулаи куршаб олади, натижада тамомила нейтрал мицелла ҳосил булади.

Энди манфий зарядли  $AgBr$  золини куриб чиқамиз.

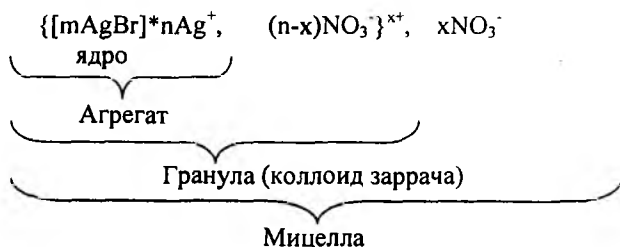
Бу золини ҳосил қилиш учун яна  $AgNO_3$  эритмасига  $KBr$  таъсир эттирилади. Содир буладиган реакция қуйидаги тенглама билан ифодаланади:



Эритмада ортикча микдорда булган  $AgNO_3$  бу системада ионли стабилизатор ролини уйнайди.  $AgNO_3$  ионларга диссоциланади:



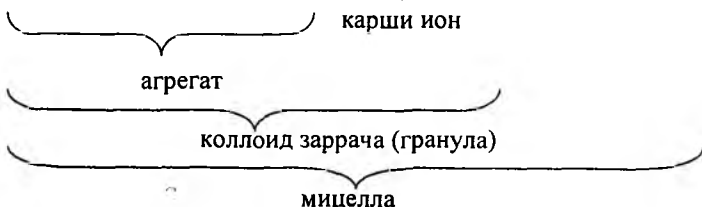
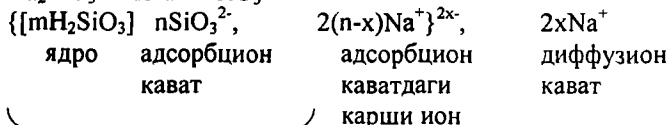
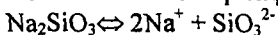
Бу ионларда  $Ag^+$ -ионлари (юқоридаги эмпирик қондага мувофиқ) мицелланинг ядроси  $AgBr$  га адсорбиланади ва мицелла тузилиши қуйидагича ёзилади:



Яна битта золини тузилишини (силикат кислота золи) куриб чиқамиз:



Ионли стабилизатор сифатида  $Na_2SiO_3$  роль уйнайди

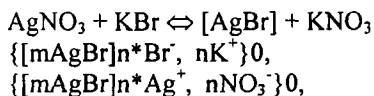




Бу мицеллани интермицелляр суюклик ураб туради. Адсорбицион каватдаги ион, потенциал аниқловчи ион хисобланиб, бу ион коллоид заррача зарядини белгилайди. Шунинг учун бу коллоид заррача манфий зарядланган булади.

Мицелладаги  $m, n, x$ - катталиклар шароитга караб узгариб туради, лекин коидага кура доимо  $m \gg n$  шарт бажарилади.

Агар золь хосил қилишда иштирок этадиган моддаларни эквивалент микдорда олинса система изоэлектрик юзага эга ва бекарор булади. Буни юкоридаги  $AgBr$  золида куриб чикамиз:



Бу холда  $\xi$  потенциал (дзета) киймати хам нолга тенг булади. ( $\xi$  изоэлектрик = 0).  $\xi$  - потенциал киймати турли золларда 50-70 мВ оралигида булади.

Хозирги замон тушунчасида золнинг барқарорлиги диффузион каватда ионларнинг гидратланишига боғлиқлиги курсатилган. Бу кават заррачаларнинг ёпишишига ёрдам беради. Диффузион кават канча калин булса, гидрат (сольват) кават шунча калин булади.  $\xi$  (дзета) потенциал киймати канча катта булса золь шунча барқарор булади.

## **Лиофоб (гидрофоб) коллоид эритмаларини олиш. Лаборатория ишлари**

### **А. Диспергация усули.**

Ишнинг максали. Дисперс системаларни олинишининг пептизация усуллари билан танишиш ва коллоид эритмаларни кейинги текширишлар учун тайёрлаш.

Керакли жихозлар ва реактивлар. 300 мл.ли стаканлар; пробиркалар, штатив, пипетка, аммоний гидроксид, шиша таёкча, газ горелкаси ёки плитка,  $FeCl_3$ - эритмаси, 0.1н HCL; 20% ли  $(NH_4)_2CO_3$ , 1%-ли  $AlCl_3$ ,  $K_4[Fe(CN)_6]$ -эритмаси, фильтр коғоз,  $H_2C_2O_4$ -эритмаси.

#### Ишнинг бажарилиши.

##### 1-тажриба. Темир (III) - гидроксид пептизацияси.

Стаканга 25 мл 2% ли  $FeCl_3$  эритмасидан кушинг, унга томчилатиб  $NH_4OH$  кушинг, колбадаги аралашмани чайкашиб туринг. Хосил булган чуқмани тиндириш, Агар чуқма устида суюклик шаффоф булса  $NH_4OH$  кушишни тухтатинг. Чуқмани филтрлаб, деконтациялаб ювинг. Чуқмани

такрор ювиб тоза стаканга олинг, унга 40 мл тоза сув солиб бир жинсли аралашма булгунча чайкатинг. Бир жинсли аралашмани 3 та пробиркага тенг булинг. Биринчи колбага хеч нима кушмай колдиринг. Иккинчи колбага 5 томчи  $\text{HCl}$  нинг 0.1н эритмасидан кушинг. Учинчи колбага 50 томчи  $\text{FeCl}_3$  нинг 2% ли эритмасидан кушинг. Хар бир пробиркани яхшилаб чайкатиб бир-неча соат колдиринг. Пептизацияни тезлаштириш учун пробиркани сув хаммомида  $40-50^\circ\text{C}$  да 15-20 минут аралаштиринг. Кайси пробиркада пептизация кетишини кузатинг.

Топширик.

1. Томчи усули билан золнинг зарядини аникланг.
2. Мицелла тузилиши схемасини ёзинг.
3. Золларнинг рангини кузатинг ва ёзиб куйинг.

Тажриба №2. Темир (III) гидроксид золини олиш.

$\text{FeCl}_3$  нинг туйинган эритмасидан 1 мл олиб, уни дистилланган сув билан 10 мл гача суюлтирилади ва унинг 1 мл.и га аралаштириб турган холда 20% ли  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  эритмасидан кушинг. Кизгиш-кунгир  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  золи хосил булиб, унинг коллоид заррачаси манфий зарядланган булади.

Топширик. Мицелланинг тузилиш схемасини ёзинг.

$\text{FeCl}_3$  нинг туйинган эритмасини лаборант олдиндан тайёрлаб куяди. (50 мл дистилланган сувга 50 г  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  кушилади.)

Тажриба №3. Алюминий гидроксид золини олиш.

1% ли  $\text{AlCl}_3$  эритмасига  $\text{NH}_4\text{OH}$  эритмасидан кушилади. Хосил булган  $\text{Al}(\text{OH})_3$  чукмасини дистилланган сув билан, аввал декантация усулида ювинг, сунг филтёрда ювинг. Чукма анча ковушкок ва филтёрланиш жуда кийинлашиши билан, уни катта стаканга солинг. Чукма устига 400-500 мл дистилланган сув кушиб, сунг плиткада кайнагунча киздиринг. Хар-хар замонда кайнок эритмага бир неча томчи 0.1н.  $\text{HCl}$  эритмасидан кушиб туринг. Бир неча (2-3) соатдан сунг чукмани хаммаси пептизацияланади ва коллоид эритмага утади. Хосил булган золь рангсиз ва шулаланувчидир.

Топширик. Мицелла тузилиш схемасини ёзинг.

Тажриба №4. Алюминий гидроксид золини олиш.

$(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  нинг 20% ли 10 мл эритмасини дистилланган сув билан 100 мл гача суюлтириб, унга аралаштириб турган холда 5 томчи (тахминан 0.2мл.) 30% ли  $\text{AlCl}_3$  эритмасидан томизилганда рангсиз, апаленцияланувчи  $\text{Al}(\text{OH})_3$  золи хосил булади.

Топширик. Золнинг мицелла тузилишини ёзинг.

Тажриба №5. Берлин лазури золини олиш (чукмадан электролитни ювиш пептизацияси).

А) 10 мл 0.0001н калий гексациано- (II)- феррат тузи эритмасига 10 мл 0.05н ли  $\text{FeCl}_3$  эритмасидан кушиб чайкатилади. Хосил булган золнинг зарядини аникланг ва мицелласини ёзинг.

Б) Колбага 10 мл 0.5 н.ли  $\text{FeCl}_3$  эритмасидан куйинг ва 5 мл  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  нинг туйинган эритмасидан кушинг. Бунда берлин лазури чуқмаси ҳосил булади. Чуқмани филтёрлаб куп микдордаги сув билан ювинг. Ювилган чуқмага 0.1н.ли  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$  эритмасидан кушинг. Ҳосил булган золнинг зарядини ва мицелла тузилишини ёзинг.

## Б. Конденсация усули.

### 1. Физик конденсация (эритувчини алмаштириш).

Ишнинг максади. Физик конденсация усули билан танишиш.

Керакли жихозлар ва реактивлар. 100 мл мензурка, конуссимон колба (таги текис-Бюхнер колба), канифолнинг этил спиртдаги 2% ли эритмаси, олтингургуртнинг этил спиртдаги ёки ацетондаги туйинган эритмаси; парафиннинг этил спиртидаги эритмаси. Олтингургурт ва канифол, этил спирти ёки ацетонда эриб чин эритма ҳосил килади. Лекин улар сувда умуман эрмайди, шунинг учун уларнинг спиртдаги эритмаларига сув кушиб борилганда молекулалари конденсатланиб каттарок агрегатлар ҳосил килади.

Ишнинг бажарилиши.

Тажриба №1. Канифол золини олиш.

10 мл сувга аралаштириб турилган ҳолатда 5-6 томчи 2 % ли этил спиртдаги канифол эритмасидан томизилади. Канифолнинг ок сутсимон золи ҳосил булади. Ҳосил булган канифолнинг сувдаги золида коллоид заррача манфий зарядланган булади.

Тажриба №2 Олтингургурт золи.

10 мл сувга 0.5 мл олтингургуртнинг ацетондаги эритмасидан кушилади. Ок – кукиш рангли коллоид заррачаси манфий зарядли олтингургуртнинг золи ҳосил булади.

Тажриба №3. Олтингургурт золи.

10 мл сувга аралаштириб турилган ҳолатда олтингургуртнинг спиртдаги эритмасидан томчилатиб кушилади. Натижада манфий зарядланган коллоид заррачали олтингургуртнинг сувдаги золи ҳосил булади.

Тажриба №4. Парафин золи.

10 мл сувга парафиннинг этил спиртдаги эритмасидан 1 мл.ни томчилатиб кушилади. Шуларанувчи парафиннинг сувдаги золи ҳосил булади. Золнинг коллоид заррачаси манфий зарядланган булади.

## II. Кимёвий конденсация.

Ишнинг максади. Кимёвий реакциялар ёрдамида коллоид эритмалар ҳосил қилиш.

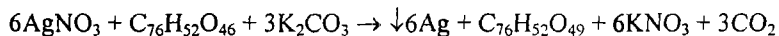
Керакли жихозлар ва реактивлар.  $\text{AgNO}_3$  нинг 1.7% ли эритмаси, 0.1% ли танин, 1% ли  $\text{K}_2\text{CO}_3$ , 1.5% ли  $\text{KMnO}_4$ , конц. $\text{NH}_3$ , 1% ли  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ,  $\text{FeCl}_3$ ,  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ , 1% ли  $\text{CuSO}_4$ , 1.7% ли  $\text{KJ}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$  - конц, 300 мл.ли стаканлар, томизгич воронка, сувли хаммом, термометр, муз,  $\text{NaCl}$ , конуссимон колба, пипетка, мензурка ва фильтр когози.

Ишнинг бажарилиши.

Тажриба №1. Кайтарилиш реакцияси. Кумуш метали золи.

Кумуш тузлари ишкорий мухитда танин таъсирида металлгача кайтарилади. Бунинг учун 2 мл 1.7%ли  $\text{AgNO}_3$  эритмасини 100 мл гача дистилланган сув кушиб суюлтирилади, 1 мл 0.1%ли танин эритмаси, сунгра 3-4 томчи 1 %ли  $\text{K}_2\text{CO}_3$  кушилади. Манфий зарядга эга булган пушти кизил кумуш золи хосил булади. Агар танин кам булса, зол саргишрок булади.

Ишкорий шароитда куйидаги реакция кетади.



Мицелланинг ядросига  $\text{OH}^-$  адсорбиланган булади.

Топширик. Мицелла схемасини ёзинг.

Тажриба №2. Марганец тузини аммиак ёрдамида кайтариш.

5 мл 1.5% ли  $\text{KMnO}_4$  эритмасини 100 мл гача сув кушиш билан суюлтирилади ва кайнагунча киздирилади. Киздириш давомида оз-оздан (0.5мл чамаси) жами 5 мл гача аммиакнинг концентрланган эритмасидан кушилади. Марганец (IV)-оксиднинг  $\text{MnO}_2$  кизил кунгир золи хосил булади.

Тажриба №3. Марганец тузларини  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  натрий тиосульфат ёрдамида кайтариш.

5 мл 1.5% ли  $\text{KMnO}_4$  эритмасини 50 мл гача суюлтирилиб, унга томчилатиб 1.5-2 мл 1% ли  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  эритмасидан томизилади.  $\text{MnO}_2$  нинг бинафша кизил тусли золи хосил булади.

Алмашиниш реакцияси.

Тажриба № 4. Берлин лазурини хосил қилиш.

А) 5 мл.ли 0.005 н.  $\text{FeCl}_3$  эритмасига, 0.005 н  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$  - калий гексациано - (II) – феррат эритмасидан 1 мл кушиб чайкатиш. Хосил булган тук-кук рангли  $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$  - темир -(III) – гексациано -(II)- феррат (берлин лазури ) золини мицелла тузилишини ёзинг.

б)  $\text{FeCl}_3$ нинг 0.5н 5 мл эритмасига  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  нинг 0.5н эритмасидан 5 мл кушинг. Бунда берлин лазурини чуқмаси хосил булади. Чуқмани фильтрлаб ювинг. Ювилган чуқмага 0.1 н ли  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ кислота эритмасидан кушилганда чуқма дисперчацияланиб тиник кук рангли золь хосил булади.

В)  $\text{FeCl}_3$ нинг туйинган эритмасидан 5 мл олиб, унга  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ нинг туйинган эритмасидан 5мл кушинг. Берлин зангорисининг гели хосил булади.

Унга сув кушиб суолтирилганда кукиш ранг яна ҳам тиниклашиб золь хосил булади. Мицелла тузилишини ёзинг.

Топширик. Нима учун б) тажрибада коллоид эритма хосил булмади. Сабабини тушунтиринг ва уччала тажрибани солиштириб хулоса ёзинг.

Тажриба №5.  $\text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  золининг олиниши.

10 мл  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ нинг туйинган эритмасига, 2-3 томчи  $\text{CuSO}_4$ нинг 1%ли эритмасидан томизинг. Бунда кизил-кунгир рангли золь хосил булади. Мицелла тузилишини ёзинг.

Тажриба №6. Кумуш йодид золини хосил қилиш.

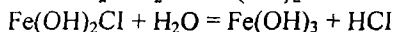
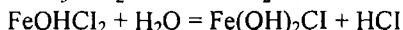
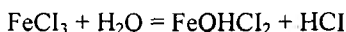
1 мл 1.7% ли  $\text{KJ}$  эритмасини 10 мл гача суолтириб, унга 1-2 томчи 1.7% ли  $\text{AgNO}_3$  эритмасидан томизилади ва хаво рангли  $\text{AgJ}$  золи хосил булади. Мицелла тузилишини ёзинг.

### Гидролиз реакцияси

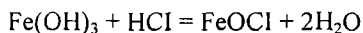
Тажриба №7.  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  золини хосил қилиш.

100 мл кайнок сувга 3-4 томчи  $\text{FeCl}_3$ нинг туйинган эритмасидан томизилади. Кизил-кунгир рангли  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  золи хосил булади.

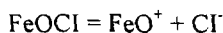
Жараён қуйидаги босқичлар билан боради:



Хосил булган  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  агрегати  $\text{HCl}$  билан реакцияга киришади:



$\text{FeOCl}$  молекуласи қуйидагича диссоциланади:



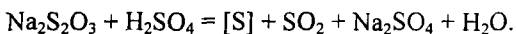
С.М.Липатов коидаси: Коллоид ядросида бор булган ионлар биринчи навбатда коллоид ядросига адсорбиланади. Бу эмпирик койдага кура  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  - золининг мицелла тузилишини ёзинг ва коллоид заррача зарядини аниқланг.

### Оксидланиш реакцияси.

Тажриба №8. Олтингүвүрт золини оксидланиш реакцияси орқали хосил қилиш.

Кристалл ҳолатдаги натрий тиосульфат  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  дан олиб 30 мл сувда эритилади. 300 мл.ли стаканга концентрланган сульфат кислотадан

( $p=1,84 \text{ г/см}^3$ ) куйилади ва майдаланган муз солинган кристаллизаторга туширилади. Кислотани охиста аралаштириб турган холда унга томизгич воронка оркали натрий тиосульфат эритмаси куйилади (тажрибани хаво сургич шкафта олиб боринг). Реакция натижасида оч сарик рангли куюк масса хосил булади. Сунг бу суюк массага 1/200 мл сув куйиб, сувли хаммомда хар 30-60 минутда аралаштириб турган холда киздирилади. Сунгра совутиб, хосил булган ок сутсимон олтингургурт золини шиша филтър оркали филтърланади. Бу олтингургурт золида ортикча электролитлар, яъни  $\text{H}_2\text{SO}_4$  ва  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  булади. Золни электролитлардан тозалаш учун, дарров  $\text{NaCl}$  нинг туйинган эритмасидан озрок кушиб коагуляцияга учратилади. Хосил булган чукмани ажратиб олиб, филтър когоз орасида сикилади ва дистилланган сув билан пептизацияга учратилади. Золнинг эримай колган кисмини бошка стаканга олиб ажратилади. Шундай усулда хосил килинган олтингургуртнинг золи юкори дисперслик даражасига эга булади. Золни хосил булиш реакция тенгламаси куйидагича:



### **В) Гидрофиль (лиофиль) коллоид эритмаларни олиш.**

**Ишнинг максади.** Леофиль золларининг хоссалари билан танишиш ва леофоб золлари билан солиштириб, фаркини аниклаш.

Леофиль золларини юкори молекулали бирикмаларни эритувчиларда эритиш оркали хосил килинади. Масалан: оксилларни сувда, каучукни бензолда, целлюлозани эфирда ва хоказо.

Леофиль золлари леофоб золларига нисбатан анча баркарор булганлиги учун уларни юкори концентрацияда тайёрлаш мумкин, хамда улар юкори ковушкокликка ва осмотик босимга эга булади.

Леофиль золларини концентрациясини ошириш натижасида куюклашишига ва сунг гел хосил булишига олиб келади. Лекин гелни кайтар жараён асосида суюлтириб яна золга айланттириш мумкин.

**Керакли жихоз ва реактивлар.** Майдалагич, форфор чашка, кумли хаммом, техник тарози, 50 ва 100 мл ли улчов колбалари, 100 мл..ли 2 та стакан, 50 мл бюретка, крахмал, желатин.

#### **Ишнинг бажарилиши.**

##### **Тажриба №1. Крахмал золини олиш.**

0.5г крахмални майдалагич (ступка)да эзиб, фарфор чашкага олинади ва 10 мл дистилланган сув билан аралаштирилади. Шундан сунг, яна 90 мл сув кушилади ва доимий аралаштириб турган холатда кайнагунча киздирилади. Бир неча марта кайнагандан сунг, 0.5% ли шулаланувчи крахмал золи хосил булади.

##### **Тажриба №2. Желатина золини хосил килиш.**

0.5 г желатинани 200 мл стаканга солиб, унга 50 мл дистилланган сув куйилади ва 6-8 соат букиши учун колдирилади ва  $40-50^\circ\text{C}$  ли сувли хаммомда

тулик эригунча киздирилади. Хосил булган желатина золига бир неча томчи формальдегид кушилади. Лиофиль золлари хароратга ва электролитлар таъсирига жуда чидамли булади.

### Г.Эмульсиялар хосил килиш.

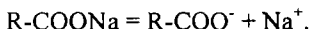
Ишнинг макседи. Эмульсиялар хосил килиш билан танишиш.

Керакли жихозлар ва реактивлар. 100 мл ли колба, улчов цилиндри, 5 мл пипетка, толуол, мой, 2% ли совуннинг спиртли эритмаси, кристалл холдаги бура  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ .

Мойни сув билан чайкатилганда эмульсия хосил булади. Агар тиндирилса суюкликлар иккига ажрайди, яъни эмульсия дарров бузилади. Уни баркарор килиш учун чайкатилганда эмульгатор (стабилизатор) кушиш керак. Эмульгатор сифатида совун, бура кушилиши мумкин. Совун, эмульсия хосил булишида икки фаза чегарасида адсорбцион каватларини хосил килади.

Поляр гурухлар сувга йуналган булади. Совун поляр хусусиятга эга булиб, унинг тузилишини куйидагича ифодалаш мумкин:  $\text{R-COONa}$ .

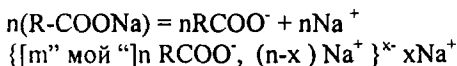
Бу ерда R- углеводород радикали.  $-\text{COONa}$ -поляр гурух булиб, электролитик диссоцияланишга эга ва куйидаги ионларни хосил килади:



Мойни сув билан чайкатилганда совун томчиларга адсорбиланади ва  $-\text{COONa}$  гурухи сув томонга ориентацияланади (йуналтирилади).

$-\text{COONa}$  гурухидан  $\text{Na}^+$  иони хосил булганда томчи зарядланиб колади ва натижада эмульсия баркарорлашади.

Мойни сувдаги эмульсиясининг мицелла (заррача) тузилишини куйидагича ифодалаш мумкин:



Бензол, толуол ва бошқаларнинг совун ёки бура иштирокидаги эмульсияларини хам юкоридаги усулда баркарорлигини (мицелла тузилишини ёзиш) тушунтириш мумкин.

### Ишнинг бажарилиши.

Тажриба №1. Толуол эмульсиясини олиниши.

Пробкали иккита 100мл конуссимон колбага 25 мл дан тоза сув олиб, хар иккаласига 5мл дан толуол кушинг. Бундан ташқари, колбалардан бирига 5 мл 2% ли совун эритмасидан кушинг ва яхшилаб аралаштиринг. Кайси колбада эмульсия хосил булади? Нима учун?

Топширик. Мицелла тузилишини ёзинг.

Тажриба №2. Мойнинг эмульсиясини хосил қилиш.

4-5 г бура  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$  олиб 95 мл дистилланган сувда киздириб эритилади. Хосил булган эритма копкоккли улчов цилиндрига куйилади ва унга 2-3 мл кунгабокар мойи кушилади. Каттик чайкатиб аралаштирилганда барқарор эмульсия хосил булади.

Мицелла тузилиш схемасини ёзинг.

Топширик. Золь,эмульсия ва чин эритмаларнинг хоссаларини солиштиринг. Натижаларни жадвалга ёзинг?

№	Хосса	Дагал дисперс система	Коллоид эритма (золь)	Чин эритма
1	Заррачаларнинг уртача улчами			
2	Филтр коғоздан утиш ёки утмаслиги			
3	Мембрана (пергамент коғоз) дан утиш ёки утмаслиги(коллодий пардаси, хайвон пуфаги).			
4	Оптик хоссалари			
5	Микроскоп, ультрамикроскопда заррачани куриш мумкинлиги ёки куринамаслиги			
6	Осмотик босими			

Мустақил тайёргарлик учун таянч ибораларга асосланган назорат саволлари.

1. Коллоид системалар бошка дисперс системалар ичида қандай урин тутади?
2. Коллоид кимё фанининг мазмуни, муаммо ва вазифалари нималардан иборат?
3. Дисперс системаларнинг қандай турлари мавжуд?
4. Юқори дисперс системани қандай тушинтириш мумкин?
5. Коллоид системаларни олинишининг қандай усуллари бор?
6. Коллоид системаларни олишнинг пептизация усулини тушинтиринг?
7. Бошлангич махсулотларни эквивалент миқдорларда олинганда алмашишиш реакцияси орқали коллоид эритмалар олиш мумкинми?
8. Стабилизатор, эмульгатор, пептизатор нима?
9. Агрегат, ядро, диффузион қават, адсорбцион қават, коллоид заррача, мицелла, интермицелляр суюклик нима?
10. Барқарор эмульсиялар қандай хосил қилинади?
11. Гидрофоб ва гидрофил золларнинг қандай фарқи бор?
12. Диспергация усули мохиятини тушунтириб бERING?

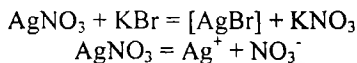
Мисоллар ва топшириқлар.

1. Кумуш нитратнинг мул миқдор эритмасига калий бромид эритмаси кушилишидан хосил булган золнинг мицелла тузилишини ёзинг?

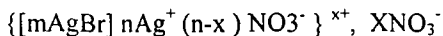
Ечиш:

Золнинг хосил булиш реакция тенгламасини ёзамиз:



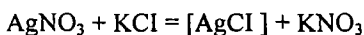


$\text{AgNO}_3$ - дан мул микдор\* олинганлиги учун ядро атрофига  $\text{Ag}^+$  ионлари адсорбиланади.



2. Кумуш хлорид золини хосил қилиш учун 20 мл 0.025 н.ли калий хлорид эритмасига, 15 мл. 0.005 н ли  $\text{AgNO}_3$  эритмаси қушилган. Хосил булган мицелла формуласини ёзинг.

Ечиш: Кумуш хлорид золи хосил булиши реакцияси тенгламасини ёзамиз



Мицелла формуласи ва заррачанинг заряди қайси эритмадан мул олинганлигига боғлиқ. 20 мл 0.025н.ли  $\text{KCl}$  эритмаси таркибидаги  $\text{KCl}$  нинг грамм микдори куйидагича

$$C_n = m \cdot 1000 / M \cdot V ;$$

$$m = C_n \cdot M \cdot V / 1000 = 0.025 \cdot 74.5 \cdot 20 / 1000 = 0.0375 \text{ г } \text{KCl}$$

15 мл 0.005 н.ли  $\text{AgNO}_3$  эритмаси таркибидаги  $\text{AgNO}_3$  нинг грамм микдори:

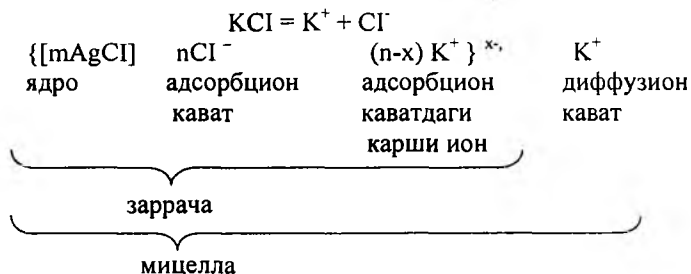
$$m = 0.005 \cdot 74.5 \cdot 15 / 1000 = 0.01275 \text{ г } \text{AgNO}_3$$

Энди 0.01275 грамм кумуш нитрат билан реакцияга киришиш учун неча грамм калий хлорид кераклигини топамиз; реакция тенгламасига кура 170 грамм  $\text{AgNO}_3$  билан 74.5 грамм  $\text{KCl}$  реакцияга киришади, пропорция тузамиз:

$$\begin{array}{l} 170 \text{ г } \text{AgNO}_3 \text{-----} 74.5 \text{ г } \text{KCl} \\ 0.01275 \text{ г } \text{AgNO}_3 \text{-----} \text{X грамм } \text{KCl} \end{array}$$

$$X = 0.01275 \cdot 74.5 / 170 = 0.006 \text{ г } \text{KCl}$$

бу микдор олинган микдордан кичикдир. Демак  $\text{KCl}$  дан мул микдорда олинган. Ядрога асосан  $\text{Cl}^-$  ионлари адсорбиланади, Шунинг учун  $\text{AgCl}$ -золи мицелласини куйидагича ёзиш мумкин:  $\text{KCl}$  ортикчалиги хисобига ионли стабилизаторлик вазифасини бажаради ва куйидагича диссоциланади.



### Топшириклар.

1. Мис гексациано-(II)- феррат золини икки валентли мис тузи эритмасига мул калий гексациано -(II)- феррат тузи эритмаси кушилишидан хосил булган. Золнинг мицелла тузилишини ёзинг ва заррача зарядини аникланг.

2. Кумуш хлориднинг зарядланмаган золини хосил килиш учун 0.029% ли NaCl ва 0.001н AgNO<sub>3</sub> эритмалари кандай хажмларда аралаштирилади?

3. K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]\*3H<sub>2</sub>O тузидан 0.1г олиб, уни 100 мл сувда эритилди ва унга 10мл 1% ли мис сульфат эритмасидан томчилатиб кушилди, жигарранг тусли золь хосил булди. Золни хосил булиш реакцияси, мицелла тузилиши ва заррача зарядини аникланг.

4. Кумуш йодид золини хосил килиш учун, тенг хажмларда AgNO<sub>3</sub>нинг 0.005н. эритмасидан ва KJ-нинг 0.005н эритмасидан кушилди. Хосил булган золнинг мицелла тузилиши ва заррача зарядини аникланг.

## КОЛЛОИД ЭРИТМАЛАРНИ ТОЗАЛАШ УСУЛЛАРИ ВА ДИФФУЗИЯСИ

Коллоид эритма хосил булганда уларнинг таркибида дисперс фазадан ташқари ортикча дисперс система барқарорлигига салбий таъсир курсатувчи кислота, асос ва тузлар ҳам булади. Коллоид эритма барқарор булиши учун бу эритмада маълум микдорда электролитлар ҳам булиши керак. Лекин, коллоид эритмасидаги ортикча микдордаги электролитларни йокотиш зарур. Коллоид эритмадаги ортикча электролитни йокотиш учун «диализ», ультрафилтрлаш, «электродиализ», «ультрацентрифугалаш» усулларида фойдаланилади.

Диализ усули. Бу усулда коллоид эритма ёки полимер эритмаларни тозалаш оддий диализаторда олиб борилади. Оддий диализатор 1 расмда курсатилганидек; таги хайвон пуфаги ёки коллодий парда (целофан)дан

иборат. Бу идиш сув солинган бошка идишга туширилган булади. Идишдаги сувни вакти-вакти билан аралаштириб турилади.

Коллоид эритмадаги ортикча электролитлар коллодий парда (ярим утказгич мембрана)дан тоза сувга диффузияланиб эритмадан чикиб кетаверади. Бу жараён парданинг иккала томонида концентрация мувозанатга келгунча давом этади. Сувни алмаштириш билан коллоид эритмани исталган даражада тозалаш мумкин. Агар узок вакт диализ килинса, у холда коллоид эритмадан кушимчалар чикиб кетиши билан бирга стабилизатор хам чикиб кетиши мумкин; бу эса коллоид системани коагуляцияланишига олиб келиши мумкин.

### Коллодий пардани тайёрлаш.

Бирор шиша идиш ёки воронкага 11% ли азот тутган нитроцеллюлозанинг спирт билан эфир аралашмасидаги эритмаси солинади. Сунгра идишни айлангириб туриб, ортикча коллодий эритмаси бошка идишга олинади. Идиш деворларида колган коллодий эритмаси мумкин кадар текис таркалиши керак. Сунгра идиш тункарилиб, спирт ва эфир бугланиши кутилади. Спирт ва эфир хиди йуқолгандан сунг, идиш тоза сув билан бир неча марта чайкатилади. Сунгра хосил булган пардани четлари кучирилиб, парда билан шиша уртасига сув куйилади ва хосил булган парда шишадан кучириб олинади.

Ультрадиализ усули. Бу усулда коллоид система ва полимер эритмаларини тозалаш ташки ва ички босимнинг хар хил булиши хисобига анча тезлашади (2 расм).

### Ультрадиализ учун коллодий парда тайёрлаш.

Оддий фильтр когозининг тешикларидан коллоид заррачалар утиб кетади, лекин фильтр когозини коллодий эритмаси билан кайта ишланганда коллоид заррачалар ута олмайди. Бунинг учун фарфор воронканинг говакли ерига фильтр когозини текис жойлаб, кайнок дистилланган сув куйилади ва окиб утиши кутилади. Сунг хул фильтр когозига 10-15 мл иситилган коллодий эритмаси куйилади. Воронкани айлангириш оркали коллодий эритмасини фильтр когозида бир текисда таркалишини таъминланади ва ортикча коллодий эритмасини бошка идишга куйилади. 5-6 минут ичида коллодий парда курийди; яна унинг устига коллодий эритмасини куйилади ва (20-30 минут) очик хавода куритилади. Куритилган фильтрни дистилланган сув билан ювилиб, воронка ичидан олинади. Хосил булган фильтр мустахкам булиб тешикларидан коллоид заррачаларни утказиб юбормайди.

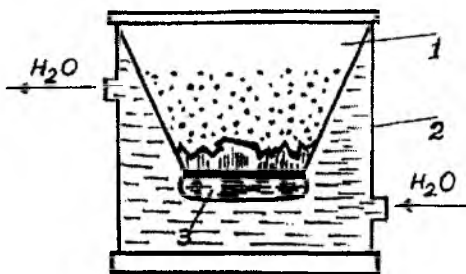
Электродиализ учун хам худди шу усулда коллодий парда тайёрлаб олинади. Электродиализ усули юкоридаги усулларга нисбатан анча тез бажарилиши билан фарк килади. Бу усулда диализ доимий электр токи ёрдамида амалга оширилади.

### **Лаборатория ишлари**

Ишнинг максоди: золь ва полимер эритмаларни тозалаш усули ва уларнинг диффузия тезлиги билан танишиш.

Керакли асбоблар ва реактивлар. Диализатор; ультрафилтрлаш асбоби; эритмалар: 2% ли  $\text{FeCl}_3$ , 1н.  $\text{AgNO}_3$ , 1н  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , 1н.  $\text{BaCl}_2$ , 2% ли ва 10% ли танин золи; йоднинг сувдаги эритмаси; крахмал кукуни; фенолфталеин индикатори; 10% ли  $\text{NaCl}$  эритмаси, 0.1н  $\text{HCl}$ , 0.1н  $\text{NaOH}$ , 2н.  $\text{CuSO}_4$ ,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ -гидрозоли, Берлин лазури ва кизил конго бўёги.

### Диализ асбобининг схемаси.



1-расм. Оддий диализатор. 1. Коллоид эритма солинган идиш. 2. Сув турадиган идиш  
3. Ярим утказгич мембраналарда (коллоид парда)

Идишдаги сувни аналитик усулда текширилиб турилади.

### Ишнинг бориши.

#### Тажриба №1. Желатина золини диализ қилиш.

Целлофандан тайёрланган халтачага ёки коллодий пардага желатинанинг 1% ли эритмаси қуйилади: унга озгина  $\text{NaCl}$  қушилади ва дистилланган сувли идишга туширилади. Орадан икки соат утгандан кейин тозаловчи сувдан озгина намуна олиб текширилади. Бунда хлор иони бор йуқлиги кумуш нитрат эритмаси ёрдамида ва желатина бор-йуқлиги таниннинг 2% ли эритмаси ёрдамида синаб қурилади. Танин билан желатина аралашмаси узига хос ранг беради. Сунгра хар ярим соатдан кейин наъмуна олиб синаб турилади ва тажриба натижалари ёзиб борилади.

Топширик. Хулоса қилинг

#### Тажриба №2. Крахмал золини диализ қилиш.

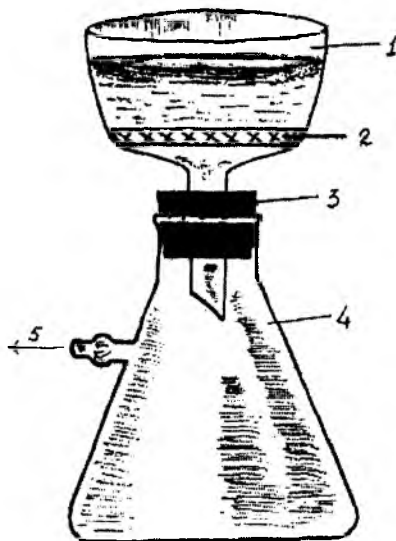
Икки грамм крахмал олиб чинни косачага солинади. 5-10 мл сув қушиб шиша таёкча ёрдамида яхшилаб аралаштирилади. Сунгра крахмални аралаштириб туриб, қайнаб турган 100 мл дистилланган сувга тез қуйилади. Хосил қилинган тиник крахмал золига 1н.ли  $\text{K}_2\text{SO}_4$  эритмасидан озгина қушилади ва аралашманинг хаммаси сувга ёки диализаторга ботириб қуйилган коллодий халтачага қуйилади. 1 соат утгандан кейин диализатордаги суюқликдан наъмуна олиб, унда олтингугурт (IV) оксид иони ва крахмал бор йуқлиги сифат реакцияси ёрдамида анализ қилинади.

Топширик. Хулоса қилинг

Тажриба №3. Темир (III) гидроксид золини диализ қилиш.

Коллодий пардага ёки целофан қопчага  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  золини қуйилади ва дистилланган сувга туширилади. Ярим соатдан сунг, қопча атрофидаги сувдан намуна олиб хлор ионига сифат реакциясини утказилади ( $\text{AgNO}_3$  иштирокида). Хлор ионини қамайишини қопчадаги золни қамайишидан ҳам билиш мумкин. Сифат реакциясини ҳар ярим соатда олиб борилади. Олинган натижаларни ёзиб борилади.

Тажриба №4. Ультрадиализ. Ультрадиализ ёки ультрафилтрлашни иккинчи расмда курсатилган асбобда олиб борилади:



2-расм. Ультрадиализатор. 1. Бюхнер воронкаси. 2. Мембрана. 3. Резина қопқок. 4. Бунзен қолбаси 5. Насос

Бюхнер воронкасига юқоридаги усулда тайёрлаб олинган ультрафилтрни жойлаштириб, сунг хулланади. Воронкани бунзен воронкасига урнатилади ва сув утказиш насоси ёрдамида ультрафилтрни воронкага мустаҳкамланади. Сунг воронкага тозаланадиган коллоид ёки полимер эритмаси қуйилиб, эритмага дистилланган сув қуйилади. Маълум вақтдан сунг, филтрдан намуна олиб электролит ионига сифат реакциясини утказилади. Сифат реакциясини тез-тез яъни, ҳар 5 минутда ёки ҳар 15 минутда утқазиб туриш керак, токи эритмага қуйилган дистилланган сув оқиб утгандаги намунада электролит ва полимер жуда ҳам қамайгунча.

Топширик. Диализ усуллари солиштириб хулоса қилинг.

### Тажриба №5. Золларни диффузия тезлигини урганиш.

Коллоид эритмалари чин эритмалардан фаркли уларок ёругликни сочиш, электролитлар таъсирида коагуляцияга учраш ва ярим утказгич мембрана пардадан ута олмаслик хоссасига эга. Диффузия тезлиги эса заррачаларнинг катталиги хисобига секин булади.

А) Учта пробиркага 3% ли желатинанинг кайнок эритмасидан куйилади. Пробиркаларнинг бирига 3 томчи фенолфталеин ва бир неча томчи 0.1н. NaOH эритмасидан желатинани пушти ранг хосил килгунча томзилади. Сунг желатинани тиндиришга куйилади. Желатина тингандан сунг: биринчи пушти рангли желатина ивигига 2 мл 0.1 н. HCl (конго кизили билан буялган) куйилади, иккинчи пробиркага 2 мл 10% ли  $\text{CuSO}_4$ , учинчи пробиркага эса Берлин лазури золидан куйилади. Пробиркаларни 24 соатга колдирилади, сунг тажриба натижаси кузатилади.

$\text{H}^+$ - ионларининг диффузия тезлигини нисбатан катталигини желатина устунини рангсизланишидан билиш мумкин.

$\text{Cu}^{2+}$  - хаворанг ионининг секин диффузияланганини ва берлин лазури ва кизил конго коллодий буёгини диффузияланишини сезилмаганини куриш мумкин.

Б) Ультрафилтр асбобидан (2-расм) фойдаланиб, янги тайёрланган  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  золини филтрлаб олинади. Сунг филтратдан намуна олиб  $\text{Cl}^-$  иони борлигини  $\text{AgNO}_3$  томизиш оркали аникланади.

Ультрафилтрни урнига оддий филтр когозини куйиб янги тайёрланган  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  золини воронкага куямиз. Сунг филтратдан  $\text{Fe}(\text{OH})_3$ -золини аниклаш оркали биламизки  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  -золи эркин холатда филтр когоздан утиб кетар экан.

Топширик. Иккала тажриба тугрисида хулоса килинг ва ёзинг.

Мустакил тайёргарлик учун таянч ибораларга асосланган назорат саволлари

1. Коллоид системаларни кандай усулларда тозаланари?
2. Коллоид системаларни диализ килишдан максад нима?
3. Ультрафилтрлаш усулининг мохияти нима?
4. Тозаланган коллоид система, тозаланмаганидан кандай фарк килади?
5. Коллоид системаларни тозалаш жараёнида уларни баъзан чуқмага тушиб колиш ходисаси руй беради. Бунинг сабаби нимада?

## КОЛЛОИД СИСТЕМАЛАРНИНГ ЭЛЕКТР ХОССАЛАРИ

Коллоид заррачаларнинг сирти катта булганлиги учун, ионлар уларга ёпишади, яъни адсорбиланади. Адсорбиланган ионлар коллоид эритманинг баркарорлигига таъсир этади.

Коллоид эритма таркибидаги барча заррачалар мусбат ёки манфий зарядга эга булади, бу заррачалар бир-биридан кочади, бу эса коллоид эритмани баркарор булишига олиб келади. Зарядланган коллоид заррача сирти эритмадан карама-карши зарядли ионларни тортиб олишга интилади. Натижада заррача билан суюклик орасида, худди конденсатор каби, карама-карши зарядли ионлар кавати, яъни куш электр кават вужудга келади.

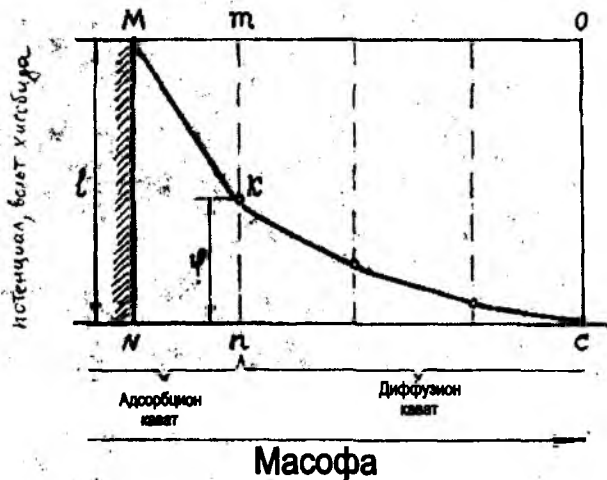
Суюк фазадаги карама-карши зарядли ионлар икки куч таъсирида туради; бу кучлардан бири электростатик куч булиб, коллоид заррачалар ионларни ана шу куч билан тортади, иккинчиси эса суюклик заррачаларининг иссиклик харакат кучи булиб, бу куч карама-карши зарядли ионларни таркатиб юборишга интилади, яъни бу ионлар диффузияланади. Бир-бирига карама-карши ана шу электростатик ва диффузион кучлар таъсири остида коллоид заррача яқинида карама-карши зарядли ионларнинг диффузион атмосфераси хосил булади.

Заррача сиртидан узоклашган сари карама-карши зарядли ионлар концентрацияси камая боради.

Суюклик каттик заррачага нисбатан (ёки заррача суюкликка нисбатан) харакат килганида куш электр каватнинг адсорбцион ва диффузион каватлар чегарасида хосил буладиган потенциал электрокинетик потенциал дейилади, у  $\xi$  харфи билан белгиланади ва дзета-потенциал деб юритилади.

Электрокинетик потенциалдан ташқари термодинамик потенциал деган тушунча ҳам киритилади; термодинамик потенциал каттик заррача сирти билан суюклик уртасидаги умумий потенциаллар айирмасини курсатади.

Термодинамик потенциал катталиги сиртга ёпишган барча анионлар билан суюкликнинг адсорбцион ва диффузион каватларидаги ушанча катионлар орасидаги умумий потенциаллар айирмасини курсатади. Электрокинетик потенциалнинг катталиги эса сиртга ёпишган анионлар сонидан адсорбцион кават таркибига кирувчи катионлар сонини олиб ташланганда қоладиган катионлар сони билан анионлар орасидаги потенциаллар айирмасини курсатади. 3-расмда узук (пунктир) чизик  $m$  К п нинг чап томонидан (яъни адсорбцион каватда манфий ионлар сони мусбат ионлар сонига караганда ортик булади); бу чизикнинг унғ томонида, яъни диффузион каватда ҳам мусбат ионлар булади. Демак, электрокинетик потенциал термодинамик потенциалдан кичик булади.



3 расм. Куш электр кават схемаси.

Заррачаларнинг заряди назарий ва амалий жихатдан катта ахамиятга эга. Унга купгина ходисалар боғлиқ: буёқчилик технологияси, маҳсулотларни сақлаш ва хоказолар.

Заррачанинг заряди амалий жихатдан куйидаги усуллар ёрдамида аниқланади.

- 1). Электрофорез ва электроосмос;
- 2). Капилляр анализ.

### 1. Электрофоретик аниқлаш.

Коллоид эритмага ташкаридан доимий ток юборилганда, коллоид заррачалар маълум зарядга эга булганлиги учун бирор электродга томон ҳаракат қилади (манфий заррачалар мусбат электродга, мусбат заррачалар манфий электродга томон боради): яъни бирор бир электродга томон мицелланинг ядроси ион билан ва адсорбцион каватдаги қарши ион билан ҳаракат қилади, умуман мицелланинг асосий қисми боради. Бошқа электродга эса диффузион каватдаги қарама-қарши ион боради.

Коллоид заррачаларнинг ташқи электр майдон таъсирида ҳаракат қилиш ходисаси электрофорез ёки катодфорез дейилади.

Бу ходисани 1807 йили рус олими Рейсс биринчи булиб кашф этган. Рейсс тажрибасида икки ходиса кузатилади.: Булардан биринчиси лой заррачаларининг мусбат электрод томон ҳаракати булса, иккинчиси суюқликнинг манфий электрод томон ҳаракат қилишидир. Суюқликнинг электр майдонида говак жисм (диафрагма) орқали электродлар томон ҳаракат қилиши электроосмос дейилади. Электроосмос йуналишига қараб: суюқлик заряди ишорасини аниқлаш мумкин. Рус олимлари И.Жуков ва Б.Никольский электроосмос ходисасидан фойдаланиб сувни тозалаш усулини топдилар.



Электрофорез усулидан фойдаланиб, коллоид системаларнинг дзета-потенциалини аниклаш мумкин. Дзета –потенциални хисоблаб топиш учун куйидаги формуладан фойдаланса булади:

$$\xi = \frac{K\pi\eta\lambda}{D\epsilon}$$

Бу ерда	$\xi$	-дзета потенциал
	$\eta$	-суюклик ковшукоклиги
	$\lambda$	- коллоид заррачанинг электрофорездаги чизикли тезлиги
	$\lambda$	-икки электрод оралиги
	$\epsilon$	- берилган потенциаллар айирмаси
	$D$	- суюкликнинг диэлектрик константаси
	$K$	- цилиндрик заррачалар учун $K=4$ , кичик сферик заррачалар учун $K=6$ .

Бу формула Гельмголтц-Смолуховский тенгламаси номи билан урунтилади.

Купгина коллоид эритмаларни текшириш натижасида коллоид заррачаларнинг заряди золнинг табиатига богкликлиги аникланди. Металл оксидлари ва гидроксидларининг золлари мусбат зарядли, кумуш, олтин, платина, олтингугурт, металл сульфид ва силикат кислота золлари манфий зарядли булади.

Электрокинетик ходисалар геология, тупрокшунослик, агротехника ва техниканинг турли сохаларида кенг кулланилади. Масалан: суспензияларни сувдан тозалашда, ёгоч ва торфни куриштишда, машина деталларини буяшда катта ахамиятга эга.

Коллоид электролитлар оддий электролитлар каби электр утказувчанлик кобиятига эга. Уларнинг электр утказувчанлиги иккита таркибий кисмлардан ташкил топади. Бири коллоид заррачаларнинг харакатидан келиб чиккан электр утказувчанлик, иккинчиси- дисперс системалардаги электролитлар туфайли вужудга келадиган электр утказувчанликдир.

### Лаборатория ишлари.

Тажриба №1 Электрофорез ходисасини кузатиш.

Ишнинг максати. Электрофорез ходисасини урганиш.

Керакли жихозлар ва реактивлар. Иккита шиша трубка диаметр-20мм; аккумулятор батареяси, лой парчаси, кварц куми, дистилланган сув.

Ишнинг бориши. Улчами 8x15 см.ли лой парчасига 1.5-2 см.ли шиша найчани урнатилади. Бу найларга баландлиги 0.5 см. атрофида тозалаб ювилган кварц куми солинади ва иккала найга бир хил баландликда (кумдан 2-3 см баланд килиб) сув куйилади. Иккала трубкага платинали ёки мисли электродлар урнатилади ва аккумулятор батареясига уланади. Аккумулятор батареясини кучланиши 2 v булиши керак. Бир неча вакт утгач, мусбат электрод туширилган найдаги сув лойкаланади: лой заррачалари секин аста кутарилиб сувда суспензия хосил килади. Лекин шу билан бир вақтда бу найдаги сув камая боради, манфий электродли найда эса сув кутарила бошлайди. Буни сабабини тушинтиринг ва лойни зарядини аникланг.

Тажриба №2. Капилляр анализи ёрдамида коллоид заррача зарядини аниклаш.

Ишнинг мақсади: Коллоид заррача зарядини аниклаш усули билан танишиш.

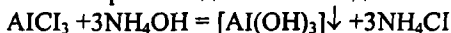
Керакли жихоз ва реактивлар. Кичкина стаканлар, дистилланган сув, шиша таёкча, клей, штатив, филтър когози, линейка, AgCl золи, Fe(OH)<sub>3</sub> золи, Берлин лазури.

Ишнинг бориши. Баъзи бир моддаларни (целлюлоза, шелк, ойна, кум ва бошқалар) сувга туширилганда манфий зарядланиб қолади. Капилляр анализ ҳам шу ходисага асослангандир. Филтър когозини сувга туширилганда, сув филтър когоз капиллярлари орқали юқорига кутарилади. Агар сувда манфий зарядли коллоид заррача булса, у филтър когоз капиллярлари орқали тортилмайди, балки юқорига ҳаракат қилади. Агар заррача мусбат зарядли булса, юқорига ҳаракат қилмайди, балки когоз юзасига чуқиб (утириб) қолади.

Шу усулда золлардаги коллоид заррачанинг зарядини аниклаш мумкин. Айниқса, рангли моддалар аралашмасини анализ қилишда ҳам капилляр анализидан фойдаланиш мумкин. Бунинг учун калин ва дагал филтър когозини кенглиги 1.5-2 см булган холда узун қилиб қирқиб тайёрланади. Сунг стаканлардаги золларга туширилади. Биринчи стаканга Fe(OH)<sub>3</sub> золи, 2-чи стаканга AgCl-золи, 3-чи стаканга буюқлардан бирининг суюлтирилган эритмаси қуйилади. Филтър когозларининг иккинчи учуни горизонтал холда қуйилган шиша найга клей ёрдамида ёпиштирилади. Стакандаги когозлар бир-бирига ва стакан деворига тегмаслиги керак. Бир соатдан сунг линейка ёрдамида золларнинг когозда кутарилган доғлари баландлиги ҳисобланади. Сувнинг намлиги ҳисобга олинмайди. Рангнинг баландлигига қараб золнинг заряди тугрисида ҳулоса чиқарилади.

Тажриба №3 Мусбат зарядланган филтър когози ёрдамида капилляр анализи утказиш.

Ишнинг бажарилиши. Филтър когозини Al(OH)<sub>3</sub> золи билан қайта ишлаш орқали мусбат зарядлантирилади. Al(OH)<sub>3</sub>-золини тайёрлаш учун 1% ли AlCl<sub>3</sub> эритмасига аммиак эритмасидан томизилади:



Хосил булган чуқмани иссиқ сув билан бир неча бор ювилади. Натижада чуқма анча қовушқоқ булиб қолади. Чуқмани қатта 500 мл.ли стаканга олиниб, унинг  $\frac{3}{4}$  қисмига дистилланган сув қуйилади ва 0.1н HCl қушиб бориш орқали қайнатилади. Чуқма секин аста золга айланади (пептизацияга учрайди).

Хосил булган золга филтър когозини 1-2 соатга тушириб қуйилади. Сунг ҳавода қуритиб 1.5-2 см кенгликда қирқилади. Тайёрланган филтър когози мусбат зарядланган булади ва у билан коллоид эритмаларнинг зарядини аниклаш мумкин. Бунинг учун 3 та стаканларга турли золларни қуйилади.

Биринчисига  $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ -золи, иккинчисига- метилен куки буёғи, учинчисига олтингугуртнинг золи солинади. Фильтр коғозни стаканчадаги эритмаларга тушириб I соат куйиб куйилади ва кутарилган доғларнинг баландлигига қараб заррача заряди ҳақида ҳулоса қилинади. Олинган натижаларни жадвалга ёзилади.

Золь номи (ёки буёқ)	Доғнинг кутарилиш баландлиги, мм.	Коллоид заррача заряди	
		Мусбат зарядланган коғозда аниклаш	Манфий зарядланган коғозда аниклаш

Мустақил таёргарлик учун таянч ибораларга асосланган назорат саволлари.

1. Электрофорез ходисаси электролиздан қандай фарқ қилади?
2. Электрокинетик ва умумий потенциал деганда нимани тушунаси?
3. Коллоидларнинг зарядланишига сабаб нима?
4. Коллоидларнинг зарядини қандай усуллар ёрдамида аниклаш мумкин?
5. Дзета потенциал нима ва қандай аникланади?
6. Электрокинетик ходисалар техникада қандай мақсадлар учун қулланилади?
7. Коллоид эритмаларнинг электр утқазувчанлиги қандай содир булади?
8. Нима учун мусбат зарядли заррача фильтр коғоз капиллярларидан юқорига кутарилмайди?
9. Манфий зарядли заррачалар коғоз капиллярлари орқали эритувчи орқасидан юқорига доимо кутариладими?
10. Электроосмос нима?

## **КОЛЛОИД СИСТЕМАЛАРНИНГ БАРКАРОРЛИГИ ВА КОАГУЛЯЦИЯСИ.**

Коллоид система дисперс фазасининг солиштирма сирти катта булганлиги сабали системанинг сирт энергияси ҳам катта булади. Термодинамиканинг иккинчи қонунига мувофиқ эркин энергия минимумга интилади. Коллоид заррача билан суюқлик орасидаги чегара сирт

**камайганидагина коллоид системада эркин сирт энергия минимумга эриша олади.**

Дисперс фаза билан дисперсион мухит орасида кучсиз узаро таъсир мавжуд булган лиофоб коллоид системалар бекарор булиб, ваqt утиши билан уларнинг дисперслик даражаси узгаради, яъни йириклашади.

Коллоид заррачаларни молекуляр кучлар таъсирида узаро бирлашиб йириклаша бориш жараёни *коагуляция* дейилади. Йириклашиш жараёни баъзи коллоидларда жуда тез, баъзиларида эса анча секин боради. Коагуляцияга учраган системада дисперс фаза заррачалари суюклик ва каттик жисми солиштирма массаларига караб идиш тубига чукиши (седиментация) ёки эмульсиядан иборат суюк кават холида ажраб колиши (коацервация) дейилади. Дисперс фазасининг заррачалари огирлик кучи таъсирида сезиларли даражада чукмайдиган дисперс системалар седиментацион баркарор системалар дейилади. Профессор Н.П.Песков фикрича дисперс системаларнинг баркарорлиги икки хил: агрегатив ва кинетик (ёки седиментацион) булади.

Дисперс системанинг агрегатив баркарорлиги дисперс системанинг узига хос дисперслик даражасини саклаш, яъни коагуляцияга учрамаслик хусусиятидир.

Дисперс системанинг седиментацион баркарорлиги дисперс фаза заррачаларининг огирлик кучи (марказдан кочувчи куч) таъсирида дисперсион мухитдан ажрамаслик кобилиятини курсатади.

Суспензия ва эмульсияларда заррачаларнинг улчамлари анча катта булганлигидан улар уз-узича харакат кила олмайди, шунинг учун улар седиментацион жихатдан баркарор булмаган микрогетероген системалардир.

Коллоид системаларнинг дисперслик даражаси юкори булганлиги учун уларнинг мицеллалари уз-узича харакат кила олади, яъни коллоид эритмалар седиментацион жихатдан баркарордир. Лекин коллоид эритмадаги заррачалар хар хил таъсирлар остида бир-бири билан бирикиб йириклаша олади ва дисперслик даражаси камаяди. Натижада, система уз баркарорлигини йукотади. Шунинг учун коллоид системалар агрегатив баркарор булмаган ультрамикрогетероген системалардир.

Чин эритмаларда заррачалар уз-узича харакат килади, заррача билан эритувчи уртасида чегара сирт хосил булмайди, шунинг учун заррачалари кушилиб йириклашмайди. Демак, чин эритмалар агрегатив ва седиментацион баркарор гомоген системалардир.

## Коллоидларнинг коагуляцияси

Н.П.Песков таълимотида кура, лиофоб коллоид эритмаларда агрегатив баркарорликнинг пасайиши золнинг коагуляцияланишига сабаб булади.

Модда коллоид холатга утганда унинг сирти жуда ортиб кетади. Бунинг натижасида дисперс фаза билан дисперс мухит уртасида чегара сиртнинг

потенциал энергияси ортиб кетади. Эркин энергияни минумумга интилиш принцигига мувофик, коллоид эритма фазалар уртасидаги сирт энергияни камайтиришга интилади. Шу сабабли коллоид заррачалар йириклашиб, умумий сиртни камайтиради.

Коллоид эритма заррачаларининг бир-бири билан кушилиб йириклашиб ходисаси коагуляция дейилади.

Уз-узича борадиган коагуляция жуда узок вақт давом этади. Коагуляцияни уч хил йул билан тезлатиш мумкин:

- 1) Золга электролит кушиш.
- 2) Золга бошка золь кушиш.
- 3) Золни киздириш билан тезлаштирилади.

Электролит кушилганда вужудга келадиган коагуляцияни мукамал урганиш куйидаги хулосаларга олиб келди:

1. Агар коллоид эритмага хар кандай электролитдан етарли микдорда кушилса, коагуляция содир булади. Коагуляция содир булганлигини бевосита куриш мумкин булса, у очик коагуляция дейилади.

2. Очик коагуляция булиши учун электролит концентрацияси коагуляция концентрацияси кийматидан ортик булиши керак, яъни электролит концентрацияси коагулланиш чегараси деб аталган минимал микдордан ошди дегунча эритма дархол коагулланади.

3. Коагуляцияга электролитнинг факат бир иони сабаб булади. Мусбат зарядли коллоидлар эса катионлар таъсиридан коагуляцияланади.

4. Айни коллоиднинг коагуляция чегараси (остонаси) биринчи навбатда коагуляцияланадиган ион валентлигига боглик булади.

Шульце ва Гарди электролит ионининг валентлиги билан унинг коагуляциялаш кучи орасидаги богликликни аниқладилар. Шульце-Гарди коидаси куйидагича таърифланади:

*Коагуляцияловчи ионнинг валентлиги канча катта булса, унинг коагуляциялаш кучи шунча кун ва коагуляция концентрацияси шунча кам булади.*

Дисперс системаларнинг агрегатив баркарорлиги ва коагуляцияси хақидаги хозирги замон физик назарияси В.Б.Дерягин ва Л.Д.Ландау томонидан таклиф килинди. Бу назарияга мувофик, коллоид заррачани куршаб олган сольват каватлар эластиклик ва юкори ковшоклик хоссаларига эга: шунинг учун каватлар заррачалари бир-бири билан тукнашганда узаро ёпишиб колишга механик тускинлик килади; бир хил зарядли заррачаларга бир-бири билан электростатик кочиш кучлари таъсир этади; бу кучнинг катталиги коллоид заррачани куршаб олган куш электр кават калинлигига боглик. Коллоид эритмага электролит кушилганда эритмада ион кучи ортади, бунинг натижасида коллоид заррачани куршаб олган куш электр кават узининг тузилишини узгартиради; Унда сикилиш пайдо булади ва системанинг дзета потенциали камаяди. Коллоид заррачаларни куршаб олган куш электр кават юпкалашганида коллоид заррачалар бир-бирига якинлашиб улар уртасидаги

**Узро** тортишиш кучлари заррачаларнинг Броун харакати кучларидан ортиб кетади. Ана шу пайдан бошлаб коагуляция содир булади.

Коагуляция бир неча хил электролитлар аралашмалари таъсирида ҳам вужудга келади ва уч хил булиши мумкин:

1. Бир электролитнинг коагуляциялаш қобилияти иккинчи электролитникига кушилади. Бу хосса электролит таъсирининг аддитивлиги дейилади.

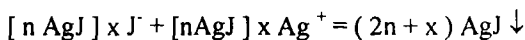
2. Бир электролит иккинчи электролит таъсирини кучайтиради, бу ходиса «синергизм» ёки «сенсбилизация» дейилади.

3. Бир электролитнинг коагуляцияловчи таъсири иккинчи электролит кушилганда камаяди, яъни антогонизм ходисаси вужудга келади.

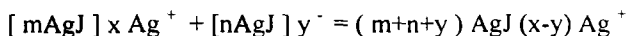
Дисперс системалар электролитлар таъсирида кайта зарядланиши мумкин. Шу билан бирга золга кушилайётган электролит концентрациясига боглик коагуляция содир булиш билан булмаслигини алмашиниб келиши, яъни коагуляция зоналари ёки нотугри каторлар деб номланувчи жараёнлар мавжудлиги аникланди.

Маълумки дисперс системалар факат электролитлар таъсирида коагуляцияга учрамасдан, коллоид эритмага карама-карши зарядли бошка коллоид кушилганда ҳам коагуляция содир булади. Бунда уларнинг зарядига ва концентрациясига боглик булади.

Масалан,  $AgJ$  нинг мусбат ва манфий золлари уртасида (улар тенг микдорда олинганда ) буладиган узро коагуляцияни куйидаги схемада курсатиш мумкин:



Агар мусбат зарядли золдан ортикча кушилган булса, золь мусбат зарядланиб қолади ва коагуляцияланмайди :



Коллоид эритмалар киздирилганда, баъзан тез коагуляцияланади, баъзан киздириш кам таъсир килади. Умуман коллоидлар киздирилганда унинг заряди камаяди, эритмада заррача ва ионлар уртасидаги мувозанат бузилади. Золь киздирилганда коллоид заррачалар ионларни ёмон адсорбилайди, натижада уларнинг заряди камаяди ва бундай заррачалар бир-бири билан учрашиб, золь коагуляцияланади.

#### Коагуляция чегарасини (остонасини) аниклаш.

Золнинг лойкалигини узгариши, чукмага тушиши, золь рангини узгариши коагуляция содир булганлигининг белгилари булиб, ушбу белгиларни кузатиш натижасида коагуляция чегараси аникланади. Золни коагуляцияга учратиш

учун пробиркаларга куйилган золга турли концентрациядаги электролит эритмалардан баробар хажмда кетма –кет кушиб борилади.

Аввал пробиркаларга золдан бир хил хажмда солинади ва сувдан куйилади ( бир пробиркадан иккинчи пробиркага утганда ошириб борилади.). Сунгра электролит эритмасидан хамма пробиркалардаги суюклик хажми бир хилга келгунча кушиб чикилади.Шундан кейин бирида лойкаланиш борлиги сезиладиган, иккинчисида лойкаланиш сезилмайдиган икки кушни пробиркани олиб куйидагича мулохаза юритилади. Фараз килайлик, электролитнинг дастлабки концентрацияси  $C$ , унинг коагуляция пайдо килган хажми  $V$  булсин. Унда айна хажмдаги электролитнинг миллимоллар сони  $CV * 1000 / 1000 = CV$  га тенг булади.

Коагуляция чегараси одатда 1 литр золь учун хисобланади. Агар тажриба учун  $W$  –мл. золь олинган булса, золнинг коагулланиш чегараси куйидаги формула билан хисоблаб топилади :

$$\gamma = CV * 1000 / W$$

Одатда тажрибада куйидаги формуладан фойдаланилади:

$$\gamma = N * V_{эл} * 1000 / V_{эл} + W \text{ (ммоль/л)}$$

Бу ерда,  $N$ - электролитнинг нормал ( г–экв/л лар билан ифодаланган ) концентрацияси;

$V$  эл-электролит эритмасининг хажми ;

$W$ - золнинг литрлар билан ифодаланган хажми ;

$\gamma$ - электролитнинг коагуляциялаш чегараси ;

Лиофиль (сувадаги коллоидларда – гидрофиль) коллоидларнинг коагуляцияси узининг бир неча хусусиятлари билан лиофоб коллоидлар коагуляциясидан фарк килади. Гидрофиль коллоид гидрофоб коллоидга караганда электролитлар таъсирига кам берилади. 1 литр гидрофоб коллоидни чуқтириш учун бир неча миллимоль электролит сарф этилса етарли, лекин 1 литр гидрофиль коллоидни чуқтириш учун бир неча моль электролит керак булади. Бу вақтда электролитнинг биргина иони эмас, балки иккала иони хам коагуляция учун сарфланади.

Гидрофиль коллоидларни коагуляцияга учратиш учун эритмага электролит куйиб уни зарядлаш керак, бунда чуқма хосил булмаиди, сунгра сольват каватни емириш учун ацетон, танин каби моддалар кушиш керак, шундагина лиофиль (гидрофиль) коллоид чуқмага тушуши мумкин. Лиофиль коллоидларнинг коагуляцияси кайтардир, баъзан кайтмас хам булади. Масалан, оксилнинг коллоид эритмасини чуқмага туширилса, у кайта эримаслиги мумкин.

Коагуляция жараёнидан турмушда кенг фойдаланилади, масалан, ичиладиган сувларни тозалашда коллоидларнинг узаро коагуляциясидан фойдаланилади. Сувадаги органик моддалар одатда манфий зарядли булади.

Сувга хлор кушилиб сувдаги бактерияларни йукотилгандан кейин сувга оз микдорда  $\text{FeSO}_4$  ёки  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$  –электролитлардан кушилади. Хосил булган гидроксидларнинг  $(\text{Fe}(\text{OH})_2$  ёки  $\text{Al}(\text{OH})_3$ ) мусбат зарядли коллоидлари сувдаги органик моддаларнинг манфий заряди коллоидларини коагуляциялайди. **Натижада** хосил булган коагулянтлар чукади ва сув тинади.

Коллоидларни коагуляциядан хам химоя килиш мумкин. Бунинг учун куйидагиларни амалга ошириш керак:

1. Золь концентрациясини камайтириш;
2. Температурани камайтириш;
3. Дисперсион мухит ковушкоклигини ошириш;
4. Коллоид заррача атрофида сольват кават хосил килиш, юкори молекулали бирикма кушиш оркали коллоидларни коагуляциядан химоя килиш мумкин.

Юкоридагилардан туртинчи (охиргиси) си тажрибада кулланилади.

Юкори молекулали бирикма кушиш билан лиофоб золлар баркарорлигини оширилиши химоявий таъсир дейилади, чунки ЮМБ макромолекуласи коллоид заррача сиртида адсорбцион (сольватацион) кават хосил килиб, системани баркарорлигини оширади. Бундай моддалар каторига желатина, оксил, углевод, пектин, елим, альбумин, сапонин эритмалари киради.

ЮМБ нинг химоя килиш кобилияти хар хил булади: желатина энг яхши химоя килувчи модда булса, крахмалнинг химоя килиш хусусияти энг паст. Силикат кислота золи эса химоя килиш хусусиятига эга эмас.

ЮМБнинг химоявий таъсирини микдорий жихатдан характерлаш учун 10 мл темир гидрозolini 1 мл 0.005 н  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  эритмасига нисбатан баркарор киладиган ЮМБнинг мл. граммлари хисобидаги минимал микдори аини ЮМБнинг «темир» сони дейилади. «Олтин сони», «Рубин сони» хам кулланилади.

### Лаборатория ишлари.

А. Гидрофоб золларининг электролитлар таъсиридаги коагуляцияси.

Ишнинг максади. Гидрофоб золларини коагуляциялаш усули билан танишиш.

Керакли жихоз ва реактивлар. Конуссимон колбалар, 25 мл ли пипетка, 50 мл ли бюретка,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  – золи; 2 н  $\text{NaCl}$ ; пробиркалар, 0.01 н  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ; 0.001 н  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  –электролит эритмалари.

#### 1- тажриба.

Ишнинг бажарилиши. 3 та тоза пробиркаларга, пипетка ёрдамида диализ килинган  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  – золидан 5 млдан куйинг. Сунг бюреткадан хар бир пробиркага эхтиётлик билан томчилатиб электролитлардан (лойка хосил булгунча) коагуляция содир булиши сезилгунча кушилади. Коагуляция содир булиши учун сарф булган электролитлардан хар бирининг микдорини (хар бир томчиси) аник улчаш керак (битта томчининг хажми тахминан 0.05 мл га тенг).



Олинган натижалар жадвалга ёзилади.

золь	электролит	Электролит Концентрацияси, $C_N$ (г-экв/л)	Коагуляция учун сарф булган Электролит Хажми, мл	Коагуляция учун сарф булган электролит микдори 0.001 н эритма учун хисобланган хажми, мл	Коагуля- цияловчи ион, $1/z$
$Fe(OH)_3$	NaCl Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	2.0 0.01 0.001			

Жадвал натижаларидан фойдаланиб график чизинг. Графикнинг абсциссалар укига  $-0.001$  н эритма учун қайта хисобланган электролит хажмининг логарифмик кийматини, ординаталар укига эса коагуляцияловчи ион заряди валентлигининг тескари киймати куйилади.

График асосида коагуляцияловчи ион валентлигининг камайиши билан коагуляциялаш учун сарф буладиган электролит микдори тугрисида хулоса қилинг.

Б.  $Fe(OH)_3$  – золининг коагуляция чегарасини аниқлаш.

Ишнинг мақсади. Гидрофоб золларининг коагуляция чегарасини аниқлаш.

Керакли жихозлар ва реактивлар. 12 та тоза пробиркалар, 1 н KCl, 0.01 н K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0.001 н K<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]- эритмалари ;  $Fe(OH)_3$ -золи. (ёки берлин лазури, 1.0 м KCl, 0.01 м CaCl<sub>2</sub>, 0.001 м AlCl<sub>3</sub>).

## 2- тажриба.

Ишнинг бажарилиши. 12 тоза пробиркаларга (хар бир электролит учун 4 тадан пробирка) диализлаб тозаланган  $Fe(OH)_3$  –золидан 5 мл.дан ва жадвалда курсатилган микдорларда дистилланган сув ва электролит эритмаларидан куйинг. Сунг хар бир пробиркани тезда аралаштиринг ва 30 минут (1-соат) кузатишлар натижасида қайси пробиркаларда яқкол коагуляция содир булганлигини аниқланг. Натижаларни жадвалга ёзиб куйинг.

Электролит ва унинг концентрацияси.	Пробиркалар рақами	Fe(OH) <sub>3</sub> – золи хажми. W, мл	Дистилланган сув хажми, мл	Электролит эритмаси хажми, Vэл, мл	Коагуляция	Коагуляцияловчи ион	γ
KCl 1 Н	1	5	4,5	0,5			
	2	5	4,0	1,0			
	3	5	3,0	2,0			
	4	5	1,0	4,0			
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 0,01 Н	1	5	4,5	0,5			
	2	5	4,0	1,0			
	3	5	3,0	2,0			
	4	5	1,0	4,0			
K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	1	5	4,5	0,5			
	2	5	4,0	1,0			
	3	5	3,0	2,0			
	4	5	1,0	4,0			

Хар бир пробиркада 10 мл дан бир хил концентрацияли (хар бир электролит учун) ва турли микдордаги электролитли золь хосил булади. Агар бирор бир пробиркада коагуляция содир булмаса электролитнинг 2-5 марта юкори концентрацияли эритмаларидан фойдаланиб, тажриба такрорланади. Коагуляция чегараси куйидаги формула асосида топилади.

$$\gamma = C \cdot V_{эл} \cdot 1000 / V_{эл} + W \quad ; \quad \text{ёки} \quad \gamma = C \cdot V \cdot 1000 / W$$

Бу ерда, C- электролит (г\*эquiv / л да ифодаланган) концентрацияси, V эл – электролит эритмасининг хажми, W - золнинг хажми, γ - электролитнинг коагуляциялаш чегараси (моль / л билан ифодалангани).

Мисол учун. Fe(OH)<sub>3</sub>–золининг коагуляциялаш учун 0.01 н Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> эритмасидан 2 мл сарф булган булса ва коагуляциялаш учун золдан 5 мл олинган булса, у холда коагуляциялаш чегараси куйидагига тенг булади ;

$$\gamma = \frac{C \cdot V_{эл} \cdot 1000}{V_{эл} + W} = \frac{0,01 \cdot 32 \cdot 1000}{2 + 5} = \frac{20}{7} = 2,9 \frac{\text{ммоль}}{\text{л}}$$

Топширик

Тажриба якунида коагуляция чегараларини узаро нисбатини олинг :

Сэл<sup>+</sup> : Сэл<sup>2+</sup> : Сэл<sup>3+</sup> : ёки К.ч<sup>I</sup> : К.ч<sup>II</sup> : К.ч<sup>III</sup>.

Сэл<sup>3+</sup> (К.ч<sup>III</sup>) ни 1 га тенг деб олинг. Колган Fe(OH)<sub>3</sub> золини кейинги тажрибалар учун сакланг.

### В. Золларнинг узаро коагуляцияси.

Ишнинг максоди. Золга золь кушиш билан содир буладиган коагуляцияни кузатиш.

Керакли жихоз ва реактивлар. Бюретка, пробиркалар, пипеткалар,  $K_4[Fe(CN)_6]$  - туйинган эритмаси,  $Fe(OH)_3$ ,  $FeCl_3$  - эритмаси. Тажрибани бажаришдан аввал берлин лазури хосил қилинади. Бунинг учун 2 мл  $K_4[Fe(CN)_6]$  нинг туйинган эритмасига пипетка ёрдамида 5-6 томчи  $FeCl_3$  кушинг. Тук рангли куюк берлин лазури хосил булади. Хосил булган моддани хавончада 3-4 минут ишкалаб 100 мл ли колбага куйинг ва 50 мл.ча дистилланган сув кушинг. Кук рангли эритма хосил булади. Колбани оғзини беркитиб, сунг чайкатиинг.

### Ишнинг бажарилиши.

5 та пробиркага  $Fe(OH)_3$  – золидан бюретка оркали куйилади. Биринчи пробиркага 4 мл, 2-чи пробиркага 3 мл ва хоказо золь куйилади. Сунгра 1 –чи пробиркага 1 мл, 2 –чисига 2 мл ва хоказо берлин лазури золи кушилади. Жадвалда курсатилгандек умумий хажми 5 мл булсин. Пробиркани яхши аралаштириб 30 –40 минут куйинг ва жадвални тулдиринг, сунг кайси пробиркада коагуляция туларок, кайсиларида чуқма устидаги эритма ранги қарийб рангсиз булади. Агар чуқма устидаги эритма ранги рангли булса бирорта золдан мул микдорда олинган ва чала коагуляция содир булганлигини курсатади. Уларни суюлтириб тажрибани такрорлаш керак. Натижаларни жадвалга ёзилади.

Пробирка рақами	1	2	3	4	5
$Fe(OH)_3$ золи,мл	4	3	2.5	2	1
Берлин лазури золи,мл	1	2	2.5	3	4
Коагуляция тула (+)ёки ярим (-)					
Чуқма устидаги Эритма ранги					
Золь заряди					

Топширик. Коагуляция реакция тенгмасини ёзинг.

### Г. Коагуляция ёрламида коллоид заррача зарядини аниқлаш.

Ишнинг максоди: Коллоид заррача зарядини коагуляция усулида аниқланг.

Керакли жихозлар ва реактивлар. Пробиркалар,  $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$  ёки  $AgCl$ ,  $Fe(OH)_3$  –золлари, электролит эритмалари, бюретка.

### Ишнинг бажарилиши.

4 та пробиркага 10 мл дан қандайдир золь, берлин лазури,  $AgCl$ ,  $Fe(OH)_3$  –золларидан бирини солиб, уларнинг устига бюреткадан томчилатиб пробиркани чайкатиб туриб куйидаги тартибда электролитлар лойқаланиши юз бергунча

куйилади ва коагуляция остонаси хисобланади. Электролит концентрациялари 0.5 М. Куп валентли анион ёки катион ушлаган электролитлардан қайси бири коагуляция ҳосил қилишини белгиланг. Агар катион бир хил булиб анионлар валентлиги ҳар хил бўлса, коагуляцияловчи ион анион булиб, коллоид заррача мусбат зарядланган бўлади, аксинча бўлса манфий зарядли коллоид заррача бўлади. Бунга асосланиб золь заряди ҳақида ҳулоса чиқаринг ва жадвални тулдиринг.

Эритмалар, мл	Коагуляция остонаси	Золнинг заряди.
---------------	---------------------	-----------------

Д. Коагуляция ёрдамида сувларни тозалаш.

Ишнинг мақсади. Сувни тозалаш усули билан танишиш.

Керакли жихозлар ва реактивлар. Литрли колба, 6 та пробирка,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  - золи, тупрок, 0.1 г тупрокни сув билан аралаштириб бир литрли колбага лойка сув тайёрланади.

Ишнинг бажарилиши.

6 та пробиркага 10 мл дан тайёрланган лойка сувдан куйилади, сунг  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  - золидан турли микдорларда (яъни жадвалда курсатилгандек) кушилади. Турли вақт оралигида тажрибани кузатиб натижаларни жадвалга ёзилади.

Пробирка рақами	$\text{Fe}(\text{OH})_3$ -нинг микдори (томчи микдори).	30 мин	45 мин	1 соат	3 соат	1 соат 30 мин.
		Турли вақтлардаги кузатув натижаси				
1	0					
2	1					
3	2					
4	4					
5	8					
6	16					

Топширик. Тупрокнинг сувдаги суспензияси тугрисида ҳулоса қилинг.

Е. Коагуляциядан химояланиш.

Ишнинг мақсади. Юкоримолекулали бирикмаларнинг золарни барқарорлигини ошириш (химоявий таъсири), яъни коллоид заррача атрофида сольват қават ҳосил қилиш ҳоссаси билан танишиш.

Керакли жихозлар ва реактивлар. Пробиркалар,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  -золи, желатинанинг 0.5 % сувдаги эритмаси, 0.02 % ли  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ -эритмаси.

Ишнинг бажарилиши. 2 та пробиркага 1/3 қисмигача  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  -золидан куйинг. 1 –чи пробиркага 5 томчи сув, 2- чисига янги тайёрланган 0.5 % ли желатина эритмасидан кушиб аралаштиринг. Иккала пробиркага ҳам 0.02 %ли

$Al(ON_3)_3$  –эритмасидан кушинг ва аралаштиринг. Бироз вақтдан кейин қайси пробиркада коагуляция содир булмаганлигини кузатинг.

Топширик. Нима учун 2 –чи пробиркада коагуляция содир булмади, унинг мохиятини тушунтириб беринг.

Ж. Гидрофиль золларининг коагуляцияси.

Ишнинг мақсади. Гидрофиль золларнинг қайтар коагуляцияси билан танишиш.

Керакли жихозлар ва реактивлар.

Колба ва воронка, сув утказгич насос, колба, фильтр когози, тухум оксиди,  $(NH_4)_2SO_4$  –кристалли

Ишнинг бажарилиши.

Битта тухум оқини саригидан ажратиб олиб, 100 мл дистилланган сувда эритилади. Бюхнер колбасига фильтр когози жойлаштириб, дистилланган сув билан хулланади. Сув утказгич насоси орқали тухум оксиди эритмасини фильтр когозидан суриб утказилади. Хосил булган эритманинг 40-50 мл. га оз-оз микдордан  $(NH_4)_2SO_4$  кушилади ва тезда чайқатиб эритилади. Эритмада  $(NH_4)_2SO_4$  туйиниши орқали эритмадан альбумин кумок-кумок холда ажралиб чикади. Фильтрлаб олинган альбуминни куригиб, сунг тоза сувга тушурилса яна қайтадан альбумин эриб кетади.

Топширик. Гидрофиль золлари коагуляциясини гидрофоб золлари коагуляциясидан фарқини аниқланг.

### **Мустақил тайёргарлик учун таянч ибораларга асосланган назорат саволлари.**

1. Лиофоб коллоид эритмаларнинг агрегатив ва кинетик барқарорлиги нимадан иборат ?
2. Коллоид эритмаларнинг коагуляциясини қандай усуллар билан тезлатиш мумкин ?
3. Седиментацион ва агрегатив барқарор системаларга мисоллар келтиринг.
4. Золларнинг коагуляция чегараси (коагуляция остонаси ёки лахзаси) деганда нимани тушунаси ?
5. Коагуляция чегараси (коагуляция остонаси ) ни қандай формула асосида ҳисоблаш мумкин?
6. Лиофоб ва лиофиль золларга электролитлар қандай таъсир қурсатади?

7. Лиофоб коллоидларни коагуляциядан кандай химоя қилинади ва кандай моддалар ишлатилади ?
8. Кандай шароитларда қайтар ва қайтмас коагуляция кузатилади?
9. Коллоид эритмаларга электролитлар аралашмалари кандай таъсир курсади?
10. Турмушда коагуляциядан кандай фойдаланилади ?
11. Коагуляциянинг ахамияти хақида гапириб беринг.
12. Кумуш бромид золининг заряди манфий. Куйидаги электролитлардан қайси бири энг кичик коагуляция оstonасига эга ? Электролитлар :  $KCl$ ,  $CaCl_2$ ,  $AlCl_3$ .
13.  $Fe(OH)_3$ -золи мусбат зарядли булса, куйидаги келтирилган электролитлардан қайси бири энг кичик коагуляция оstonасига эга ва коагуляцияловчи ионни аниқланг ?  
 $KNO_3$ ,  $K_2SO_4$ ,  $K_3[Fe(CN)_6]$ .
14. 0.02 л 0.005 н  $AgNO_3$  эритмасига 0.02 л 0.01 н  $KJ$  эритмаси кушиб  $AgJ$  золи хосил қилинган. Шу золини коагуляцияга учратиш учун  $NaNO_3$ ,  $Ba(NO_3)_2$ ,  $Fe(NO_3)_3$  – электролитларидан қайси бири энг кичик коагуляция оstonасига эга ва золь заррачаси зарядини топинг ?
15.  $AgCl$  – золининг 0.018 литрига 0.1 н  $Na_2SO_4$  эритмасидан 0.0028 л кушилса, коагуляция содир булади.  $Na_2SO_4$  иштирокида золининг коагуляцияланиш чегараси топилсин.
16. 0.01 л  $AgCl$  манфий зарядли золини коагуляциялаш учун 0.0001 м  $Fe(NO_3)_3$  –эритмасидан фойдаланилган. Агар  $Fe(NO_3)_3$  иштирокида золининг коагуляциялаш оstonаси  $\gamma = 0.036$  мг – экв /л булса, коагуляция содир булиши учун электролитдан канча мл керак булади.
17. Заррачалари манфий зарядга эга булган  $AgJ$  золини коагуляцияга учратиш учун  $KNO_3$ ,  $Ba(NO_3)_2$ ,  $Al(NO_3)_3$  каби электролитлардан фойдаланилган.  $KNO_3$  ишлатилганда  $\gamma = 178$  м моль /л эканлиги маълум булса,  $Ba(NO_3)_2$ ,  $Al(NO_3)_3$  иштирокида золининг коагуляцияланиш оstonуалари топилсин.  $C^{+1} : C^{2+} : C^{3+} = 729 : 11 : 1$  нисбатга асослаган холда коагуляция оstonасини топинг?
18. 10 мл 0.0001 н калий гексациано – (II) –феррат тузи эритмасига 10 мл 0.05 нли  $FeCl_3$  эритмасидан кушиш натижасида Берлин лазури золи хосил булади. Бу золини коагуляцияга учратиш учун  $AlCl_3$  ва  $K_3PO_4$  каби электролитнинг қайси биридан фойдаланиш мумкин ва нима учун?

## ФЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР.

1. К.С.Ахмедов, Х.Рахимов. Коллоид химия, Т."Ўзбекистон". 1992. 261 б.
2. Адамсон А. Физическая химия поверхностей. "Мир". М.1979.
3. В.Н.Захарченко. "Коллоидная химия". М. "Высшая школа", 1989.
4. Фридрихсберг Д.А.Курс коллоидной химии, Л.1984. 368 с.
5. В.И.Баранова, Е.Е.Бибик, Н.М.Кожевникова, И.С.Лавров, В.А.Малов. Практикум по коллоидной химии.М."Высшая школа", 1983. 215 с.
6. Фролов Ю.Г.Курс коллоидной химии. М."Химия" 1982. 400 с.
7. Шукин Е.Д.,Перцов А. В.,Амелина Е.А.Коллоидная химия. М."МГУ". 1982. 348 с.
8. А.Я. Малахова. Практикум по физической и коллоидной химии. Минск. "Высшая школа",1974. 335 с.
9. Воюцкий. С.С. Курс коллоидной химии. М.: химия,1975 –1976. 526 с.
10. Блезин. С.А. Практикум по физической и коллоидной химии. М.1972. 255с.
11. Дехконов Р, Рахматова М. Коллоид кимёдан назорат ишларини бажариш учун услубий курсатма. Наманган. Нам ДУ. 2000.61 б.

## МУНДАРИЖА

Дисперс системаларни олиш .....	3
Коллоид эритмаларни тозалаш усуллари ва диффузияси.....	17
Коллоид системаларни электр хоссалари .....	22
Коллоид системаларнинг барқарорлиги ва коагуляцияси .....	26
Фойдаланилган адабиётлар.....	38



