

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI  
OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI**

**NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI**

**TABIYY FANLAR FAKULTETI  
KIMYO KAFEDRASI**

**DEHQONOV R.S.**

**KOLLOID KIMYO FANIDAN  
MASALA VA MASHQLAR**

**Namangan – 2016**

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS  
TA'LIM VAZIRLIGI**

**NAMANGAN DAVLAT UNIVERSITETI**

**TABIHY FANLAR FAKULTETI  
KIMYO KAFEDRASI**

**DEHQONOV R.S.**

**KOLLOID KIMYO FANIDAN  
MASALA VA MASHQLAR**

**Namangan – 2016**

kolloid kimyo fanidan masala va mashqlar (talabalarning mustaqil

uchun uslubiy qo'llanma). Namangan. NamDU. 2016 yil.

**Muallif:** k.f.n., dotsent **R.S.Dehqonov**

**Faqrizchilar:** k.f.d., professor **SH.V.Abdullayev**

k.f.n., dotsent **Y.R.Toshmatov**

Ushbu uslubiy qo'llanma kimyo bakalavriat yo'naliishi talabalarini kolloid kimyo faniga mustaqil tayyorgarlik ko'rishlari, laboratoriya mashg'ulotlarini bajarishdan oldin kollokviumlarga tayyorgarlik ko'rishda va kolloid kimyo fanini chuqur o'rganishda foydalanishlari mumkin.

Qo'llanmada taklif etilgan masalalar va ularning echimlari va mustaqil echish uchun ishlab chiqilgan masala va mashqlar to'plamlari dispers sistemalarning olinishi va xossalari xaqidagi bilimlarni to'liq o'zlashtirib olishlariga yordam beradi. Shu bilan birga kolloid kimyo fanini labaratoriya ishlarida masala va mashqlar echimlaridan foydalanish mumkin.

Namangan davlat universiteti o'quv-uslubiy kengashining 2016 yil 21 dekabrdagi № 5 – sonli yig'ilishida ko'rib chiqilgan va nashrga tavsiya qilingan.

## KIRISH

Talabalarning bilish faoliyatini faollashtirish va o'qitish samaradaorligini oshirish eng asosiy dolzarb muammolardan biri sanaladi. Shu o'rinda talabalar olgan nazariy bilimlarini amaliy mashg'ulotlarda tajriba bajarish orqali mustaxamlaydilar. Nazariy va amaliy bilimlarni uzviylikda mustaxramlashda esa masala va mashqlar yechishi o'rganish ham katta ahamiyatga ega. Chunki masalalarni yecha bilish, talabalarga ko'pgina kiyoviy jarayonlar va qonuniyatlarni chuqur o'rganishlari va tushunib olishlariga imkon beradi.

Shu nuqtai nazardan kolloid kimyo fanini o'rganishda va o'rgatishda masala va mashqlar yechishni o'rganish ilmiy – pedagogik jixatidan dolzarb masalalardan biri xisoblanadi.

Afsuski, masalalar echishga hamma vaqt ham etaricha e'tibor berilavermaydi. Bu esa bo'lajak mutaxassisni yuzaki bilim olishlariga sabab bo'lishi mumkin. Bundan tashqari kolloid kimyo fanidan masala va mashqlar yechishga bag'ishlangan o'quv qo'llanma va adabiyotlar, etishmaydi, xatto kolloid kmyo fani darsliklarida ham juda kam masala va mashqlar uchraydi. Shuning uchun kolloid kimyo fanidan turli mavzularni qamrab oluvchi masala va mashqlarni ishlab chiqish va ularning yechimini ko'rsatib berish hamda ushbu fandan talabalarni mustaqil ishlashlari uchun tavsiya qilish dolzab va zarur vazifalardan biridir.

Kolloid kimyo fani geterogen texnologik jarayonlarning nazariy asosi bo'lib, bu jarayonlarda sirt xodisalar va dispers sistemalar xal qiluvchi rol o'ynaydi. Xozirgi paytda birorta kimyoviy texnologiya

yo‘qki dispers sistemalar ishlatalmasin. Xayotimizda atrofimizni o‘rab olgan havodan tortib to suvgacha dispers sistemalardan iborat. Shunday ekan kolloid kimyo fanini o‘rganish katta axamiyatga ega. Shuning uchun ushbu qo’llanmada kolloid kimyodan masalalrni tuzish va yechish metodikalariga etibor qaratildi.

Hozirgi zamon kolloid kimyosining asosiy muammolaridan bo’lgan dispers sistemalarning (dispers faza va dispers muhiti) qanday paydo bo’lganligi va bir-biridan farq qiluvchi fazalararo sirt chegaralarda sodir bo’ladigan mexanik va elektrik xossalarda ega bo’lgan strukturalarning geterogen tuzulishini ko’rsatib beraishdan iboratdir.

Ushbu qo’llanmada yuqorida keltirilgan muammolarni o’rganish oson bo’lishi va talabani mustaqil bilim olishiga yordam beradigan hamda kolloid kimyonи chuqurroq o’rganishga undaydigan masalalarni tuzish va yechishga xarakat qilingan.

## I-bob. Nazariy qism.

### 1. Kolloid kimyo fanining maqsadi, vazifalari va muammolari

Kolloid kimyo fanini o'qitishdan maqsad - bizni o'rab turgan borliqning asosiy qismi kolloid sistemalardan iborat deb qarab, unda boruvchi jarayonlarni kolloid kimyo qonuniyatlariga asoslangan xolda tushuntirish va o'rgatishdan iborat.

Kolloid kimyo fani - mustaqil fan bo'lib, bir qator xususiyatlari jihatidan bir-biriga o'xshash turli-tuman sistemalarni tekshiradi.

Kolloid kimyo - sirt xodisa, dispers sistema va ularning fizik, kimyoviy hamda mexanik xossalari xaqidagi fandir.

Kolloid kimyo fanining asosiy muammosi bir tomondan, dispers fazalarning qanday paydo bo'lganligi, ularning barqarorligi va boshqa xossalari bo'lsa, ikkichi tomondan, o'z tabiatini bilan bir-biridan farq qiluvchi fazalararo sirt chegaralarda sodir bo'ladigan mexanik va elektr xossalarga ega bo'lgan sirtlarda geterogen strukturalarning rivojlanish masalasidan iboratdir.

Biror moddaning mayda zarrachalari boshqa modda ichida tarqalishidan hosil bo'lgan sistema dispers sistema deyiladi.

Dispers so'zi lotincha bo'lib, maydalanmaq, tarqalmoq so'zidan olingan. Tarqalgan modda - dispers faza, ikkinchi modda esa dispersion muhit deb ataladi. Dispers sistemalar tabiatda juda ko'p tarqalgan. Atrofimizda mavjud materiallar – tuproq, yog'och, tabiiy suv, turli-tuman oziq-ovqat maxsulotlari, rezina, bo'yoq va xakozolarining hammasi dispers sistemalarga misol bo'la oladi.

## **2. Dispers sisnemalar va ularning miqdoriy xarakteristikalari**

Kolloid kimyoda tekshiriladigan ob'ektlar ikkita asosiy xususiyatlari bilan ajralib turadi:

- 1) bu disperslik (maydalanganlik) va
- 2) geterogenlik (ko'p fazalik).

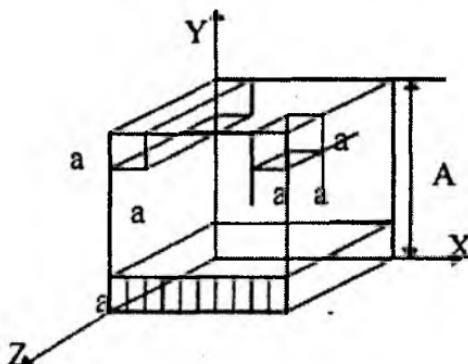
Bu xususiyatlar kolloid kimyoga asos solgan N.P.Peskov tomonidan ilgari surilgan. Ushbu xususiyatlar kolloid kimyo ob'ektlarining funksiyasini va xususiyatlarini belgilaydi.

Ikkinchchi belgi - geterogenlik yoki ko'p fazalilik kolloid kimyoda fazalar aro sirt va sirt yuzasi to'g'risidagi belgilardir. Shuning fazalar aro sirtlardagi mavjud barcha xodisalar va qonuniyatlar biz uchun asosiy axamiuatga ega va ularni to'g'risida chuqir izlanishlar olib borishimizni talab qiladi.

Dispeslik (maydalanganlik darajasi) – bu zarrachani uch tomonlama o'lchamini aniqlashdan iboratdir. Moddaning dispersligi asosan turli tuzilishlardagi shakllarda bo'lishi mumkun: sferik shaklda, silindr shaklda, to'g'ri burchakli va ko'pincha noto'g'ri tuzilishli shakllarda.

Buni 1.1-rasmda ko'rishimiz mumkin. Agar (Y-koordinatasi bo'ylab) bir tomonlama kichraytirib borilsa plenka yoki sirtqi qavat (membrana) hosil bo'lishi mumkin. Agarda kubni o'lchamini ikki tomonlama (X,Y-koordinatalari bo'ylab) kichraytirib borilsa, kapillyarlar yoki ipsimon tuzulishdagi shakllar hosil bo'lishi mumkin. Shu bilan birga kubni uchchala o'lcham (X,Y,Z-koordinatalari bo'ylab)

bo'yicha kichraytirib borilsa, kichik zarrachalar hosil bo'lishiga olib keladi.



**2.1-rasm. Kub o'chamini kichraytirish natijasida disperslarni hosil bo'lishi**

Bunda, jismning maydalanganligi – zarrachaning eng kichik o'lchamga ega bo'lgan koordinata o'qi bilan aniqlanadi.

### **Disperslikni miqdoriy xarakteristikasi**

Disperslikni xarakterlash uchun uchta kattalikdan foydalaniladi:

**1. Zarrachaning ko'ndalang o'lchami – $a$ .** [a]=cm; m. Bu o'cham kub tuzulishli zarrachalar uchun, kuning qirrasi o'lchami va sferik tuzulishli zarrachalar uchun, sferaning diametri.

**2. Disperslik (maydalanganlik darajasi) – $D$  –** zarrachaning ko'ndalang o'lchamiga teskari bo'lgan qiyatga teng:

$$D = \frac{1}{a}; D = cm^{-1}, m^{-1}. \quad (2.1)$$

Bu erda **D**-disperslik, **a**-dispers faza zarrachasining ko'ndalang kesim uzunligi, masalan, sferik zarracha uchun "a" sifatida diametr-d,

kub shaklidagi zarracha uchun kubning qirrasi  $L$  olinadi. Zarrachaning o'lchami qancha kichik bo'lsa, sistemaning disperslik darajasi shuncha katta bo'ladi.

**3. Solishtirma sirt yuzasi** -  $S_{sol}$  - dispes fazaning xajm birligiga yoki massasiga to'g'ri keladigan fazalar aro ( $S_{1,2}$ ) sirt yuzasidir.

$$S_{sol} = \frac{S_{1,2}}{V}; [S] = cm^{-1}, (M^{-1}); \quad (2.2)$$

$$S_{sol} = \frac{S}{m}; [S] = \frac{cm^2}{g}, \left(\frac{M^2}{kg}\right); \quad (2.3)$$

agar  $V$  ning o'rniga m/d (bu erda m-massa, d-zichlik)ni qo'ysak, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$S_{sol} = \frac{Sd}{m} = \frac{1}{l} \quad (2.4)$$

Ikkala usuldan ham foydalanish mumkin, lekin, disperslikni ifodalashda asosan ikkinchi formula qo'llaniladi. Demak, moddaning dispersligini aniqlashda solishtirma va umumiy sirtini aniqlash kerak ekan, u xolda umumiy sirt quyidagi formula orqali ifodalanadi:

$$S = S_{sol} V \quad (2.5)$$

Kolloid sistemalarda zarrachalarning katta kichikligi bir xil o'lchamdan iborat bo'lsa, monodispers; xar xil o'lchamdan iborat bo'lsa polidispers sistemalar deyiladi. Ko'pincha kolloid sistemalar polidispers sistemalar jumlasiga kiradi. Shuning uchun ularning solishtirma sirti zarrachalarning shakliga ham bog'liq bo'ladi.

Agar zarrachalar sferik (shar) shaklida bo'lsa, ularning solishtirma sirti quyidagiga teng bo'ladi.

$$S_{sol} = \frac{S}{V} = \frac{\frac{4\pi r^2}{3}}{\frac{4\pi r^3}{3}} = \frac{3}{r} = \frac{6}{d} \quad (2.6)$$

bu erda  $S_{sol}$  - moddaning solishtirma sirti, S-umumiyligi sirti, V-moddaning umumiyligi xajmi, r-zarracha radiusi, d-zarracha diametri.

Zarrachalari kub shaklida deb olingan kolloid sistemalar uchun solishtirma sirt quyidagiga teng bo'ladi.

$$S_{sol} = \frac{S}{V} = \frac{6l^2}{l^3} = \frac{6}{l}; \quad (2.7)$$

$$\text{Umuman olganda} \quad S_{sol} = \frac{S}{V} = K \frac{1}{a} = KD \quad (2.8)$$

bu erda K-zarracha shakliga bog'liq bo'lgan koefitsient. Oxirgi tenglamaga asosan solishtirma sirt disperslik bilan to'g'ri, zarracha o'lchami "a" bilan teskari bog'langan.

### **Dispers sistemalarning sinflanishi**

Dispers sistemalarni ularni umumiyligi xususiyatlariga asoslanib quyidagi sinflarga ajratish mumkin:

- dispers fazasi bilan dispers muxitning agregat xolatiga qarab;
- dispers fazasi o'lchami, dispers fazasi zarrachalarini o'lchami bo'yicha taqsimlanishiga ko'ra;
- dispers fazaning ko'rinishiga ko'ra;
- fazalar aro bog'lanishiga ko'ra.

### **Dispers faza bilan dispers muxitning agregat xolatiga ko'ra sinflanishi**

Dispers faza bilan dispers muxitning agregat xolatiga qarab sinflanishi 2.1-jadvalda keltirilgan.

Xar bir sistema o'zining nomlanishi va belgisiga ega: belgilashning suratida dispers fazaning agregat xolati, maxrajida dispers muxitning agregat xolati ko'rsatilgan. Sistemalarning suyuq/suyuq xolati, masalan, emulsiya deb nomlanadi. Sistemalarni dispers muxiti gaz bo'lganlarini aerazollar deb nomlanadi.

## 2.1-jadval

### Dispers sistemalarning agregat xolatiga ko'ra sinflanishi

Dispers muxit	Dispers fazalar uchun dispers sistemalar		
	Qattiq (Q)	Suyuq (S)	Gaz (G)
Suyuq	Q/S (zollar, suspenziyalar, gellar, pastalar)	S/S (emulsiyalar, kremlar)	G/S (gazli emulsiyalar, ko'piklar)
Qattiq	Q/Q (qattiq zollar, quymalar)	S/Q (qattiq emulsiyalar, g'ovak jismlar)	G/Q (qattiq ko'piklar, govak jismlar)
Gaz	Q/G (tutun, chang)	G/S (tuman)	G/G (hosil bo'lishi qiyniroq, zichliklar fluktuasiyasi natijasida hosil bo'ladi)

### Dispers faza zarrachalarning o'lchamiga ko'ra sinflanishi

Ikkinchidan zarrachalarni o'lchamiga qarab dispers sistemalarni sinflarga ajratish mumkin. Bunda asosan, zarracha o'lchami "a" ga teskari qiyat "D"-disperslik xisobga olinadi. Yani,  $D = 1/a$ ;  $D = cm^{-1}$ ,  $m^{-1}$ .

Bu xolda sferik shakldagi zarrachalar uchun "a" ushbu zarrachaning "d" diametriga teng bo'ladi. Disperslik va solishtirma sirt yuzasi, zarrachaning o'lchamiga teskari proporsional bo'ladi. Shuni xisobga olgan xolda solishtirma yuzani quydagicha ifodalash mumkin:

$$S_{sol} = \frac{6D}{\rho} \quad (2.9)$$

Bu erda  $\rho$  ( $kg/m^3$ ) -dispers faza zarrachasining zichligi.

Dispers faza zarrachalarining o'lchamiga ko'ra dispers sistemalarning sinflanishi 1.2.2-jadvalda keltirilgan.

Shunday qilib, dispers sistemalar zarrachalarining o'lchami (yoki disperslik darajasi), dispers sistemani muxim miqdoriy ko'rsatkichlari bo'lib, ularni o'ziga xos sifatini aniqlaydi.

## 2.2-jadval

### Dispers sistemalarni sinflanishini dispers faza zarrachalariga bog'liqligi

Sinf	Zarachalar o'lchami		Disperslik darajasi, $m^{-1}$
	mkm	m	
Yuqoridispers sistemalar	$10^{-3} - 10^{-1}$	$10^{-9} - 10^{-7}$	$10^9$
O'rtacha dispers sistemalar	$0,1 - 10$	$10^{-7} - 10^{-5}$	$10^7 - 10^5$
Dag'al dispers sistemalar	10 dan katta	$10^{-5}$ dan katta	$10^5$ dan kichik

### Dispers fazani tashkil qilgan zarrachalarni tuzulishiga ko'ra sinflanishi

Dispers sistemalarni sinflarga ajratishdagi uchunchi belgi dispers fazaning ko'rinishi (shakli) xisoblanadi. Dispers faza zarrachalari plenka, membrana, ip yoki kapillyarlar xolatida bo'lishi mumkin. Bunda ucho'lchamli (zarracha), ikki o'lchamli (iplar, kapillyarlar, kalavalar, g'ovaklar), bir o'lchamli (membranalar, plenralar) bo'lishi mumkin.

## **Dispers sistemalarni struktura tuzulishiga ko'ra sinflanishi**

Barcha dispers sistemalarni erkindispers va bog'langan dispers sistemalarga ajratilishi mumkin.

**Erkindispers sistemalarda** dispers fazalarini bir-biri bilan bog'lanmagan (zollar, suspenziyalar, emulsiyalar va shu bilan birga aerozollar) va ular erkin xarakat qila olishlari mumkin.

**Bog'langan dispers sistemalarda** fazalardan biri strukturasiga ko'ra bog'langan bo'lganligi sabali erkin xarakatlana olmaydi. Ularga kapillyarli g'ovak jismlar, yupqa plenkalar, gellar, ko'piklar va qattiq eritmalar kiradi.

## **Dispers sistemalarni fazalar aro bog'liqlik bo'yicha sinflanishi**

Dispers sistemalarning dispers fazasi bilan dispers muxiti zarrachalari o'rtasida fazalar aro chegarada doimo molekulalararo kuchlar tasirida o'zaro bog'lanish bo'lib turadi. Bunday bog'lanish kuchli yoki kuchsiz bo'lishi mumkin. Bunday bog'lanishga ko'ra dispers sistemalarni "liofov" va "liofil" sistemalarga ajratiladi.

Bunday sistemalardan birinchisining dispers fazasi bilan dispermoxiti orasida kuchli molekulalar aro bog'lanish bo'lsa, ikkinchisida kuchsiz bog'langan bo'ladi.

Liofil dispers sistemalar termodinamik jixatidan barqaror ( $\Delta G \leq 0$ ) bo'lib, o'z-o'zidan dispergasiyalanadi. Liofov dispers sistemalar o'z o'zidan dispergasiyalanmaydi, lekin u yoki bu darajada liofillashga bo'ladi.

### **3. Dispers sistemalar va ularning hosil qilish usullari**

Dispers sistemalarni olinish uchun turli usullar qo'llaniladi. Ulardan biri moddaning yirik zarrachalarini talab qilingan disperslik darajasigacha maydalashga asoslangan bo'lsa, ikkinchisi molekula va ionlarni dispes fazada o'lchamigacha agregatlanib yiriklashnirishdan iboratdir. Shu nuqtai nazardan dispers sistemalarni olinish usullari quyidagicha:

- 1) dispergasiya;
- 2) kondensasiya.

#### **Dispers sistemalarni olinishining dispergasiya usuli**

##### **1. Mexanik dispergasiya**

Molekulalararo kuchlarni yengishga asoslangan usuldirdi. Bunda tashqi kuch tasirida dispergasiya jarayonida erkin energiyani yig'ilishi sodir bo'ladi.

$$\Delta F \gg 0$$

Dispergasiya deb qattiq yoki suyuq jismni inert muxitda maydalanishiga aytildi. Bunda moddaning yoki yirik zarrachaning dispergasiyalishi natijasida disperslik darjasini kuchli ravishda ortadi va solishtirma sirt yuzasiga ega bo'lgan dispers sistema hosil bo'ladi.



**3.1-rasm. Dispergasiya jarayoninig sxemasi.**

Zarracha yoki moddani siqilishi, ishqalanishi, bolg'alanishi natijasida dispergasiyalanish sodir bo'ladi. Dispergasiyalash uchun kolldiy tegirmonlaridan foydalaniladi.

## **2. Cho'kmalarni fizik-kimyoviy usulda maydalash (peptizasiya).**

Dispers sistemalarni koagulyasiya maxsuloti bo'lgan agregatlarni tashqi tasir yordamida qaytadan boshlang'ich zarracha xolatiga keltirishi peptizasiya deyiladi.

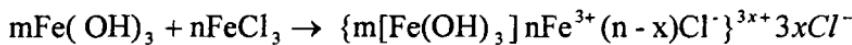
Cho'kmalarni kollid eritmasiga o'tkazishni uchta usuli bor:

a. **Adsorbsion peptizasiya.** Bunda elektrolit-stabilizator qo'shilish xisobiga ionlar adsorbsiyasida, zarrachalar sirtida hosil bo'lувчи, qo'sh elektr qavat tufayli sodir bo'ladigan cho'kma zarralarini bir-biridan iarilish xolati.

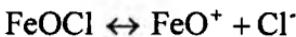
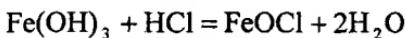
b. **Sirt dissosiasiyasi yo'li bilan peptizasiyalash.** Bu sirt modifikasiya usuli qo'sh elektr qavat (QEQ) hosil bo'lishi bilan bog'labgan.

v. Eng ko'p tarqalgan usul **cho'kmani yuvish yo'li bilan peptizasiya qilish** xisoblanadi. Cho'kmadagi zarrachalar sirtida elektrolitning katta konsentrasiyasini xisobiga siqilgan qo'sh elektr qavat bo'lganda qo'llaniladi. Bunday cho'kmani suv bilan yuvilganda undagi elektrolit konsentrasiyasini kamayadi, qo'sh elektr qavat qalinligi ortadi; zarrachalar orasidagi elektrostatik o'zaro tasirlar ancha uzoq masofalarda tasir qila boshlaydi va cho'kmani kolloid zarrachalari xolatigacha erishi boshlanadi.

Peptizatsiya murakkab jarayon bo'lib, u peptizatorning dispersion muxitga, cho'kma sirtiga adsorbsionishiga, sol'vat qavatlar hosil bo'lishiga bog'liq. Dumanskiyning fikricha, peptizatsiya vaqtida cho'kma bilan peptizator o'rtaida kompleks birikmalar tipidagi birikmalar (oraliq maxsulotlar) hosil bo'ladi; agar kolloid zarrachalar sirtiga stabilizatorning o'zi yutilib kolloid eritma hosil qilsa, bunday peptizatsiya bevosita peptizatsiya deyiladi; agar kolloid zarrachalar sirtiga stabilizatorning o'zi yutilmay, balki uning erituvchi modda bilan hosil qilgan maxsulotlari yutilsa, bilvosita peptizatsiya deyiladi. Masalan:  $\text{Fe(OH)}_3$  cho'kmasiga  $\text{FeCl}_3$  ta'sir etilib,  $\text{Fe(OH)}_3$  gidrolizini hosil qilish bevosita peptizatsiyadir, chunki bu xolda  $\text{Fe}^{3+}$  ionlari kolloid zarracha sirtiga yutilib, ularga musbat zaryad beradi: musbat zaryadli zarrachalar bir-biridan qochganligi tufayli cho'kma tezda yana erituvchiga tarqaladi (dispergatsiyalanadi).



$\text{Fe(OH)}_3$  ning iviq cho'kmasiga  $\text{HCl}$  ning kuchsiz eritmasini ta'sir ettirib,  $\text{Fe(OH)}_3$  hidrozolini hosil qilish bilvosita peptizatsiyaga misol bo'la oladi, chunki bu xolda peptizator rolini  $\text{HCl}$  bilan  $\text{Fe(OH)}_3$  orasida sodir bo'ladigan reaksiya maxsuloti  $\text{FeOCl}$  bajaradi. Bu peptizatsiya jarayonini quyidagicha yozish mumkin:



### **kolloid zarrachalarning mitsella tuzilishi**

Dispergatsiya jarayoni dispersion muxit ta'sida tashqi kuch ta'sir ettirilganda va peptizator qo'shilmaganda xam o'z-o'zidan vujudga kelishi mumkin va termodinamik barqaror ikki fazali geterogen sistema hosil qiladi. Bunday dispers sistemalarga:

- 1) Parafinlarni uglevodorod erituvchilarida hosil qilgan yuqori dispers zollari;
- 2) Sovunning yoki sovun turidagi uglevodorodlarning yuqori (10-40%) kontsentratsiyali suvdagi emul'siyalari;
- 3) Sirt-faol moddalarning suvdagi eritmalar;
- 4) Metallarni ishlashda ishlatiladigan yog'lovchi suyuqliklar.

Kondensasion mexanizm bo'yicha yuqori dispers sistemalar hosil bo'lishi mumkin, agarda bir tomondan yangi, termodinamik barqaror fazaning ko'p sonli "Kurtak"lari paydo bo'lsa, ikkinchi tomondan bu "Kurtak"larni o'sish tezligi aniq (ma'lum) qiymatlarga ega bo'ladi.

Boshlang'ich sistemaning metastabilligini paydo qilishga olib keluvchi, omillar 2 guruhga bo'linadi:

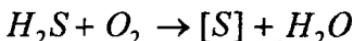
- kimyoviy ya'ni kam eruvchan birikmalarning yuqori konsentrasiyasiga olib keluvchikimyoviy reaksiyalarning borishi;
- fizikaviy ya'ni bosim, xaroratni o'zgarishi.

Erimaydigan mahsulot hosil qiladigan; kondensirlangan fazalar holatida esa uchuvchan (yoki uchuvchan bo'lмаган) mahsulotlar hosil qiladigan ixtiyoriy reaksiyalar kolloid sistema olishda foydalanilishi mumkin.

Turli kimyoviy reaksiyalar yordamida "zollar" hosil qilish mumkin:

- oksidlanish-qaytarilish,
- almashinish,
- gidroliz va boshqalar.

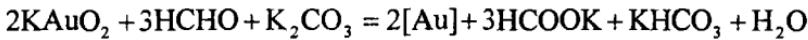
**Oksidlanish reaksiyasi.** Bunday reaksiyalsr vodorod sul'fidni suvda erigatib kislorod bilan ta'sirlashishi natijasida zol hosil bo'ladi. Hosil bo'lgan zolni katta qavsga olib yoziladi, chunki bu erga cho'ma emas balki, kam eruvchan modda hosil bo'lganligini bildiradi:



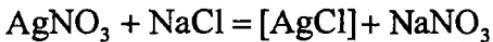
**Qaytarilish reaksiyasi.** Qaytarilish usulida dispers faza chin eritmada biror qaytaruvchi modda yordamida qaytariladi. Misol tariqasida,  $HAuCl_4$  eritmasini  $H_2O_2$  yoki formalin bilan qaytarish, kumush oksidni vodorod bilan qaytarish reaktsiyalarini ko'rsatish mumkin; bu reaktsiyalar quyidagi tenglamalar bilan ifodalanadi:

- $HAuCl_4 + 3H_2O_2 = 2[Au] + 8HCl + 3O_2$
- $Ag_2O + H_2 = 2[Ag] + H_2O$

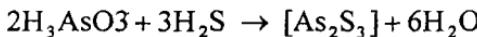
Oltin zolini olishda  $AuCl_3$  ni yoki biror tuzini chumoli al'degid bilan qaytarish mumkin:



**Almashinish reaksiyasi.** Bu reaksiyada erimaydigan moddalar hosil bo'ladigan almashinish reaktsiyalariga asoslangan. Bu usul bilan  $AgCl$  gidrozoli hosil qilinadi.



Mish'yak (III)-sul'fid gidrozoli ham xuddi shu-usulda olinadi.



Almashinish usulida hosil bo'ladigan kolloid zarrachalarning o'shamlari o'zaro reaktsiyaga kirishuvchi eritmalarining kontsentrasiyalariga bog'liq bo'ladi. Misol tariqasida:

$4\text{FeCl}_3 + 3\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] = \text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3 + 12\text{KCl}$  reaktsiyasi asosida hosil bo'ladigan berling zangori kolloid eritmasini olib ko'raylik (bular tajribada aniqlangan):

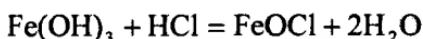
1. Agar temir (III)xloridning 5ml 0. 005 N eritmasiga 0. 005N sariq qon tuzi eritmasidan 5ml qo'shib, uning ustiga 50 ml suv qo'shsak, berling zangorisini tiniq kolloid eritmasi hosil bo'ladi.
2. Agar 5 ml 0. 1N  $\text{FeCl}_3$  eritmasiga  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  ning 0.1 N eritmasidan 5 ml quyib, ustiga 50 ml suv qo'shsak, loyqa eritma hosil bo'lib, berling zangorisi cho'kmaga tushadi.
3. Agar  $\text{FeCl}_3$  ning 5 ml to'yigan eritmasiga  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  ning to'yigan eritmasidan 5 ml qo'shsak, berling zangorisining geli hosil bo'ladi. Unga suv qo'shib suyultirish orqali berling zangorisini kolloid eritmasini hosil qilish mumkin.

Juda kichik zarrachalarni hosil bo'lish tezligini quyidagi tenglama

$$\text{bilan ifodalash mumkin: } V = K \frac{C_{o't.t.} - C_t}{C_t}$$

bu erda,  $S_t$  - to'yigan eritma kontsentrasiyasi;  $S_{o't.t.}$  - o'ta to'yigan eritma kontsentrasiyasi.  $S_{o't.t.} - S_t$  farqi sistemadagi moddaning ortiqcha erigan qismiga to'g'ri keladi va krisstallarning hosil bo'lishi va o'sish tezligini aniqlovchi miqdor.

**Gidroliz reaksiyasi usuli.** Bu usul bilan ko'pincha metall gidroksidlarining kolloid eritmalari olinadi. Buning uchun metall tuzlarini gidrolizlab, kam eriydigan gidroksidlar hosil qilinadi. Masalan, qaynab turgan distillangan suvga  $\text{FeCl}_3$  ning to'yigan eritmasi qo'shilsa  $\text{Fe(OH)}_3$  gidrozoli xosil bo'ladi:



Bu reaktsiyalar natijasida xosil bo'lgan  $\text{FeOCl}$  (temir tuzi) qisman ionlarga parchalanadi:  $\text{FeOCl} = \text{FeO}^+ + \text{Cl}^-$ . Bu ionlar  $\text{Fe(OH)}_3$  zarrachalari atrofida ionlar qavati hosil qilib, kolloid sistemani barqaror qilib turadi.

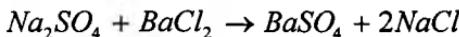
**Bug'lar kondensasiyasi.** Bu usulning moxiyati shundan iboratki, gazsimon sistemada xarorat o'zgarishi bug' bosimi suyuqlik va qattiq jism ustidagi bug'ning muvozanat bosimidan yuqori bo'lishi mumkin va gaz fazada yangi suyuq yoki qattiq faza paydo bo'ladi. Sistema geterogen bo'lib qoladi, ferozollar (tutun, tuman) hosil bo'ladi.

**Erituvchini almashtirish usuli.** Bu usul ham fizik kondensatsiya usuliga kiradi. Ma'lumki ba'zi organik kislotalar etil spirtida yaxshi, lekin suvda yomon eriydi. Bunday kislotalarning suvdagi kolloid eritmalarini hosil qilish uchun avval kislota spirtda eritiladi, so'ngra hosil bo'lgan eritmaga asta-sekin suv qo'shib suyultiriladi. Suv spirt bilan xar qanday nisbatda aralasha olganidan, spirtda erigan organik kislotalarning suvli spirtda eruvchanligi pasayib, uning suvdagi kolloid eritmasi hosil bo'ladi. Shu yo'l bilan masalan, oltingugurtning spirtdag'i

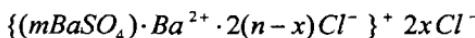
eritmasiga suv qo'shib, oltingugurtning sutsimon kolloid eritmasini hosil qilishi mumkin.

### Turli zollarning mitsella tuzulishi

**Mitsella** – bu kolloid sistemaning suyuq dispers muxitidagi dispers fazasining aloxida zarrachasidir. Natiy sulfan bilan bariy xlorid o'rtasidagi reasiyada mitsella xosil bo'lishini misol tariqasida ko'rib chiqamiz.



Kolloid eritmadiagi ortiqcha bo'lgan komponent stabilizatorlik vazifasini bajaradi.  $BaCl_2$ -bariy xlorid ortiqcha bo'sin. Avallo mitsellaning kichik krisstallaridan iborat agregat hosil bo'ladi.



Agregat -  $\{(mBaSO_4)\}$

Yadro -  $\{(mBaSO_4) \cdot Ba^{2+}$

Zarracha -  $\{(mBaSO_4) \cdot Ba^{2+} \cdot 2(n-x)Cl^- \}^+$  (granula ham deyiladi)

Mitsella -  $\{(mBaSO_4) \cdot Ba^{2+} \cdot 2(n-x)Cl^- \}^+ 2xCl^-$

$BaSO_4$ - kristali yuzasida bo'sh vakant joy bo'lib, (Peskov va Fayans qoidasiga ko'ra mitsella yadrosida bo'lgan ionlardan biri eritmadan mavjud bo'lsa, o'sha ion birinchi bo'lib yadroga adsorsiyalanadi) unga, albatta  $Ba^{2+}$ -ioni vakant joyga joylashadi. Natijada yadro yuzasiga musbat zaryad beradi, ushbu ionni **potensial aniqlovchi ion** deb ataladi.  $BaCl_2$ -dissosiasiyasi natijasida  $Cl^-$ -ioni hosil bo'lib, qarama -qarshi ion sifatida elektrostatik kuchlar tasirida yadroga tortiladi va uni zaryadsizlantiradi. Bu ionnlarni **qarama-qarshi ionlar**

deb nomlanadi.

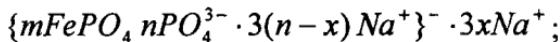
Qarama-qarshi ionlar issiqlik xarakatida bo'lib turadi. Qarama-qarshi ionlarning bir qismi ( $n-x$ ) yadro yaqinida joylashganligi uchun, yadro bilan elektrostatik kuchlar ta'sirida adsorbsion kuchlar bilan **adsorbsion qavatni** hosil qiladi. Agregat bilan potensial aniqlovchi ionlar va qarama-qarshi ionlar birgalikda, ma'lum elektr zaryadiga ega bo'lgan (potensial aniqlovchi ionlar qatlami bilan mos keluvchi) **kolloid zarrachani** tashkil qiladi.

Qarshi ionlarning bir qismi ( $x$ ), bir ismli ionlar bo'lib, ular bir-biri bilan issiqlik xarakati va elektrostatik itarilishi natijasida yadrodan bir muncha uzoqroq joylashib **diffusion qavatni** hosil qiladi. Potensial aniqlovchi ionlar va qarshi ionlar bir-birini to'liq neytrallagani uchun mitsella elektroneutral bo'ladi.

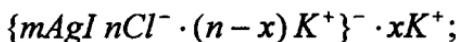
### Potensial aniqlovchi ionlarning turlari

Qatiiq erimaydigan zarrachaning krisstal panjara uchun joylasha oladigan xar qanday ion - potensial aniqlovchi ion bo'lishi mumkin. Potensial aniqlobchi ionlarning uch xil turi bo'lishi mumkin:

- 1) agreganning ioni bilan bir ismli ionlar;



- 2) izomorf ionlar (quyidagi ionlar, yani krisstal panjara ionlariga nisbatan tuzulishi yaqin bo'lgan ionlar);



(I-ioniga  $Cl^-$ ,  $Br^-$ -galloid ionlari izomorf xisoblanadi);

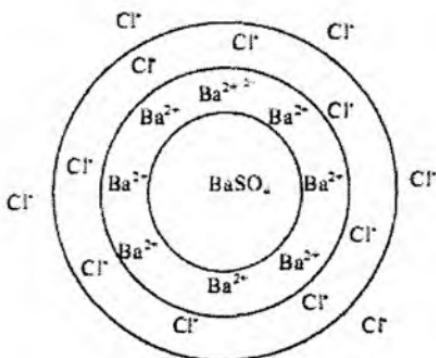
(1) yuqori adsoblanish xususiyatiga tga bo'lgan katta o'lchamli aniq ionlar, masalan, yig' kislotalarinig tuzi-latekslar uchun stabilizator xisoblanadi:

$$\{m\pi nRCOO^- \cdot 3(n-x)Na^+\}^- \cdot xNa^+.$$

### Mitsellani tuzish prinsiplari

- 1) Mitsellaning agregati birikmalarda eruvchan bo'lmasligi kerak.
- 2) Potensial aniqlovchi ionlar sifatida - dispers fazaga kiruvchi ionlarning izomorf ionlari va yuqori adsorblanish xususiyatiga ega bo'lgan organik ionlar bo'lishi kerak.
- 3) Potensial aniqlovchi ionlar bilan qarshi ionlar birgalikda eruvchan birikma hosil qilishi kerak.
- 4) Mitsella butunlay elektroneytral bo'lishi kerak.

Mitsellani quyidagi sxematik tarzda ham ifodalash mumkin:



**3.2-rasm. Kolloid eritmaning mitsella tuzulishini sxematik tasviri.**

#### **4. Dispers sistemalarining molekulyar – kinetik xossalari**

Zarrachalarning issiqlik harakati bilan bog'liq bo'lgan molekulyar – kinetik xossalari quyidagilar kiradi.

**Diffuziya** – dispers sistemalarda konsentratsiyaning o'z-o'zidan tenglashishi bo'lib, qaytmas jarayon hisoblanadi. Diffuziya tezligi – vaqt birligi ichida diffuziya yo'naliishiga perpendikilyar yuza birligidan diffuziyalangan modda miqdori bilan o'lchanadi  $\frac{dm}{d\tau}$ . Miqdor jihatdan diffuziya Fikning I- qonuni bilan aniqlanadi. Unga binoan diffuziya tezligi ko'ndalang kesim yuzasi S va konsentratsiya gradienti  $\frac{dC}{dx}$  ga to'g'ri proporsionaldir.

$$\frac{dm}{d\tau} = -D \frac{dC}{dx} \cdot S \quad (4.1)$$

D - diffuziya koefitsienti - vaqt birligi ichida 1m. yuzadan diffuziyalangan modda miqdori.  $\frac{dC}{dx}$  - x masofa birligida konsentratsiyaning o'zgarishi.

Diffuziya koefitsienti uchun Eynshteyn quyidagi formulani taklif etdi:

$$D = \frac{RT}{N} \cdot \frac{1}{6\pi \cdot \eta \cdot r} \quad (4.2)$$

$\eta$  -muhit qovushqoqligi, r – zarracha radiusi.

**Broun harakati** – suyuq yoki gaz muhitda mayda zarrachalarning o'z-o'zidan sodir bo'ladigan tartibsiz, to'xtovsiz harakati 1827 yilda Broun tomonidan kashf etilgan.

Broun harakati dispers muhit molekulalarining issiqlik harakati

tufayli sodir bo'lishini Eynshteyn va Smoluxovskiyalar tushuntirishgan.

Zarrachaning bosib o'tgan o'rtacha siljish masofasini hisoblash uchun Eynshteyn va Smoluxovskiyalar quyidagi tenglamani taklif etishdi:

$$\Delta \bar{X} = \sqrt{\frac{RT}{N} \cdot \frac{r}{3\pi\eta \cdot r}} \quad (4.3)$$

**Sedimentatsiya.** Dispers sistemalarning zarrachalari yerning tortish kuchi zonasini ta'sirida bo'ladi va uning ta'sirida cho'kadi. Dispers faza zarrachalari juda kichik bo'lsa, ultratsentrifugalar yordamida cho'ktirish mumkin. Sedimentatsiya tezligi dispers faza zarrachasi radiusiga, muhit qovushqoqligiga bog'liq. Stoks qonuni bo'yicha sedimentatsiya tezligi quyidagi tenglama bo'yicha hisoblanadi.

$$r = \frac{9V \cdot r}{2g(\rho_1 - \rho_2)}; \quad r = \frac{9V \cdot r}{2g(\rho_1 - \rho_2)} \quad (4.4)$$

$\rho_1$  –zarracha zichligi;  $\rho_2$  - muhit zichligi;

**Osmotik bosim.** Chin eritmalar kabi kolloid eritmalar uchun ham osmotik bosim xosdir. Suyultirilgan kolloid eritmalarining osmotik bosimi uchun Vant-Goff tenglamasini qo'llasa bo'ladi:

$$\pi = \frac{C}{M} RT \quad (4.5)$$

$C - 1 \text{ m}^3$  kolloid eritmarda erigan modda miqdori. U  $C = v \cdot m$  ga teng.  $m$  –bitta zarracha massasi,  $v$  –konsentratsiya,  $M - 1 \text{ mol}'$  dispers fazaning molyaar massasi.

$$M = m \cdot N \quad \text{unda} \quad \pi = \frac{C}{m} \cdot \frac{RT}{N} = v \frac{RT}{N} \quad (4.6)$$

Bir xil konsentratsiyali kolloid va chin eritmalarini osmotik bosimlari solishtirilsa kolloid eritmadagi zarrachalar soni kam bo'lganligi sababli uning osmotik bosimi kichik bo'ladi.

## 5. Disperd sistemalarning sirt xossalari. Adsorbsiya

**Sirt taranglik.** Sirdagi molekula bilan hajmdagi molekulalning energetik holatlari bir xil emas. Sirtqi qatlam molekulyar kuchlarning to'la sarflanmasligi tufayli ortiqcha erkin energiyaga ega. Bu energiyaning yuza birligiga to'g'ri kelgan qismi solishtirma erkin sirt energiyasi (sirt taranglik) deyiladi va  $\delta$  harfi bilan belgilanadi. Sirt taranglikni sirtni kengaytiruvchi kuch deb qarash mumkin yoki sirtni bir yuza birligini kengaytirish uchun sarflanadigan ishga teng deyish mumkin. Erkin sirt energiyasi quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$G = \sigma \cdot S \quad (5.1)$$

Bu erda  $\sigma$  – sirt taranglik,  $S$  – chegara sirt yuzasi,  $G$  – erkin energiya.

Erkin energiya termodinamikaning ikkinchi qonuniga binoan minimumga intiladi. Sirt energiyani kamaytirishga olib keladigan hodisalardan biri adsorbsiyadir.

Sirt taranglikni faqat suyuqlik gaz chegarasida o'lhash mumkin. Sirt taranglikni o'lhashni bir qancha usullari bor. Rebinder usuli havo pufakchasini chiqarish uchun kerak bo'lgan maksimal bosimni o'lhashga asoslangan.

$$\sigma = \sigma_0 \frac{P}{P_0} \quad (5.2)$$

$\sigma_0$  – suvning sirt tarangligi;  $P_0$  – toza suvda pufakcha chiqarish uchun kerak bo'lgan bosim;  $P$  – tekshirilayotgan suyuqlikda pufakcha chiqaradigan bosim.

**Tomchini sanash usuli** Traube tomonidan ishlab chiqilgan. Bu usul stalagmometr asbobida bajariladi. Ma'lum standart hajmdan oqib

Topuligan tomchilar soni standart va tekshirilayotgan suyuqlik uchun  
moliadi va quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$\sigma = \sigma_0 \frac{n_0 \cdot \rho}{n_1 \cdot \rho_0} \quad (5.3)$$

Bu erda  $n_0$  – standart suyuqlik tomchilari soni;  $n_1$  – tekshirilayotgan suyuqlik tomchidari soni;  $\rho_0$  – standart suyuqlik zichligi;  $\rho_1$  – standart suyuqlik zichligi.

Bu keltirilgan usullar bilan toza suyuqliklar va chin eritmalarining sirt tarangliklarini o'lhash mumkin.

Qabariq sirtda molekulyar harakat tekis sirdagiga qaraganda ko'p, botiq sirtda kam bo'ladi. Bu usulda quyidagi formula qo'llaniladi.

$$\sigma = \frac{h \cdot r \cdot \rho \cdot q}{2} \quad (5.4)$$

$h$  – kapilyardan ko'tarilish balandligi (m);  $r$  – kapillyar radiusi (m);  $\rho$  – zichlik ( $\text{kg}/\text{m}^3$ );  $q$  – erkin tushish tezlanishi ( $\text{m}/\text{s}^2$ ).

Sirt taranglikni o'lhash uchun yana “halqani uzush” usulini ham qo'llash mumkin. Bu usulda metaldan yasalgan halqa suyuqlik sirtiga tushiriladi va tarozi richagi bilan muvozanatlashtiriladi. So'ngra halqani suyuqlik yuzasidan uzish uchun kuch qo'yiladi. Qo'yilgan kuch suyuqlik sirt tarangligiga proportsional:

$$F = K \cdot \sigma \quad (5.5)$$

$K$  – halqaning diametri, o'lchami, qo'llanish burchagiga bog'liq bo'lgan doimiylik. Uning qiymati standart suyuqlik, odatda suv uchun aniqlanadi.

**Adsorbsiya.** Termodinamikaning 2-qonuniga binoan ortiqcha erkin energiyaga ega bo'lgan sistemalarda, uni kamayishiga olib keladigan jarayonlar o'z-o'zidan sodir bo'ladi. Fazalar chegarasida o'z-

o'zidan sodir bo'ladijan jarayonlardan biri - adsorbsiyadir. Keng ma'noda olganda ikkita faza chegarasida modda konsentratsiyasining o'zgarishi adsorbsiya deyiladi. Sirt yuzasida modda konsentratsiyasi ortsas musbat adsorbsiya, kamaysa manfiy adsorbsiya deyiladi.

Eritmalarda adsorbsiya sirt taranglik o'zgarishi bilan kuzatiladi.

Eritma – gaz chegarasidagi adsorbsiya  $1\text{m}^2$  sirt yuzasidagi modda miqdori bilan o'lchanadi:  $\Gamma = \frac{1}{S}$  (5.6)

S -1 kmol erigan modda adsorbsiyalangan yuza.

Suyuqlik sathidagi adtsorbsiyani Gibbs tenglamasi bo'yicha hisoblanadi:

$$\bar{\Gamma} = -\frac{C}{RT} \cdot \frac{d\sigma}{dC} \quad (5.7)$$

C –eritma konsentratsiyasi,  $\text{kmol}/\text{m}^3$ ; R –gaz doimiysi  $\text{J}/\text{mol}\cdot\text{K}$ ;

T –absolyut harorat;  $\frac{d\sigma}{dC}$  – sirt taranglikning konsentratsiya o'zgarishi bilan o'zgarishi.

**Gibbs tenglamasi**  $\Gamma = -\frac{C}{RT} \cdot \frac{d\sigma}{dC}$  – buni quyidagicha ham yozish mumkin:

$$\Gamma = -\frac{C}{RT} \cdot \left( \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{C_2 - C_1} \right) \quad (5.8)$$

Musbat adsorbsiyada erigan moddaning yuza qatlamidagi konsentratsiyasi hajmidagiga nisbatan katta bo'ladi. Musbat adsorbsiyalanadigan va sirt tarangligini kamaytiruvchi moddalar sirt – aktiv moddalar deyiladi. Yuzaning erigan modda bilan to'yingan eng yuqori qiymati  $\Gamma_\infty$  – adsorbsiya bilan belgilanadi.

Sirt aktiv moddalar eritmalarida sirt tarangligining o'zgarishi to'liksiy tenglamasi bilan aniqlanadi.

$$\sigma_0 - \sigma = \alpha(1 + bc) \quad (5.9)$$

$\sigma_0$  – erituvchining sirt tarangligi ( $n/m$ );  $\sigma$  – eritmaning sirt tarangligi;  $a$  va  $b$  – empirik doimiyliklar;  $C$  – eritma konsentratsiyasi,  $kmol/m^3$ ;  $\alpha$  – gomologik qator uchun bir xil qiymatga ega bo'ladi.

$$\alpha = \Gamma_\infty RT \quad (5.10)$$

$\beta$  – sirt aktiv moddaning sirt aktivligini xarakterlaydi va Lengmyur tenglamasidagi adsorbsion muvozanat doimiysi manusini bildiradi.

Sirt aktiv moddalarining adsorbsiyasi Lengmyurning molekulyar adsorbsiya tenglamasiga bo'ysunadi.

$$\Gamma = \Gamma_\infty \cdot \frac{b \cdot c}{1 + b \cdot c} \quad \text{yoki} \quad \Gamma = \Gamma_\infty \cdot \frac{c}{1 + c} \quad (5.11)$$

bu erda  $b = \frac{1}{K}$ . Agar adsorbsiya gaz fazasidan sodir bo'layotgan bo'lsa,  $\Gamma = \Gamma_\infty \cdot \frac{b \cdot p}{1 + b \cdot p}$  To'yigan adsorbsion sathda bitta molekulaga to'g'ri keladigan sath  $S_0$  ni molekulaning ko'ndalang kesim yuzasini:  $S_0 = \frac{1}{\Gamma_\infty \cdot N}$  bo'yicha hisoblash mumkin.  $S_0$  zanjir uzunligiga bog'liq bo'lmay gomologik qator uchun doimiy son.  $\Gamma_\infty$  ning qiymati, SAMning molekulyar massasi va zichligining qiymatlari ma'lum bo'lsa, adsorbsion qatlama qalinligi ni hisoblab topish mumkin:

$$l = \frac{\Gamma_\infty \cdot M}{\rho} \quad (5.12)$$

Qattiq jism – eritma chegarasidagi adsorbsiyani eritma konsentratsiyasining o'zgarishi orqali hisoblanadi. Adsorbsiyaning

muvozanat konsentratsiyasiga bog'liqligi Freyndlixning empirik formulasi bilan ifodalanadi:

**Eritmalarda bo'ladigan adsorbsiya uchun:**

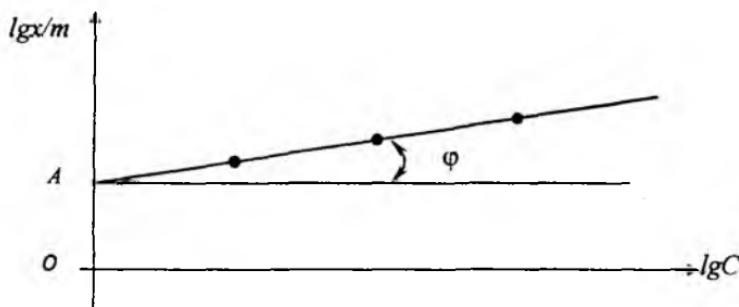
$$\frac{X}{m} = K \cdot C^{\frac{1}{n}} \quad (5.13)$$

**Gazlar adsorbsiyasi uchun:**

$$\frac{X}{m} = K \cdot P^{\frac{1}{n}} \quad (5.14)$$

Bu erda,  $X$ - adsorbsiyalangan modda miqdori, kmol;  $m$  - adsorbent massasi, kg;  $C$ ,  $P$  - muvozanat konsentratsiyasi va bosimi;  $K$  va  $n$  - tajribada topiladigan doimiy sonlar.  $K$  va  $n$  - larni Freyndlix tenglamasini logarifmlab grafik usulda topiladi:

$$\lg \frac{X}{m} = \lg K + \frac{1}{n} \lg C \quad (5.15)$$



**5.1-rasm. Freyndlix formulasini logorismik koordinatalarda ifodalanishi**

$$|OA| = \lg K; \quad \operatorname{tg} \varphi = \frac{1}{n} \quad \text{yoki} \quad n = ctg \varphi$$

## 6. Dispers sistemalarning optik xossalari

Dispers sistemalardan yorug'lik nurining o'tishida uning yutilishi, qaytishi

va tarqalishi kuzatiladi. Yorug'likning yutilishi hodisasi tanlash xususiyatiga ega. Ba'zi moddalar yorug'likni butunlay yutadi, ba'zilari spektrning ma'lum qisminigina yutadi. Bu faqat kolloid sistemalargagina emas, barcha dispers sistemelarga xosdir.

Yorug'likning qaytishi faqat dag'al dispers sistemalarda (suspenziya, emulsiya) sodir bo'ladi. Bu sistemalarda zarracha o'lchami yorug'lik nurining to'lqin uzunligidan katta bo'lganligi uchun bu sistemalar xira bo'ladi.

Kolloid sistemalar uchun optik xossalari ichida eng xarakterlisi yorug'likning tarqalishidir. Yorug'likning tarqalishi (opalestsentsiya) yorug'lik nurining difraktsiyasi tufayli sodir bo'ladi.

Yorug'likning tarqalishi hodisasini nazariy jihatdan Rele asoslab bergen. U tarqalgan yorug'lik nurining intensivgini hisoblash uchun quyidagi tenglamani taklif etdi:

$$J = J_0 \cdot 24 \cdot \pi \left( \frac{n_1^2 - n_2^2}{n_1^2 + 2n_2^2} \right)^2 \frac{\nu \cdot V^2}{\lambda^4} = J_0 \cdot K \frac{\nu \cdot V^2}{\lambda^4} \quad (6.1)$$

$J_0$  – tushayotgan yorug'lik nurining intensivligi;

$J$  - tarqalayotgan nurning intensivligi;

$n_1$  - dispers fazaning sindirish ko'rsatkichi;

$n_2$  - zol konsentratsiyasi (hajm birligidagi zarrachalar soni);

$V$  - zarracha hajmi;

$\lambda$  - yorug'lik nurining to'lqin uzunligi.

Tenglamadan ko'rinish turibdiki, tarqalayotgan nur intensivligi to'lqin uzunligining to'rtinchi darajasiga teskari proportsional.

Agar oq nur tushayotgan (polixrom) bo'lsa, tarqalayotgan nur qisqa to'lqinlarga boy bo'ladi, ya'ni yon tomonidan yoritilgan kolloid sistemalar ko'kimir rangli bo'ladi. O'tayotgan nurda ular qizil rangda ko'rindi.

Rele tenglamasiga konsentratsiyani kiritish uchun  $\nu \cdot V$  ni modda zichligiga ko'paytiramiz.  $C = \nu \cdot V \cdot \rho$  ( $\text{kg}/\text{m}^3$ ). Zarrachalar sharsimon deb faraz qilsak,  $V = \frac{4}{3}\pi \cdot r^3$  bo'ladi. Hamma doimiyarlarni bitta  $K^1$  bilan belgilasak Rele tenlamasi:

$$\frac{J}{J_0} = K^1 \frac{C \cdot r^3}{\lambda^4} \quad (6.2)$$

Formuladagi  $\frac{J}{J_0} = \tau$  - xiralikni bildiradi.

$\tau$  - dispers faza konsentratsiyasiga va zarracha radiusiga to'g'ri proporsional.

Kolloid zarrachalarning o'lchami kichik bo'lgani uchun ularni eng yaxshi optik mikroskopda ham ko'rib bo'lmaydi. 1903 yilda Zigmondi va Ziddentoff yorug'likning tarqatilishini kuzatish mumkin bo'lgan asbob – ultramikroskop taklif etishdi. Uning yordamida ma'lum hajm W zoldagi zarrachalar soni sanaladi. Bitta zarrachaning massasini  $m = \frac{C \cdot W}{\nu}$  bo'yicha hisoblanadi.

Kolloid eritmani monodispers hisoblab, zarracha shar shaklida desak,  $m = V \cdot \rho = \frac{4}{3}\pi \cdot r^3 \cdot \rho$  yozish mumkin. Bu tenglamadan zarracha radiusi topiladi:

$$r = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot C \cdot W}{4 \cdot \pi \cdot \nu \cdot \rho}} \quad (6.3)$$

Agar zarrachalar kub shaklida bo'lsa, kub qirrasi uzunligi  $l$  topiladi.

$$l = \sqrt[3]{\frac{C \cdot W}{\nu \cdot \rho}} \quad \text{Zarracha hajmini esa } V = \frac{C \cdot W}{\nu \cdot \rho} \quad \text{bo'yicha xisoblanadi.}$$

Nefelometrik usul dispers sistema tarqatgan nurning intensivligini o'lchashga asoslangan. Bu usulda zol konsentratsiyasi va dispers faza zarrachasining o'lchami aniqlanadi. Buning uchun Rele tenglamasini quyidagi ko'rinishda yozish mumkin.  $J = K \cdot C \cdot V$

K – C va V dan boshqa hamma parametrlarni birlashtirgan doimiy son. Usulning mohiyati shundaki, unda ikkita dispers sistema tomonidan tarqatilayotgan nurning intensivligi solishtiriladi. Zollar solingan kyuvetalar tushayotgan nur bilan yoritiladi. Eritilayotgan zollar balandliklarini o'zgartirib, ikkala zoldan tarqalayotgan nur intensivliklari tenglashtiriladi. Standart va tekshiriluvchi eritmalar:

a) bir xil hajmda va bir xil tabiatli zarrachalarning hajmiy konsentratsiyalari bilan;

b) bir xil hajmiy konsentratsiyali, lekin zarracha hajmlari bilan farq qilishi mumkin.

$J_1=J_2$  bo'lganda ular uchun: a)  $c_1h_1 = c_2h_2$ ; b)  $V_1h_1 = V_2h_2$  deb yozish mumkin.

Rele nazariyasiga asoslanib, Debay eritma xiraligini uning zarracha o'lchami bilan bog'liqligi uchun quyidagi formulani taklif etdi:  $\tau = H \cdot C \cdot M$  ; C –konsentratsiya,  $\text{kg/m}^3$ , H –umumlashtirilgan doimiylik.

M –modda mitsellasining molekulyar massasi.

Debay tenglamasi juda suyultirilgan eritmalar uchun to'g'ri bo'ladi.

Yuqorida aytib o'tilganidek tushayotgan nurning intensivligi sistemadan o'tganda pasayadi. Tiniq rangsiz erituvchili eritmalarda nur faqat erigan modda tomonidan yutiladi. Ular uchun Lambert-Ber tenglamasi o'rinali bo'ladi:

$$J = J_0 e^{-\varepsilon Cd} \quad (6.4)$$

$J_0$  – tushayotgan nur intensivligi;

$J$  - o'tgan nur intensivligi;

$\varepsilon$  - konsentratsiya birligiga to'g'ri keladigan nur yutish koeffitsienti;

$c$  – eritma konsentratsiyasi;

$d$  – eritma qatlami qalinligi;

$e$  - natural logarifm asosi;

Kolloid va dispers sistemalarda tushayotgan nur intensivligi faqat yutilishi hisobiga emas, dispers fazalarining yorug'lik nurini tarqatishi hisobiga ham pasayadi. Shu sababli rangli kolloid eritmalarda yorug'likning tarqalish koeffitsienti ham hisobga olinadi.

$$J = J_0 \cdot e^{-(E+A)c \cdot d} \quad (6.5)$$

A –yorug'likning tarqalish koeffitsienti.

Tiniq kolloid va dispers sistemalarda yorug'likning yutilishi kuzatilmaydi. Ularda  $E=0$ . Intensivlikning pasayishi faqat yorug'likning tarqalishi tufayli bo'ladi.

Tushayotgan nur intensivligining tarqalayotgan nur intensivligiga nisbatining logarifmi sistemaning optik zichligi deyiladi.

$$D_\lambda = \lg \frac{J_0}{J} = E \cdot c \cdot d \quad (6.6)$$

Lambert-Ber qonunini qo'llash mumkinligi grafik usulida aniqlanadi. Bunda optik zichlikning konsentratsiyaga D - C bog'liqligi kalibrash grafigida to'g'ri chiziqni berishi kerak.

## 7. Kolloid sistemalarning elektrokinetik xossalari

Kolloid sistemalarning (xususan gidrozollarning) elektr maydonidagi holatini tekshirgan juda ko'p izlanishlar shuni ko'rsatdiki, kolloid zarrachalar o'zgarmas tezlikda elektrodlardan biri tomon harakatlanadi. Dispers fazalarining elektr maydonidagi harakati elektroforez deyiladi. Suyuq dispers muhitning elektr maydonidagi harakati elektroosmos deyiladi. 1859 yilda Kvinke suyuqlikning g'ovak diafragma orqali oqib o'tishida potentsial farqi yuzaga kelishini aniqladi. Uni oqib chiqish potentsiali deb ataldi.

1878 yilda Dorn dispers fazalarini cho'kishida qatlamlar orasida potentsial farqi hosil bo'lishini isbotlab cho'kish potentsiali deb atadi.

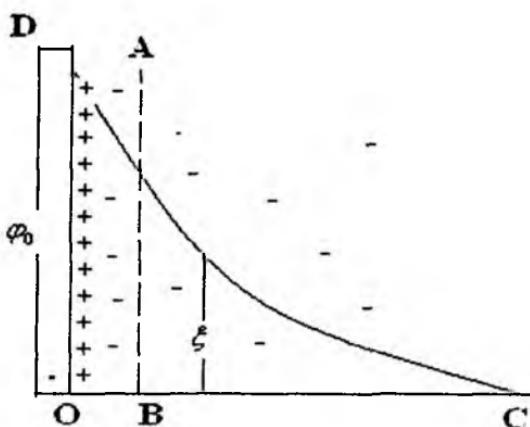
Yuqoridagi to'rtta hodisaning sodir bo'lishini fazalar chegarasida qo'sh elekt qavat (QEQ) hosil bo'lishi bilan tushuntiriladi.

Qo'sh elektr qavatning hosil bo'lishini 1924 yilda Shtern o'z nazariyasida tushuntirgan. Buda elektrostatik tortishish, adsorbsiya va ionlarning o'lchamlarini hisobga oladi. Kumush nitrat ortiqcha olingen kumush xlorid zoli mitsellasining tuzilishini koordinatalar sistemasida ifodalab, qo'sh elektr qavatning tuzilishini ko'rib chiqamiz.

Agregat va dispers muhitning chegara sathida potentsial aniqlovchi ionlar (bu misolda n ta  $\text{Ag}^+$  ionlari) adsorbsiyalanadi. Qarshi ionlar ( $n-x$ ) ta  $\text{NO}_3^-$  ham adsorbsion va elektrostatik kuchlar ta'sirida bo'ladi. Shu

bilan birga  $x$  ta  $NO$ ; ioniga issiqlik harakati ham ta'sir etadi. Natijada qarshi ionlar diffuzion tarqaladi.

$NO$ ; - ionlarining konsentratsiyasi sirtdan uzoqlashgan sari kamayadi.



7.1-rasm. Qo'sh elektr qavatning tuzulishi

Potentsial aniqlovchi ionlar( $n$  ta) va qarshi ionlarning bir qismi ( $n-x$ )ta adsorbsion qavatni hosil qiladi. Uning qaliligi gidratlangan ion diametriga teng (7.1- rasmda AB chiziq) qolgan ( $x$  ta) qarshi ion diffuzion qavatni hosil qiladi (BC oraliq).

Qattiq faza bilan eritma orasida potentsial farqi hosil bo'ladi va u termodinamik potentsial deyiladi –  $\varphi$  (rasmda OD kesma). Diffuzion qavatgacha OC qiymati to'g'ri chiziq bo'ylab pasayadi.

Agar zolni elektr maydoniga joylashtirilsa, diffuzion qavatdagi bo'sh ushlangan ionlar bir elektrodga, zaryadlangan zarracha esa boshqa elektrodga yuqoridagi misolda qatodga tomon harakatlanadi. Misella xuddi AB chegarada ikkiga bo'linganga o'xshaydi. Adsorbsion va diffuzion qavatlar orasida boshqa potentsial hosil bo'ladi. Bu potentsial termodinamik potentsialning bir qismi bo'lib, elektrokinetik yoki dzeta

$\xi$ -potentsial deyiladi. Elektroforetik tekshirishlarda zol chegarasining chiziqli tezligi bilan dzeta potentsial orasidagi bog'lanishni ifodalovchi quyidagitenglamadan foydalaniladi:

$$\xi = \frac{\eta \cdot V}{\epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot H} \quad (7.1)$$

$\epsilon$  - muhitning dielektrik doimiyligi;  $\epsilon_0$  - elektrik doimiylik,  $8,85 \cdot 10^{-12}$  f/m;  $H$  - tashqi maydon gradienti V/m;  $\eta$  - muhit qovushqoqligi, N·s/m<sup>2</sup>.

Zol chegarasining tezligi elektroforetik harakatchanlik  $U$  bilan bog'liq.

Elektroforetik harakatchanlik potentsial gradienti 1V da 1 m bo'lganda, yani  $H=1$  V/m da zarrachaning 1 cekunda bosib o'tgan yo'llini xarakterlaydi.

$$U = \frac{V}{H} = V \frac{l}{E} = \frac{S \cdot l}{\tau \cdot E} \quad (7.2)$$

$E$  - elektrodlar orasidagi potentsial farqi, V;

$l$  - elektrodlar orasidagi masofa, m;

$\tau$  - zol chegarasi, S - (m) masofani bosib o'tgan vaqt.

Elektroosmotik natijalar bo'yicha dzeta potentsialni quyidagi formula bilan topiladi:

$$\zeta = \frac{\eta \cdot \chi \cdot W}{\epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot J} \quad (7.3)$$

$\chi$  - solishtirma elektr o'tkazuvchanlik  $\text{Om}^{-1}\text{m}^{-1}$

$W$  - hajmiy tezlik,  $\text{m}^3/\text{s}$ ;

$J$  - tok kuchi, A;  $\epsilon_0$  - elektrik doimiylik =  $8,85 \cdot 10^{-12}$  f/m.

Oqib chiqish potentsiali qo'sh elektr qavatda ionlarning joylashishi bilan bog'liq. Diffuzion qavatdagi ionlar qancha ko'p bo'lsa,

elektrokinetik potentsial qiymati katta bo'ladi. Oqib chiqish potentsiali ham shuncha katta bo'ladi, berilgan

Bosim bilan oqib chiqish potentsiali ( $E$ ) orasida quyidagi bog'lanish bor:

$$E = \frac{P \cdot \varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot \xi}{\eta \cdot \chi} \quad (7.4)$$

$P$  – suyuqlikni harakatga keltirish uchun berilgan bosim, Pa;

$\xi$  – dzeta potentsial qiymati zolning agregativ barqarorligini xarakterlaydi. Zolga elektrolit qo'shilsa diffuzion qavat siqiladi, termodynamik potentsial keskin

kamayadi. Dzeta potentsial qiymati ham kamayadi.

## 8. Kolloidlarning barqarorligi va liofob zollarning

### koagulyatsiyasi

N.P. Peskov 1922 yilda liofob zollarning sedimentatsion (kinetik) va agregativ turg'unligi tushunchalarini kiritdi. Kolloid sistemalarning sedimentatsion turg'unligi ularning broun harakatida bo'lishi bilan tushuntiriladi. Ularda sedimentatsion-diffuzion muvozanat yuzaga keladi. Agregativ barqarorlik dispers sistemalarning o'zining dastlabki disperslik darajasini va bir tekisda tarqalganligini saqlash qobiliyatidir. Agregativ barqarorlikning buzilishi o'z-o'zidan sodir bo'ladigan koagulyatsiya jarayoniga olib keladi. Kolloid zarrachalarning bir-biri bilan yopishib, yiriklashishi **koagulyatsiya** deyiladi. Yirik zarrachalar og'irlik kuchi ta'sirida idish tagiga cho'kishi **sedimentatsiya** deyiladi. Ba'zan koaugulyatsiyada hech qanday o'zgarish kuzatilmaydi, bu yashirim koagulyatsiya deyiladi, agar zolda sezilarli belgilar-xiralashishi yoki rang o'zgarishi sodir bo'lsa, ochiq koagulyatsiya deyiladi.

Elektrokinetik potentsial  $\xi$  (dzeta) potentsial qiymatini kamaytiruvchi va diffuzion qavatdagi ionlarni degidratlab diffuzion qavatni siqilishiga olib keluvchi barcha omillar koagulyatsiyani yuzaga keltirishi mumkin. Bularga haroratning ortishi, elektrolitlar qo'shish, boshqa zol qo'shish kiradi.

Elektrolitlar ta'siridagi koagulyatsiyaning asosiy qonuniyati **Shultse-Gardi qonunida** ifodalanadi. Unga binoan koagulyatsiyani elektrolitning bitta ioni, kolloid zarracha zaryadiga qarama-qarshi zaryadlangani chaqiradi, bu ionning valentligi qancha katta bo'lsa, uning koagulyatsiyalash qobiliyati shuncha yuqori bo'ladi.

$1 \text{ m}^3$  zolni koagulyatsiyaga uchratish uchun etarli bo'lgan elektrolitning kmol lardagi minimal miqdori koagulyatsiya chegarasi deyiladi.

Koagulyatsiya chegarasini quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$\gamma = \frac{C \cdot V_{el}}{V_z + V_{el}} \quad (8.1)$$

$C$  – elektrolit konsentratsiyasi,  $\text{kmol/m}^3$ ;  $V_{el}$  – elektrolit hajmi,  $\text{m}^3$ ;  
 $V_z$  – zolning hajmi,  $\text{m}^3$ ;

Koagulyatsiya chegarasiga teskari qiymat ionning koagulyatsiya qobiliyatidir:

$$P = \frac{1}{\gamma} \quad (8.2)$$

## **II-bob. Amaliy qism**

### **1. Dispers sistemalar va ularninnd dispersligining miqdoriy tavsiflash bo'yicha masala va mashqlar yechish**

**1-masala.** Zarrachalarining o'rtacha diametri  $1 \cdot 10^{-7}$  m, zichligi  $\rho = 3,43 \cdot 10^3$  kg/m<sup>3</sup> bo'lgan mishyak sulfid zolining solishtirma sirtini hisoblang.

**Yechish:** Zarracha radiusini topamiz.

$$r = \frac{10^{-7}}{2} = 5 \cdot 10^{-8} \text{ m}$$

$$S_{sol} = \frac{3}{r} = \frac{3}{5 \cdot 10^{-8}} = 6 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$$

$$S_{sol} = \frac{3}{r \cdot \rho} = \frac{3}{5 \cdot 10^{-8} \cdot 3,14 \cdot 10^3} = 1,75 \cdot 10^7 \text{ k/m}^2$$

**Javob:**  $1,75 \cdot 10^7$  k/m<sup>2</sup>.

**2-masala.** 2,1 g kumushni maydalaganda:

- a) qirrasining uzunligi  $l = 10^{-7}$  m bo'lgan kub shaklidagi;
- б) radiusi  $10^{-8}$  m bo'lgan sharsimon zarrachalar hosil bo'lsa, zarrachalarning umumiyligi sathini hisoblang. (Kumushning zichligi  $10,5 \cdot 10^3$  kg/m<sup>3</sup>).

**Yechish:** a) 1 – variant.

$$S_{sol} = \frac{6}{l} = \frac{6}{10^{-7}} = 6 \cdot 10^7 \text{ m}^{-1}$$

2,1g. kumush massasi:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{2,1 \cdot 10^{-3}}{10,5 \cdot 10^3} = 2,7 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3;$$

$$S_{um} = S_{sol} \cdot V = 6 \cdot 10^7 \cdot 2,7 \cdot 10^{-7} = 12 \text{ m}^2$$

## 2– variant

Kubning yuzasini hisoblang:  $S_0 = 6 \cdot l^2 = 6 \cdot (10^7)^2 = 6 \cdot 10^{-14} \text{ m}^2$

1ta zarracha massasini hisoblaymiz:

$$m_0 = V_0 \cdot \rho = l^3 \cdot \rho = 10^{-21} \cdot 10,5 \cdot 10^3 = 10,5 \cdot 10^{-18} \text{ kg.}$$

Zarrachalar sonini hisoblaymiz:

$$n = \frac{m_{um}}{m_0} = \frac{2,1 \cdot 10^{-3}}{10,5 \cdot 10^{-18}} = 2 \cdot 10^{14}$$

$$\text{Umumiy sirt: } S_{um} = n \cdot S_0 = 2 \cdot 10^{14} \cdot 6 \cdot 10^{-14} = 12 \text{ m}^2$$

**1 – вариант. б)** Sharsimon zarrachalar uchun:

$$S_{sol} = \frac{3}{r} = \frac{3}{10^{-8}} = 3 \cdot 10^8 \text{ m}$$

$$\text{Kumush hajmi: } V = \frac{m}{\rho} = \frac{2,1 \cdot 10^{-3}}{10,5 \cdot 10^3} = 2,7 \cdot 10^{-7} \text{ m}^3$$

$$S_{um} = S_{sol} \cdot V = 3 \cdot 10^8 \cdot 2,7 \cdot 10^{-7} = 60 \text{ m}^2$$

## 2– variant

$$\text{Shar hajmi: } V_0 = \frac{4}{3} \pi \cdot r^3 = \frac{4}{3} \cdot 3,14 \cdot (10^{-8})^3 = 4,19 \cdot 10^{-24} \text{ m}^3$$

$$\text{va yuzasi } S_0 = 4\pi R^2 = 4 \cdot 3,14 \cdot (10^{-8})^2 = 12,56 \cdot 10^{-16} \text{ m}^2$$

zarracha massasi:

$$m_0 = V_0 \cdot \rho = 4,19 \cdot 10^{-24} \cdot 10,5 \cdot 10^3 = 4,39 \cdot 10^{-20} \text{ kg.}$$

$$\text{Zarrachalar soni: } n = \frac{2,1 \cdot 10^3}{4,39 \cdot 10^{-30}} = 4,78 \cdot 10^{16}$$

$$\text{Umumiy yuza: } S_{\text{um}} = S_0 \cdot n = 12,56 \cdot 10^{-16} \cdot 4,78 \cdot 10^{16} = 60 \text{ m}^2$$

Javob:  $60 \text{ m}^2$  ga teng.

**3-masala.** Kvarts suspentsiyazi zarrachalari shar shaklida. Zarrachalar massasining 40% ining radiusi  $1 \cdot 10^{-5} \text{ m}$  bo'lsa, qolgan zarrachalarining radiusi  $5 \cdot 10^{-5} \text{ m}$  ni tashkil etadi. Kvartsning solishtirma sirtini hisoblang.

**Yechish:**  $r_1, V_1$  va  $S_1$  yirik zarrachalar radiusi, hajmi, umumiy yuzasi;

$r_2, V_2, S_2$  mayda zarrachalar radiusi, hajmi, umumiy yuzasi;

$V_1 = 0,6 \text{ m}^3$   $V_2 = 0,4 \text{ m}^3$  deb olamiz va  $V_1$  va  $V_2$  hajmdagi zarracha sonini aniqlaymiz.

$$n_1 = \frac{V_1}{\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r_1^3}$$

$$n_2 = \frac{V_2}{\frac{4}{3} \cdot \pi \cdot r_2^3}$$

$$n_1 = \frac{0,6}{\frac{4}{3} \cdot 3,14 \cdot (5 \cdot 10^{-5})^3} = 1,15 \cdot 10^{12}; \quad n_2 = \frac{0,4}{\frac{4}{3} \cdot 3,14 \cdot (10^{-5})^3} = 9,55 \cdot 10^{13}$$

$$S_1 = n_1 \cdot 4\pi \cdot r_1^2 = 1,15 \cdot 10^{12} \cdot 4 \cdot 3,14 \cdot (5 \cdot 10^{-5})^2 = 14,44 \cdot 10^{12} \cdot 25 \cdot 10^{-10} = 3,61 \text{ m}^2$$

$$S_2 = n_2 \cdot 4\pi \cdot r_2^2 = 9,55 \cdot 10^{13} \cdot 4 \cdot 3,14 \cdot (10^{-5})^2 = 120 \cdot 10^{13} \cdot 10^{-10} = 120 \cdot 10^3 \text{ m}^2$$

$$S_{\text{um}} = S_1 + S_2 \quad V_1 + V_2 = 1 \text{ m}^3$$

$$S_{\text{sol}} = V_1 \frac{3}{r_1} + V_2 \frac{3}{r_2} = 0,6 \frac{3}{5 \cdot 10^{-5}} + 0,4 \frac{3}{1 \cdot 10^{-5}} = 0,36 \cdot 10^5 + 1,2 \cdot 10^5 = 1,56 \cdot 10^5 \text{ m}^{-1}$$

**Javob:**  $S_{\text{sol}} = 1,56 \cdot 10^5 \text{ m}^3$ ;

**4-masala.** Suspenziya zarrachalarining radiusi  $5 \cdot 10^{-5}$  m ga ortsa, sistemaning erkin eneriyasi necha marta o'zgaradi?

**Yechish:**  $F = \sigma \cdot S = \sigma \cdot n \cdot S_0$  formuladan foydalanamiz.

$S$ -bitta zarrachaning sath yuzasi;

$S_0$ - barcha zarrachalarning umumiy sath yuzasi.

Hajm birligidagi zarrachalar soni - zarracha radiusi kubiga teskari proportsional, ya'ni:  $n = \frac{1}{r^3}$ . Undan  $F = \sigma \cdot \frac{S_0}{r^3}$  Sharsimon zarrachalar uchun

$$S_0 = 4 \cdot \pi \cdot r^2$$

$$F = \frac{\sigma \cdot 4 \cdot \pi \cdot r^2}{r^3} = \frac{4 \cdot \pi \cdot \sigma}{r};$$

$$\text{Ikkala hol uchun } F_1 = \frac{4 \cdot \pi \cdot \sigma}{r_1} \text{ va } F_2 = \frac{4 \cdot \pi \cdot \sigma}{r_2}$$

$$\text{Bu tenglamalardan: } \frac{F_1}{F_2} = \frac{r_2}{r_1} = \frac{5 \cdot 10^{-5}}{10^{-6}} = 50$$

Sistemaning erkin energiya zahirasi zarrachalar yiriklashganda 50 marta kamayadi.

**5-masala.** Tajriba uchun yangi tayyorlangan dispers sistemani harorat 298 K da diffuziyasi va qovushqoqligi o'lchandi. Olingan natijalar quyidagicha:

$$D = 1,2 \cdot 10^{-10} \text{ m/s}; \quad \eta = 10^{-3} \frac{MC}{m^2}$$

Ushbu dispers sistemaning zarrachasini radiusi topilsin va qanday dispers sistema sinfiga taalluqliligi aniqlansin.

**Yechish:** Masalani yechishda diffuziya tezligi uchun Eynshteyn tomonidan chiqarilgan quyidagi formuladan foydalilanadi:

$$D = \frac{RT}{N} \cdot \frac{1}{6\pi\eta} \quad \text{yoki} \quad D = \frac{RT}{6\pi\eta}$$

Tenglamadagi  $r$  – zarracha radiusi, u quyidagiga teng:

$$r = \frac{RT}{6D\pi\eta} = \frac{1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 298}{6 \cdot 1,2 \cdot 10^{-10} \cdot 3,14 \cdot 10^{-3}} = 1,8 \cdot 10^{-9} \text{ m.}$$

Demak, zarracha radiusi  $r=1,8 \cdot 10^{-9}$  m bo'lib, olingan dispers sistema nozik dispers sistemaga, ya'ni kolloid sistema sinfiga mansubdir.

**6-masala.** Ikkita A kolbada va B kolbalarda eritmalar tayyorlandi. Ikkala eritma ham shaffof ko'rindi. A kolbadagi eritmaga yorug'lik nuri tushirilsa, idishdagi eritma shu'lalanib yorug'lik sochilishi kuzatildi. B kolbadagi eritmaga yorug'lik tushirilsa yorug'lik to'g'ridan-to'g'ri eritmadan o'tib ketdi. Ikkala idishdagi eritmalarini qanday eritma ekanligini aniqlang.

**Yechish:** Ma'lumki, eritmalarini quyidagi turlarga bo'linadi:

1) Dag'al dispers sistemalar – zarrachalarining o'lchami  $10^{-7}$  m dan katta bo'ladi. SHunday zarrachali eritmaga yorug'lik tushirilsa yorug'lik qaytadi va yutiladi. Eritmaning ko'rinishi loyqasimon bo'ladi.

2) Kolloid eritmalar – zarrachalarining o'lchami  $10^{-7}$  m dan kichik, ya'ni  $10^{-7}\text{-}10^{-9}$  m oralig'ida bo'lib, yorug'lik tushirilsa sochiladi va eritma shu'lalanadi.

3) Chin eritmalar – zarrachalarining o'lchami  $10^{-9}$  m dan kichik bo'ladi. Eritmaga yorug'lik tushirilsa, yorug'lik o'tib ketadi. Eritma tiniq bo'ladi.

Demak, A kolbadagi eritma kolloid eritma; B kolbadagisi chin eritmadir.

**7-masala.** Dispers sistema zarrachasining uzunligi  $8 \cdot 10^{-6}$  sm li to'g'ri kublar shaklida maydalangan  $0,2$   $\text{sm}^3$  dispers sistemadagi zarrachalar sonini aniqlang. Qanday dispers sistema sinfiga mansubligini toping. Dispers sistemaning zichligi  $13,546$   $\text{g/sm}^3$  ga teng.

**Yechish:**

a) dispers sistemaning massasi topiladi:  $M_{D_0C} = 0,2 \cdot 13,546 = 2,709$  gr.

b) bitta zarracha hajmi aniqlanadi:

$$V = l^3 = (8 \cdot 10^{-6})^3 = 5,12 \cdot 10^{-16} \text{ sm}^3.$$

s) bitta zarracha massasi topiladi:  $5,12 \cdot 10^{-16} \cdot 13,546 = 6,94 \cdot 10^{-15}$  g.

d) zarrachalar soni:

$$N = \frac{2,709}{6,94 \cdot 10^{-15}} = 3,9 \cdot 10^{14} \text{ ta bo'ladi.}$$

Demak, javoblardan ma'lum bo'ldiki, sistema nozik dispers sistema sinfiga mansubdir.

**8-masala.** Zichligi  $1932$   $\text{kg/m}^3$  bo'lgan  $2 \cdot 10^{-3}$  kg maxsus dispers sistemaning dispers fazasi tegirmonchada maydalab ezilib, qirrachalarining uzunligi  $10^{-8}$  m li kubchalar hosil bo'ladi. Bular zarrachalarining umumiyligini yuzasini toping.

Berilgan:  $p = 1932$   $\text{kg/m}^3$ ;  $m = 2 \cdot 10^{-3}$  kg;  $l = 10^{-8}$  m.

Noma'lum:  $S_{sol.sirt} = ?$        $S_{um.sirt} = ?$

**Yechish:**

$$1) S = \frac{b}{c} \text{ dan solishtirma sirt hisoblanadi: } S = \frac{6}{10^{-8}} = 6 \cdot 10^8 \text{ m}^{-1}.$$

2)  $2 \cdot 10^{-3}$  kg dispers sistemaning dispers fazasi hajmi topiladi:

$$m = P \cdot V \text{ dan } \frac{m}{P} = \frac{2 \cdot 10^{-3}}{1932} = 1,0352 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3.$$

3) Dispers sistemaning dispers fazasi zarrachalarining umumiy sathi topildi:  $S = S \cdot V = 6 \cdot 10^8 \cdot 1,0352 \cdot 10^{-6} = 621,12 \text{ m}^2$ .

## 2. Dispers sistemalarning hosil qilish bo'yicha masalava mashqlar yechush

### 1-masala.

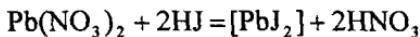
Almashinish reaktsiyasi yordamida quyidagi eritmalarini teng hajmda aralashtirilishi natijasida kolloid eritmalarini xosil qilindi:

a) 0,001 H Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> va 0,0005 H HJ;

b) 0,001 H Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> va 0,02 H HJ.

Ushbu kolloid eritmalarining dispers fazasini tashkil qiluvchi mitsellalarini tuzulishini yozing va zarrachalarini elektr maydonida qaysi qutbga tomon xarakatlanishini aniqlang.

**Yechish:** a) Reaktsiya tenglamasini yozamiz:



Berilgan eritmalarining kontsentratsiyalaridan ma'lumki, Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> – dan ortiqcha ekanligi ko'rinish turibdi. SHuning uchun reaktsiya natijasida eritmada ortiqcha Pb<sup>2+</sup>, H<sup>+</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ionlari bo'ladi.

PbJ<sub>2</sub> - qattiq zarracha, zolning mitsella yadrosini tashkil qiladi.

PbJ<sub>2</sub>-ning qancha molekulasi yadroni tashkil qilganligi noma'lum bo'lganligi uchun, uning oldiga **m** -koeffitsient qo'yiladi.

SHunday qilib, m PbJ<sub>2</sub> – yadroni tashkil qiladi.

Peskov va Fayans qoidasiga asoslanib, yadro kristall panjarasiga mos ion eritmadan adsorbsiyalanadi, bu ion Pb<sup>2+</sup>- bo'lib, molekulalarining soni aniq bo'lmasligi uchun old koeffitsient "n" yozilib, adsorbsion qavat - n Pb<sup>2+</sup> dan tashkil topadi. Natijada yadro musbat zaryadli bo'lib, u (+2n) ga teng bo'ladi

Yadro musbat zaryadlangandan so'ng, o'ziga eritmadan manfiy zaryadlangan NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-zarrachalarni torta boshlaydi, natijada qarshi ionlarning qatlami paydo bo'ladi. Bizga ma'lumki, yadroni to'liq kompensatsiyalaydigan qarshi ionlar qatlami xosil bo'lmaydi. Shuning uchun quyidagi 2(n-x) – koeffitsientni qo'yiladi.

Koeffitsient oldidagi 2- qiymat, Pb<sup>2+</sup> -ning bitta ionini neytrallaydi, buning uchun NO<sub>3</sub><sup>-</sup>-ning ikkita ioni kerak bo'lishini ko'rsatadi.

Natijada qarama qarshi ionlar qatlami quyidagicha 2(n-x) NO<sub>3</sub><sup>-</sup> bo'ladi.

Adsorbsion qatlam va qarama qarshi qatlam zaryadlarining yig'indisi granula zaryadini tashkil qiladi:

$$(+2) \cdot n + (-1) \cdot (2) \cdot (n - x) = +2n - 2n + 2x = +2x$$

Adsorbsion qatlamning zaryadini butunlay neytrallash uchun difuzion qatlamdagi ionlar ham ishtirok etadi. Granulaning zaryadi +2x bo'lganligi uchun, uni neytrallash uchun 2·x manfiy zaryadlangan NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ion sarf bo'ladi.

Natijada diffuzion qatlam  $2x NO_3^-$  ga teng bo'ladi. Zolning mitsella tuzilishini tuzamiz:

$$\{m[PbJ_2] \cdot n Pb^{2+} \cdot 2(n-x) NO_3^-\}^{+2x} \cdot 2x NO_3^-$$

$m[PbJ_2]$  - yadro;

$n Pb^{2+}$  - potensial aniqlovchi ion bo'lib, u adsorbsion qavatda joylashgan;

$2(n-x) NO_3^-$  - adsorbsion qavatdagi qarama-qarshi ion qatlami;

$n Pb^{2+} \cdot 2(n-x) NO_3^-$  - adsorbsion qavatd;

$2x NO_3^-$  - diffuzion qatlam;

$\{m[PbJ_2] \cdot n Pb^{2+} \cdot 2(n-x) NO_3^-\}^{+2x}$  - granula (kollid zarracha)

Ushbu zolning zarrachasi musbat zaryadlidir.

$\{m[PbJ_2] \cdot n Pb^{2+} \cdot 2(n-x) NO_3^-\}^{+2x} \cdot 2x NO_3^-$  - mitsella.

Zolning zarrachasi musbat zaryadli bo'ganligidan ma'lumki, ushbu zarracha elektr maydonida manfiy elektrod (katod) tomon xarakatlanadi.

### Masalani 2-chi qismining echimi:

b) masala shartidagi konentratsiyalar bo'yicha reaktsiya natijasida eritmada  $H^+$ ,  $J^-$ ,  $NO_3^-$  ionlar ortiqcha qoladi va natijada:

$mPbJ_2$  – yadro xosil bo'ladi.

Peskov-Fayans qoidasiga muvofiq yadroga  $J^-$  - ionlari adsorbsiyalanadi. Natijada quyidagi adsorbsion qavat  $nJ^-$  - xosil bo'ladi. Unga nisbatan qarama-qarshi ionlar qavati quyidagicha  $(n-x)H^+$  bo'ladi.

Granula zaryadi -  $(-1) \cdot n + (+1)(n-x) = -x$ .

Diffuzion qavat -  $x \cdot H^+$  dan iborat bo'ladi.

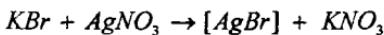
Zolning mitsella tuzilishini tuzamiz:

$$\{ [m PbJ_2] \cdot n J^- \cdot (n - x) H^- \}^{-x} \cdot x H^+$$

Mitsellaning zarrachasi zaeyadidan ma'lum bo'ldiki, ushbu zarracha elektr maydonida musbat elektrod (anod) tomon xarakatlanadi.

**3-masala.** Kumush bromid zoli  $32 \text{ sm}^3$   $8 \cdot 10^{-3}$  n kaliy bromid va  $25 \text{ sm}^3$   $9,6 \cdot 10^{-3}$  n kumush nitrat aralashtirilishidan hosil bo'ldi. Zolning mitsella formulasini yozing. Zarrachaning zaryad ishorasi va elektr maydonidagi harakat yo'nalishini aniqlang.

**Yechish:** Zol xosil bo'lish reaksiyasini yozamiz:



Moddalardan qaysi biri ortiqcha ekanligini aniqlash uchun, reaksiyada ishtiroy etgan moddalarning miqdorini aniqlaymiz:

Kaliy bromidning miqdori:  $n = V \cdot C = 32 \cdot 0,008 = 0,256 \text{ mol}$

Kumush nitratning miqdori:  $n = V \cdot C = 25 \cdot 0,0096 = 0,240 \text{ mol}$

Ko'rinish turibdiki, eritmada kaliy bromid ortiqcha.

Ortiqcha kaliy bromide eritmada ionlarga ajralgan xolda bo'ladi:

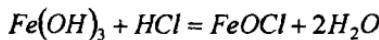


Fayans va Panet qoidasi asosida Kumush bromid zolining mitsella tuzulishini yozamiz:  $\{[m AgBr]n Br^- (n - x) K^+\}^{x^-} x K^+$

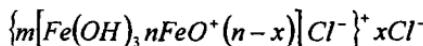
**Javob:** AgBr zarrachalari manfiy zaryadli.

**4-masala.**  $Fe(OH)_3$  ning iviq cho'kmasiga  $HCl$  ning kuchsiz eritmasi ta'sir ettirilganda kolloid eritma hosil bo'ldi. Zolning mitsella tuzilishi va kolloid zarrachasi zaryadini aniqlang.

**Yechish:**  $Fe(OH)_3$  ning iviq cho'kmasiga  $HCl$  ning kuchsiz eritmasini ta'sir ettirib,  $Fe(OH)_3$  gidrozolini hosil qilish bilvosita peptizatsiyaga misol bo'la oladi. Chunki bu holda peptizator rolini  $HCl$  bilan  $Fe(OH)_3$  orasida sodir bo'ladigan reaktsiya mahsuloti  $FeOCl$  bajaradi. Bu peptizatsiya jarayonini quyidagicha izohlash mumkin:



Zolning mitsella tuzilishini yozamiz:



$m[Fe(OH)_3]$	- yadro
$nFeO^+(n-x)Cl^-$	- adsorbsion qavat
$xCl^-$	- diffusion qavat
$nFeO^+$	- potensial aniqlovchi ion
$\{m[Fe(OH)_3, nFeO^+(n-x)Cl^-\}^+$	- granula (kolloid zarracha)
$\{m[Fe(OH)_3, nFeO^+(n-x)Cl^-\}^+ xCl^-$	- mitsella

**Javob:** Yuqoridagilardan ko'rinib turibdiki kolloid zarracha zaryadi (+) zaryadli ekan.

**5-masala.** Kumush yodid zolini hosil qilish uchun 20 ml 0,01 n li kaliy yodid eritmasini 10 ml 0,005 n li kumush nitrat eritmasi bilan aralashtiriladi. Hosil bo'lgan zolning mitsella formulasini yozing.

**Yechish:** 10 ml 0,005 l li eritmadiagi kumush nitrat massasi topiladi:  $[Mr(AgNO_3) = 170]$

$$1000 \text{ ml} : 170 \cdot 0,005 \text{ g } AgNO_3 = 10 \text{ ml} : m_{AgNO_3}$$

$$m_{AgNO_3} = \frac{10 \cdot 170 \cdot 0,005}{1000} = 0,0085 \text{ g.}$$

20 ml 0,01 l li eritmadiagi kaliy yodid  $[Mr(KJ) = 166]$  massasi topiladi:

$$1000 \text{ ml} : 166 \cdot 0,01 \text{ g } KJ = 20 \text{ ml} : m_{KJ}$$

$$m_{KJ} = \frac{20 \cdot 166 \cdot 0,01}{1000} = 0,0332 \text{ g.}$$

0,085 g kumush nitrat bilan bog'lana oladigan kaliy yodidning massasi topiladi:

$$m_{KJ} = \frac{0,0085 \cdot 166}{170} = 0,0073 \text{ g.}$$

Demak, eritmada  $KJ$  ko'p miqdorda ekan. Shuning uchun mitsella yadrosida yod ionlari adsorbilanadi. Unda mitsellaning formulasi quyidagi

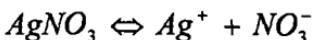
ko'rinishda bo'ladi:  $\{[m_{AgJ}] \cdot nJ^- \cdot (n-x) \cdot K\}^{x-} \cdot xK^+$

**6-masala.** Kumush xloridning kolloid eritmasini hosil qilish uchun  $25 \text{ sm}^3$  0,02 n li  $KCl$  eritmasi  $125 \text{ sm}^3$  0,005 n li  $AgNO_3$  eritmasi bilan aralashtiriladi. Hosil qilingan zolning yadrosi granula va mitsellasining formulalarini yozing.

**Yechish.** Eritmalardan qaysi biri ko'p miqdorda ekanligi aniqlanadi:

- $KCl$  ning mg·ekv miqdori  $25 \cdot 0,02 = 0,05$  mg·ekv;
- $AgNO_3$  ning mg·ekv miqdori  $125 \cdot 0,005 = 0,625$  mg·ekv.

Reaksiya uchun 0,5 mg·ekv  $KCl$  ga 0,5 mg·ekv  $AgNO_3$  kerak bo'ladi. Demak,  $AgNO_3$  ko'p olingan. Eritmada kumush nitrat ionlari bo'ladi:



Kumush ioni yadroga birinchi bolib asorblangani (potensial aniqlovchi ion) uchun colloid zarracha musbat zaryadli bo'ladi va mitsella tuzulishi quyidagicha



**7-masala.** Kumush xlориднинг зaryадланмаган zolini hosil qilish uchun 0,029% li  $NaCl$  va 0,001 n  $AgNO_3$  eritmalari qanday hajmda aralashtiriladi?

#### Yechish:

1) Reaksiya tenglamasi yoziladi:  $NaCl + AgNO_3 = [AgCl] + NaNO_3$

2) moddalar massasi topiladi:

$$\text{a)} 1:170 = 0,001:x; \quad x = 0,17 \cdot 10^{-3} \text{ kg.}$$

$$\text{b)} 100:0,029 = 1000:x; \quad x = 0,29 \cdot 10^{-3} \text{ kg.}$$

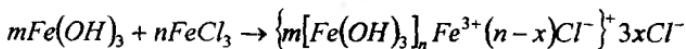
2) Tenglama bo'yicha  $0,17 \cdot 10^{-3}$  kg  $AgNO_3$  va  $0,29 \cdot 10^{-3}$  kg  $NaCl$  reaksiyaga kirishganda neytral  $AgCl$  zollari hosil bo'ladi. Tajriba uchun olingan miqdorlarni nazariy keltirib chiqarilgan miqdorlarga nisbati orqali har bir eritmadan qancha hajm olish kerakligi hisoblanadi.

$$\frac{m_{NaCl}}{M_{NaCl}} : \frac{m_{AgNO_3}}{M_{AgNO_3}} = \frac{0,29 \cdot 10^{-3}}{58,5 \cdot 10^{-3}} : \frac{0,17 \cdot 10^{-3}}{170 \cdot 10^{-3}} = 0,005 : 0,01$$

nisbatda olinadi.

**8-masala.**  $Fe(OH)_3$  cho'kmasiga  $FeCl_3$  tuzi eritmasi ta'sir ettirilganda sodir bo'ladigan jarayonni tushuntiring, reaksiya tenglamasini yozing va zolning mitsella tuzilishini ifodalang. Hosil bo'lgan zolning kolloid zarrachasi zaryadini aniqlang.

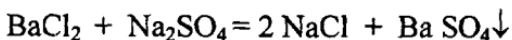
**Yechish.**  $Fe(OH)_3$  cho'kmasiga  $FeCl_3$  ta'sir etilib,  $Fe(OH)_3$  gidrolizini hosil qilish bevosita peptizatsiyadir. Chunki bu holda  $Fe^{3+}$  ionlari kolloid zarracha sirtiga yutilib, ularga musbat zaryad beradi. Musbat zaryadli zarrachalar bir-biridan qochganligi tufayli cho'kma tezda yana erituvchiga tarqaladi (dispergatsiyalanadi).



Kolloid zarracha musbat (+) zaryadli ekan.

**9-masala.** Kimyoviy kondensasiya usulida  $BaCl_2$  va  $Na_2SO_4$  larning suvli suvli muhitda ta'sirlashishlari natijasida kolloid eritma xosil bo'lди. Kolloid eritmani mitsella tuzulishini yozing.

**Yechish:** Zol xosil bo'lish reaksiya tenglamasini yozamiz:



Zol xosil bo'lish shartlaridan biri, reaksiyaga olingan moddalardan birini ortiqcha olinishidir, shuning uchun boshlang'ich moddalardan biri bo'lgan  $BaCl_2$  ortiqcha olingan desak, u xosil bo'lgan kolloid eritmaning

stabilizatori xisoblanadi va kolloid eritmaning mitsella tuzulishi quyidagicha bo'ladi:

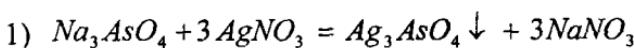
$$\{[mBaSO_4] \cdot nBa^{2+} \cdot 2(n-x)Cl^- \}^{2x-2xCl^-}$$

- 1)  $\{[mBaSO_4] \cdot nBa^{2+}$  - yadro;
- 2)  $nBa^{2+}$  - potensial aniqlovchi ion;
- 3)  $[mBaSO_4]$  - agregat;
- 4)  $nBa^{2+} \cdot 2(n-x)Cl^-$  - adsorbsion qavat;
- 5)  $2xCl^-$  - diffusion qavat;
- 6)  $\{[mBaSO_4] \cdot nBa^{2+} \cdot 2(n-x)Cl^- \}^{2x-2xCl^-}$  - kolloid zarracha (zaryadlangan);
- 7)  $\{[mBaSO_4] \cdot nBa^{2+} \cdot 2(n-x)Cl^- \}^{2x-2xCl^-}$  - elektroneytral mitsella

**10-masala.**  $Na_3AsO_4$ -natriy arsenatning 0,01M eritmasidan 10 ml va  $AgNO_3$ -kumush nitratning 0,013 M eritmasidan 20 ml olib, aralashtirilishi natijasida kolloid eritva (gidrozol) xosil qilindi.

Gidrozol xosil bo'lish reaksiya tenglamasini va reasiya uchun olingan boshlang'ich moddalardan qaysi biri ortiqcha ekanligini hamda xosil bo'lgan gidrozolning mitsella tuzulishini yozing. Mitsella zarrachasi zaryadini aniqlang.

**Yechish:**



Xosil bo'lgan  $Na_3AsO_4$ -suvda yomon eriydi.

2) reaksiya uchun boshlang'ich moddalardan qaysi biri ortiqcha olinganligini aniqlash uchun, ularning ekvivalent mol miqdorlarini aniqlaymiz:

$$n_{ekv}(M) = V \cdot C_M \cdot Z$$

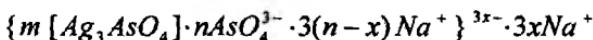
Bu erda, V-eritma xajmi, l da; C<sub>M</sub>- eritmalarining molyar konsentrasiyalari, mol/l; Z-moddalarning ekvivalent sonlari.

$$n_{ekv}(Na_3AsO_4) = 10 \cdot 10^{-3} \cdot 0,01 \cdot 3 = 3 \cdot 10^{-4} \text{ mol}. \quad Z(Na_3AsO_4) = 3.$$

$$n_{ekv}(AgNO_3) = 20 \cdot 10^{-3} \cdot 0,013 \cdot 1 = 2,6 \cdot 10^{-4} \text{ mol}. \quad Z(AgNO_3) = 1.$$

Demak reaksiya uchun  $(Na_3AsO_4)$ -dan ortiqcha olingn.

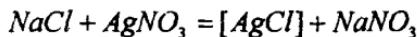
3) kumush arsenatning mislla tuzulishini yozamiz:



Potensial aniqlovchi ion (PAI) bu  $nAsO_4^{3-}$  -arsenat ionidir. Bundan ko'rinib turibdiki, kolloid zarracha zaryadi – (-) manfiy.

**11-masala.** Natriy xlorid eritmasining 5,1 g ni, huddi shunday massali kumush nitrat eritmasi bilan aralashtirildi. Reaksiya natijasida hosil bo'lgan kumush xloridning zolinig massasini toping va xosil bo'lgan kolloid eritmaning mitsella tuzulishini va zarrachasi zaryadini aniqlang.

**Yechish.** Reaksiya tenglamasini yozamiz:



Qidirilayotgan kattalik –  $m(AgCl)$  – massasi (grammlarda).

Aralashtirilgan eritma tarkibidagi NaCl va AgNO<sub>3</sub> ning miqdorlarini topamiz:

$$v(NaCl) = \frac{m(NaCl)}{M(NaCl)} = \frac{5,1}{58,5} \text{ mol};$$

$$v(AgNO_3) = \frac{m(AgNO_3)}{M(AgNO_3)} = \frac{5,1}{170} \text{ mol}.$$

Bundan ko'rinib turibdiki, NaCl – ortiqcha olingan, ya'ni :

$$\frac{5,1}{58,5} > \frac{5,1}{170}$$

Kumush nitratning reaksiyaga kirishgan miqdorini, hosil bo'lgan kumush xlorid miqdoriga teng deb, tenglama tuzamiz:

$$\nu(AgNO_3) = \nu(AgCl)$$

$$\frac{m(AgNO_3)}{M(AgNO_3)} = \frac{m(AgCl)}{M(AgCl)}, \text{ yoki } \frac{5,1}{170} = \frac{m(AgCl)}{143,5} \quad \text{bundan} \quad m(AgCl) = 4,3 \text{ g.}$$

Hosil bo'lgan kumush xlorid eritmasining massasi 4,3 grammga teng.

Mitsella tuzulishini yozamiz, eritmasa NaCl – ortiqcha bo'lgani uchun, uning ionlari eritmada bo'ladi:



$$\{m[AgCl] \cdot nCl^- \cdot (n-x)Na^+\}^{x-} \cdot xNa^+$$

**Javob:** Kollid zarracha (-) – manfiy zaryadli ekan.

### 3. Dispers sistemalarning molekulyar – kinetik hamda optik xossalari bo'yicha masala va mashqlar yechish

**1-masala.** Qizil kongo bo'yog'ining suvli eritmasida konsentratsiya gradienti  $\frac{dC}{dx} = 0,6 \text{ kg/m}^3$  bo'lganda  $20 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$  yuzadan 1,5 soat ichida  $3,6 \cdot 10^{-7} \text{ kg}$  modda o'tadi. Diffuziya koefitsientini hisoblang.

**Yechish:**  $\frac{dm}{d\tau} = -D \frac{dC}{dx} \cdot S$  dan diffuziya koefitsientini hisoblab topamiz.

$$D = - \frac{\Delta m}{S \cdot \Delta t \cdot \frac{dC}{dx}} = - \frac{3,6 \cdot 10^{-7}}{20 \cdot 10^{-4} \cdot 1,5 \cdot 3600 \cdot 0,6} = -5,55 \cdot 10^{-8} \frac{m^2}{C}$$

**2-masala.** 298 K da kumush iodid zolida diffuziya koeffitsienti  $1,6 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$ , muhit qovushqoqligi  $\eta = 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{s}/\text{m}^2$  ga teng bo'lsa, zarracha radiusini hisoblang.

**Yechish:** Diffuziya koeffitsientini hisoblash uchun Eynshteyn tenglamasidan foydalanamiz:

$$D = \frac{RT}{N \cdot 6\pi \cdot \eta \cdot r} \quad r = \frac{RT}{N \cdot 6\pi \cdot \eta \cdot D}$$

$$r = \frac{8,31 \cdot 298}{6,02 \cdot 10^{23} \cdot 6 \cdot 3,14 \cdot 10^{-3} \cdot 1,6 \cdot 10^{-10}} = 1,36 \cdot 10^{-9} \text{ m} \quad r = 1,36 \cdot 10^{-9} \text{ m}$$

**3-masala.** Temir (III)- gidroksid hidrozoli zarrachalarining radiusi  $r = 2 \cdot 10^{-8} \text{ m}$ , muhit qovushqoqligi  $\eta = 10^{-3} \text{ N} \cdot \text{s}/\text{m}^2$  bo'lsa, zarrachaning  $\tau = 6 \text{ s}$  dagi o'rtacha siljish masofasini aniqlang.

**Yechish:**  $\Delta \bar{X} = \sqrt{\frac{RT}{N} \cdot \frac{\tau}{6\pi\eta \cdot r}}$  formuladan foydalanamiz.

$$\Delta \bar{X} = \sqrt{\frac{8,31 \cdot 293}{6,02 \cdot 10^{23}} \cdot \frac{6}{6 \cdot 3,14 \cdot 10^3 \cdot 2 \cdot 10^{-8}}} = \sqrt{1,29 \cdot 10^{-10}} \approx 1,13 \cdot 10^{-5}$$

**4-masala.** 298 K da konsentratsiyasi  $C = 3 \text{ kg/m}^3$ , zarrachasining diametri  $d = 8 \cdot 10^{-9} \text{ m}$  va zichligi  $19,3 \text{ kg/m}^3$  bo'lgan oltin hidrozolining osmotik bosimini hisoblang.

**Yechish:** Osmotik bosimni hisoblash uchun Vant-Goff tenglamasidan foydalanamiz:  $\pi = \frac{c}{m} \cdot \frac{RT}{N}$

Bitta zarrachaning massasini uchun hajmini zichligiga ko'paytirib topamiz.  $m = \nu \cdot \rho$ . Zarracha sharsimon bo'lganligi uning hajmi  $\nu = \frac{4}{3} \pi \cdot r^3$  yoki  $m = \frac{4}{3} \pi \cdot r^3 \cdot \rho$  bo'ladi, bundan foydalanib osmotic bosimni topamiz:

$$\pi = \frac{3 \cdot C \cdot R \cdot T}{4\pi \cdot r^3 \cdot \rho \cdot N} = \frac{3 \cdot 3 \cdot 8,31 \cdot 10^3 \cdot 298}{4 \cdot 3,14 \cdot (4 \cdot 10^{-9})^3 \cdot 6,02 \cdot 10^2 \cdot 19,3} = 4,6 \cdot 10^{-4} \text{ Pa}$$

$$\pi = 4,6 \cdot 10^{-4} \text{ Pa}$$

**5-masala.** Temir (III)-gidroksid zoli zarrachasning o'rtacha siljish kattaligini aniqlang. Agar zarracha radiusi  $r = 10^{-8}$  m, suvning qovushqoqligi  $\eta = 10^{-3}$  n·sek/m<sup>2</sup>, harorat  $T = 293^0$  bo'lsa,  $\tau = 4$  sekund davomida zarracha qancha masofani bosib o'tgan.

**Masalani yechish.** Eynshteyn tenglamasiga muvofiq o'rtacha kvadratik siljish kattaligi:  $\bar{x}^2 = 2 \cdot D \cdot \tau$  ga teng.

Bu yerda: D – diffuziya koeffitsienti. Agar zarrachalarning tuzilishi shar

shaklida deb faraz qilinsa, quyidagiga ega bo'lamiz:

$$\bar{x} = \sqrt{\frac{RT}{N} \cdot \frac{\tau}{3\pi \cdot \eta \cdot r}}$$

Bu yerda: R – universal gaz doimiysi; T – temperatura,  $^0\text{K}$ ; N – Avogadro soni; r – zarracha radiusi, M;  $\eta$  – muhitning qovushqoqligi, n·sek/m<sup>2</sup>,  $\tau$  – vaqt, sekund.

$$\bar{x} = \sqrt{\frac{8,31 \cdot 10^3 \cdot 2934}{6,06 \cdot 10^{26} \cdot 3 \cdot 3,14 \cdot 10^{-8}}} = 12,9 \cdot 10^{-6}$$

Demak, javob kolloid eritma zarrachasining 4 sekund davomida o'rtacha siljish kattaligi  $12,9 \cdot 10^{-6}$  m ga teng.

**6-masala.** Oltin gidrozolining kontsentratsiyasi  $2 \text{ kg/m}^3$  bo'lib, zarrachasining o'lchami, ya'ni diametri  $d=6 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ , zichligi  $\rho = 19,3 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$  ga teng. Tajriba harorati  $T=293^\circ\text{K}$  ga teng.

**Yechish.** Osmotik bosim quyidagiga teng:

$$\pi = \frac{C}{M} \cdot \frac{R}{T}.$$

Moddaning molyar og'irligi quyidagilarga teng:  $M = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho N$ . Buni osmotik bosim formulasiga qo'yamiz:

$$\pi = \frac{C}{\frac{4}{3} \pi r^3 \rho N} \cdot \frac{R}{T}$$

Osmotik bosimini hisoblaymiz:

$$\pi = \frac{2 \cdot 8,31 \cdot 293 \cdot 10^3}{\frac{4}{3} 3,14 \left( \frac{6 \cdot 10^{-9}}{2} \right) \cdot 19,3 \cdot 10^3 \cdot 6,06 \cdot 10^{26}} = \frac{48,6966 \cdot 10^5}{13,2209 \cdot 10} = 3,68 \text{ n/m}^2.$$

**7-masala.** Ultramikroskopda  $W=2 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3$  hajmdagi oltingugurt zoli tekshirilganda zarrachalar soni 100 ta ekanligi aniqlandi. Zolning konentratsiyasi  $C=6,5 \cdot 10^{-5} \text{ kg/m}^3$ , zichligi  $C=1 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$  bo'lsa, zarrachani shar shaklida deb hisoblab, o'rtacha radiusini hisoblang.

**Yechish:** masalani yechishda quyidagi formuladan foydalanamiz:

$$r = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot C \cdot W}{4 \cdot \pi \cdot \nu \cdot \rho}}$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot 6,5 \cdot 10^{-5} \cdot 2 \cdot 10^{-11}}{4 \cdot 3,14 \cdot 100 \cdot 10^3}} = \sqrt[3]{3,105 \cdot 10^{-21}} = 1,46 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

**8-masala.** Yuqori dispers polistirol zolini  $\lambda_1=640\cdot10^{-9}$  m va  $\lambda_2=460\cdot10^{-9}$  to'lqin uzunligidagi monoxromatik nurlar bilan yoritiladi. Zolning nur tarqatish intensivliklarini solishtiring.

**Yechish:**  $J = J_0 \cdot K \frac{V \cdot V^2}{\lambda^4}$  formuladan foydalanamiz. To'lqin uzunligidan boshqa parametrlari doimiy bo'lganligi uchun tenglamani  $J = \frac{K^1}{\lambda^4}$  ko'rinishda yozish mumkin. Berilgan to'lqin uzunliklari uchun  $J_1 = \frac{K^1}{\lambda_1^4}$  va  $J_2 = \frac{K^1}{\lambda_2^4}$  bo'ladi.

$$\text{Undan, } \frac{J_2}{J_1} = \frac{\lambda_1^4}{\lambda_2^4} = \frac{(640 \cdot 10^{-9})^4}{(460 \cdot 10^{-9})^4} = \frac{1677,72}{447,75} = 3,75$$

Kichik to'lqin uzunligidagi nur, katta to'lqin uzunli nurga nisbatan 3,75 martta ko'p tarqalar ekan.

**9-masala.** Benzinning suvdagi va tetralinning suvdagi emulsiyalarining nur tarqatish intensivligini solishtiring. Moddalarning sindirish ko'satkichlari 293K da mos ravishda benzol uchun  $n_1=1,38$ , tetralin uchun  $n_2=1,54$  va suv uchun  $n_0=1,33$ . Emulsiyalarning konsentratsiyalari va zarracha o'lchamlari teng.

**Yechish:** Zarracha o'lchamlari, konsentratsiyalari teng va bir xil yoritilganligi uchun yuqorida keltirilgan tenglamalarni  $J = K \left( \frac{n_1^2 - n_0^2}{n_1^2 + 2n_0^2} \right)^2$  ko'rinishda yozish mumkin.

Benzinning suvdagi emulsiyasi uchun:

$$J = K \left( \frac{1,38^2 - 1,33^2}{1,38^2 + 2 \cdot 1,33^2} \right)^2 = 1,53 \cdot 10^{-4} K$$

Tetralin emulsiyasi uchun:

$$J = K \left( \frac{1,54^2 - 1,33^2}{1,54^2 + 2 \cdot 1,33^2} \right)^2 = 7,89 \cdot 10^{-3} K$$

$$\text{Bulardan } \frac{J_2}{J_1} = \frac{7,89 \cdot 10^{-3}}{1,53 \cdot 10^{-4}} = 51,57$$

Tetralin emulsiyasining nur tarqatish intensivligi benzin emulsiyasiga nisbatan 51,57 martta ko'p ekan.

**10-masala.** Nefelometr yordamida mastika gidrozolining har xil konsentratsiyali ikkita eritmasining xiraligi solishtirilganda quyidagi natijalar olindi. Standart va tekshirilayotgan zolni  $h_1=5 \cdot 10^{-3}$  m va  $h_2=19,0 \cdot 10^{-3}$  m balandlikda yoritilganda bir xil xiralik kuzatildi. Standart zol zarrachalari radiusi  $r_1=120 \cdot 10^{-9}$  m bo'lsa, tekshirilayotgan zol zarracha radiusini aniqlang:  $V_1 h_1 = V_2 h_2$  tenglamadan foydalanamiz. Zarrachalar shar shaklida ekanligi uchun  $\frac{4}{3} \pi r_1^3 h_1 = \frac{4}{3} \pi r_2^3 h_2$  deb yozish mumkin. Bundan

$$r_2^3 = r_1^3 \frac{h_1}{h_2} = (1,2 \cdot 10^{-9})^3 \cdot \frac{5 \cdot 10^{-3}}{1,9 \cdot 10^{-3}} = 0,45 \cdot 10^{-21} \text{ m}^3$$

$$r_2 = \sqrt[3]{0,45 \cdot 10^{-21}} = 0,77 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

**11-masala.** Gidrozolning zarrachasini  $\tau=10$  nm vaqt ichida o'rtacha kvadratik siljishi va diffuziya koeffisientini aniqlang. Agar  $T=293,2$  K, muhit qovushqoqligi  $\eta=10^{-3}$  Pa·s,  $r=50$  nm, ga teng bo'lsa.

**Yechish:** Eynshteyn tenglamasidan diffuziya koeffisientini xisoblaymiz:

$$D = \frac{KT}{6\pi\eta r}; \quad D = \frac{1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 293}{6 \cdot 3,14 \cdot 10^{-3} \cdot 50 \cdot 10^{-9}} = 4,3 \cdot 10^{-22} \text{ m}^2/\text{s}$$

Eynshteyn-Smoluxovskiy tenglamasi zarrachaning o'rtacha kvadratik sijishi bilan diffuziya koeffisienti bir-biri bilan bog'laydi:

$$\bar{\Delta}^2 = 2 \cdot D \cdot \tau$$

Bundan zarrachaning o'rtacha kvadratik sijishi quyidagicha bo'ladi:

$$\bar{\Delta}^2 = \sqrt{2 \cdot D \cdot \tau} = \sqrt{2 \cdot 4,3 \cdot 10^{-22} \cdot 10} = 9,26 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

**12-masala.** 30%-li  $\text{SiO}_2$ -gidrozolining 293,2 K da osmotik bosimini xisoblab toping. Agar, zarrachasining solishtirma sirti  $S_{ud} = 2,7 \cdot 10^5 \text{ m}^2/\text{kg}$  ga teng

bo'sa. Gidrozol zarrachasining zichligi  $\rho(\text{SiO}_2) = 2,2 \text{ g/cm}^3$  va muxitning zichligi  $\rho_0 = 1,15 \text{ g/cm}^3$  ga teng.

**Yechish:** dispers sistemalarning ( $\pi$ )-osmotik bosimini Vant-Goff tenglamasi asosida quyidagicha xisoblab topish mumkin:

$$\pi = \nu K \cdot T = \frac{c}{m} K \cdot T$$

bu erda  $c$  - zarrachaning massa konsentrasiyasi;

$m$  - bitta zarrachaning massasi.

Dispers fazaning massa bo'yicha konsentrasiyasini topamiz:

$$c = \frac{0,3}{0,3/\rho + 0,7/\rho_0} = \frac{0,3}{0,2/2,2 \cdot 10^3 + 0,7/1,15 \cdot 10^3} = 402,7 \text{ kg/m}^3$$

sferik tuzukishki zarrachalarning massasini quyidagi formuladan

$m = \frac{1}{6} \cdot \pi d^3 \rho$  va zarrachaning diametrini  $d = \frac{6}{S_{sol} \cdot \rho}$  dan topamiz. Bulardan kelib chiqib:

$$d = \frac{6}{S_{sol} \cdot \rho} \cdot m = \frac{36 \cdot \pi}{S_{sol}^3 \cdot \rho^2} = \frac{36 \cdot 3,14}{(2,7 \cdot 10^5)^3 \cdot (2,2 \cdot 10^3)^2} = 1,19 \cdot 10^{-2}$$

Osmotik bosimni xisoblaymiz:

$$\pi = \frac{402,7 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 293,2}{1,19 \cdot 10^{-21}} = 1,37 \cdot 10^2 \text{ H/m}^2.$$

**13-masala.** Tal'kning suvdagi suspenziyasini sedimentasion analizi natijalariga ko'ra zarrachalari taqsimlanishining integral va differensial egri chizig'ini tuzing va xisoblang. Bunda quyidagilarni xisobga oling

$$(H = 0,1 \text{ m}; \rho = 2,7 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3);$$

$$\rho_0 = 1 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^2;$$

$$m_{max} = 222 \text{ mg} = 222 \cdot 10^{-6} \text{ kg}.$$

Yechish:

**1-variant.** Sedimentasion egri chizig'iga urunmalar o'tkazish orqali qayta ishlandi. Tajriba asosida chizilgan sedimentasion egri chizig'ini qayta ishlash grafigi 3.1-rasm) natijalari va nomogramma yoki 3.1-tenglamasi yordamida zarracha radiusini aniqlash natijalari 2.3.1-jadvalda keltirilgan.

$$r = K \sqrt{\frac{H}{\tau}} \quad K = \sqrt{\frac{9\eta}{2(\rho - \rho_0)g}} \quad (3.1)$$

### 3.1-jadval

Tal'k zarrachalarini suvdagi taqsimlanishini integral egri chizig'i chizish qiyamatlar natijalar;  $K = 0,52 \cdot 10^{-3}$  (grafik usul)

Egri chiqqa urunma o'tkazilgan vaqt, t, min.	Sedimentasiyoning egri chizig'i dan topilgan cho'kmacha fraksiyasining massasi, $m \cdot 10^6$ , kg	Fraksiyaning foiz miqdori, Q, %	Zarracha miqdorini ortib borish bo'icha summasi (mayda zar rachalaridan boshlanadi), %	Zarrachani ng ekvivalent radiusi, $r \cdot 10^6$ m
5	10	4,5	100	9,5
8	6	2,7	95,5	7,5
10	24	10,8	92,8	6,7
15	17	7,7	82,0	5,5
20	20	9,0	74,3	4,7
25	20	9,0	65,3	4,2
30	20	9,0	56,3	3,8
40	26	11,7	47,3	3,4
50	15	6,8	35,6	3,0
80	8	3,6	28,8	2,6
100	4	1,8	25,2	2,1
120	10	4,5	23,4	1,9
240	42	18,9	18,9	1,4

(Integral egri chizig'i 3.2-rasmida keltirilgan).

Zarrachaning eng katta radiusi (boshlang'ich sedimentasiya egri chizig'iga urinma o'tkazish yo'li bilan topilgan)  $r_{max} = 12,3 \cdot 10^{-6}$ . Taqsimlanishning integral egri chizig'idan olingan natijalar asosida differensial egri chizig'i chizish mumkin. U 3.2-jadvalda keltirilgan.

### 3.2-jadval

Tal'k zarrachalarini suvdagi taqsimlanishini differensial egri chizig'ini xosil qilish natijalari;  
 $K = 0,52 \cdot 10^{-3}$  (grafik usul)

$r \cdot 10^6, m$	$\Delta r$	$\Delta Q$	$\Delta Q / \Delta r$
2	2	21	10,5
3	1	17	17
4	1	22	22
5	1	17	17
6	1	13	13
7	1	5	5
8	1	3	3
9	1	2	2
10	1	2	2

Differensial egri chiziqlar 3.3-rasmda keltiril 3.4-rasmdan foydalanib,  $r_{extimollik} = 3,5 \cdot 10^6 m$  -ni topish mumkin.

**2-variant.** Tal'k zarrachalarini taqsimlanishini aniqlashning analitik usuli (N.N.Tsurupa).

Tajriba natijalari bo'yicha chizilgan sedimentasiya egri chizig'idan bir necha "m" tanlab olinadi va u asosida cho'kmani foiz miqdori aniqlanadi:

$$Q = \frac{m}{m_{max}} \cdot 100 \text{ va } t/Q$$

### 3.3-jadval

Tekislangan sedimentasiya egrin chizig'inining qiymatlari

$t, s$	$m \cdot 10^6 kg$	$Q, \%$	$t/Q$
300	50	23	13,0
600	89	40	15,0
900	124	56	16,1
1200	133	60	20
1800	166	75	24

Tablisa natijalaridan foydalanib,  $t/Q = f(t)$  bog'liqlik grafigi (to'g'ri chiziq ko'rinishidagi 3.4-rasm) chiziladi va undan

$\frac{\tau}{Q} = \frac{t_0}{Q_m} + \frac{\tau}{Q_m}$  tenglamaning doimiyligi topiladi. Chiziqni to'g'ri chizish va yo'nalishini aniq qilish uchun o'rtacha kvadratik chetlashishlar usulidan foydalanildi.

Grafikdan:  $\frac{t_0}{Q_m} = 10,4$  (ordinata boshlanishi);  $Q_m = 133$  (abssissa o'qiga nisbatan to'g'ri chiziqning burchak tangensi). Bundan  $t_0 = 10,4 \cdot 133 = 1387$ .

Quyidagi tenglamadan  $r_0$ -ni xisoblaymiz:

$$r_0 = \frac{K^2 H}{t_0} = \frac{9\eta H}{2g(\rho - \rho_0) \cdot t_0};$$

$$r_0 = \frac{9 \cdot 10^{-3} \cdot 0,1}{2 \cdot 9,81 \cdot 1,7 \cdot 10^3 \cdot 1387} = 0,194 \cdot 10^{-10}; \quad r_0 = 4,4 \cdot 10^{-6} \text{ m}.$$

Zarrachalarning uchta asosiy radiuslarini xisoblaymiz:

$$r_{\min} = r_0 \cdot \sqrt{0,1 \cdot \sqrt{Q_m} - 1} = 4,4 \cdot 10^{-6} \sqrt{0,1 \sqrt{133} - 1} = 1,7 \cdot 10^{-6} \text{ m};$$

$$r_{extmollik} = \frac{r_0}{2,24} = \frac{4,4 \cdot 10^{-6}}{2,24} = 2,0 \cdot 10^{-6} \text{ m};$$

$$r_{\max} = 3 \cdot r_0 = 3 \cdot 4,4 \cdot 10^{-6} = 13,2 \cdot 10^{-6} \text{ m};$$

Integral egri chizig'i quyidagi tenglama bilan xisoblanadi:

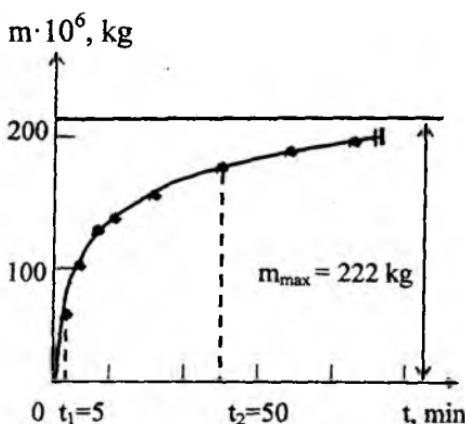
$$Q = Q_m \left( \frac{r_0^2}{r^2 + r_0^2} \right) = Q_m \cdot a^2;$$

Differensial egri chizig'i quyidagi tenglama bilan xisoblanadi:

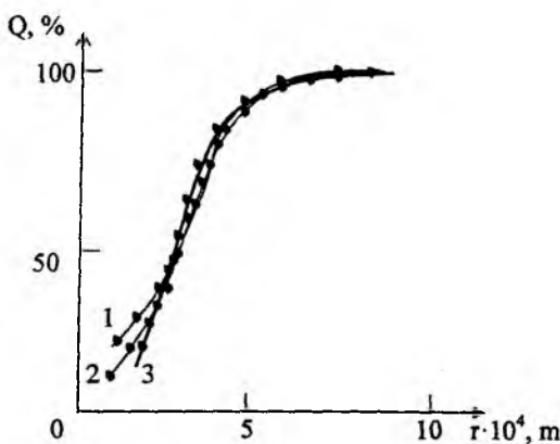
$$\frac{dQ}{dr} = \frac{4Q}{r_0} a^2 \cdot \sqrt{a \cdot (1-a)} = \frac{4Q_m}{r_0} \cdot \varepsilon;$$

$$\frac{4Q}{r_0} = \frac{4 \cdot 133}{4,4 \cdot 10^{-6}} = 121 \cdot 10^6.$$

$\epsilon = f(a)$  ning qiymatini  $\epsilon$  bilan a - koeffisientlarning bog'liqligi jadvalidan N.N.Tsyurupning taqsimlanishning egri chizig'ini xisoblash usuli yordamida aniqlanadi.

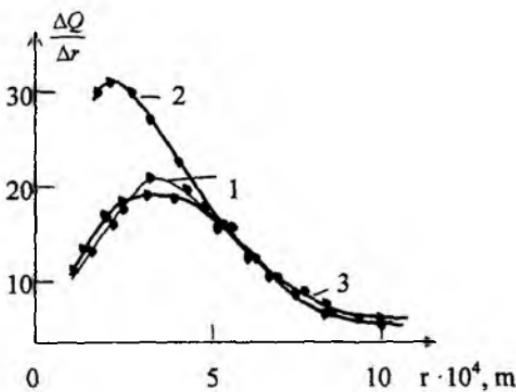


3.1-rasm. Sedimentasision egri chizig'i



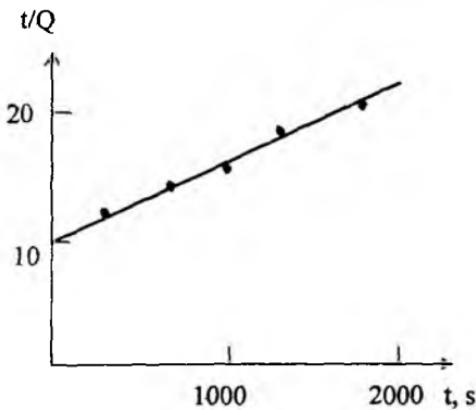
3.2-rasm. Taqsimlanishning integral egri chizig'i.

1 - grafik, 2 – analitik (Tsyurup usuli), 3 – analitik (Avdyeeva) usullari.



3.3-rasm. Taqsimlanishning differensial egri chizig'i

1 - grafik, 2 – analitik (Tsyurup usuli), 3 – analitik (Avdyeeva) usullari.



3.4-rasm. Tsyurup usulida taqsimlanish egri chizig'ini xisoblab topish

**14-masala.** Qumning suvdagi zarrachalarini integral va differensial egri chiziqlarini chizing va xisoblang. Sedimentasion chiziqni qayta ishslash natijasida quyidagi qiymatlar olindi va 3.4-jadvalga tushurildi, qum zichligi  $\rho = 2,1 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ ; suvning zichligi  $\rho_0 = 1 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ ; cho'kish balandligi  $H = 0,1 \text{ m}$ ; qovushqoqlik  $\eta = 1 \cdot 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{s}$ . gat en.

### 3.4-jadval

#### Qumning suvdagi suspenziyasini sedimentasion analizi ma'lumotlari

Sedimentasiya egri chizig'iga urinma o'tkazilgandagi vaqt t, min	Fraksiya miqdori Q, %	Zarracha miqdorini ortib borishi bo'yicha yigindisi (summa), %	Ekvivalent radius, r · 10 <sup>6</sup> , m
2	12,9	100	19,0
6	42,3	87,1	11,0
10	17,8	44,8	8,0
16	13,3	27,0	6,6
20	6,0	13,7	6,0
25	5,7	7,7	5,4
30	2,0	2,0	4,9

**Yechish.** Nomogramma yoki quyidagi tenglama

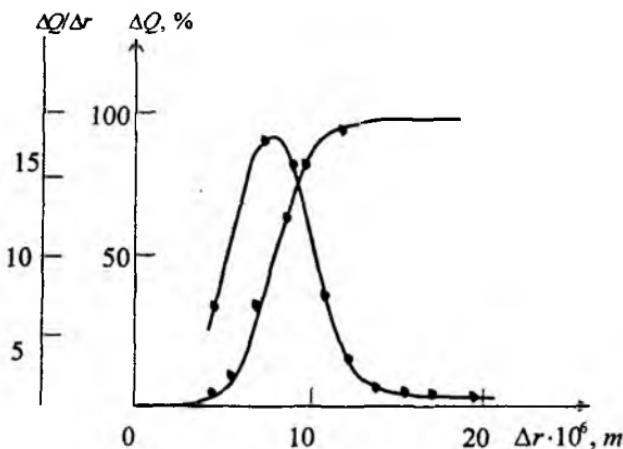
$r = K \sqrt{\frac{H}{t}}$  yordamida tajriba natijalaridan foydalanib, zarracha radiusi xisoblanadi. Integral egri chizig'ini chizish uchun eng kichkina zarrachadan boshlab, ularni miqdori ortib borishi summasi xisoblab topiladi. Topilgan natijalar asosida zarrachalarning taqsimlanishini integral egri chizig'i chiziladi. Integral chizig'ini qayta ishlash natijasida olingan qiymatlar asosida differensial egri chizig'i chiziladi va 3.5-jadvalga yoziladi:

### 3.5-jadval

**Qumni suvdagi suspenziyasining zarrachalarini taqsimlanishining differensial egri chizig'i qiymatlari**

$r \cdot 10^6, m$	$\Delta r \cdot 10^6, m$	$\Delta Q, \%$	$\Delta Q / \Delta r$
1	2	3	4
4	-	-	-
6	2	14	7
1	2	3	4
8	2	34	17
10	2	30	15
12	2	14	7
14	2	4	2
16	2	2	1
18	2	1	0,5
20	2	0,5	0,25

Integral va differensial egri chiziqlar 3.5 -rasmda keltirilgan.



**3.5-rasm. Qumning suvdagi suspenziyasi zarrachalarini taqsimlanishining integral va differensial egri chiziqlari**

#### 4. Disperd sistemalarning sirt xossalari. Adsorbsiya jarayonlari bo'yicha masala va mashqlar yechish

**1-masala.** Shishkovskiy tenglamasi doimiyliklari  $a = 121,6 \cdot 10^{-3}$ ;  $b = 21,5$  ga teng. Moy kislotasining  $0,05 \text{ kmol/m}^3$  eritmasining  $273\text{K}$  dagi sirt tarangligini hisoblang. Suvning shu haroratdagi sirt tarangligi  $\sigma_0 = 75,49 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}$

**Yechish:** Shishkovskiy tenglamasi:

$$\sigma_0 - \sigma = a \ln(1 + bc) \text{ dan } \sigma_0 = \sigma$$

$$\sigma = \sigma_0 - a \ln(1 + bc) = 75,49 \cdot 10^{-3} - 12,6 \cdot 10^{-3} - 12,6 \cdot 10^{-3} \cdot 2,3 \lg(1 + 21,5 \cdot 0,05) = 66,3 \cdot 10^{-3} \text{ n/m}$$

**Javob:** Eritmaning sirt tarangligi  $\sigma = 66,3 \cdot 10^{-3} \text{ n/m}$

**2-masala.** Propion kislotaning  $0,5 \text{ kmol/m}^3$  eritmasi uchun  $273\text{K}$  da eritma havo chegarasidagi adsorbsiyasini hisoblang. Shishkovskiy tenglamasi konstantalari  $a = 12,5 \cdot 10^{-3}$  va  $b = 7,73$ .

$$\text{Yechish: } \Gamma_{\infty} = \frac{a}{RT} = \frac{12,5 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 10^3 \cdot 273} = 5,51 \cdot 10^{-9}$$

$R = 8,31 \cdot 10^3 \text{ J/grad}\cdot\text{Kmol}$ ; Lengmyur tenglamasi bo'yicha adsorbsiyani hisoblaymiz:

$$\Gamma = \Gamma_{\infty} \frac{b \cdot c}{1 + b \cdot c} = 5,51 \cdot 10^{-9} \cdot \frac{7,73 \cdot 0,5}{1 + 7,73 \cdot 0,5} = 4,38 \cdot 10^{-9} \text{ kmol/m}^3.$$

Bu erda,  $\Gamma > 0$  bo'lganlini uchun, musbat adsorsiya sodir bo'lgan.

**3-masala.** Aktivlangan ko'mirda sirka kislotaning  $250^\circ\text{C}$  dagi adsorbsiyasini o'rganishda quyidagi natijalri:

#### 4.1-jadval

##### Adsorbentga yutilgan modda miqdorini adsorbtiv konsentrasiyasiga bog'liqligi

$C, \text{ mmol/sm}^3$	0,018	0,031	0,062	0,126	0,268	0,471	0,882
$x/m, \text{ mmol/g}$	0,467	0,624	0,801	1,11	1,55	2,04	2,48

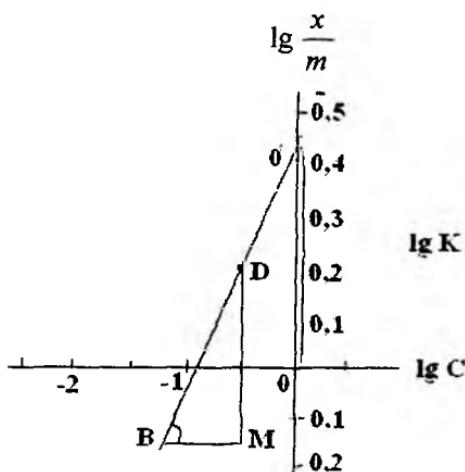
Freyndlix tenglamasi konstantalarini grafik usulda toping.

**Yechish:**  $C$  va  $x/m$  - larning logarifm qiymatlarini olamiz:

## Adsorbsiya jarayoninig natijalari

<b>C, mmol/sm<sup>3</sup></b>	0,018	0,031	0,062	0,126	0,268	0,471	0,882
<b>x/m, mmol/g</b>	0,467	0,624	0,801	1,11	1,55	2,04	2,48
<b>lg C</b>	-1,7447	-1,5086	-1,2076	-0,8996	-0,5719	-0,3270	-0,0545
<b>lg X/m</b>	-0,3347	-0,2048	-0,0964	-0,0453	-0,1903	-0,3096	-0,3945

Bu qiymatlar bo'yicha grafik chizamiz (4.1-rasm).



4.1-rasm. Freyndlix tenglamasi konstantalarini aniqlash grafigi

Grafikdan konstantalar aniqlanadi, natijalar quyidagichcha:

$$\lg K = 00^I; \quad \operatorname{tg} \varphi = \frac{MD}{BM} = \frac{0,35}{0,85} = 0,424; \quad \operatorname{tg} \varphi = \frac{1}{n} = 0,424$$

$$n = 2,36, \quad \lg K = 0,42$$

**Ushbu sistema uchun Freyndlix tenglamasini quyidagicha yozish mumkin:**

$$\frac{x}{m} = K \cdot C^n \Leftrightarrow \frac{x}{m} = 2,63 \cdot C^{0,424}.$$

**4-masala.** 20% -li o'yuvchi natriy eritmasining 20°C dagi sirt tarangligi  $85,8 \cdot 10^{-3}$  n/m, zichligi 1,219 g/sm<sup>3</sup>. Kislotaning adsorbsiya yuzmisi va ishorasini aniqlang. Shu haroratda suvning sirt tarangligi  $72 \cdot 10^{-3}$  n/m.

**Yechish:** Eritmaning konsentratsiyasini kmol/m<sup>3</sup> larda hisoblaymiz. 100g eritmada 20g NaOH erigan bo'lsa uning hajmi  $\frac{100}{1,219} = 82,03$  ml.

$$C = \frac{m}{M \cdot V} = \frac{20}{40 \cdot 0,082} = 6,1 \text{ M} = 6,1 \text{ kmol/m}^3$$

$$I = -\frac{C}{RT} \left( \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{C_2 - C_1} \right) = -\frac{6,1}{8,31 \cdot 10^3 \cdot 293} \left( \frac{85,8 \cdot 10^{-3} - 72 \cdot 10^{-3}}{6,1 - 0} \right) = -5,36 \cdot 10^{-9}$$

kmol/m<sup>2</sup>

I'ch 0,081 bo'lgani uchun NaOH sirt-noaktiv modda hisoblanadi.

**5-masala.** 50 ml pelargon kislotasi ( $C_8H_{17}COOH$ ) ning 10°C da suvdagi eritmasini sirtidagi ortiqcha miqdorini (kmol/m<sup>2</sup> da) aniqlang. O'rganilayotgan eritmaning sirt tarangligi  $57 \cdot 10^{-3}$  H/m va suvning sirt tarangligi  $74,22 \cdot 10^{-3}$  H/m ga teng.

**Yechish:** Masalani yechishda Gibbs tenglamasidan foydalanamiz:

$$G = - \frac{\Delta\sigma}{\Delta C} \cdot \frac{C}{RT};$$

Eritma konsentrasiyasini  $\text{kmol}/\text{m}^3$  da ifodalaymiz:

$$C = 0,5/158 = 3,164 \cdot 10^{-4} \text{ mol'}/\text{l} = 3,164 \cdot 10^{-4} \text{ kmol'}/\text{m}^3,$$

( $M (\text{C}_8\text{H}_{17}\text{COOH}) = 158$ ). Bundan:

$$G = - \frac{\Delta\sigma}{\Delta C} \cdot \frac{C}{RT} = - \frac{57 \cdot 10^{-3} - 74622 \cdot 10^{-3}}{3,164 \cdot 10^{-4} - 0} \cdot \frac{3,164 \cdot 10^{-4}}{8,314 \cdot 10^3 \cdot 283} = 7,32 \cdot 10^{-9} \text{ kmol'}/\text{m}^2.$$

**6-masala.** Agar yog' kislotasining zichligi  $\rho = 978 \text{ kr}/\text{m}^3$  ga teng bo'lib, bitta molekulasining sirt qavatdagи egallagan maydoni  $30 \cdot 10^{-20} \text{ m}^2$  ga teng bo'lsa, u xolda "eritma - xavo" chegarasi sirt oralig'idagi yog' kislotasini bitta molekulasini uzunligini xisoblab toping.

**Yechish:** molekula uzunligi quyidagi formula yordamida xisoblab topiladi:

$$l = \frac{G_\infty \cdot M}{\rho}$$

Bundan kelib chiqib,  $S = \frac{1}{G_\infty \cdot N_A}$ ; -buni xisobga olib ( $N_A$ -Avagadro soni,  $6,02 \cdot 10^{26}$  molekula/kmol') sirdagi etarli ortiqcha miqdorini aniqlaymiz:

$$G_\infty = \frac{1}{S \cdot N_A} = \frac{1}{30 \cdot 10^{-20} \cdot 6,02 \cdot 10^{26}} = 0,055 \cdot 10^{-7} \text{ kmol'}/\text{m}^2$$

Yog' kislotasi ( $M=88$ ) molekulasining uzunligi quyidagicha:

$$l = \frac{0,055 \cdot 10^{-7} \cdot 88}{978} = 4,95 \cdot 10^{-10} = 5 \cdot 10^{-10} \text{ m} = 5 \text{ } \overset{\circ}{\text{A}} \text{ (Angstrem)}$$

**7-masala.** Aktivlangan ko'mirga benzoy kislotasini benzoldagi eritmasidan  $25^{\circ}\text{C}$  adsorbsiyalanishi o'rganildi. Olingan natijalardan foydalanib, Freyndlix tenglamasini konstantalari ( $K$  va  $1/n$ ) ni grafik usulida aniqlang.

Tajriba natijalari 2.4.3-jadvalda keltirilgan.

#### 4.3-jadval

**Yutilgan modda miqdorini eritma konsentrasiyasiga bog'liqligi**

<b>C, mmol'/g<sup>3</sup></b>	0,006	0,025	0,053	0,118
<b>X/m, mmol'/g</b>	0,44	0,78	1,04	1,44

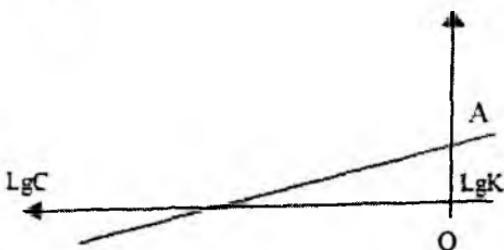
**Yechish:** C va X/m larni logarifmik qiymatlarini topamiz:

#### 4.4-jadval

**Yutilgan modda miqdorining logarifmik qiymatini eritma konsentrasiyasini logarifmik qiymatiga bog'liqlik jadvali**

<b>C, mmol'/g<sup>3</sup></b>	0,006	0,025	0,053	0,118
<b>X/m, mmol'/g</b>	0,44	0,78	1,04	1,44
<b>lg C</b>	3,7782-2,2218	2,3979-1,6021	2,7243-1,2757	1,0719-0,9281
<b>lg X/m</b>	1,6435-0,3565	1,8921-0,1079	0,0170	0,1584

$\lg \frac{X}{m} ni \lg C$  ga bog'liqlik grafigini chizamiz:



**4.2-rasm.** Aktivlangan ko'mirga btnzol eritmasidagi benzoy kislotasini adsorbsiyalanish izotermasi (Freyndlix tenglamasini to'g'ri chiziqli ko'rinishi).

Grafikdagi /OA/-kesmasi  $\frac{X}{m} = K \cdot C^{\frac{1}{n}}$  -Freyndlix tenglamasidagi  $\lg K$ -ni beradi, to'g'ri chiziqni burchak tga -si esa  $1/n$  -ni beradi. Shuning uchun grafikdan kelub chiqib,  $\lg K = 0,53$ , bundan,  $K = 3,4$ ;  $tga = 0,404$ ;  $1/n = 0,4$ . bu xolat uchun Freyndlix tenglamasini quyidagicha yozish mumkin:  $\frac{X}{m} = 3,4 \cdot C^{0,4}$

## 5. Dispers sistemalarning elektrik xossalari bo'yicha masala va mashqlar yechish

**1-masala.** Elektroforez asbobidagi elektrodlar bir-biridan 0,2 m uzoqlikda joylashtirilgan bo'lib, ularning potentsial farqi 240 V ga teng. Muhit qovushqoqligi  $0,001 \text{ n sek/m}^2$ , dielektrik konstanta 81 ga teng. Zol zarrachalari tsilindr shaklida, deb faraz qilib, zarrachasining

potentsiali 89,5 mV ga teng bo'lgan  $Al_2S_3$  zolining elektroforez vaqtidagi harakat tezligi aniqlansin.

Berilgan:  $L=89,5$  mV = 0,0895 V;  $l=0,2$  m;  $E=240$  V;  $\epsilon=81$ ,  $\eta=0,001$  sek/m<sup>2</sup>. Noma'lum:  $U = ?$

**Yechish:**  $v = \frac{LEU}{4\pi\eta}$  dan zarrachalarning harakat tezligini hisoblab,

so'ng gradient potentsiali topiladi.

$$1. H = \frac{\Delta E}{l} = \frac{240}{0,2} = 1200 \text{ V/t}$$

$$2. v = \frac{LHE}{4\pi\eta} = \frac{0,0895 \cdot 81 \cdot 1200}{4 \cdot 3,14 \cdot 0,001} = \frac{1}{9 \cdot 10^9} = 7,697 \cdot 10^{-5} \text{ m/sek.}$$

$\frac{1}{9 \cdot 10^9}$  SI dagi dielektrik o'tkazuvchanlik koeffitsienti.

**2-masala.** Loy gidrozoli zarrachalarining elektrokinetikaviy potentsiali 48,8 mV ga teng. Elektrodlarga berilgan tashqi potentsiallar ayirmasi 220 V. Elektrodlararo masofa 44 sm. Zolning qovushqoqligi 10<sup>-3</sup> pa·s, dielektrik konstantasi  $\epsilon=81$ . Zarracha sferik shaklga ega. Elektroforez tezligi topilsin.

**Yechish:** Masalani yechish uchun  $\xi \frac{6\pi\eta v}{HE}$  va  $H = \frac{E}{C}$  formulalardan

foydalilanildi.  $H = E/l = 220 / 0,44 \cdot 500 \text{ V/M.}$

So'ngra  $v$  hisoblanadi:

$$v = \frac{\xi H \epsilon}{6\pi\eta} = \frac{81500 \cdot 0,048}{6 \cdot 3,14 \cdot 0,001} \cdot \frac{1}{9 \cdot 10^9} = 1,165 \cdot 10^{-5} \text{ m/s.}$$

Bu yerda  $\frac{1}{9 \cdot 10^9}$  dielektrik konstanta, ya'ni  $\epsilon_0$  ning qiymati.

**3-masala.**  $As_2S_3$  zolining zarrachalari 10 minut ichida 14,36 mm yo'l bosgan. Tashqi potentsiallar ayirmasi 240 V. Zarrachalar tsilintrik shaklga ega. Elektrodlararo masofa 30 sm. Muhitning dielektrik konstantasi 81. suspenziyaning qovushqoqligi  $1,005 \cdot 10^{-3}$  Pa·s bo'lsa, dzeta-potentsial topilsin.

**Yechish.**  $H = \frac{\epsilon}{l}$  asosida  $N$  topiladi.

$$N = \frac{240}{0,30} = 800 \text{ m/V} \quad \epsilon = \frac{4\pi\eta v}{EH} \text{ dan foydalaniladi.}$$

$$v = \frac{14,36}{1000 \cdot 10 \cdot 60} - 2,4 \cdot 10^{-5} \text{ m/s.}$$

$$\eta = 1,005 \cdot 10^{-3} \text{ Pa s.}$$

$$\epsilon = 81; 9 \cdot 10^9 \text{ g/m}, N = 800 \text{ V/m}$$

$$E = \frac{4\pi\eta v}{EH} = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 1,005 \cdot 10^{-3} \cdot 2,4 \cdot 10^{-5} \cdot 9 \cdot 10^{-9}}{81 \cdot 800} = 41,95 \text{ mV.}$$

10 ml 0,005 l li eritmadiagi kumush nitrat massasi topiladi:

$$[Mr(AgNO_3) = 170]$$

$$1000 \text{ ml}:170 \cdot 0,005 \text{ g } AgNO_3 = 10 \text{ ml}:mAgNO_3$$

$$m_{AgNO_3} = \frac{10 \cdot 170 \cdot 0,005}{1000} = 0,0085 \text{ g.}$$

20 ml 0,01 l. li eritmadiagi kaliy yodid  $[Mr(KJ) = 166]$  massasi topiladi:

$$1000 \text{ ml}:166 \cdot 0,01 \text{ g } KJ = 20 \text{ ml}:mKJ$$

$$m_{KJ} = \frac{20 \cdot 166 \cdot 0,01}{1000} = 0,0332 \text{ g.}$$

0,085 g kumush nitrat bilan bog'lana oladigan kaliy yodidning massasi topiladi:

$$m_{KJ} = \frac{0,0085 \cdot 166}{170} = 0,0073 \text{ g.}$$

Demak, eritmada  $KJ$  ko'p miqdorda ekan. SHuning uchun mitsella yadrosida yod ionlari adsorbelanadi. Unda mitsellaning formulasi

$$[m(AgJ)nJ^- (n-x)K^+]_{x^- xK^+} \text{ ko'rinishida bo'ladi.}$$

**4-masala.** Mishyak (III) sulfid gidrozoli zarrachalarining elektrokinetik potentsialini hisoblang. Elektroforez usulida 200s ichida, zol chegarasi  $6,0 \cdot 10^{-2}$  m ga surildi. Tashqi maydon gradienti  $H=8,0 \cdot 10^{-2}$  N·s/m<sup>2</sup>, muhit qovushqoqligi  $\eta = 10^{-3}$  N·s/m<sup>2</sup>, dielektrik doimiyligi 81, elektrik doimiylik  $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  f/m.

**Yechish:** Elektroforez tezligini hisoblaymiz:

$$V = \frac{S}{\tau} = \frac{6 \cdot 10^{-2}}{200} = 3 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$$

$\xi$ - dzeta potentsialni hisoblashda quyidagi  $\xi = \frac{\eta \cdot V}{\epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot H}$  tenglamadan

$$\text{foydalilaniladi: } \xi = \frac{10^{-3} \cdot 3 \cdot 10^{-4}}{81 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 8 \cdot 10^2} = 5,23 \cdot 10^{-1} = 0,523 \text{ V}$$

Mishyak (III) sulfid zarrachalarining elektrokinetik potentsiali 523 mV ga teng.

**5-masala.** Maydon potentsiali gradienti 980 V/m<sup>2</sup>, dzeta potentsial

$\xi = 8,0 \cdot 10^{-3}$  V bo'lsa oltin gidrozoli zarrachalarining elektroforetik tezligini hisoblang. Muhit qovushqoqligi  $1,14 \cdot 10^{-3}$  N·s/m<sup>2</sup>, elektrik doimiylik  $8,85 \cdot 10^{-12}$  f/m.

**Yechish:** Elektroforetik tezlikni  $V = \frac{\xi \cdot \epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot H}{\eta}$  tenglama bilan

hisoblanadi:

$$V = \frac{58 \cdot 10^{-3} \cdot 81 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 980}{1,14 \cdot 10^{-3}} = 3,57 \cdot 10^{-5} \text{ m/s.}$$

Demak,  $V = 3,57 \cdot 10^{-5}$  m/s.

**6-masala.** Elektroosmos jarayonida quyidagi natijalar olindi: tok kuchi  $J = 3 \cdot 10^{-3}$  A,  $\tau = 20$  s da  $2,0 \cdot 10^{-8}$  m<sup>3</sup> hajmdagi eritma harakatlanadi. Muhitning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi  $\chi = 6,2 \cdot 10^{-2}$  Om<sup>-1</sup>m<sup>-1</sup>, qovushqoqligi  $\eta = 10^{-3}$  N·s/m<sup>2</sup>, dielektrik doimiyligi 81, elektrik doimiylilik  $\xi_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$  f/m.

Kvarts-KCl ning suvli eritmasi chegarasidagi  $\xi$ -dzeta potentsialni hisoblang.

**Yechish:** Masala yechishda  $\xi = \frac{\eta \cdot \chi \cdot W}{\epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot J}$  tenglamadan foydalaniladi.

Hajmiy tezlikni  $W = \frac{V}{\tau}$  tenglamadan topiladi.

$$W = \frac{2 \cdot 10^{-8}}{20} = 1 \cdot 10^{-9} \text{ m}^3 / \text{s};$$

$$\xi = \frac{10^{-3} \cdot 6,2 \cdot 10^{-2} \cdot 1 \cdot 10^{-9}}{81 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 3 \cdot 10^{-3} \cdot 20} = 2,88 \cdot 10^{-2} \text{ V}$$

Kvarts-kaliy xloring suvli eritmasi chegarasidagi dzeta potentsial 28,8 V bo'ladi.

**7-masala.** KCl- ning suvli eritma bilan keramika membrananing chegarasidagi elektrokinetik potentsiali qiymatini hisoblang. Eritmani  $P=42 \cdot 10^{-3}$  Pa bosim ostida membranadan o'tkazildi. Oqib chiqish potentsiali  $E=8,0 \cdot 10^{-2}$  V, muhitning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi  $\chi=1,6 \cdot 10^{-2}$   $\text{Om}^{-1}\text{m}^{-1}$ , qovushqoqligi  $\eta=10^{-3}$   $\text{N} \cdot \text{s}/\text{m}^2$ , dielektrik doimiyligi 81, elektrik doimiylik  $\epsilon_0=8,85 \cdot 10^{-12}$  f/m.

$$\text{Yechish: } \xi = \frac{E \cdot \eta \cdot \chi}{P \cdot \epsilon \cdot \epsilon_0}$$

$$\xi = \frac{8 \cdot 10^{-2} \cdot 10^{-3} \cdot 1,6 \cdot 10^{-2}}{42 \cdot 10^3 \cdot 81 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12}} = 4,25 \cdot 10^{-2} \text{ V}$$

$$\text{demak, } \xi = 42,5 \text{ mv}$$

## 6. Kolloidlarning barqarorligi va liofob zollarning koagulyatsiyasi bo'yicha masala va mashqlar yechish

**1-masala.** Manfiy zaryadlangan  $As_2S_3$  zoliga 0,0025 n li  $BaCl_2$  tuzi eritmasi ta'sir ettirilib, koagullanishga uchratilganda, 10 ml zol+2,5 ml suv+2,5 ml elektrolit eritmasi solingan probirkada koagullanish sezilmaydi. Lekin uning yonidagi (10 ml zol + 3 ml elektrolit eritmasi + 2 ml suv) probirkada loyqalanish kuzatiladi. SHunga asoslanib  $As_2S_3$  zolining koagullanish chegarasi y topilsin.

**Yechish.**  $\gamma = \frac{C \cdot V \cdot 1000}{\omega}$  formuladan foydalaniladi. Unda

$$\gamma = \frac{0,0025 \cdot 2,75 \cdot 1000}{10} = 0,7 \text{ mmol/l yoki } 7 \cdot 10^{-4} \text{ mol/l kelib chiqadi.}$$

**2-masala.** 3 ta kolbaning har biriga 0,01 l dan kumush xlorid zoli solingan. Kolbalardagi zollarni koagullash uchun birinchi kolbaga 1 n li natriy nitratidan 0,002 l, ikkinchi kolbaga 0,01 n li kaltsiy nitrat eritmasidan 0,012 l, uchinchi kolbaga 0,001 n li alyuminiy nitrat eritmasidan 0,0071 qo'shilgan. Uchchala kolbada ham koagullanish sadir bo'lgan. Elektrolitlar ta'sirida zollarning koagullanish chegaralari topilsin. Zol zarrachalari zaryadining ishorasi aniqlansin.

**Yechish.** Zolni koagullash uchun yetarli bo'lgan elektrolitlarning minimal kontsentratsiyasi mmol/l yoki mg·ekv/l lar bilan ifodalanadi. Uni hisoblash uchun

$$\gamma = \frac{N \cdot V_{el} \cdot 1000}{V_{el} + \omega}$$

formuladan foydalaniladi. Ishlatilgan uchta elektrolit uchun  $\gamma$  larni quyidagicha hisoblanadi:

$$NaNO_3 \text{ uchun } \gamma = \frac{1 \cdot 0,002 \cdot 1000}{0,002 + 0,01} = \frac{2}{0,012} = 166,7 \text{ mg·ekv/l;}$$

$$Ca(NO_3)_2 \text{ uchun } \gamma = \frac{0,01 \cdot 0,0012 \cdot 1000}{0,012 + 0,01} = \frac{0,012}{0,022} = 5,45 \text{ mg·ekv/l;}$$

$$Al(NO_3)_3 \text{ uchun } \gamma = \frac{0,001 \cdot 0,007 \cdot 1000}{0,007 + 0,01} = \frac{0,007}{0,017} = 0,41 \text{ mg·ekv/l;}$$

Demak, zolni koagullash uchun  $Al(NO_3)_3$  dan eng kam miqdorda talab qilinadi. Ishlatilgan uchchala elektrolit tarkibida bir xil anion -  $NO_3^-$  va uch xil kation -  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Al^{3+}$  lar borligini nazarda tutib, zol

mitsellasining zaryadi manfiy ishorali, degan xulosaga kelinadi. Topilgan qiymatlar orasidagi nisbat 1:11:407 ni tashkil etadi [29-33].

**3-masala.** Zarrachalari musbat ishoraga ega bo'lgan alyuminiy gidroksid zolini koagullovchi kaliy nitrat eritmasining minimal kontsentratsiyasi (zolning koagullanish chegarasi) 60,0 mmol/l ga teng bo'lsha,  $K_3[Fe(CN)_6]$  eritmasi ta'siridan ana shu zolning koagullanish chegarasi topilsin.

**Yechish.** Koagulyatsiyani vujudga keltiradigan ionning zaryad ishorasi zol zarrachasining zaryad ishorasiga qarama-qarshi bo'lishi kerak. Koagullovchi ionning zaryadi kattalashganda uning koagullashi kuchli ortadi. Bir, ikki va uch zaryadli koagullovchi elektritolitlar ta'siridan zolning koagullanish chegaralari orasida quyidagicha nisbat bor:  $C_{el}^+ : C_{el}^{2+} : C_{el}^{3+} = 729 : 11 : 1$

Binobarin,  $K_3[Fe(CN)_6]$  ta'siridan zolning koagullanish chegarasi  $KNO_3$  ishlatalgan holdagidan 729 marta kichikdir:

$$y = \frac{60,0}{729} = 0,082 \text{ mmol/l.}$$

**4-masala.** Hajmi  $5 \cdot 10^{-3}$  l bo'lgan  $Fe(OH)_3$  zolini koagullash uchun 3 n li  $KCl$  eritmasidan  $4 \cdot 10^{-3}$  l, 0,02 n li kaliy sulfat eritmasidan  $0,5 \cdot 10^{-3}$  l, 0,005 n li kaliy ferrotsianid eritmasidan  $3,9 \cdot 10^{-3}$  l qo'shilgan. SHu koagulyatorlarning koagullash xususiyatini va bir-biriga nisbatan koagullash xossasining ustunligini aniqlang.

Berilgan:  $V_1=5 \cdot 10^{-3}$  l;  $V_2=4 \cdot 10^{-3}$  l;  $V_3=3,9 \cdot 10^{-3}$  l;  $C_1=3$  n;  $C_2=0,02$  n;  $C_3=0,0005$  n.

**Yechish.** 1) Har bir elektrolitning mmol miqdori hisoblanadi:

a)  $M_1=4 \cdot 10^{-3} \cdot 3=1,2 \cdot 10^{-2}$  mmol/l.

b)  $M_2=0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 0,02=1,1 \cdot 10^{-5}$  mmol/l.

d)  $M_3=3,9 \cdot 10^{-3} \cdot 0,0005=1,95 \cdot 10^{-6}$  mmol/l.

**Zol bilan elektrolitning umumiylajmi hisoblanadi:**

a)  $V=(5-4) \cdot 10^{-3}=9 \cdot 10^{-3}$  l;

b)  $V=(5-0,5) \cdot 10^{-3}=5,5 \cdot 10^{-3}$  l;

d)  $V=(5-3,9) \cdot 10^{-3}=8,9 \cdot 10^{-3}$  l;

Har bir elektrolitning 1 l hajmidagi koagullovchi modda miqdori hisoblanadi:

a)  $C_1 = \frac{4 \cdot 1000}{V_1} = \frac{1,2 \cdot 10^{-3} \cdot 1000}{9 \cdot 10^{-3}} = 1333,3$  mmol/l;

b)  $C_2 = \frac{1 \cdot 10^{-5} \cdot 1000}{5,5 \cdot 10^{-3}} = 1,82$  mmol/l;

d)  $C_3 = \frac{1,95 \cdot 10^{-6} \cdot 1000}{8,9 \cdot 10^{-3}} = 0,219$  mmol/l;

Har bir elektrolitning koagullash xususiyati  $P = \frac{1}{C}$  deb qabul qilingan.

a)  $P_1 = \frac{1}{1333,3} = 7,5 \cdot 10^{-4}$ ;

b)  $P_2 = \frac{1}{1,82} \approx 0,549$ ;

$$d) P_3 = \frac{1}{0,219} = 4,57.$$

Elektrolitlarning bir-biriga nisbatan koagullash xossasi necha marta ortiqligi hisoblanadi:

$$P_1 : P_2 : P_3 = 7,5 \cdot 10^{-4} : 0,549 : 4,57 = 1 : 732 : 6093.$$

**5-masala.**  $Fe(OH)_3$  zolining koagullanishi uchun 0,01 n natriy sulfat eritmasidan 2 ml sarf bo'lgan bo'lsa va koagulyatsiyalash uchun zoldan 5 ml olingan bo'lsa, u holda koagulyatsiyalash chegarasini toping.

**Yechish.**

$$y = \frac{C \cdot V_{el} \cdot 1000}{V_{el} + W} = \frac{0,01 \cdot 32 \cdot 1000}{2 + 5} = \frac{20}{7} = 29 \text{ mmol/l.}$$

**6-masala.** Kumush yodidning musbat va manfiy zollari o'zaro ta'sir ettirilganda (ekvivalent miqdorlarda) sodir bo'ladigan jarayonni izohlang va reaktsiya tenglamasini yozing.

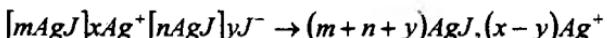
**Yechish.** O'zaro koagulyatsiyani quyidagi sxema bilan ifodalanadi:



Demak, quyidagi reaktsiyada zolni zolga qo'shishdagi o'zaro koagulyatsiya sodir bo'lishi ko'rsatildi.

**7-masala.** Kumush yodidning musbat va manfiy zollari o'zaro ta'sir ettirilganda (musbat zaryadli zoldan ortiqcha miqdorda olingan) sodir bo'ladigan jarayonni izohlang va reaktsiya tenglamasini yozing.

**Yechish.** Musbat zaryadli zoldan ortiq miqdorda qo'shilgan bo'lib, zol musbat zaryadli bo'lib qoladi va koagulyatsiyalanmaydi:



CHunki bir xil zaryadli zarrachalar bir-biridan qochadi.

**8-masala.** Uchta kolbaga  $Fe(OH)_3$  zolidan  $100 \text{ sm}^3$  miqdorida quyildi. Koagulyatsiya sodir bo'lishi uchun elektrolitlardan quyidagicha miqdorlarda qo'shish kerak bo'ldi: birinchi kolbaga  $10,5 \text{ sm}^3$  1 n  $KCl$  eritmasi, ikkinchi kolbaga 0,01 n natriy sulfat eritmasidan  $62,5 \text{ sm}^3$ , uchinchi kolbaga natriy fosfatning 0,001 n eritmasidan  $37,0 \text{ sm}^3$  qo'shilgan. Har bir elektrolitning koagulyatsiya ostonasini hisoblang, zolning kolloid zarrachasi zaryadini aniqlang.

**Yechish.** 1) 1 n kaliy xloridning  $10,5 \text{ sm}^3$  eritmasidagi kaliy xloridning g·ekv yoki mg·ekv ni aniqlaymiz:

$$1 \text{ g·ekv} = 1000 \text{ sm}^3 = 1 \text{ n}$$

$$x = 10,5 \text{ sm}^3 = 1 \text{ n}$$

$$x = \frac{10,5 \cdot 1}{1000} = 0,0105 \text{ g/ekv}$$

2) Kaliy xlorid elektroliti uchun koagulyatsiya ostonasini aniqlashda eritmaning umumiyligi hajmini hisobga olish kerak, ya'ni (zol+elektrolit eritmasi)

$$100 + 10,5 = 110,5 \text{ sm}^3$$

Kaliy xloridning (ml·ekv/l) koagulyatsiya ostonasini aniqlaymiz:

$$\gamma_{KCl} = \frac{V_{KCl} \cdot 1000}{V_{KCl} + V_{zol}} = \frac{10,5 \cdot 1000}{110,5} = 95,0 \text{ mg·ekv/l.}$$

Xuddi shu usulda natriy sulfat va natriy fosfat elektrolitlari uchun koagulyatsiya ostonasining qiymatini topamiz. 0,01 n natriy sulfatning  $62,5 \text{ sm}^3$  eritmasida  $62,5 \cdot 0,01 / 1000 = 0,000625 \text{ g}\cdot\text{ekv}$  yoki  $0,625 \text{ mg}\cdot\text{ekv}$  natriy sulfat bor. Koagulyatsiya ostonasi quyidagicha:

$$\gamma_{Na_2SO_4} = \frac{0,625 \cdot 1000}{1625} = 3,8 \text{ mg}\cdot\text{ekv/l.}$$

0,001 n natriy fosfat eritmasining  $37,0 \text{ sm}^3$  hajmida  $37,0 \cdot 0,001 / 1000 = 0,000037 \text{ g}\cdot\text{ekv}$  yoki  $0,037 \text{ mg}\cdot\text{ekv}$  natriy fosfat bor. Koagulyatsiya ostonasi quyidagicha:

$$\gamma_{Na_3PO_4} = \frac{0,037 \cdot 1000}{137} = 0,27 \text{ mg}\cdot\text{ekv/l.}$$

**9-masala.** Kaliy yodid va  $K_2Cr_2O_7$  elektrolitlari uchun  $Fe(OH)_3$  koagulyatsiya ostonasi mos holda 10,0 va 0,195 mmol/l ga teng. Kaliyning ikki xromatini koagulyatsion xususiyati kaliy yodidnikidan necha marotaba ko'proq?

**Yechish.** Elektrolitning koagulyatsion xususiyati ularning koagulyatsion ostonasiga teskari bo'ladi.

$$\frac{1}{\gamma_{KJ}} = \frac{1}{10} = 0,1 \quad \frac{1}{\gamma_{K_2Cr_2O_7}} = \frac{1}{0,195} = 5,1.$$

Shundan kelib chiqib,  $0,1 : 5,1 = 1 : 51$   $K_2Cr_2O_7$  koagulyatsion xususiyati  $Fe(OH)_3$  zoli uchun kaliy yodidga qaraganda 51 marta kattaroq.

**10-masala.** Qand sanoatida diffuzion sharbatni tozalashda kolloidlarni koagulyatsiya jarayonidan foydalanildi. Bu sharbatni

tozalashda 2,5% li  $CaO$  dan qo'shildi. Agar laboratoriya sharoitida sharbatdan 5 ml va  $CaO$  dan 2 ml sarf bo'lgan bo'lsa, u holda koagulyatsiya ostonasini aniqlang. Elektrolit eritmasining zichligi ( $\rho_{el}=1$ ) deb olinsin.

**Yechish.** 2,5% li  $CaO$  ni normal kontsentratsiyasini topamiz. Buning uchun 2,5% li eritma tarkibidagi  $CaO$  ning miqdorini topiladi

$$1) \quad 100 \text{ g} \quad - \quad 2,5 \text{ g} \quad m = V \cdot \rho = 2 \cdot 1 = 2 \text{ g}$$

$$2 \text{ g} \quad - \quad x$$

$$x = \frac{2,5 \cdot 2}{100} = 0,05 \text{ g.}$$

2) Normal kontsentratsiyani hisoblaymiz:

$$1000 \text{ ml} \quad - \quad 28 \text{ g} \quad - \quad 1M \quad \vartheta_{CaO} = \frac{M}{2} = \frac{56}{2} = 28$$

$$2 \text{ ml} \quad - \quad 0,05 \text{ g} \quad - \quad x M$$

$$x = 0,89 \text{ n.}$$

3) Elektrolit koagulyatsiya ostonasini hisoblaymiz:

$$\gamma = \frac{C \cdot V_{el} \cdot 1000}{V_{el} + W} = \frac{0,89 \cdot 2 \cdot 1000}{2 + 5} = 254,3 \text{ mmol/l.}$$

### **III-bob. Mustaqil yechish uchun vasala va mashqlar**

1. Kumush nitratning mo'l miqdor eritmasiga kaliy bromid eritmasi qo'shilishidan hosil bo'lgan zolning mitsella tuzilishini yozing.
2. Kumush xlorid zolini hosil qilish uchun 20 ml. 0,025 normalli kaliy xlorid eritmasiga, 15 ml. 0,005 normalli  $\text{AgNO}_3$  eritmasi qo'shilgan. Hosil bo'lgan zolning mitsella tuzilishini yozing.
3. Kumush xloridning zaryadlanmagan zolini hosil qilish uchun 0,029 % li  $\text{NaCl}$  va 0,001 normalli  $\text{AgNO}_3$  eritmalari qanday hajmlarda aralashtiriladi?
4. Kumush yodid zolini hosil qilish uchun, teng hajmlarda  $\text{AgNO}_3$  ning 0,005 n. eritmasidan va  $\text{KI}$  ning 0,005 n. li eritmasidan qo'shildi. Hosil bo'lgan zolning mitsella tuzilishi va kolloid zarracha zaryadini aniqlang.
5. Kumush bromid zolining zaryadi manfiy. Quyidagi elektrolitlardan qaysi biri eng kichik koagulyatsiya ostonasiga ega? elektrolitlar:  $\text{KCl}$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{AlCl}_3$ .
6.  $\text{Fe(OH)}_3$  –zoli musbat zaryadli bo'lsa, quyidagi keltirilgan elektrolitlardan qaysi birining koagulyatsiya ostonasining qiymati eng kichik. Koagulyatsiyalovchi ionni aniqlang.  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ .
7.  $\text{AgCl}$  – zolining 0,1 n. li 0,018 l. eritmasiga  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  ning 0,1 eritmasidan 0,0028 l. hajmda qo'shilsa, koagulyatsiya sodir bo'ldi.

Natriy sul'fat tuzi eritmasi ishtirokida zolning koagultsiyalanish ostonasi topilsin.

8. Zarrachalari manfiy zaryadga ega bo'lgan AgI zolini koagulyatsiyaga uchratish uchun  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  kabi elektrolitlardan foydalanilgan. 9.  $\text{KNO}_3$  ishlatilganda  $\gamma = 178 \text{ mmol/l}$ . ekanligi ma'lum bo'lsa,  $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$  ishtirokida zolning koagulyatsiyalyanish ostonalari topilsin.  $\text{S}^{+1} : \text{S}^{+2} : \text{S}^{+3} = 729 : 11 : 1$  nisbatga asoslangan holda koagulyatsiya ostonasini toping.

9. 10 ml. 0,0001 n.li kaliy geksatsiano-(II)-ferrat tuzi eritmasiga 10 ml. 0,05 N.li  $\text{FeCl}_3$  eritmasidan qo'shish natijasida Berlin lazuri zoli hosil bo'ladi. Bu zolni koagulyatsiyaga uchratish uchun  $\text{AlCl}_3$  va  $\text{K}_3\text{PO}_4$  kabi elektrolitlarning qaysi biridan foydalanish mumkin va nima uchun?

10.  $\text{AgCl}$  ning 0,011. hajmli manfiy zaryadli zolini koagulyatsiyalash uchun  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  ning 0,0001 molyar eritmasidan foydalanilgan. Agar  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  eritmasi ishtirokida zolning koagulyatsiyalash ostonasi  $\gamma = 0,036 \text{ mg - ekv / l. bo'lsa}$ , koagulyatsiya sodir bo'lishi uchun  $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$  -elektrolitdan qancha ml. kerak bo'ladi.

11. 10 ml 0,0001 n.li kaliy geksatsiano-(II)-ferrat tuzi eritmasiga 10 ml 0,05 n.li  $\text{FeCl}_3$  eritmasidan qo'shish natijasida Berlin lazuri zoli hosil bo'ladi. Bu zolni koagulyatsiyaga uchratish uchun  $\text{AlCl}_3$  va  $\text{K}_3\text{PO}_4$  kabi elektrolitlarning qaysi biridan foydalanish mumkin va nima uchun?

12. Moyni suv bilan chayqatilganda emul'siya hosil bo'ladi. emul'siyani barqaror bo'lishi uchun sovun qo'shildi. Sovun polyar

xususiyatga ega bo`lib, uning tuzilishini quyidagicha belgilab olamiz: RCOONa. R-uglevodorod radikali gidrofob xususiyatlari, - COONa polyar ya`ni gidrofil' xususiyatlari ekanligini xisobga olib emul'siyaning tipini va mitsella tuzilishini yozing va emul'siya zarrachasi zaryadini aniqlang.

13. KCl ning  $2 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$  0,01n. eritmasiga  $\text{AgNO}_3$  ning 0,2%-li  $1,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$  eritmasidan asta sekinqo'shib AgI zoli hosil qilindi. Zolning mitsella tuzilishini yozing va Zarrachalarning elektr maydonida qaysi qutbga yo'naliшини aniqlang.  $\text{AgNO}_3$  eritmasining zichligi  $1 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}^3$  ga teng.

14. Zarrachalari musbat ishoraga ega bo`lgan  $\text{Al(OH)}_3$  zolini koagulyatsiyalovchi  $\text{KNO}_3$  eritmasining minimal kontsentratsiyasi 60,0 mmol/l. ga teng bo`lsa  $\text{K}_3[\text{Fe(CN)}_6]$  eritmasi ta`siridan zolning koagulyatsiyalanish ostonasini topping.

15. Hajmi  $5 \cdot 10^{-3}$  l bo`lgan  $\text{Fe(OH)}_3$  zolini koagullash uchun 3 n. KCl eritmasidan  $4 \cdot 10^{-3}$  l. 0,02 n, kaliy sul'fat eritmasidan  $0,5 \cdot 10^{-3}$  l, 0,0005 n., kaliy ferrotsianid eritmasidan  $3,9 \cdot 10^{-3}$  l. qo'shilgan. SHu koagulyatorlarning koagullash xususiyatini bir-biriga nisbatan ustunligini aniqlang.

16.  $\text{FeCl}_3$  ning to'yingan eritmasidan 1 ml. olib, uni distillangan suv bilan 10 ml. gacha suyultirildi va undan 1 ml. olib aralashtirib turilgan holda 20 % li  $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$  eritmasidan qo'shildi. Qizg'ish-

qo'ng'ir  $\text{Fe(OH)}_3$  zoli hosil bo'ldi. Hosil bo'lgan zolning mitsella tuzilishini va kolloid zarracha zaryadini aniqlang.

17. 10 ml. 0,0001 n. li kaliy geksatsiano-(II)-ferrat tuzi eritmasiga 10 ml. 0,05 n. li  $\text{FeCl}_3$  eritmasidan qo'shib chayqatilganda hosil bo'ladigan zolning reaksiya tenglamasi, mitsella tuzilishini va kolloid zarracha zaryadini aniqlang.

18. 5 ml. 1,5% li  $\text{KMnO}_4$  eritmasini 50 ml. gacha suyultirilib, unga tomchillatib 1,5-2,0 ml. 1% li  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  erimasidan tomizilganda  $\text{MnO}_2$  ning binafsha qizil tusli zoli hosil bo'ldi. Zolning mitsella tuzilishi va kolloid zarracha zaryadini aniqlang.

19.  $\text{Fe(OH)}_3$  zolining koagulyatsiyalash uchun 0,01 n.  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  eritmasidan 2 ml. sarf bo'ldi va koagulyatsiyalash uchun zoldan 5 ml. olingan edi. Zolning koagulyatsiyalash ostonasini toping.

20. Yangi olingan  $\text{Al(OH)}_3$  cho'kmasi  $\text{HCl}$  eritmasining oz miqdori bilan shunday ishlandiki, unda cho'kma erib ulgurmagan. Natijada  $\text{Al(OH)}_3$  zoli hosil bo'lgan. Uning zarrachasi elektr maydonida katod tomonga yo'nalgan.  $\text{Al(OH)}_3$  zolining mitsellyar tuzilishini yozing.

21. Teng hajmdagi  $\text{Ba(NO}_3)_2$  va  $\text{H}_2\text{SO}_4$  eritmalarini aralashtirilganda zol' hosil bo'ldi. Uning mitsella tuzilishi va reaksiya tenglamasini yozing. Agar mitsellaning granulasi elektr maydonida anod tomonga yo'nalsa, ikkala eritmaning kontsentratsiyalari qanday bo'lgan?

22.  $\text{Al}(\text{OH})_3$  zolini koagullash uchun uning 1 l. eritmasiga 0,01 n.  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  eritmasidan qancha hajm (l) qo'shish kerak? Kaliy bixromatning koagullovchi miqdori 0,063 mmol/l. ga teng.

23. Kumush xlorid zolida diffuziya koeffitsienti  $D = 1,4 \cdot 10^{-10}$  m/s. eritmaning qovushqoqlik koeffitsienti  $\eta = 10^{-3}$  ns/ m<sup>2</sup>, harorat  $t = 20^0$  c. bo'lganda, kumush xlorid zarrachasining radiusi topilsin.

24. Tarkibida  $\text{C}_8\text{H}_{17}\text{COOH}$  bo'lgan kislotaning 50 mg/l. kontsentratsiyadagi eritmasi berilgan. Bu eritmaning  $10^0$  S dagi sirt tarangligi  $57,0 \cdot 10^{-3}$  n/m eritma sirtidagi ortiqcha kislota miqdori, ya'ni (G) adsorbsiya topilsin ( $\text{mol}'/\text{m}^2$  xisobida). Masalani echishda kislota kontsentratsiyasini mol'/l. ga aylantirib xisoblang va suvning  $10^0$  S dagi sirt tarangligi  $\sigma = 74,22 \cdot 10^{-3}$  ga teng.

25.  $\text{H}_2\text{S}$  suvda uzoq saqlanganda havo tarkibidagi kislorod bilan oksidlanib, oltingugurt zolini hosil qiladi. SHu zolning mitsella tuzilishini yozing. Zarrachalarning zaryad belgisini aniqlab, zolni hosil bo'lish reaksiyasi tenglamasini yozing.

26.  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_4$  ning 0,035 l. 0,003 n. eritmasiga 0,0025 M. KJ eritmasidan qancha hajm qo'shilganda qo'rg'oshin yodid zoli hosil bo'ladi?

27. Molekulyar massasi  $M = 3 \cdot 10^{-3}$  bo'lgan kauchukni xloroformdagi eritmasining xarakteristik qovushqoqligini toping. ( $K = 1,85 \cdot 10^{-5}$ ;  $\alpha = 0,56$ ).

28. Argon toshko'mirga 194,7 K. da adsorbsiyalanganda quyidagi natijalar olingan:

R, Pa	$31,9 \cdot 10^3$	$130,5 \cdot 10^3$	$290 \cdot 10^3$
R, mm.sim.ust	24	98,4	218
"a", mg/g.	5	15,4	24

Lengmyur tenlamasi orqali "v" ni xisoblang.

29. Kumush yodid zoliga qo'shiladigan elektrolitlarning koagullovchi kontsentratsiyalari (mol/l) quyidagicha berilgan:

$$C_{\text{KNO}_3} = 50,0; \quad C_{\text{MgCl}_2} = 0,717; \quad C_{\text{AlCl}_3} = 0,093;$$
$$C_{\text{NaCl}} = 51,0; \quad C_{\text{NaCl}} = 51,0; \quad C_{\text{Al}(\text{NO}_3)_3} = 0,095.$$

Zollarning zaryad belgilarini aniqlang.

30. Musbat zaryadli  $\text{Fe(OH)}_3$  zolini koagullovchi ion-aniondir. Bir valentli anion beruvchi tuzlarning koagullovchi miqdorlari bir-biriga yaqin bo'lib, 10,7 mmol/l. ni tashkil qiladi. Ikki valentli anion hosil qiluvchi tuzlarning koagullovchi miqdorlari xam bir-biriga yaqin bo'lib, 0,2 mmol/l. bo'lsa, ikki valentli anionlarning koagullovchi xossasi bir valenli anionlarnikiga nisbatan necha marta ortiq bo'ladi?

31. Radiusi 50 nm bo'lgan zarrachaning 10 sekunda diffuziya koeffitsiyenti va o'tracha kvadrat siljish masofasini xisoblang. Eritmaning xarorati 293 K va qovushoqligi  $10^{-3}$  Pa·s.

32.  $\text{SiO}_2$  gidrolozi zarrachasining 3 s da o'tracha kvadrat siljish masofasi 8 mkm. Zarrchaning radiusini xisoblang. Eritmaning qovushoqligi 293 K xaroratda  $1 \cdot 10^{-3}$  Pa·s.

33. Agar kumush xlorid gidrozolining diffuziya koeffitsiyenti

$3,2 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$  bo'lsa, kolloid zarrachaning 30 s da o'rtacha kvadrat siljish masofasini xisoblang.

34. Bariy sulfat gidrozolining radiusi  $40 \text{ nm}$  bo'lsa,  $293 \text{ K}$  da diffuziya koefitsentini xisoblang. Eritmaning qovushoqligi  $10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{s}$ .

35. Bitta zarrachasining massasi  $1,2 \cdot 10^{-21} \text{ kg}$  bo'lgan kumush iodid eritmasining massaviy konsentratsiyasi  $100,2 \text{ kg/m}^3$  bo'lsa,  $298 \text{ K}$  xaroratda osmotik bosimni xisoblang.

35. Zichligi  $1932 \text{ kg/m}^3$  bo'lgan  $2 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$  oltin maxsus tegirmonchada maydalab ezilsa, qirrasining uzunligi  $10^{-6} \text{ m}$  li kubchalar xosil bo'ladi. Xosil bo'lgan zarrachalarning umumiyligini sirt yuzasini xisoblang.

36.  $20^\circ \text{S}$  temperaturada suvda  $29 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}^3$  anilin erigan. Anilinning sirt tarangligi  $34,1 \cdot 10^{-3} \text{ m/n}$ . Suvning sirt taranglik qiymati shu temperaturada  $72,28 \cdot 10^{-3} \text{ m/n}$ . Anilin eritmasi-xavo chegara sirtdagagi adsorbsiya qiymatini aniqlang.

37. Simob zoli diametri  $6 \cdot 10^{-8} \text{ m}$  li sharsimon zarrachalardan iborat bo'lsa,  $0,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$  simobdan xosil bo'lgan zarrachalarning umumiyligini sirt yuzasini xisoblang.

38.  $18^\circ \text{S}$  temperaturada zichligi  $1,143 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$  bo'lgan eritmaning sirt tarangligi  $75,2 \cdot 10^{-3} \text{ n/m}$  ga, shu temperaturada suvning sirt tarangligi esa  $75,05 \cdot 10^{-3} \text{ n/m}$  ga teng bo'lsa, eritma sirtdagagi adsorbsiya miqdori qancha?

39. Anilining suvdagi eritmasining xavo chegara sirtdagagi maksimal adsorbsiyasi  $6 \cdot 10^{-6} \text{ mol/m}^2$  bo'lsa, bitta molekulaning to'yigan adsorbsion qavatida egallangan yuzasini xisoblang.

40.  $8,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$  qaynoq disstilangan suvgaga  $1,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$   $2\%$  li  $\text{FeCl}_2$  eritmasi qo'shilganda  $\text{Fe(OH)}_3$  xosil bo'ladi. Bunda  $\text{FeCl}_3$  qisma hidrolizlanadi:  $\text{FeCl}_3 + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Fe(OH)}_3 + 3\text{HCl}$ .

Eritmada  $\text{Fe(OH)}_3$  zarrachalardan tashqari  $\text{FeO}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  ionlari xam xosil bo‘lishini, ya’ni  $\text{Fe(OH)}_3 + \text{HCl} = \text{FeOCl} + 2\text{H}_2\text{O}$  ni xisobga olib,  $\text{Fe(OH)}_3$  zolining mitsella tuzilishini yozining.

41. Konsentratsiya  $0,008 \text{ n}$  bo‘lgan  $2,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$  kaliy bromid va  $1,8 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$ ,  $0,0096 \text{ n}$  konsentratsiyali kumush nitrat eritmalar aralashtirilganda kumush bromid zoli xosil bo‘ladi. Zol zarrachalarning ion zaryadini aniqlab, mitsella tuzilishini yozing.

42.  $\text{As}^{+3}$  tuzi eritmasidan ( $\text{HCl}$  ishtirokida) mo‘l miqdorida vodorod sulfid gazi o‘tkazilsa,  $\text{As}_2\text{S}_3$  zoli xosil bo‘ladi. Shu zolning mitsella tuzilishini yozing va zaryad belgisini aniqlang.

43. Mis tuzi ertmasiga mo‘l miqdorida kaliy ferrotsianid eritmasi qo‘silsa  $\text{Cu}_2[\text{Fe}(\text{CN})_6]$  zoli xosil bo‘ladi. Shu zolning mitsella tuzilishini yozing.

44. Suvda vodorod sulfid uzoq saqlanganda xavo tarkibidagi kislород bilan oksidlanib, oltingugurt zoli xosil bo‘ladi. Shu zolning mitsella tuzilishini yozing. Zarrachalarning zaryad belgisini aniqlab, zolning xosil bo‘lishi qaysi usulga mansubligini ko‘rsating.

45. Xajmi  $5 \cdot 10^{-3} \text{ l}$  bo‘lgan  $\text{Fe(OH)}_3$  zolini koagulyatsiyalash uchun  $3 \text{ n KCl}$  eritmasidan  $4 \cdot 10^{-3} \text{ l}$ ,  $0,02 \text{ n K}_2\text{SO}_4$  eritmasidan  $0,5 \cdot 10^{-3} \text{ l}$ ,  $0,0005 \text{ n}$  kaliy ferrotsionid eritmasidan  $3,9 \cdot 10^{-3} \text{ l}$  ko‘shilgan. Shu koagulyatorlaning koagulyatsiyalash konsetratsiyalarni va bir biriga nisbatdan koagullash xosasining ustunligini aniqlang.

46. Kolloid zolini koagullovchi elektrolitlarning konsentratsiyalari (mmol/l) quydagicha berilgan:

$$C_{\text{KNO}_3} = 50,0 \quad C_{\text{MgCl}_2} = 0,717 \quad C_{\text{AlCl}_3} = 0,093$$

$$C_{\text{NaCl}} = 51,0 \quad C_{\text{MgSO}_4} = 0,810 \quad C_{\text{Al}(\text{NO}_3)_3} = 0,095$$

Zolning zaryad belgilarini aniqlang.

47. 0.03% osh tuzining 0.1 l eritmasiga 0.001 n kumush eritmasidan 0,25 l qo'shilganda, xosil bo'lgan kumush xlorid zolning koagulyatsiyasini o'rganish uchun elektrolitlardan KBr, Ba(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub>, MgSO<sub>4</sub>, va AlCl<sub>3</sub> ko'shilgan. Shu elektrolitlardan qaysi birlar eng oz miqdorda koagulash xossasiga ega.

48. Fe(OH)<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>, As<sub>2</sub>S<sub>3</sub> (musbat zaryadli) AgJ (manfiy zaryadli) zollari berilgan. Shulardan kaysilarini birlashtirilganda koagulyatsiya sodir bo'ladi.

49. Zolning koagulyatsiyalash uchun uning 1 l. eritmasiga 0.01 m K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> eritmasidan kancha(l) qo'shish kerak. Kaliy bixromatning koagulyatsiyalovchi miqdori 0,63 mmol/l ga teng.

50. Eynshteyn tenglamasidan foydalanib, AgCl gidrolizini qovushoqligini aniqlang: eritmaning konsentratsiyasi 10% va zarrachalarning zichligi 5,56 g/sm<sup>3</sup> bo'lib, sferik shaklga ega. Dispers fazaning qovushoqligi  $1 \cdot 10^{-3}$  Pa·s va zichligi 1 g/sm<sup>3</sup>.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ахмедов К.С., Рахимов Х.Р. Коллоид кимё. Тошкент. “Ўзбекистон”, 1992.
2. Т.М.Бобоев, Х.Р.Рахимов. Физикавий ва коллоид кимё, Тошкент, “Ғафур Ғулом номидаги нашриёт - матбаа уйи”, 2004 й., 504 б.
3. Х.Р. Рахимов. Физикавий ва коллоид химия. «Ўқитувчи», Тошкент, 1978 й. 322-341 бетлар.
4. С. Воюцкий. Курс коллоидной химии. М. «Химия». 1975. 511 с.
5. Сборник «Коллоидно-химические основы нанонауки». Ред. Шпак А.П., Ульберг З.Р. Киев, Академпериодика, 2005. 466 С.
6. Сулем Б.Д., Иванова Н.И. Объекты и методы коллоидной химии вnanoхимии. Успехи химии. 2000. Т. 69. №11. С. 995-1007
7. С.И.Левченко. Физическая и коллоидная химия. Ростовский госу. Л.И.Гельфман, О.В.Ковалевич, В.П.Юстратов. Коллоидная химия. Учебник. 2-ое изд., стер. –СПб.: Издательство «Лань». 2004. 33 с.
8. А.М. Музафаров, А.А. Кузнецов, М.Ю., Заремский, А.Н. Зеленецкий. Введение в химию высокомолекулярных соединений. Учебное пособие. «Композиционные наноматериалы». Москва. 2010. 47 с.
9. Е.Д. Шукин, А.В.Перцов, Е.А.Амелина. Коллоидная химия, изд. 3-е, перераб. и доп. М.: Высшая школа, 2004. 446 С.
10. А.Д.Зимон. «Коллоидная химия». Изд. М.: Агар, 2007. 344 С.
11. R.S.Dehqonov, B.B.Nuriddinova. Kimyodan masalalarini yechishda tenglama va tengsizlikdan foydalanish. „XXI asr intelektual avlod asri“. Xududiy Ilmiy- amaliy konferensiya materiallari. Namangan. 6-7 iyun. 2014 yil.

12. Губанова Н.Я., Третьякова О.Н. Физическая и коллоидная химия. /Методические указания и варианты заданий контрольных работ для студентов заочной формы обучения. КубГАУ. Краснодар. 2007. 125 с.
13. Л.В.Сеничева. Коллоидная химия. Поверхностные явления и дисперсные системы. Программа, методические указания и контрольные задания. –Хабаровск. Изд-во. Хабар.техн.гос.техн.ун-та. 2003.31 с.
14. Татауров В.П. Физическая и коллоидная химия. /Варианты контрольных работ. Екатеринбург. 2004. 70 с.28. С.Б.Бокут, Л.Ф.Подобед, П.А.Киселев. Сборник задач по физической и коллоидной химии. –Минск: МГЭУ. 2007. -100 с.
15. С.Я.Александрова, Л.В.Цыро. Физическая и коллоидная химия. Учебно- методическая пособия. Томск. Томск государственный ун-т. 2010. -136 с.
16. Яргаева В.А., Сеничева Л.В. Дисперсные системы. : Учебное пособие.- Хабаровск. Изд. ХГТУ, 1999. -108 с.
17. Дехқонов Р.С., Раҳматова М.Ж. Коллоид кимёдан назорат ишларини бажариш учун услубий кўрсатма. НамДУ нашри. Наманган. 2000 й. 61 бет.
18. Дехқонов Р. Экспериментал масалалар ечиш. НамДУ нашри. 2002. 39 б.
19. Dehqonov R.S., Rasulov A.A. Kolloid kimyodan o'qitish samaradorligini oshirishda masalalar yechishning ahamiyati. Tabiiy fanlar va ekologiyaga oid ayrim muammolar ilmiy maqolalar to'plami, 8 qism, Namangan. 2013 y. 259- 236 б.
20. М.Гельфман, О.Ковалевич, В.Юстратов. Коллоидная химия. Учебник. М. «Лан». 2004. 332 с.

## MUNDARIJA

KIRISH.....	3
I. Bob. Nazariy qism.....	5
1. Kolloid kimyo fanining maqsadi, vazifalari va muammolari.....	5
2. Dispers sisnemalar va ularning miqdoriy xarakteristikalari.....	6
3. Dispers sistemalar va ularning hosil qilish usullari.....	13
4. Dispers sistemalarning molekulyar – kinetik xossalari.....	23
5. Disperd sistemalarning sirt xossalari. Adsorbsiya.....	25
6. Dispers sistemalarning optik xossalari.....	30
7. Kolloid sistemalarning elektrokinetik xossalari.....	34
8. Kolloidlarning barqarorligi va liofob zollarning koagulyatsiyasi	37
II. Bob. Amaliy qism.....	39
1. Dispers sistemalar va ularning dispersligini miqdoriy tavsiflash bo'yicha masala va mashqlar yechish.....	39
2. Dispers sistemalarning hosil qilish bo'yicha masalava mashqlar yechush.....	45
3. Dispers sistemalarning molekulyar – kinetik hamda optik xossalari bo'yicha masala va mashqlar yechish.....	55
4. Disperd sistemalarning sirt xossalari. Adsorbsiya jarayonlari bo'yicha masala va mashqlar yechish.....	70
5. Dispers sistemalarning elektrik xossalari bo'yicha masala va mashqlar yechish.....	76
6. Kolloidlarning barqarorligi va liofob zollarning koagulyatsiyasi bo'yicha masala va mashqlar yechish.....	81
III. bob. Mustaqil yechish uchun vasala va mashqlar.....	89
Foydalilanilgan adabiyotlar.....	98

