

**X.S. Talipova, J.S. Qayumov,
O.S. Boboqulova, N.SH. Zulyarova**

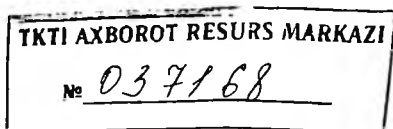
**ANALITIK, FIZIKAVIY VA
KOLLOID KIMYO
(KOLLOID KIMYO QISMI)**

fanidan laboratoriya va amaliy mashg'ulotlar



Toshkent - 2019

X.S. Talipova, J.S. Qayumov,
O.S. Boboqulova, N.Sh. Zulyarova



ANALITIK, FIZIKAVIY VA KOLLOID KIMYO

(KOLLOID KIMYO QISMI)

anidan laboratoriya va amaliy mashg'ulotlar



Toshkent - 2019

UO'K:452/23(18)
KBK: 86/18 Uzb
T. 35

Kolloid kimyo / o'quv qo'llanma. Nashrga tayyorlovchilar X.S. Talipova, J.S. Qayumov, O.S. Boboqulova, N.Sh. Zulyarova. – Toshkent, 2019. – 216 b.

Mazkur o'quv qo'llanma kimyo, kimyo-texnologiya, neft va gazni qayta ishlash, oziq-ovqat va qurilish materiallari texnologiyasi, shuningdek, boshqa turdosh ta'lim yo'nalishlarida tahsil olayotgan talabalar uchun mo'ljallangan bo'lib, O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2018 yil 14 iyundagi 531-sonli buyrug'i bilan (*buyruqning 10-ilova*) tasdiqlangan "Analiitik, fizikaviy va kolloid kimyo" fani dasturi hamda Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2017 yil 1 martdagi 107-sonli buyrug'i asosida tayyorlandi.

Ushbu o'quv qo'llanmada bo'lajak kimyogar texnologlar uchun kolloid kimyodan nazariy bilimlar keltirilgan bo'lib, *zamonaviy laboratoriya jihozlari asosida yangi laboratoriya ishlarini qo'yildi hamda birinchi marta kolloid kimyo fanidan ko'p variantli masalalar yechish amaliy qismini kiritildi.*

O'quv qo'llanma O'zbekiston Respublikasi Prezidentining "O'zbekiston Respublikasida yanada rivojlantirish bo'yicha Harakatlar strategiyasi to'g'risida"gi 2017 yil 7 fevraldagi PF-494-son Farmoni va O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining "O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi PF-4947-son Farmoni ijrosini ta'minlash to'g'risida"gi 2017 yil 13 fevraldagi 81-sonli buyrug'ida belgilangan vazifalar hamda xorijiy adabiyotlarni tarjima qilish asosida ishlab chiqilgan. Bu adabiyotlar ayniqsa talabalarni mustaqil bilim olish jarayonlarida juda qo'l keladi. Shu maqsadda har bir mavzuga oid nazariy bilimlar *mukammalroq* bo'lishiga harakat qilindi va o'quv qo'llanmani tayyorlashda nufuzli chet el olimlarining (*Drug Mer. Surfaces, interfaces and colloids. New York; Terence Cosgrove. Colloid Science Principles, methods and applications. Angliya*) shu fanga oid o'quv adabiyotlarining keluvchi ma'lumotlaridan foydalanildi.

Ushbu qo'llanma keng qamrovli bo'lib, unda O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 5320400 – Kimyoviy texnologiya (ishlab chiqarish turlari bo'yicha) 5321300 – Neft va neft-gazni qayta ishlash texnologiyasi, 5320300 – Texnologik mashina va jihozlar (yog'ochsozlik texnologiyasi), Texnologik mashina va jihozlar (sellyuloza-qog'oz), 5111000 – ta'limi (kimyoviy va oziq-ovqat texnologiya yo'nalishlari bo'yicha), 5320500 – Biotexnologiya (tarmoqlar bo'yicha), 5321000 – Oziq-ovqat texnologiyasi (mahsulotlar turlari bo'yicha), 5630100 – Ekologiya va atrof-muhit muhofazasi (kimyoviy va oziq-ovqat ishlab chiqarish tarmoqlari bo'yicha), 5321800 – Rezinotexnik mahsulotlar ishlab chiqarish texnologiyasi ta'lim yo'nalishlarini dasturlaridagi mavzularni muvaffaqiyatli o'zlashtirish uchun mashqlar va masalalar yechish bo'yicha misollar keltirilgan.

O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2019 yil 20 iyulda 654-sonli buyrug'iga asosan nashr etishga ruxsat berilgan.

Taqrizchilar:

TDU, "Umumiy kimyo" kafedrasi professori, k.f.d. R.I. Ismollov

TKTI, «Umumiy va noorganik kimyo» kafedrasi mudiri, k.f.d., professor A.S. Sidqov

ISBN 978-9943-381-92-6

Biz uchun o'z dolzarbligi va ahamiyatini hech qachon yo'qotmaydigan yana bir masala, bu – farzandlarimizni mustaqil fikrli, zamonaviy bilim va kasb-hunarlarni egallagan, mustahkam hayotiy pozitsiyaga ega, chinakam vatanparvar insonlar sifatida tarbiyalash vazifasidir.

Shavkat Mirziyoyev

KIRISH

Toshkent kimyo-texnologiya instituti *“Analitik, fizikaviy va kolloid kimyo”* kafedrasida professor-o'qituvchilari tomonidan lotin alifbosida xorijiy adabiyotlar tarjimai asosida tayorlangan *“Kolloid kimyo”* fanidan laboratoriya va amaliy mashg'ulotlarni bajarish yuzasidan tayyorlangan mazkur o'quv qo'llanma kimyo, kimyo-texnologiya, neft va gazni qayta ishlash, oziq-ovqat va qurilish materiallari texnologiyasi, shuningdek, boshqa turdosh ta'lim yo'nalishlarida tahsil olayotgan talabalar uchun mo'ljallangan. Ushbu o'quv qo'llanmada bo'lajak kimyogar texnologlar uchun kolloid kimyodan nazariy bilimlar keltirilgan bo'lib, ular asosida *amaliy hamda laboratoriya mashg'ulotlari o'tkazish uchun* muhim xulosalar chiqarish imkoniyati yuzaga keladi.

Ushbu o'quv qo'llanmaga – *dispers sistemalarni olish va ularning xossalari, sirt hodisalar, dispers sistemalarning barqarorligi va koagulyatsiyasi, mikroheterogen sistemalar, sirt faol moddalar, gidrofil dispers sistemalar va yuqori molekulyar birikmalarning xossalari* haqidagi bo'limlar kiritilgan.

O'zbekiston Respublikasida kimyo va oziq-ovqat sanoatlarida ishlab chiqarish ko'lamlarining o'sishi va yangi texnologiyalarning paydo bo'lishi fundamental va kimyoviy fanlarni, jumladan *“Kolloid kimyo”* fanidan chuqur bilimli yuqori malakali mutaxassislar tayyorlashni talab qiladi.

Kolloid kimyo fani qonuniyatlari asosida bormaydigan texnologiyalar, ayniqsa kimyoviy texnologiyalar deyarli yo'q. Ularga u yoki bu ishlab chiqarishning har bir bosqichida duch kelamiz. *Adsorbsiya, adgeziya, ho'llanish, flotatsiya, sirdagi elektrokinetik hodisalar, koagulyatsiya, struktura hosil bo'lishi jarayonlari*

ko'plab texnologik jarayonlarda mavjud. Shuni hisobga olgan holda mamlakatimizda mavjud kimyoviy korxonalar, ilmiy muassasalar to'g'risida ma'lumot berishni lozim topdik (*to'plam so'ngida*). Shuningdek, kimyoviy texnologiya va kimyo sanoatining istiqbolli yo'nalishlari ham o'quv qo'llanmalarida o'z aksini topdi.

Kolloid kimyo fani faqatgina texnologik jarayonlarning emas, balki asosan xususiyatlari disperslikka, sirt tabiatiga bog'liq bo'lgan va struktura hosil bo'lgan qonuniyatlari bilan aloqador bo'lgan turli materiallar – *qotishmalar, keramik sement, tolalar, plenklar, lok-bo'yoqlar, sorbentlar, turli xil kompozitsion materiallar, biotexnologiya, oziq-ovqat maxsulotlarini tayyorlash usullarini nazariy asosi bo'lib xam xizmat qiladi.*

Hozirgi paytda kimyoviy o'zgarishlarni amalga oshirish uchun kimyo *yangi texnologiyalar* kirib kelmoqda. Bularga kimyoviy reaksiyalarni yuzaga keltirishni yangi usullari, *nanotexnologiya* usullaridan foydalanib hayotiy mahsulotlar yaratishning ustivor usullarini ishlab chiqish kiradi. Nanotexnologiya usullaridan foydalanib yaratilgan materiallar o'zining xossalari bilan odatdagi kimyoviy moddalardan keskin farq qiladi. Shularni hisobga olgan holda, birinchi marta hozirgi zamon uchun eng muhim hisoblangan *nanotexnologiya* elementlaridan tushuncha berishga harakat qildik.

Har bir mavzuga tegishli bo'lgan nazariy savollar va testlarni ham keltirish lozim topgan holda bu talabalarning mustaqil ta'lim olish jarayonlarini shakllantirishda kerak bo'ladi deb hisobladik.

Kolloid kimyo fani talabalarni mustaqil ijodiy fikrlashga, olingan natijalarni chuqur tahlil qilishga, jarayonlarga dialektik nuqtai nazardan yondashishga unday

Muallif

I. DISPERS SISTEMALAR VA ULARNING SINFLANISHI. SATHDAGI HODISALAR

Mavzuga oid qisqacha nazariy tushunchalar:

KOLLOID KIMYO FANINING MAQSADI VA VAZIFASI, RIVOJLANISH TARIXI. DISPERS SISTEMALAR VA ULARNING SINFLANISHI

Tayanch so'z va iboralar:

Kolloid –	Grekkcha “yelim”, “yopishmoq” yoki kleyga o'hshash moddalar demakdir.
Sistema –	Shartli ravishda tashqi muhitdan ajratilgan, bir-biri bilan doimiy ta'sirda bo'lgan moddalar guruhi.
Faza –	Geterogen sistemaning o'z termodinamik xossalari va kimyoviy tarkibi bilan farq qiladigan gomogen qismi.
Gomogen –	Bir fazali sistema.
Geterogen –	Chegara sirt bilan ajralib turadigan ko'p fazali sistema.
Disperslik –	Maydalanganlik darajasi, tarqalgan ma'nosida.
Liofil –	Erishga moyil sistemalar.
Liofob –	Erishga moyil bo'lmagan sistemalar.
Sirt taranglik –	Fazalararo chegara sirtning 1sm^2 yoki 1m^2 yuzasiga muvofiq keluvchi erkin energiya.
Sirt-faol moddalar –	Sirt taranglikni kamaytiruvchi moddalar.
Adsorbsiya –	Qattiq jism va suyuqliklarning fazalararo sirtlarida boshqa moddalarning yig'ilishi.
Sathdagi hodisalar –	Dispers sistemalar fazalar chegarasida kuzatiladigan, sath qatlami tarkibi va tuzilishiga bog'liq bo'lgan jarayonlar.
Sirtning erkin energiyasi –	Fazalararo sirt kattalikning sirt taranglik koeffitsientiga ko'paytmasi.
Adgeziya –	Turli fazadagi modda zarrachalari (atom va molekularlar) orasida o'zaro tortishish kuchlarning namoyon bo'lishi <i>adgeziya</i> deb ataladi
Kogeziya–	Ayni fazadagi modda zarrachalari (atom va molekularlar) orasida o'zaro tortishish kuchlarning namoyon bo'lishi <i>kogeziya</i> deb ataladi. Kogeziya moddaning uzilishiga bo'lgan qarshiligini, ichki bosimi va hokazo xossalarini xarakterlaydi.
Adgezivlar –	Qattiq sirtlarning o'zaro yopishishiga yordam beruvchi moddalardir. Adgeziv jismga adsorb-langanida shu qattiq sirtini ikkinchi qattiq sirt bilan yopishtiradi. Adgezivlar organik, noorganik va murakkab tarkibga ega bo'lishi mumkin.

Dastlab, kolloid kimyo fizik kimyoning bir bo'limi edi. Keyinchalik bu o'zining qonuniyatlarini ko'payishi, uslublarini vujudga kelishi tufayli mustaqil fanga aylandi. Hozirgi zamon texnikasini rivojlanishida kolloid kimyo juda amaliy ahamiyat kasb etadi. Kolloid kimyo qonuniyatlari, kolloidli jarayonlar xo'jaligining ko'pgina sohalarida keng qo'llaniladi.

Kolloid kimyo fani geterogen texnologik jarayonlarning nazariy bo'lib, bu jarayonlarda sirt hodisalar va dispers sistemalar hal qiluvchi ro'l o'ynaydi. Hozirgi paytda birorta kimyoviy texnologiya yo'q-ki dispers sistemalar ishlatilmasin. Atrofimizni o'rab olgan havodan tortib to suvgacha dispers sistemalardan iborat.

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

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

Dispers sistemalar deb – suyuq, qattiq yoki gaz muhitida boshqa moddaning juda ko'p mayda zarracha-larning tarqalishidan hosil bo'lgan sistemaga aytiladi.

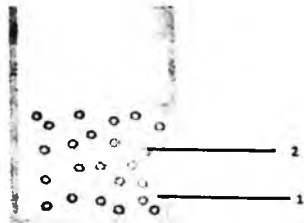
Ularga – tuproq, tog' jinstlari, kukunlar, yutuvchi moddalar, katalizatorlar, barcha g'ovak moddalar kiradi.

Dispers sistemalar va hodisalar haqidagi ta'limot texnikasi (sanoat, qishloq xo'jaligi, tabiiy qo'riqlash, suvlarni tozalash va geologiya, tuproqshunoslik) shuningdek biologiya, meditsina va farmatsevtika alohida ahamiyat kasb etadi.

Kolloid kimyoda *tekshiriladigan obektlar* ikkita asosiy xususiyat bilan ajralib turadi:

- 1) disperslik (*maydalanganlik*) va
- 2) geterogenlik (*ko'p fazali*).

Dispers so'zi *lotincha maydalamaq, tarqalmoq* so'zidan olingan. Tarqal modda - *dispers faza*, modda tarqalgan joy esa *dispersion muhit* deb ataladi.



1.1-rasm. 1-dispersion muhit,
2-dispers faza

Demak, kolloid kimyoni o'rganadigan obektlari *dispers sistemalar*dir.

Dispers sistemalar tabiatda juda ko'p tarqalgan. Atrofimizda mavjud materiallar – *tuproq, yog'och, tabiiy suv, turli-tuman oziq-ovqat mahsulotlari, rezina, bo'yoq, hatto inson tanasi ham* dispers sistemalariga misol bo'la oladi. Olamni o'zi ham dispers sistemadir: *barcha planetalar, yulduzlar va kometalar dispers faza bo'lib, koinotni dispersion muhit deb qarash mumkin.*



Dispers sistemalarda *dispers faza zarrachalari katta sirtga ega bo'lganligi sababli* ularning sirtidagi atom yoki molekulalari hossalari jihatidan zarrachalar ichidagi atom yoki molekulalar hossalari bilan farq qiladi, chunki ular sirt tomondan moddaning boshqa molekulalari bilan tortilmaydi. Ko'pincha kolloid eritmaning sirt qavati uning ichki qavatidan hatto tarkib jihatidan farq qiladi. Shunga ko'ra *kolloid kimyo uch muhim muammoni o'rganadi:*

- 1) *dispers faza sirtida sodir bo'ladigan hodisalarni o'rganish;*
- 2) *dispers sistemalarning mavjudlik va baqarorlik sharoitlarini o'rganish;*
- 3) *dispers faza va dispersion muhit chegara sirtida kuzatiladigan elektrokinetik hodisalarni o'rganishdan iborat.*

Kolloid kimyo fanida *faza atamasini* qo'llash ehtiyotkorlikni talab qiladi. Hozircha u I.1 - jadvalda¹ to'g'ri foydalanilgan bo'lib, u tizimning fizik holatini ifodalashda keng foydalaniladi. Ba'zi kolloidli holatlar *termodinamik muvozanatga erishmaydi*, ammo bu tuzilma shunchalik ko'p mavjud bo'lishi mumkinki, muvozanatli fazadan ajratib olish, farqlash amaliy jihatdan qiyin va nazariy jihatdan esa noqulaydir. *Kolloidli oynalar, ba'zi kremlar va gellar* kabi taniqli muvozanatga ega bo'lmagan tuzilmalar mavjud bo'lib, ular ko'plab yillar davomida kinez jihatdan ushlab turilgan tuzilmalar sifatida ko'rilgan.

Individual fazalarning har biri murakkab tarkibli bo'lishi mumkin, masalan *emulsiya gelda dispersiyalangan gelga o'xshash zarrachalardan yoki bir - biriga teng zarrachalardan tuzilgan bo'lishi mumkin.*

I.1-jadv

- Muhit (α)→ - Dispers faza (β)↓	gaz (muhit)	suyuqlik	qattiq
gaz (ko'piklar)	-	ko'pik	qattiq ko'pik
suyuq (tomchilar)	suyuq aerözollar	suyuq emulsiyalar	qattiq emulsiyalar
qattiq (zarrachalar)	qattiq aerözollar	Zol	qattiq zol

Kolloid kimyo fanining *rivojlanish tarixiga* nazar solsak, kolloidli to'g'risidagi ma'lumotlar alximiklarni, Aristotelning ishlarida uchraydi. Qadimgi zamonlardayoq kolloid-kimyoviy jarayonlar Xitoyda, Hindistonda, Misrdagi Rimda, O'rta Osiyoda, qadimgi Rus mamlakatlarida *ovqat tayyorlash, matolarini oshlash, bo'yash* va boshqa ishlarda ko'p qo'llanib kelingan.

Demak, kolloid sistemalar bilan inson juda qadim zamonlardan beri tanish. Biroq, bu sistemalar ilmiy jihatdan nisbatan keyinroq o'rganila boshlandi.

Tomsan Grem kolloid kimyoga asos solgan olim hisoblanadi. 1861 yilda erigan moddalarni pergament qog'oz orqali suvga o'tish (diffuziyalanish) hodisasini

¹ Colloid Science: Principles, methods and applications, Second Edition Edited by Terence Cosgrove, 2010 John Wiley & Sons, Ltd, P. 1-2.

tekshirib, kristall moddalarning (*osh tuzi, shakar*) eritmaları yaxshi diffuziyalanishini, lekin alyuminiy gidroksid, rux gidroksid va boshqa metallarning gidroksidlari, yelim, albumin, jelatina, kraxmal kabi moddalar juda zaif diffuziyalanishini aniqladi. Grem eritmaları yaxshi diffuziyalangan moddalarni *kristalloidlar* deb, yomon diffuziyalangan va kristall tuzilishga ega bo'lmagan moddalarni *kolloidlar* deb atadi (kolloid so'zi grekcha «*kollo*», ya'ni yelim so'zidan olingan). T.Gremning fikricha, kristalloidlar suvda eriganda chin eritmalar, kolloidlar eriganda esa kolloid eritmalar hosil bo'ladi. T.Grem kolloid eritmalarini olish va tozalash usullarini ishlab chiqdi. Uning ba'zi usullaridan hozirda ham foydalaniladi. Grem ta'limotiga binoan kristalloidlar kolloidlardan katta farq qiladi. Lekin 1868 yilda I.G. Borshchev kolloid moddalar kristall holida ham bo'lishi mumkinligini isbotlab berdi. So'ngra rus olimi P.P.Veymam T.Gremning fikrlari tor ma'noga ega ekanligini isbotladi. U kolloid holatda 200 dan ortiq modda tayyorlab, har qanday modda ham sharoitga qarab kolloid holida ham, kristalloid holatda ham bo'la olishini ko'rsatdi.

Shunday qilib, *har qanday modda sharoitga qarab ba'zida kolloid eritma, ba'zi sharoitda esa chin eritma hosil qilishi mumkin.* Masalan,

-osh tuzi suvda eriganda chin eritma hosil qiladi, lekin osh tuzini benzoldagi kolloid eritmasini hosil qilish mumkin;

-sovun suvda eriganda kolloid eritma hosil bo'ladi, lekin sovunni spirtida eritib, uning chin eritmasini tayyorlash mumkin. Demak, *kolloid holat materiyaning o'ziga xos alohida holatidir ya'ni, kolloid modda yo'q, moddaning kolloid holati mavjud.*

Kolloid holat - bu moddaning yuqori dispersli_(kuchli maydalangan) holati bo'lib, zarrachalar alohida molekulalar agregatidan tashkil topadi.

Gremdan avval bu sohada M.V.Lomonosov, I.Ya.Berselius, F.Selmi, A.A.Musin-Pushkin, M.Faradey, I.G. Borshchev va boshqalar ham ish olib borganlar.

Masalan, 1762 yilda M.V.Lomonosov *iviqlar ustida* ish olib bordi. U oltinning kolloid eritmasidan foydalanib rangli shishalar tayyorladi. 1797 yilda A.A.Musin-

Pushkin *simob metalining* kolloid eritmasini hosil qildi. 1908 yilda rus F.F.Reys loy suspenziyalarining elektr xossalarini tekshirgan. 1889 A.P.Sabaneyev *kolloid eritmalarning muzlash temperaturalarini o'lchash* asosida kolloid zarrachalarning «molekulali» massalarini aniqladi. Rus olimi F.N.Shveb 1889 yilda jelatina eritmasi *misolida kolloid sistemalarning mexanik struktura xossalarini tekshirdi*. XIX asming boshlarida R.Broun tomonidan dispers zarrachalarining *tartibsiz harakatini* kashf etilishi kolloid kimyoning rivojlanishida katta ahamiyatga ega bo'ldi.

1906-1908 yillarda M.Smoluxovskiy va A.Eynshteyn kolloid sistemalarning *Broun harakati va diffuziya nazariyasini* yaratib, kolloid kimyoni nazariy jihatdan boyitdilar. J.B.Perren, N.Svedberg, B.V.Ilin kabi olimlar A.Eynshteyn M.Smoluxovskiy nazariyasining to'g'riligini tajribada tasdiqladilar.

D.I.Mendeleyev *kolloid kimyoni tabiat haqidagi bilimlarning potentsialini oshirishga ega bo'lgan yangi tarmog'i deb qaradi*. U o'zining «Kimyo asoslarida» nomli kitobining birinchi nashrida (1871 yil) «Kolloid kimyo masalalari fizika kimyoning barcha sohalari uchun ilg'or va qudratli ahamiyat kasb muqarrar» deb yozgan.

Kolloid kimyoning taraqqiyotida mashhur olim A.V.Dumanskiyni xizmati katta. U kolloid eritmalarning qovushqoqligini, elektro'tkazuvchanligi, optik xossalarini o'rgandi.

Prof. N.P.Peskov kolloid sistemalarning *barqarorlik nazariyasini* takli akademik P.A.Rebinder va uning shogirdlari kolloid dispers va dag'al dispers sistemalarda bo'ladigan *adsorbsiya hodisalarini*, shuningdek, ularning *strukturalarini mexanik xossalarini* tekshirdilar.

Kolloid va yuqori molekulali sistemalarni o'rganishda V.N.Karavayev, B.V.Deryagin, I.I.Jukov, Z.A.Rogovin, S.M.Lipatov, akademik I.V.Petryayev, Sokolov, I.F.Yermolenko, F.D.Ovcharenko, K.S.Ahmedov, X.U.Usmov, H.R.Rahimov, E.O.Oripov va boshqa olimlarning xizmatlari katta.

O'zbekistonda kolloid kimyo sohasidagi dastlabki tadqiqotlar 1918 mayda Munavvarqori Abdurashidxonov boshchiligidagi jadid-ma'rifat

tashabbusi bilan ta'asis etilgan universitetning (*o'sha davrda Turkiston Davlat universiteti deb nomlangan*) noorganik kimyo kafedrasida o'tkazilgan. Turkiston davlat universitetining kimyo fakultetini va fakultet qoshida ochilgan ilmiy-tadqiqot laboratorisini tashkillashtirishda professor S.N.Naumov xizmati katta ekanligini e'tirof etish lozim.

O'zbekiston tuproqlari va loylarining kolloid kimyoviy tadqiqotlari O'rta Osiyo Davlat universitetining kimyo fakultetida B.G.Zaprometov tomonidan noorganik kimyo kafedrasida boshlangan. 1937 yili B.G.Zaprometov mustaqil "Kolloid kimyo" kafedrasini tashkil qilgan.

O'zbek olimlaridan akademiklar K.S.Axmedov, X.U.Usmonov, H.R.Rustamov va E.A.Aripovlarning bu sohani rivojlantirishda qilgan ishlari e'tiborga loyiqdir. Ular kolloid sistemalami yangi turlarini yaratib, xalq xo'jaligiga katta foydalar keltirishdi. Ular kolloid kimyo fani bo'yicha o'quv adabiyotlar nashr etishdi.

Kolloid kimyo sohasida hozirda O'zbekistonda qiziqarli ishlar olib borilmoqda:

-O'zbekiston Milliy Universitetining kimyo fakultetida;

-Toshkent kimyo-texnologiya institutida;

-O'zbekiston Fanlar Akademiyasining "Umumiy va noorganik kimyo" institutida bu sohadagi ilmiy ishlarga katta e'tibor qaratilgan.

Kolloid sistemalar turmushda va sanoatda g'oyat katta ahamiyatga ega.

O'simlik va hayvonlar organizmining asosiy tarkibiy qismlari (*oqsil, qon va boshqalar*) kolloid holatda bo'ladi. Sintetik kauchuk, sun'iy ipak, plastmassa va hokazolar ishlab chiqarish texnologiyasi ham kolloid kimyo yutuqlariga asoslanadi.

Sun'iy ipak va sintetik materiallar (*kapron, lavsan va boshqalar*) ishlab chiqarishda *bo'kish, koagulyatsiya, adsorbsiya* va boshqa kolloid-kimyoviy jarayonlar katta ahamiyatga ega. O'simliklardan olingan tolalarni, hayvonlardan olingan junni, sintetik tolalarni *bo'yash uchun* kerakli bo'yoqlar ham kolloid sistemalar holida bo'ladi. Charm tayyorlash sanoatida *terini bo'ktirish, kullash, oshlash, kuldani yuvish* va hokazo jarayonlar kolloid kimyo usullarga asoslangan.

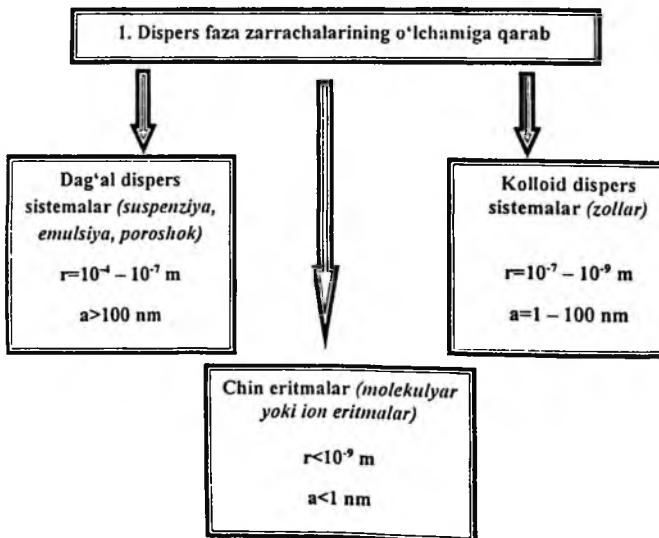
Metallurgiyada, kulolchilik ishlarida, sement, plastmassa, sun'iy toshlar, shisha, qog'oz, sovun, surkov moylar, lak ishlab chiqarishda hamda texnikani boshqa sohalorida, medicina va qishloq xo'jaligida kolloid-kimyov jarayonlarning ahamiyati nihoyatda katta.

DISPERS SISTEMALAR VA ULARNING SINFLANISHI

Dispers sistemalarni – zarracha o'lchami (*dispersligi*) bo'yicha, fazalarni agregat holati bo'yicha, dispers muhit bilan dispers fazaning o'z munosabatiga qarab sinflarga bo'lish mumkin.

Dispers sistemaning *barqarorligi* dispers faza zarrachalarining *kichikligiga (disperslik darajasiga)* bog'liq bo'ladi.

Dispersligiga qarab sinflash:



Dag'al dispers sistemaning dispers faza zarrachalarini ko'z bilan ko'rish mumkin. Kolloid zarralarni odatdagi mikroskopda ko'rib bo'lmaydi, chunki modda kolloid sistemalarda juda kichik zarrachalarga qadar maydalangan holda bo'ladi.

Ko'pchilik olimlar kolloid eritmalarni o'rganish natijasida kolloid eritmalar odatdagi *chin eritmalarga* o'xshaydi, lekin ulardan faqat o'z zarrachalari o'lchamining katta bo'lishi bilangina farq qiladi, degan xulosa chiqardilar. Shuning uchun katta molekularli massaga ega bo'lgan *yuqori molekularli birikmalarning* eritmalarini ham kolloid sistemalar bilan birga o'rganish ma'qul deb topilgan.

2. Dispers sistemalarni dispers faza va dispers muhit agregat holatiga qarab 9 turga bo'lish mumkin (V.Osvald):

I.2-jadval

№	Dispers muhit	Dispers faza	Shartli belgisi	Misollar
1	gaz	gaz	-	
2	gaz	suyuqlik	G/S	ko'pik, tuman, bulut, aerazol
3	gaz	qattiq	G/Q	tutun, chang, kukun
4	suyuqlik	gaz	S/G	ko'pik, gaz emulsiyalar, sprej, okean sathi
5	suyuqlik	suyuqlik	S/S	emulsiyalar: sut, suvdagi yog', neftdagi suv, benzindagi suv emulsiyalari va hokazo; mayonez emulsiyasi
6	suyuqlik	qattiq	S/Q	zollar, suspenziyalar, chiqindi suvlar, qattiq emulsiyalar (<i>tish pastasi</i>)
7	qattiq	gaz	Q/G	qattiq ko'piklar, qattiq aerzollar, non, pemza, ko'mir, mikrog'ovakli jismlar, penoplastlar
8	qattiq	suyuqlik	Q/S	marvarid, gellar, sement, iviqlar
9	qattiq	qattiq	Q/Q	qotishmalar, mineral rangli shishalar, qattiq suspenziyalar

Bu yerda G – gaz holatidagi modda; S – suyuq modda; Q – qattiq modda.

Birinchi o'ringa *dispers faza*, ikkinchi o'ringa esa *dispersion muhit* qo'yilgan.

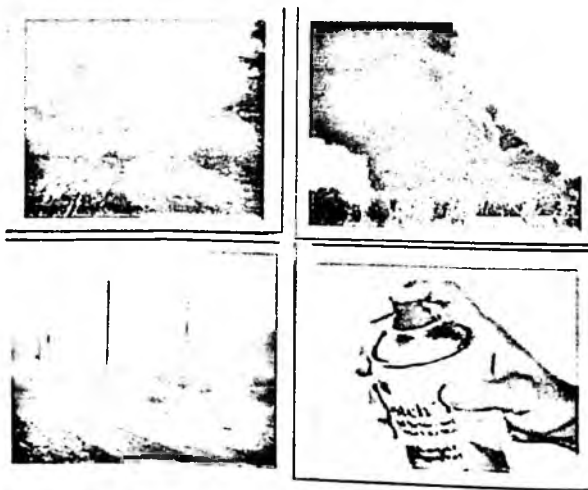
Birinchi turgan sistema *gaz - gaz*. Bu sistema odatda kolloid sistemaga kiritilmaydi, chunki gazga gaz qo'shilsa *gomogen sistema* bo'lib, *chegara siri bo'lmaydi*.

Yuqori disperslikka ega bo'lgan kolloid eritma zol deb ataladi deyilishiga sabab kolloid eritma nemischa "sole", lotincha «solutio»dir, so'zlarning birinchi bo'g'ini (*sol*) dan kelib chiqqan).

Masalan, kumushning kolloid eritmasi kumush zoli, temir (III) gidroksidning eritmasi temir zoli deb ataladi. Zollarni atashda dispers muhitning *tabiati* asos qilib olinadi. Jumladan,

- dispers muhit suv bo'lsa – gidrozol,
- dispers muhit organik erituvchi bo'lsa – organzol (alkazol, benzol)
- dispers muhit gaz bo'lsa – aerezol,
- dispers muhit qattiq bo'lsa – solidazollar deb ataladi va h.k.

Masalan, *tuman va tutunlar* aerezollar jumlasiga kiradi. Suyuq dispersion muhitga bo'lgan zollar – liozollar deb ataladi.



Dispers faza bilan dispers muhit orasida o'zaro ta'sirlanishga qarab dispers sistemalar liofil va liofob bo'ladi.

- Liofil zollar - lyo-eritaman, philla - yoqtiraman ma'noni anglatadi. Ya'ni, liofil zollarda dispers faza va dispers muhit kuchli bog'langan. Agar dispers muhit suv bo'lsa - gidrofil zol deyiladi.



Liofil zollarga – oqsil, jelatina, pepsin va yuqori molekulari birikmalar (polimerlar)ning eritmaları misol bo'ladi. Ularning asosiy xarakterli xossasi - erituvchilarda (stabilizatorsiz) o'z-o'zidan erib ketadi. Ularni eritishga tashqaridan energiya sarflanmaydi. Termodinamik barqaror.

- Liofob zollar - lyo-eritaman, phobia – qo'rqinch; ya'ni dispers faza dispers muhitda deyarli erimaydi, ular bir-biri bilan yomon bog'langan bo'ladi. Dispers muhit suv bo'lsa - gidrofob zol deyiladi.

Gidrofob zollarda zarrachalar yomon eriydigan birikmalardan iborat. Ularning zarrachalari deyarli solvatlanmaydi. Ularga tipik kolloidlar – nodir metallarning zollari, galogenidlari (AgCl , AgBr , AgI) gidroksidlari ($\text{Fe}(\text{OH})_3$) misol bo'ladi.

Liofob zollarni tayorlashda tashqaridan energiya sarflash kerak. Liofob zollar termodinamik barqaror emas. Ularni olishda maxsus usullar qo'llaniladi va yana uchinchi modda - ya'ni stabilizator qo'shish kerak. Ularga *suspenziyalar*, *emulsiyalar* kiradi. Bunday sistemalar alohida molekula holidagi emas, balki molekular agregati - *mitsellalar* holidagi uchraydi. Mitsellalar o'lchami dispers faza molekulari o'lchamidan katta. Shuning uchun ayrim zarracha va atrof muhit orasida sath oralig'i hosil bo'ladi. Bu kolloid sistemalarni *mikroeterogen sistema* deyishga imkon beradi.

SATHDAGI HODISALAR. SIRT TARANGLIK TUSHUNCHIASI

Ma'lumki, dispers sistemalarning sirt hodisalarini ularning geterogenlik disperslik alomatlariga bog'liq funksiyalar yoki ularning oqibatlarini deb qarash lozim. Bulardan geterogenlik dispers sistemaning sifat belgisi bo'lib, fazalararo chegara sirt, chunonchi sirt qavatlar mavjudligini tasdiqlaydi ($\sigma = G_r/S$).

Disperslik (D) sistemaning miqdor belgisi bo'lib, disperslik darajasi anglatadi ($D=1/r$). Disperslik darajasi o'rniga ko'pincha unga proporsional kattalik S_{sot} - *solishtirma sirt* tushunchasi qo'llaniladi:

$$S_{sot} = S_{umum} / V$$

formulada S_{umum} - fazalararo umumiy sirt yuza kattaligi, V - zarrachaning xususiy hajmi yoki zarracha o'lchami.

Agar dispers faza zarrachalari *sferik shaklda* deb qabul qilinsa:

$$S = 4 \pi r^2, V = 4/3 \pi r^3 \text{ bo'lgani uchun,}$$

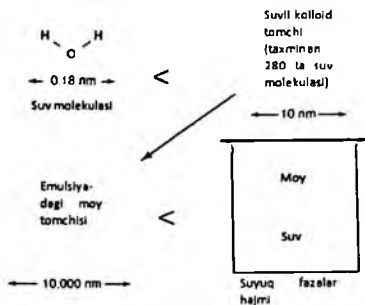
$$S_{sot} = 3/r \text{ bo'ladi.}$$

Shunday qilib, "D" yoki " S_{sot} " zarracha radiusining qiymatiga teskerayicha proporsional. Dispers sistemalarning ushbu ikki alohida belgisi - *geterogenlik va disperslik darajasi* birgalikda sirt hodisalar, umuman, fazalararo chegara sirtida borayotgan jarayonlar bilan chambarchas bog'liqdir.

Dispers sistemalarning dispersligiga bog'liq bo'lgan muhim xossalar ularning ularning ichki sathini nihoyatda katta bo'lishidir. *Masalan:* tomonlari bo'lgan kub shaklidagi moddaning sathi 6 sm^2 bo'lsa, uni maydalasak (10 nm ga) umumiy sathi $6 \cdot 10^6 \text{ sm}^2$ bo'lgan - 10^{18} ta kolloid zarracha hosil bo'ladi. *Manaa ulkan maydon (sath) kolloid holatni o'ziga xosligini belgilab beradi.*

Xuddi shuningdek, kolloid sistemalarda 10 nm dan 10.000 nm o'lchamigacha ham joiz bo'lishi mumkin. *1.2 - rasmda* ko'rsatilganidek suv molekulasini o'lchamini $0,18 \text{ nm}$ deb qaralsa, kolloidli suvda 10 nm bo'ladi. Emulsiyalar hosil bo'lgan 10.000 nm ga yetadi¹.

¹ Surfaces, Interfaces, and Colloids: Principles and Applications, Second Edition, Drew Myers Copyright 1999 John Wiley & Sons, Inc. Page 4-5



1.2 – rasm. Kolloidlar va chegaralarni o'rtasidagi bog'liqlikning namoyon bo'lish sohasi

Dispers sistemalarda fazalar chegarasida kuzatiladigan, sath qatlami tarkibi va tuzilishiga bog'liq bo'lgan jarayonlar sathdagi hodisalar deyiladi. Ularga adsorbsiya, ho'llanish, flotatsiya, yoyilish, adgeziya, kogeziya va boshqalar kiradi. Bu hodisalarning yuzaga kelishiga bir-biriga tegib turgan yuza qatlamlaridagi molekulalarning o'ziga xos holati sabab bo'ladi. Yuza qatlam ichki qatlamdan fizik kimyoviy xarakteristikalari – sirt tarangligi, zichligi, qovushqoqligi, elektr o'tkazuvchanligi bilan keskin farq qiladi.

Sathdagi hodisalar sinflarga ajratishda termodinamikaning I va II qonunlarini ideal sistemalar uchun umumlashtirilgan ifodasidan foydalaniladi:

$$dG_s = -SdT + VdP$$

Shu tenglamani real dispers sistemalar uchun qo'yidagi ko'rinishda ifodalash mumkin:

$$dG_s = -SdT + VdP + \sigma dS + \sum \mu_i dn_i + \phi dq$$

tenglamada, dG_s – Gibbs energiyasining o'zgarishi; SdT – issiqlik energiyasi, VdP – mexanik energiya; σdS – sirt energiyasi; $\sum \mu_i dn_i$ – kimyoviy energiya; ϕdq – elektr energiyalarining yig'indisiga teng.

Ikkinchi jihatdan sirt energiyasi – “ σdS ” fazalararo chegara sirtida boruvchi jarayonlar natijasida

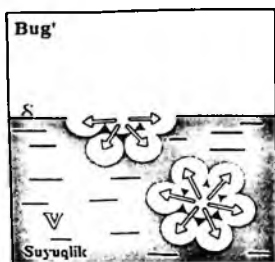
- mexanik energiyaga – “ VdP ” (adjeziya va koageziya jarayonida),
- Gibbs energiyasiga – “ G_S ” (turli jarayonlar davomida bajarilgan ish),
- issiqlik energiyasiga – “ SdT ” (ho‘llanish, bo‘kish jarayonlarida),
- kimyoviy energiyaga – “ μ, dn ,” (kataliz, adsorbsiya) va
- elektr energiyasiga – “ ϕdq ” (elektroforez, elektroosmos natijasida), aylantirish mumkin.

Shunday qilib, sirt hodisalar tabiati, ya’ni sirtida u yoki bu jarayonning fazalararo chegara sirtning xolati bilan bog‘liqdir. Shuning uchun *fazalararo termodinamikasini* o‘rganish kolloid kimyoda katta ahamiyat kasb etadi. qavatlar termodinamikasini xarakterlaydigan kattalik *sirt taranglikdir*.

Masalan, qattiq jismlar va suyuqliklar qo‘shni fazalar bilan chegara ega. Hajmdagi va sathdagi molekulalarning holatlari bir xil emas. Qattiq jism suyuqlikning chegara sathi *ortiqcha Gibbs energiyasiga ega*. Chunki, chegara sathdagi molekulalarning tortishish kuchlari to‘la sarflanmaydi.

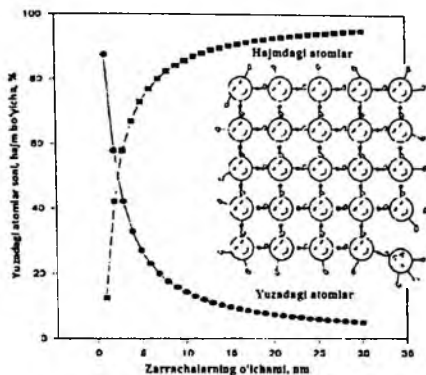
Suyuqlikning *ichki qismidagi* (hajmidagi) molekulani (1.3-rasm) molekulalar hamma tomondan bir xilda tortib turadi va barcha kuchlar bir-tan muvozanatlaydi. Bu holda ta’sir etuvchi kuchlar nolga teng ($F=0$). *Sathdagi molekulalarga* suyuqlik va gaz fazasi tomonidan *ta’sir qiluvchi kuchlar teng* shu tufayli *ularga tepadan pastga yo‘nalgan kuch ta’sir qiladi*. Chegara sathdagi hamma molekulalarga xuddi shunday kuch ta’sir etadi. Hajmdagi molekula chiqishida ana shu kuchga qarshi *ish bajaradi*. Shu sababli sath yuzasida Gibbs energiyasiga (ΔG) ega bo‘lgan molekulalardan tashkil torgan sathi hosil bo‘ladi.

O‘sha sirt energiya ta’sirida suyuqlik sirtida turgan molekulalar qadar suyuqlik ichiga kirishga intiladi, ya’ni suyuqlik o‘z sirtini kamaytirish harakat qiladi.



1.3-rasm. Sirt taranglik kuchini yuzaga kelish sxemasi. Molekulani suyuqlik ichidagi (v) va suyuqlik sirtidagi holati (δ).

Atomlarni yuzada joylashishi



Sathdagi ortiqcha energiya miqdori quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$G = \sigma S$$

S – suyuqlik sathi

σ – suyuqlikning sirt tarangligi

Demak, suyuqlik sirtini kattalashtirish uchun ish sarf qilish kerak. Suyuqlik sirtini 1 sm² yoki 1 m² ga kattalashtirish uchun sarf qilish zarur bo'lgan energiya miqdori shu suyuqlikning sirt tarangligi deyiladi yoki fazalararo chegara sirtning 1 sm² yoki 1 m² yuzasiga muvofiq keluvchi erkin energiyaga sirt taranglik deyiladi.

Sirt taranglik koeffitsiyenti – “ σ ” bilan ifodalanib $G = \sigma S$ bundan $\sigma = G/A$ formuladan ko‘rinib turibdiki, fazalar chegarasidagi sath qancha katta bo‘lsa, fazalar chegarasidagi erkin energiya zahirasi shuncha ko‘p bo‘ladi. Bundan tashqari suyuqlikning sirt tarangligi qancha katta bo‘lsa, uning sath energiyasi ham bo‘ladi. Sirt tarangligi qo‘yidagi birliklarda o‘lchanadi:

SI sistemasida $J/m^2 = N/m^2 = N/m$;

SGS sistemasida $erg/cm^2 = dina \cdot m/cm^2 = dina/cm$;

$1 J/m^2 = 1000 erg/cm^2 = N/m = 1000 dina/cm$.

Sirt taranglik qo‘yidagi faktorlarga bog‘liq:

1) suyuqlik tabiatiga; molekulararo tortishish kuchi qancha katta bo‘lsa, taranglik shuncha katta bo‘ladi;

2) haroratga; harorat ortgan sari sirt taranglik kamayadi; (*nimaga o‘ylaysiz?*)

3) ikkinchi faza tabiatiga bog‘liq.

Antonov qoidasiga ko‘ra, ikki suyuqlikning fazalararo sirt tarangligi o‘zaro suyuqlikning havо bilan chegaralangan holatdagi sirt tarangliklari ayirmasiga ya‘ni:

$$\sigma_{suv/benzol} = \sigma_{suv/havo} - \sigma_{benzol/havo}$$

4) erigan modda tabiatiga bog‘liq. Shunga ko‘ra erigan moddani 3 turga bo‘lish mumkin:

- a. Sirt faol modda - sirt taranglikni kamaytiruvchi,
- b. Sirt befarq modda - sirt taranglikni o‘zgartirmaydigan,
- v. Sirt nofaol modda - sirt taranglikni oshiradigan moddalar.

Demak, sirt taranglikning kelib chiqish sababi suyuqlik molekulararo chegarasidagi bog‘lanishdir.

1.3-jadvalda ba‘zi moddalarning sirt tarangliklari keltirilgan.

Ba'zi moddalarning havo bilan chegaradagi sirt tarangligi $\left(\frac{erg}{sm^2}\right)$

Modda	t°, C	σ	Modda	t°, C	Σ
Suyuq geliy	-270	0,22	Chumoli kisloata	25	36,8
Suyuq azot	-193	8,27	Osh tuzi	803	113,8
Suyuq ammiak	10	24,25	Anilin	25	43,2
Geksan	25	17,9	Suv	25	71,95
Uglerod (IV) xlorid	25	25,02	Qo'rg'oshin	350	442,0
Benzol	25	28,2	Oltin	700	1207,6
Uglerod (IV) sulfid	25	31,5	Platina	2000	1819,0
Etil spirt	25	22,1			

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, suyuqliklar ichida simob eng katta sirt taranglikka ega, undan keyin suv va organik moddalar turadi, siqilgan gazlar esa eng kichik sirt taranglikka ega.

Kritik haroratga yetganda suyuq va gaz fazalar orasidagi farq yo'qolib sirt taranglik nolga teng bo'lib qoladi. Suyuqlik-suyuqlik sistemada ham, kritik erish haroratda (*ya'ni ikkala suyuqlik bir-birida cheksiz eruvchan bo'lib qolgan haroratdan keyin*) sirt taranglik nolga teng bo'ladi.

Qattiq jismlarning sirt tarangligini faqat bilvosita usullar bilan aniqlash mumkin. Qattiq jismda molekulararo tortishish kuchlari suyuqlikdagi molekulararo tortishish kuchlaridan ancha ortiq bo'lgani uchun qattiq jismlarning sirt tarangligi kattaroq qiymatlarga ega bo'ladi. I.4-jadvalda ba'zi kristallarning I.I.Jukov topgan sirt taranglik qiymatlari keltirilgan.

Demak, sath energiyasi tabiatan *potensial energiya* bo'lganligi uchun termodinamikaning ikkinchi qonuniga binoan o'zini mumkin qadar kamaytirishga intiladi. Sath energiyani kamaytirishga olib keluvchi hodisalar – ho'llanish, flotatsiya, yoyilish, adgeziya, kogeziyava adsorbsiyalardir.

Ba'zi kristall moddalarning sirt tarangliklari

Moddalar	Temperatura t°, C	σ , erg/sm ²
SaF ₂	30	2500
SrSO ₄	30	1400
BaSO ₄	25	1250
PbF ₂	25	900
AgCrO ₄	26	575
CaSO ₄ ·2H ₂ O	30	270
PbJ ₂	30	130

O'z-o'zini nazorat qilish savollari

1. Kolloid kimyo fanining kimyoviy texnologiyadagi ahamiyati.
2. Dispers sistemalar misollar keltiring?
3. Dispers sistemalar qanday xususiyatlari bo'yicha sinflarga bo'linadi?
4. Dispers faza, dispersion muhit, liofil va liofob tushunchalari.
5. "Disperslik" so'zining ma'nosi. Disperslik qanday sistemalar uchun belgi hisoblanadi?
6. Dispers sistemalarning chin eritmalaridan farqini aytib bering.
7. Kolloid kimyo faning rivojlanish tarixi.
8. Fanning rivojiga muhim hissa qo'shgan o'zbek olimlari.
9. Dispers sistemalar geterogenligi bilan fazalararo sirt energiyasi qanday bog'liqlik bor?
10. Sirt taranglik deb nimaga aytiladi?

II. ADSORBSIYA HODISALARI. QATTIQ JISM SIRTIDAGI ADSORBSIYA

Mavzuga oid qisqacha nazariy tushunchalar:

Tayanch soʻz va iboralar:

Absorbsiya -	· Qattiq jism yoki suyuqlikning butun <i>hajmiga</i> gaz yoki bugʻning yutilishi.
Adsorbsiya -	· Biror modda sirtida gaz fazadan yoki eritmadan erigan modda molekularini (ionlarini) boshqa modda sirtida oʻz-oʻzidan toʻplanish jarayoni.
Xemosorbsiya -	· Yutilish jarayoni adsorbent va adsorbktiv molekularining kimyoviy taʼsirlashuvi natijasida sodir boʻlsa xemosorbsiya deyiladi.
Kapillyar kondensatsiya -	· Gazlarning sorbsiya vaqtida qattiq jism <i>gʻovaklarida</i> oʻz kritik haroratidan past harorata kondensatlanib suyuqlikka aylanishi.
Desorbsiya -	· Adsorbktiv molekularining adsorbent sathidan chiqib ketishi.
Maksimal adsorbsiya (G_{∞}) -	· Toʻyingan adsorbsion qavat hosil boʻlishi.

Barcha dispers sistemalarda dispers faza zarrachalari sirtida *erkin energiya zaxirasi* boʻladi. Sirt energiya oʻz tabiati jihatidan potensial energiya boʻlganligi uchun *termodinamikaning ikkinchi qonuniga muvofiq* har qanday jism oʻzining sirt energiyasini mumkin qadar kamaytirishga intiladi, yani jism sirtida erkin energiyani kamaytiradigan jarayonlar sodir boʻladi. Shuning uchun ham kolloid (*va umuman dispers*) sistemalar termodinamik jihatdan *beqaror sistemalar*dir. Ularda doimo dispers faza zarrachalari sirtini kamaytiradigan jarayonlar (masalan, *koagulyatsiya*) sodir boʻlishi mumkin.

Sirt energiyaning kamayishiga olib keluvchi jarayonlardan biri sorbsiya jarayonidir. Umuman, biror modda sirtida yoki xajmi boʻyicha ikkinchi bir moddani oʻz-oʻzidan yutilishiga – sorbsiya deyiladi.

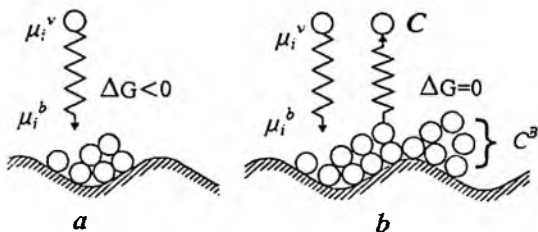
- 1 yutgan modda sorbent,
- 2 yutilgan modda sorbat yoki sorbtiv deyiladi.

Yutilish jarayonining 4ta asosiy turi bor:

- absorbsiya,
- adsorbsiya,
- xemosorbsiya va
- kapillyar kondensatsiya

Absorbsiya. Qattiq jism yoki suyuqlikning butun *hajmiga* gaz yoki bug' yutilishiga absorbsiya deyiladi. Bu jarayonda gaz molekullari sorbent massasiga kirib boradi va qattiq yoki suyuq eritma hosil bo'ladi. Gaz molekullarining tarqalishi *diffuziya* tufayli bo'ladi. Qattiq jismlarda diffuziya tezligi bo'lganligi sababli ularda absorbsiya sekin boradi va muvozanat uzoq vaqt keladi. Haroratning ortishi absorbsiyani tezlashtiradi. Adsorbsiyaga – suvga NH_3 ning yutilishini misol qilish mumkin.

Adsorbsiya. Qattiq jism yoki suyuqlik *sirtida* boshqa molekullarining o'z-o'zidan yutilishi adsorbsiya deyiladi. Yutgan adsorbent, yutilgan modda adsorbat yoki adsorbktiv deyiladi. Adsorbsiya xodisi Q; Q-S; Q-G (*harakatsiz sathi*) va S-S; S-G (*harakatchan sathi*) chegara sathida kuzatiladi.



II.1-rasm. Adsorbsiya jarayonining sxemasi:

- A - boshlang'ich holati ($\mu_i^v > \mu_i^b$, $\Delta\mu_i < 0$); b - muvozanat holati ($\mu_i^v = \mu_i^b$, $\Delta\mu_i = 0$); C^B - adsorbsion qavatning qalinligi

Adsorbsiya o'z-o'zidan boradigan jarayon bo'lganligi sababli jarayon davomida ΔG kamayadi va $\Delta G=0$ bo'lganda adsorbsion muvozanat qaror topadi. Adsorbsiya geterogen jarayon bo'lganligi sababli adsorbentning kimyoviy potentsiali gaz fazada (μ_i^v) va adsorbent sirtida (μ_i^s) tenglashguncha davom etadi:

$$\mu_i^v = \mu_i^s, \quad \Delta\mu_i = 0$$

Ammiak solingan idishga qizdirilib, so'ngra sovutilgan ko'mir solinsa ko'mir ammiakni yutadi. Bunda ko'mir – adsorbent, ammiak – adsorbent hisoblanadi.

Adsorbsiyaga oid dastlabki ilmiy tekshirish ishlari T.Ye. Lovits nomi bilan bog'liq. U 1792 yilda eritmalarini turli ko'shimchalardan tozalash uchun qattiq adsorbent sifatida ko'mirdan foydalandi. Adsorbsiya hodisasi faqat ko'mirga emas, balki boshqa barcha g'ovak moddalarga ham xos. Adsorbsiya sathda boradigan jarayon bo'lib, adsorbent (gaz yoki erigan modda) molekularining adsorbent sathidagi molekular bilan Van-der-Vaals kuchlari, vodorod bog'lari, elektrostatik tortishish kuchlari ta'sirida ta'sirlashishi tufayli sodir bo'ladi. Shu ta'sirlashuvlar natijasida qanday bog'lar xosil bo'lishiga qarab adsorbsiya ikkiga bo'linadi:

1. Fizikaviy adsorbsiya – adsorbent va adsorbat molekulari Van-der-Vaals kuchlari orqali ta'sirlashadi. Muvozanat tez qaror topadi. Harorat ta'sirida adsorbsiya pasayadi.
2. adsorbent bilan adsorbat molekulari orasida kimyoviy bog' xosil bo'lsa – kimyoviy adsorbsiya deyiladi. Muvozanat juda sekin qaror topadi, ba'zida xemosorbsiya xisobiga muvozanat qaror topmaydi.

Adsorbsiya darajasi – adsorbent va adsorbentning tabiatiga, haroratga, gazning bosimi yoki eritmaning konsentratsiyasiga, shuningdek adsorbentning solishtirma sathiga va sirt taranglikka bog'liq.

$$G = f(C, T, P, S, \sigma)$$

Adsorbsiya tanlash xususiyatiga ega. Qutbli adsorbatlar qutbli adsorbentlarda, qutbsiz adsorbentlarda qutbsiz adsorbatlar yaxshi adsorbsiyalanadi.

Masalan, ko'mir suvga aralashirsak, u suvni yutmaydi. Agar suvda biror organika modda eritilsa, unda ko'mir erigan moddani yutadi. Silikagel esa suvni adsorbtsiyalaydi. Uning bu xossasidan quritish usullarida foydalaniladi. Demak, adsorbentlar – gidrofil (*sathida suv, spirt, aminlar yaxshi adsorbtsiyalanadi*) va gidrofob (*m, benzol*) adsorbentlarga bo'linadi.

Adsorbtsiyalangan molekula adsorbtsion qavatda qancha vaqt davomida yashashi *adsorbtsiya vaqti* deb ataladi. Adsorbtsiya vaqti S.Y. Frenkel tenglamasi bilan binoan qo'yidagicha ifodalanadi:

$$t = t_0 \cdot e^{\frac{Q}{RT}}$$

bunda Q - molekula bilan sirt orasidagi o'zaro ta'sir energiyasi,

t_0 - molekula bilan sirt orasida hech qanday tortishish kuchlari bo'lmagan sharoitdagi adsorbtsiya vaqti.

Adsorbtsiya hodisasi *qaytar jarayon*. Chunki, bunda adsorbtsiya va desorbtsiya molekularining yutilishi bilan bir qatorda ularning adsorbent yuzasidan chiqib ketishi ham sodir bo'ladi. Adsorbtsiya va desorbtsiya molekularining adsorbentdan chiqib ketishi – desorbtsiya deyiladi. Dastlab yutilish tez boradi va adsorbtsiya tezligi katta bo'ladi, so'ngra adsorbtsiya va desorbtsiya tezliklari tenglashib *adsorbtsion muvozanat* yuzaga keladi. *Adsorbtsiya issiqlik chiqishi bilan desorbtsiya issiqlik yutilishi bilan boradi*. Haroratning ortishi, Le-Shatele printsipli asosan adsorbtsion muvozanatni issiqlik yutilishi bilan boradigan tarafdagi muvozanatga ya'ni adsorbtsiya kamayib desorbtsiya tezligi ortadi.

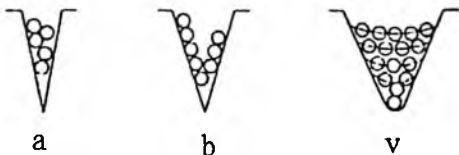
Xemosorbtsiya. Yutilish jarayoni adsorbent va adsorbtsiya molekulari o'rtasida kimyoviy ta'sirlashuvi natijasida sodir bo'lsa, **xemosorbtsiya** deyiladi. Xemosorbtsiyada muvozanat yuzaga kelmaydi, adsorbtsiya *qaytmas* jarayon bo'ladi. Xemosorbtsiya natijasida adsorbent sathida **yangi modda hosil bo'ladi**. Adsorbent bo'lgan moddani alohida ajratib olib bo'lmaydi va uni yangi faza deya olmaydi. Masalan: *temir havodan kislorodni yutadi va zanglaydi, lekin zangni ajratib olib bo'lmaydi*.

Ba'zi hollarda xemosorbtsiya jara

at sathidagi mole

emas, balki uning hajmidagi molekularlar ham qatnashadi. Bunda hosil bo'lgan kimyoviy birikma yangi fazani hosil qiladi. Masalan: CaO ga CO_2 yutilishi natijasida CaCO_3 hosil bo'ladi. Haroratning ortishi kimyoviy reaksiya tezligini oshirishi tufayli xemosorbsiya tezlashadi.

Kapillyar kondensatsiya. Gazlarning sorbsiya vaqtida qattiq jism g'ovaklarida o'z kritik haroratidan past haroratda kondensatlanib suyuqlikka aylanishi kapillyar kondensatsiya deyiladi. Suyuqlik adsorbent sathini yaxshi ho'llasa kapillyar ichida botiq menisk hosil bo'ladi, so'ng bug' ana shu menisk ustida suyuqlikka aylanadi va adsorbentning barcha g'ovaklarini suyuqlikka to'ldiradi. Kapillyar kondensatsiyada adsorbision kuchlar ishtirok etmaydi, balki suyuqlikning botiq meniskiga bug'ning tortilishi asosiy rol o'ynaydi. Jarayon juda kata tezlik bilan boradi va bir necha minutda tugaydi.



II. 2-rasm. a,b - mikrog'ovaklarni hajmiy to'lishi; v - kapillyar kondensatsiya (suyuqlikni hosil bo'lishi) bosqichlari

QATTIQ JISM SIRTIDAGI ADSORBSIYA

Qattiq jism ham, xuddi suyuqlik kabi, sirt energiya va demak, *sirt tarangligiga* ega bo'ladi. Lekin hozirgacha qattiq jismning sirt tarangligini aniq o'lchash usuli ma'lum emas. Dag'al va bilvosita usullar bilan topilgan natijalarning ko'rsatishicha, masalan, BaSO_4 ning sirt tarangligi 1250 erg/sm^2 ga, PbF_2 niki 900 erg/sm^2 ga, CaF_2 niki esa 2500 erg/sm^2 ga teng.

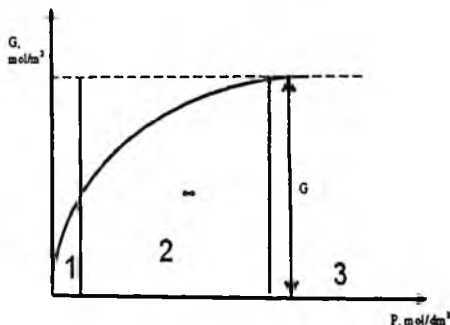
Qattiq jism sirtidagi adsorbsiya asosan 2 xil sathlar chegarasida kuzatiladi:

$Q - G$ va $Q - S$

Qattiq jism sirtida eritmaning (Q - S) adsorbsiyalanishi qattiq jism - gaz (Q adsorbsiyasiga qaraganda murakkabdir, chunki bunda erigan moddadan tashqir erituvchi ham adsorbsiyalanishi mumkin, ya'ni adsorbent sathidagi joy adsorbat bilan bir qatorda erituvchi molekulari ham raqobatlashadi.

Gazning qattiq jism sirtidagi adsorbsiyasi eng sodda variantdir. Chunki bunda sistema faqat Q - G dan, ya'ni 2 komponentdan tashkil topgan. Shuning uchun umumiy adsorbsiya mexanizmini nazariy tushuntirish uchun Q adsorbsiyasini ko'rib chiqish qulaydir.

Qattiq jism yuzasida har xil gaz yoki suyuqlik bug'i molekulari adsorbsiyalanishi adsorbat bosimiga bog'liq. Adsorbat bosimining ortishi adsorbsiya ma'lum chegaragacha ortadi, so'ngra o'zgarmay qoladi. Adsorbsiya bu qiymati to'yingan adsorbsiya (yoki maksimal solishtirma adsorbsiya) deyil (G_{∞}).



II.3-rasm. Adsorbsiya izotermasi

Yutilish jarayoning eng muhim xarakteristikasi o'zgarmas harorat ($T = \text{const}$) yutilgan modda miqdori (G)ning gaz bosimi yoki erigan moddani muvozanatdagi konsentratsiyasiga bog'liqlik grafigidir. Bu bog'liqlik - adsorbat izotermasi deyiladi.

Rasmda keltirilgan izoterma 3 qismdan iborat:

kichik konsentratsiyalarda adsorbsiya bosim (konsentratsiya)ga proporsional tarzda tez ortib boradi va to'g'ri chiziq ko'rinishida bo'ladi (1-qism);

konsentratsiya ortishi bilan adsorbsiya sekinlashadi, izotermaning bu qismi (2-qism) parabola ko'rinishida;

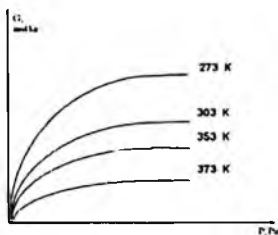
yuqori konsentratsiyada adsorbsiya to'yingan holatga o'tadi va adsorbsiya o'zgarmay qoladi (C_{∞}) (3-qism).

Bunda konsentratsiyaning ortishi adsorbsiyaga ta'sir ko'rsatmaydi.

Qattiq jismda gazlarning adsorbsiyasi *haroratning ortishi bilan pasayadi*.

Molekulyar-kinetik nuqtai-nazardan, harorat ortishi bilan adsorbsiyaning pasayishi adsorbat molekularining issiqlik harakatini ortishi bilan tushuntiriladi (II.4-rasm).

Qattiq jismda gazlarning adsorbsiyasi – ekzotermik jarayondir, ya'ni issiqlik chiqishi bilan kuzatiladi. Teskari jarayon – desorbsiya endotermik jarayondir, ya'ni issiqlik yutilishi bilan kechadi. Zero, Le-Shatele prinsipiga muvofiq *haroratning ortishi gazlarning adsorbsiyasini pasaytiradi*.



II.4 – rasm. Har xil haroratdagi CO₂ ning adsorbsiya grafiklari

Qattiq jism sathida gazlarning adsorbsiyalanish hodisasini XVIII asr oxirlarida shved kimyogari va farmatsevti K.V.Sheyele (1742-1786) va italyan professori F.Fontana (1730-1805) bir-birlaridan bexabar holda kashf etishgan.

F.Fontana yangi qizdirilgan pista ko'mirda har xil gazlarni yutish qobiliyati borligini aniqladi. K.Sheyele bir qator hollarda bu jarayon qaytar ekanligini, sharoit o'zgartirilsa yutilgan gaz ajralib chiqishini aniqladi.

Qattiq adsorbentlarga katta ichki va tashqi yuzaga ega bo'lgan tabiiy sun'iy materiallar misol bo'ladi. Ular yuzasiga gazlar va eritmalarda moddalar adsorbsiyalanadi. Ularga aktivlangan ko'mir, silikagel, alyuminiy va boshqalar misol bo'ladi.

Qattiq jism sathidagi adsorbsiyani hisoblash uchun gaz bosim pasayishi yoki adsorbent massasining ortishi o'lchanadi.

Adsorbentning yuzasi birligiga yutilgan modda miqdori solishtirma adsorbent deyiladi.

$$G = \frac{x}{S}$$

G – solishtirma adsorbentsiya

x – adsorbentiv miqdori

S – adsorbent yuzasi

Lekin, g'ovak adsorbentlar sathini o'lchash mumkin bo'lmagani adsorbent yuzasi o'rniga uning massasidan (m) foydalanish qulay. Unda

quyidagicha yoziladi: $G = \frac{x}{m}$

Adsorbentsiya izotermasini izohlash uchun 20 dan ortiq tenglamalar etilgan. Ulardan eng ko'p qo'llaniladigani Freyndlix va Lengmyur tenglamalari. Gazlar, noelektrolitlar va kuchsiz elektrolitlar eritmaları uchun adsorbentsiya izotermasi parabola ko'rinishida ekanligini yuqorida ko'rib o'tgan edik. Bu o'rtacha bosim va konsentratsiya uchun to'g'ri keladigan G.Freyndlixning empirik formulasi bilan ifodalasa bo'ladi.

$$\frac{x}{m} = K \cdot P^{\frac{1}{n}} \quad \text{yoki} \quad \frac{x}{m} = K \cdot C^{\frac{1}{n}}$$

P va C – muvozanat bosim va konsentratsiya;

K va 1/n – o'zgarimas kattaliklar.

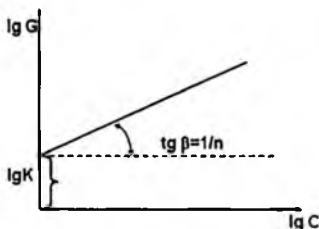
K ning qiymati adsorbent va adsorbktiv tabiatiga va haroratga bog'liq bo'lib, *harorat ortganda* uning qiymati kamayadi.

$1/n$ ning qiymati adsorbktiv va haroratga bog'liq, *harorat ortganda* uning qiymati ham ortadi.

Freyndlix tenglamasi konstantalarini topish uchun yuqoridagi tenglamadan logarifm olinadi:

$$\lg x/m = \lg K + 1/n \lg C \quad (II.6)$$

bu tenglama to'g'ri chiziqni ifodalaydi. $\lg G - \lg C$ koordinatalar sistemasida bu to'g'ri chiziq ordinata o'qidan kesib o'tgan kesma K ning logarifmini, absissa o'qi bilan hosil qilgan burchagining tangensi $1/n$ beradi.



II.5-rasm. Freyndlix tenglamasi konstantalarini topish grafigi

Freyndlix tenglamasi faqat o'rtacha konsentratsiyalar uchun to'g'ri natija beradi. Kichik va katta konsentratsiyalar uchun uni qo'llab bo'lmaydi.

Tajriba qismi:

I - LABORATORIYA ISHI

I.I. QATTIQ JISM SIRTIDAGI ADSORBSIYA KONSTANTALARI QIYMATINI ANIQLASHI

Ishning maqsadi: Sirka kislotani eritmadan faollangan ko'mir adsorbsiya qiymatini o'lchash va adsorbsiya izotermasini tuzish.

Laboratoriya ishini bajarish uchun kerakli qurilma va reagentlar: keramik tigel, konussimon kolbalar, pipetka, byuretka, titrlash kolbalari, voronka, filtr qog'oz, turli konsentratsiyadagi sirka kislota eritmaları, faollangan ko'mir, NaOH, fenofitalin.

Ish bajarish tartibi: Tajriba bajarish uchun 4 ta toza va quruq raqamli konussimon kolbalarga pipetka yordamida to'rt xil konsentratsiyali sirka eritmalaridan 25 ml dan solinadi. Bir vaqtning o'zida har bir kolbaga maydalangan faollangan ko'mir solib, 30 - 40 daqiqa davomida aralashtirib turiladi.

• *Nima sababdan ko'mir solingan eritmalar aralashtirib turiladi?*

Bu vaqt ichida har qaysi eritmaning aniq konsentratsiyasi (C_1) o'lchash uchun xar bir eritmadan 2,0 ml dan pipetka yordamida titrlash kolbalariga solinib, 0,1n NaOH eritmasi bilan *fenofitalin* (1 tomchi qo'shiladi) ishtirokida 30 daqiqa davomida o'zgarmaydigan och pushti rang hosil bo'lguncha titrlash har bir eritma uchun uch martadan bajarilib, o'rtacha qiymati olinadi. Sirka kislotasini boshlang'ich konsentratsiyasi quyidagi formula hisoblanadi:

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2; \quad C_1 = \frac{C_2 \cdot V_2}{V_1}$$

bu yerda:

C_1 - aniqlanayotgan kislotaning konsentratsiyasi;

V_1 - titrlash uchun olingan kislotaning hajmi;

C_2 - ishqoming konsentratsiyasi;

V_2 - titrlash uchun sarf bo'lgan ishqoming hajmi (byuretkadan aniqlanadi).

Kislotalning boshlang'ich konsentratsiyasi aniqlab bo'lingandan so'ng, 4 ta kolbadagi *faollangan ko'mir* solingan eritmalar toza kolbalarga alohida-alohida filtrlab olinadi. Bunda avvaldan tayyorlab qo'yilgan quruq *qatlangan* filtr qog'ozlardan foydalaniladi. Filtratning dastlabki ulushlari (*taxminan 5 ml*) to'kib tashlanadi.

- *Nima uchun filtrlashda qatlangan filtr qog'oz ishlatiladi?*
- *Nima uchun filtratning birinchi porsiyasi to'kib tashlanadi?*

So'ngra har bir filtratdan 2,0 ml dan namuna olinib, 0,1n NaOH eritmasi bilan *fenolftalin* ishtirokida titrlanadi va *sirka kislotalning adsorbsiyadan keyingi muvozanat konsentratsiyasi* (C_1') aniqlanadi. Filtratlardagi sirka kislotalining muvozanatdagi konsentratsiyasi $C_1 = \frac{C_1 \cdot V_2}{V_1}$ tenglama bo'yicha hisoblanadi.

Sirka kislotalning dastlabki va adsorbsiyadan keyingi konsentratsiyalarining farqidan adsorbsiyalangan sirka kislotalning miqdori ($\frac{x}{m} = C_1 - C_1'$) topiladi.

Olingan natijalar jadvalga yoziladi:

Tajribada olingan natijalarini qayd qilish jadvali:

N_2	C_1 mmol/l	C_1' mmol/l	$\frac{x}{m}$ mmol/l	$\lg C_1'$	$\lg \frac{x}{m}$	$K=?$ $n=?$
1						
2						
3						
4						

bu yerda:

C_1 – sirka kislota eritmasining boshlang'ich konsentratsiyasi;

C_1' – adsorbsiyadan keyingi muvozanat konsentratsiyasi;

$\frac{x}{m}$ – sirka kislotalining 25 ml eritmasidan 1 g ko'mirga adsorbsiyalangan

miqdori, u quyidagicha hisoblanadi:

$$\frac{x}{m} = (C_1 - C_1') \cdot 25$$

FREYDLIX TENGLAMASINING KONSTANTASINI ANIQLASIL

Sirka kislotasining ko'mirdagi adsorbsiyaning izotermasini tuzish

Freydlix tenglamasidagi K va $1/n$ konstantalarining qiymatlarini *grafik usuldan* foydalaniladi. Buning uchun tenglama logarifmlash orqali chiziqli tenglamaga o'tkaziladi:

$$\lg \frac{x}{m} = \lg K + \frac{1}{n} \lg C'$$

undan absissalar o'qiga $\lg C$, ordinatalar o'qiga $\lg \frac{x}{m} = \lg G$ qiymatlarini to'g'ri chiziqda yotuvchi nuqtalar olinadi, ya'ni $\lg \frac{x}{m} = f(\lg C)$ bog'liqlik tuziladi (II.5-rasm). Grafikdagi O nuqtadan izotermanni ordinata kesishgan oralig'i $\lg K$ qiymatiga to'g'ri keladi. Grafikdagi β burchakning $1/n$ qiymatiga teng bo'ladi.

Grafikdan $\lg K$ ning qiymatini olib, *antilogarifmlar* jadvalidan qiymati topiladi. $\frac{1}{n} = \lg \beta$ ni *burchak qarshisidagi katet uzunligini yopishgan uzunligiga nisbati bo'yicha* topiladi.

$1/n$ ning qiymati 0,3 – 0,6 oralig'ida bo'ladi.

1.2. MODIFIKATSIYALANGAN ORGONOFIL ADSORBENT OLISH

Ishning mansadi: Organik moddalarni adsorbsiyalashda qo'llaniladigan

TMAM organofil adsorbentlarni modifikatsiya qilib olish.

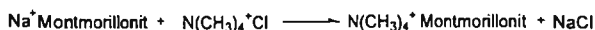
Laboratoriya ishini bajarish uchun kerakli qurilma va reaktivlar:

navbahor ishqoriy montmorilloniti – 3 gramm, tetrametilammoniy xlorid tuzi, distillangan suv, texnik tarozi, kumush nitrat eritmasi, 0.5 litr hajmli kolba, stakanlar, termometr, mexanik aralashtirgich, sentrifuga, quritgich pechi, agat havoncha, naycha.

Ishni bajarish tartibi: Navbahor ishqoriy montmorilloniti (NaM) asosida organofil xossaga ega bo'lgan tertametilammoniy rusumli (TMAM) adsorbentini tayyorlash uchun laboratoriya sharoitida 1 litr hajmli natriy montmorillonitning suvli 3% li suspenziyasi tayyorlanadi.

So'ngra montmorillonitning suvli suspenziyasiga avvaldan tayyorlangan 0.02n li tetrametilammoniy gidroxlorid tuzlarining 100ml li eritmasi asta sekinlik bilan aralashtirilgan holda qo'shiladi. Bunda suv bilan bo'kkan montmorillonit eritmasida *flokulyatsiyalanish* yuz berib, asta-sekinlik bilan cho'kma hosil bo'la boshlaydi. Sistema suv xammomida 40°C haroratda ushlab turilgan holda aralashtirgich bilan 2 soat davomida aralashtiriladi, flokulyatsiya hodisasi to'liq yakunlanib, **ion almashinish** yuz beradi.

Kation almashinish quyidagi sxemada amalga oshadi:



Aralashma distillangan suv bilan xlor ionlari to'liq yo'qolguncha bir necha marotaba takroran yuviladi. Sistemadagi xlor ionlari vaqti-vaqti bilan kumush nitratning 0.01M li eritmasi bilan *sifat reaksiyasiga* tekshirilib turiladi.

Tetrametilammoniy rusumli Navbahor adsorbenti dispersion muhitdan sentrifuga yordamida 15 daqiqa vaqt davomida 1500 ayl/min rejimda to'liq cho'kmaga tushirib olinadi. Olingan *organofil adsorbent* dastlab xona haroratida 3 soat, keyin quritgich pechida 333-340 K (60-67°C) da quritiladi. Quritilgan TMAM namunalari agat havonchada ezilib kukun holatigacha maydalanib tajribaga

tayyorlanadi. Tetrametilammoniy ruzumli montmorillonitning tarkibidagi almashinuv darajasi Keldal usulida aniqlanadi.

O'z-o'zini nazorat qilish savollari

1. Sorbsiya turlari.
2. Adsorbsiya deb nimaga aytiladi. U qanday fazalar chegara sirtida boradi?
3. Adsorbsiya jarayoniga adsorbent va adsorbent tabiatining ta'siri.
4. Adsorbsiya izotermasi nima va u qanday tenglamalar bilan izohlanadi?
5. Freydlit tenglamasi.
6. To'yingan adsorbsion qavat deb nimaga aytiladi?
7. G_{∞} - maksimal solishtirma adsorbsiya nima?
8. Nima sababdan ko'mir solingan eritmalar aralastirib turiladi?
9. Nima uchun filtrlashda qatlangan filtr qog'oz ishlatiladi?
10. Nima uchun filtratning birinchi porsiyasi to'kib tashlanadi?

III. SUYUQLIK SIRTIDAGI ADSORBSIYA. GIBBS TENGLAMASI. IONLAR ADSORBSIYASI. IONITLAR

Tayanch so'z va iboralar:

Sirt-faol moddalar -	· Sirt taranglikni kamaytiruvchi moddalar.
Sirt faollik -	· Sirt-faol moddanning suyuqlikning sirt tarangligini pasaytirish qobiliyatini miqdor jihatdan ifodalaydigan kattalik bo'lib, asosan moddanning kimyoviy tuzilishiga bog'liq.
Gibbs tenglamasi -	· Suyuqlik sirtidagi adsorbsiya bilan sirt taranglik o'rtasidagi miqdoriy bog'lanishni ifodalaydi.
Dyuklo-Traube qoidasi -	· Organik kislotalarning gomologik qatorida kislota tarkibida bitta $-CH_2$ guruh ortishi bilan kislotalarning suv sirtidagi adsorbsiyasi taxminan 3 – 3,5 marta ortadi.
Ion almashinish adsorbsiyasi -	· Bu adsorbsiyada amalda erimaydigan adsorbent yuzasidan ionlar eritmaga dissotsiatsiyalanadi, shu vaqtning o'zida eritmadan ekvivalent miqdorda boshqa ionlarni shimadi. Bunday adsorbentlar ionitlar deyiladi.
Ionitlar -	· Kislota, asos yoki amfoter xarakterga ega bo'lishi mumkin.
Kationitlar -	· Kislota xarakterga ega bo'lib, eritma bilan kation almashadi.
Anionitlar -	· Asos xarakterga ega bo'lgan sorbentlar bo'lib, eritma bilan anion almashadi.
Tanlanib adsorbsiyalanish-	· "Adsorbent eritmadan o'ziga o'xshash yoki o'z kristall panjarasi tarkibiga kiruvchi ionlarni yaxshi adsorbsiyalaydi".
Xromatografiya -	· Samarali ajratish usullaridan biri bo'lib, moddalarni adsorbentga tanlanib, ketma-ket yutilishiga asoslangan.

Har xil suyuqliklarning sirt tarangligi ularning tabiatiga, haroratga, bosimga va erigan moddanning konsentratsiyasiga bog'liq. Suyuqlikda erigan moddalar uning sirt tarangligini *ashirishi*, *kamaytirishi* hamda sirt tarangligiga *ta'sir qilmasligi* mumkin.

Erigan moddani suyuqlikning sirt tarangligini o'zgartirish qobiliyatini jihatdan ifodalaydigan kattalik – sirt faollik bo'lib, asosan moddaning kimyo tuzilishiga bog'liq

$$G = -\frac{d\sigma}{dC}$$

$\frac{d\sigma}{dC}$ – Rebinder bu nisbatni sirt faollik koeffitsiyenti deb atadi. O'lchov birligi Dj m/mol yoki Nm²/mol, ba'zida erg·sm/mol.

Shunday moddalar borki, ular suvda yaxshi eriydi, *masalan* – spirt,

glitserin va h.k. bunday modda *gidrofil moddalardir*.

Moddalar borki, ular

qochadi, amalda suvda erimay

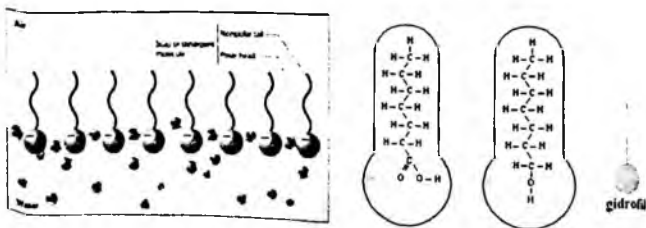
masalan – yog'lar, parafin.

moddalar *gidrofob moddalardir*

Modda erituvchining

tarangligini kamaytirishi uchun difil tuzilishga ega bo'lishi kerak, ya qismdan – polyarmas (gidrofob) ya'ni, uglevodorod radikali va (gidrofil) qismlardan tuzilgan bo'lishi kerak. Polyar qismiga – OH, - COOH, -NH₂, COO- misol bo'ladi. Radikal qismi, yani modda tarkibidagi CH₂-gruppalari 22 gacha bo'lishi lozim.

Sirt-faol modda (SFM) molekulasining sxema ko'rinishi quyidagi keltirilgan (III.1-rasm).



III.1-rasm. SFM molekulasining tuzilishi

SFM eritmasida konsentratsiya ortishi bilan sirt taranglik kamayib borsa-sirt aktivlik manfiy $d\sigma/dC < 0$, lekin adsorbsiya musbat $G > 0$ qiymatga ega bo'ladi. Boshqacha aytganda modda suyuqlik sirtida adsorbsiyalanadi.

-agar eritma konsentratsiyasi ortishi bilan sirt taranglik ortib borsa, sirt aktivlik musbat $d\sigma/dC > 0$ va adsorbsiya manfiy $G < 0$ bo'ladi.

III.1 - jadval

Ba'zi suyuqliklarning 293 K sirt tarangliklari

Suyuqlik	$\sigma, \text{J/m}^2$	Suyuqlik	$\Sigma, \text{J/m}^2$
Suv	72,8	Xloroform	27,1
Glitserin	64,7	Etanol	22,3
Sirka kislota	27,6	Metanol	22,6
Fenol	42,3	Benzol	29,4
Zaytun moyi	33,0	Qon	45,4

Yuqoridagi jadval tahlil qilinsa, suyuqlik – gaz chegarasidagi sirt taranglik suyuqlik molekullari orasidagi o'zaro ta'sir ortishi bilan ortib borishini ko'rish mumkin. Harorat ortishi bilan suyuqlikning sirt tarangligi kamayadi va kritik haroratda nolga teng bo'lib qoladi. Bosim ortishi sirt taranglikning kamayishiga olib keladi, chunki gaz fazasidagi modda miqdori ortib, suyuqlik sathidagi molekullarni pastga tortib turuvchi kuch kamayadi.

Suyuqlikda erigan moddalar uning sirt tarangligini oshirishi, kamaytirishi hamda sirt tarangligiga ta'sir qilmasligi mumkin.

Nazariy jihatdan olganda erigan moddaning sath qatlamida va hajmda taqsimlanishining uch xil xolatini kuzatish mumkin:

1. erigan modda konsentratsiyasi sath qatlamida hajmdagiga nisbatan katta bo'lishi;
2. erigan modda konsentratsiyasi sathda hajmdagiga nisbatan kam bo'lishi;
3. erigan modda konsentratsiyasi sath va hajmda bir xil bo'ladi.

Erigan moddani suyuqlikning sirt tarangligini o'zgartirish qobiliyatini jihatdan ifodalaydigan kattalik – sirt faollik bo'lib, asosan moddaning kim tuzilishiga bog'liq

$$G = -\frac{d\sigma}{dC}$$

$\frac{d\sigma}{dC}$ – **Rebinder** bu nisbatni sirt faollik koeffitsiyenti deb atadi. O'lchov birligi Dj m/mol yoki Nm²/mol, ba'zida erg·sm/mol.

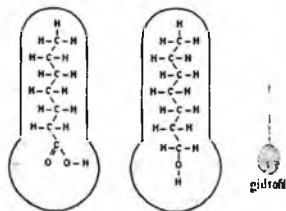
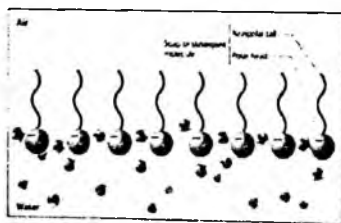
Shunday moddalar borki, ular suvda yaxshi eriydi, *masalan* – spirt, glitserin va h.k. bunday moddalar *gidrofil moddalar*dir.

Difil tuzilishga ega bo'lgan, satslar chegarasiga adsorbsiyalanib, sirt taranglikni pasaytiruvchi moddalar sirt faol moddalar (SFM) deyiladi. Umuman, barcha organik birikmalar suvga nisbatan sirt-faollik namoyon qiladi.

Moddalar borki, ular qochadi, amalda suvda erimaydi, *masalan* – yog'lar, parafin. bunday moddalar *gidrofob moddalar*dir.

Modda erituvchining tarangligini kamaytirishi uchun difil tuzilishga ega bo'lishi kerak, ya qismdan – polyarmas (gidrofob) ya'ni, uglevodorod radikali va (gidrofil) qismlardan tuzilgan bo'lishi kerak. Polyar qismiga – OH, -COOH, -NH₂, COO- misol bo'ladi. Radikal qismi, yani modda tarkibidagi CH₂-gruppalari 22 gacha bo'lishi lozim.

Sirt-faol modda (SFM) molekulasining sxema ko'rinishi quyidagi keltirilgan (III.1-rasm).



III.1-rasm. SFM molekulasining tuzilishi

SFM eritmasida konsentratsiya ortishi bilan sirt taranglik kamayib borsa-sirt aktivlik manfiy $d\sigma/dC < 0$, lekin adsorbsiya musbat $G > 0$ qiymatga ega bo'ladi. Boshqacha aytganda modda suyuqlik sirtida adsorbsiyalanadi.

-agar eritma konsentratsiyasi ortishi bilan sirt taranglik ortib borsa, sirt aktivlik musbat $d\sigma/dC > 0$ va adsorbsiya manfiy $G < 0$ bo'ladi.

III.1 - jadval

Ba'zi suyuqliklarning 293 K sirt tarangliklari

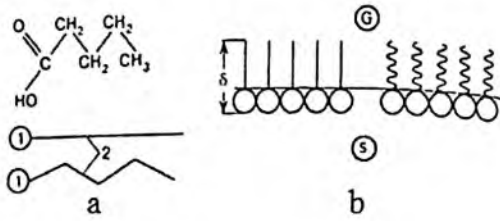
Suyuqlik	σ , J/m ²	Suyuqlik	Σ , J/m ²
Suv	72,8	Xloroform	27,1
Gliitscrin	64,7	Etanol	22,3
Sirka kislota	27,6	Metanol	22,6
Fenol	42,3	Benzol	29,4
Zaytun moyi	33,0	Qon	45,4

Yuqoridagi jadval tahlil qilinsa, suyuqlik – gaz chegarasidagi sirt taranglik suyuqlik molekulari orasidagi o'zaro ta'sir ortishi bilan ortib borishini ko'rish mumkin. Harorat ortishi bilan suyuqlikning sirt tarangligi kamayadi va kritik haroratda nolga teng bo'lib qoladi. Bosim ortishi sirt taranglikning kamayishiga olib keladi, chunki gaz fazasidagi modda miqdori ortib, suyuqlik sathidagi molekularlarni pastga tortib turuvchi kuch kamayadi.

Suyuqlikda erigan moddalar uning sirt tarangligini oshirishi, kamaytirishi hamda sirt tarangligiga ta'sir qilmasligi mumkin.

Nazariy jihatdan olganda erigan moddaning sath qatlamida va hajmda taqsimlanishining uch xil xolatini kuzatish mumkin:

1. erigan modda konsentratsiyasi sath qatlamida hajmdagiga nisbatan katta bo'lishi;
2. erigan modda konsentratsiyasi sathda hajmdagiga nisbatan kam bo'lishi;
3. erigan modda konsentratsiyasi sath va hajmda bir xil bo'ladi.



III.2-rasm. Sirt-faol moddalarning (valerian kislota) molekularini yuqori konsentratsiyali eritmasining suyuqlik-gaz sirtida to'planishi (b), G-gaz va S-suyuqlik fazalari: n-sirt faol modda molekulasini ramziy ifodasi; 1-molekulani qutbli va 2-qutbli qismlari; δ -molekulani uzunligi.

Erigan modda konsentratsiyasi sath qatlamida hajmdagiga nisbatan bo'lishi – bunda erigan modda suyuqlik sirtida yig'ila boshlaydi, natijada Gibbs energiyasini kamaytiradi, ya'ni *sirt tarangligini* kamaytiradi. moddalar sirt faol moddalar (SFM) – deyiladi. *Masalan*, suvga kislotalar, spirtlar, organik erituvchilar va shunga o'xshash moddalar qo'shilgan moddalar suvning sathida yig'ilib_uning sirt tarangligini kamaytiradi va nisbatan sirt – faollik namoyon qiladi. Natijada suyuqlikka solingan modda sirtqi qavatdagi konsentratsiyasi suyuqlik ichidagi konsentratsiyasidan farq qiladi. Buning natijasida eritma ichidagi osmotik kuchlar ham o'zgaradi, chunki sirtqi qavatda ham, ichki qavatlarda ham o'z konsentratsiyasini baravar intiladi.

Demak, bu yerda ham dinamik muvozanat qaror topadi: bir tomondan adsorbsiya jarayoni erkin energiyaning minimumga intilish prinsipiga erigan moddani suyuqlik sirtiga yig'adi, ikkinchi tomondan, osmotik tufayli desorbsiya jarayoni sodir bo'lib, eritma konsentratsiyasi barcha qavatlarida baravarlashishga intiladi. Natijada adsorbsion muvozanat vujudga keladi.

Erigan modda konsentratsiyasi sathda hajmdagiga nisbatan kam bo'lgan shunday moddalar ham borki, ular suv sirtiga tushib qolsa, uning sirt tarangligini kamaytirib oshirib yuboradi. Bunda erigan modda hajm fazasida jamlanadi va sathi

energiysiz o'zina ortadi. Bunday moddalar sirt nofaol moddalar (SNM) – deyiladi.

Barcha noorganik birikmalar suvning sirt tarangligini oshiradi va suvga nisbatan sirt – nofaol hisoblanadi.

Erigan modda konsentratsiyasi sath va hajmda bir xil bo'ladi - erituvchi sirt tarangligiga ta'sir qilmaydigan sirt befarq (SBM) moddalarning sath qatlamidagi va faza hajmi(ichi)dagi konsentratsiyalari bir xil bo'ladi. Chunki, moddaning taqsimlanishi sirt taranglikka ta'sir ko'rsatmaydi. Suvga nisbatan befarq moddalarga mono-, di-, polisaxaridlar misol bo'ladi.

SUYUQLIK SIRTIDAGI ADSORBSIYA. GIBBS TENGLAMASI

Suyuqlik sirtidagi adsorbsiyani hisoblash uchun 1876 yilda V.Gibbs ushbu

tenglamani taklif etdi:
$$G = - \frac{C}{RT} \cdot \frac{d\sigma}{dC} \quad \text{III.1}$$

G – erigan moddani suyuqlik sirt birligiga yig'ilgan miqdori; adsorbsiya miqdori; mol/m²

C – erigan moddaning muvozanat konsentratsiyasi, mol/dm³

R – universal gaz doimiysi, 8,32 J/mol·K

T – absolyut harorat, K

$\frac{d\sigma}{dC}$ – konsentratsiya o'zgarandagi sirt taranglikning o'zgarishi. $\frac{d\sigma}{dC}$ ni

P.A.Rebinder *sirt faollik* deb atadi.

Eritma konsentratsiyasi (C) ortganda suyuqlikning sirt taranglik σ kamaysa, nisbat manfiy, lekin adsorbsiya (G>0) bu hol uchun musbat qiymatga ega bo'ladi. Boshqacha aytganda *modda suyuqlik sirtida adsorbilanadi.*

Agar eritma konsentratsiyasining ortishi bilan suyuqlikning sirt tarangligi ortsa,

$\frac{d\sigma}{dC}$ musbat qiymatga ega bo'ladi, unda adsorbsiya sodir bo'lmaydi (G<0), ya'ni eritmada erigan moddaning konsentratsiyasi suyuqlikning sirt qavatida uning ichki qavatidagiga qaraganda kam bo'ladi.

Suyuqlikda eriganda konsentratsiyasi suyuqlikning sirtida va ichida bo'lishining sirt tatangligini o'zgartirmaydi. $\frac{d\sigma}{dC}$ nisbat nolga teng bo'ladi ($G=0$).

Juda kichik konsentratsiyalarda C ni ΔC ga teng deb faraz qilib, $\frac{d\sigma}{dC}$ ni almashtirsak, Gibbs tenglamasi $\Delta\sigma = -RTG$ shaklida yoziladi. Sirt-faol modda uchun minus ishorani tashlab yuborish mumkin; agar G o'rniga $1/C$ ni qo'ysak,

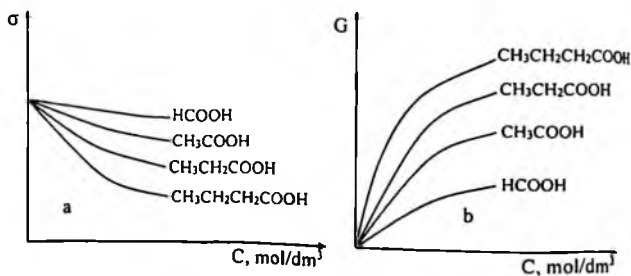
$$\Delta\sigma \cdot C = RT$$

tenglamani olamiz.

Bu tenglama xuddi ideal gazning holat tenglamasiga o'xshaydi. Lengmye tenglamadan foydalanib, turli sirt-faol moddalarning eritmalari bilan o'tkaz tajribalari asosida gaz konstantasi R ni aniq hisoblay oldi. Demak, konsentratsiyasi nihoyatda kichik bo'lganida sirt-faol moddaning molekulyar eritmaning sirt qavatida «gaz» holatida bo'ladi, deyish mumkin.

DYUKLO-TRAUBE QOIDASI

Suyuqlikka SFM qo'shilganda suyuqlikning sirt tarangligi anchag' kamayadi. Masalan, suvga organik kislotalar (HCOOH , CH_3COOH qo'shilsa, uning sirt tarangligi quyidagicha kamayadi:



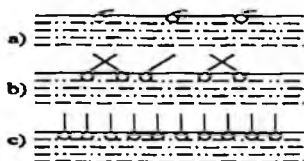
III.3-rasm. Suvda turli kislotalar eritilganda suvning sirt tarangligini (a) va solishtiruvchi adsorbsiya qiymatini (b) kislotalarning konsentratsiyasiga bog'liqligi izotermalari

Yuqoridagi diagrammalar turli kislotalar eritmalarida konsentratsiya bilan sirt taranglik va adsorbsiya orasidagi bog'lanishni ko'rsatadi. Undan ko'rinib turibdiki, kislota tarkibida $-CH_2-$ guruhining ortishi bilan sirt taranglikni kamaytirish qobiliyati ortib boradi. Shu bilan bir qatorda adsorbsiyasi ham ortib boradi.

Dyuklo-Traube qoidasiga muvofiq, organik kislotalarning gomologik qatorida kislota tarkibida bitta $-CH_2-$ guruh ortishi bilan kislotalaning suv sirtidagi adsorbsiyasi taxminan 3 – 3,5 marta ortadi. Bu qoidani aldegidlar, aminlar, spirtlar uchun ham qo'llash mumkin.

Bu qoida organik kislotalarning *faqat suyultirilgan eritmaları* uchungina qo'llaniladi. Shuning uchun turli organik kislotalar suvga oz miqdorda qo'shilsa, suvning sirt tarangligini turlicha kamaytiradi. To'yingan eritmalarda molekular egallagan hajm eritma tarkibidagi $-CH-$ radikali kattaligiga bog'liq emas, soniga bog'liq.

Suyuqlik-gaz chegarasidagi adsorbsiyada SFM eritmalarida sirt taranglik minimal qiymatga ega, adsorbsiya esa to'yingan adsorbsiyaga teng bo'lishi mumkin. Shunga asoslanib Lengmyur sath qavatdagi molekularning oriyentatsiyasi to'g'risidagi tahminlarini bildirdi. SFM molekulasini ikki qismdan tuzilganligi aytib o'tilgan edi. Adsorbsiya vaqtida gidrofil guruh suvga tortilib, gidrofob guruh gaz faza tomon itariladi. Past konsentratsiyalarda polyar mas guruh suyuqlik sathida joylashadi, polyar guruh esa polyar suyuqlikka botib kiradi. SFM konsentratsiyasi ortishi bilan sath chegaradagi molekular soni ortib *to'yingan monomolekulyar qavat hosil bo'lishiga olib keladi.*



III.4-rasm. SFM konsentratsiyasining o'zgarishi bilan molekularning sathda joylashishi

Eritmalarning sirt taranglik bilan konsentratsiya orasidagi polyak olimi B.A.Shishkovskiy tenglamasi orqali ifodalanadi:

$$\sigma_0 - \sigma = B \ln(1 + A \cdot C)$$

σ_0 - toza erituvchining sirt tarangligi

σ - eritmaning sirt tarangligi

A va B – empirik konstantalar (A nisbiy adsorbsiyalanish qiymati; qatorda keyingisiga o'tganda 3-3,5 marta ortadi).

Yuqoridagi tasavvurlarga asoslanib to'yingan adsorbsion qavatdagi molekulasining o'lchamini aniqlash mumkin. To'yingan adsorbsiya G_∞ birligiga (1m^2) to'g'ri keladigan SFM miqdoriga teng. To'yingan adsorbsiya Avagadro soniga ko'paytmasi $G_\infty \cdot N_A$ bir yuza birligidagi molekular beradi. Bundan bitta molekula egallagan sathni topsak,

$$S = \frac{1}{G_\infty \cdot N_A}$$

G_∞ ni SFM molyar massasiga ko'paytmasi bir yuza birligiga to'g'ri SAM massasini beradi

$$m = G_\infty \cdot M$$

Bundan adsorbsion qavat qalinligini hisoblab topish mumkin. adsorbsion qavatdagi SFM molekulasining uzunligini quyidagi formula hisoblab topish mumkin.

$$h = \frac{m}{\rho} = \frac{G_\infty \cdot M}{\rho}$$

ρ – SFM zichligi, kg/m^3 .

Adsorbsion qavat qalinligi CH_2 guruhning ko'payishi(ortishi) boradi. Kislotalar tarkibidagi radikal sonining ortishi adsorbsion qavatning 0,13-0,15 nm ga ortiradi.

Tajriba qismi:

2 - LABORATORIYA ISHI

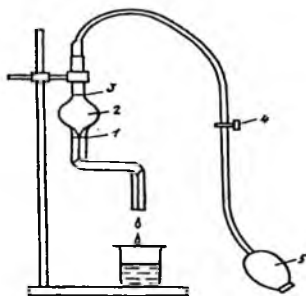
SUYUQLIK SIRTIDAGI SIRT FAOL MODDANING ADSORBSION QAVAT QALINLIGINI ANIQLASHI

Ishning maqsadi: "suyuqlik – havo" chegarasida eritma sirt tarangligini sirt faol modda konsentratsiyasiga bog'liqligini stalagmometrik usulda aniqlashni o'rganish. Sirt taranglik va adsorbsiya izotermasini chizish. Sirt qavat parametrlarini aniqlash.

Laboratoriya ishini bajarish uchun kerakli qurilma va reaktivlar:

stalagmometr, shtativ, 6 ta kolba, «havo so'rgich» (grusha), suv va sirt faol modda.

Ishni bajarish tartibi: Avval 6 ta kolbaning 5 tasiga sirt faol moddaning turli xildagi suvli eritmasi (konsentratsiyasi 1n, 0,5n, 0,25n, 0,125n, 0,0625n bo'lgan)



III.5-rasm. Stalagmometrning tuzilishi

tayyorlab olinadi. 1 ta kolbaga 10 ml suv solinib, stalagmometr yordamida uning tomchilar soni aniqlanadi. Buning uchun nayning yuqori va pastki qismida ikkita belgi (qornidan pastda va yuqorida) qo'yilgan. O'lchash vaqtida stalagmometr shtativga o'rnatiladi. Stalagmometr o'ra qismi (qorni) keng va pastki uchi kapilyar bo'lgan shisha naydan iborat (III.5-rasm). Uning yuqorigi uchiga rezina trubka kiydirib, uning yuqorigi belgisiga yetguncha «havo so'rgichi yordamida» suyuqlik

so'riladi. Yuqoridagi belgidan pastki belgigacha o'qib o'tgan suyuqlikning tomchilar soni aniqlanadi.

Keyin sirt faol moddaning 5-6 xildagi konsentratsiyali eritmasidan tomchilar soni aniqlanadi. Tajriba vaqtida turtki, zarbalar, havo tebranishlari harorat o'zgarishlariga yo'l qo'ymaslik kerak. 6 ta kolbadagi suyuqliklar tarangligi tajribada o'rganilgandan so'ng sirt faol moddalarning (SFM) tarangligi hisoblab topiladi.

Sirt taranglik qiymati quyidagicha hisoblanadi:

$$\sigma = \sigma_0 \frac{n_{suv}}{n_{SFM}}$$

σ_0 – suvning sirt tarangligi, $\sigma_0=72,75$;

n_{suv} – suvning tomchilar soni;

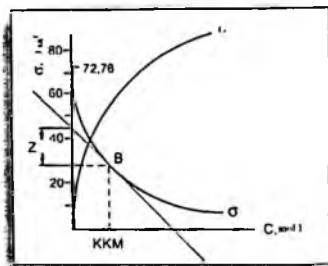
n_{SFM} – sirt faol moddaning tomchilar soni.

Olingan natijalar III.2-jadvalga yoziladi.

III.2-jadval

№	Konsentratsiya, C, kmol ³ /m ³	Tomchilar soni	Sirt taranglik, σ , N/m
1.	Suv		
2.	0,0625n		
3.	0,125n		
4.	0,25n		
5.	0,5n		
6.	1n		

III.2-jadval ma'lumotlaridan foydalanib $\sigma = f(C)$ bog'lanish egrisi chiziladi. Buning uchun 5-7 ta nuqtaga (eksperimental qiymatlarga) ordinata o'qi kesishguncha urinma chiziqlar o'tkaziladi.



Urinma chiziq o'tkazilgan nuqtalar orqali absissa o'qiga parallel chiziqlar o'tkazilib, ordinata o'qi bilan kesishguncha davom etiriladi. Hosil bo'lgan Z kesmaning uzunligi o'lchanadi. Z kesmaning sirt taranglik birliklarida ifodalangan qiymati quyidagicha ifodalanadi:

$$Z = -C \frac{d\sigma}{dc}$$

O'tkazilgan urinalarga to'g'ri keladigan hamma konsentratsiyalar uchun G ning qiymati hisoblanadi va adsorbsiya izotermasi ($G = f(C)$) chiziladi: $G = \frac{Z}{RT}$

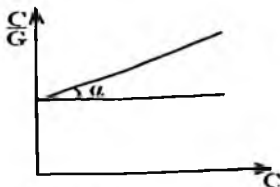
Hisoblash natijalari III.3-jadvalga yoziladi:

III.3-jadval

№	Konsentratsiya, C,	Z, N/m	$G \cdot 10^{10}$, kmol/m ² .
1.	0,0625n		
2.	0,125n		
3.	0,25n		
4.	0,5n		
5.	1n		

Agar $G = f(C)$ ni ifodalovchi egri yuqori konsentratsiyalarda bir xil qiymatga ega bo'lsa, u vaqtda Lengmyur formulasidan foydalanib G_{∞} – maksimal solishtirma adsorbsiya qiymatini aniqlash mumkin. Buning uchun Lengmyur tenglamasi

$G = G_{\infty} \frac{kC}{1+kC}$ ga nisbatan yechiladi va $\frac{C}{G}$ va C orasidagi bog'liqlik grafi chiziladi (III.6-rasm).



III.6-rasm. Maksimal adsorbsiyani aniqlash grafi

$$\frac{C}{G} = \frac{kC+1}{kG_{\infty}} = \frac{C}{G_{\infty}} + \frac{1}{kG_{\infty}}$$

$\frac{1}{kG_{\infty}} = b$ - konstanta; $\frac{1}{G_{\infty}} = a$ - konstanta. $\frac{C}{G} = ac + b$, bu tenglama to'g'ri chiziq tenglamasi α burchak kotangensi G_{∞} ga teng. Bundan bitta molekulyar qavatli sirtning egallagan sirtini $S = \frac{1}{G_{\infty} \cdot N_A}$ va adsorbsion qavat qalinligi $h = \frac{G_{\infty} M}{\rho}$ ni aniqlash mumkin.

Bunda: N_A - Avagadro soni ($6,022 \cdot 10^{23}$); M - sirt faol moddaning molekulyar massasi; ρ - sirt faol moddaning zichligi.

Ayrim spirtlarning xossalari

Nomlanishi	Kimyoviy formulasi	Molek. massa	Zichligi, $\rho = \text{g/sm}^3$	Nur sindirish ko'rsatkichi, $n_{D^{20}}$	Qaynatilish harorati
Amil spirti	$C_5H_{11}OH$	88,2	0,806	1,409	128
Izoamil spirti	$C_5H_{11}OH$	88,2	0,806	1,406	128
Butil spirti	C_4H_9OH	74,1	0,810	1,399	117,2
Izobutil spirti	C_4H_9OH	74,1	0,803	1,391	108
Propil spirti	C_3H_7OH	60,1	0,804	1,385	97,2
Izopropil spirti	C_3H_7OH	60,1	0,789	1,381	82,3
Toluol	C_7H_8	92,1	0,866	1,496	110,6
Uglerod to'rt xlorid	CCl_4	153,8	1,595	1,461	75,5
Dixlor etan	$C_2H_4Cl_2$	98	0,985	1,417	84

AMALIY MASIIG'ULOT
SUYUQLIK SIRTIDAGI SIRT FAOL MODDANING ADSORBSION QAVAT
QALINLIGINI ANIQLASHI

1-misol. Tarkibi $C_8H_{17}COOH$ bo'lgan kislolaning 50 mg/l konsentratsiyadagi eritmasi berilgan. Bu eritmaning $10^\circ C$ dagi sirt tarangligi $57,0 \cdot 10^{-3}$ N/m. Eritma sirtidagi ortiqcha kislotani miqdori, ya'ni G topilsin (mol/m² hisobida).

Yechish: Buni yechish uchun $G = -\frac{C}{RT} \frac{d\sigma}{dC}$ dan foydalanamiz. Suvning $10^\circ C$ dagi sirt tarangligi $\sigma = 74,22 \cdot 10^{-3}$ ekanligini ma'lumotnomadan topamiz. Kislotani konsentratsiyasini mol/l ga aylantiramiz:

$$C = \frac{0,05 \text{ mol}}{158 \text{ l}} \text{ bu erda } 158 - C_8H_{17}COOH \text{ ning molekulyar massasi.}$$

So'ngra G ni hisoblaymiz:

$$G = -\frac{C \Delta \sigma}{RT \Delta C} = -\frac{0,05}{158 \cdot 8,314 \cdot 10^3 \cdot 283} \frac{57,0 \cdot 10^{-3} - 74,22 \cdot 10^{-3}}{0,05} = 7,318 \cdot 10^{-6} \text{ mol / m}^2$$

G ning qiymati 0 dan katta bo'lganligi uchun musbat adsorbsiya kuzatiladi.

2-misol. 0,2 sm³ simob qirralarining uzunligi $8 \cdot 10^{-6}$ sm bo'lgan kublar holida bo'lingan. Simobning zichligi 13,546 g/sm³ ekanligini nazarda tutib, shu simobdagi zarrachalar soni topilsin.

Yechish: $m = V \cdot d$ dan foydalanib 0,2 sm³ simob massasini topamiz:

$$m = 0,2 \cdot 13,546 = 2,709 \text{ g}$$

bir zarracha hajmini topamiz:

$$V_0 = l^3 = (8 \cdot 10^{-6})^3 = 5,12 \cdot 10^{-16} \text{ sm}^3$$

Bitta zarracha massasi m_0 ni topamiz:

$$m_0 = V_0 \cdot d = 5,12 \cdot 10^{-16} \cdot 13,546 = 6,94 \cdot 10^{-15} \text{ g}$$

Zarrachalar sonini topish uchun barcha zarrachalar massasi (umumiy massa)ni bitta zarracha massasiga bo'lamiz:

$$N = \frac{m}{m_0} = \frac{2,709}{6,94 \cdot 10^{-15}} = 3,9 \cdot 10^{14}$$

3-misol. Turli konsentratsiyalardagi sirka kislota eritmalaridan 100 sm³ dan 3 ta namuna olib, ularning har biriga 3 kg kattalikdagi faol ko'mir parchasi solindi. Adsorbsiyadan avval va adsorbsiyadan eritmalarning har biridan 50 ml dan olib, u 0,1n NaOH eritmasi bilan titrlana topiladi, bu yerda x - adsorbilangan kislota miqdori (mol), m - adsorb massasi (g).

	I	II
Absorbsiyadan avval 50 sm ³ kislotalni titrlash uchun sarflangan 0,1 eritmasining hajmi	5,6	10,6
Absorbsiyadan keyin 50 sm ³ kislotalni titrlash uchun sarflangan 0,1 eritmasining hajmi	1,2	3,65

Yechish: Adsorbsiyadan avval 100 sm³ eritmaning normalligi CH₃COOH ning gramm hisobidagi miqdorlarini topamiz. Adsorbsiyaga namuna uchun

$$C_1 = \frac{C_2 \cdot V_2}{V_1}$$

normalligi:

$$N_1 = \frac{5,5 \cdot 0,1}{50} = 0,0111; \quad \text{titri} \quad T_1 = \frac{60}{1000} = 0,0066 \text{ g / sm}^3;$$

100 sm³ eritmadagi CH₃COOH miqdori $a_1 = 100 \cdot T_1 = 0,066\text{g}$.

II namuna uchun:

$$\text{normalligi } N_2 = \frac{10,6 \cdot 0,1}{50} = 0,0212$$

$$\text{Titri } T_2 = \frac{N_2 \cdot 60}{1000} = 0,01272 \text{ g / sm}^3$$

100 sm³ eritmadagi CH₃COOH miqdori $a_2 = 100 \cdot T_2 = 0,1272$

III namuna uchun

normalligi

$$N_3 = \frac{23 \cdot 0,1}{50} = 0,0460 \quad \text{Titri} \quad T_3 = \frac{N_3 \cdot 60}{1000}$$

100 sm³ eritmadagi CH₃COOH miqdori $a_3=100$, $T_3=0,2760$ g.

Xuddi ana shunday kattaliklarni adsorbsiyadan keyin ham topamiz:

$$N_1^I = 1,2 \cdot 0,1 / 50 = 0,024; T_1^I = N_1^I \cdot 60 / 1000 = 0,000144 \text{ g / sm}^3;$$

$$a_1^I = T_1^I \cdot 100 = 0,144 \text{ g}$$

$$N_2^I = 3,65 \cdot 1 / 50 = 0,0073; T_2^I = N_2^I \cdot 60 / 1000 = 0,000438 \text{ g / sm}^3;$$

$$a_2^I = T_2^I \cdot 100 = 0,0438 \text{ g}$$

$$N_3^I = 10,2 \cdot 0,1 / 50 = 0,0204; T_3^I = N_3^I \cdot 60 / 1000 = 0,01224 \text{ g / sm}^3;$$

$$a_3^I = T_3^I \cdot 100 = 0,1224 \text{ g}$$

Endi x/m ni, ya'ni 1 g ko'mirga yutilgan CH₃COOH miqdorini topamiz:

$$I \text{ namuna uchun } x_1 = a_1 - a_1^I; x_{1/m} = \frac{a_1 - a_1^I}{m} = \frac{0,066 - 0,0144}{3} = 0,0172 \text{ g}$$

$$x_2 = a_2 - a_2^I; x_{2/m} = \frac{a_2 - a_2^I}{m} = \frac{0,1272 - 0,0438}{3} = 0,0278 \text{ g}$$

$$x_3 = a_3 - a_3^I; x_{3/m} = \frac{a_3 - a_3^I}{m} = \frac{0,2760 - 0,1224}{3} = 0,0512 \text{ g}$$

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. 1g oltinni maydalab, qirralarining uzunligi $5 \cdot 10^{-7}$ sm bo'lgan kubiklar hosil qilingan, oltinning zichligi $19,3 \text{ g/sm}^3$ ekanligini nazarda tutib, umumiy sirt yuzasini hisoblab toping.

2. Simob zoli diametri $6 \cdot 10^{-6}$ sm bo'lgan sharlardan iborat. $0,5 \text{ sm}^3$ simobdan hosil qilingan ana shunday zarrachalarning umumiy sirti topilsin. Simobning zichligi $13,546 \text{ g/sm}^3$.

3. Kaolin suspenziyasining solishtirma sathini hisoblang. Kaolinning zichligi $\rho = 2,5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ zarrachalarining o'rtacha radiusi $8 \cdot 10^{-7} \text{ m}$. Suspenziya monodispers deb hisoblang.

4. Zarrachalarning solishtirma sathini hisoblang:

a) kub qirralarining uzunligi $1 \cdot 10^{-6} \text{ m}$;

- b) shar diametri $1 \cdot 10^{-6}$ m;
5. 1kg ko'mir kukuni zarrachalarining diametri $6 \cdot 10^{-5}$ m. Ko'mirning $1,8 \text{ g/sm}^3$. Zarrachalarning solishtirma sathi va umumiy sathini hisoblang.
6. Maydalangan 2g platina zarrachalari kub shaklida bo'lib, qirralari Platinaning zichligi $21,4 \text{ g/sm}^3$ bo'lsa, umumiy sathini hisoblang.
7. 1g oltin qirralarining uzunligi $5 \cdot 10^{-9}$ m bo'lgan kub shaklidagi zarracha maydalandi. Oltinning zichligi $19,3 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ bo'lsa, umumiy sathini hisoblang.
8. Simob zoli diametri $6 \cdot 10^{-8}$ m bo'lgan sharsimon zarrachalardan $0,5 \text{ sm}^3$ simobdan hosil bo'lgan zarrachalarning umumiy sathini hisoblang.
9. Kumush zolining zarrachalari qirradi uzunligi $4 \cdot 10^{-6}$ m va $10,5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ bo'lgan kub shaklida bo'lsa:
- 0,1 kg kumushdan nechta zarracha hosil bo'lishini;
 - zarrachalarning umumiy sathini hisoblang.
10. Simob zoli zarrachalarining diametri $6 \cdot 10^{-6}$ sm, zichligi 13,546
- Zarrachalarning umumiy sathini;
 - 1g simobdan hosil bo'lgan zarrachalar sonini hisoblang.
11. Qirradi uzunligi 0,5 sm bo'lgan kumush zarrachalarini, qirradi $5 \cdot 10^{-8}$ sm bo'lgan kub shaklidagi zarrachalarga maydalansa zarrachalarning nechta marta ortadi? Kumushning zichligi $10,5 \text{ g/sm}^3$
12. 288 K da suv tumani zarrachalarning radiusi $5 \cdot 10^{-6}$ m dan 1 oshsa, erkin sath energiyasi qiymati nechta marta kamayadi?
13. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ gelini peptizatsiya qilinganda zarracha radiusi $2 \cdot 10^{-6}$ m gacha kamaysa sistemaning ortiqcha sath energiyasi nechta marta ortadi?
14. Anilin eritmasi uchun eritma – havo chegarasidagi sirt tarangligi Rebindey usuli bilan o'lchanganda quyidagi natijalar olinadi: suv uchun pufakchasi bosimi $11,82 \cdot 10^{-2}$ Pa, anilin eritmasi uchun 711,55 Pa. Suv uchun tarangligi $d_0 = 72,55 \cdot 10^{-3}$ H/m. Anilin eritmasi sirt tarangligini hisoblang.

15. Propil spirtining suvli eritmasi uchun aniqlangan Shishkovskiy tenglamasi konstantalari $a = 14,4 \cdot 10^{-1}$ va $b = 6,6$. 1 kmol/m³ konsentratsiyali eritmaning sirt tarangligini hisoblang. $\delta_0 = 72,53 \cdot 10^{-1}$ n/m.

16. C=0,1 kmol/m³ konsentratsiyali valerian kislota eritmasi 358 l dagi sirt tarangligi aniqlansin. Shishkovskiy tenglamasi konstantalari $a = 17,7 \cdot 10^{-1}$ va $b = 19,72$.

17. Moy kislolaning C=0,1 kmol/m³ li eritmasining 273 K dagi adsorbsiyasini hisoblang. Sirt taranglikning konsentratsiyaga bog'liqligi Shishkovskiy tenglamasi $\delta = \delta_0 - 16,7 \cdot 10^{-1} \ln(1 + 21,5 C)$ bilan ifodalanadi.

18. Propion kislolaning C=0,1 kmol/m³ eritmasi uchun eritma-havo chegarasidagi 293 K dagi adsorbsiya qiymatini Lengmyur tenglamasidan foydalanib hisoblang. Shishkovskiy tenglamasi konstantalari $a = 12,8 \cdot 10^{-1}$, $b = 7,16$.

19. Izomoy kislotasining suvli eritmasi uchun Shishkovskiy tenglamasining 291K da topilgan doimiyliklari: $a = 13,1 \cdot 10^{-1}$ va $b = 2,2$. Konsentratsiya: a) C₁=0,01; b) C₂=0,1 va v) C₃=1 kmol/m³ dagi adsorbsiya qiymatlari hisoblansin.

20. Izoamil spirtining C=0,1 kmol/m³ li eritmasi uchun eritma-havo chegarasidagi adsorbsiyaning 292K dagi qiymatini hisoblang. Bunda $\Gamma_{\infty} = 8,7 \cdot 10^{-9}$ kmol/m³, $b = 42$.

21. Azotning seoliddagi $P = 2,8 \cdot 10^{-9}$ Pa bosimdagi adsorbsiya qiymatini Lengmyur tenglamasi bo'yicha hisoblang. $\Gamma_{\infty} = 38,9 \cdot 10^{-3}$ kg/kg, $b = 1,56 \cdot 10^{-3}$.

22. Anilinning suvdagi eritmasining yuza qatlamida bitta molekula egallagan sathni hisoblang. $\Gamma_{\infty} = 6 \cdot 10^{-9}$ kmol/m².

23. Maksimal adsorbsiya qiymati $\Gamma_{\infty} = 5,42 \cdot 10^{-4}$ kmol/m² bo'lsa, izomoy kislotasi eritmasi sathida bitta molekulaga to'g'ri keladigan yuzani hisoblang.

24. 18° C da 20 % li sulfat kislota eritmasining sirt tarangligi $75,2 \cdot 10^{-3}$ n/m, suvning sirt tarangligi $73,05 \cdot 10^{-3}$ n/m bo'lsa, Gibbs adsorbsiyasi qiymati va ishorasini aniqlang. Eritmaning zichligi 1,143 g/sm³.

25. 29 g/l atseton saqlagan eritmaning 15°C dagi sirt tarangligi 59,4 l suvning shu haroradagi sirt tamagligi $73,49 \cdot 10^{-3}$ n/m bo'lsa, atsetonning yuzasidagi konsentratsiyasini (kmol/m^3) va ishorasini aniqlang.

26. 1 g ko'mirida 3,76 kmol sirka kislota adsorbsiyalanadi. Freyndli tenglamasi konstantalari $K=2,82$ $n=2,44$ bo'lsa kislota ning muvoza konsentratsiyasini hisoblang.

27. Berilganlardan foydalanib, Freyndli tenglamasi konstantalari K grafik usulda aniqlang.

C, mol/sm ³	0,018	0,031	0,062	0,126
x/m, mmol/g	0,467	0,624	0,801	1,11

KO'P VARIANTLI MASALALAR

298K da sirt-faol modda molekulasini eritma-havo chegara sirtida egallik maydonini va adsorbsion qavat qalinligini hisoblang. Maksimal adsorbsiya zichlik qiymatlari jadvalda keltirilgan.

Variant	SFM	$\Gamma_m \cdot 10^{-3} \text{ kmol} / \text{m}^2$	$\rho \cdot 10^3 \text{ kg}$
1	$C_4H_6O_2$	5,42	9,81
2	$C_8H_{17}COONa$	6,33	8,92
3	$C_9H_{19}COONa$	4,75	8,79
4	$C_{10}H_{21}COONa$	5,44	8,97
5	$C_{11}H_{23}COONa$	6,54	9,27
6	$C_{12}H_{25}COONa$	5,54	9,47
7	$C_{13}H_{27}COONa$	5,45	9,18
8	$C_{14}H_{29}COONa$	7,22	9,07
9	$C_{10}H_{21}COOK$	4,57	9,11
10	$C_9H_{19}COOK$	4,94	9,12
11	$C_8H_{17}COOK$	6,12	9,02
12	$C_7H_{15}COOK$	5,47	8,97
13	$C_7H_{15}COONa$	6,21	9,07
14	$C_{11}H_{23}COOK$	7,05	8,77
15	$C_{12}H_{25}COOK$	6,54	9,27
16	$C_{13}H_{27}COOK$	5,74	8,87

17	$C_{14}H_{20}COOK$	4,84	9,1
18	$C_{10}H_{21}SO_1K$	5,59	9,15
19	$C_{11}H_{23}SO_1K$	6,24	8,79
20	$C_{12}H_{25}SO_1K$	8,79	8,67
21	$C_{13}H_{27}SO_1K$	5,94	9,11
22	$C_{14}H_{29}SO_1K$	6,85	8,98
23	$C_9H_{19}SO_1K$	6,65	9,72
24	$C_8H_{17}SO_1K$	6,45	9,22
25	$C_{11}H_{23}SO_1Na$	5,54	9,67
26	$C_{10}H_{21}SO_1Na$	7,99	9,37
27	$C_{12}H_{25}SO_1Na$	6,55	9,77
28	$C_{13}H_{27}SO_1Na$	4,57	9,87
29	$C_{14}H_{29}SO_1Na$	4,84	9,97
30	$C_8H_{19}SO_1Na$	6,47	9,77

O'z-o'zini nazorat qilish savollari

1. Sirt taranglik va adsorbsiya izotermalarini tahlil qiling.
2. Gibbs tenglamasi.
3. Molekulyar adsorbsiya.
4. Elektrolitlar adsorbsiyasi.
5. Tanlanish adsorbsiyasi nima? Peskov-Fayans qoidasi.
6. Ion almashinish adsorbsiyasi.
7. Ionitlar qanday moddalar, ularning ishlab chiqarishdagi ahamiyati?
8. Adsorbsiyalanish darajasi bilan ionlarning gidratlanish darajasi orasida qanday bog'liqlik bor?
9. Suvni tozalashda qanday ionitlardan foydalaniladi?
10. Xromatografiya qanday jarayonga asoslangan?

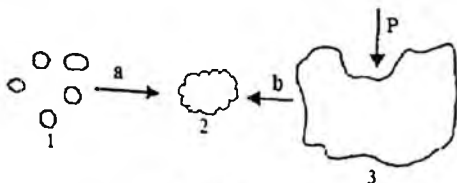
IV. KOLLOID SISTEMALARNI OLINISHI VA TOZALASHI USULLARI

Tayanchi so'z va iboralar:	
Dispergatsiya –	yirik zarrachalarni maydalash.
Kondensatsiya –	kichik zarrachalarni yiriklashtirish.
Peptizatsiya –	yangi tushgan cho'kmani qaytadan kolloid holatiga o'tkazish.
Fizik kondensatsiya –	dispersion muhitga qattiq jism bug'ini kolloid eritma hosil qilish.
Kimyoviy kondensatsiya –	kimyoviy reaksiyalar yordamida kolloid olish.
Stabilizator –	zarracha sirtiga adsorbsiyalanib, turg'unligini oshiruvchi modda.
Dializ –	kolloid eritmalarni yarim o'tkazgich mer yordamida tozalash.
Elektrodializ –	dializni elektr maydonida o'tkazish.
Ultrafiltratsiya –	dispers sistemalarni bosim ostida tozalash.
Ultratsentrafuga –	kolloid eritmalarni markazdan qochma yordamida tozalash.

KOLLOID SISTEMALARNI OLINISHI

Dispers sistemalarni zarrachalarining o'lchamiga qarab sinflarga ajratma'lum bo'ldiki, kolloid sistemalar dag'al dispers sistemalar bilan chin orasidagi oraliq holatni egallaydi. Ularda eng yuqori maydalanish darajasi erishiladi. Bu sistemalarda "faza", "heterogenlik" terminlari saqlanadi.

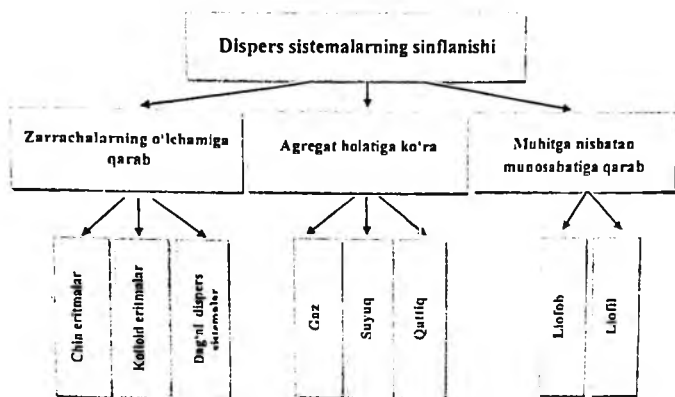
Kolloid eritmalar hosil qilish bir-biriga qarama-qarshi ikkita asoslangan. Birinchi usul *dispergatsiya*, ikkinchisi esa *kondensatsiya* usullari nomlanadi.



IV.1-rasm. Dispers sistemalarni olinish sxemasi: a-kondensatsiya (kichik zarrachalarni yiriklashishi); b-disperslash; (yirik zarrachalarni maydalash).

Dispergatsiya usulida kolloid sistema olish uchun qattiq jism stabilizator ishtirokida kukun qilib maydalanadi, hosil qilingan kolloid o'lchamidagi dispers faza dispersion muhitda bir tekis tarqalishi natijasida kolloid sistema olinadi. Dispergatsiya usulida kolloid eritma olishning bir necha usullari mavjud:

1. Kolloid tegirmonlar yoki vibro-tegirmonlar yordamida maydalash;
2. Metallarni elektr toki yordamida changlatish;
3. Ultratovush yordamida maydalash;
4. Peptizatsiya.



Ma'lumki, qattiq jism yoki suyuqlikni kolloid o'lchamigacha (1-100 nm) maydalash jarayoni ish yoki energiya sarflashni talab etadi. Bu ish $A=K \cdot S$ formula bilan ifodalanadi. Formulada K – dispergatsiya usuliga va maydalanayotgan modda tabiatiga bog'liq bo'lgan kattalik, S – yangi hosil bo'layotgan yuz.

Odatda moddalar yuqori disperslik darajasigacha maydalanganda ko'p g'aroyib xossalarga ega bo'lib qoladi. Masalan, bo'yoqlar chirayli jilvaga, yarqiroqlik, barqarorlik, yengil qoplanuvchanlik xossalriga erishadi. Katalizatorlar kimyoviy reaksiyalarda yuqori faollikka erishadi, oziq-ovqat

mahsulotlarini ta'm-mazasi yaxshilanadi, kraxmal va oqsil moddalarning eruvchanligi ortadi va h.k.

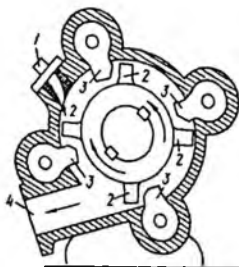
Aytib o'tganimizdek, kolloid sistemalarda zarrachalar o'Ichami 100-1000 nm gacha bo'lishi kerak edi. Bunday o'Ichamli zarrachalarni olish uchun o'Ichamli zarrachalarni maxsus *tegirmonda yoki vibrotegirmontlarda maydalash*. Kolloid tegirmon yordamida bo'yoq, oltingugurt, grafit, kvarts va moddalarning kolloid eritmaları tayyorlanadi.

Kolloid tegirmonning ishlashi quyidagi ikki prinsipga asoslangan:

1) *Moddani juda ham maydalash uchun tez-tez beriladigan yuqori zarblar yaxshi ta'sir etadi;*

2) *kolloid tegirmonda beriladigan zarba maydalanadigan moddani bevosita o'ziga emas, balki suyuqlik orqali beriladi.*

Kolloid eritmasi tayyorlanadigan modda avval maydalanadi, suyuqlik (*dispersion muhit*) va stabilizator bilan aralashtiriladi, so'ngra u teshik (1) orqali tegirmonga solinadi (IV.2 - rasm). Suyuqlik va uning ichidagi qattiq jism o'ng o'rnatilgan kurakcha (2) yordami bilan tez qorishtiriladi (kurakcha minutiga 10000-15000 marta aylanadi). Natijada suyuqlik va qattiq modda zarrachalari juda tez harakatlanadi va harakatsiz tishlar (3) ga kelib urilib, maydalani. Tayyor maydalangan mahsulot tegirmonning pastki qismidagi teshik (4) orqali chiqarib olinadi.



IV.2-rasm. Kolloid tegirmon

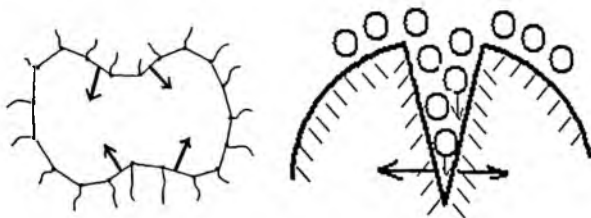
Dispergatsiya jarayonini osonlashtirish uchun *jism ho'llanib* qo'shimcha moddalar ishtirokida kukun qilib maydalanadi. Qo'shimcha modda sifatida ishlatiladigan har xil tuzlar (NaCl , CaCl_2 , MgCl_2 , AlCl_3 , Na_2CO_3 , Na_2SiO_3) ishqorlar $-\text{NaOH}$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, sovun va ba'zi sirt-faol moddalar dispergatsiya jarayonini osonlashtirish bilan birga, olinayotgan kolloid sistemaning barqarorligini ta'minlashda *stabilizator* vazifasini o'taydi.

Akademik P.A.Rebinder ta'limotiga ko'ra qattiq jismning kristallik panjarasida defektlar (*zaif va darz ketgan joylar*) mavjud bo'lib, mexanik kuch ta'sirida *mikrotirqishlar* hosil qiladi. Qo'shimcha moddalar esa dastlab jism yuzasida yutilib, so'ngra uning mikrotirqishlariga kiradi. Natijada, qarama-qarshi turgan adsorbtsion qatlamlar orasida elektrostatik itarilish kuchi ta'sirida *yoruvchi effekt* hosil bo'lib, ular sirt energiyasni kamaytirib, qattiq jismning yemirilishini osonlashtiradi,

$$F = \sigma \cdot \Delta S$$

bu yerda: F - sirtning erkin energiyasi, σ - sirt taranglik koeffitsiyenti,

ΔS - fazalararo sirt kattaligining o'zgarishi.

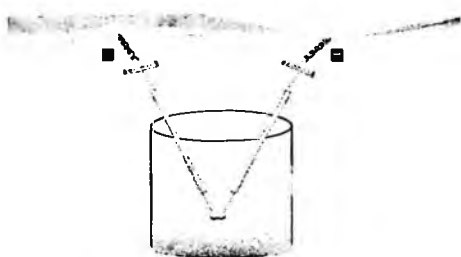


IV.3-rasm. Jism mustahkamligining adsorbtsion ravishda kamayishi (Rebinder effekti).

Mexanik dispergatsiya jarayonida qattiq jism mustahkamligini qo'shimcha moddalar yordamida kamayishi "Rebinder effekti", yoki mustahkamlikning adsorbtsion kamayishi deyiladi.

Dispersiya jarayonini tezlatish va dispers sistemalarni barqarorligini yanada oshirish uchun SFM va elektrolitlar qo'shiladi. Adsorbsiya harakatlarining mexanizmidagi zarrachalar orasida boradi¹.

Dispers sistemalarni olishning *elektrik usulini* 1898 yilda Georg Bredig etgan. Kolloid eritmasi olinishi kerak bo'lgan metallardan yasalgan sim dispersiya muhitga tushirilib, ularning biri elektr manbaining musbat qutbiga, ikkinchisi manfiy qutbga ulanadi; simlar bir-biriga tegizib elektr yoyi hosil qilinadi, sunge ular bir-biridan birozo uzoqlashtiriladi. Shu vaqtda metall erituvchi ichida changlatib boshlaydi, Barqaror zol hosil bo'lish uchun *ozgina ishqor* qo'shiladi. *Bu usulda asosan asl metallarning zollari olinadi.*



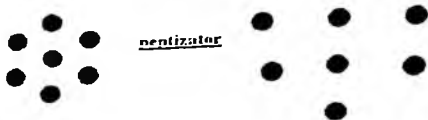
IV.4-rasm. Metallarning elektr yordami bilan changlatib, kolloid eritma xosil qilish sxemasi

Ultratovush yordamida changlatish

Kolloid eritma olish uchun ultratovush to'liqini maydoniga bir-biri aralashmaydigan ikkita suyuqlik solingan idish qo'yiladi. Emulsiyalar shu usulda olinadi. Ushbu usul bilan ko'pgina moddalarning kolloid eritmalarini hosil qilish mumkin. Bu usul yordamida S.N.Rjevkin hamda V.Ostrovskiylar Ag, Pd, Sn, metallarining kolloid eritmalarini hosil qildilar.

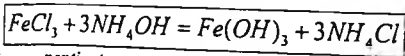
Kolloid eritmalarni peptizatsiya usulida olish

Peptizatsiya koagulyatsiyaga teskari jarayondir. Unda cho'kmaga tushgan zarrachalar dezagregatsiyaga uchrab, qaytadan alohida kolloid zarrachalarga o'tishi ro'y beradi.

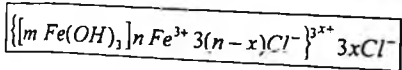


Zolning koagulyatsiya mahsulotini qaytadan kolloid eritma holatiga o'tkazish *peptizatsiya* deb ataladi. Buni amalga oshirish uchun xosil bo'lgan cho'kmaga (koagulyantga) birorta elektrolit qo'shib, erituvchi bilan aralashtiriladi. Shunda qaytadan zol hosil bo'ladi. Kolloid eritma olishda ishlatiladigan elektrolit *peptizator* deyiladi. Elektrolitlardan tashqari peptizator sifatida ba'zi sirt-faol moddalar ishlatiladi. Peptizatsiya tezligiga – *elektrolit konsentratsiyasi, cho'kma holati va miqdori, harorat, aralashtirish tezligi, pH, ultratovush, radioaktiv nurlar va x.k. ta'sir etadi.*

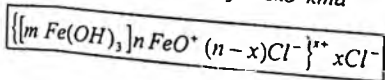
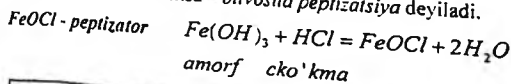
Agar zarracha sirtiga peptizatorning o'zi yutilib, kolloid eritma hosil bo'lsa – *bevosita peptizatsiya* deyiladi.



FeCl_3 - *peptizator*



Agar zarracha sirtiga peptizatorning o'zi emas, uning cho'kma bilan hosil qilgan oraliq mahsuloti shimilsa – *bilvosita peptizatsiya* deyiladi.

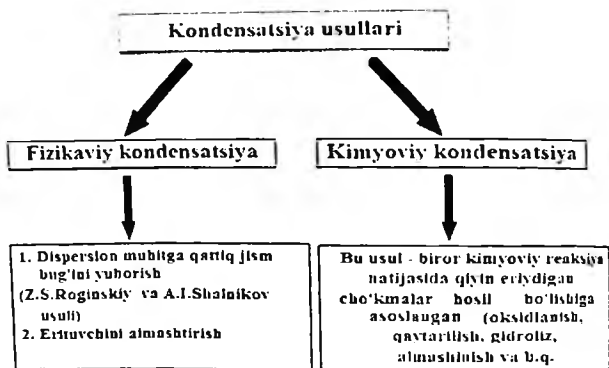


Kondensatsiya usullari. Molekulyar yoki ion o'lichamidagi zarrachalar Van-der-Vaals tortilish kuchi hisobiga kolloid zarracha o'lichamidagi yiriklashtirish usuli *kondensatsion usul* deyiladi.

Ushbu usulga muvofiq kolloid sistema olishning asosiy sharti, eritma to'yingan bo'lib, yangidan hosil bo'layotgan dispers faza zarrachalari dispersion muhitda *erimasligi lozim*. O'ta to'yingan eritmada dastlab dispers fazaning mikrokristallari (*zarodishlari*) vujudga keladi. Ularning o'sishi davomida zarrachalar kolloid o'lichamligigacha yiriklashadi, shu mexanizm bo'yicha kolloid sistemalarni 2 xil yo'l bilan olish mumkin:

a) *fizik kondensatsiya*

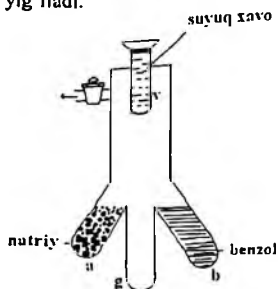
b) *kimyoviy kondensatsiya*



Fizik kondensatsiya usuli bilan dispersion muhitga qattiq jism bug'ini yuborib, uni suyuq havoda sovutish bilan kondensatsiyalab kolloid sistema qilinadi. Bu usulni rus olimlari A.I.Shalnikov va S.Z.Roginskiylar ishlab chiqishgan. Bu usulda juda ko'p metall (Hg, Cd, K, Pb, Cs, Na) va metalloidlari (S, P) ning gidrozollari va organozollari olinadi.

Asbobning "a" qismiga bug'lanuvchi qattiq modda (*masalan, natriy*), "b" qismiga dispersion muhit (*masalan, benzol*), "V" qismiga suyuq havo solinadi. Asbobning a va b qismlari qizdirilganda Na va benzol bug'lanib, suyuq

solingan V idish sirtida kondensatlanadi. Suyuq havo olib qo'yilgach, kondensatlanish natijasida hosil bo'lgan kolloid eritma asbobning g qismiga yig'iladi.



IV.5-rasm. Shalnikov va Roginskiy usulida kolloid eritma tayyorlanadigan asbobning tuzilishi

Erituvchini almashtirish usulida ko'p miqdordagi erituvchiga unda qiyin eriydigan moddaning molekulyar eritmasidan oz miqdorda qo'shilsa, erigan moddaning molekulari kondensatlanib, kolloid zarracha o'lchamligigacha yiriklashadi va ayni dispersion muhitda kolloid sistema hosil qiladi. Shu usulda *selen, fosfor, palmetin kislotasi, gummigut, mastikalarning* barqaror zollarini tayyorlash mumkin. *Masalan:* osh tuzining spirtidagi eritmasidan efirga tomchilatib qo'yilsa, osh tuzining eterozoli hosil bo'ladi. Agar suvga kanifol yoki oltingugurtning spirtidagi eritmasidan juda oz miqdorda quyilsa, oltingugurt yoki kanifolning gidrozoli hosil bo'ladi.

Kimyoviy kondensatsiya usulida kolloid sistema olinishi kimyoviy reaksiyalar yordamida *qiyin eruvchan modda* xosil bo'lishiga asoslangandir. Kimyoviy kondensatsiya usulida kolloid sistemalar olishda qo'yidagi ikki shart bajarilishi lozim:

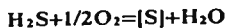
1. *Reaksiya uchun olingan chin eritmaning konsentratsiyasi juda kichik bo'lishi kerak;*

2. *Reaksiyaga kirishayotgan elektrolitlarning birortasi ortiqcha miqdorda bo'lishi lozim. Shu ortiqcha miqdorda olingan elektrolit stabilizator vazifasini*

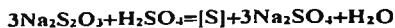
bajaradi. Ayrim reaksiyalarda stabilizator reaksiya davomida (oraliq mahsulot) hosil bo'lishi mumkin.

Kolloid sistemalar ushbu usulga ko'ra oksidlanish, qaytarilish, gidroliz almashinish reaksiyalari asosida olinishi mumkin:

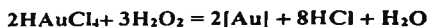
1. Oksidlanish reaksiyasi asosida sulfid kislotasi (vodorod sulfidning eritmasi) xavodagi kislorod bilan oksidlanib oltingugurt gidrozolini hosil qiladi:



Oltingugurt gidrozoli shuningdek metallar sulfidlaridan yoki giposulfid eritmasida oksidlanish reaksiyasi asosida olinishi mumkin:



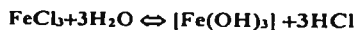
2. Qaytarilish reaksiyasi asosida ko'pchilik metallar Au, Ag, Pt, Pd, Os, Vi, Cu va ba'zi bir metalloidlar - P, Te, Se ning zollari olinishi mumkin:



Qaytaruvchi sifatida formalin, gidrazin, tannin, fenilgidrazin, alkaloidlar qo'llanilishi mumkin.

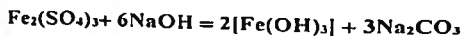
3. Gidroliz reaksiyasi asosida zolni Krekke va Grem usullari yordami bilan olinadi.

Krekke usuli: qaynoq suvga oz miqdorda FeCl_3 ning suyultirilgan eritmasidan qo'shilsa qo'ng'ir tusli temir III gidroksidi zoli hosil bo'ladi:



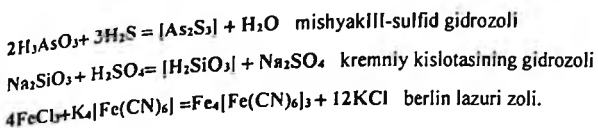
Reaksiya oxiriga borishi uchun reaksiya aralashmadan xlorid kislotani (yoki) bilan chiqarib turish lozim.

Grem usuli: temir xlorid tuzining konsentrlangan eritmasiga ammoniy karbonat tuzining to'yingan eritmasidan tomchilatib qo'yilsa, to'q qo'ng'ir barqaror zol hosil bo'ladi:



4. Almashinish reaksiyasi kolloid sistema olishda kimyoviy kondensatsiyaning keng tarqalgan usulidir:





KOLLOID ERITMALARNI TOZALASH

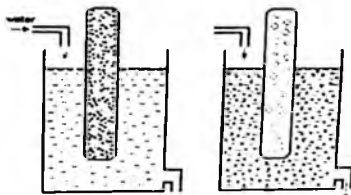
Kolloid eritmalar hosil bo'lganida, ular tarkibida dispers faza va dispersion muhitidan tashqari har xil aralashmalar – kislota, asos, tuzlar hamda kolloid eritmalarini barqaror bo'lishi uchun qo'shilgan elektrolitlarning ortiqcha miqdori ham bo'ladi. Shu aralashmalardan kolloid eritmalarini tozalashda qo'yidagi usullardan foydalaniladi:

Dializ. Past tomonida yarim o'tkazgich membrana – (kolloidiy yoki mol pufagidan iborat parda) bo'lgan idishga kolloid eritma solinadi. Shu eritmali idish distillangan suvli boshqa idishga tushirilib maxkmlab qo'yiladi (IV.6- rasm).

Idishdagi suv tez-tez almashtirilib turiladi, Yarim o'tkazgich membrana teshiklarining diametri 20-30nm atrofida bo'ladi. Bu teshiklardan molekula va ionlar yuvilib o'tadi, dispers faza zarrachalari o'ta olmaydi, yani, kolloid eritmadagi elektrolitlar diffuziyalanib chiqib ketadi va kolloid eritma tozalanib qoladi.



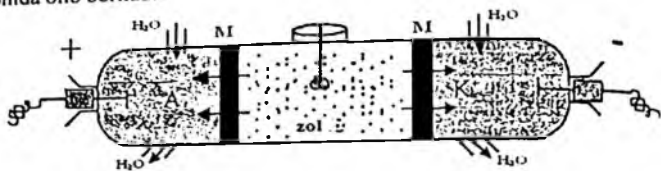
IV.6-rasm. Oddiy dializator



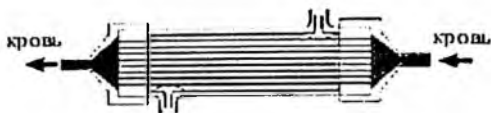
IV.7-rasm. a) dializdan avvalgi holat
b) dializdan keyingi holat

Dispers sistemalarini maxsus yarimo'tkazgich xossaga ega bo'lgan materialdan tayyorlangan idishlardan foydalanib tozalash mumkin. Bunda dispers sistemalarini chin eritmalaridan to'liq tozalashga erishish mumkin.

Elektrodializ. Kolloid eritmaları tozalashda elektrodializdan ham foydalaniladi, chunki bu usul juda kam vaqt talab qiladi. Elektrodializ usuli maydonida olib boriladi:



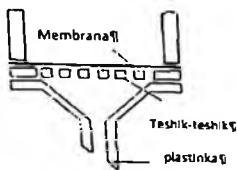
IV.8-rasm. Elektrodializ sxemasi
„גורן גורן“



„גורן גורן“
Medisina da islatiladigan qon tozalovchi kapilliyar dializator

Ikki membrana oraliq'iga elektrolitlardan tozalanishi kerak bo'lgan eritma solinadi. Membranalar tushirilgan idishning bir chekkasiga *anod*, ikkinchi chekkasiga *katod* o'rnatiladi. Idish orqali *elektr toki ulanganida* musbat

katodga, manfiy ionlar esa anodga tomon harakat qiladi. Ular membranadan o'tib, idishning elektrodlar tushirilgan qismlari atrofida boshlaydi. Tozalangan zol esa idishning o'rtasidagi qismida qoladi.



IV.9 – rasm. Ultrafiltratsiya varonkasi

Ultrafiltratsiya - kolloid eritmalarining teshiklarining o'lchami kolloid zarralar o'lchamlaridan kichik bo'lgan filtrlardan foydalanilgan elektrolitlardan tozalashdir.

Ultrafiltrlar sifatida *sellyuloza* efirlari

oksillar, kollodiy, polistiroi kabilar ishlatiladi. Ultrafiltrat teshiklari membrananing suv kirituvchanligi bilan aniqlanadi:

$$D = \frac{r}{F \cdot t \cdot \Delta P}$$

bu erda D - suv kirituvchanlik yoki 1 dina/sm² kuch ta'sirida 1 sekundda 1 sm² membrana orqali o'tgan suv miqdori;

F – ultrafiltr maydoni;

ΔP – tezlashtiruvchi bosimning o'zgarishi (1 din/sm² = 0,00075 mm.sim.ust.);

t – filtratsiya vaqti;

r – membrana teshiklari radiusi:

$$r = \sqrt{\frac{24D\rho^2\eta}{\omega}}$$

bu yerda

ρ – membrana qalinligi (mikrometrlarda o'lchanadi);

η – suv qovushqoqligi;

ω – 1 sm² yuzada suv bilan to'lgan g'ovaklar hajmi.

Teshiklar hajmi ω qo'yidagicha aniqlanadi:

$$\omega = \frac{J_n + J_k}{F \cdot d_{H_2O}}$$

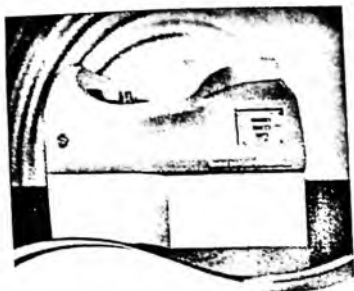
bu yerda J_n – nam membrana og'irligi

J_k – quruq membrana og'irli

d_{H_2O} – suvning zichligi

F – filtr maydoni

Ultratsentrifugalash. Kolloidlarni tozalashda va ularni turli fraksiyalarga ajratishda eng ko'p ishlatiladigan usul – ultratsentrifugalash usulidir. Kolloid eritmalarini tozalash uchun sentrifugadan dastlab 1913 yilda A.V.Dumanskiy foydalandi. Keyinchalik shved olimi T.Svedberg (va uning shogirdlari) 10⁵-10⁶g ga yaqin tezlanish bilan ishlaydigan ultratsentrifugalalar yaratishga muvaffaq bo'ldi. Zamonaviy ultratsentrifugalalar yordami bilan faqat gidrofob kolloid zarrachalarnigina emas, balki oqsil va boshqa yuqori molekulyar moddalarni ham cho'kmaga tushirish mumkin bo'ldi.



Zamonaviy ultratsentrifugal murakkab qurilma bo'lib, ularni markazdan qochma kuch dispers sistemalar molekula, atom, ionlardan ajratilishi mumkin¹.

Tajriba qismi:

3 - LABORATORIYA ISHI

DISPERS SISTEMALARNI OLINISHI VA DIALIZ USULIDA TOZALASH

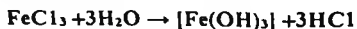
Ishdan maqsad: dispers sistemalarni turli usullarda tayyorlash va tozalash yo'llarini hamda mitsellyar tuzilishini o'rganishdan iborat.

Laboratoriya ishini bajarish uchun kerakli qurilma va reaktivlar:

FeCl₃ eritmasidan, kolba, 20%li K₄[Fe(CN)₆] eritmasidan, suv va maxsus selonka.

Ishni bajarish tartibi:

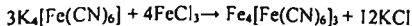
Temir (III) gidroksidining zolini tozalash. 100 ml qaynoq miqdorda 3-4 tomchi FeCl₃ning suyultirilgan eritmasidan qo'shiladi. qo'ng'ir tusli temir (III)-gidroksidi zoli hosil bo'ladi:



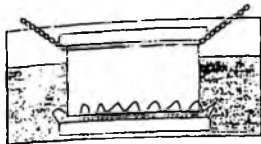
Reaksiya oxiriga borishi uchun reaksiya aralashmadan xlorid kislotasi yo'li bilan chiqarib turish lozim.

Berlin lazuri zolini tozalash. 0,1 ml 47% li FeCl₃ eritmasiga solinadi hamda hosil qilingan eritmaga aralashtirib turgan holda 20% li K₄[F

eritmasidan 1-2 tomchi qo'shiladi. Shunda to'q havo rangli berlin lazuri - $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ temir (IV)-geksasianoferrat hosil bo'ladi:



Hosil bo'lgan zolni dializ usuli yordamida keraksiz bo'lgan *ion, asos va kislotalardan tozalanadi*. Tayyorlangan dispers sistema laboratoriya sharoitida quyidagicha tozalanadi:



-buning uchun tayyorlangan zol maxsus sellofan (*ya'ni, yarim o'tkazgichli membrana vazifasini bajaruvchi, tarkibida 11% li azot bo'lgan nitrotsellyulozaning spirt va efir aralashmasidan tashkil topgan*) xaltachaga solib

distillangan suvga tushirib qo'yiladi. Sellofanning teshiklarining diametri 20-30nm bo'lgan g'ovaklar orqali dispers sistemadagi ionlar suvga diffuziyalanib o'tadi. Dispers faza zarrachalari o'lchami kattaroq bo'lganligi uchun ular g'ovaklar orqali o'ta olmaydi. Idishdagi distillangan suv 1 soat davomida tez-tez almashtirilib turiladi. Tozalangan kolloid eritmadan 4-laboratoriya ishida foydalaniladi.

O'z-o'zini nazorat qilish savollari

1. Kolloid sistemalarni qanday usullar bilan olish mumkin?
2. Dispergatsiya usulining mohiyati.
3. Qattiq jism mustahkamligining adsorbsion kamayishi, Rebinder effekti.
4. Elektr yordamida "changlatish" usuli bilan qanday sistemalar olinadi?
5. Peptizatsiya.
6. Kondensatsiya usuli. Kimyoviy kondensatsiyaga misollar keltiring.
7. Fizik kondensatsiya usulini tushuntirib bering.
8. Kolloid eritmalarni tozalash.
9. Dializ va elektrodializ.
10. Ultrafiltratsiya usuli.

V. KOLLOID DISPERS SISTEMALARNING XOSSALARI (Molekulyar – kinetik, optik, elektrokinetik xossalari)

TAYANCH SO'Z VA IBORALAR

- Diffuziya** . Eritmaning butun hajm bo'ylab konsentratsiyasini o'z-o'zidan tenglashishiga diffuziya deyiladi.
- Fikning birinchi qonuni** . Eritmaning katta konsentratsiyali qismidan kichik konsentratsiyali qismiga ma'lum vaqt ichida ko'chib o'tadigan modda miqdorini aniqlaydi.
- Broun harakati** . Broun harakati molekulyar-kinetik tabiatga ega bo'lib, dispers muhit molekulalarining issiqlik harakati natijasida vujudga keladi.
- Sedimentatsiya** . Og'irlik kuchi ta'sirida dispers fazo zarrachalarining idish tagiga cho'kishiga sedimentatsiya deyiladi.
- Zarrachalarning siljishi** . Ma'lum vaqt ichida kolloid zarrachaning bosib o'tgan yo'li.
- Kolloid eritmaning rangi** . Yorug'lik (nur) tushganda eritma rangining o'zgarishi.
- Yorug'lik intensivligi** . Tushayotgan nurning kuchi
- Faradey - Tindal effekti** . Kolloid eritmaga yorug'lik nuri tushirilsa va biror burchak orqali qaralsa, konus shaklidagi yorug'likning ko'rinishi.
- Reley qonuni** . Kolloid eritmaga tushayotgan nurning to'lqin uzunligi bilan kolloid zarrachalarning soni va hajmi o'rtasidagi bog'liqlikni ifodalaydi.
- Nefelometriya** . Kolloid eritmaning og'irlik konsentratsiyasini, zarrachaning xajmini aniqlash usuli.
- Ultramikroskopiya** . Kolloid zarrachalarning o'lchamini aniqlash usuli.
- Elektron mikroskop** . Kolloid zarrachalarning ichki strukturasi va jarayonlar vaqtida o'zgarishini aniqlashga imkon beradi.
- Rentgenografiya va elektro-nografiya** . Zarrachalarning ichki tuzilishi, dispers fazo sirtini o'rganishga asoslangan.
- Qo'sh elektr qavat** . Bir-biriga tegib turgan fazalar chegarasida qarama - qarshi ishorali zaryadlarning hosil bo'lishi.
- Elektroforez** . Kolloid zarrachalarning tashqi elektr maydonida harakat qilishi.
- Elektroosmos** . Suyuqlikning elektr maydonida g'ovak jisim orqali elektrodlar tomon harakati.

Adsorbsion qavat	· Bevosita qattiq zarracha sirtiga adsorbsiyalanadigan ionlar qavati
Diffuzion qavat	· Ionlar yoyiq (diffuz) harakat qiladigan qavat.
Cho'kish potentsiali	· Og'irlik kuchi ta'sirida zarracha cho'kkanida qattiq faza bilan suyuqlik chegarasida yuzaga keluvchi potentsial.
Oqib chiqish potentsiali	· Suyuqlikning bosim ostida kapillyar naydan oqib chiqish chiqish joyida yuzaga keluvchi potentsial.
Dzeta – potentsial	· Qo'sh elektr qavatning adsorbsion va diffuzion qavatlari chegarasida faza yoki muhitning harakati natijasida yuzaga keluvchi potentsial.

DISPERS SISTEMALARNING MOLEKULAR – KINETIK XOSSALARI

Ma'lumki, molekulyar-kinetik nazariyaga muvofiq, gaz - o'zicha betartib harakat qiluvchi zarrachalar (*molekula va atomlar*) yig'indisidan iborat. Umuman, molekulyar-kinetik nazariya modda zarrachalarining o'z-o'zicha harakat qilish qonuniyatlarini tekshiradi. Bunday harakatlar haqiqiy eritmalarda ham katta ahamiyatga ega. Eritmalarning ba'zi xossalari erigan modda tabiati qanday bo'lishidan qat'iy nazar, erimaning hajm (*yoki massa*) birligida bo'lgan zarrachalar (*molekula va ionlar*) miqdoriga bog'liq bo'ladi. Bu xossalar *eritmalarining kollegativ xossalari* deb ataladi. Ular jumlasiga erimalarda bo'ladigan *diffuziya va osmos hodisalari, eritmada toza erituvchi bug' bosimining kamayishi, muzlash haroratining pasayishi hamda qaynash haroratining ko'tarilish hodisalari kiradi*. Kolloid sistemalarni tekshirish natijasida ularda ham kollegativ xossalari mavjud ekanligi isbotlandi. Ularda xatto, kolloid zarrachalarning tartibsiz harakatini bevosita kuzatish mumkin ekanligi ham aniqlandi. Bu tajribalar asosida kolloid zarrachalarga mansub qonuniyatlar kashf etildi.

Kolloid sistemalarning molekulyar-kinetik xossalari eng muhimlari - kolloid zarrachalarining *diffuziyalanishi, Brown harakati, kolloid eritmalarining osmotik bosimi va sedimentatsiya hodisalaridir*.

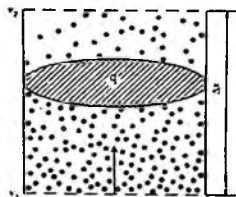
KOLLOID ZARRACHALARNING DIFFUZIYASI

Kolloid eritmalaridagi zarrachalarning o'lchami, hajmi va massasi chini eritmada zarrachalarining hajmi va massasidan bir necha barobar katta bo'ladi. Shu sababli kolloid zarrachalarning diffuziyalanish tezligi chini eritmada zarrachalarga nisbatan bir necha marta kichik bo'ladi.



Diffuziyaga misol qilib Berlin ko'kini suvda tarqalishini keltirish mumkin¹.

Kolloid eritmada zarrachalarning diffuziyalanish tezligini zarrachaning o'lchamiga bog'liqligini birinchi marta rus olimi I.G. Borshov topgan. Uning fikricha zarrachaning tezligi, ya'ni diffuziya tezligi zarracha radiusiga teskari proporsionaldir. Diffuziya tezligi A. Fik (nemis fiziologi) qonuniga muvofiq eritmaning bir-biridan dx oraliqda turgan ikkita nuqtasidagi konsentratsiyalar ayirmasi dc bo'lsa, eritmaning katta konsentratsiyali qismidan kichik konsentratsiyali joyiga q yuza orqali vaqt davomida ko'chib o'tadigan modda miqdori hisoblab topishga imkon beradi (mol hisobida ma'lumki 1 molda $6,024 \cdot 10^{23}$ kolloid zarracha bor):



$$dm = -D \cdot q \frac{dc}{dx} \cdot dt$$

$\frac{dc}{dx}$ - kichik diffuziya yo'li (dx)da konsentratsiyaning kamayishi bo'lib,

konsentratsiya gradiyenti deb nomlanadi. $C_1 - C_2 = dc$

¹Slideplayer.com

D – gradiyent birga teng bo'lganda vaqt birligida (1sek) yuza birligi (1sm^2) orqali o'tgan modda miqdorini ko'rsatadi va *diffuziya koeffitsiyenti* deb ataladi. Bu qonun *Fikning birinchi qonun* deb ataladi.

Agar diffuziya jarayonida konsentratsiya o'zgarigan sari gradiyent dc/dx ham o'zgarsa, u holda *konsentratsiyaning vaqt bo'yicha o'zgarishi Fikning II – qonuni* asosida topiladi:

$$\frac{dc}{dt} = D \frac{d^2c}{dx^2}$$

SGS sistemasida D sm^2/sek SI sistemasida m^2/sek bilan o'lchanadi. Diffuziya koeffitsiyentini A.Eynshteyn formulasi orqali ham topish mumkin:

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

η – dispersion muhitning qovushoqlik koeffitsiyenti

r – zarracha radiusi

k – Bolsman konstantasi, ($k = 1,3806 \cdot 10^{-23} \text{J/gradus}$).

Agar D ma'lum bo'lsa, *zarracha radiusini topish* mumkin:

$$r = \frac{kT}{6\pi D \eta}$$

Bu usul – zarracha radiusini aniqlashning *diffuzion usul* deyiladi.

Zarrachaning radiusini aniqlab bo'lgach, moddaning molekulyar og'irligini ham topish mumkin:

$$M = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho N$$

ρ – dispers faza zarrachasining zichligi;

N_A – Avogadro soni ($6,024 \cdot 10^{23}$).

Shunday qilib, diffuziya hodisasi kolloid zarrachalar o'lchamlarini va molekulyar massasini aniqlashda katta ahamiyatga ega.



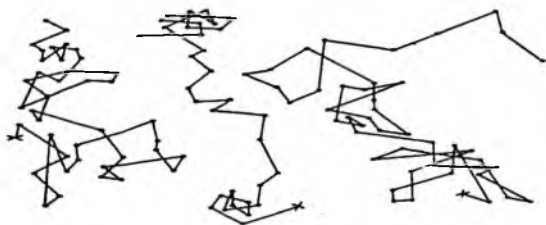
BROUN HARAKATI – kolloid eritmalar ultramikroskop orqali tekshirib, kolloid zarrachalar har doim harakatda ekanligini ko'rish mumkin. 1827 yilda ingliz olimi (botanigi) **R. Broun** mikroskop orqali suyuqlikka tushirilgan *gul changini to'xtovsiz va tartibsiz harakatda ekanligini kuzatdi*¹.

Shuning uchun bu harakat olimning sharafiga *Broun harakati* deb nomlandi. Keyinchalik Broun bu hodisani boshqa xilma-xil moddalarda kuzatib, bu harakat moddaning tabiatiga bog'liq bo'lmasdan, balki *haroratga, zarrachaning kattalik kichikligiga hamda suyuqlikning qovushoqligiga bog'liqligini* aniqladi. Ammo Broun harakatining sababi nimada ekanligi uzoq vaqtgacha aniqlanmay qolindi. Keyinchalik *gazlar kinetik nazariyasining rivojlanishi tufayli* bu harakatning sabablarini aniqlash mumkin bo'ldi. Bu nazariyaga muvofiq, suyuqlik molekulalarida hamma vaqt harakatda bo'ladi, ular suyuqlikka tushirilgan zarrachaga kelib uriladi va uni har tomonga siljitadi.



Bundan kelib chiqadiki, Broun harakati suyuqlik *molekulalarining issiq harakatidan* yuzaga kelar ekan.

Zarrachadagi Broun harakatini quyidagi chizmadan ko'rish mumkin:



V.1-rasm. Mastika suspenziyasi zarrachalarining Broun harakati proyeksiyasi

V.1-rasmda mastika suspenziyasining zarrachasi har 30 sekundda o'tgan yo'lining tekislikdagi proyeksiyasi ko'rsatilgan. Zarrachaning siljishi Broun harakatining qanchalik sust yoki tez bo'layotganligini ko'rsatadi.

M.Smoluxovskiy va A.Eynshteyn bu konsepsiyani rivojlantirgan.

Endi kvadrat masofa (x^2)da vaqt τ ni aniqlaymiz. Kelib chiqadigan qiymat

zarraning diffuziya koeffitsiyenti D orqali aniqlanadi:

$$D = \frac{(x^2)}{6\tau}$$

Suyiltirilgan eritmada sferik zarrachalar uchun diffuziya koeffitsiyentining qiymati zarrachalardagi ichki energiya $k_B T$ va ishqalanish f ning nisbati orqali

beriladi:

$$D = \frac{k_B T}{f} \quad f = 6\pi\eta_0 r \quad V.1$$

Bunda zarrachaning radiusi kubi bosib o'tilgan masofaning kvadrat qiymatiga proporsionaldir va bu bilan kolloid sistema uchun xarakterli vaqt shkalasi

aniqlanadi:

$$\tau = \frac{6\pi\eta_0 r^3}{k_B T} \quad V.2$$

Bu yondashuv turg'un holat ostidagi suyultirilgan sistemalar uchun mos hisoblanadi. Bu gravitatsiya, mexanik yoki issiqlik konveksiyasi kabi jism kuchlari mavjud bo'lmagan holatda tugallanmagan bo'ladi. Bu formuladagi erituvchi qovishqoqligi o'rniga modda qovishqoqligi η ni ishlatish orqali ham vaqt shkalasini qilashimiz mumkin:

$$\tau = \frac{6\pi\eta r^3}{k_B T}$$

V.2 va V.3 tenglamalar o'rtasidagi farq katta bo'lishi mumkin. Masalan, kremning emulsion tizimi suvnikidan ko'ra million marta ko'p qovushqoqlikka ega. Bundan shuni xulosa qilish kerakki, vaqt shkalalarining o'rtasidagi farq koloid sistemalarni o'rganishda ahamiyatli hisoblanadi.¹

Kolloid zarrachasini harakat yo'li doimo o'zgarib turadi, uning o'tgan yo'li chizib borish juda qiyin. Kolloid zarracha yo'lining ma'lum vaqt ichida o'tgan yo'li zarrachaning siljishi deyiladi. 1905 yilda A.Eynshteyn va 1906 M.Smoluxovskiy bir-birlaridan bexabar holda Broun harakatining kinematik nazariyasini yaratdilar.

Eynshteyn Broun harakatiga gaz qonunlarini qo'llab, zarrachaning Δx ichida o'rtacha siljishining kvadrat qiymatini aniqlash formulasini topdi:

$$\Delta x^2 = 2D \cdot \Delta t$$

Bunda D – erigan moddaning diffuziya koeffitsiyenti.

Agar Eynshteyn tenglamasiga ($\Delta x^2 = 2D \cdot \Delta t$) D ning qiymatini qo'yib

$$\Delta x^2 = \frac{1}{3} \cdot \frac{RT}{N_A \cdot \pi \cdot \eta} \cdot \Delta t \quad \text{kelib chiqadi.}$$

Bu Eynshteyn-Smoluxovskiy tenglamasi deb yuritiladi. Bu tenglamadan foydali joyi shu yerdaki, r dan boshqa hamma kattaliklarni tajribadan o'lchash mumkin. Bundan foydalanib N_A – Avagadro sonini ham topish mumkin. J.B. Sturton bu formuladan, foydalanib mastika va gummigut suspenziyalari bilan o'tkazilgan tajribalarining natijalari asosida Avagadro soni $6,85 \cdot 10^{23}$ ga teng bo'lishini aniqladi. J.M.Fletcher yog' zarrachalari bilan o'tkazilgan 6000 ta tajribasi asosida A soni $6,03 \cdot 10^{23}$ ekanligini topdi. Bu topilgan qiymatlar hozirgi zamonda qilingan Avagadro soniga ($6,024 \cdot 10^{23}$ ga) juda yaqin sonlardir.

¹Drew Mayer.. ColloidScience:Principles, methods and applications, 2010. P. 2-3.

SEDIMENTASIYA

Gaz yoki suyuq muhitda osilib turgan kolloid sistemalar zarrachasi ikkita qarama-qarshi kuchga duch keladi:

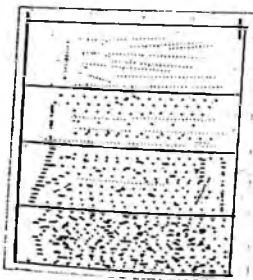
- birinchidan, og'irlik kuchi zarrachalarni pastga yig'ishga, konsentrlashga intilsa;
- ikkinchidan, diffuziya kuchi dispers fazani katta konsentratsiyadan kichik konsentratsiyaga harakatlanishga undaydi.

Kolloid zarrachalarning o'z og'irlik kuchlari ta'sirida cho'kmaga tushishi sedimentatsiya deb ataladi. Lekin, eritmada Brown harakatining borligi sedimentatsiya bo'lishiga qarshilik ko'rsatadi.

Kolloid eritmadagi og'ir zarrachalar cho'kmaga tushadi, yengili yuqoriga diffuziyalanadi. Vaqt birligi ichida sedimentatsion kuchlar bilan diffuziya kuchlari bir-biriga teng bo'lganda – sedimentatsion muvozanat qaror topadi.

Sedimentatsion muvozanatda zarrachalar konsentratsiyasi past qatlamdan yuqori qatlamga qarab kamayib boradi. Konsentratsiyaning bunday kamayishi *Laplas* qonuniga bo'ysunadi:

Zol ustunini arifmetik progressiya bilan ortishi zarrachalar konsentratsiyasini geometrik progressiya bo'yicha pasayishiga olib keladi.



Bu qonuniyatni 1909 yilda *J.B. Perren* aniqladi. U zarrachalarning o'lchami 0,2 mkm bo'lgan gummigut sharchalarini taqsimlanishini mikroskop ostida tekshirdi.

V.2-rasm. Gummigut sharchalarining sedimentatsiyasi

Rasmdan ko'rinib turibdiki, demak zarracha qancha yirik bo'lsa, shuncha tez cho'kadi. Zarrachalarning cho'kish tezligi ularning tabiatiga bog'liq bo'lmay, zarrachalarning o'lchami, zarracha va muhit zichliklari

orasidagi farq hamda muhit qovushqoqligiga bog'liq. Stoks qonuniga binoan sedimentatsiya tezligi:

$$v = \frac{2g(\rho - \rho_0) \cdot r^2}{9\eta}$$

g - og'irlik kuchi tezlanishi

ρ - zarracha zichligi

ρ_0 - muhit zichligi

r - zarracha radiusi

η - muhit qovushqoqligi.

Agar zarracha muhitdan yengil bo'lsa (masalan, yog'), $\rho - \rho_0$ manfiy bo'ladi zarracha yuzaga suzib chiqadi.

Cho'kish tezligini o'lchab, zarracha radiusini hisoblab topish mumkin:

$$r = \sqrt{\frac{9 \cdot v \cdot \eta}{2g(\rho - \rho_0)}}$$

Zarrachalarning o'lchami qancha kichik bo'lsa broun harakatining ta'siri shuncha katta bo'ladi. Shuning uchun gazlar va chin eritmalar (yuqori dispersiyali sistemalar) katta kinetik turg'unlikka ega bo'ladi. Aksincha, dag'al dispersiyali sistemalar kinetik beqaror bo'ladi. Kolloid sistemalarda sedimentatsiyani hayotiy sust boradi, ya'ni kolloid eritmalar sedimentatsion barqaror sistemalaridir.

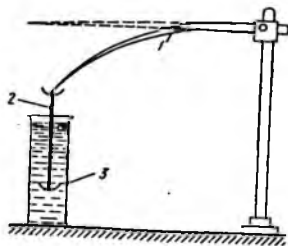
Lekin sedimentatsiyani tezlatish usullari ham bor. Bu usullardan biri eritmani sentrifugalash, ya'ni markazdan qochuvchi kuch ta'sir ettirish. Birinchi sentrifuga 1913 yilda rus olimi A.V.Dumanskiy tomonidan qo'llanildi. 1923 shved olimi T.Svedberg tomonidan juda kuchli sentrifugalalar ishlab chiqildi.

Suspenziya zarrachalarining o'lchamlarini tajribada aniqlash sedimentatsion analiz usulidan foydalaniladi. Sedimentatsion analiz turlari bilan amalga oshiriladi. Masalan,

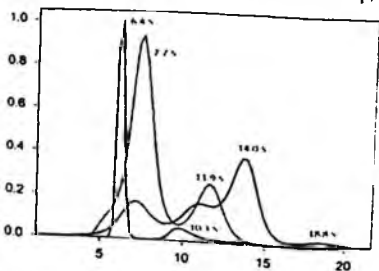
- 1) harakatsiz suyuqlik ichida zarrachalarning cho'kish tezligini aniqlash;
- 2) suspenziyani chayqatib yuborib, harakatdagi suyuqlik ichida dispersiyali fraksiyalar shaklida ketma-ket cho'ktirish;
- 3) suspenziya zarrachalarini havo oqimi ta'sirida bir-biridan ajratish;
- 4) markazdan qochuvchi kuch maydonida dispers faza zarrachalarini cho'ktirish.

Bu usullardan eng ko'p qo'llaniladigani birinchi usuldir.

Sedimentatsion analizda N.A. Figurovskiyning sedimentatsion tarozisidan foydalaniladi. Rasmda ko'rsatilganidek, qurilma juda oddiy tuzilgan. Kvarsdan yasalgan (yoki, shisha) shayn (*tayoqcha*) (1) bir tomondan metall shtativga o'rnatiladi; uning ikkinchi uchida ilmoqchasi bo'lib, unga shisha ip (2) va tarozi pallachasi (3) ilinadi; pallacha dispers sistema (suyuqlik) ichiga tushurilgan bo'ladi. Buning natijasida pallacha massasi o'zgaradi, shaynning vaziyati ham o'zgaradi. Uning o'zgarishini mikroskop yordamida bilib olish mumkin. Shaynning o'zgarishdan foydalanib pallachaga tushgan *cho'kma* massasi hisoblab topiladi.



V.3-rasm. Figurovskiy tarozisi:
1-kvarsdan yasalgan shayn, 2-shisha ip, 3-tarozi pallachasi



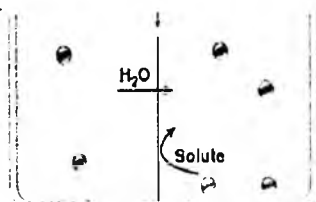
V.4-rasm. Zarrachalarni o'lchami bo'yicha taqsimlanish egri

Egrilarning kengligiga qarab dispers sistemalarni *mono. di. poli dispers* turlarga bo'lish mumkin. Ishlab chiqarishda, texnikada va texnologiyada buning ahamiyati kattadir, ya'ni qurilish materiallari, oziq-ovqat mahsulotlari, meditsina preparatlari kabilarni sifatlari belgilanadi.

KOLLOID ERITMALARNING OSMOTIK BOSIMI

Kolloid eritmalarda ham osmotik bosim kuzatiladi. Lekin chin eritmalarnikidan juda kichik. Chunki, eritmalarning osmotik bosimi hajm birligida mavjud molekular va ionlar soniga to'g'ri proporsionaldir. Kolloid eritmalarning hajm birligidagi zarrachalar soni kam bo'lgani uchun ularning osmotik bosimi juda kichik bo'ladi. Misol:

- 1% oltin zolining osmotik bosimi 0,00045 atm. bo'lsa,
- shu konsentratsiyadagi saxarozaning osmotik bosimi 0,725 atm. ga teng.



V.5 - rasm. Yarim o'tkazgich membrana orqali crigan modda molekularini eritma konsentratsiyasi yuqori joydan konsentratsiya past joyga o'tishida osmotik bosimning yuzaga kelishi

Kolloid sistemalardagi osmotik bosimning ma'lum bir qismi elektrolitlar tufayli sodir bo'lishi mumkin.

Gaz qonunlarini chin eritmalarga tadbiq etgandek, kolloid eritmalarga ham tadbiq etish mumkin. Kolloid eritmalarda uchun *Mendeleev-Klayperon* tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$PV = \frac{\nu}{N_A} RT \quad \text{yoki} \quad P = \frac{\nu}{V} \cdot \frac{RT}{N_A}$$

ν/V – kolloid zarrachalarning konsentratsiyasi, ya'ni kolloid eritmaning hajm birligidagi zarrachalar soni; N_A – Avagadro soni; P – osmotik bosim.

Eritmalarning osmotik bosimini yana quyidagi formula bilan ifodalash mumkin:

$$P = \frac{m}{\mu} \cdot \frac{RT}{V}$$

Formuladan ko'rinib turibdiki, osmotik bosim - zarrachalar soni va haroratga bog'liq bo'lib, zarracha tabiatiga va o'lchamiga bog'liq emas.

Agar eritmaning molyar konsentratsiyalari bir xil bo'lsa, osmotik bosimi ham bir xil bo'ladi. Bunday eritmalar izotonik eritmalar deyiladi.

Kolloid eritma zarrachalarining esa massasi o'zgarib turadi. Agar harorat pasaysa, zarrachalar birlashib yiriklashadi (agregatsiyalanadi). Harorat ortganda massa parchalanadi – dezagregatsiyalanadi. Agregatsiya pasaygan sari osmotik bosim ortadi. Demak, harorat ortsa kolloid eritmalarning osmotik bosimi ham ortadi.

KOLLOID DISPERS SISTEMALARNING OPTIK XOSSALARI

Kolloid eritmalarning optik xossalari yorug'likni kolloid eritmalarda tarqalishi va yutilishi, kolloid eritmalarning rangi, ikkilamchi yorug'likning sinishi hamda ultramikroskopik, elektrono-mikroskopik va rengenografik xossalari kiradi.

Dispers sistemalarda optik xossalarning namoyon bo'lishiga asosiy sabab, *ularning dispersligi va geterogenligidir*. Dispers sistemalarining optik xususiyatlariga ta'sir etadigan asosiy omillar – *ularning strukturasi, zarrachalarining o'lchami va shaklidir*.

Optik mikroskopda ko'rinmaydigan zarrachalardan tortib to dag'al dispers sistemalar zarrachalariga qadar yorug'lik nuri optik sirtlardan o'tganda *yutilishi, qaytarilishi, sinishi, tarqalishi, yoyilib ketishi* mumkin. *Bu hodisalarning qaysi biri bo'lishi, tushayotgan yorug'lik nurining to'lqin uzunligi bilan zarrachalarning o'lchami orasidagi nisbatga bog'liq*. Agar dispers sistemalarda zarrachaning o'lchami yorug'lik nurining to'lqin uzunligidan *katta bo'lsa*, yorug'lik nuri zarrachaga urilganda undan qavtadi, agar zarrachaning o'lchami nurning to'lqin uzunligidan *kichik bo'lsa*, u holda nur zarrachaga urilganda *yoyiladi*.

Dispers sistemalarning rangi ularning disperslik darajasiga bog'liq bo'ladi. *Masalan*, disperslik darajasi yuqori bo'lgan oltin zollarining rangi ko'pincha *qizil va to'q sariq bo'ladi*; disperslik darajasi past bo'lgan oltin zollari *binafsha va ko'k tuslidir*. Disperslik darajasi ortishi bilan zolning rangi ayni kolloid eritmani hosil qilgan dispers faza moddasining bug' holatidagi rangiga yaqinlashadi. *Jadvalda* kumush zollarining disperslik darajasi va rangi ko'rsatilgan.

Kumush zolining disperslik darajasiga ko'ra rangi

V.1-Jadval

Zarrachaning o'ichami, nm hisobida	Zolning rangi
79	to'qsariq
90	qizil
110	ko'k-binafsha
160	ko'k

As_2S_3 zoli – sariq, Sb_2S_3 zoli – qovoq rang, $Fe(OH)_3$ – zoli jigar rang tuslarga ega.

Metall zollarining o'tayotgan yorug'likdagi rangi yutilgan nurning to'liq uzunligiga ham bog'liq. *Masalan,*

- Oltinning yuqori dispers zoli orqali yorug'lik nuri o'tganda zol to'liq uzunliklari 550,0-510,0 nm bo'lgan yashil nurlarnigina yutadi. Shuning uchun zol qizil tusga kirib turadi, chunki yashil rang uchun qo'shimcha rang qizildir.
- Oltinning disperslik darajasi past bo'lgan zollari orqali yorug'lik o'tganda zol to'liq uzunligi 585,0-575,0 nm bo'lgan sariq nurlarni yutadi. Sariq rang uchun qo'shimcha rang ko'k rang bo'lganligidan bu ko'kranglidir.
- Agar oltin zolining disperslik darajasi nihoyatda yuqori bo'lsa, u uzunliklari 480,0-450,0 nm bo'lgan ko'k nurni yutadi. Shu sababli zol sariq tusda bo'ladi.
- Nur chinakam yechim orqali yoritilganda, nur o'tadi eritmaning toza bilan, ammo nur kolloid eritmasidan o'tib ketganda, tarqalgan fazo moddalar barcha nurlarda tarqaladi, osonlik bilan ko'rishga imkon beradi.

Dispers sistemaga intensiv yorug'lik nuri tushirilsa va shu yorug'lik yo'nalishiga biror burchak bilan qaralsa sistema ichida konus shaklida yorug'likni ko'rish mumkin. Bu hodisani avval *M. Faradey* so'ngra...

J.Tindal kuzatishgan. Shuning uchun bu hodisa ularning nomi bilan Faradey-Tindal effekti deb ataladi.



Maykl Faradey



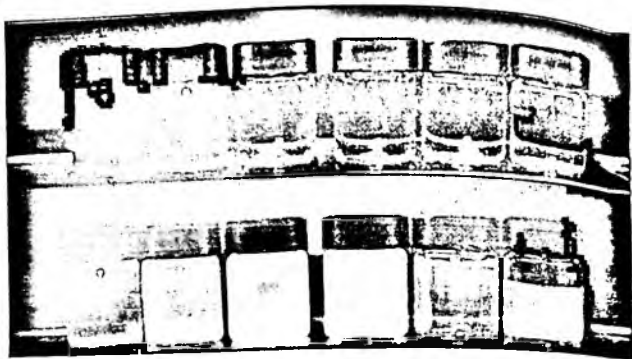
Jon Tindal

J.Tindal tajriba orqali turli aralashmalarning kolloid yoki kolloid emasligini aniqlashning oson usulini ko'rsatib berdi.

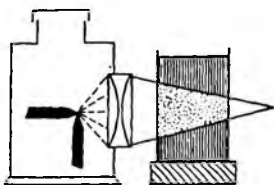
Misol uchun, nur suv va sut orqali o'tkazilganda, suvdan nur o'tish paytida yorug'lik aks etmaydi, chunki u kolloid sistema emas. Ammo, nur kolloid sistema bo'lgan - sutdan o'tganda barcha yo'nalishlarda aks ettirilgan¹.



¹ Petrucci, Ralph, William Harwood, F. Herring, and Jeffry Madura. *General Chemistry: Principles and Modern Applications* 9th Ed. New Jersey, 2007. P. 334-336.



Faradey – Tindal effektini ko'rish uchun to'rt qirrali shisha idishga (kyuvetaga) dispers sistema solinadi-da, qora parda oldiga qo'yib, proyeksion fonar bilan yoritiladi.



V.6-rasm. Faradey – Tindal effekti

Bu tajribada yorug' konus hosil bo'ladi. Bunga sabab, kolloid zarrachalarga tushgan yorug'lik zarrachalar tomonidan yoyiladi, ya'ni zarrachaga tushgan yorug'lik nuri uni aylanib o'tadi va o'zining yo'nalishini o'zgartiradi. Natijada har qaysi zarrachayorug'lik beruvchi nuqtaday ko'rinadi. Bu hodisa, ya'ni mayda zarrachalarning yorug'likni yoyish hodisasi *opalessensiya* deyiladi. Yorug'lik nurlarini yoyish xossasi ko'p dispers sistemalarga xos, ayniqsa kolloid dispers va ultramikrogeterogen (*qaysiki, zarrachalarning diametri 10^{-7} - 10^{-9} m bo'lgan*) kolloid sistemalarga xosdir.

Chin eritmalarida – toza suyuqlik lararalashmasida yorug'lik nihoyatda kam yoyiladi va Faradey – Tindal effekti hosil bo'lmaydi, hosil bo'lsa ham sezilarsiz darajada bo'ladi.

Tashqi ko'rinishidan chin eritma yoki kolloid eritma ekanligini aniqlab bo'lmaydi, lekin Faradey-Tindal effekti orqali bilib olsa bo'ladi.

Faradey – Tindal effekti kuchli yoki kuchsiz namoyon bo'lishi dispers sistemaning dispersligiga bog'liq. Disperslik darajasi qancha ortsa Faradey – Tindal effekti shuncha kuchli namoyon bo'ladi. Disperslik darajasi ma'lum qiymatga bog'landa, ya'ni sistema chin eritmaga yaqinlashib qolganda bu effekt pasayadi.

Dag'al dispers sistemalarda, qaysiki zarrachalarining o'lchami tushayotgan nurning to'lqin uzunligidan katta bo'lgan holda, to'lqin uzunliklari turlicha bo'lgan nurlar bir xilda tarqaladi. Lekin, yuqorida aytganimizdek, kolloid eritma zarrachalarining o'lchami tushayotgan yorug'liknurining to'lqin uzunligidan kichik bo'lgani uchun difraksiya hodisasi ro'y beradi, ya'ni yorug'lik nuri zarrachani "o'ra bo'tib", o'z yo'nalishini o'zgartiradi. Demak, kolloid eritmalarda zarrachalarning nuri yoyish qobiliyati o'sha tushayotgan nurning to'lqin uzunligiga bog'liq bo'ladi. Bu bog'liqlik J.U.Reley qonuni asosida tushuntiriladi.

J.U.Reley qonuniga muvofiq kolloid sistema orqali o'tayotgan yorug'lik nurining intensivligi kolloid zarrachalarning soniga, zarracha hajmining kvadratiga to'g'ri proporsional, tushayotgan yorug'lik nurit o'lqin uzunligining to'rtinchi darajasiga teskari proporsionaldir:

$$I = kI_0 \frac{vU^2}{\lambda^4} \cdot \left(\frac{n_1^2 - n_2^2}{n_1^2 + 2n_2^2} \right)^2 \quad (\text{Reley formulasi})$$

Bu yerda: I – kolloid zarrachadan yoyilayotgan yorug'likning intensivligi.

J_0 – yorituvchi nurning intensivligi.

v – sistemaning hajm birligidagi zarrachalari soni.

U – har qaysi zarrachaning hajmi.

n_1 – kolloid zarrachaning yorug'likni sindirish koeffitsiyenti.

n_2 – dispers ion muhitni hosil qilgan moddaning yorug'likni sindirish koeffitsiyenti.

k – proporsionallik koeffitsiyenti $k = 24 P^3$.

λ – yorug'lik nurining to'lqin uzunligi

Agar dispers fazaning (ya'ni zarrachaning) yorug'likni koeffitsiyenti dispers ion muhitni tashkil qilgan moddaning yorug'likni koeffitsiyentiga teng bo'lsa, bunday sistemada Faradey-Tindal effekti ko'rsincha, bu farq qancha katta bo'lsa, Faradey-Tindal effekti shuncha ko'rinadi.

Shuni ham aytib o'tish kerakki, Reley formulasini zarrachalar o'lchamlari 40-70 nm dan katta bo'lmagan sistemalar uchungina qo'llash mun

Boshqacha aytganda, bu formula faqat kolloid eritmalar uchun to'g'ri bo'lib, uni dag'al dispers sistemalarga tadbiiq etib bo'lmaydi.

To'lqin uzunliklari kichik bo'lgan binafsha va havorang nurlar sistemalarda yaxshi yoyiladi, lekin to'lqin uzunligi katta bo'lgan qizil nur yoyilmaydi. Ko'pgina rangsiz zol va minerallarni qizil rangda bo'sabablidir. Yondan qaralsa bu zol va minerallar ko'k rangda bo'ladi. Shu orqali osmon ham ko'k rangda bo'ladi, quyoshni botishi va chiqishi esa qizil bo'ladi.

Reley tenglamasini tahlil qiladigan bo'lsak, shuni ko'rish mumkinki, sistemadagi zarrachalarning o'lchami $(2+4) \cdot 10^{-8}$ bo'lsa, u holda yorug'lik nurining eng ko'p yoyilishi sodir bo'ladi, ya'ni yoyilish maksimum bo'ladi va kolloid disperslikka to'g'ri keladi. Agar bundan katta bo'lsa, yorug'lik nuri zarrachalarni qaytadi.

Reley formulasini tajriba yo'li bilan zarrachalarning o'lchamini topish imkon beradi. Agar zarrachalarning konsentratsiyasi ma'lum bo'lsa, u zarrachalarning hajmini, ularning radiusini topish mumkin. Agar γ va ν ma'lum bo'lsa, u holda konsentratsiyani topish mumkin. Yorug'lik nurining intensivligini nefelometriya va turbodimetriya usullari bilan topish mumkin.

Nefelometrning ishlashi sinaladigan zolda yoyilgan yorug'lik nurining intensivligini standart zolda yoyilgan yorug'lik nuri intensivligi bilan solishtirib ko'rishga asoslangan.

Reley formulasiga ko'ra kolloid eritmada yoyilgan yorug'lik intensivligi kolloid zarrachalarning konsentratsiyasi ν ga va kolloid zarracha hajmining kvadrati

ν^2 ga proporsionaldir. Reley formulasiga kirgan barcha konstantalar o'rniga K_1 ni qo'yib qo'yidagi formulani hosil qilamiz

$$I = K_1 \cdot c \cdot \nu$$

Nefelometr bir xildagi ikkita silindrik shisha idishdan iborat bo'lib, ularning biriga standart zol, ikkinchisiga sinaladigan zol to'ldiriladi. Ikkala idish yon tomondan yorug'lik manbai bilan yoritiladi. Bu vaqtda ikkala idishda ham Tindal effekti vujudga keladi. Zollardan yoyilgan nur asbobning tepa qismidagi *okulyarga* tushadi. Sinaladigan zolning konsentratsiyasi standart zol konsentratsiyasiga teng bo'lmasa, ikkala zoldan yoyilgan yorug'likning intensivligi turlicha bo'ladi, ya'ni okulyardan ko'rinadigan 2ta yarim doiraning biri yorug'roq va ikkinchisi qorong'iroq bo'ladi. Silindrik shisha idishlardan birini yuqoriga ko'tarish yoki pastga tushirish orqali idishlardagi zollarning yoritilayotgan balandliklarini o'zgartirib, okulyardagi ikkala yarim doirani bir hil yoritish mumkin.

Ikkala yarim doira bir xil yoritilayotganda zollarning yoritilayotgan qism balandliklari zollarning konsentratsiyalariga teskari proporsional bo'ladi:

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{C_1}{C_2}$$

C_1 – standart zol konsentratsiyasi;

C_2 – sinaladigan zol konsentratsiyasi;

h_1 – standart zolning yoritilgan qism balandligi;

h_2 – sinaladigan zolning yoritilayotgan qism balandligi.

Avstriyalik fizik R.Zigmondi 1903 yilda Faradey – Tindal effektidan foydalanib, ultramikroskop yasadi.

Ultramikroskopda manbadan tushayotgan nur bilan ko'riladigan nur bir – biriga perpendikulyar bo'ladi: manbadan chiqqan nur mikroskopga tushmaydi, shuning uchun mikroskopda qorong'ilik ko'rinadi. Agar manbadan chiqqan nur kolloid zarrachaga tushsa, kolloid zarracha bu numi yoyadi, zarrachaning o'zi esa yorug'lik manbai bo'lib xizmat qiladi. Shuning uchun mikroskopdan qaraganimizda qorong'i fonda yorug'likni ko'ramiz.

Ultramikroskopdan foydalanib *zarrachalarning o'lchamini hisoblab topish mumkin*. Kolloid zarrachalar o'lchami quyidagicha aniqlanadi: ultramikroskop kyuvetasiga juda suyultirilgan zol solib, mikroskopda ko'rilgan yorug' nuqtalar (ya'ni *zarrachalar*) sanaladi. Sanash bir xil vaqt oraligida ko'p marta takrorlanib, o'rtacha natija olinadi. Masalan, eritma konsentratsiyasi S va mikroskopda ko'ringan yorug' nuqtalarining o'rtacha soni n bo'lsin. Agar tarkibida n doni zarracha bo'lgan zolning hajmi v bo'lsa, bir zarrachaning o'rtacha massasi S/n bo'ladi, ya'ni $p=C_v/n$.

Zarracha shar shaklida deb qaralsa, $\frac{4}{3}\pi r^3 d = \frac{C_v}{n}$ bo'ladi. Bundan

qo'yidagiga teng:

$$r = \sqrt[3]{\frac{3C_v}{4\pi nd}}$$

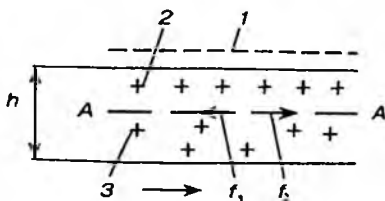
Agar kolloid zarracha *anizodiametrik shaklda* bo'lsa, u holda elektron mikroskopdan foydalanish mumkin. Elektron mikroskop jismni 100 000 marta va undan ham katta qilib ko'rsatadi. Bu asbobdan foydalanib, kolloid zarrachalarning va hatto polimer molekularining, metall hamda qotishmalarning sirt tuzilishini, virus va mikroblarning, ya'ni 0,5 – 1 nm kattalikdagi zarrachalarni ko'rish mumkin.

Rentgenografik usuldan foydalanib esa kolloid zarrachalarning ichki tuzilishini o'rganish mumkin. Kolloid zarracha o'lchamlari kichik bo'lgani uchun kolloid sistemalarning rentgenografiya yordamida olingan Laue diagrammalari u qadar aniq chiqmaydi. Bu sohalar uchun Debay – Sherrer diagrammalari hosil qilinadi. *Debay – Sherrer diagrammalarini tekshirish yo'li bilan xilma – xil kolloidlarning ko'pchiligi kristall tuzilishga ega ekanligini aniqlash mumkin bo'ladi*. Ayniqsa og'ir metallarning zollari va ularning birikmalaridan hosil bo'lgan zollarni tekshirish samarali natijalar berdi. Rentgenografiya usuli yuqori molekulyar moddalarni va bo'kish hodisasini tekshirishda katta ahamiyatga ega. Xususan, *penitsillin, vitamin V₁₂, gemoglobin* kabi murakkab moddalar tuzilishi faqat rentgen- struktur analiz yordamida aniqlanadi. Elektronografik usul bilan sin qatlamda yotuvchi atomlararo masofalarni bevosita aniqlash mumkin, ayniqsa adsorbsion qavatlarni puxta o'rganish mumkin.

QO'SH ELEKTR QAVAT HAQIDA TUSHUNCHI

Fazalararo sirtida sodir bo'ladigan elektrokinetik hodisalar (*xuddi adsorbsiyaga o'xshash*) – ortiqcha sirt energiyaning va fazalar orasidagi o'zaro ta'sir kuchlarining mavjudligi natijasida kelib chiqadi. Kolloid sistemalarda *elektrokinetik xossalari*ning namoyon bo'lishi, kolloid zarrachalarning fazalararo chegara sathida qo'sh elektr qavat (QEQ) ning hosil bo'lishi va potentsiallar farqi vujudga kelishi bilan tushuntiriladi.

Geterogen sistema o'zining sirt energiyasini kamaytirishga intilishi natijasida sirt qavatdagi qutbli molekula, ion yoki elektronlarning harakati ma'lum yo'nalishda o'zgaradi, ya'ni *ionlar kimyoviy potentsiali katta bo'lgan fazadan kimyoviy potentsiali kichik bo'lgan fazaga o'tadi*. Natijada, bir-biriga tegib turgan fazalar chegarasida kattalik jihatidan o'zaro teng, lekin qarama – qarshi ishorali *zarrachalar qavati* hosil bo'ladi (V.7-rasm). Shunda o'zining potentsialiga, zaryadiga va boshqa xossalari ega bo'lgan *qo'sh elektr qavat (QEQ) vujudga keladi*. Hosil bo'lgan *potensial* - ionlarni bir fazadan ikkinchi fazaga o'tishiga qarshilik ko'rsatadi va sistemada muvozanat qaror topadi.



V.7-rasm Elektrokinetik hodisalarni yuzaga kelish sxemasi:

1 – ionlarning hosil qilgan elektr qavati;

2,3 – adsorbsion (2) va diffuzion (3) qavatlardagi qarshi ionlar;

pastki streлка suyuqlikni harakatlanish yo'nalishi;

AA – dispers faza zarrachalarini diffuzion qavatga nisbatan harakatlanishidagi siyqalanish tekisligi;

f_1, f_2 – zarracha va suyuqlikni ishqalanish kuchlari.

Qo'sh elektr qavatning hosil bo'lishi haqida uch xil mexanizm taklif

1. Ion yoki elektron holatdagi zaryadning bir fazadan ikkinchi o'tishi, *masalan*, gaz faza bilan chegaralanib turgan metall o'z ionlarini gaz bera oladi. *Metalldan ionning chiqib ketish tezligi* esa haroratga bog'liq oshgansari uning chiqib ketish intensivligi ham oshib boradi. Fiziklarning bo'yicha bu hodisa termoelektron emissiya deb ataladi.

Elektronlarning chiqib ketishi oqibatida metallning sirti *musbat* zaryadga faza esa *manfiy* zaryadga ega bo'lib qoladi va qo'sh elektr qavat hosil. Chegara sirtida hosil bo'lgan *elektropotensial* elektronlarni metalldan yana ketishiga qarshilik ko'rsatadi va sistemada muvozanat qaror topadi.

2. Qo'sh elektr qavat hosil bo'lishining ikkinchi mexanizmi qattiq tarkibiga kirmaydigan ionlarning fazalararo *sirtga tanlanib adsorblanishidan* iborat. Bunda sistemaga aralashib qolgan qo'shimcha modda tarkibidagi ionlar adsorbsiyalanadi. *Masalan*, metall-suv sistemasiga osh eritmasi qo'shilsa, metall sirtiga xlorid ionlari tanlanib adsorbsiyalanadi. natijasida metall sirtida *ortiqcha manfiy zaryad (xlorid ionlari qavati)* va eritma metall sirtiga yaqin joyida *natriy ionlaridan* iborat *musbat zaryad qavati* bo'ladi. Ya'ni, *QEQ zarracha yuzasiga bir xil zaryadli ionlarning adsorbsiyalanishiga yuzaga keladi, qarshi ionlar esa elektrostatik tortishish kuchlari hisobiga yaqin joyga joylashadi.*

3. Qo'sh elektr qavat hosil bo'lishining uchinchi mexanizmi: ikki fazadan iborat bo'lgan sistemaga *ionlarga ajralmaydigan modda* qo'shilsa, u fazalar chegarasiga adsorbsiyalana olmaydi. Bunday hollarda fazalarni tashkil moddalar tarkibidagi *qutbli molekular* o'z vaziyatini biror bir faza tomoniga o'zgartirib, *chegara sirtiga manfiy yoki musbat ishorali zaryad beradi.* fazaning zaryad ishorasi M.Kyon qoidasiga muvofiq aniqlanadi:

bir-biriga tegib turgan ikki fazadan qaysi birining dielektrik singdiruvchanligi katta bo'lsa, o'sha faza musbat zaryadlanadi.

Agar suv bilan qattiq jism sistemasini oladigan bo'lsak, u holda suvning dielektrik konstantasi (ya'ni dielektrik sindiruvchanligi) katta bo'lgani uchun

(81), bu sistemada hosil bo'lgan qo'sh elektr qavatda suvga tushirilgan qattiq modda sirti manfiy zaryadga, suv sirti esa musbat zaryadga ega bo'ladi. Xulosa qilib aytganda, dispers sistemalarning zarrachalari elektr zaryadiga ega.

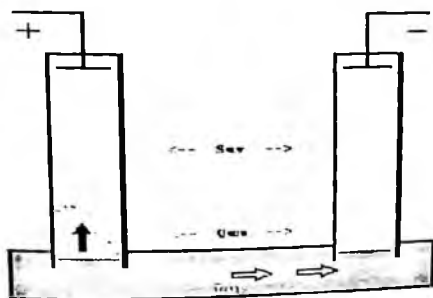
DISPERS SISTEMALARNING ELEKTROKINETIK XOSSALARI

Dispers faza zarrachalarini elektr maydonida dispersion muhitga nisbatan harakatlanishi yoki dispersion muhitni dispers fazaga nisbatan harakatlanishidan elektrod potensialini hosil bo'lishi elektrokinetik hodisalar deyiladi. Elektroforez, elektroosmos, cho'kish va oqish potentsiallari elektrokinetik hodisalaridir. Bu hodisalar kolloid dispers sistemalarda qo'sh elektr qavatining mavjudligini namoyon qiladi.

Elektrokinetik hodisalar dispers sistemalarning elektrik va kinetik xossalarni bir-biriga bog'liqligidan kelib chiqadi.

Kolloid zarrachalar ma'lum zaryadga ega bo'lganligi uchun kolloid eritmaga tashqaridan elektr toki berilganda zarrachalar biror elektrod tomon harakat qiladi, ya'ni *manfiy zarracha musbat elektrodga, musbat zarracha manfiy elektrodga tomon boradi.*

Bu xodisani birinchi bo'lib 1807 yilda Moskva universitetining professori F.F.Reys tajriba (V.8-rasm) asosida o'rgangan.



V.8-rasm. Reys tajribasining sxemasi

Reys tajribada – loy bo'lagiga 2 ta toza shisha nay o'rnatib, ustiga toza qum va bir xil balandlikda suv solgan. Naylarning biriga (+) ikkinchisiga (-) elektrod tushirib, tok ulagan. Ma'lum vaqtdan so'ng elektr ta'sirida loy zarrachalari, sathdan uzilib chiqib, qum orqali musbat qutbga harakatlanishi natijasida anodda loyqalanish hosil bo'lgan. Demak, loy zarracha manfiy zaryadlangan ekan.

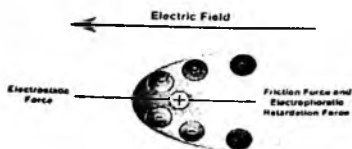
Dispers faza zarrachalarining tashqi elektr maydon ta'sirida qarama-qarshi zaryadlangan elektrodlarga harakatlanishi elektroforez yoki katoforez deyiladi.

Zarrachalarning elektr maydonidan o'tish tezligi berilgan tokning kuchli loyning elektr o'tkazuvchanligiga to'g'ri proporsional bo'lib, qovushoqligiga esa teskari proporsionaldir.

Demak, musbat elektrod tushirilgan nayda suspenziya hosil bo'la boshladi. Lekin shu bilan bir vaqtda manfiy elektrod tushirilgan nayda (katodda) suv ko'tarilgan; musbat elektrod tushirilgan naydagi suvning kamayib borishi, musbat zaryadga ega ekanligidan dalolat beradi.

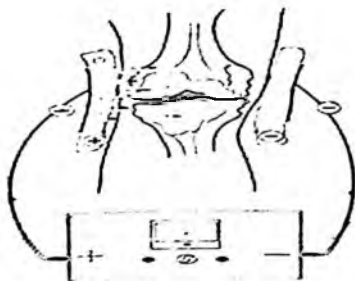
Elektroforezda kolloid zarrachalar harakatchan faza hisoblanadi, elektrolit qo'zg'almas muhit hisoblanadi. Kolloid zarrachalarning zaryadini aniqlash asosan elektroforez usulidan foydalaniladi.¹

Kolloid eritmalar elektr maydoniga ulanganda kolloid zarrachalar harakatlanadi. Zarrachalarning elektrodlar yaqinida yig'ilishi uning zaryadi to'g'risida yuritishga imkon beradi. Zarrachaning zaryadi musbat hisoblanadi, qachonki zarrachalar manfiy elektrod atrofida yig'ilsa va aksincha.



V.9 – rasm. Zaryadlangan zarrachaning elektroforezda harakatlanishi

¹Terence Cosgrove. Colloid Science: Principles, methods and applications, 2010. P. 31-32.



(elektroforezning turmushda qo'llanilishiga misol)

Dispers muhitning (suyuqlikning) tashqi elektr maydoni ta'sirida *qo'zg'almas dispers fazaga nisbatan* g'ovak jism orqali elektrodlar tomon siljishi elektroosmos deyiladi.

Elektroosmosda qumning zarrachalari loynikiga qaraganda ancha og'ir bo'lgani uchun elektr maydonida ular harakat qila olmaydi, balki qum qavatlarida hosil bo'lgan *kapillyarlar orqali* manfiy elektrod tomon *musbat zaryadlangan suyuqlik harakat qiladi*. Shuning uchun ham manfiy zaryadli elektrod tushirilgan tutash idishdagi suvning ustuni balandga ko'tariladi.

Elektrokinetik hodisalar – geologiya, tuproqshunoslik, agrotexnika va texnikaning turli sohalarida keng qo'llaniladi. Masalan, ular suspenziyalarni suvdan tozalashda, yog'och va torfni quritishda, toza kaolin xasil qilishda, mashinalar detallarini bo'yashda ahamiyatga ega.

Elektroforez va elektroosmos hodisalaridan foydalanib kolloid zarrachalarning zaryad ishoralari aniqlanadi.

Elektroosmos yo'nalishiga qarab suyuqlikning zaryad ishorasini aniqlash mumkin. Rus olimlari I.Jukov va B.Nikolskiy elektroosmos hodisasidan foydalanib suvni tozalash usulini topdilar.

Barcha elektrokinetik hodisalar qattiq va suyuq faza chegarasida **QEQ** hosil bo'lishi tufayli sodir bo'ladi. Bular ichida eng ahamiyatlisi elektroforezdir.

Elektroforezning chiziqlitezligi quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$\vartheta = \frac{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot E \cdot \xi}{\eta}$$

ε – muhitning dielektrik doimiyligi

ε_0 – elektrik doimiylik $8,85 \cdot 10^{-12}$ f/m. SGS sistemada ε_0 ning qiymati 1

η – suyuqlikning qovushqoqlik

ξ – dzeta (elektrokinetik) potensial

E – berilgan potentsiallar ayirmasi

Elektroforez usulidan foydalanib kolloid zarracha zaryadi va dzetapot.

qiymatini aniqlash mumkin:
$$\xi = \frac{K \cdot \pi \cdot \eta \cdot \vartheta \cdot \ell}{\varepsilon \cdot E}$$

bu yerda

ℓ – ikki elektrod oralig'i,

K – zarracha shakliga bog'liq doimiylik ($K=4$ silindrik shakldagi zarracha uchun; $K=6$ sferik zarrachalar uchun). Bu tenglama Gelmgol's – Smoluxov tenglamasi deb ataladi.

Silindrik shakldagi zarrachalarning dzeta-potensialini aniqlash

$$\xi = \frac{4\pi\eta\vartheta}{\varepsilon H} \text{ formuladan yoki sferik shakldagi zarrachalar uchun } \xi = \frac{6\pi\eta\vartheta}{\varepsilon H}$$

foydalaniladi. Bu yerda $H=E/\ell$ (E – potentsiallar ayirmasi; ℓ – elektrodlararo masofa); η – qovushqoqlik Pa·sek hisobida; 1 Pa·sek=10 puaz).

ξ -potensial adsorbsion va diffuzion qavat orasidagi siljish natijasida bo'ladi. Qo'sh elektr qavat qalinligi qancha katta bo'lsa ξ -potensial ham shuncha katta bo'ladi, zarracha elektr zaryadi ham katta bo'ladi. Shuning uchun dzeta potentsial kolloid sistemalarni barqarorlik mezoni, yoki koagulyatsiyaga qarshilik mezoni deb qaraladi.

Ko'pgina kolloid eritmalarni tekshirish natijasida kolloid zarrachalarning zaryadi zolning tabiatiga bog'likligi aniqlandi. Metall oksidlari va gidroksidlarning

zollari *musbat zaryadli*, kumush, oltin, platina, oltingugurt, metall sulfid va silikat kislotaga zollari *manfiy zaryadli bo'ladi*.

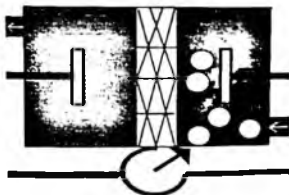
Kolloid zarrachalar zaryadining ishorasi zolning qanday usulda olinishiga ham bog'liq. *Kolloid zarrachalar zaryadning ishorasi qanday bo'lishidan qat'iy nazar, kolloid eritma elektroneytral bo'ladi*; kolloid zarrachalarning zaryadi eritma ichidagi qarshi ionlarning zaryadi bilan muvozanatlashib turadi.

CHO'KISH VA OQIB CHIQISH POTENSIALLARI

Dispers sistemalarda uchraydigan *elektrokinetik hodisalar* jumlasiga elektroforez va elektroosmosdan tashqari yana quyidagi ikki hodisani kiritish mumkin:

1. oqib chiqish
2. cho'kish potentsiallari

1859 yilda G.I.Kvinke suyuqlik bosim ta'siri ostida g'ovak diafragmadan oqib o'tishi natijasida, suyuqlikning diafragmadan chiqish joyida *potentsiallar farqi* (u suyuqlikning keyingi oqishi chiqishiga xalaqit beradi) yuzaga kelishini aniqladi va uni *oqib chiqish potentsiali deb atadi*. Bu hodisa elektroosmosga teskari hodisa bo'lib, *oqib chiqish effekti* yoki *G.I.Kvinke effekti* deb ataldi.



V.10-rasm. Kvinke effekti

Diafragma – loy, qum, yog'och yoki grafit bo'lishi mumkin.

Elektroosmos tashqi elektr maydon tufayli yuzaga chiqadi; «oqib chiqish potentsiali» esa bosim ostidagi suyuqlik harakati tufayli hosil bo'ladigan elektrpotentsialdir.

Kolloidlarda oqib chiqish potentsiali bilan qo'sh elektr qavatning orasida ma'lum bog'lanish bor - qo'sh elektr qavatning diffuzion qismida konsentratsiyasi qancha katta (boshqacha aytganda, dzeta potentsial qancha bo'lsa, oqib chiqish potentsialining qiymati xam shuncha katta bo'ladi. Oqib potentsialining qiymati tashqaridan beriladigan bosim kattaligiga propors

bo'ladi:

$$E_{\text{oq.chiq}} = \frac{P \varepsilon \cdot \varepsilon_0 \zeta}{\eta \cdot K}$$

bu erda:

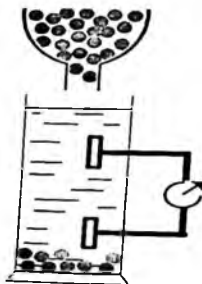
$E_{\text{oq.chiq}}$ – oqib chiqish potentsiali (vol't),

P – suyuqlikni harakatga keltiruvchi bosim (N/m^2),

K – kapillyarlarni to'ldiruvchi suyuqlikning solishtirima o'tkazuvchanligi ($om^{-1} \cdot sm^{-1}$),

ε_0 – dielektrik konstanta $= 8,854 \cdot 10^{-12} f/m$.

Elektroforezga teskari bo'lgan hodisa – bu cho'kish potentsialidir. 1878 yild R.Dorn kashf etgan bo'lib, uning tekshirishicha kvars suspenziyasi zarrachalar og'irlik kuchi ta'sirida eritmadan cho'kkanida idishning har xil balandliklar orasida, ya'ni qattiq faza bilan suyuqlik chegarasida *potensiallar farqi* hosil bo'ladi. Bu cho'kish potentsiali bo'lib, Dorn (*sedimentatsiya*) effekti deb ataladi.



V.11-rasm. Dorn (*sedimentatsiya*) effekti

Elektroforezda elektr maydoni ta'sirida qattiq jism zarrachalari harkatlangan bo'lsa, cho'kish potensial yuzaga chiqishida fazalarning bir-biriga nisbatan harakati natijasida *elektropotensial hosil bo'ladi*,

Elektrokinetik hodisalar kolloid kimyoning o'zida ham katta rol o'ynaydi. Kolloid sistemaning *dzeta-potensial* kattaligi ayni sistemaning agregativ barqarorligi uchun xarakteristika bo'la oladi.

AMALIY MASHG'ULOT

DISPERS SISTEMALARNING ELEKTROKINETIK XOSSALARINI O'RGANISH

1-misol. Au ning monodispers gidrozolining konsentratsiyasi 1g/l bo'lganda, osmotik bosimi 1,87 Pa ga teng. Dispers muhit qovushqoqligi 1mPa-s bo'lganda, zichligi 1,93 g/sm³ ni tashkil qilsa, harorat 293 K da gidrozol zarrachasining diffuziya koeffitsenti va solishtirma sirtini aniqlang.

Yechish: Vant-Goff tenglamasi orqali zolning osmotik bosimi quyidagi formula orqali hisoblanadi.

$$\pi = \nu k_n T = \frac{c}{m} k_n T$$

C – konsentratsiya, kg/m³; m – bitta zarrachaning massasi, kg.

Bundan bitta zarrachaning massasini topamiz:

$$m = \frac{ck_n T}{\pi} = \frac{1 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{J}}{\text{K}} \cdot 293 \text{K}}{1,87 \text{Pa}} = 2,16 \cdot 10^{-29} \text{kg}$$

Bitta zarrachaning hajmi:

$$V = \frac{m}{\rho} = \frac{2,16 \cdot 10^{-29} \text{kg}}{19300 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}} = 1,12 \cdot 10^{-33} \text{m}^3$$

Au gidrozoli zarrachasining radiusi

$$r = \sqrt{\frac{3V}{4\pi}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 1,12 \cdot 10^{-33} \text{m}^3}{4 \cdot 3,14}} = 3 \cdot 10^{-9} \text{m} = 3 \text{nm}$$

Au gidrozoli zarrachasi diffuziya koeffitsientini hisoblaymiz:

$$D = \frac{K_p T}{6\pi\eta r} = \frac{1,38 \cdot 10^{-23} \frac{J}{K} \cdot 293K}{6 \cdot 3,14 \cdot 1 \cdot 10^{-1} Pa \cdot s \cdot 3 \cdot 10^{-9} m} = 7,154 \cdot 10^{-11} \frac{m^2}{s}$$

Tenglamadan Au gidrozoli zarrachasi solishtirma sathini aniqlaymiz:

$$S_{sol} = \frac{6}{d} = \frac{6}{6 \cdot 10^{-9} m} = 10^9 m^{-1}$$

Au gidrozoli zarrachasi S^*_{sol} solishtirma sathini aniqlaymiz:

$$S^*_{sol} = \frac{6}{d\rho} = \frac{6}{6 \cdot 10^{-9} m \cdot 19300 \frac{kg}{m^3}} = 0,52 \cdot 10^9 \frac{m^2}{kg} = 52 \frac{m^2}{g}$$

2 - misol. Loy gidrozoli zarrachalarining elektrokinetik potentsiali 48,8 mV ga teng. Elektrodarga berilgan tashqi potentsiallar ayirmasi 220V. Elektrodlararo masofa 44sm. Zolning qovushoqligi 10^{-3} Pa. s, dielektrik konstantasi $\epsilon = 81$. Zarrachalar sferik shaklga ega. Elektroforez tezligini toping.

Yechish: Masalani yechish uchun $\zeta =$ va $N = E/l$ formulalardan foydalanamiz
 $N = E:l = 220:0,44 = 500$ V/m. So'ngra i ni hisoblaymiz:

$$u = \frac{\zeta H \epsilon}{6\pi\eta} = \frac{81 \cdot 500 \cdot 0,0488}{6 \cdot 3,14 \cdot 0,001} \cdot \frac{1}{9 \cdot 10^9} = 1,165 \cdot 10^{-5} m/s$$

(ϵ_0 – dielektrik konstanta qiymati)

3 - misol. As_2S_3 zolining zarrachalari 10 minut ichida 14,36 mm yo'l bosgan. Tashqi potentsiallar ayirmasi 240V. Zarrachalar silindrik shaklga ega. Elektrodlararo masofa 30 sm. Muhitning dielektrik konstantasi 81; suspensiyaning qovushoqligi $1,005 \cdot 10^{-3}$ Pa s; dzeta-potensial qiymatini toping.

Yechish: $N = E/l$ asosida N ni topamiz: $H = 240,030 = 800$ V/m.

So'ngra $\zeta = \frac{4\pi\eta u}{\epsilon H}$ dan foydalanamiz.

$$i = 14,36/1000 \cdot 10 \cdot 60 = 2,4 \cdot 10^{-5} m/s; \eta = 1,005 \cdot 10^{-3} Pa \cdot s,$$

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

$$\zeta = \frac{4\pi\eta u}{\epsilon H} = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 1,005 \cdot 10^{-3} \cdot 2,4 \cdot 10^{-5} \cdot 9 \cdot 10^9}{81 \cdot 800} = 41,95 mV$$

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. 290 K da diffuziya koeffitsiyenti $2,4 \cdot 10^{-10}$ m²/s, muhit qovushqoqligi 10^{-3} n/m bo'lgan mishyak sulfid zolining zarracha radiusini hisoblang.

2. Radiusi $2 \cdot 10^{-7}$ m bo'lgan yuqori dispers loy suspenziyasining diffuziya koeffitsiyentini hisoblang. Muhit qovushqoqligi $\eta = 6,5 \cdot 10^{-4}$ n/m, harorat 298 K.

3. Yuqori disper aerazol zarrachasining radiusi $r = 3 \cdot 10^{-8}$ m, havo qovushqoqligi $z = 1,8 \cdot 10^{-5}$ n/m. Zarrachalarning 293 K dagi diffuziya koeffitsiyentini hisoblang.

4. Ammoniy xlorid tutuni zarrachalarining radiusi $r = 4 \cdot 10^{-6}$ m. Havo qovushqoqligi $\eta = 1,7 \cdot 10^{-1}$ n/m. 283 K da $r = 7s$ vaqtda zarrachaning o'rtacha siljish masofasini hisoblang.

5. Temir(III) gidroksid gidrozoli 293K haroratda $r = 6s$ vaqt oralig'ida o'rtacha siljish masofasini hisoblang. Zarracha radiusi $r = 2 \cdot 10^{-8}$ m, suvning qovushqoqligi $\eta = 0,001$ n/m.

6. $r = 2s$ vaqt oralig'ida o'rtacha siljish masofasi $3,3 \cdot 10^{-7}$ m bo'lgan emulsiya zarrachalarining radiusini hisoblang. Muhit qovushqoqligi $z = 10^{-3}$ n/m, harorat 293K.

7. Tumandagi radiusi $r_1 = 2 \cdot 10^{-4}$ va $r_2 = 4 \cdot 10^{-6}$ m bo'lgan suv tomchilarining cho'kish tezligini hisoblang. Havoning qovushqoqligi $\eta = 1,7 \cdot 10^{-1}$ n/m. Havoning zichligini hisobga olmag.

8. Ammoniy xlorid aerazolining zarrachalari radiusi $r = 3 \cdot 10^{-7}$ m, zichligi $\rho = 1,5 \cdot 10^{-3}$ kg/m³. Havoning qovushqoqligi $\eta = 1,8 \cdot 10^{-3}$ n/m bo'lsa zarrachalarning cho'kish tezligini hisoblang. Havoning zichligini hisobga olmag.

9. Kaolinning suvdagi suspenziyasi zarrachalarining 290 K dagi cho'kish tezligini hisoblang. Zarrachalarning radiusi $r = 4 \cdot 10^{-6}$ m, zichligi $\rho = 2,2 \cdot 10^{-3}$ kg/m³. Suvning qovushqoqligi $\eta = 1,8 \cdot 10^{-3}$ N/m².

10. 0,1 m balandlikdagi probirka yuqori dispers kvartsning suvdagi suspenziyasi bilan to'ldirilgan. Kvartsning zichligi $\rho = 2650$ kg/m³. suvning zichligi 10^3 kg/m³. Suvning qovushqoqligi 10^{-3} n/m Zarrachalarning to'la cho'kish vaqti 2 soat. Zarrachalar shar shaklida deb hisoblab, minimal o'lchovlarini hisoblang.

11. Marten pechlarining $S=2,0 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}^3$ konsentratsiyal zarrachalarining o'rtacha radiusi $r=3 \cdot 10^{-8} \text{ m}$, zichligi $\rho=2,8 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$. tutuning osmotik bosimini hisoblang.

12. Mishyak (III) sulfid As_2S_3 , zolining konsentratsiyasi $S=8$ Zarrachalarning radiusi $r=8 \cdot 10^{-9} \text{ m}$, zolning zichligi $\rho=2,8 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$. 293 zolning osmotik bosimini hisoblang

13. Kvarsning suvdagi suspenziyasi uchun elektrokinetik potensial qiym hisoblang. Elektroforez jarayonida zarrachalar anod tomon harakatlanadi. chegarasi 200 s. da $7 \cdot 10^{-2} \text{ v/m}$. Muhitning dielektrik doimiyligi 81, doimiylik $8,85 \cdot 10^{-12} \text{ f/m}$, qovushqoqligi $z = 10^{-3} \text{ n/m}$.

14. Berlin lazuri gidrozoli zarrachalarining elektroforez tezligini hisobla Elektrokinetik potensial – qiymati $6,8 \cdot 10^{-2} \text{ V}$, tashqi maydon kuchlanishi $6,0 \text{ V/m}$, muhit qovushqoqligi $z = 10^{-3} \text{ n/m}$, muhitning dielektrik doimiyligi 81, elek doimiylik $8,85 \cdot 10^{-12} \text{ f/m}$.

15. Dzeta potensial qiymati $\zeta=89,5 \cdot 10^{-3} \text{ V}$, elektrodlar orasidagi potensial V , elektrodlar orasidagi masofa $20 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ bo'lsa, mishyak (III) sulfid gidroz zarrachalari elektroforez tezligini hisoblang. Muhit qovushqoqligi $z = 10^{-3}$ dielektrik doimiyligi 81, elektrik doimiylik $8,85 \cdot 10^{-12} \text{ f/m}$.

16. Elektrokinetik potensial qiymati $\zeta=48,8 \cdot 10^{-3} \text{ V}$ bo'lsa, loy zarrachalarining elektroforez tezligini hisoblang. Elektrodlar orasidagi potensial qiymati 220 masofa $44 \cdot 10^{-2} \text{ m}$, muhit qovushqoqligi $z = 10^{-3} \text{ n/m}$, dielektrik doimiyligi elektrik doimiylik $8,85 \cdot 10^{-12} \text{ f/m}$.

17. Temir gidroksid gidrozoli zarrachalarining elektrokinetik potensia qiymati $\zeta=52,5 \cdot 10^{-3} \text{ V}$, elektroforez tezligi $3,7 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ bo'lsa, elektrodlar orasida kuchlanishni hisoblang. Muhit qovushqoqligi $z = 1,005 \cdot 10^{-3} \text{ n/m}$, dielektrik doimiyligi $\epsilon = 81$, elektrik doimiylik $8,85 \cdot 10^{-12} \text{ f/m}$.

18. Tajribada olingan quyidagi natijalar: maydon kuchlanishi 220V elektrodlar orasidagi masofa $22 \cdot 10^{-2} \text{ m}$, zol chegarasining siljishi 900s vaqtda 2·

m asosida temir gidroksid zoli zarrachalarining elektrokinetik potensial qiymatini hisoblang. Muhit uchun $\epsilon = 81$, $z = 10^{-3}$ n/m, $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ f/m.

19. Kaliy xlor suvli eritmasining membrana orqali elektroosmos jarayoni vaqtida hajmiy tezlik $W = 5,7 \cdot 10^{-10}$ m²/c bo'lganda tok kuchi qanday bo'ladi? Dzeta potensial qiymati $\zeta = 10 \cdot 10^{-3}$ V. Muhitning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi $\chi = 8,8 \cdot 10^{-2}$ Om⁻¹m⁻¹, qovushqoqligi $z = 10^{-3}$ n/m, $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ f/m.

20. Elektroosmos natijasida olingan natijalar asosida, oqib chiqish potentsiali (E)ni hisoblang: natriy xlorning suvli eritmasining hajmiy tezligi $W = 7,0 \cdot 10^{-10}$ m³/c, tok kuchi $3,7 \cdot 10^{-4}$ A, eritma membranadan $P = 24 \cdot 10^{-3}$ Pa bosim ostida oqiziladi.

KO'P VARIANTLI MASALALAR

1. Harorat 293K da A moddaning monodispers gidrozolini konsentratsiyasi, osmotik bosimi, dispers muhit qovushqoqligi va zichligi qiymatlari ma'lum bo'lganda gidrozol zarrachasining diffuziya koeffisienti (D) va solishtirma sirtini (S_{tot}) aniqlang?

No	Modda	C, g/l	P, Pa	n, mPa s	ρ , g/sm ³
1	Au	0,5	1,67	1	1,73
2	Au	0,3	1,55	1	1,70
3	Au	0,1	1,76	1	1,82
4	Au	0,25	1,82	1	1,87
5	Au	1	1,84	1	1,90
6	Ag	0,75	1,72	1	1,85
7	Ag	0,25	1,74	1	1,86
8	Ag	0,05	1,56	1	1,77
9	Ag	0,1	1,78	1	1,89
10	Ag	0,25	1,68	1	1,75

2. Elektroforez asbobidagi elektrodlar bir-biridan / uzoqlikda joylashtirilgan bo'lib, ulami potensial farqi (E), zarrachaning potentsiali (L), qovushqoqligi (η), dielektrik konstantasi (ϵ) qiymatlari berilgan. Zolning zarrachalari silindrik shaklda bo'lib, Al_2S_3 zolining elektroforez vaqtidagi harakat tezligi (μ) aniqlansin.

№	l, m	E, V	$\eta, \frac{H \cdot c}{M^2}$	ϵ	L, mV
1.	0,2	240	0,002	84	89,0
2.	0,2	240	0,001125	78	90,0
3.	0,2	240	0,006	72	72,5
4.	0,2	240	0,07	89	84,6
5.	0,2	240	0,0625	66	80,0
6.	0,2	240	0,007	55	76,8
7.	0,2	240	0,009	68	72,4
8.	0,2	240	0,01	79	89,4
9.	0,2	240	0,004	92	62,3
10.	0,2	240	0,03	94	74,8
11.	0,2	240	0,0322	82	77,6
12.	0,3	240	0,02	84	83,1
13.	0,3	240	0,001	67	81,6
14.	0,3	240	0,003	90	89,1
15.	0,3	240	0,01	80	90,2
16.	0,3	240	0,005	85	69,2
17.	0,3	240	0,125	75	73,6
18.	0,3	240	0,5	58	89,5
19.	0,25	240	0,25	81	85,9
20.	0,25	240	0,002	91	76,4
21.	0,25	240	0,001125	75	75,5
22.	0,25	240	0,004	59	82,3
23.	0,25	240	0,03	91	71,9
24.	0,25	240	0,008	95	61,5
25.	0,25	240	0,06	88	77,2
26.	0,25	240	0,007	63	68,8
27.	0,25	240	0,0625	65	88,1
28.	0,25	240	0,09	99	89,6
29.	0,25	240	0,02	77	83,9
30.	0,2	240	0,001	81	89,5

O'z-o'zini nazorat va muhokama qilish uchun savollari

1. Diffuziya jarayoni qanday yuzaga keladi?
2. Diffuziyalanish tezligi va zarracha o'lchami orasida qanday bog'liqlik bor; Fikning I qonuni. Fikning II qonunini.
3. Broun harakatini sababi.
4. Sedimentatsiya hodisasi.
5. Kolloid sistemalarning optik xossalari.
6. Dispers sistemalarning optik xossalari bilan zarrachalarning shakli va o'lchami orasida qanday bog'liqlik bor?
7. Faradey – Tindal effekti. Reley qonunini.
8. Nefelometrda kolloid eritmalar konsentratsiyasi qanday aniqlanadi?
9. Qo'sh elektr qavatining tuzilishi. Reys tajribasi.
10. Elektroforez va elektroosmos hodisalari.

VI. KOLLOID ZARRACHALARNING TUZILISHI HAQIDA MISELLYAR NAZARIYA

TAYANCI SO'Z VA IBORALAR

Mitsella	· alohida kolloid zarrachalar, ular zolning dispers fazasini tashkil etadi.
Intermitsellyar suyuqlik	· zolning dispersion muhiti.
Yadro	· neytral modda, mitsellaning markazida turadi.
Granula	· Yadro va unga adsorblangan ionlar.
Qo'sh qavat	· adsorbsion va diffuzion qavatlar.

KOLLOID SISTEMALARNING TUZILISHI HAQIDA MISELLYAR NAZARIYA

Rus olimlari A.V.Dumanskiy, N.P.Peskov, S.M.Lipatov, A.N.Frumkin hamda chet ellik olimlar K.Fayans, G.R.Kroyt va boshqalar qo'sh elektr qava nazariyalari asosida kolloid zarrachalarning tuzilishi haqida *mitsellyar* nazariya yaratishga muvaffaq bo'ldilar. Dastlab bu nazariyani kolloid kimyoda o'rganiladigan barcha obektlar (shu jumladan, *liofil zollar*) uchun tatbiq etish mumkin, deb faraz qilindi. Lekin keyinchalik olib borilgan tekshirishlar mitsellyar nazariyaning faqat *liofob kolloidlarga* taalluqli ekanligini aniq ko'rsatdi. Liofil zollar, ya'ni yuqori molekulyar va polimer moddalarning eritmaları tamomila boshqa tuzilishga ega ekanligi aniqlandi.

Mitsellyar nazariyaga muvofiq, har qanday liofob (gidrofob) kolloid eritma ikki qismdan iborat:

1) *Mitsella*

2) *Intermitsellyar (ya'ni mitsellalararo) suyuqlik*

Mitsellalar alohida kolloid zarrachalar bo'lib, ular zolning dispers fazasini tashkil etadi. Intermitsellyar suyuqlik esa o'sha zolning dispersion muhitidan iborat. Uning tarkibida dispersion muhitidan tashqari yana boshqa erigan moddalar (*elektrolit va elektrolitmaslar, mitsella tarkibida uchramaydigan birikmalar*) bo'ladi.

Mitsella oddiy molekullarga qaraganda ancha murakkab tuzilishga ega. Mitsellaning agregati juda ko'p atom yoki molekullardan tarkib topgan neytral modda bo'lib, uni tarkibida bor birorta adsorbsiyalangan ionlar qurshab turadi. Qarama-qarshi ionlar dispersion muhitda ikkinchi elektr qavatni hosil qiladi. Liofob kolloid eritma tarkibida bo'lgan elektrolit ionlari zolni barqaror qilib turadi. Shuning uchun ham ular *ionli stabilizatorlar* deb ataladi. Agregat va unga adsorobilangan ionlar birgalikda *yadro* deyiladi. Qarshi ionlarning bir qismi yadroga kuchliroq tortilib, adsorbsion qavatni hosil qiladi. Yadro va adsorbsion qavat birgalikda *granula* yoki *kolloid zarracha* deyiladi. Granula ma'lum zaryadga ega bo'lgani uchun uning atrofida qarama-qarshi zaryadli ionlarning qolgan qismi yig'iladi, lekin bu ionlar zarrachaga zaifroq tortilib turadi va dispersion muhitni tashkil qiladi. Shunday qilib mitsella – granuladan va uning atrofidagi qarama-qarshi zaryadli ionlardan iborat sistemadir. Mitsella Broun harakati ta'sir etmagan sharoitda elektroneytral bo'ladi. Uni *intermitsellyar suyuqlik* qurshab turadi.

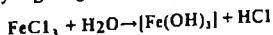
Yadro	Adsorbsion qavat	Adsorbsion qavatdagi qarshi ionlar	Diffuz qavatdagi qarshi ionlar
Kolloid zarracha (granula)			
Mitsella			

Misol tariqasida temir (III)-gidroksid zolini ko'rib chiqamiz. Bu zolni hosil qilish uchun temir (III)-xlorid eritmasi issiq holatda gidroliz qilinadi. Reaksiyani olib borishda ikki shartga rioya qilish kerak:

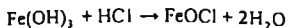
I-mayda kristallar hosil bo'lishi uchun reaksiya suyultirilgan eritmalarda o'tkaziladi,

II- qo'sh elektr qavat hosil bo'lishi uchun reaksiyaga kirishuvchi moddalardan biri mo'l miqdorda olinadi.

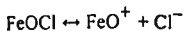
Gidroliz reaksiyasi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:



$\text{Fe}(\text{OH})_3$ ning sirtidagi molekulari HCl bilan reaksiyaga kirishib, ionli stabilizator – FeOCl molekularini hosil qiladi:



FeOCl molekulari dissotsiyalanib, FeO^+ va Cl^- ionlarni hosil qiladi:



Tarkibi jihatidan kolloid yadro tarkibiga yaqin bo'lgan ionlar kolloid zarrachalar sirtiga adsorbilanadi degan empirik qoidadan foydalanib, temir (III)-gidroksid zolining tuzilishini quyidagi shaklda yozish mumkin:

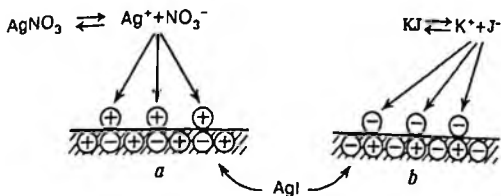
$n\text{Fe}(\text{OH})_3$ Agregat	$m\text{FeO}^+$ Adsorbsion qavat	$(m-x)\text{Cl}^-$ adsorbsion qavatdagi qarshi ionlar	$x\text{Cl}^-$ diffuz qavatdagi qarshi ionlar
Kolloid zarracha (granula)			
MITSELLA			

Temir (III)-gidroksid zolidagi yadro $\text{Fe}(\text{OH})_3$ dan, granula $\text{Fe}(\text{OH})_3$ va uning sirtiga adsorbilangan FeO^+ va qisman Cl^- ionlardan iborat bo'lib, bu zarracha musbat zaryadga ega ekanligi sxemadan ko'rinib turibdi. Granulada musbat zaryadlar Cl^- ionlari bilan neytrallangan emas, shuning uchun Cl^- ionlar granularni qurshab oladi, natijada tamomila neytral mitsella hosil bo'ladi.

Endi AgJ zolining tuzilishi bilan tanishib chiqaylik. Agar AgNO_3 ning suyultirilgan eritmasiga ortiqcha miqdorda KJ qo'shilsa, ionli stabilizator vazifasini KJ o'taydi va granula manfiy zaryadlanadi, chunki bu vaqtda J^- ionlari adsorbsiyalanadi (*VI.1-rasm, b*). Bunda kolloid zarrachalarning qiyin eriydigan *mikrokristallari* hosil bo'ladi va tarkibida m molekula AgJ bo'ladi. Bu mikrokristallar *agregatlar* deb ataladi. Shu hosil bo'lgan agregatlarning sirtida n miqdordagi J^- ionlari adsorblanishi natijasida *manfiy zaryadlangan qavat* hosil bo'ladi. Bunda yod ionlari *potensial aniqlovchi ionlar* bo'lib qoladi.

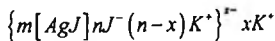
Hosil bo'lgan agregat shu yodning potensial hosil qiluvchi ionlari bilan birgalikda qattiq fazaning zarrachasi bo'lib "yadro" deb ataladi. Elektrostatik

kuchlar ta'sirida shu yadroga, yadroning zaryadlarini kompensatsiya (yoki to'ldirish uchun) qilish uchun n miqdorda qarshi ishorali ionlar (qarshi ionlar) tortiladi.



VI.1-rasm. AgJ kristalli sirtiga potensial aniqlovchi ionlarni tanlab adsorbsiyalanishi

Bunday paytda bu vazifani K^+ ionlari bajaradi. Bir qism ($n-x$) qarshi ionlar, yadroga juda yaqin joylashgan bo'ladi va u suyuqlikning qavatida bo'lib, suyuqlik qattiq yadroning sirtini ho'llab turadi. Bu ionlarga na faqat elektrostatik kuchlar, balki yadroning Van-der-Vals kuchlari ham ta'sir qilib turadi. Shuning uchun bu qism qarshi ionlar yadro atrofida qattiq ushlanib, qarshi ionlarni adsorbsion qavatini hosil qiladi. Qolgan x miqdordagi qarshi ionlar yadro bilan kuchsiz, ya'ni faqat elektrostatik kuchlar orqali bog'langan. Bu ionlar issiqlik harakati ta'sirida suyuqlik orasida betartib (*diffuz*) joylashgan bo'lib, *diffuzion qavatini* tashkil etadi.



Agar AgNO_3 ortiqcha bo'lsa, ionli stabilizator vazifasini AgNO_3 bajaradi, granula musbat zaryadli bo'ladi (VI.1-rasm, a), bu sistemada:

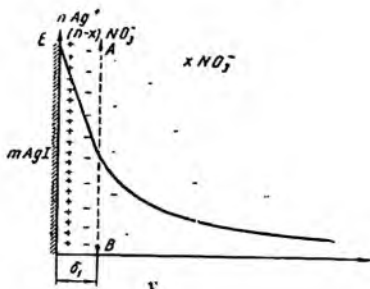
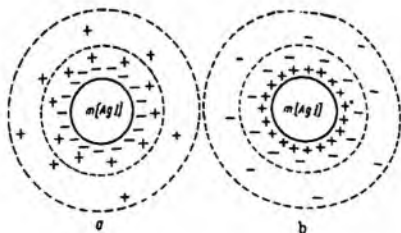
$m[\text{AgJ}]$ – yadro

$m[\text{AgJ}]n\text{Ag}^+$ – agregat

$x\text{NO}_3^-$ – diffuzion qavat

$\{m[\text{AgJ}]n\text{Ag}^+ (n-x)\text{NO}_3^-\}^{x+}$ – kolloid zarracha (granula)

$\{m[\text{AgJ}]n\text{Ag}^+ (n-x)\text{NO}_3^-\}^{x+} x\text{NO}_3^-$ – mitsella



VI.2-rasm. AgI zolining mitsella tuzilishi: a) manfiy zaryadli kolloid zarracha, b) musbat zaryadli kolloid zarracha, v- mitsellada zaryadlarni va potensialni taqsimlanishi

m , n va x laming qiymati har xil bo'lishi mumkin. Bulaming qiymatini o'zgarishi zollarning olinish usullariga bog'liq. Odatda har doim $m \geq n$.

Kolloid zarracha bilan diffuzion qavat o'rtasidagi chegara — *sirg'anish chegarasi* (yoki *sirti*) deb ataladi. Keltirilgan formulada adsorbsion qavat bilan diffuzion qavat o'rtadagi keltirilgan katta qovusga to'g'ri keladi.

Sirg'anish chegarasi shunday geometrik yuzani bildiradiki, u qaysiki brown harakati natijasida mitsellaning kolloid zarracha bilan diffuzion qavatining uzilishi (*ajralishi*) natijasida hosil bo'ladi.

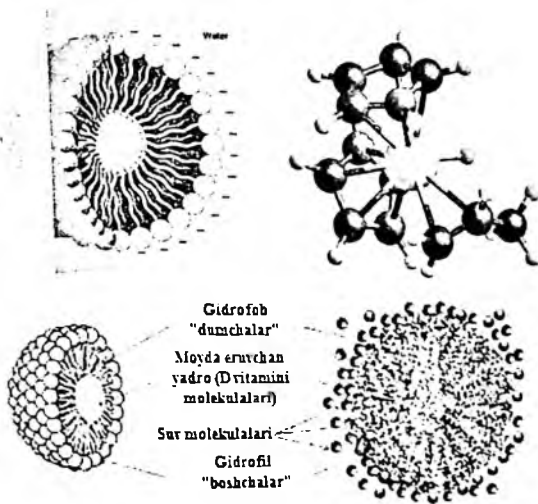
MITSELLA YADROLARINING TUZILISHI TO'G'RIDAGI FIKRLAR

1953 yilda V.A. Kargin va Z.Y. Berestneva mitsellalarning yadrolari kristall moddalardan tuzilganligini aniqladilar. Ularning nazariyalariga binoan kolloid zarracha hosil bo'lishi ikki bosqichda boradi:

1) dastlab sharsimon amorf kolloid zarrachalar hosil bo'ladi, so'ngra

2). kolloid sistemaning eskirishi davomida bu zarrachalar ichida mayda kristallchalar vujudga keladi. Natijada amorf zarracha ichida ma'lum kuchlanish paydo bo'lib, zarracha kristallanadi.

Kristallanish jarayoni turli kolloid sistemalarda turlicha tezlik bilan boradi. V.A.Kargin va Z.Y.Berestneva olgan natijalarga ko'ra, kristallanish jarayoni oltin zolida (*xona haroratida*) zol tayyorlanganidan 5 minutdan keyin, vanadiy (V)-oksid zolida 1 soatdan keyin, alyuminiy gidroksid zolida taxminan 1 sutkadan keyin, silikat kislota zolida taxminan 2 yildan keyin tamom bo'ladi.



VI.3-rasm. Mitsella yadrosining tuzilishi

KOLLOID ERITMALARNING ELEKTR O'TKAZUVCHANLIGI

Kolloid eritmalarning elektr o'tkazuvchanligi ikkita tarkibiy qismdan tashkil topadi:

biri – *kolloid zarrachalarning harakatidan kelib chiqqan elektr o'tkazuvchanlik*,

ikkinchisi – *kolloid eritmada ishtirok etuvchi elektrolitlar tufayli vujudga keladigan elektr o'tkazuvchanlikdir*.

Shu sababli kolloid eritmaning elektr o'tkazuvchanligi kolloid zarrachalarning hamda zoldagi ionlarning zaryadi, soni va harakatchanligiga bog'liq bo'ladi. Kolloid eritmada begona ionlar nihoyatda kam bo'lsa, (masalan, *yuqori darajada tozalangan oqsil va polielektrolitlarning kolloid eritmalarida*) elektr o'tkazuvchanlik natijalaridan foydalanib, zarrachalarning solishtirma zaryadini yoki harakatchanligini aniqlash mumkin. Lekin bu yo'l bilan liofob kolloidlarning elektr o'tkazuvchanligini aniqlash qiyin.

Kolloid eritmalarning elektr o'tkazuvchanligini yuqori chastotali elektr maydonida tekshirish orqali ularning dielektrik xossalari haqida fikr yuritish mumkin. Ko'pchilik liofob kolloid eritmalarda zarrachalarning elektr zaryadlari assimetrik ravishda taqsimlanadi. Shu sababdan kolloid zarrachala deyarli katta dipol moment qiymatiga ega bo'ladi va elektr maydonid o'ryentatsiyalanadi. Ana shunday kolloid eritmalarning dielektrik konstantas. nihoyatda katta bo'ladi. Masalan, toza suv uchun $\epsilon = 81$, lekin tarkibida 1 % V_2O_5 zoli bo'lgan eritma uchun $\epsilon = 400$. Aminokislota, oqsil, nuklei kislotalarning dielektrik konstantalari ham ancha katta, lekin ko'pchilik liofob kolloid eritmalar uchun ϵ ning qiymatlari kichik bo'ladi.

Elektr maydoni chastotasining keng intervalida dielektrik konstantani aniqlash natijalaridan kolloid kimyoda ko'p foydalaniladi.

Kolloid sistemalarning elektrokinetik hossalarni o'rganish katta nazariy va amaliy ahamiyatga ega bo'lib, elektroforez neftni suvsizlantirishda, chinni. sopol ishlab chiqarish sanoatida, suspenziya va keramik massa tayyorlashda

lateklardan rezina buyumlar tayyorlashda hamda meditsinada ishlatiladi.
Elektroosmos torfni, yog'ochni quritishda va qishloq xo'jaligida qo'llaniladi.

AMALIY MASHG'ULOT

Kolloid dispers sistema mitsellasining tuzilishi va tarkibiy qismlarini o'rganish

1- misol. Kumush xloridning kolloid eritmasini hosil qilish uchun 25 sm³ 0,02 n KCl eritmasi 125 sm³ 0,005 n AgNO₃ eritmasi bilan aralashtiriladi. Hosil qilingan zolning mitsella formulasini yozing.

Yechish. Eritmalardan qaysi biri ortiqcha miqdorda ekanligini aniqlaymiz. KCl ning mg-ekv miqdori – 25·0,02 = 0,05 mg-ekv. AgNO₃ ning mg-ekv miqdori – 125·0,005 = 0,625 mg-ekv. Reaksiya uchun 0,05 mg-ekv KCl ga 0,625 mg-ekv AgNO₃ kerak bo'lar ekan. Demak, AgNO₃ mo'l olingan.

Bu misolda. $m[\text{AgCl}]$ – agregat,

$\{m[\text{AgCl}]n\text{Ag}^+$ – yadro,

$\{m[\text{AgCl}]n\text{Ag}^+(n-x)\text{NO}_3^-\}^{x+}$ – granula,

$\{m[\text{AgCl}]n\text{Ag}^+(n-x)\text{NO}_3^-\}^{x+} \cdot x\text{NO}_3^-$ – mitsella.

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Kumush yodid zoli 30 sm³ 0,2%-li kumush nitrat eritmasiga 40 sm³ 0,001n kaliy iodid qo'shib olindi. Hosil bo'lgan zolning mitsellasi formulasini yozing. Elektr maydonida zarracha harakati yo'nalishini aniqlang. Kumush nitrat eritmasining zichligi 1 ga teng.

2. Musbat zaryadli zarracha hosil bo'lishi uchun 20 sm³ 0,015n kaliy iodid eritmasiga 0,005n kumush nitrat eritmasidan qancha qo'shish kerak? Mitsella formulasini yozing.

3. Yangi cho'kkan alyuminiy gidroksid cho'kmasiga oz miqdorda xlorid kislotaga qo'shiladi. Bunda $\text{Al}(\text{OH})_3$ zoli hosil bo'ldi. Zol mitsellasi formulasini yozing. Kolloid zarracha katodga tomon harakatlanishini e'tiborga oling.

4. Oltinugurt zoli 5 sm^3 oltinugurtning suvdagi eritmasini 20 sm^3 suvga qo'shib olindi. Zol qaysi usul bilan olinadi?

5. Zaryadsiz kumush xlorid zoli hosil bo'lishi uchun 0,029% natriy xlorid va 0,001n kumush nitrat erimalaridan qancha hajmdan olish kerak? Natriy xlorid eritmasining zichligi 1 ga deb hisoblang.

6. BaSO_4 zoli bir xil hajmdagi bariy nitrat va sulfat kislotaga qo'shib olindi. Elektr toki maydonida zarracha anodga tomon harakatlanadigan bo'lsa eritmalarning dastlabki konsentratsiyalari teng bo'lganmi? Zolning mitsellasi formulasini yozing.

7. Vodород sulfidli suv uzoq turib qolishi natijasida havo kislorodi bilan oksidlanib, oltinugurt zoli hosil bo'ldi. Zolning mitsellasi formulasini yozing va zaryad ishorasini aniqlang. Ushbu zol qaysi usul bilan olinadi?

8. Mishiak (III) – xlorid eritmasiga ortiqcha vodород sulfid yuborib mishiak (III) – sulfid zoli olindi. As_2S_3 ning mitsella formulasini yozing va zaryad ishorasini aniqlang.

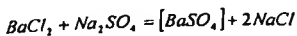
9. Mis (II) tuziga ortiqcha kaliy ferrotsianat eritmasi ta'sir ettirilib, mis (II) ferrotsianat zoli olindi. Zol mitsellasining formulasini yozing.

10. AgNO_3 ortiqcha olingandagi AgJ zoli va FeCl_3 ortiqcha olingandagi $\text{Fe}(\text{OH})_3$ zollarini mitsella formulasini yozing va zarrachalar zaryad ishoralarini aniqlang.

11. AgCl_3 ortiqcha olingandagi $\text{Al}(\text{OH})_3$ zolini va H_2SiO_3 stabilizator bo'lgandagi SiO_2 zolining mitsellalari formulalarini yozing. Zollarning zarrachalari qanday zaryadlangan?

12. KAuO_2 bilan stabillangan oltin va H_2S bilan stabillangan As_2S_3 zollarining mitsellalari formulalarini yozing. Zollarning zaryad ishoralari qanaqa?

13. Bariy xloridning ortiqcha Na_2SO_4 bilan ta'sirlashuvi natijasida olingan bariy sulfat mitsellasi tuzilishini yozing.



14. $\text{ZnSO}_4 + (\text{NH}_4)_2\text{S} = [\text{ZnS}] + (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ reaksiya bo'yicha olingan rux zoli mitsellasining:

- ZnSO_4 ortiqcha olingandagi;
- $(\text{NH}_4)_2\text{S}$ ortiqcha olingandagi formulasini yozing.

KO'P VARIANTLI MASALALAR

A moddaning suyultirilgan eritmasiga B moddani suyultirilgan eritma ohistalik bilan quyildi. Hosil bo'lgan zolni mitsella tuzilishini yozing va tarkibiy qismlarini ko'rsating.

№	A	B
1.	NaJ	AgNO ₃
2.	MgCl ₂	NaOH
3.	NH ₄ CNS	AgNO ₃
4.	BaCl ₂	Na ₂ SO ₄
5.	BeCl ₂	NH ₄ OH
6.	AlCl ₃	NaOH
7.	CrCl ₃	NH ₄ OH
8.	ZnCl ₂	(NH ₄) ₂ S
9.	CdCl ₂	H ₂ S
10.	KMnO ₄	Na ₂ S ₂ O ₃
11.	FeSO ₄	K ₃ [Fe(CN) ₆]
12.	Na ₂ S	NiSO ₄
13.	AgNO ₃	(NH ₄) ₂ C ₂ O ₄
14.	Na ₂ SO ₄	BaCl ₂
15.	Hg(NO ₃) ₂	H ₂ S
16.	CoCl ₂	(NH ₄) ₂ S
17.	Na ₂ SiO ₃	HCl
18.	Zn(NO ₃) ₂	K ₃ [Fe(CN) ₆]
19.	K ₃ [Fe(CN) ₆]	AgNO ₃
20.	MnCl ₂	(NH ₄) ₂ S
21.	AsCl ₃	H ₂ S
22.	K ₂ CrO ₄	AgNO ₃
23.	(NH ₄) ₂ S	Ph(CH ₃ COO) ₂
24.	K ₂ SO ₄	Ba(CH ₃ COO) ₂
25.	FeCl ₃	K ₃ [Fe(CN) ₆]
26.	FeCl ₃	H ₂ O

27.	$K_3[Fe(CN)_6]$	$FeCl_3$
28.	KCl	$AgNO_3$
29.	$AgNO_3$	KJ
30.	KJ	$AgNO_3$

O'z-o'zini nazorat qilish savollari

1. Kolloid sistemalarni tuzilishi haqidagi mitsellyar nazariyalar.
2. Bu nazariya muvofiq gidrofob zollar qanday tuzilgan?
3. Mitsella yadrosi tuzilishi.
4. Temir (III)-gidroksidi zoli mitsella tuzilishi.
5. Mishyak (III)-sulfid zoli mitsella tuzilishi.
6. Adsorbsion qavat va diffuzion qavat tushunchalari.
7. Kumush yodid zolining musbat va manfiy ishorali mitsella tuzilishini yozing.
8. Berlin zangorisi zolini musbat va manfiy ishorali mitsellasining tuzilishini yozing.

VII. LIOFOB ZOLLARNI BARQARORLIGI. KOLLOID SISTEMALARNING KOAGULYATSIYASI

TAYANCI SO'Z VA IBORALAR

Barqarorlik	· Dispers sistemalarning o'zining dastlabki holati (ya'ni o'z tarkibini, dispers faza konsentratsiyasi va zarrachalarining o'lchamini) va asosiy xossalarini saqlab turish xususiyati.
Elektrostatik omil	· Bir-biridan itaradigan elektrostatik kuchlarning hosil bo'lishi.
Adsorbsion-solvat omil	· Fazalararo sirt taranglikni va chegaradagi Gibbs energiyasining kamayishiga olib keladi.
Energetik barer	· Zarrachalami bir-biriga yaqinlashtirmaydigan energiya g'ovi
Entropiya omilii	· Dispers fazaning zarrachalari broun harakatida qatnashadi.
Yoruvchi bosim	· Tortilish va itarilish kuchlari ikki kolloid zarracha orasidagi yupqa suyuqlik qavatida birgalashib ta'sir etadi.
DLFO nazariyasi	· Zollarning barqarorligi haqidagi hozirgi zamon fizik nazariyasi – B.V. Deryagin va L.D. Landau (1937y.), E.Fervey va Y.Overbek (1941y.) tomonidan yaratilgan.
Koagulyatsiya	· Dispers faza zarrachalarining yiriklashishi.
Ochiq koagulyatsiya	· Koagulyatsiya sodir bo'lganligini ko'z bilan ko'rish mumkin bo'lsa ochiq koagulyatsiya (<i>loyqalanish, rang o'zgarishi, cho'kma tushishi</i>) deyiladi.
Yashirin koagulyatsiya	· Koagulyatsiya sodir bo'lishini ko'z bilan ko'rib bo'lmaydi.
Koagulyatsiyalovchi ion	· Bevosita koagulyatsiyani yuzaga keltiruvchi ion.
Energetik barer	· Zarrachalarning bir-biri bilan birikishi uchun yengish kerak bo'lgan itarilish kuchi.
Tez koagulyatsiya	· Zarrachalar bir-biri bilan birinchi to'qnashganidayoq koagulyatsiyalanadi.
Sekin koagulyatsiya	· Koagulyatsiya tezligi qo'shilayotgan elektrolitning konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi.
Koagulyatsiya chegarasi (konsentratsiyasi)	· Zolni koagulyatsiyalash uchun kerak bo'lgan elektrolitning eng kichik miqdori.

Kolloid sistema dispers fazasining solishtirma sirti katta bo'lganligi sababli sistemaning erkin sirt energiyasi ham katta bo'ladi. Shuning uchun kolloid sistemalar termodinamik jihatdan barqaror bo'lmaydi. Termodinamikaning ikkinchi qonuniga muvofiq, erkin energiya minimumga intilishi kerak. Kolloid zarrachalar bilan suyuqlik orasidagi chcgara sirt kamayganidagina kolloid sistemada erkin sirt energiyasi minimumga crisha oladi.

Dispers sistemalarning o'zining dastlabki holati (*ya'ni o'z tarkibini, dispers faza konsentratsiyasi va zarrachalarining o'lchamini*) va asosiy xossalarini saqlab turish xususiyati *barqarorlik* deyiladi.

Dispers sistemalarning barqarorligi kolloid kimyoning *asosiy muammolaridan biridir* va u juda katta amaliy ahamiyatga ega. Chunki kolloid sistemalarning asosiy qismini *liofob kolloidlar* tashkil qiladi.

Dispers fazasi bilan dispersion muhiti orasida kuchsiz o'zaro ta'sir mavjud bo'lgan *liofob kolloid sistemalar* beqaror bo'lib, vaqt o'tishi bilan ularning disperslik darajasi o'zgaradi, ya'ni yiriklashadi. Yiriklashish jarayonining tezligi turli kolloid sistemalarda turlicha bo'ladi. Misol tariqasida disperslik darajasi 20-30 yil davomida o'zgarmaydigan oltin zollarini (*VII.1-rasm*) va biror modda qo'shilganida bir necha sekund mobaynida yemirilib, kolloid holatini yo'qotadigan sistemalarni keltirish mumkin.



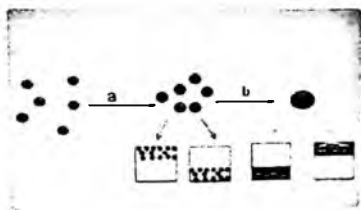
VII.1 - rasm. 1857 yilda Faradey tomonidan olingan qizil tusli oltin zoli mana 150-160 yillardan beri barqaror holda Angliyaning Qirollik institutining muzeyida saqlanib kelinmoqda.

Liofob zollarda disperslik darajaning kamayishi ikki yo'l bilan sodir bo'lishi mumkin:

- biri *qayta kristallanish* natijasida mayda zarrachalarning yirik zarrachalarga birikish yoki singish jarayoni bo'lsa,

- ikkinchisi – dispers faza zarrachalarini molekulyar kuchlar ta'sirida o'zaro bir-biriga yopishib yiriklashuvdir, ya'ni *koagulyatsiyalanishi*.

Kolloid zarrachalarining molekulyar kuchlar ta'sirida o'zaro birlashib yiriklasha borish jarayoni *koagulyatsiya* deyiladi. Yiriklashish jarayoni ba'zi kolloidlarda juda tez, ba'zilarida esa ancha uzoq vaqt davomida sodir bo'ladi. Koagulyatsiyaga uchragan sistemada dispers faza zarrachalari suyuqlik va qattiq jismning solishtirma massalariga qarab idish tubiga cho'kish (*sedimentatsiya*) yoki ikkita bir-birida aralashmaydigan suyuqliklardan iborat kolloid sistemaning dispers fazasi va dispers muhitini bir-biridan ajralib qolishi - koalesensiyaga uchrashi (koatservatsiya) mumkin. Dispers fazasining zarrachalarini og'irlik kuchi ta'sirida sezilarli darajada cho'kmaydigan dispers sistemalar *sedimentatsion barqaror sistemalar* deyiladi.



Demak, dispers sistemalarning *barqarorligi deganda* dispers fazaning zarrachalarini dispers muhitning hajmida bir xilda tarqalishi va ularning orasidagi o'zaro ta'sir kuchlarini vaqt o'tishi bilan o'zgartmay qolishi ko'zda tutiladi.

Shuning uchun ham sistemaning barqarorligini oshirish uchun maxsus stabilizatorlar ishlatiladi. Faqat shu usullardan foydalanib ko'p materiallarni olish va ishlatish mumkin. Jumladan, shunday yo'llar bilan dori turlarini, aerozollarni olish va sanoatda qo'llash mumkin.

Kolloid dispers sistemalar termodinamik beqaror bo'lishiga qaramay, ularni ko'p vaqt o'zgartirmay saqlab turish mumkin. Bunga sabab ulardagi mavjud *barqarorlik omillaridir*.

1920 yilda N.P. Peskov dispers sistemalarning barqarorligini 2 turga bo'ldi, bular

- sedimentatsion (kinetik) va
- agregativ barqarorlikdir.

Dispers sistemalarning *agregativ barqarorligi* dispers sistemaning o'ziga xos disperslik darajasini saqlash, ya'ni koagulyatsiyaga uchramaslik xususiyatidir.

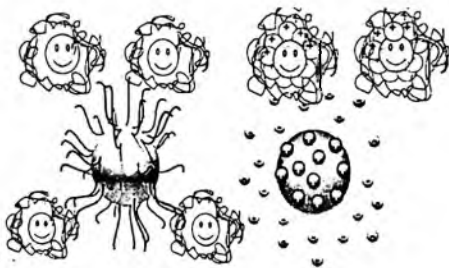
Agregativ barqarorlikning sababi ikkita:

-birinchidan, kolloid zarrachalar bir xil zaryadga ega bo'ladi;

-ikkinchidan, kolloid zarrachani erituvchining molekulari qurshab olib, zarracha atrofida solvat qobiqlar hosil qiladi.

Sistemaning agregativ barqarorligi zol tarkibiga, uning zarrachalari tuzilishiga va kolloid eritma qanday holatda ekanligiga bog'liqdir.

Agregativ barqarorlik sistemalarda *stabilizator* mavjudligi bilan xarakterlanadi. Stabilizator sifatida elektrolitlar va SFM qo'llaniladi.



Dispers sistemaning *sedimentatsion barqarorligi* dispers faza zarrachalarining og'irlik kuchi (yoki markazdan qochuvchi kuch) ta'sirida *dispersion muhitdan ajralmaslik qobiliyatini* ko'rsatadi. Sedimentatsion barqarorlik *disperslik darajasi, diffuziyaga hamda broun harakatiga bog'liq*.

Zarrachalarning dispersion muhitdan ajralib chiqish tezligi ham ularning broun harakati intensivligiga va solishtirma massasiga bog'liq.

Dag'al dispers sistemalar, masalan, suspenziya va emulsiyalarda zarrachalarning o'lchami ancha katta bo'lganligidan ular o'z-o'zicha harakat qila olmaydi, ya'ni ularda diffuziya deyarli sodir bo'lmaydi. Shuning uchun suspenziya va emulsiyalar sedimentatsion jihatdan barqaror emas.

Kolloid eritmalarning disperslik darajasi yuqori bo'lganidan ularning mitsellari o'z-o'zicha harakat qila oladi, ya'ni kolloid eritmalar diffuziya sodir bo'ladi. Shuning uchun kolloid eritmalar sedimentatsion jihatdan barqarordir.

Chin erimlarda erigan modda zarrachalari bilan erituvchi o'rtasida chegara sirt hosil bo'lmaydi. Shuning uchun bu sistemalar bir jinsli (*gomogen*) bo'ladi. Ular sifat jihatidan kolloid erimlardan va dag'al dispers sistemalardan farq qiladi.

Sedimentatsion barqarorlikda sistemalar hajmi bo'yicha dispers fazaning zarrachalari bir tekisda tarqalgan bo'ladi, og'irlik kuchi ta'sirida cho'kmaga tushishi yoki yuzaga suzib chiqish xolatlari bo'lmaydi. Bu barqarorlikni asosiy shartlaridan biri *zarrachalarning yuqori disperslik darajasi va ularning broun harakatidir*.

Agregativ barqarorlikda – sistema zarrachalari bir-biriga qo'shilishiga qarshilik ko'rsata oladi.

Bunday sistemalarni ikki sinfga bo'lish mumkin:

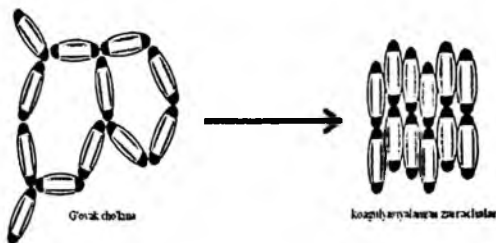
1) *termodinamik barqaror yoki liofil kolloidlar*, qaysiki o'z-o'zidan dispergatsiyaga uchrab stabilizatorsiz barqaror bo'lib tura oladi. Bularga sirt aktiv moddalarning mitsellyar eritmaları, yuqori molekulyar moddalarning eritmaları va boshqalar misol bo'ladi.

Bu sistemalarda Gibbsning erkin energiyasi kamayadi va manfiy qiymatga ega bo'ladi ($\Delta G < 0$).

2) *termodinamik beqaror yoki liofob sistemalarda* (zollar, suspenziyalar, emulsiyalar va boshqalarda). Gibbsning erkin energiyasi ortadi, ya'ni u musbat qiymatga ega bo'ladi ($\Delta G > 0$).

Sedimentatsion va agregativ barqarorlikdan tashqari yana *kondensatsion* yoki *fazoviy barqarorlik* ham ma'lum. Bu barqarorlik (*asosan sharsimon bo'lmagan zarrachalarda kuzatiladi*) konsentrlangan kolloid sistemalarda kuzatiladi. Kondensatsion barqarorlik – dispers sistemalarni vaqt davomida (*agregatsiyaga uchraganida ham*) solishtirma sathini saqlab qolish qobiliyatini xarakterlaydi.

Kondensatsion barqaror sistemalar mustahkam bo'lmagan (*mo'rt*) agregatlar (*flokulalar*) yoki g'ovak cho'kmalar hosil qiladi (VII.2-rasm). Bunday sistemalarda zarrachalar o'zining harakatchanlini yo'qotgan bo'lsa-da, lekin harakatga moyilligini uzoq vaqtgacha yo'qotmaydi. Bunday strukturali agregatlar sharoit yaratilsa, qaytadan mayda zarrachalarga ajralib *peptizatsiyaga uchraydi*.



VII.2 – rasm. Kondensatsion barqaror kolloid sistemalar

Kondensatsion beqaror sistemalar esa *mustahkam strukturali agregatlar* hosil qiladi. Bunga zarrachalarning bir-biriga ta'siri, kristallizatsiya jarayonlari, zarrachalarning o'sishi va shunga o'xshash hodisalar sabab bo'ladi.

Dispers sistemalarning agregativ barqarorligi har xil bo'ladi. Bir xil sistemalarning agregativ barqarorligi bir soniya davom etsa, boshqalarining yashash vaqti yillar davom etishi mumkin. Ayniqsa, gidrofob kolloid sistemalarning yashash vaqti juda kam bo'lib, bunday sistemalar beqaror bo'ladi. Bunga sabab dispers faza zarrachalari bilan dispers muhitning juda kuchsiz o'zaro ta'siridir. *Bunday sistemalarni barqarorligini oshirish uchun har xil omillarning bo'lishi shart.*

Dispers sistemalarning agregativ barqarorlik omillari termodinamik va kinetik omilarga bo'linadi.

Termodinamik omillarga quyidagilar kiradi:

- 1) **Elektrostatik** – bir-biridan itaradigan elektrostatik kuchlarni hosil bo'lishiga ularning zarrachalarini sirt potensial (E) va ayniqsa elektrokinetik (ζ -dzeta) potentsiali oshganda bu kuchlanish oshishiga yordam beradi.
- 2) **Adsorbsion–solvat omil** – fazalararo sirt taranglikni va sirt chegaradagi Gibbs energiyasini kamayishiga olib keladi.
- 3) **Entropiya** – bu oldingi ikkita omillarga qo'shimcha bo'lib, yuqori dispers sistemalarga tegishli, qaysiki bu sistemalarda dispers fazaning zarrachalari Brown harakatida qatnashadi va zarrachalarning hajmda barobar tarqalishiga yordam beradi.

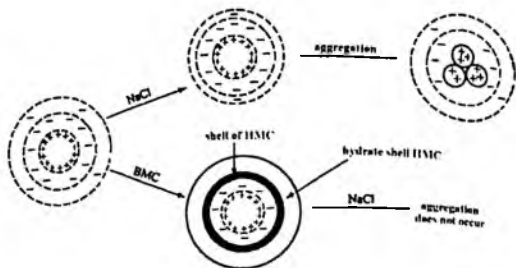
Barqarorlikni kinetik omillariga, ya'ni dispers fazaning zarrachalarini agregatsiya tezligini kamaytiruvchi omillarga quyidagilar kiradi:

- 1) **Struktura va mexanik omil** – bu agregatsiya tezligini kamaytiradigan zarrachalar sirtida himoya qavati (*ya'ni yuqqa parda*) hosil bo'lishi bilan bog'liq, bu parda yetarli darajada pishiq va mustahkam bo'ladi.
- 2) **Gidrodinamik omil** – bu omil ham agregatsiya tezligini muhitning qovushqoqligini, dispers fazaning va muhitning zichligini o'zgartirish yo'li bilan agregatlanishning oldini oladi.

Amalda esa, sistemalarning agregativ barqarorligi faqat bitta omilga bog'liq bo'lmaydi, aksinchi ko'p omilarning ta'siriga bog'liq bo'ladi. Ko'pincha, shu ko'rgan omillardan ikkitasi ta'sir qiladi. Bular:

- 1) *Elektrostatik barer*, bir-biridan qochadigan kuchlar orqali hosil bo'ladi;
- 2) *Adsorbsion – solvat barer'*, bu zarrachalarni o'rab olib, zarrachalarni bir-biriga birikishiga qarshilik ko'rsatadi.

¹ Colloid Science: Principles, methods and applications, Second Edition Edited by Terence Cosgrove, 2010
John Wiley & Sons, Ltd, P. 237

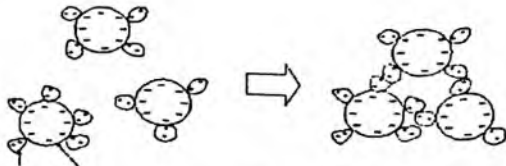


Zollarning barqarorligi ustida juda ko'p nazariy fikrlar aytilgan. Shul ichida eng ahamiyatga ega bo'lgani DLFO nazariyasidir. DLFO nazariyasini e mashhur ko'zga ko'ringan 4 ta olim ilgari surgan. Bular B.V.Deryagi L.D.Landau (1937), E.Fervey va J.Overbeklardir (1941). DLFO shu oliml ismlarining bosh harflaridir. Bu nazariyaga ko'ra, har qanday zarrachalar bir-biri yaqinlashganda tortilish va itarish kuchlari mavjudligi sababli ularni ajrat uradigan suyuqlikdan tashkil topgan yupqa qavat bo'lib, bunda yoruvchi bosil hosil bo'ladi. Agar shunda itarish kuchlari tortilish kuchlaridan ko'proq bo'ls istema barqaror bo'ladi, agar tortilish kuchlari itarish kuchlaridan ustun tur sistema koagulyatsiyaga uchraydi.

KOLLOID SISTEMALARNING KOAGULYATSIYASI. KOAGULYATSIYA TEZLIGI DLFO NAZARIYASI

Koagulyatsiya – quyuqlanish, ivish degan ma'noni bildiradi.

Kolloid zarrachalarni bir-biri bilan birikib yirikroq agregat holatga o'tishi ya'ni agregativ barqarorligini buzilishi, so'ngra kinetik barqarorligini yo'qolishi koagulyatsiya deyiladi.



Koagulyatsiya turli omillar tufayli vujudga keladi. Ulardan– *elektrolitlar ta'siri, keskin isitish yoki keskin sovutish, elektr toki ta'sir ettirish, mexanik ta'sir ko'rsatish, yuqori chastotali tebranish (masalan, ultratovush), ultratsentrifugada ajratish, dispers fazani konsentratsiyasini oshirish va turli xil nurlar ta'sir ettirish* orqali koagulyatsiya chaqirish yoki tezlatish mumkin.

Kolloid sistemalarni koagulyatsiyaga uchratadigan asosiy sabablarni ko'rib chiqamiz, ular "koagulyatsiya qoidalari" deb ataladi:

1. *Zolga ma'lum miqdor elektrolit qo'shilganda kolloid sistemalar koagulyatsiyalanadi.*

2. *Har qaysi kolloid eritma "koagulyatsiya chegarasi" deb ataladigan miqdordagi elektrolit ta'sirida koagulyatsiyaga uchraydi.*

3. *Koagulyatsiya kolloid sistemaning "izoelektrik holatiga" yaqin sharoitidan boshlab sodir bo'ladi.*

4. *Kolloid zarracha ishorasiga qarama-qarshi zaryadli ion koagulyatsiya chaqiradi.*

5. *Ionlarning valentligi ortishi bilan koagulyatsiyalash qobiliyati kuchayadi.*

Bu Shulze-Gardli qoidasi deb ataladi.

Elektrolitlarning (ionlarning) valentligi ortishi bilan koagulyatsiya jarayonining kuchayishi yuqori valentli ionlar ta'sirida kolloid zarrachadagi qo'sh elektr qavatining *siqilish effekti* ortishi sababli ortadi.

Hozirgi paytda elektrolitlar ta'sirida sodir bo'ladigan koagulyatsiya statika, fizika, eritmalar nazariyalari va molekulararo kuchlarga asoslangan holda tushuntiriladi.

Bu sohada dastlabki miqdoriy hisoblashlar 1941 yilda B.V.Deryagin va L.D.Landau tomonidan, shu paytning o'zida Gollandiya olimlari E.Fervey va J.Overbek tomonidan bajarildi. Shuning uchun ham bu nazariya olimlarning nomlarining bosh harflaridan iborat bo'lib, **DLFO nazariyasi** deb ataladi.

Bu nazariyaga binoan koagulyatsiyaning sodir bo'lishi 2 kuchga bog'liq:

- biri Van-der-Vaals (tortilish) kuchlari bo'lsa,
- ikkinchisi zarrachalar orasidagi o'zaro elektrostatik itarilish kuchlaridir.

Bu ikki kuch ikki kolloid zarracha orasidagi yupqa suyuqlik qavatida birgalashib ta'sir etib, "yoruvchi bosimni" vujudga keltiradi. Agar ularning ta'siridan *musbat yoruvchi bosim* paydo bo'lsa, bu bosim zarrachalarning bir-biri bilan birlashib ketishiga yo'l qo'ymaydi; binobarin koagulyatsiya sodir bo'lmaydi. Agar *manfiy yoruvchi bosim* paydo bo'lsa, zarrachalar orasidagi suyuqlik qavati torayib, zarrachalar bir-biri bilan birlashib ketadi; binobarin koagulyatsiya sodir bo'ladi. DLFO nazariyasiga muvofiq Shulze-Gardi qoidasi quyidagi nisbat ko'rinishini oladi:

$$C_d^+ : C_d^{2+} : C_d^{3+} = 1 : \frac{1}{2^6} : \frac{1}{3^6} = 1 : \frac{1}{64} : \frac{1}{729};$$

$$C_d^+ : C_d^{2+} : C_d^{3+} = 729 : 11 : 1$$

Bundan kelib chiqadiki, agar biror zolni koagulyatsiyaga uchratmoqchi bo'lsak, 1 valentli elektrolit oladigan bo'lsak undan 11 eritmaga 729 millimol, 2 valentli elektrolit oladigan bo'lsak 64 millimol va 3 valentli elektrolitdan 1 millimol kerak bo'lar ekan.

Koagulyatsiyaga oid hodisalar tabiatda juda keng tarqalgan va ularning turmushda, hayotda *ahamiyati* kattadir.

Masalan, qand ishlab chiqarish sanoatida qand lavlagining sharbatini tozalashda koagulyatsiya jarayonidan keng foydalaniladi. Suvdagi organik moddalar odatda manfiy zaryadli bo'ladi. Suvga avval xlor qo'shilib, suvdagi bakteriyalar yo'qotilgandan so'ng, unga oz miqdorda temir sulfat yoki alyuminiy sulfat qo'shiladi. Bu tuzlar gidrolizlanadi. Hosil bo'lgan gidroksidlarning musbat zaryadli kolloidlari suvdagi organik moddalarning manfiy zaryadli kolloidlarini koagulyatsiyalaydi. Natijada hosil bo'lgan koagulyantlar cho'kadi va suv tiniydi.

Koagulyatsiyaning qo'llanilishiga yana bir misol tuproqning hosil bo'lishidir. Tuproq juda murakkab kolloid sistema deb qaraladi. Tuproq zarrachalarining katta-kichikligi, ularning shakli, tuproqda har xil mineral moddalarning erishi ularning miqdori va tabiati tuproqning yutish qobiliyatiga buning natijasida uning unumdorligiga katta ta'sir ko'rsatadi.

Tuproq tog' jinslarining nurashi, yuvilishi, gidrolizlanishi kabi xodisalar natijasida xosil bo'ladi. Bunday jarayonlar oqibatida SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 kabi suvda erimaydigan oksidlar, ularning gidroksidlari va tarkibida metall bo'lgan (MeO hamda Me_2O) eruvchan oksidlari hosil bo'ladi.

Tuproqdagi suvda erimaydigan tarkibiy qismlarning gidrolizlanishi va ular orasida sodir bo'ladigan uzoq muddat davom etadigan o'zaro koagulyatsiya jarayonlari tufayli *strukturalangan koagulyantlar*, ya'ni o'z xossalari bilan koagellarga yaqin gellar (*iviq moddalar*) hosil bo'ladi. Ana shunday har xil kolloid kimyoviy jarayonlarni uzoq vaqt davomida sodir bo'lishi xilma-xil tuproqlar paydo bo'lishiga sabab bo'ladi.

Balchiqlarning paydo bo'lishi ham koagulyatsiya jarayonining natijasidir. Ko'p daryolarning quyilish joylarida balchiqlar hosil bo'ladi. Daryolarning suvida juda ko'p organik *gumin* moddalar bo'ladi, ular minerallardan kelib chiqqan zarrachalarni daryo tubiga cho'kib ketishidan saqlab turadi. Shu sababli suv ancha loyqa bo'ladi. Agar shu suv dengiz suvi bilan uchrashsa dengizning sho'r suvi ta'siridan koagulyatsiya sodir bo'ladi. Natijada ekin uchun juda zarur, serunum tuproq hosil bo'ladi. Katta daryolarning (*Nil, Yevrat, Misisipi, Volga, Don, Dnepr, Amudaryo, Sirdaryo, Dunay*) quyilish joylarida ana shunday unumli tuproqlar hosil bo'lgan.

O'z-o'zicha bo'ladigan koagulyatsiya *ancha uzoq vaqt davom etadi.*

Koagulyatsiya jarayonini har xil yo'llar bilan tezlatish mumkin:

1) Kolloid eritmalarga (zolga) har xil elektrolitlar qo'shib koagulyatsiya jarayonini tezlatish mumkin.

2) Kolloid eritmaga boshqa kolloid qo'shib koagulyatsiyani tezlatish mumkin.

3) Kolloid eritmani qizdirish yo'li bilan koagulyatsiya jarayonini tezlatish mumkin.

ELEKTROLITLAR TA'SIRIDAGI KOAGULYATSIYA

Eng kuchli koagulyatsiya chaqirish – elektrolitlar ta'sirida bo'ladi. Agar kolloid eritmaga har qanday elektrolitdan yetarli miqdorda qo'shilsa, koagulyatsiya sodir bo'ladi.

Kolloid eritmalariga *elektrolit qo'shilganda* koagulyatsiya sodir bo'lishini eng birinchi bo'lib kolloid kimyo sohasida ish olib borgan buyuk olimlar M.Faradey, T.Grem, F.Selmi va boshqalar kuzatganlar.

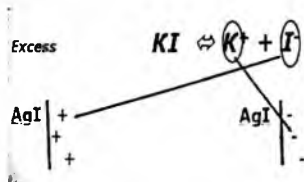
M.Faradey bu hodisani oltin gidrozolida ilmiy ishlar olib borib aniqlagan. Bu kuzatishlar quyidagi natijalarga va xulosalarga asos bo'la olishini keyinchalik aniqlaganlar. *Masalan:*

1) *Agar kolloid eritmaga har qanday elektrolitdan yetarli miqdorda qo'shilsa koagulyatsiya sodir bo'ladi.*

Koagulyatsiya sodir bo'lishini bevosita oddiy ko'z bilan ko'rish mumkin bo'lsa u ochiq koagulyatsiya, ko'rish mumkin bo'lmasa, yashirin koagulyatsiya deyiladi.

2) *Ochiq koagulyatsiya bo'lishi uchun elektrolit konsentratsiyasi koagulyatsiya konsentratsiyasi (koagulyatsiya chegarasi, ya'ni koagulyatsiya uchun kerak bo'lgan miqdor) qiymatidan ortiq bo'lishi kerak.*

3) *Koagulyatsiyaga elektrolitning faqat bir ioni, u ham bo'lsa kolloid zarracha zaryadiga qarama-qarshi bo'lgan ioni sabab bo'ladi. Musbat zaryadli kolloidlar anionlar ta'sirida, manfiy zaryadli kolloidlar kationlar ta'sirida koagulyatsiyaga uchraydi².*



² Colloid Science: Principles, methods and applications, Second Edition Edited by Terence Cosgrove, 2010
John Wiley & Sons, Ltd, P. 232

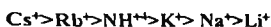
4) Koagulyatsiyaga uchrayotgan kolloidning koagulyatsiya chegarasi birinchi navbatda koagulyatsiyaga uchrayotgan ionning valentligiga bog'liq. Valentligi qancha katta bo'lsa, koagulyatsiyalash kuchi ham shuncha kuchli bo'ladi. Agar bir valentli kationning koagulyatsiyalash qobiliyati bir desak, ikki valentlikning qobiliyati 70, uch valentlikniki esa 550 bo'lar ekan.

G.U.Shulse va T.Gardi elektrolit ionining valentligi bilan uning koagulyatsiyalash qobiliyati orasida bog'liqlik borligini topdilar.

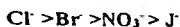
Shulse-Gardi qoidasi shunday ta'riflanadi:

Koagulyatsiyalovchi ionning valentligi qancha katta bo'lsa, uning koagulyatsiyalash qobiliyati shuncha kuchli va koagulyatsiya uchun kerak bo'ladigan konsentratsiyasi shuncha kam bo'ladi.

Bir xil ionlar bilan birikkan Li^+ , Na^+ , K^+ , Rb^+ , Cs^+ kationlarining manfiy kolloidlarni koagulyatsiyalash ta'siri quyidagi tartibda o'zgaradi:



Cl^- , Br^- , NO_3^- , J^- ionlarning musbat kolloidlarni koagulyatsiyalash ta'siri (kation bir xil bo'lganida):



qatorga muvofiq keladi. Bu kabi qatorlar kolloid kimyoda *liotrop qatorlar* deyiladi.

Koagulyatsiya jarayoni boshqa har qanday jarayonlarga o'xshab ma'lum vaqt ichida sodir bo'ladi. Shuning uchun ham u *kinetik jarayon* hisoblanadi. Koagulyatsiya tezligi kolloid sistema zarrachalarining broun harakatiga ularning o'zaro ta'siriga (*boshqacha aytganda, zarrachalarning o'zaro tortirish sferasi, radiusi kattaligiga va diffuziya koeffitsiyentiga*) va sistemadagi zarrachalarning dastlabki konsentratsiyasiga bog'liq.

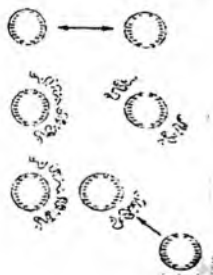
Agar ikkita zarracha bir-biri bilan birinchi to'qnashgandayoq o'zaro birikib yirik zarracha hosil qilsa, bunday koagulyatsiya *tez koagulyatsiya* deb ataladi va uning tezligi

- *kolloid zarrachalarning broun harakatining intensivligiga bog'liq bo'ladi va*

- *qo'shilayotgan koagulyasiyalovchi elektrolitlarning konsentratsiyasiga bog'liq bo'lmaydi.*

Agar koagulyatsiya tezligi qo'shilayotgan elektrolitlarning konsentratsiyasiga bog'liq bo'lsa, bunday koagulyatsiya *sust koagulyatsiya* deb ataladi.

Kolloid eritmaning *loyqalanishi*, keyinchalik *cho'kmaga tushishi va zol rangini o'zgarishi* koagulyatsiya sodir bo'lganini bildiradi.



Ayni zolni koagulyatsiyaga uchratish uchun kerak bo'ladigan elektrolitning minimal miqdori *koagulyatsiya chegarasi* deb ataladi.

Koagulyatsiya chegarasi odatda 1 litr zol uchun hisoblanadi. Agar tajriba uchun V ml zol olingan bo'lsa zolning koagulyatsiyalanish chegarasi

$$\gamma = \frac{CV \cdot 1000}{W}$$

tenglama bilan hisoblab topiladi. Odatda bu tenglama quyidagicha yoziladi:

$$\gamma = \frac{N \cdot V_{et} \cdot 1000}{V_{cl} + W}$$

bu yerda: N – elektrolitning mollar bilan ifodalangan konsentratsiyasi;

V – elektrolit eritmasining hajmi;

W – zolning litrlar bilan ifodalangan hajmi;

γ – elektrolitning koagulyatsiyalash chegarasi.

Koagulyatsiya chegarasini yana quyidagi tenglamalar bilan hisoblab topish mumkin:

$$a) \gamma = \frac{c \cdot n}{\left(1 + \frac{a}{b}\right)^2} \cdot 1000 \text{ mmol/l}$$

bunda C – elektrolitning konsentratsiyasi, n – koagulyatsiyalovchi ion valentligi, a – suvning miqdori, b – elektrolitning miqdori.

$$b) \gamma = \frac{C_{el} \cdot V_{el}}{V_{zol}}$$

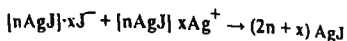
bunda C_{el} – elektrolitning konsentratsiyasi, V_{el} – elektrolitning koagulyatsiyaga uchragandagi eng kam miqdori, V_{zol} – zolning miqdori

Ilgari kolloid eritmaga elektrolit qo'shilganda kolloid zarrachalarning zaryadi nolga teng bo'lib qoladi, deb faraz qilinardi. Lekin Pavis va Ellis tekshirishlarining ko'rsatishicha, bu xulosa tajribada tasdiqlanmadi. Pavis koagulyatsiya sodir bo'lishi uchun granulaning zaryadi va dzeta-potensialini batamom nolga teng bo'lishi shart emasligini misollar bilan ko'rsatdi; dzeta-potensial ma'lum qiymatiga ega bo'landa ham koagulyatsiya vujudga kelaveradi. Zol sezilarli tezlikda koagulyatsiyalana boshlagan vaqtdagi dzeta-potensial – kritik dzeta-potensial deyiladi. Ko'pchilik zollar uchun kritik dzeta-potensialning qiymati 25-30 millivoltga teng bo'ladi. Dzeta-potensialning qiymati koagulyatsiya vaqtida 70 mv dan 30-25 mv gacha pasayadi. Lekin, dzeta-potensialning pasayishi koagulyatsiyaning asosiy sababi emas, ba'zan dzeta-potensial koagulyatsiya vaqtida kam o'zgaradi.

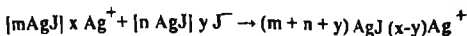
KOLLOIDLARNI KOLLOIDLAR TA'SIRIDAN KOAGULYATSIYALANISHI

Kolloid eritmaning qarama-qarshi zaryadli boshqa kolloid bilan ham koagulyatsiyalanishi yuqorida aytib o'tildi. Kolloidlarning kolloidlar bilan koagulyatsiyalanishi (*o'zaro koagulyatsiya*) ularning zaryadiga va konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi.

Masalan, AgJ ning musbat va manfiy zollari o'rtasida (*ular ekvivalent miqdorda olinganda*) bo'ladigan o'zaro koagulyatsiyani quyidagi sxema bilan ko'rsatish mumkin:



Agar musbat zaryadli zoldan ortiq miqdorda qo'shilgan bo'lsa, zol musbat zaryadli bo'lib qoladi va koagulyatsiyalanmaydi:



VII.1-jadval

As₂S₃ va Fe(OH)₃ zollarining o'zaro koagulyatsiyasi

10 ml aralashmadagi modda miqdori, mg		Kuzatilgan natija	Zolning elektroforezdagi harakati
Fe ₂ O ₃	As ₂ S ₃		
0,61	20,30	loyqalanadi	anodga tomon
6,08	16,60	tez cho'kadi	anodga tomon
9,12	14,50	to'liq cho'kadi	harakat kuzatilmaydi
15,30	10,40	tez cho'kadi	katodga tomon
24,30	4,14	biroz vaqtdan keyin loyqalanadi	katodga tomon
27,40	2,07	o'zgarish kuzatilmaydi	katodga tomon

Billiter As₂S₃ zoli bilan Fe(OH)₃ zolining o'zaro koagulyatsiyasini tekshirib ularning zaryadini elektroforez yordami bilan aniqladi. VII.1-jadval tekshirish natijalari ko'rsatilgan.

KOLLOIDLARNING QIZDIRISH TA'SIRIDAN KOAGULYATSIYALANISHI

Kolloid eritmalar qizdirilsa, ba'zan tez koagulyatsiyalanadi, ba qizdirish kam ta'sir etadi. Umuman, kolloidlar *qaynatilganida koagulya tezlashadi*. Buning sababi shundaki, eritma qizdiriganda eritmada zarrach ionlar o'rtasidagi *muvozanat buziladi*, ya'ni kolloid zarrachalarning g qavatlari buziladi hamda mitsellalarning yadrosidagi adsorbsiyalangan ii

desorbsiyalanib, kolloid zarrachalarning zaryadi kamayadi. Natijada kolloid eritmaning agregativ barqarorligi yo'qoladi va bunday zarrachalar bir-biri bilan birikib, zol koagulyatsiyalanadi.

Tajriba qismi:

4 - LABORATORIYA ISHI

ZOLLARNING KOAGULYATSIYA CHEGARASINI ANIQLASH VA SHULSE-GARDI QOIDASIGA BO'YSUNISHLIGINI TEKSHIRISH

Ishdan maqsad: Zolning koagulyatsiya chegarasini aniqlash, koagulyatsiya chegarasiga I, II, III-valentli elektrolitlar ta'sirini o'rganish va Shulse – Gardi qoidasiga bo'ysunishligini tekshirish.

Laboratoriya ishini bajarish uchun kerakli qurilma va reaktivlar: 3-laboratoriya ishida tayyorlangan zol; I, II, III valentlik elektrolitlar, 9 ta probirka va distillangan suv.

Ishni bajarish tartibi: 9 ta probirkaning har biriga 3-laboratoriya ishida tayyorlangan zoldan 5 ml dan quyiladi va ular VII.2-jadvalda keltirilgan hajmda distillangan suv hamda probirkalarga turli valentli elektrolitlardan aralastiriladi.

Oradan 10-15 minut o'tgandan so'ng qaysi probirkada loyqalanish yoki sedimentatsiya sodir bo'lganligi belgilanadi.

Kuzatish natijalarini VII.2-jadvalga quyidagicha shartli belgilar bilan yozib boriladi:

Koagulyatsiyaning yo'qligi	-
Kuchsiz loyqalanish (rangning o'zgarishi)	+
Kuchli loyqalanish	++
Cho'kma tushishi	+++

Elektrolitning koagulyatsiya chegarasini aniqlashda elektrolit eritmasini zol bilan suyultirilishini hisobga olish zarur. Agar elektrolit ko'p valentli ion hosil

qilsa, zarracha sirtida qayta zaryadlanish sodir bo'lishi mumkinligini nazarda tutish kerak.

VII.2-jadval

Koagulyatsiya chegarasini aniqlash bo'yicha eksperimental ma'lumotlar

№	Zol, ml	Distillangan suv, ml	I-valentli		II-valentli		III-valentli	
			Miqdori, ml	Cho'kma borligini belgilovchi shartli belgi	Miqdori, ml	Cho'kma borligini belgilovchi shartli belgi	Miqdori, ml	Cho'kma borligini belgilovchi shartli belgi
1.	5	5	0		0		0	
2.	5	0	5		5		5	
3.	5	1	4		4		4	
4.	5	2	3		3		3	
5.	5	2,5	2,5		2,5		2,5	
6.	5	3	2		2		2	
7.	5	3,5	1,5		1,5		1,5	
8.	5	4	1		1		1	
9.	5	4,5	0,5		0,5		0,5	

Har bir elektrolit uchun zolning koagulyatsiya chegarasi va koagulyatsiyalash qobiliyati quyidagi tenglamalar asosida hisoblab topiladi:

$$\gamma = \frac{C_{el} \cdot n}{\left(1 + \frac{a}{b}\right)^2} \cdot 1000 \quad \text{yoki} \quad \gamma = \frac{N \cdot V_{el} \cdot 1000}{V_{el} + W}$$

γ – elektrolitning koagulyatsiya chegarasi;

C_{el} – elektrolitning konsentratsiyasi;

n – elektrolitning valentligi;

a – suvning hajmi;

b – elektrolitning hajmi;

N – elektrolitning g. ekv./l lar bilan ifodalangan konsentratsiyasi;

V_{el} – elektrolit eritmasining hajmi;

W – zolning litrlarda ifodalangan hajmi.

Koagulyatsiya chaqiradigan dastlabki elektrolit eritmasining eng kichik hajmi – ikkita hajm oralig'idagi o'rtacha qiymat bo'yicha topiladi:

$$V_{el} = \frac{V_{cheg} + V_{cheg+1}}{2}$$

bunda V_{cheg} – koagulyatsiya sodir bo'lgan probirkadagi dastlabki elektrolit eritmasining hajmi; V_{cheg+1} – koagulyatsiya sodir bo'lmagan qo'shni probirkadagi dastlabki elektrolit eritmasining hajmi.

Olingan natijalar tahlili va xulosalar.

Tajribada olingan ma'lumotlarga asoslanib tarkibida turli valentli ion koagulyatorlar bo'lgan uchta elektrolit uchun koagulyatsiya chegarasining qiymati uning eng kichik qiymatiga bo'linadi:

$$\frac{\gamma_1}{\gamma_1} : \frac{\gamma_2}{\gamma_1} : \frac{\gamma_3}{\gamma_1} \quad (\text{Shulze-Gardi qoidasi})$$

Olingan natijalarni Deryagin nazariyasi bo'yicha nazariy hisoblab chiqilgan natija bilan solishtiriladi:

$$C_{koag}^I : C_{koag}^{II} : C_{koag}^{III} = 729 : 64 : 1$$

C_{koag} – I, II, III valentli ionning konsentratsiyasi

AMALIY MASHG'ULOT

DISPERS SISTEMALARNING BARQARORLIGI VA KOAGULYATSIYA CHEGARASINI ANIQLASH

1-misol. Uchta kolbaning har biriga 0,01 dan kumush xlorid zoli solingan. Kolbalardagi zollarni koagulyasiyalash uchun birinchi kolbaga 1n NaNO₃ dan 0,002l, ikkinchi kolbaga 0,01n Ca(NO₃)₂ eritmasidan 0,012l, uchinchi kolbaga 0,001n Al(NO₃)₃ eritmasidan 0,007l qo'shilgan. Uchala kolbada ham koagulyasiya sodir bo'lgan.

Elektrolitlar ta'sirida zollarning koagulyasiyalanish chegaralari topilsin. Zol zarrachalarining zaryad ishorasi aniqlansin.

Yechish: Zolni koagulyasiyalash uchun yetarli bo'lgan elektrolitning minimal konsentratsiyasi *mmol/l* yoki *mg-ekv. l* bilan ifodalanadi. Uni

hisoblash uchun

$$\gamma = \frac{N \cdot v_{\text{elek}} \cdot 1000}{v_{\text{elek}} + \omega}$$

formuladan foydalaniladi. Ishlatilgan uchala elektrolit uchun hisoblash uchun γ larni hisoblaymiz.

$$\text{NaNO}_3 \text{ uchun } \gamma = \frac{1 \cdot 0,002 \cdot 1000}{0,002 + 0,01} = \frac{2}{0,012} = 166,7 \text{ mg-ekv/l}$$

$$\text{Ca(NO}_3)_2 \text{ uchun } \gamma = \frac{0,01 \cdot 0,0012 \cdot 1000}{0,012 + 0,01} = \frac{0,12}{0,022} = 5,45 \text{ mg-ekv/l}$$

$$\text{Al(NO}_3)_3 \text{ uchun } \gamma = \frac{0,001 \cdot 0,007 \cdot 1000}{0,007 + 0,01} = \frac{0,007}{0,017} = 0,41 \text{ mg-ekv/l}$$

Demak, zolni koagulyasiyalash uchun Al(NO₃)₃ dan eng kam miqdorda talab qilinadi.

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. $18 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ kumush yodid zolini koagulyatsiyaga uchratish uchun $3,5 \cdot 10^7 \text{ m}^3$ bariy nitrat eritmasi sarf bo'ldi. Elektrolit eritmasining konsentratsiyasi $0,05 \text{ kmol/m}^3$. Zolning koagulyatsiya chegarasini hisoblang.

2. Mishyak sulfid zolini koagulyatsiyaga uchratishda natriy xlorid eritmasi ($10 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ zolga $1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ natriy xlorid eritmasi kerak) o'rniga $0,036 \text{ kmol/m}^3$ magniy xlorid ($10 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ zolga $0,1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ natriy xlorid eritmasi kerak) eritmasi

va $0,01 \text{ kmol/m}^3$ alyuminiy xlorid ($10 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ zolga $0,1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ natriy xlorid eritmasi kerak) eritmasi qo'shilsa zolning koagulyatsiya chegarasi necha marta kamayadi?

3. $1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ alyuminiy gidroksid zolini koagulyatsiyaga uchratish uchun $0,01 \text{ kmol/m}^3$ $K_2Cr_2O_7$ eritmasidan qancha qo'shish kerak? Zolning koagulyatsiya chegarasi $0,63 \cdot 10^{-3} \text{ kmol/m}^3$

4. Berilgan zol uchun elektrolitlarning koagulyatsiya konsentratsiyalari (kmol/m^3):

a) $\gamma_{K_2SO_4} = 50 \cdot 10^{-3}$; $\gamma_{MgCl_2} = 0,717 \cdot 10^{-3}$; $\gamma_{AlCl_3} = 0,093 \cdot 10^{-3}$;

b) $\gamma_{NaCl} = 51 \cdot 10^{-3}$; $\gamma_{SrSO_4} = 0,81 \cdot 10^{-3}$; $\gamma_{Al(NO_3)_3} = 0,095 \cdot 10^{-3}$;

Zol zarrachasi zaryadini aniqlang.

5. Kumush yodid zoli uchun elektrolitlarning koagulyatsiya chegaralari (kmol/m^3):

a) $\gamma_{KCl} = 256,0 \cdot 10^{-3}$; $\gamma_{Ba(NO_3)_2} = 6,0 \cdot 10^{-3}$; $\gamma_{Al(NO_3)_3} = 0,067 \cdot 10^{-3}$;

b) $\gamma_{KNO_3} = 51,0 \cdot 10^{-3}$; $\gamma_{Sr(NO_3)_2} = 0,81 \cdot 10^{-3}$

Zol zarrachasi zaryadini aniqlang va har bir elektrolit uchun koagulyatsiyalash qobiliyatini hisoblang.

6. $10 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$ $0,03 \%$ - li natriy xlorid eritmasiga $25 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ 10^{-3} kmol/m^3 kumush nitrat eritmasi qo'shildi. Olingan zolning koagulyatsiyasini o'rganish uchun kaliy bromid, bariy nitrat, kaliy dixromat, magniy sulfat va alyuminiy xlorid eritmalari qo'shildi. Qaysi elektrolitning koagulyatsiya chegarasi eng kichik va koagulyatsiyalash qobiliyati eng past?

7. Koagulyatsiya xodisasini o'rganish uchun temir gidroksid zoliga $5 \cdot 10^{-6} \text{ kmol/m}^3$ konsentratsiyali bariy xlorid eritmasi qo'shildi. Elektrolit eritmasini suv bilan 1:1; 1:2; 1:4; 1:6; 1:7; 1:8; 1:15 nisbatlarda suyultirildi. Yettita probirkaning har biriga $10 \cdot 10^{-3}$ zol qo'shilib ustiga $5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ suyultirilgan eritmalaridan qo'shildi. Probirkalami chayqatib qo'yib qo'yildi.

suyultirish	1:1	1:2	1:4	1:6	1:7	1:8	1:15
koagulyatsiya	cho'kma	cho'kma	cho'kma	cho'kma	xira	-	-

Natijalardan foydalanib, elektrolitning koagulyatsiya chegarasini hisoblang.

8. $5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ temir gidroksid zolida ochiq koagulyatsiya sodir bo'lishi uchun quyidagi elektrolitlar qo'shiladi:

1) $4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 \text{ kmol/m}^3$ li kaliy xlorid;

2) $0,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 5 \cdot 10^{-3} \text{ kmol/m}^3$ li kaliy sulfat;

3) $3,9 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3 1,7 \cdot 10^{-4} \text{ kmol/m}^3$ kaliy ferratsianid eritmali

elektrolitlarning koagulyatsiya chegaralarini hisoblang. $K_f[Fe(CN)_6]$ eritmasining koagulyatsiyalash qobiliyati KCl va K_2SO_4 larning koagulyatsiyalash qobiliyatidan necha marta ko'p?

KO'P VARIANTLI MASALALAR

Ucha kolbaning har biriga ω hajmda kumush xlorid (AgCl) zoli solingan. Kolbalardagi zollarni koagulyatsiyalash uchun birinchi kolbaga N_d konsentratsiyali natriy nitrat ($NaNO_3$) dan V_{el} hajmda, ikkinchi kolbaga N_d konsentratsiyali kalsiy nitrat ($Ca(NO_3)_2$) dan V_{el} hajmda, uchinchi kolbaga N_d konsentratsiyali alyuminiy nitrat ($Al(NO_3)_3$) dan V_{el} hajmda qo'shilgan. Uchala kolbada ham koagulyatsiyalanish sodir bo'lgan. Elektrolitlar ta'sirida zollarning koagulyatsiya chegaralari (γ) topilsin.

№	ω, l	Birinchi kolba		Ikkinchi kolba		Uchinchi kolba	
		N_{el}	V_{el}, l	N_{el}	V_{el}, l	N_{el}	V_{el}, l
1.	1	2	1	1	4	0,0625	4,5
2.	0,02	0,1	2,5	0,1	0,5	0,0625	2,5
3.	0,5	1	4	1	2	0,0625	0,5
4.	1,5	1	3,5	0,5	1	0,1	1
5.	5	1,5	1	0,05	4	0,001	3
6.	3,2	1	1,5	0,5	1	0,11	0,5
7.	2,8	1	2,5	0,5	2,5	0,5	1
8.	0,3	1	4	0,1	4	0,05	2,5
9.	1,5	1	1	0,1	3,5	0,05	4

10.	2,5	1	3	1	1	0,05	3,5
11.	4,3	0,125	2,5	0,1	1,5	0,0625	1
12.	3,8	0,125	2	0,1	2,5	0,0625	1,5
13.	0,8	3	1	1	4	0,0625	2,5
14.	4,5	3	4	1	0,5	0,0625	4
15.	2,9	3	0,5	0,125	3,5	0,1	0,5
16.	0,01	0,3	2	0,125	1	0,1	3,5
17.	0,9	0,5	1	0,03	4,5	0,01	1
18.	1	0,5	4	0,3	2,5	0,1	4,5
19.	4	3	0,5	0,5	0,5	0,1	2,5
20.	2,7	0,5	3,5	0,03	4,5	0,1	0,5
21.	3,9	0,0625	1	0,02	2,5	0,001	1
22.	3	6,25	4,5	2	0,5	0,125	3
23.	2	0,625	2,5	0,25	1	0,0125	4,5
24.	4,1	0,0625	0,5	0,025	3	0,003	2,5
25.	0,8	0,0625	1	0,025	4,5	0,003	0,5
26.	0,05	0,0625	3	0,025	2,5	0,003	2
27.	1,6	2	4	0,0625	0,5	0,003	1,5
28.	2,7	2	2,5	0,0625	1	0,025	0,005
29.	0,7	2	1	0,25	3	0,0625	0,002
30.	0,01	1	0,002	0,01	0,012	0,001	0,007

O'z-o'zini nazorat va muhokama qilish uchun savollari

1. Kolloid sistemalarning barqarorligi deganda nima tushunasiz?
2. Barqarorlik turlari. Barqarorlik omillari.
3. Barqarorlik to'g'risida DLFO nazariyasi.
4. Yoruvchi bosimining yuzaga kelish sabablari.
5. Koagulyatsiyani yuzaga keltiruvchi omillar.
6. Koagulyatsiyaga misollar keltiring.
7. Ochiq va yashirin koagulyatsiya.
8. Elektrolitlar ta'siridagi koagulyatsiya. Shulse-Gardi qoidasi.
9. Koagulyatsiyaning DLFO nazariyasi.
10. Koagulyatsiya tezligi. Tez va sust koagulyatsiyaga ta'rif bering.

VIII. MIKROGETEROGEN DISPERS SISTEMALAR

TAYANCHI SO'Z VA IBORALAR

Suspenziya	dispers fazasi qattiq, dispersion muhiti suyuq bo'lgan sistema.
Emulsiya	bir suyuqlik tomchilarining boshqa suyuqlik ichida tarqalishidan hosil bo'lgan dispers sistema.
Emulgator	barqarorlikni ta'minlovchi modda.
Konlessensiya	dispers faza tomchilarining bir-biri bilan birikib, suyuqlik qavatidan ajralishi.
Ko'pik	dispers fazasi gaz, muhiti suyuqlik bo'lgan sistema.
Aerozol	dispers fazasi qattiq yoki suyuq, dispersion muhit esa bo'lgan sistema.
Kukun	dispers fazasi qattiq, dispersion muhiti havodan iborat sistema.

Kolloid sistemalar *dispersligiga, agregat holatiga, dispers muhitning tabiatiga va fazalar ta'siriga qarab sinflarga bo'linadi*. Shundan dispers faza zarrachalarining o'lchami 100 nm dan katta bo'lgan sistemalar – *dag'al dispers sistemalar* deyiladi.

Dispers muhitning agregat holatiga qarab dag'al dispers sistemalar *bir nechta xil bo'ladi*:

- *suyuq dispers muhitdan* iborat sistemalar. Ular suspenziya, emulsiya va ko'piklar misol bo'ladi;
- dispers muhiti *gaz yoki havodan iborat* sistemalar. Bularga aerozollar va kukunlar (aralashmalar) kiradi.

Bunday dispers sistemalarning dispers fazasi zarrachalarining o'lchamini oddiy mikroskopda ko'rish mumkin va ular *mikrogeterogen sistemalar* deyiladi.

Mikrogeterogen sistemalarning zarrachalari nisbatan tez cho'kishi mumkin. Ular ko'pincha tiniq bo'lmaydi. Mikrogeterogen sistemalar tabiatda, qishloq xo'jaligida, oziq-ovqat sanoatida va boshqa sohalarda keng tarqalgandir (*masalan: sut, qaymoq, saryog', o'simlik sharbati, kosmetik kremlar, margarin, tuxum sarig'i surtma dorilar, pastalar*).

Table 1.1 Types of colloidal dispersion

Dispersed phase	Dispersion medium	Name
Liquid	Gas	Liquid aerosol
Solid	Gas	Solid aerosol
Gas	Liquid	Foam
Liquid	Liquid	Emulsion
Solid	Liquid	Sol. suspension
Gas	Solid	Solid foam
Liquid	Solid	Solid emulsion
Solid	Solid	Solid suspension

Table 1.2 Some occurrences of emulsions, foams, and suspensions.

Field	Foam	Emulsion	Suspension
Environment and meteorology	Polluted river foams, bubbles of air in oceans and rivers	Waters/sewage treatment emulsions, oil spill mouse emulsions	Suspended particles in rain, ocean, lake and river water, glacial runoff
Foods	Champagne, soda and beer heads, whipped cream, meringue, ice cream	Milk, butter, creams, mayonnaise, cheese sauces, cream liqueurs	Jellies, chocolate drinks, semi-frozen drinks, ice cream, vegetable shortening
Geology, agriculture, and soil science	Foam harigant, insecticide and herbicide blankets, bubbles of volatiles in magma	Insecticides and herbicides, sulfide melt in magmas	Mud, quicksand, clay soil suspensions
Manufacturing and materials science	Foam fractionation, pulp and brownstock foam, detergent foam, flotation de-aerating froth	Polishes, asphalt (parking emulsion, latex paint	Ink, gel, paints, pulp fibre suspensions
Biology and medicine	Vacuoles, insect excretions, contraceptive foam, gastrointestinal foam	Soluble vitamin and hormone products, biological cells, blood, vesicles	Emulsion suspensions, protein, viruses, polymer-encapsulated drugs
Petroleum production and mineral processing	Refinery foams, oil and bitumen flotation froth, fire-extinguishing foam, explosion suppressant foam, mineral flotation froth	Emulsion drilling and stimulation fluids, in situ reservoir emulsions, process emulsions, transportation emulsions	Drilling fluids, drill cuttings, mineral process slimes, industrial process slimes
Home and personal care products	Shampoo suds, shaving cream, contraceptive foam, bubble bath foam, hair-shing mousse	Hair and skin creams and lotions	Toothpaste, scrubs, facial masks, lip balms

SUSPENZIYALAR

Qattiq dispers faza va suyuq dispersion muhitidan iborat dag'al dispers sistemalar suspenziyalar deb ataladi. Masalan, suvga tuproq, qum yoki bo'r solib chayqatilsa, suspenziya hosil bo'ladi.



Suspenziyalar liofob zollarga o'xshab *dispergasiya* va *kondensasiya* usullari bilan olinadi. Dispers faza konsentrasiyasiga qarab suyuq va konsentrlangan suspenziyalarga bo'linadi.

Konsentrlangan suspenziyalar – pastalar deyiladi.

Suyuq suspenziyalar loyqa bo'lib, liofob zollardan farqi o'laroq ularda opalessensiya hodisasi kuzatilmaydi. Chunki, yirik zarrachalarga tushgan yonug'lik nuri tarqalmasdan sinadi.

Suspenziyalarda *brown harakati*, *diffuziya*, *osmotik bosim* deyarli kuzatilmaydi. Fazalar chegarasida *qo'sh elektr qavati* bo'lishi mumkin.

Suspenziyalarning agregativ barqarorligi, liofob zollar kabi sathlar yuzasidagi Gibbs energiyasining *minimumga intilishi* bilan tushuntiriladi. Ularning *agregativ barqarorligi* stabilizatorlar – SFM qo'shib oshiriladi.

SFM molekullari dispers faza zarrachalari sathida adsorbsiyalanib *yupqa strukturalangan, mexanik pishiq, dispers muxit bilan yaxshi ho'llanadigan qatlam-plyonkalar* hosil qiladi. Bunda faqat agregativ barqarorlik oshib qolmasdan, sedimentatsiya ham sekinlashadi, chunki *muhit qovushqoqligi* ortadi.

Suspenziyalar – sedimentasion beqaror sistemalardir, chunki zarrachalar og'irlik kuchi ta'sirida cho'kadi. Dispersion muhit ichida dispers fazaning cho'kish jarayoni – *sedimentatsiya* deyiladi. Sedimentatsiya hodisasini hamma suspenziyalarda ham kuzatish mumkin, lekin *sedimentatsiya tezligi* har xil bo'ladi.

Suspenziyalarda dispers faza zarrachalarining cho'kish tezligi *muhit zichligiga, qovushqoqligiga va dispers faza zarrachalarining zichligiga hamda ularning radiusiga bog'liqdir*. Agar t vaqt ichida zarrachaning bosgan yo'li H bo'lsa, sedimentatsiya tezligida $V = H/t$ bo'ladi.

Sedimentatsiya tezligi bilan muhitning qovushqoqligi va zichligi orasidagi bog'lanishi quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$V = \frac{2}{9} \frac{r^2(D-d)g}{\eta_0}$$

(VIII.1)

bu yerda

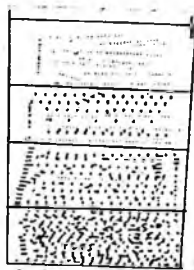
r – zarracha radiusi,

η_0 – dispersion muhitning qovushqoqligi,

D – zarracha moddasining zichligi,

d – dispersion muhit zichligi,

g – og'irlik kuchi tezlanishi.



Dispers sistema ichida avval yirik zarrachalar, so'ngra o'rtacha undan keyin esa mayda zarrachalar cho'kadi. Bunda albatta, $D > d$ bo'lgan xollardagina cho'kish kuzatiladi. Agar $D < d$ bo'lsa, aksincha dispers faza suyuqlik sirtiga qalqib chiqadi.

Sedimentatsion analiz usullaridan foydalanib zarrachalarning cho'kish tezligi aniqlanadi. Sedimentatsion analizda N.A.Figurovskiyning sedimentatsion tarozisidan foydalaniladi.

VIII.1-tenglamadan foydalanib, zarrachalar radiusi hisoblab topiladi

$$r = \sqrt{\frac{9 \cdot v \cdot \eta}{2g(\rho - \rho_0)}} \quad \text{(VIII.2)}$$

va zarrachalar taqsimlanishi egrisi chiziladi. Bu analiz yo'li bilan qaysi zarrachadan qanday miqdorda borligini aniqlash mumkin.

EMULSIYALAR

Emulsiyalar dag'al dispers sistemalar sinfiga kiradi. *Bir-birida amalda erimaydigan ikki suyuqlikdan iborat mikroheterogen dispers sistemaga emulsiya deyiladi. Shuningdek: bir suyuqlikning maydalangan tomchilarini ikkinchi bir*

suyuqlikda bir tekis tarqalib hosil qilgan dag'al dispers sistemaga emulsiya deyiladi.

Emulsiya tarkibidagi suyuqlikdan biri suv bo'lib, unda erimaydigan ikkinchi suyuqlik moy deb ataladi. Moy o'rnida suvda amaliy erimaydigan har xil suyuqliklar *benzol, toluol, xloroform, paxta moyi* va boshqalar qo'llanilishi mumkin.

Emulsiyada suyuqliklardan biri dispers faza, ikkinchisi dispersion muhit vazifasini o'taydi. Emulsiyaning turi, konsentratsiyasi va emulgator tabiatiga qarab suyuqliklardan biri dispersion faza, ikkinchisi dispersion muhit vazifasini o'tay oladi.

Emulsiya olish uchun suyuqliklar aralashmasi *intensiv chayqatiladi*, ba'zan *ultratovush to'lqini* ta'siridan foydalaniladi. Emulsiyaning barqarorligini ta'minlash uchun *emulgator* qo'shiladi. Emulgator sifatida har xil sirt-faol moddalar va sovun qo'llanilishi mumkin. Suyuqliklarning zichligi bir-biridan qancha kam farq qilsa, emulsiya shuncha oson hosil bo'ladi.

Emulsiyalar dispersion muhit tabiatiga qarab *ikki turda bo'ladi*:

1 – tur, to'g'ri emulsiya,

2 – tur, teskari emulsiyalar.

To'g'ri emulsiyada dispersion muhit – suv, dispers faza – moy bo'ladi, qisqacha uni moyning suvdagi emulsiyasi, ya'ni: *m/s* – deb belgilanadi. Teskari emulsiyada esa, muhit moy dispers faza suv bo'ladi, uni suvning moydagi emulsiyasi deb atalib, qisqacha: *s/m* – deb belgilanadi.

Emulgator bilan stabillangan 1 va 2 tur emulsiyalar quyidagi rasmda keltirilgan.

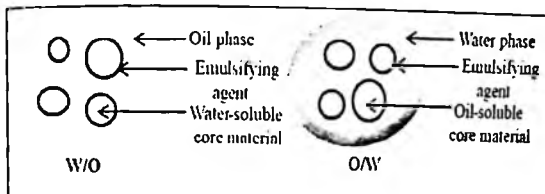


VIII.1-rasm. M/S va S/M turidagi emulsiya tomchilarining tuzilishi

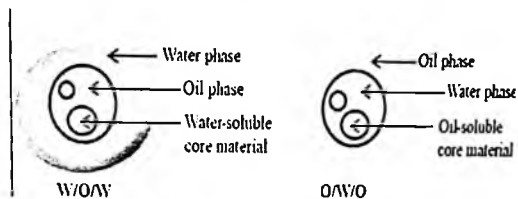
Amalda emulsiyalar tarkibida yuqorida keltirilgan klassik o'lichamlari chegarasidan oshadigan tomchilar, ba'zida o'nlab yoki yuzlab kromometr gacha ko'tarilishi mumkin. Qanday turdagi suyuqlik uzluksiz fazani tashkil etilishiga qarab emulsiyalar turlarga ajraladi (VIII.1 – rasm):

- suvda tarqalgan yog'li tomchilar uchun - suvda yog' (S/M) (VIII.2 - rasmda O/W bilan belgilangan)

- yog' ichida tarqalgan suv tomchilari uchun – moyda suv (M/S). (VIII.2 - rasmda W/O bilan belgilangan)¹



VIII.2 - rasm. S/M va M/S turidagi emulsiyalarning tuzilishi



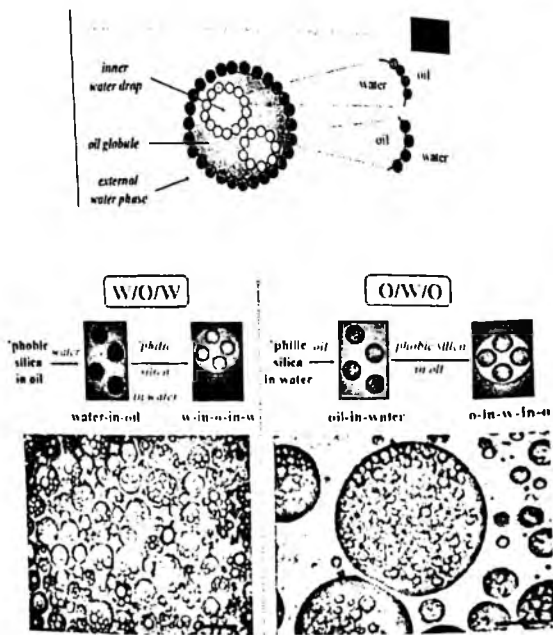
VIII.3 – rasm. (S/M/S) va (M/S/M) turidagi emulsiyalarning tuzilishi

Amaliy holatlarda har doim ham oddiy emas balki qo'sh emulsiyalar², ya'ni moy-suv-moy (M/S/M) va suv-moy-suv (S/M/S) tarzida ham uchrashi mumkin.

¹ Laurier L. Schramm Emulsions, Foams and Suspensions 2005 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

Qo'sh emulsiya tomchilari juda keng (o'nlab mm) bo'lishi mumkin va ichki qavatining ham o'nlab tomchilari bo'lishi mumkin. N.Garti va C.Bisperink tomonidan qo'sh emulsiyalarning rivojlanishi va qo'llanilishi o'rganib chiqilgan.

Ilovalar:



Hatto murakkab emulsiya turlari ham bo'lishi mumkin; VIII.4-rasmda misol qilib keltirilgan *neft xom ashyosi W/U/W/O* emulsiyasidan tashkil topgan. Tashkil topgan emulsiya turi bir qator omillarga bog'liq. Agar o'zgarishlar miqdori juda katta yoki juda kichik bo'lsa, undan kichik hajmga ega bo'lgan faza tez-tez tarqalgan faza hisoblanadi. Agar nisbati bir-biriga yaqin bo'lsa, boshqa omillar natijani aniqlaydi.



emulsiya turlari

VIII
4-
ras
m.
Mu
rak
kab



Emulsiyadagi dispers fazaning mayda tomchilari o'zaro qo'shilib yirik tomchilar xosil qilishi, nihoyat emulsiyani ikki suyuqlik qatlamiga ajralishi konfessensiya yoki emulsiyaning buzilishi-deviladi.

Emulsiyada dispers faza tomchilarining o'lchami, ya'ni diametri 0,1 – 50 mikron oralig'ida bo'lishi mumkin.

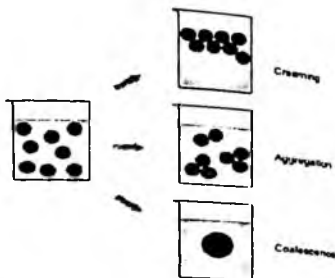
Dispers fazaning konsentratsiyasiga qarab emulsiyalar:

- a) suyultirilgan
- b) konsentrlangan
- v) yuqori konsentrlangan emulsiyalarga

bo'linadi.

Dispers fazasining konsentratsiyasi 0,1 – 2% oralig'ida bo'lgan suyultirilgan emulsiyalar agregativ barqaror emulsiyalar bo'lib, ularga emulgator qo'shish talab etmaydi.

Dispers fazasining konsentratsiyasi 2% gacha bo'lgan emulsiyalar xam suyultirilgan emulsiyalar sinfiga kiradi, biroq ularga emulgator qo'shib barqarorligi ta'minlanadi. Bu sinf emulsiyalarda dispers faza tomchilari sferik shaklda bo'lib diametri 50 mmk gacha bo'lishi mumkin. Ular barqaror emulsiya bo'lgani uchun ularda konfessensiya jarayoni o'z-o'zicha bormaydi.



Konsentrlangan emulsiyalarning suyultirilgan emulsiyalardan farqi shuki, ularda dispers fazaning miqdori

ko'p – 2 dan 74% gacha bo'ladi.

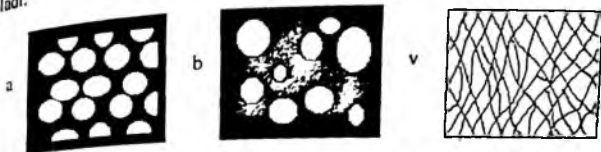
Bunday emulsiyalarning tomchilari *sferik shaklini* saqlab qoladi va o'lchami 0,1 dan 50 mmk gacha bo'ladi.

Dispers fazaning miqdori 2 – 74% orasida bo'lgani uchun konsentrlangan emulsiyalarda agregativ barqarorlikni ta'minlashda birmuncha faol *emulgatorlar qo'llaniladi*. Bunga sabab ularda Brown harakati va diffuziya jarayonidir.

Yuqori konsentrlangan emulsiyalarda dispers fazaning hajmiy konsentratsiyasi 74 – 99% gacha bo'ladi va bunda qovushqoqlik juda yuqori bo'lib, *struktura – mexanik xossalarga ega bo'lib qoladi*. Shuning uchun ularni *jelatinalangan emulsiya* deyiladi. *Masalan:* agar 1% oleat natriy bilan stabilangan 1-tur emulsiya tayyorlansa, u oquvchanligini batamom yo'qotgan sovun kabi qattiq holatga o'tadi. Uni faqat pichoq bilan kesish mumkin.

Yuqori konsentrlangan emulsiyalarda dispers faza miqdori ortgan sari *tomchilar bir-birini o'zaro deformatsiyalaydi*. Nihoyat, ular yupqa suyulqik qatlamiga joylashgan emulgator pardasi bilan bir-biridan ajralgan ko'p qirrali *poliedrik shaklga* o'tib qoladi. Haqiqatdan ham agar ushbu emulsiya mikroskop orqali qaralsa, undagi tomchilar xuddi *asalari iniga (sotto ko'rinishga)* o'xshash xolda kuzatiladi. Yuqori konsentrlangan emulsiyalarda dispersion muhit qatlamining qalinligi emulgator tabiatiga qarab 100Å gacha yuqalashishi mumkin. Yuqori konsentrlangan emulsiyalarda tomchilar zich joylashganligi

uchun ularning barqarorligi emulgatorning tabiati va konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi.



VIII.5-rasm. Emulsiya turlari:
konsentrlangan monodispers emulsiya (a),
polidispers emulsiya (b),
yuqori konsentrlangan emulsiya (v)

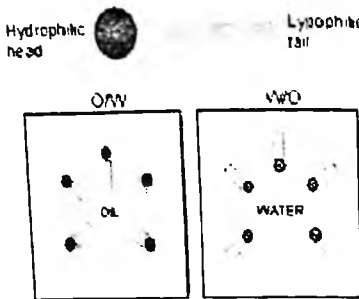
Odatda emulsiyalar bir-birida erimaydigan suyuqliklar aralashmasiga emulgator qo'shib *intensiv chayqatish bilan mexanik dispergatsiya usulida olinadi*.

Dispergatsiya jarayonini tezlatish uchun maxsus emulgatorlar qo'llaniladi. Emulsiya barqarorligi emulgator tabiatiga, haroratga, fazalar nisbatiga va boshqalarga bog'liq.

Emulgatorlarning tabiati barqarorlikni tamirlash bilan birga emulsiya turini aniqlaydi. Masalan, gidrofil emulgatorlar asosan suvda yaxshi eriydi va M/S turidagi emulsiyani hosil qiladi. Agar qattiq emulgator suvda yaxshi namlangan M/S turidagi emulsiya, agar kukun uglevodorodda yaxshi namlangan S/M turidagi emulsiya hosil bo'ladi.

Suv va yog' birgalikda yaxshilab aralashtirilsa va kuchli silkitilsa, suvda moy tomchilari tarqalishi va aksincha bo'lishi mumkin. Chayqatish to'xtaganda, fazalar ajrala boshlaydi. Sistemaga, emulgator qo'shilsa, tomchilar qayta disperslanadi va stabilangan emulsiya olinadi.

Emulgator suvni yahshi ko'radigan gidrofil (boshcha) va moyni yoqitiradigan hidrofob qismlaridan (dumcha) iborat (VIII.6-rasmga qarang). Emulgator moy/suv yoki havo/suv chegara sathlarida joylashadi va sirt tarangligini kamaytirish orqali emulsiyani stabillaydi.



VIII.6 – rasm. Yog' suv ichida (chap) va yog'da suv (o'ng) emulsiyasi

Emulsiya hosil qilish qobiliyatiga qo'shimcha ravishda qo'shilgan emulgatorlar yoki boshqa oziq-ovqat moddalari bilan ta'sir o'tkazish mumkin; masalan, oqsillar yoki uglevodlar.¹

Emulgator sinflari

Emulgator turi	M/S turidagi emulsiyalar uchun gidrofil emulgatorlar	S/M turidagi emulsiyalar uchun hidrofob emulgatorlar
Dag'al emulgatorlar	CaCO ₃ , CaSO ₃ , Fe ₂ O ₃ , Fe(OH) ₃ , SiO ₂ , tuproq, un va boshqalar	HgI ₂ , PbO, PbS, qurum va boshqalar
Kolloid emulgatorlar	Jelatin, kazein, albumin, dekstrin va boshqalar	Qatronlar, kauchuk va boshqalar.
Molekulyar emulgatorlar	Ishqoriy metallar sovunlari, bo'yoqlar	Ko'p valentli metallar sovunlari

Emulsiya turini aniqlash usullari:

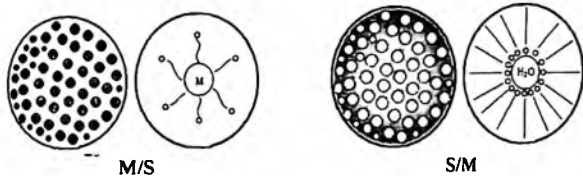
1) *Ortiqcha qutblangan yoki qutblanmagan suyuqlik bilan aralashirish usuli* – bir tomchi emulsiya shisha plastinka ustiga tomiziladi. Uni yoniga bir tomchi suv yoki moy tomizilib, shisha plastinkani qiyalatish orqali tomchilar birlashtiriladi va qaysi bir tomchining qo'shilib ketishi kuzatiladi. Olingan

¹ Terence Cosgrove. Colloid Science Principles, methods and applications Second Edition. 2010. John Wiley and Sons, Ltd, 118-123 p.

suyuqliklarning qaysi biri emulsiya tomchisi bilan qo'shilib ketsa, o'sha suyuqlik dispersion muhit xisoblanadi.

2) *emulsiyaning elektr o'tkazuvchanligi orqali* turini aniqlash mumkin. Bu usul suv va suvli eritmalarining "moy"ga nisbatan sezilarli elektr o'tkazuvchanlikka ega ekanligiga asoslangan. Buning uchun tekshiralayotgan emulsiyaga tushirilgan ikki elektrod va akkumulyatordan tashkil topgan zanjirga milliampermetr ulanadi. Agar dispersion muhit "suv" bo'lsa milliampermetr sezilarli darajani ko'rsatadi. Bardiye dispersion muhit "moy" bo'lsa zanjirda tok bo'lmaydi.

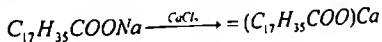
3) *Emulsiyani rangga bo'yash orqali* ham uning turini aniqlasa bo'ladi. Buning uchun emulsiyani tashkil qilgan suyuqliklardan faqat birida eriydigan bo'yoq olinib, bu bo'yoq emulsiyaga qo'shiladi va emulsiyaning bir tomchisi mikroskop ostida qaraladi. Masalan, *sydan-III moyda eriydigan qizil rangdagi bo'yoq*:

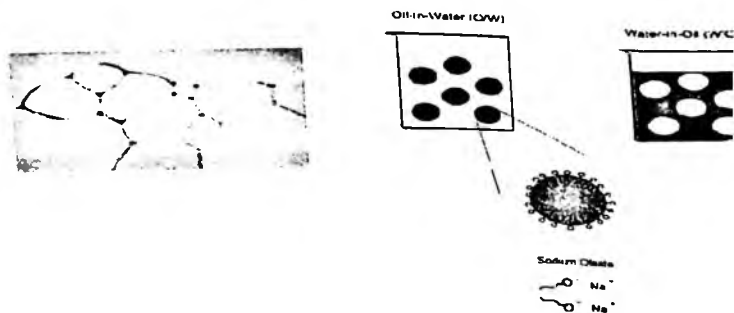


4) *Emulsiya tomchisini gidrofob yoki gidrofil sathni xo'llashi orqali*. Masalan, emulsiyani filtr qog'ozni ho'llashi kuzatiladi.

5) *Flyuoressensiya usuli* – S/M turidagi emulsiyalarga ultrabinafsha nur berilsa, yorqin ranglar hosil bo'ladi.

Agar M/S turidagi emulsiyada gidrofil emulgator (masalan, natriy oleat) gidrofob emulgatorga (masalan, kalsiy oleatga) almashtirilsa S/M turidagi emulsiya hosil bo'lishi mumkin. Bir turdagi emulsiyaning ikkinchi turdagi emulsiyaga o'tish hodisasi – *emulsiya fazalarining almashinuvi* deb ataladi.





VIII.7 – rasm. Emulsiya fazalarining almashinuvi

KO'PIKLAR

Ko'piklar dag'al dispers sistemalar sinfiga kiradi. Agar emulsiyadagi bir suyuqlik o'miga gaz olinsa, ko'pik xosil bo'ladi.

Ko'pik – gaz va suyuqlikdan hamda xuddi emulsiyalardagi stabilizatorlardan iboratdir. Gaz pufagi ko'piklarda mm, ba'zan sm larda bo'lgan U yupqa suyuqlik pardasi bilan bir-biridan ajralgan holda bo'ladi.

Masalan, suv va xavodan iborat barqaror ko'pik olish uchun *sovun*, *yet* va *oqsillar* stabilizator sifatida ishlatiladi. Emulsiyalardagi kabi stabilizator sifatida sirt-aktiv modda ishlatiladi. Stabilizator suyuqlikning sirt taranglik kamaytirib, *mexanik jihatdan mustaxkam pardalar xosil bo'lishini tami* Ko'pik pardasi qattiq bo'lganida ko'pik barqaror bo'ladi. Ko'piklarni barqaror to'g'risida aniq nazariya yo'q. Ularning barqarorlik mezonini – *yashash davridi*

Ko'piklar asosan *disperslash* usuli bilan olinadi – *tez chayqatish*, *gaz puflash*.

Har qanday ko'pikni miqdoriy jihatdan xarakterlash uchun ko'pik ko'payuvchanligi (*karraliligi*) nomli kattalik "K" kiritilgan:

$$K = V_k / V_c$$

bu yerda V_k - ko'pik hajmi
 V_c - suyuqlik hajmi.

Ko'piklar ham turmush va texnikada katta ahamiyatga ega.

Masalan, rudalarni boyitishda ishlatiladigan flotatsiya usuli ko'pik xosil qilish jarayoniga asoslangan. Undan tashqari sathlardan iflosliklarni olib chiqishda, vinochilikda, qandolatchilikda alohida o'rin tutadi. Ko'piklarning ayrim turlari - aerogellar katta ahamiyatga ega. Ulardan izolyatsion sistemalar, mikroq'ovak charmlar, penoplast ko'pikshisha va boshqa sistemalar tayyorlanadi. Konditer maxsulotlari tayyorlashda xam qattiq ko'piklar ishlatiladi.

Qattiq ko'piklarga misillar:



Porolon



g'isht



g'ovakli shokolad

KUKUNLAR



Kukunlar - dispersion muhiti havodan, dispers fazasi qattiq zarrachalardan iborat mikroeterogen sistemadir. Kukunlarga chang xolatigacha maydalangan ko'mir, qurum, zarrachasining diametri har xil bo'lgan oksidlar (magniy oksid, titan oksid, rux oksid, tenir oksid) bo'r, kaolin, kraxmallar, un va kukun holdagi dorilar kiradi. Zarrachalar o'lchami - 10^{-8} dan 10^{-4} ni gacha.

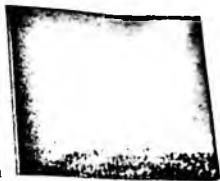
Kukunlarning sath yuzasi katta bo'lib, yuqori adsorbsiyalash qobiliyatiga ega. Ular bir-biriga yopishib, shar shakliga kirib qolishi mumkin. Bu xossasidan granula olishda keng foydalaniladi.

Ba'zi moddalar *masalan*, ko'mir kukun holatiga o'tganida uning g'ovakligi ortib, adsorbsiyalovchi xossasi kuchayadi. Sanoatda ishlab chiqariladigan foydali qazilmalar, mineral o'g'itlar, ohak va boshqa moddalar *granula* holatiga o'tkazib ishlatiladi. Kukunlar tabiatiga va zarrachalarning katta-kichikligiga qarab ko'p sohalarda qo'llaniladi.

Xossalari – *sochiluvchanlik, yopishuvchanlik, yonuvchanlik, portlash* va h.k.

AEROZOLLAR

Aerozollar – suyuqlik yoki qattiq jism zarrachalarining gaz muhitida tarqalishidan hosil bo'lgan mikroeterogen dispersiyalar sistemalaridir. *Tabiiy* va *texnik aerozollar* ma'lumdir. Tabiiy aerozollar atmosferasida sodir bo'ladigan turli - tuman jarayonlar natijasida kelib chiqadi. Texnik aerozollar insonning ishlab chiqarish faoliyati tufayli kelib chiqadi.



Masalan, ruda qazish va uni qayta ishlash, yoqilg'i yoqish, ko'mir qazish va uni maydalash, sement ishlab chiqarish va xokazolar. Sanoatda paydo bo'ladigan aerozollar inson salomatligiga salbiy ta'sir ko'rsatadigan sababli texnik aerozollarni yo'qotish jamiyat oldida turgan dolzarb masalalardan biri.

Qishloq xo'jaligida, sanoatda ishlatiladigan sun'iy aerozollar kullarda mehnat unumdorligini oshiradi.

Sun'iy aerozollar tibbiyotda ham turli kasalliklarni davolashda kelinadi.

Aerozollar dispersiyasining agregat holatiga qarab quyidagicha bo'ladi:

1. dispersiyasi suyuq bo'lgan aerozollar – *tumanlar* ($10^{-7} - 10^{-5}$ m)

2. dispers fazasi qattiq bo'lgan aerozollar – *chang* (10-5m)
3. dispers fazasi aralash bo'lgan aerozollar – *tutun* (smogi deyiladi; $10^{-7} - 10^{-5}m$)



Olinishi: *kondensatsiya usuli* – bug' fazasidan molekullarni kolloid zarracha o'lchamigacha yiriklash.

Dispergatsiya – bu usulda aerozollar xosil bo'lishi noxush voqealarga olib keladi. Ko'pincha ular yonish reaksiyasi orqali olinadi. Aerozollar yorug'lik tarqatish qobiliyatiga ega. *Qovushqoqligi, zichligi past* – shuning uchun brour harakati, diffuziya tezligi katta. Aerozollarda qo'sh elektr qavat bo'lmaydi. Lekin ular qarama-qarshi zaryadlangan bo'ladi. Shu sababli ular yuqori kuchlanishli elektr maydon hosil qiladi.

Ahamiyati: AgI va Pbl₂ aerozollari sun'iy yomg'ir chaqirishda, yoki dolin oldini olishda qo'llaniladi. Tibbiyotda aerozollar ingolyatsiya terapiyasida, teri yazarlarini dezinfeksiyalash va qoplashda qo'llaniladi.

Tajriba qismi:

5 - LABORATORIYA ISHI

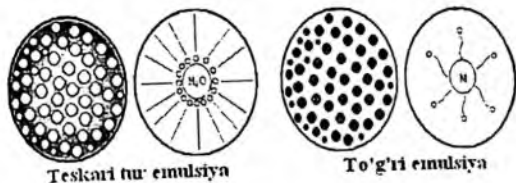
EMULSIYA TAYYORLASH VA TURINI ANIQLASH

Ishdan maqsad: Talabalarga emulsiyalarni tayyorlash, turini aniqlash va fazalar almashinuvini amalga oshirishni o'rgatish.

Laboratoriya ishini bajarish uchun kerakli qurilma va reaktivlar: Optik mikroskop, pipetka, o'lchov silindri, qopqoqli kolbachalar, shisha plastinkalar sudan III bo'yog'i, benzol yoki toluol, natriy oleat eritmasi, 0,01n CaCl₂ eritmasi.

Laboratoriya ishini bajarish tartibi. Kolbaga 20 ml oleat natriy solinadi. Unga 10 ml benzol (yoki toluol) eritmasidan va bo'yoqdan (sudan-3, sudan-1) 1 qoshiqchada qo'shiladi. So'ngra yaxshilab aralashtiriladi, hosil bo'lgan bir fazali to'g'ri tur emulsiyani (moyni suvdagi emulsiyasi (M/S)) shisha plastinkaga pipetka yordamida bitta tomchi tomiziladi. Keyin mikroskopda kuzatiladi.

Teskari tur emulsiya hosil qilish uchun to'g'ri tur emulsiyadan 10 ml olib, uni ikkinchi kolbaga solinadi va uning ustiga 10 ml CaCl_2 eritmasidan qo'shiladi. So'ngra uni ham yaxshilab aralashtirib, teskari tur emulsiya (suvni moydagi emulsiyasi (S/M)) hosil qilinadi. Keyin pipetka yordamida 1 tomchi olib, shisha plastinkaga tomiziladi va mikroskopda kuzatiladi hamda hisobot tayyorlanadi.



O'z-o'zini nazorat qilish savollari

1. Mikroeterogen sistemalarga misollar keltiring.
2. Emulsiya turlari va ularni aniqlash usullari.
3. Qanday belgilar asosida emulsiyalar buzilishi haqida xulosa chiqarish mumkin?
4. Emulgatorlar nima? Ularning qanday turlari mavjud?
5. Emulgatorsiz tayyorlangan emulsiyalar nima uchun tez buziladi?
6. Emulsiyalardagi faza almashinuvi qanday tushuntiriladi?
7. To'g'ri emulsiyadan teskari emulsiya qanday olinadi?
8. Sanoat ahamiyatiga ega bo'lgan kukunlarni ayting.
9. Qattiq ko'piklarga misollar keltiring.
10. Kukunlar, suspenziyalar va aerozollar.

IX. YUQORI MOLEKULALI BIRIKMALAR VA ULARNING XOSSALARI

TAYANCI SO'Z VA IBORALAR

Yuqori molekulyar birikmalar (YuMB)

- O'lchami yuqori dispers sistemaga to'g'ri keluvchi makromolekulalardan tashkil topgan, massasi bir necha mingdan millionlargacha o'zgaradigan moddalar.
- Elektrolit ta'sirida YuMB, jumladan oqsillar makromolekulasining solvat (gidrat) qobig'ini buzishi natijasida ular eruvchanligini yo'qotadi va cho'kmaga tushadi.

Tuzlash

Kolloid kimyo kursida dispers sistemalar bilan bir qatorda *yuqori molekulyar birikmalar* va ularning xossalari ham o'rganiladi.

Yuqori molekulali birikmalar (YuMB) ning liofob kolloid sistemalardan *asosiy farqi shundaki*, ular xuddi quyi molekulyar modda eritmaları kabi termodinamik jihatdan barqaror bo'lib, o'z-o'zidan hosil bo'ladi. Bu eritmaları chin molekulyar eritmalar deb qaralishi mumkinligi haqida juda ko'p misollar bor.

YuMB kolloid sistemalardan ko'p tarafdin farq qilsa ham, ularning kolloid sistemalar bilan bog'laydigan bir qator xossalari ham mavjud, unga sabab zurrachalarining o'lchami. YuMB (*gidrofil zollar*) chin eritmalarıni xosil qiladi, lekin molekulasini kattaligi jihatidan membranadan o'tmasdan kolloid eritma xossalarini namoyon qiladi. Chunonchi, *diffuziya tezligining kichikligi, osmotik bosimning pastligi, yarim o'tkazgich pardalardan o'tmasligi* va boshqalar.

YuMB ga molekulyar og'irliklari $10^4 - 10^6$ va undan katta bo'lgan moddalar kiradi. Molekulyar massasi katta bo'lgani uchun YUMB uchmaydi va bug'lanmaydi (*haydalmaydi*).

Ko'p YuMBlar harorat ortishi bilan *yumshaydi* va aniq erish haroratga ega emas. Harorat pasayganda YuMB ni *elastikligi pasayadi*, -30°C sun'iy kauchuk qotadi. Tabiiy kauchuk -50°C da qotadi.

YuMB tabiiy bo'lishi mumkin (*oqsillar, sellyuloza, polisaxaridlar, tabiiy kauchuk*), yoki *polimerizatsiya* va *polikondensatsiya* usullari bilan sintez qilib olinishi mumkin (*plastmassalar, sintetik tolalar*).

Ko'pincha YuMB va polimer bir xil ma'noda ishlatiladi.

Agar YuMB ning molekulyar massasi 5000 gacha bo'lsa – oligomerlar deyiladi. Undan yuqori massaga ega bo'lganlari – polimerlar deyiladi.

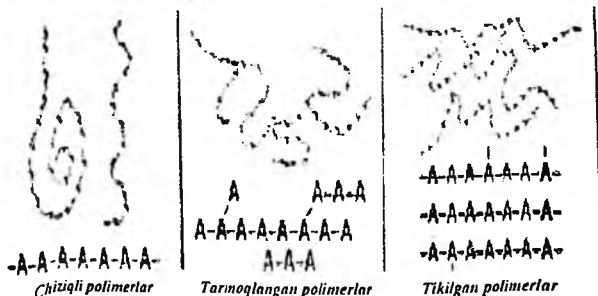
Hozirgi vaqtda sun'iy yo'l bilan juda ko'p polimerlar sintez qilinmoqda. Sun'iy polimerlarning afzalligi shundaki, *ularning xossalari oldindan belgilab olish mumkin*.

YuMBning molekullari juda katta bo'lib ular *makromolekulalar* deb ataladi.

Umuman, YuMB ning *molekulyar og'irliklari har xil bo'lib*, polidispers bo'ladi va har xil uzunlikka va og'irlikka ega bo'lgan makromolekulalardan tashkil topgan bo'ladi.

Shu sababli biror bir usulni qo'llab aniqlangan molekulyar massasi o'rtacha molekulyar massa bo'ladi.

YuMBning ko'pgina xususiyatlari *ularning molekulyar og'irligiga va makromolekulasining tuzilishiga bog'liq*. YuMB (*polimerlar*) makromolekulalarining *fazoviy tuzilishiga ko'ra* quyidagi guruhlariga bo'linadi:



IX.1 – rasm. Makromolekulalarning tuzilishi

(keyingi matnlarda rasmdagi -A-A- -M-M-, yani, monomer deb beriladi)

1) *Chiziqli polimerlar* – monomer zvenosining bir xil zanjiridan tashkil topadi: -M-M-M-M-

Ularga *tabiiy kauchuk, jelatin, sellyuloza* kiradi.



Sellyuloza

Elastiklik, plyonkalar hosil qilish, eritmadan yoki suyuqlanmadan tola hosil qilish va eriganda qovushqoqligi katta eritmalar hosil qilish chiziqli polimerlar uchun xarakterli xossalardir.

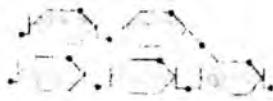
2) *Tarmoqlangan polimerlar* – kraxmal shunday strukturaga ega.



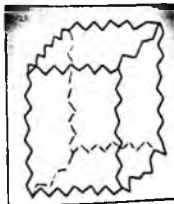
Kraxmal



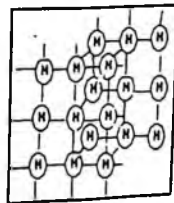
3) *Tikilgan polimerlar* – *to'rsimon (tikilgan) polimerlar* uch o'lchamli polimerlar bo'lib, ularning zvenolari *kimyoviy bog'langan fazoviy to'rni* hosil qiladi.



Glikogen



yassi to'r



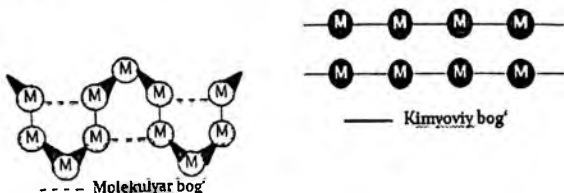
fazoviy to'r

Fazoviy polimerlar texnikada katta ahamiyatga ega. Ular chiziqsimon polimerlarga faol to'ldirgichlar qo'shib olinadi. Bunday polimerlar hech qanday erituvchilarda erimaydi.

YUMB KIMYOVIY TUZILISHI VA FAZOVIY SHAKLI. POLIMERLARDAGI BOG'LAR

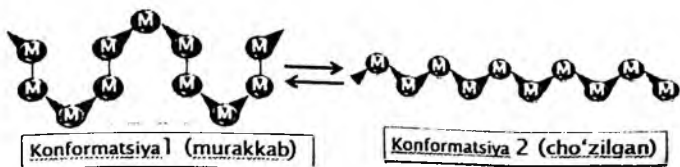
Polimerlar xossasi ulardagi kimyoviy va molekulyar bog'lar bilan belgilanadi. Monomerlar zvenosidagi *kimyoviy bog'lar* -M-M-M- holida ifodalanadi. Ular mustahkam bog'lardir; $E_b \approx 400$ kJ/mol.

Molekulyar bog'lar polimer zanjirlari yoki bitta zanjirning turli joylarida vujudga keladi (IX.2-rasm). Bitta molekulyar bog' energiyasi $E_b \approx 10$ kJ/molga teng. Bu kichik qiymat bo'lib, kimyoviy bog' energiyasidan 40 marta kamdir. Lekin bunday bog'lar *nihoyatda ko'p bo'lgani uchun ular polimer xossasiga ancha katta ta'sir ko'rsatadi*. Masalan, *polimerni isitib, uni bug'latib bo'lmaydi*.



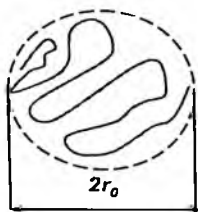
YuMB molekulasi uchun yana bir muhim xususiyat *zanjirning qayishqoqligidir*. Bu makromolekulaga *bir konformatsiyadan* boshqa *konformatsiyaga o'tib*, fazoviy shaklini o'zgartirishiga imkon beradi. YuMB makromolekulasi *konformatsiyasi* deganda, polimer zanjirining monomer zvenosini *kimyoviy bog'larni uzmay burilishi* natijasida vujudga keladigan, energetik jihatdan teng fazoviy shakli tushuniladi.

Masalan, YuMB molekulasi murakkab konformatsiyadan cho'zilgan xolatga o'tishi mumkin:



YuMB tortilganda uni zvenosidagi atomlar *kuchli tebranma harakatga* kelib, YuMBni qo'yib yuborish bilan oldingi holiga qaytishga harakat qiladi.

YuMB zvenolarining issiqlik harakati natijasida eng extimoli yuqori shakli bu tuguncha yoki *globula xolatidir*. Juda suyultirilgan eritmalarda qayishqoqligi yaxshi bo'lgan va yakka bo'lgan polimer makromolekulalari gujanaksimon holatda bo'ladi.



IX.2 – rasm. YuMB globulasi.

r_0 – sfera radiusi

YuMB *amorf va kristall xolatda* bo'lishi mumkin. YuMB makromolekulasi *kristall holatida* bir xil turdagi molekulalarning yuqori hositalardan iborat bo'ladi. Ular *tayoqcha, plastinka, shar shaklida* bo'lishi mumkin. Taxminan 70-80 % polimer materiallar kristall holatda olinadi.



IX.3 – rasm. Polimerlarning kristall va amorf bolatlari

Amorf polimer moddalarida yuqori hosilalar fazoviy strukturada bo'lib, turli konformatsiyadagi *betartib* (xaotik) joylashgan makromolekulalardan tashkil topadi.

YUMB ERITMASINING OSMOTIK BOSIMI

Polimerlar eritmalarining osmotik bosimi liofob kolloid zollarining osmotik bosimiga qaraganda birmuncha *katta*, lekin xuddi o'shanday og'irlik konsentratsiyadagi molekulyar eritmalaridan bir necha marta kichikdir. Polimer eritmalarida ba'zi anomal hodisalar kuzatiladi.

Ma'lumki, *osmotik bosim eritmadaagi zarrachalar soniga proporsional*, ya'ni zarrachalar soni qancha ko'p bo'lsa osmotik bosim shuncha katta bo'ladi. Agar polimer modda bilan quyi molekulyar moddaning zarrachalari (*molekulalari*) teng bo'lgan eritmasi olinib osmotik bosimlari o'Ichansa, *polimer eritmasining osmotik bosimi bir necha marta ortiq chiqadi*. Buning sababi shundaki, polimerning zanjirsimon yirik makromolekulalari egiluvchan, ya'ni uning turli qismlari (*segmentlari*) mustaqil harakatlanishi va *bitta katta molekula quyi molekulyar modda molekulalaridan bir qanchasining kinetik ishini bajarishi mumkin*.

Polimerning suyultirilgan eritmasini bug' bosimi xuddi quyi molekulyar moddalarning yuqori konsentratsiyali eritmalarining bug' bosimi kabidir. Bunday anomal hodisaning sababi shundaki, polimer makromolekulasi egiluvchanlik, bukiluvchanlik xossalalariga ega. YuMB konsentrlangan eritmalarining osmotik bosimini o'Ichash natijasida hisoblab chiqarilgan molekulyar massalarning qiymatlari boshqa usullar bilan topilgan qiymatlarga yaqin keladi. Bunday eritmalar Vant - Goff qonuniga bo'ysunmaydi. Ularning osmotik bosimini hisoblash uchun Galler Vant - Goff formulasiga tuzatish kiritdi:

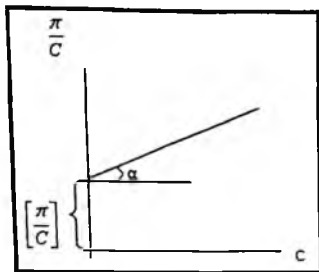
$$\left[\pi = \frac{CRT}{M} + bc^2 \right] \quad \text{yoki} \quad \frac{\pi}{C} = \frac{RT}{M} + bc.$$

bu yerda: π - osmotik bosim, C - YuMB konsentratsiyasi, M - YuMB molekulyar massasi, b - eritmadaagi makromolekula shakli, qovushqoqligi bilan bog'liq bo'lgan koeffitsiyent, π/C - keltirilgan osmotik bosim.

Osmometrik usul YuMB larning molekulyar massasini aniqlashda eng sezgir usul hisoblanadi. Polimerning bir necha xil konsentratsiyadagi eritmalarining osmotik bosimlari o'lanadi, olingan natijalardan foydalanib, $\pi/C=f(C)$ bog'liqlik grafigi tuziladi va polimerning molekulyar massasi hisoblab chiqariladi.

$\frac{\pi}{C} = f(C)$ bog'lanish koordinatalar sistemasida to'g'ri chiziqni beradi.

To'g'ri chiziqning ordinata o'qidan kesib o'tgan kesmasi $\frac{\pi}{C} = \frac{RT}{M}$ dan $M = \frac{RT}{[\pi/C]}$ ga teng bo'lishidan foydalanib, M hisoblab chiqariladi.



IX.4 – rasmi. Polimerlarning molekulyar massasini osmometrik usulda aniqlash grafigi. Bunda $b=1ga$

Polimerlarning molekulyar massasini aniqlashning ikkinchi usuli qovushqoqlikni o'lashga asoslangan.

YUQORI MOLEKULAR ELEKTROLITLAR (POLIELEKTROLITLAR)

YuMB eritmaları ham quyi molekulyar moddalarning eritmaları kabi elektrolitlarga va noelektrolitlarga bo'linadi. Yuqori molekulyar elektrolitlar – mitsellyar va molekulyar kolloid eritma hisoblanadi. Eritmada ular makroionlar (yuqori molekulyar zaryadlangan zarrachalar) va kichik ionlarga (kichik molekulyar zaryadlangan zarrachalar) ajraladi, ularning o'ziga xos dissotsialanish darajasi bo'ladi.

Polielektrolitlar ikki guruhga bo'linadi:

1. suyuq – mitsellyar va molekulyar kolloidlar eritmasi, oqsillar eritmasi;
2. qattiqsimon – iviqlar.

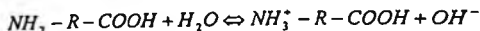
Oqsillar yuqori molekulyar elektrolitlarga misol bo'la oladi. Uning tarkibidagi karboksil guruh – COOH kislota xossalarini, aminoguruh – NH₂ esa asos xossalarini namoyon qiladi. Shu sababli oqsillar amfoter xossaga ega.

Oqsillarning kislotali xossasini quyidagicha tushuntirish mumkin. Oqsil makromolekulalari suvdagi eritmada quyidagicha dissotsilanadi:



bu yerda R – uglevodorod radikali. Dissotsiyalanish natijasida vodorod ionlari va katta o'lchamli anion NH₂R-COO⁻ hosil bo'ladi.

Oqsillarning asos xossalari quyidagicha tushuntiriladi: *makromolekula tarkibiga kiruvchi aminoguruh suvdagi vodorod ionlari bilan birikib, eritmada gidroksil ionlarini hosil qiladi:*



Tekshirishlarning ko'rsatishicha, oqsillarning kislotalik xossalari asos xossalaridan kuchlidir. Yuqoridagi muvozonat holati eritmaning pH qiymatiga bog'liq bo'ladi. Toza suvga solinganda oqsil ionlari manfiy zaryadga ega bo'ladi. Buning sababi shundaki, oqsil suvda *kislota tarzida* ko'proq dissotsiyalanganligi uchun *juda ko'p vodorod ionlari hosil bo'ladi*. Vodorod ionlari bilan birga oqsilning manfiy zaryadli ionlari ham hosil bo'ladi.

Ammo kislotali muhitda, ya'ni vodorod ionlari ko'p bo'lgan sharoitda oqsilning vodorod ionlari hosil qilish bilan boradigan dissotsiyalanishi zaiflashadi:

1) muvozonat chapga siljiydi va aminokislotalarning vodorod ionlarini biriktirib olish jarayoni kuchayadi.

2) muvozonat o'ngga siljiydi.

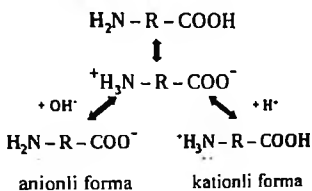
Eritmadagi vodorod ionlarning konsentratsiyasi ma'lum bir qiymatga yetganda bu ikki jarayon o'zaro *muvozonatga keladi*, ya'ni oqsil molekulalari biriktirib oladigan vodorod ionlarning soni ular ajralganda hosil bo'ladigan

vodorod ionlari soniga teng bo'ladi. *Shuning uchun oqsil zarrachalari sirtida musbat zaryadlarning miqdori manfiy zaryadlarning miqdori bilan baravarlashadi, ya'ni oqsil neytral holatga keladi. Barcha zaryadlarning yig'indisi nolga teng bo'lib, sistema izoelektrik holatga keladi.* Izoelektrik nuqtada oqsil molekulası

Izoelektrik nuqta (IEN) elektroforez yordamida o'lchanadi. IEN da *harakatchanlik nolga teng bo'ladi.* IEN ni topishda poliamfolitlarni bo'kish darajasini ham qo'llash mumkin.

$\text{NH}_2\text{-R-COOH}$ yoki OOC-R-NH_3^+ tartibli bo'ladi. Sistemaning izoelektrik holatga kelgan vaqtidagi pH qiymati ayrim yuqori molekulyar moddaning izoelektrik nuqtasi deyiladi. *Masalan, tuxum albumining izoelektrik nuqtasi 4,8 ga, gemoglobinniki esa 6,7 ga teng.*

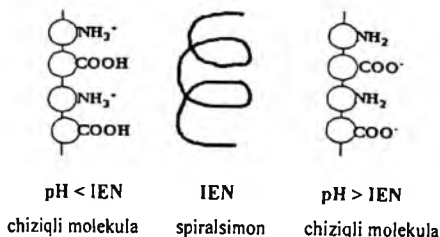
Oqsil eritmalarida kislota-asosli muvozanat:



Oqsillar vodorod ionlarini ham, gidroksil ionlarini ham, birlashtirib olish xossasiga ega bo'lganligidan ularning eritmaları *bufer eritmalar* vazifasini o'taydi. Qonning buferlik xossasi unda, asosan *oqsil - gemoglobin* borligidan kelib chiqadi. Qondagi anorganik buferlar, ya'ni karbonat va fosfatlar ikkinchi o'rinda turadi.

Oqsil	IEN
Albumin	4,9
Gemoglobin	6,7
Ribonukleaza	9,5
Sitoxromi S	10,7

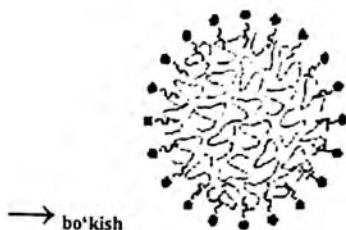
Oqsil molekulasining sxematik ko'rinishi:



YUMB ERITMALARNING XOSSALARI. BO'KISH

YuMB chin hamda kolloid eritmalar hosil qilishi mumkin. Qaysi eritmalarning hosil bo'lishi YuMBning erituvchilarga moyilligiga hamda konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi. Agar erituvchining qutblilik darajasi YuMBga mos kelsa va eritma suyultirilsa chin eritma hosil bo'ladi. Agar YuMB va erituvchining qutblanish darajasi bir-biriga to'g'ri kelmasa, u holda zollar va dispers sistemalar hosil bo'ladi. *Chin eritma hosil bo'lishidan oldin bo'kish jarayoni bo'ladi.* Bunda erituvchi molekulari YuMB makromolekulari ichiga diffuziyalanadi. Natijada YuMB bo'kadi.

Bo'kish deb – erituvchi molekularini polimer ichiga kirishi natijasida olingan namunaning massasi va hajmini ortishiga aytiladi.



Bo'kish miqdori bo'kish darajasi bilan belgilanadi (α):

$$\alpha = \frac{V - V_0}{V_0}$$

$$\alpha = \frac{m - m_0}{m_0}$$

m_0 – polimerning dastlabki massasi;

v_0 – polimerning dastlabki hajmi;

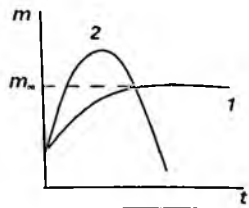
m – bo'kkan polimerning massasi;

v – bo'kkan polimerning hajmi.

Erish mexanizmi: Polimerning erishi uning bo'kishidan boshlanadi. Polimer erituvchiga tushirilganda faqat erituvchining molekulari polimer makromolekulalari orasiga kiradi. Polimerning makromolekulalari nihoyatda salmoqli bo'lgani uchun *sust harakatlanadi*. Erituvchiga tushgan polimer bo'kadi. Bu vaqtda erituvchi molekulari makromolekulalar orasidagi bo'sh fazalarni to'ldirib polimerga yutiladi.

Polimerga yutilgan erituvchining molekulari polimer zanjirlari zvenolarini bir-biridan uzoqlashtirib, ular orasidagi ta'sir kuchlarini kamaytiradi. Bo'kish shu tariqa davom etaversa, polimerning makromolekulalari polimerdan uzilib *eritmaga o'tadi*. Polimer eriy boshlaydi. Lekin polimerning bo'kishi hamma vaqt ham erish bilan tugayvermaydi, bo'kkan polimer erimay ham qolishi mumkin. Demak, bo'kish cheksiz va chekli bo'ladi.

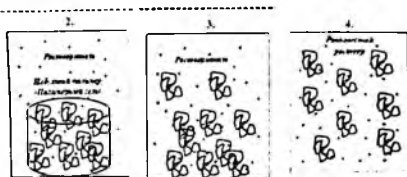
Chekli bo'kishda YuMB bo'kib bir qiymatga yetgandan keyin qancha vaqt o'tsa ham bo'kish darajasi o'zgarmaydi (*jelatina sovuq suvda, rezina benzolda shunaqa bo'kadi*). Bu jarayonlarni grafik usulda quyidagicha ifodalash mumkin:



IX.5-rasm. YuMBning bo'kish darajasini vaqtga bog'liqlik grafigi

1-chekli bo'kish; 2-cheksiz bo'kish.

Cheksiz bo'kish YuMBning to'liq erishi bilan tugaydi (*jelatina issiq suvda, kauchuk benzolda*). Bo'kish darajasi polimer zanjirining qattiqligiga bog'liq. Agar polimer tuzilishida ko'p ko'ndalang bog'lar mavjud bo'lsa (tikilgan struktura) bo'kish darajasi kichik bo'ladi, masalan, rezina ebonit benzolda bo'kmaydi.



BO'KISH JARAYONINING TERMODINAMIKASI

Kichik molekullari birikmalar (KMB) YuMBga qaraganda harakatchanroq bo'lgani uchun, bo'kish jarayonida ular *polimer ichiga kiradi*; bunda zanjirlar bir-biridan itariladi, polimer hajmi kengayadi. KMBning polimer ichiga kirishi ushbu tengsizlik bajarilganda ro'yobga chiqadi:

$$\mu_0(\text{H}_2\text{O}) > \mu_n(\text{H}_2\text{O})$$

bu yerda $\mu_0(\text{H}_2\text{O})$ - toza suvning kimyoviy potentsiali,

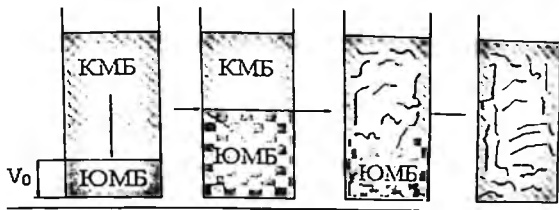
$\mu_n(\text{H}_2\text{O})$ - polimerdagi suvning kimyoviy potentsiali.

Bo'kish o'z-o'zidan sodir bo'ladigan jarayon. Binobarin, termodinamikaning II qonuniga muvofiq bo'kishda Gibbs energiyasining o'zgarishi manfiy qiymatga ega bo'ladi:

$$n(\mu_0 - \mu_n) = \Delta G_{\text{bo'kish}} < 0$$

bu yerda n - polimerga o'tgan suvning molyar miqdori.

Rasmda bo'kish jarayonining ketma-ket sodir bo'ladigan bosqichlari ifodalangan. Bo'kish jarayonida sistemaning *entalpiyasi va entropiyasi o'zgaradi*.



IX.6-rasm. Bo'kish bosqichlari

IX.6-rasmda 1-bosqichdan 2-bosqichga o'tishda erituvchini polimerga kirishi (*kontraksiya*) ifodalangan. Bu jarayon *issqlik chiqishi bilan* kechadi: $\Delta H_{\text{bo'kish}} < 0$. Buning sababi YuMB molekulasini solvatlanadi.

Entropiya juda kam o'zgaradi, binobarin, bu bosqichdagi Gibbs energiyasining o'zgarishi *entalpiya omili* (faktori) bilan belgilanadi:

$$\Delta G_{1,2} \cong \Delta H_{\text{bo'kish}} < 0$$

IX.6-rasmdagi 2 dan $\rightarrow 3$ ga o'tish jarayonida esa makromolekulani erituvchining barcha hajmi bo'yicha *tarqalishining dastlabki bosqichi* ko'rsatilgan. Bunda sistemaning entropiyasi ortishi ($\Delta S_{2,3} > 0$) kuzatiladi. Buning sababi polimer to'ri g'ovaklashadi va erish mobaynida polimer molekulasini qisman erkinlashadi.

Sistemaning entalpiyasi bu bosqichda juda kam o'zgaradi ($\Delta H_{2,3} = 0$) va Gibbs energiyasining o'zgarishi entropiya omili tufayli sodir bo'ladi:

$$\Delta G_{2,3} = -T\Delta S_{2,3} < 0$$

IX.6-rasmdagi 3 dan → 4 ga o'tishda YuMB makromolekulasining erituvchida tarqalishi natijasida gomogen eritma hosil bo'lish jarayonining oxirgi bosqichi ifodalangan. Bu jarayonda *sistemaning entropiyasi keskin ortadi*.

$$(\Delta S_{3,4} \gg 0)$$

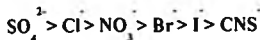
entalpiya bo'lsa, qariyb o'zgarmaydi ($\Delta H_{3,4} = 0$). *Chunki, eski bog'larni uzilishi yoki yangilarini hosil bo'lishi kuzatilmaydi*. Bu bosqichdagi Gibbs energiyasining o'zgarishi butkul entropiya o'zgarishi bilan tushuntiriladi. Termodinamikaning I qonuniga muvofiq

$$\Delta G_{eritib} = \Delta G_{1,2} + \Delta G_{2,3} + \Delta G_{3,4}$$

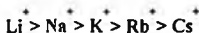
$$\Delta G_{bo'kish} = \Delta G_{1,2} + \Delta G_{1,3}$$

Bo'kish darajasiga turli omillarning ta'siri – polimerning bo'kish darajasi uning va erituvchining tabiatiga bog'liq. YuMBning bo'kishiga yana sistemada *elektrolitlar mavjudligi, muhit pH, bosim, maydalanganlik darajasi, moddaning «yoshi», harorat* ham ta'sir ko'rsatadi.

YuMB eritmalariga ko'p miqdorda *elektrolit qo'shilganda* erigan moddaning ajralib chiqishi «tuzlanish» deyiladi. Polimerni tez cho'kishiga yetarli bo'lgan elektrolitning konsentratsiyasi – YuMB laming *tuzlanish chegarasi* deyiladi. Barcha anionlarni tuzlash xususiyatiga qarab quyidagi *liotrop qatorga* joylash mumkin:



Kationlar uchun bu ryad quyidagicha:



!!! Tuzlanish ko'pgina texnologik jarayonlarda katta ahamiyatga ega. Masalan, yelim holatiga keltirilgan sovun eritmasiga ko'p miqdorda osh tuzi qo'shib, qattiq sovun hosil qilinadi. Undan tashqari oqsil va polisaxaridlarni fraksiyalarga ajratishda ham qo'llaniladi.

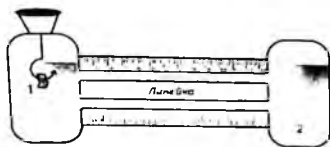
Tajriba qismi:

6 - LABORATORIYA ISHI

YUQORI MOLEKULYAR BIRIKMALARNING BO'KISH KINETIKASINI VA DARAJASINI ANIQLASHI

Ishdan maqsad: Turli erituvchilarda (benzol, toluol, atseton, etil spirt va boshqalar) yuqori molekulyar birikmalarning (kauchuk, jelatina va boshqalar) bo'kish darajasini va bo'kish tezlik konstantasini aniqlash.

Laboratoriya ishini bajarish uchun kerakli qurilma va reaktivlar:
nabuxometr asbobi, rezina bo'lagi, benzol yoki toluol eritmasi, analitik tarozi.



«Nabuxometr» asbobi

Ishni bajarish tartibi: «Nabuxometr» asbobi yordamida bo'kish darajasi o'lchanadi. Bo'kish darajasi aniqlanishi kerak bo'lgan rezina bo'lagini massasini analitik tarozida tortib (taxminan bir bo'lak 150, 200, 300 mg modda) olinadi. «Nabuxometr»ni ochib unga benzol yoki toluol erituvchisi solinadi, suyuqlikning sathi yuqori rezervuardan pastroq bo'lishi kerak.

IX.2-jadval

№	Tajriba davomida o'tgan vaqt, τ min	Suyuqlik hajmi, V sm ³	Bo'kish darajasi, α	Maksimal bo'kish darajasi, α_{max}	$\frac{\alpha_{max}}{\alpha_{max} - \alpha}$	$\lg \frac{\alpha_{max}}{\alpha_{max} - \alpha}$
1.	0					
2.	15					
3.	30					
4.	45					

Yuqori rezervuargacha rezina bo'lagini solib, tiqin bilan berkitiladi. Suyuqlikning dastlabki sathi belgilab olinadi. So'ngra asbobni aylantirib, ma'lum

vaqt o'tgandan keyin asbobni dastlabki holatiga aylantiriladi, suyuqlik sathi asbobning ikkala tomonidan tenglashganda suyuqlik sathi belgilanadi. Tajriba 3 marta har 15 minutdan o'tkazib boriladi. Tajribadan olingan natijalar IX.2-jadvalga yoziladi.

Yuqori molekulyar birikmalarni bo'kishi va uning bo'kish darajasi bilan harakatlanadi:

$$\alpha = \frac{m - m_0}{m_0}$$

Bunda: α – bo'kish darajasi;

m – bo'kkan namunining og'irligi, g,

m_0 – quruq namunaning og'irligi, g,

Bo'kkan namunaning og'irligi namunaga yutilgan quruq moddaning og'irligi, m_0 va g – suyuqlik og'irligining yig'indisidan iborat: $m = m_0 + g$

o'z navbatida $g = Vd$ ga teng. Bu yerda,

V – yutilgan suyuqlik hajmi ml;

d – suyuqlikning zichligi, g/sm³ (benzolning $d=0,88$, toluolniki $d=0,87$).

Tegishli o'zgarishlar kiritib bo'kish darajasi uchun hisoblash formulasini

topamiz:

$$\alpha = \frac{m_0 + Vd - m_0}{m_0} = \frac{Vd}{m_0}$$

Bo'kish jarayoni ma'lum vaqt ichida sodir bo'ladi. Bo'kish tezligini quyidagi tenglama bilan hisoblash mumkin:

$$\frac{d\alpha}{dt} = K(\alpha_{\max} - \alpha)$$

bunda: α_{\max} – maksimal bo'kish darajasi,

α – ayni vaqtdagi bo'kish darajasi,

K – bo'kish jarayonining tezlik konstantasi.

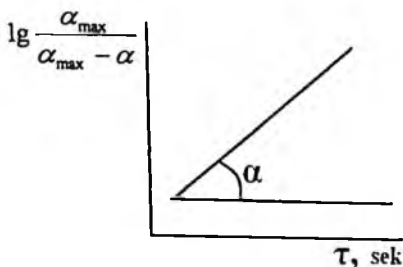
Bu tenglama integrallanganida quyidagi ifoda kelib chiqadi:

$$-\ln(\alpha_{\max} - \alpha) = k\tau + \text{const} \quad t = 0, \quad \alpha = 0$$

bo'lganda, bundan $-\ln \alpha_{\max} = \text{const}$, u holda $-\lg(\alpha_{\max} - \alpha) = -\lg \alpha_{\max} + \frac{k}{2,3}\tau$;

$$\lg \frac{\alpha_{\max}}{\alpha_{\max} - \alpha} = \frac{K}{2,3}\tau; \quad \lg \frac{\alpha_{\max}}{\alpha_{\max} - \alpha} \quad \text{o'zgarish bilan } \tau \text{ ning}$$

o'zgarishini ifodalovchi $\lg \frac{\alpha_{\max}}{\alpha_{\max} - \alpha} = f(\tau)$ grafik tuziladi.



Grafikdagi to'g'ri chiziqning og'ish burchagi tangensi $\text{tg}\alpha = K/2,3$ bo'ladi, so'ngra bo'kish tezlikning konstantasini hisoblanadi. $K = 2,3\text{tg}\alpha$.

AMALIY MASHG'ULOT

Yuqori molekularli birikmalar. Makromolekulalarning tuzilishi.

Chekli va cheksiz bo'kish, bo'kish darajasini aniqlash

Mustaqil yechish uchun masalalar

KO'P VARIANTLI MASALALAR

Yuqori molekulyar birikma bo'kish tezlik konstantasi aniqlansin.

№	YuMB	Erituvchi	τ (min)	α
1.	Kauchuk	CCl ₄	5	33
			30	115

			90	233
			150	291
			210	325
			240	341
			270	358
			300	358
2.	Agar-agar	Izopropil spirt	60	212
			120	284
			180	316
			240	330
			300	336
			600	336
3.	Etilsellyuloza	Toluol	10	25
			20	37
			40	56
			70	73
			100	73
4.	Kauchuk	Dimetilformamid	10	14,5
			20	23,6
			40	36,2
			70	45,7
			100	52
			150	52
5.	Sellyuloza	Etanol	1	9
			4	34
			8	56
			20	87,5
			32	99,5
			40	100
			48	100
6.	Kauchuk	Dibutülfolat	10	14,5
			20	23,6
			30	31,4
			40	36,2
			50	40,6
			70	45,7
			100	52
			130	52
7.	Agar-agar	Butanol	60	134
			120	188
			180	216
			240	224
			300	240
			600	240

8.	Kauchuk	Dibutilfolat	10	25
			20	37
			30	45
			40	56
			50	60
			70	66,8
			100	73
130	73			
9.	Agar-agar	Suv	60	212
			120	284
			180	316
			300	336
			600	336
10.	Kauchuk	Dibutilfolat	10	44
			20	61
			30	69
			40	78
			50	84
			70	90
			100	94
130	94			
11.	Kauchuk	Mazut	50	79,98
			100	146,04
			200	230
			400	317
			600	369
			800	369
12.	Tabiiy kauchuk	Vazelin	50	370
			100	490
			200	585
			400	
			600	
13.	Vulkanlangan kauchuk	Benzin	2	5,55
			4	9,80
			8	19,33
			12	25,79
			16	28,25
			22	30
			24	30

14.	Vulkanlangan kauchuk	Butanol	60	134
			120	188
			180	216
			240	224
			300	240
			600	240
15.	Polikaproamid	Etanol	6	33
			30	115
			90	233
			150	291
			210	325
			270	358
330	358			
16	Tabiiy kauchuk	Etanol	1	9
			4	34
			8	56
			12	71
			20	87.5
			28	94
			32	99.5
			40	100
48	100			
17.	Agar Agar	Izopropanol	60	168
			120	232
			180	256
			240	268
			300	280
			600	280
18	Kauchuk	Atseton	10	44
			20	61
			30	69
			40	78
			50	84
			70	90
			100	94
130	941			
19.	Agar Agar	Suv	60	168
			120	232
			240	268
			300	280
			600	280

O'z-o'zini nazorat qilish savollari

1. YuMB larning kichik molekulali birikmalardan farqi.
2. YuMB eritmasining osmotik bosimi.
3. YuMB makromolekulalarining tuzilishi.
4. YuMB ning bo'kishi va bo'kish darajasi.
5. Chekli va cheksiz bo'kish, ularni farqi.
6. Chekli va cheksiz bo'lgan polimerlar uchun $\Delta V = f(\eta)$ bog'liqlik egrisini toping.
7. Jelatina standart sharoitda qanday bo'kadigan polimer hisoblanadi?
8. Bo'kish qiymatiga elektrolitlarni ta'sirini qanday tushuntirish mumkin?
9. Polielektrolitlarni izoelektrik nuqtasi.
10. Liofob zolga YUMB qo'shish har doim kolloid himoyaga olib keladimi?

X. REOLOGIYANING ASOSIY TUSHUNCHI VA QONUNLARI. DISPERS SISTEMALARNING REOLOGIK XOSSALARI. QOVUSHQOQLIK.

TAYANCH SO'Z VA IBORALAR

Reologik xossalari	· Dispers sistemalarning elastiklik, egiluvchanlik va mustahkamligi.
Koagulyatsion struktura	· Qaytar strukturalanish.
Kondensatsion strukturalar	· Kristallizatsion yoki qaytmas strukturalanish.
Tiksotropiya	· Mexanik kuch ta'sirida gellarning zolga aylanishi.
Sinerezis	· Gellarning o'z-o'zidan ikki qatlama ajralish jarayoni.
Kserogel	· Dispers muhitdan ajralib, qurigan dispers faza.
Qovushqoqlik	· Muhitni harakatlanishga qarshilik qila olish mezoni (ichki ishqalanish).
Qovushqoqlik anomaliasi	· Eritma qovushqoqligining nyuton qonuniga bo'ysunmasligi.
Xarakteristik qovushqoqlik	· Konsentratsiyaga bog'liq bo'lmagan qovushqoqlik.

Kolloid sistemalarning molekulyar-kinetik xossalari namoyon qilishi ularning reologik (*qovushqoqlik*) hossalari bilan uzviy bog'liq.

Reologiya – bu deformatsiya va moddalarning oquvchanligi haqidagi fan.

Ba'zi bir dispers sistemalar, masalan, suspenziyalar, emulsiyalar, yarim kolloidlarning konsentrlangan eritmaları *elastiklik, egiluvchanlik, mustahkamlik* hossalari ega. Ularning bu xossalari – *reologik xossalari* deb ataladi.

Mikroheterogen sistemalar ikki sinfga bo'linadi:

1. Ozod dispers sistemalar
2. Bog'liq dispers sistemalar

Birinchi guruh dispers sistemalarida dispers faza zarrachalari erkin holatda suyuqliklar singari harakatlanadi va ma'lum *qovushqoqlikka* ega bo'ladi. Ularning qovushqoqligi odatdagi suyuqliklamikidan yuqoriroq bo'ladi.

Ikkinchi guruh dispers sistemalarda zarrachalar orasidagi *ta'sir kuchlari yuqori bo'lib*, ular bir-biriga bog'liq ravishda harakat qiladi. Sistema suyuqroq

bo'ladi. Shunga ko'ra ular *elastiklik* yoki *plastiklik* xossalari ega bo'ladi. Bunday sistemalar haqiqiy struktura hosil qilmagani uchun ham *oquvchan sistemalar* hisoblanadi yoki boshqacha qilib aytganda *strukturalanmagan sistemalar* deyiladi.

Ikkinchi guruh sistemalari orasida turuvchi sistemalar ham ma'lum bo'lib, ularni *strukturalangan suyuqliklar* yoki struktura hosil qiluvchi sistemalar deb ataladi.

Strukturalangan sistemalar (*masalan, konsentrlangan suspenziya, zol, emulsiyalar, molarulyar massasi katta bo'lgan polimer eritmaları*) elastiklik va plastiklik hossalari namoyon qiladi. Bu sistemalarda dispers faza zarrachalari makromolekulalararo kuchlar hisobiga butun sistema hajmiga tarqaladigan yagona umumiy struktura hosil qiladi. Akademik P.R.Rebinder ta'limotiga ko'ra, tutunish kuchlari tabiatiga qarab, barcha strukturalar 2 turga bo'linadi:

1) koagulyatsion strukturalar (*tiksotrop - qaytar strukturalar*)

2) kristallizatsion strukturalar (*qaytmas strukturalar*)

Koagulyatsion strukturalar deb atalishiga sabab, bu jarayon koagulyatsiyaga o'xshash, biroq koagulyatsiya jarayonidan avvalgi bosqichda turuvchi jarayon bo'lib, qaytar tarzda namoyon bo'ladi.

Koagulyatsion strukturalar hosil bo'lishining asosiy sharti - sirtning bir jinsli emasligi, zarrachalarning liofillangan sirtlarida oz bo'lsa ham liofob soxalarning bo'lishidir. Bunday soxalarda strukturalarning dastlabki zvenolari, ya'ni *nuqtaviy kontaktlar* paydo bo'ladi. Nuqtaviy kontaktlar paydo bo'lishiga ayniqsa, *anizometrik shakldagi uzunchoq va zanjirsimon zarrachalar* (V_2O_5 zoli, *uzunchoq shakldagi makromolekulali polimer eritmaları*) yaxshi sharoit yaratadi. Nuqtaviy kontaktlar o'zaro birikib struktura sirtmog'ini hosil qiladi.

Nuqtaviy kontaktlar zarrachalarning chekkalarida hosil bo'ladi, chunki zarracha chekkalarida qattiq fazaning kuch maydoni zaiflashgan bo'ladi. Strukturalar hosil qilish jarayoni dispers sistemaning barcha hajmiga tarqalsa, sistema alohida bir holatga o'tadi.

Kolloid zarrachalararo yoki polimerlarning makromolekulalari orasida molekulyar tutunish kuchlari ta'sir etishi tufayli ichki strukturalar hosil qilis.

natijasida o'z oquvchanligini batamom yuqotgan va ichki qismiga suyuqlik tarqalgan dispers sistema iviq yoki gel deb ataladi (lotincha-gelatus-muzlagan so'zidan kelib chiqadi). Bunday strukturalarga misol - kisel, xolodes, qatiq.

Kristall zarrachalardan iborat dispers sistemalarda sodir bo'ladigan strukturalar *kristallizatsion strukturalar* deyiladi. Agar strukturalanish ayni sistemadagi zarrachalarning bir-biri bilan bevosita ko'shilishi xisobiga sodir bo'lsa, sistemaning avvalgi va keyingi mexanik xossalari deyarli o'zgarish yuz bermaydi. Gellar bir oz chayqatilsa, ular suyuqlanadi va zolga aylanadi. Bu suyuqlik bir oz tinch qoldirilsa yana gelga aylanadi. Bu jarayon vaqtida harorat o'zgarmaydi.

Strukturalar hosil qilgan sistemaning (gelning) strukturalar hosil qilmagan sistemaga (zolga) izotermik aylanishi tiksotropiya deyiladi.

Tiksotropiya sxema tarzida quyidagicha ko'rsatilishi mumkin:

Zol ↔ gel; gel ↔ eritma

Tiksotropiya hodisasi zarrachalari *uzunchoq va plastinkachalardan* iborat (assimetrik tuzilishdagi) gellarda ko'p uchraydi. Tiksotropiyaga sistemaning pH, harorat va elektrolit eritmasi qo'shilishi ta'sir etadi. Bulardan tashqari *idish shakli va katta - kichikligi* ham ahamiyatga ega. Masalan, zol tor silindrda keng idishdagiga qaraganda tez gelga aylanadi.

Iviqlar (gellar) va ularning xossalari. Ko'pgina YuMB, masalan, agar-agar, jelatina erimallari hamda ba'zi bir gidrofob kolloid eritmalar – va boshqa ma'lum sharoitda fazalarga ajralmagan holda iviqlanadi yoki jelatinalanadi. Bunda hosil bo'lgan mahsulot iviq yoki gel deyiladi. Iviqlar yoki gellarda dispers faza zarrachalari xuddi eritmalaridagi kabi erkin harakat qilaolmasdan, o'zaro bog'langan holda bo'ladi. Bunday o'zaro bog'langan mitsellalar oralig'i dispers muhit bilan to'lgan bo'ladi. Ular o'z oquvchanligini yo'qotadi (*to'qimachilik tolalari, non, marmelad, ba'zi mineral va gellar shular jumlasidandir*).

Dispers muhitga qarab gellar quyidagicha nomlanadi:

- dispers muhit suv bo'lsa "gedrogel",
- spirt bo'lsa "alkogel",

- benzol bo'lsa "benzogel".
- suyuqligi oz yoki butunlay quruq gellar *kseregellar* deyiladi.

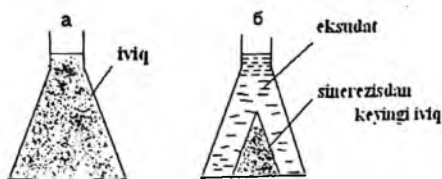
Masalan: yelim, kraxmal, un, qurigan non.

- Juda oz miqdorda (1-2%) quruq modda saqllovchi iviqlar *leogellar* deyiladi.

Masalan: sovun va sovunsimon moddalar shular jumlasidandir.

Tiksotropiya katta amaliy ahamiyatga ega. Masalan, yemi bug'rilashda burg'i loy, kvarts va boshqa tog' jinslari qavatidan o'tadi. Yerga toza suv quyib parmalanganda tog' jinslari quyuq massaga aylanib burg'ilashni qiynlashtirishi mumkin. Agar suv o'rniga tiksotrop moy eritmasi (masalan, bentonit suspenziyasi) ishlatilsa, bu eritma tog' jinsi bilan aralashib, tiksotrop sistema hosil qiladi va burg'ilashni osonlashtiradi. Ba'zi gellar bir qancha vaqt turgandan keyin hajmini kichraytirib dispersion muhitni siqib chiqara boshlaydi.

Gellarnig o'z-o'zicha 2 qatlamga (suyuq eritma va zich gel qatlamlariga) ajralish jarayoni *sinerezis* deyiladi. Sinerezis natijasida gel qaysi idishda turgan bo'lsa, o'sha idish shaklini oladi (X.1-rasm).



X.1-rasm. Sinerezis hodisasi

Bu hodisa sistemaning konsentratsiyasiga, harorat va ba'zi hollarda muhitning pH ga bog'liq.

Aslini olganda, *ivish* va *sinerezis jarayonlari* bir xil bo'lib kolloidlarning "eskirish" jarayonidagi ayrim-ayrim bosqichlaridir. Ko'pchilik gellar *sinerezis* hodisasi natijasida o'z hajmini kichraytirib *ksereogelga* o'tadi. Eskirish jarayoni quyidagicha ko'rsatilishi mumkin:

zol → ivish → gel → sinerezis → kserogel

Agar quruq kserogelga erituvchi solinsa, suyuqlikni shimib olib gelga, gel esa peptizatsiya jarayoni natijasida qaytadan zolga aylanishi mumkin.

Buni quyidagi sxema orqali ko'rsatish mumkin:

kserogel → bo'kish → gel → peptizatsiya → zol

Sistemaga *sirtni modifikatsiya qiluvchi moddalar* (sirt-faol moddalar) yoki elektrolitlar qo'shish yo'li bilan sistemaning xossalari o'zgartirib, strukturalar hosil bo'lishini kuchaytirish yoki susaytirish mumkin.

Agar dastlabki sistemadagi zarrachalar amorf tuzilishga ega bo'lsa, bunday dispers sistemalarda, kondensatsiya tufayli yangi faza ajralib chiqishi hisobiga hosil bo'ladigan strukturalar *kondensatsion strukturalar deb ataladi*.

Kristall zarrachadan iborat dispers sistemalarda sodir bo'ladigan strukturalar *kristallizatsion strukturalar* deyiladi. *Turmushda ishlatiladigan ko'pchilik qattiq materiallar kristallizatsion strukturalariga ega*. Bular qatoriga *metallar, qotishmalar, kulollik buyumlari, beton* va hokazolar kiradi.

Moddalar *reologik xossalari*ga qarab, *suyuqsimon* va *qattiqsimon* turlarga bo'linadi. Suyuqsimon moddalar shaklini tez-tez o'zgartirib turadi. Ularning deformatsiyalanishi o'z-o'zicha, yoki kuch ta'sirida borishi mumkin.

Ma'lumki, suyuqlikka tashqaridan katta kuch qo'yilsa, qatlamlanib oqadi (*laminar oquvchanlik*) va uning qatlamlari orasida *ishqalanish kuchi* hosil bo'ladi.

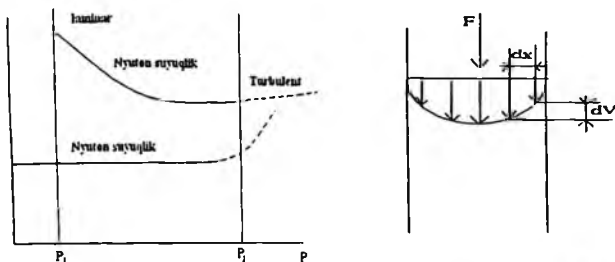
Suyuqlikning bir qatlami harakatiga uning ikkinchi qatlamining ko'rsatadigan qarshiligi ichki ishqalanish yoki qovushqoqlik deyiladi.

YuMB ERITMALARINING QOVUSHOQLIGI

YuMB eritmalariga xos xususiyatlardan biri va eng ahamiyatlisi ularning yuqori qovushoqligidir. *Polimerlarning qovushoqligi* deganda polimerlarni oqish holatda turganda o'zining shaklini o'zgartirishiga qarshilik ko'rsatish xususiyatiga aytiladi. Ayniqsa bu xususiyat chiziqsimon polimerlarda yaqqol namoyon bo'ladi. Chiziqsimon polimerlarga qaraganda *makromolekulalari o'ralib sharsimon (globula)* shaklda bo'lganlarining qovushoqligi kamroq bo'ladi. *Shuning uchun*

ham polimerning makromolekulasi qancha assimetrik bo'lsa, uning qovushqoligi shuncha katta bo'ladi. Polimer eritmalarining qovushqoligi molekulyar massasi oshib borishi bilan ortadi. Qovushqoqlik yana polimerning konsentratsiyasiga va ular orasidagi molekulyararo ta'sir kuchlariga bog'liq.

Polimer eritmaları faqat kichik konsentratsiyalarda (0,1 – 0,01%) Nyuton qonuniga bo'ysunadi. O'rta va yuqori konsentratsiyali eritmalar Nyuton qonuniga bo'ysunmaydi, ular Nyuton suyuqligi hisoblanmaydi, chunki ularga bosim berilganda qovushqoligi keskin kamayib ketadi. Nyuton suyuqliklarida esa qovushqoqlik o'zgarmay qolishi kerak.



Nyuton qonuniga ko'ra, suyuqlikka berilgan kuch bilan F (bu og'irlik kuchi ham deb ataladi) suyuqlikning oqishga qarshilik ko'rsatish kuchi muvozanatda

bo'ladi:

$$F = \eta \cdot S \frac{dv}{dx}$$

bu yerda: η – qovushqoqlik;

S – suyuqlik qavatlarining bir-biriga tegib turgan yuzasi;

dv/dx – oqish tezligining gradiyenti.

Agar $S=1$, $dv/dx=1$ deb olsak $F=\eta$

Bunda qovushqoqlik suyuqlikning qarshilik ko'rsatish kuchiga ya'ni, ishqalanish kuchiga teng bo'ladi.

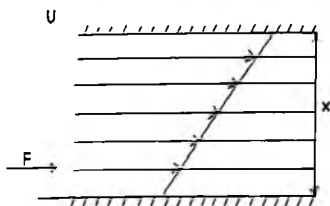
Agar 2 ta bir-biriga parallel plastinka olib, orasiga suyuqlik joylashtirilsa va yuqori plastinka pastki plastinkaga nisbatan harakatga keltirilsa, bunda qatlamlar

orasida ishqalanish kuchi hosil bo'ladi. Bu kuch Nyuton qonuni asosida quyidagicha ifodalanadi:

$$F = \eta \frac{dU}{dx} S$$

bu erda:

- S – kuch ta'sir etayotgan yuza;
- x – plastinkalar orasidagi masofa;
- U – zarrachalar tezligi;
- F – ichki ishqalanish kuchi;
- dU/dx – tezlik gradiyenti.



X.2-rasm. Suyuqlik qatlamlari orasida ishqalanish kuchining yuzga kelishi

Qovushqoqlikning birligi *puaz* yoki *santipunzdlr*. Bir *puaz deb bir-biridan 1sm masofada joylashgan ikki plastinka orasidagi suyuqlikni 1sm masofaga surishga aytiladi*. Qovushqoqlik o'zining mohiyatiga ko'ra tezlik gradiyenti 1ga teng bo'lgandagi *kuchlanishga* teng (fizik ma'nosi):

$$\frac{F}{S} = E = \frac{\eta}{dU/dx} \quad \eta = E$$

Qovushqoqlikning o'lchov birligi SGS sistemasida *g/sm.sek*. SI sistemasida *kg/m.sek*. Nyuton qonuniga bo'ysunadigan suyuqliklar Nyuton suyuqliklari deyiladi.

Ba'zi hollarda qovushqoqlik o'mida unga teskari kattalik *oquvchanlik* ishlatiladi. Oquvchanlikni *laminar va turbulent* turlari ma'lum.

Odatdagi "normal" suyuqliklarning qovushqoqligi bosimga bog'liq emas. Lekin Ag, Au, Pt va boshqa *lifob kolloid zollar* kichik bosimlarda Puazel qonuniga bo'ysunadi va laminar harakatda bo'ladi:

$$\eta = \frac{\pi \cdot \rho \cdot r^4 \cdot t}{8 \cdot V \cdot l}$$

bunda, l —kapilyar uzunligi, r —uning radiusi, t —vaqt, $\pi=3,14$; V —kapilyardan t vaqt ichida oqib chiqqan suyuqlik hajmi, ρ —bosim.

Bosim oshirilganda laminar harakat turbulent harakatga aylanadi. Laminar harakatda qovushqoqlik kapilyar uchlaridagi bosimlar farqiga va suyuqlikning oqib o'tish vaqti va kapilyar radiusiga to'g'ri proporsional bo'lib, suyuqlik hajmi va kapilyar uzunligiga teskari proporsionaldir. Bundan suyuqlikning oqib o'tish vaqti uning qovushqoqligiga bog'liq ekanligi ko'rinib turibdi.

Oquvchanlik ham qovushqoqlik singari haroratga bog'liq. Harorat ortishi bilan Nyuton suyuqliklarining qovushqoqligi eksponensial qonun bo'yicha

o'zgaradi:

$$\eta_o = A e^{-\frac{E}{kT}}$$

A — haroratga deyarli bog'liq bo'lmagan koeffitsiyent;

E — molekulaning yangi holatga o'tishi uchun sarflanadigan potensial energiya;

k — Bolsman doimiysi;

T — absolyut harorat.

Ko'pchilik lifob — Ag, Au, Pt, As₂, S₃, AgJ — zollarning qovushqoqligi *dispersion muhit qovushqoqligidan kam farq qiladi.* Lekin *yuqori molekulyar birikmalar eritmalarining qovushqoqligi toza erituvchilikiga qaraganda bir necha marta katta bo'ladi.* Bunga sabab dispers faza zarrachalarining *o'lchami kattaligi va shaklining har xilligidir.*

Kolloid sistemalar qovushqoqligi ularning konsentratsiyasiga bog'liq bo'lib, Eynshteyn tenglamasi orqali ifodalanadi:

$$\eta = \eta_o (1 + \alpha\varphi)$$

α – dispers faza zarrachasining shakliga bog'liq bo'lgan kattalik; φ – dispers fazaning konsentratsiyasi; η_0 – muhit qovushoqligi.

Agar kolloid zarrachalar orasidagi ta'sir kuchi hisobga olinmasa, sistema qovushoqligi uning konsentratsiyasiga proporsional ravishda o'zgaradi. Zarrachalar *sferik shakldagi elastik shar* deb qabul qilinsa, α ning qiymati 2,5 ga teng bo'ladi. *Anizodimetrik* shakldagi zarrachalar uchun qovushoqlik *Kun* tenglamasi orqali quyidagicha ifodalanadi:

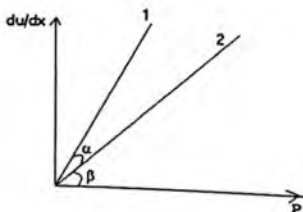
$$\eta = \eta_0 \left(1 + \alpha \varphi + \frac{1}{16} \cdot \frac{l^2}{d^2} \varphi \right)$$

l va d - ellipsoidning katta va kichik o'qlari.

Struktura hosil qiluvchi sistemalar qovushoqligini 1922 yilda Yu.K.Bingam tekshirgan. Uning fikricha kolloid sistemalarda hosil bo'lgan koagulyatsion strukturalar kam mustahkam va tiksotropik xossalarga ega bo'lgani uchun ular juda kichik mexanik kuch ta'sirida ham buziladi. Hatto viskozimetring chayqalishi, siljishi bilan struktura buzilib, oquvchanlikka ega bo'lib qoladi. Bingam fikricha struktura buzilishi uchun $P - \theta > 0$ bo'lishi kerak. P – *siljish kuchlanishi*, θ – *oquvchanlik chegarasi*. Shu shart bajarilishi bilan sistema oquvchan holatga o'tadi. Shuning uchun $P - \theta = \frac{F}{S} = \eta \frac{dU}{dx}$ deb yoza olamiz.

Bundan siljish kuchlanishi $P = \eta \frac{dU}{dx} + \theta$ ga tengdir. η – plastik qovushoqlik.

Odatdagi plastik sistemalar – *smazkalar, konsentrlangan suspenziyalar* uchun siljish kuchlanishini qovushoqlikka bog'liqlik diagrammasini chizadigan bo'lsak, bunda P ortishi bilan θ ning qiymati ortib sistema oquvchan holatga keladi, sistema qovushoqligi o'zgarmas qiymatga erishadi.



X.3-rasm. dU/dx bilan P orasidagi bog'lanish

1-Nyuton suyuqliklarida;

2-strukturalangan sistemalarda.

α, β - to'g'ri chiziqning absissa o'qi bilan hosil qilgan burchagi.

Bundan plastik qovushqoqlik $\eta' = \frac{P - \theta}{dU/dx} = ctg\beta$ ga teng bo'ladi. Bunga

sabab, oquvchanlik chegarasiga yetganda struktura birdaniga buzilmaydi, balki asta-sekinlik bilan, tezlik gradiyenti ortishi bilan buziladi.

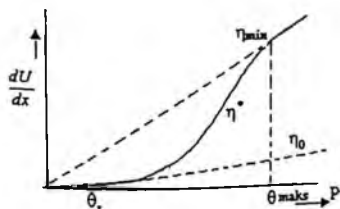
So'nggi yillarda akad. P.A.Rebinder va uning ilmiy maktabi, hozirda esa E.D.Hukin va uning izdoshlari struktura hosil qiluvchi *plastik sistemalar qovushqoqligini* ancha batafsil o'rganishgan.

Ularining fikricha qovushqoqlikning kichik qiymatlarida struktura buzilib, qayta tiklanib turadi:

struktura \leftrightarrow tiksotropiya \leftrightarrow zol

Shu sohaga tegishli plastik sistema qovushqoqligi – *effektiv qovushqoqlik*

deyiladi (η'). Effektiv qovushqoqlikni to'g'ri ifodalash uchun quyidagi diagrammalar chiziladi.



X.4-rasm. dU/dx va P orasidagi, η bilan P orasidagi bog'liqlik diagrammasi

η_0 – sistema hali buzilmagandagi qovushqoqlik

θ_r – kuchlanish, cho'ziluvchanlik (ползучесть) dan oquvchanlikka o'tishni ko'rsatadi.

θ_{maks} – siljish kuchlanishi, sistema to'la buzilgandagi qovushqoqlik.

Oqish sekinlik bilan borganda, struktura buzilishi juda kam bo'ladi. Buzilgan struktura ham *tiksotrop tiklanishi* mumkin, bunda *surilish* hodisasi kuzatiladi. *Katta tezlik bilan oqishda struktura buziladi*, bu jarayon tez borgani uchun sistema qayta tiklanishga ulgumaydi. Siljish kuchlanishining kichik qiymatlarida effektiv qovushqoqlik katta qiymatga ega bo'ladi. Siljish kuchlanishining katta qiymatlarida effektiv qovushqoqlik ohirgi qiymatga erishadi. η_{min} – qovushqoqlik strukturaning to'la buzilganligini ko'rsatadi. *Qovushqoqlikni bunday o'zgarishi temir (III)-gidroksidi va vanadiy besh oksidi zollarida kuzatiladi.*

Qovushqoqlik anomallyasi – bu eritmaning Nyuton qonuniga bo'ysunmasligini ko'rsatadi. Buning sababi, YuMB molekullari bir-biriga birlashib katta agregatlar hosil qilishidir. Shu eritmaga bosim berilsa, agregatlar buzilib, qovushqoqlik qiymati kamayib ketadi.

VISKOZOMETRIK USULDA YUMB LARNING MOLEKULAR MASSASINI ANIQLASH

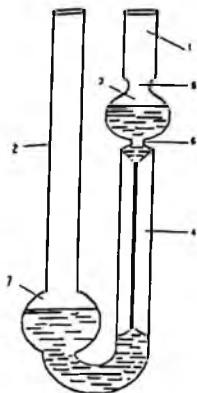
Polimer molekullarining *uzunligi turlicha* bo'ladi. Shu sababli biror bir usulni qo'llab aniqlangan molekulyar massasi *o'rtacha molekulyar massa bo'ladi.*

Polimerlarning molekulyar massasini aniqlash usullari bir nechta (*osmometriya, krioskopiya, embulioskopiya, fraksiyalash, sedimentatsiya, funksional gruppalar orqali topish*). Lekin eng osoni va ko'p ishlatiladigani *viskozometriya usulidir.*

Viskozimetrik usul. Bu usul eng sodda va eng oson usul bo'lib, polimer moddalarning molekulyar massasini keng oraliqdagi qiymatini o'lchash imkonini beradi.

Polimer eritmasining qovushqoqligini o'lchashda kapillyar viskozimetrlardan (*X.5-rasm*) foydalaniladi. Bunda teng hajmda erituvchi va

eritmaning berilgan haroratda viskozimetr kapillyaridan oqib o'tish vaqtlari o'lchanadi.



X.5 – rasm. Kapillyar viskozimetr

Keyin, avval nisbiy, solishtirma va keltirilgan qovushqoqliklar hisoblanadi:

$$\eta_{nisbiy} = \frac{\eta}{\eta_0} = \frac{t}{t_0};$$

$$\eta_{sul.} \cdot \frac{\eta_{eritma} - \eta_0}{\eta_0} = \eta_{nisbiy} - 1$$

$$\eta_{kelt.} = \frac{\eta_{sul.}}{C}$$

η – eritmaning qovushqoqligi;

η_0 – erituvchining qovushqoqligi.

Solishtirma qovushqoqlik polimerlarning molekulyar massasi bilan bog'liq.

Bu bog'liqlikni G.Shtaudinger quyidagi tenglama bilan ifodaladi:

$$\eta_{sol} = K \cdot C \cdot M^a$$

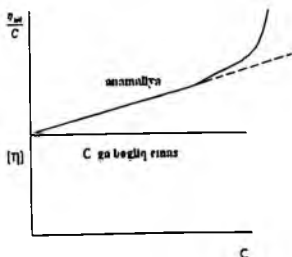
K – bitta polimer gomologik qatori uchun xarakterli doimiy;

a – molekula shakliga bog'liq doimiylik;

C – polimer eritmasining massa ulushlaridagi konsentratsiyasi.

Eritmaning konsentratsiyasi nolga teng bo'lgandagi qovushqoqligi keltirilgan qovushqoqlik $[\eta]$ deyiladi. Keltirilgan qovushqoqlik η_{kel} - polimerning konsentratsiyasiga va molekulyar massasiga bog'liq bo'ladi. Konsentratsiya ortishi bilan makromolekulalar orasidagi o'zaro bog'lanish kuchayadi, bu esa qovushqoqlikning ortishiga olib keladi. Har bir konsentratsiyali eritma uchun keltirilgan qovushqoqlik hisoblanib koordinatalar sistemasida $\eta_{\text{rel}} = f(c)$ bog'liqlik grafigi chiziladi.

Eritmaning xarakteristik qovushqoqligi grafigdan *ekstropolyatsiya yo'li* bilan aniqlanadi.



X.6-rasm. Xarakteristik qovushqoqlikning YuMBni konsentratsiyasiga bog'liqlik grafigi

Xarakteristik qovushqoqlikning YuMBni molekulyar massasiga bog'liqligi Mark-Kun-Xauvink tenglamasi orqali ifodalanadi: $[\eta] = KM^\alpha$

K - polimerning molekulyar massiga bog'liq bo'lgan kattalik.

α - makromolekulaning shakliga bog'liq bo'lib, qiymati 0,5-1,0 orasida bo'ladi.

Qattiq makromolekulali polimerlarda $\alpha=1$ bo'ladi va u holda keltirilgan qovushqoqlik makromolekulaning shakliga bog'liq bo'lmay qoladi.

Tajriba qismi:

7 - LABORATORIYA ISHI

YUQORI MOLEKULAR BIRIKMALARNING MOLEKULAR MASSASINI VISKOZIMETR USULIDA ANIQLASHI

Ishdan maqsad: Ostvald yoki Ubbelodening kapillyar viskozimetri yordamida turli liofil dispers sistemalarning (*oqsil, jelatin va boshqa suvda eruvchan polimerlar eritmaları*) qovushqoqligini aniqlash usullari bilan tanishish.

Berilgan erituvchidagi polimeming molekulyar massasini uning xarakteristik qovushqoqligi qiymati orqali hishoblashni talabalarga o'rgatish.

Ostvald viskozimetrining tuzilishi va qo'llanilishi

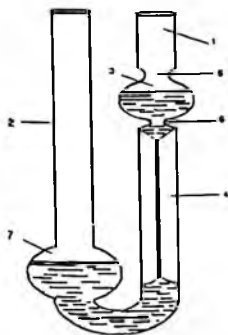
Ostvald viskozimetri tekshiriluvchi *suyuqlikninig qovushqoqligini uning oqib o'tishi vaqti orqali aniqlashga* imkon beradi.

Agar suyuqlik teng ustun balandligida o'zining og'irlik kuchi ta'sirida kapilyardan oqib o'tsa qovushqoqlik qiymatini quyidagi formula bilan aniqlash

mumkin:

$$\eta_{nisbiy} = \frac{d_1 \tau_1}{d_2 \tau_2}$$

bunda: d_1 va d_2 - tekshirilayotgan va standart suyuqlik zichligi, τ_1 va τ_2 - tekshirilayotgan va standart suyuqlikning oqib o'tish vaqti.



Nisbiy qovushqoqlik kapillyar viskozimetrda o'lchanadi (X.5-rasm), u ikkita (1 va 2) shisha naychalardan iborat. 1-naychada (3) kengaygan joyi bor, undan kapillyarga o'tadi; 2-naycha orqali tekshirilayotgan suyuqlik o'zining og'irligi ta'sirida 1-naychaga o'tadi. Kengaygan joyning yuqorisi va pastida 1-naychada 5 va 6 belgilar bor. Kengaytirilgan qismining hajmi odatda 3-4 sm³ ga teng.

Viskozimetri ishlatishdan avval uni *xromli aralashma va distillangan suv* bilan yuviladi, so'ngra quritish shkafiga quritish kerak. Viskozometrni vertikal holatda suvi kerakli haroratgacha qizdirilgan termostatga mahkamlanadi.

Tajriba uchun o'lchov silindri yordamida shunday hajmdagi suyuqlik olinadiki, keng tirsakning kengaygan joyining yarmi (1/2) gacha to'lsin. Bu hajm butun ish davomida doimiy bo'lib qoladi.

Ish bajarish uchun 2-naychaga o'lchov silindri yordamida tekshirilayotgan suyuqlik solinadi. Eritma kerakli haroratgacha qizdirilgandan keyin, uni rezina so'rgich bilan 5 belgigacha torrib olinadi.

Suyuqlikning 5-belgidan 6-belgigacha oqib o'tish vaqti sekundomerda o'lchanadi. So'ngra yana suyuqlikni ingichka naycha orqali yuqoriga tortiladi va qaytadan aniqlash takrorlanadi, aniqlanish bir-biriga yaqin qiymatlar olinmaguncha davom ettiriladi. Avval kapilyardan suvni oqib o'tish vaqti (*muayyan haroratda*) so'ngra tekshirilayotgan suyuqlikning oqib o'tish vaqti topiladi. Turli konsentratsiyadagi eritmalarining oqish vaqti xuddi toza erituvchi oqish vaqtini aniqlangandek o'lchanadi. Aniqlash kichik konsentratsiyali eritmadan boshlanadi. Har bir konsentratsiya uchun oqish vaqti uch marotaba takrorlanadi. Natijalar X.1 jadvalga kiritiladi.

X.1-jadval

C. г/100 мл	Oqish vaqti t, csek.				η_{nis}	η_{sol}	η_{kel}	η_{kai}
	1	2	3	O'rtacha				

Nima uchun eritmalarining oqish vaqtini aniqlash kichik konsentratsiyali eritmadan boshlanadi?

Nima uchun ish tugagandan so'ng viskozimetri albatta erituvchi bilan yuvish lozim?

Erigan moddaning molekulyar massasini (*makromolekulaning*) eritma qovushqoqligiga bog'liqligini o'rganishga asoslangan viskozimetrik usul polimerlarning molekulyar massasini aniqlashning eng oddiy usullaridan biri hisoblanadi. Eritma qovushqoqligini tavsiflash uchun nisbiy solishtirma, keltirilgan va xarakteristik qovushqoqliklar ishlatiladi.

Polimerning molekulyar massasini Mark-Kun-Xauvink tenglamasi bo'yicha aniqlash uchun eritmaning xarakteristik ($[\eta]$) qovushqoqligi $\eta_{sol,C} = f(C)$ grafigidan topiladi. Ba'zi polimerning K va α konstantalari qiymatlarini X.2-jadvalda berilgan.

X.2-jadval

Polimer	erituvchi	K·10 ⁻⁴	α
Polivinil spirt	suv	5,60	0,67
Polivinilatsetat	atseton	2,80	0,67
Tabiiy kauchuk	toluol	5,02	0,70
Polistirol	toluol	3,70	0,67

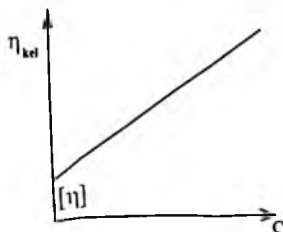
Laboratoriya ishini bajarish uchun kerakli qurilma va reaktivlar: Ostvald yoki Ubbelodening kapillyar viskozimetri; 5-10 ml o'lchov selendri; sekundomer; shtativ; 6 ta kolba, rezinali havo so'rgichi (grusha), suv va turli konsentrasiyalii liofil dispers sistema eritmasi.

Ishni bajarish tartibi: Avval 6 ta kolbaning 5 tasiga liofil dispers sistemaning turli xildagi suvli konsentratsiyasi (1n, 0,5n, 0,25n, 0,125n, 0,0625n) tayyorlab olinadi. 1 ta kolbaga 10 ml suv solinadi va kapilyar viskozimetr yordamida necha soniyada tomchilar tushishi aniqlanadi. Buning uchun nayning yuqori va pastki qismida ikkita belgi qo'yilgan. O'lchash vaqtida kapilyar viskozimetr shtativga o'rnatiladi. Kapilyar viskozimetr o'rta qismi (qomi) keng va pastki uchi kapilyar bo'lgan shisha naydan iborat. Uning yuqorigi uchiga rezina trubka kiydirib, uning yuqorigi belgisiga yetguncha «havo so'rgichi yordamida» suyuqlik so'riladi. Yuqorigi belgidan past belgigacha egalangan hajmda qancha suyuqlik tomchisi necha soniyada oqib tushishi aniqlanadi. Keyin liofil dispers

sistemaning 5 xildagi suvli konsratsiyasiga ega bo'lgan polimer eritmasi (1%li K-8, K-17, K-18, KMS) tajribadan o'tkaziladi. Tajriba vaqtida turki, zarbalar, havo tebranihlari va harorat o'zgarishlariga yo'l qo'ymaslik kerak. 6 ta kolbadagi suyuqliklar tajribadan o'tkazilgandan so'ng liofil dispers sistemaning nisbiy qovushqoqligi aniqlanadi. Suv va polimer eritmasining suvli konsratsiyasining tushish vaqtlari X.3-jadvalga yozib boriladi va $\eta_{\text{nis}}=f(C)$ bog'lanish grafigi chiziladi.

X.3-jadval

No	Eritmalar konsratsiyasi, C, g/ml	Tushish vaqti $\tau_{\text{e-ma}}$, S	η_{nis}	η_{sol}	η_{kel}
1	Suv				
2	0,0625				
3	0,125				
4	0,25				
5	0,5				
6	1				



Nisbiy va solishtirma qovushqoqlik quyidagi formula orqali aniqlanadi:

$$\eta_{\text{nis}} = \frac{\tau_1}{\tau_0}; \quad \eta_{\text{sol}} = \eta_{\text{nis}} - 1;$$

$$\eta_{\text{kel}} = \frac{\eta_{\text{sol}}}{C}.$$

X.2-jadvaldagi ma'lumotlarga asoslanib, $\eta_{\text{kel}}=f(C)$ bog'lanish grafigi chiziladi va xarakteristik qovushqoqlik $[\eta]$ aniqlanadi.

Polimerning molekulyar massasi quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$[\eta] = KM^a$$

Hisoblash uchun:

$$M^a = \frac{[\eta]}{K}$$

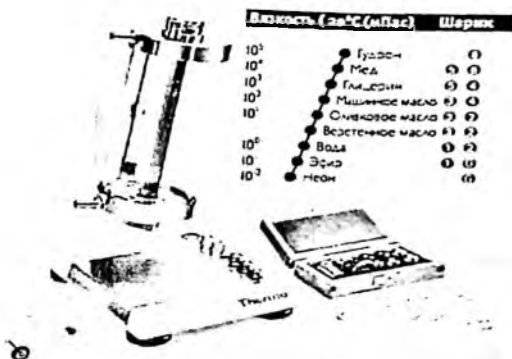
Yuqoridagi tenglama logarifmlanib $\lg M = \frac{\lg[\eta] - \lg K}{\alpha}$ hosil qilinadi.

K va α ni qiymati X.1-jadvaldan olinadi.

Hisoblab topilgan $\lg M$ ning qiymati antilogarifmlanib, moddaning molekulyar massasining (M) qiymati aniqlanadi.

8 - LABORATORIYA ISHI

TUSHUVCHI SHARLI XOPPLER VISKOZIMETRI YORDAMIDA ERITMA QOVUSHQOQLIGINI ANIQLASH



Jihoz haqida ma'lumot: Tushuvchi sharli NAAKE viskozimetri tiniq nyuton suyuqliklari qovushqoqligini o'lchaydi. O'lchangan qovushqoqlik shar ma'lum masofaga tushishi uchun ketadigan vaqt bilan taqqoslanadi. *Bir oz og'ib turadigan silindr ko'rinishidagi o'lchov trubkasiga solingan eritmadagi sharning harakati tushish vaqti bilan ko'rsatiladi. Qovushqoqlik "millipaskal soniya" - mPa·s bilan belgilanadi.*

Jihozning asosi shishadan yasalgan (1-rasm), u o'lchov trubkasi va shardan iborat (2-rasm). Trubkada belgilab qo'yilgan 3 ta halqa bo'lib, ular bir-biridan 100mm (10sm) uzoqlikdagi masofani chegaralab turadi. O'lchov naychasi shisha

Qobiqqa o'ralgan. Bu shisha qobiqqa suyuqlik solingan bo'lib, u o'lchov trubkasining haroratini nazorat qilib turadi (ya'ni, termostat vazifasini bajaradi).



O'lchov naychasi ish bajarilayotgan paytda vertikalidan 10° daraja og'ib turadigan qilib o'rnatiladi. Tajriba davomida har bir shar uchun o'rtacha qiymatni tanlab olish maqsadida o'lchov ishlari 3 marta bajariladi. Buning uchun viskozimetr qobig'i 180° qayta o'giriladigan qilib yasalgan.

ISH BAJARISH TARTIBI

Namunani solish: viskozimetning namuna solinadigan trubkasi quruq va toza bo'lishi kerak. Qovushqoqligi o'rganiladigan eritmadan 35ml hajmda, trubkaning tepa qismiga 20 mm (2sm) etmaydigan qilib quyiladi. So'ng trubkaga tanlab olingan sharcha solinib, og'zi rezina qopqoq bilan mahkam yopiladi. Trubka ichidagi namunada havo pufakchalari bo'lmasligi lozim.

!!! Tajriba bajarishdan avval viskozimetr qobigii 2-3 marta 180° aylantirilib, sharni tushishi kuzatiladi. Maqsad tekshirilayotgan eritmaning gomogenligi va haroratni doimiylikini ta'minlash.

Shar raqami	Yasalgan material	Zichligi, g/sm^3	Shar diametri	Konstanta K (taxminan) $MPa \cdot s \cdot sm^3/g \cdot c$
1	Borosilikat shisha	2,2	$15,81 \pm 0,01$	0,007
2	Borosilikat shisha	2,2	$15,6 \pm 0,05$	0,09
3	Temir nikelli quyma	8,1	$15,2 \pm 0,1$	0,7

Sharni tanlash: standart to'plamda ichki diametri taxminan $15,94 \pm 0,01$ mm bo'lgan, o'lchov trubkasidan o'tadigan shar tanlab olinishi kerak.

O'rganiladigan eritma sifatida:

- Karboksimetiltellyuloza (KMS) tanlab olingan – zichligi $1,7 \text{ g/sm}^3$ ga teng. KMS suvda yaxshi eruvchan bo'lib, tajriba uchun 1-5 % li eritmalari tayyorlab olinadi.

- 40 % li shakar eritmasi – zichligi $1,18 \text{ g/sm}^3$ ga teng.

Tajriba o'tkazish. Viskozimetr qobig'i jihoz asosida 10° ga og'dirib mahkamlanadi. Shar ichki trubkaga solingandan s'ng, uni birinchi halqadan uchinchi halqagacha tushadigan vaqti sekundomer bilan o'lchanadi va jadvalga yozib boriladi.

Qobiqni 180° o'girib sharni tushishini bir necha marotaba (3 tadan 5 tagacha) o'lchash tavsiya etiladi.

Rangli yoki loyqa suyuqliklarning qovushqoqligi aniqlanayotgan vaqtda sharni tushish tezligini kuzatish qiyin kechadi. Bunday vaqtlarda sharning o'rtasi halqadan o'tadigan vaqt o'lchov qilib olinadi.

Ish hisoboti:

No	r_{sh}, sm	$\rho_{m. g/sm^3}$	$\rho_{suyuq}, g/sm^3$	t, c	$\vartheta, \text{sm/s}$	η
1	7,9	2,2				
2	7,8	2,2				
3	5,5	8,1				

r_{sh} – sharning radiusi;

ρ_{sh} – sharning zichligi;

ρ_{suyuq} – o'rganilayotgan suyuqlikning zichligi;

t – sharning tushish vaqti;

ϑ - sharning tushish tezligi: $\vartheta = \frac{L}{t}$ bu erda L-o'lchov trubkasini uzunligi

(birinchi xalqadan uchinchi xalqagacha bo'lgan masofa – 10 sm).

$$\eta = \frac{2r^2 g (\rho_m - \rho_{suyuq})}{9\vartheta}$$

$$g=9,8 \text{ m/s}^2$$

Dinamik qovushqoqlik quyidagi tenglama bilan hisoblanadi:

$$\eta = K(\rho_{\omega} - \rho_{\text{cy} \mu \kappa}) \cdot t$$

!!! Ish yakunida o'lchov trubkasi va sharchalar distillangan suv bilan yuvib tozalanadi va fiitr qog'oz bilan artib quritiladi.

AMALIY MASHG'ULOT

YuMB eritmalarining reologik xossalari. Eritmalarining qovushqoqligi, qovushqoqlik turlari. YuMB molekulyar massasini aniqlash

1 - misol. Sintetik kauchuk xloroformda eritilib, uning molekula massasi $M=3 \cdot 10^5$ ekanligi topilgan. Molekula massa $3 \cdot 10^5$ ga teng bo'lgan kauchuk namunasining xarakteristik qovushqoqligi topilsin.

Yechish: Masalani yechish uchun $[\eta] = KM^\alpha$ tenglamadan foydalanamiz. Masala shartiga ko'ra $M=3 \cdot 10^5$. Jadvaldan sintetik kauchukning xloroformdagi eritmasi uchun $\alpha = 0,56$, $K= 1,85 \cdot 10^{-5}$ ekanligini topamiz:

$$[\eta] = KM^\alpha = 1,85 \cdot 10^{-5} / (3 \cdot 10^5)^{0,56} = 0,0215 \quad [\eta] = 0,0215$$

2 - misol. Polivinil spirtning suvdagi eritmasi uchun topilgan $[\eta]=0,15 = 4,53 \cdot 10^{-5} \cdot M^{0,74}$ tenglamadan foydalanib, polivinil spirtning molekula massasini toping.

Yechish: Masalani yechish uchun $0,15 = 4,53 \cdot 10^{-5} M^{0,74}$ ni logarifmlaymiz:

$$\lg 0,15 = \lg 4,53 - 5 + 0,74 \lg M$$

bundan $\lg M = 4,7567$ va $M = 5,7 \cdot 10^4$ ekanligini topamiz.

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Uzunligi $l=6 \cdot 10^{-2}$ m, radiusi $r=1 \cdot 10^{-3}$ m bo'lgan kapillyardan glitserin $p=200 Pa$ bosim ostida $\frac{V}{t}=14 \cdot 10^{-10} m^3/c$ tezlikda oqib tushadi. Glitserinning qovushqoqligini hisoblang.

2. Qovushqoqligi $\eta=2 \cdot 10^{-3} H \cdot C / m^2$ bo'lgan suyuqlik $P=980 Pa$ bosim ostida uzunligi $l=5 \cdot 10^{-2}$ m, radius $r=25 \cdot 10^{-3}$ m bo'lgan kapillyardan oqib tushdi. Suyuqlikning oqish tezligini hisoblang.

3. Quyida berilganlardan foydalanib molekulyar massalarni hisoblang:

a) polivinilspirtning suvdagi eritmasi uchun $[\eta]=0,15$
 $K=4,53 \cdot 10^{-5}$ $\alpha=0,74$.

b) polistirolning toluodagi eritmasi uchun $[\eta]=0,105$
 $K=1,7 \cdot 10^{-5}$ $\alpha=0,69$.

v) nitrotsellyulozaning atsetondagi eritmasi uchun $[\eta]=0,204$
 $K=0,89 \cdot 10^{-5}$ $\alpha=0,9$.

4. Polimetilmetaprilatning benzoldagi eritmalarining keltirilgan qovushqoqliklari qiymatlari:

Konsentratsiya $C, kg/m^3$	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
Keltirilgan qovushqoqlik $\frac{\eta_{rel}}{C}$	0,408	0,416	0,430	0,434	0,442	0,452

bo'lsa, uning molekulyar massasini aniqlang. $K=4,7 \cdot 10^{-5}$ $\alpha=0,77$.

5. Tabiiy kauchukni benzolda eritganda uning xarakteristik qovushqoqligi $[\eta]=0,126$ ga teng bo'ldi. Doimiyliklar $K=5 \cdot 10^{-5}$, $\alpha=0,67$ bo'lsa, kauchukning molekulyar massasini hisoblang.

6. Viskozimetrik usulda olingan natijalar asosida etilsellyulozaning anilindagi eritmasi uchun molekulyar massani hisoblang.

Konsentratsiya $C, \text{kg/m}^3$	1,0	1,75	2,5	3,25	4
Solishtirma qovushqoqlik η_{rel}	0,240	0,525	0,875	1,35	1,84

$$K = 6,9 \cdot 10^{-5}, \quad \alpha = 0,72.$$

7. 293K osmometriya usulida olingan natijalar bo'yicha polistirolning toluoldagi eritmasi uchun molekulyar massani aniqlang.

Konsentratsiya $C, \text{kg/m}^3$	2,91	4,9	7,82	9,69	12,0
Balandliklar farqi, $\Delta h \cdot 10^{-2}, \text{m}$	0,95	1,67	2,78	3,51	4,50

8. 298K osmometriya usulida olingan natijalar asosida polistirolning benzoldagi eritmasi uchun molekulyar massani hisoblang.

Konsentratsiya $C, \text{kg/m}^3$	1,0	3,0	5,0	7,0	10
Balandliklar farqi, $\Delta h \cdot 10^{-2}, \text{m}$	0,32	0,99	1,70	2,46	3,70

9. Yorug'likni tarqatish usulida polivinilxloridning siklogeksandagi eritmasi uchun quyidagi natijalar olindi:

Konsentratsiya $C, \text{kg/m}^3$	1,69	2,12	2,66	3,26	3,75
Eritma xiraligi, $f \cdot 10^{-8}, \text{m}^{-1}$	8,54	10,25	12,67	14,80	16,75

$$H = 6,0 \cdot 10^{-13}.$$

Molekulyar massani hisoblang.

KO'P VARIANTLI MASALALAR

Sintetik kauchuk xloroformda eritilib, uning molekula massasi M ekanligi topilgan. Molekula massasi M ga teng bo'lgan kauchuk namunasining xarakteristik qovushqoqligi topilsin.

№	M	α	K
1.	$2 \cdot 10^4$	0,56	$1,85 \cdot 10^{-3}$
2.	$1,5 \cdot 10^4$	0,56	$1,85 \cdot 10^{-3}$
3.	$4 \cdot 10^4$	0,56	$1,85 \cdot 10^{-3}$
4.	$2,8 \cdot 10^4$	0,56	$1,85 \cdot 10^{-3}$
5.	$1,7 \cdot 10^4$	0,56	$1,85 \cdot 10^{-3}$
6.	$1,9 \cdot 10^4$	0,56	$1,85 \cdot 10^{-3}$
7.	$1,2 \cdot 10^4$	0,56	$1,85 \cdot 10^{-3}$
8.	$2,4 \cdot 10^4$	0,56	$1,85 \cdot 10^{-3}$
9.	$5 \cdot 10^4$	0,56	$1,85 \cdot 10^{-3}$
10.	$1,3 \cdot 10^4$	0,56	$1,85 \cdot 10^{-3}$
11.	$2,9 \cdot 10^4$	0,56	$1,85 \cdot 10^{-3}$
12.	$2,1 \cdot 10^4$	0,56	$1,85 \cdot 10^{-3}$
13.	$1,23 \cdot 10^4$	0,56	$1,85 \cdot 10^{-3}$
14.	$3,265 \cdot 10^3$	0,56	$1,85 \cdot 10^{-3}$
15.	$1,45 \cdot 10^3$	0,56	$1,85 \cdot 10^{-3}$
16.	$4,2 \cdot 10^2$	0,56	$1,85 \cdot 10^{-3}$
17.	$2,58 \cdot 10^3$	0,56	$1,85 \cdot 10^{-3}$
18.	$1,42 \cdot 10^3$	0,56	$1,85 \cdot 10^{-3}$
19.	$5,1 \cdot 10^3$	0,56	$1,85 \cdot 10^{-3}$
20.	$2,32 \cdot 10^3$	0,56	$1,85 \cdot 10^{-3}$
21.	$1,11 \cdot 10^4$	0,56	$1,85 \cdot 10^{-3}$
22.	$2,22 \cdot 10^3$	0,56	$1,85 \cdot 10^{-3}$
23.	$1,85 \cdot 10^3$	0,56	$1,85 \cdot 10^{-3}$
24.	$5,6 \cdot 10^4$	0,56	$1,85 \cdot 10^{-3}$
25.	$2,64 \cdot 10^3$	0,56	$1,85 \cdot 10^{-3}$
26.	$3,41 \cdot 10^3$	0,56	$1,85 \cdot 10^{-3}$
27.	$2,71 \cdot 10^3$	0,56	$1,85 \cdot 10^{-3}$
28.	$2,5 \cdot 10^3$	0,56	$1,85 \cdot 10^{-3}$
29.	$3,5 \cdot 10^3$	0,56	$1,85 \cdot 10^{-3}$
30.	$3 \cdot 10^3$	0,56	$1,85 \cdot 10^{-3}$

O'z-o'zini nazorat qilish savollari

1. Dispers sistemalarda strukturalarning hosil bo'lishi.
2. Iviq yoki gel deb nimaga aytiladi?
3. Tiksotropiya va sinerezis hodisalar deganda nimani tushunasiz?
4. Qovushqollikning fizik ma'nosi.
5. Dispers sistemalarning qovushqolligiga izoh bering.
6. Nyuton suyuqliklari.
7. YuMB eritmalarining qovushqolligi qanday usullar bilan aniqlanadi?
8. YuMB ning molekulyar massasini viskozimetrik usulda aniqlash.
9. Shtaudinger tenglamasi.
10. Xarakteristik qovushqollik.

GLOSSARIY

№	O'zbek	Ingliz	Rus	So'zning ma'nosi	СМЫСЛ СЛОВ
1	Absolyut harorat	Absolute temperature	Абсолютная температура	Selsiy shkalasi bo'yicha nuldin 273,16°C pasl bo'lgan va absolyut nul deb ataluvchi gradusdan boshlab hisoblanadigan haroradir	Абсолютная температура, это температура которая исчисляет от нуля градуса по Кельвину исключающая от - 273,16°C по Цельсию
2	absorbent (so'radigan, shimadigan)	Absorbent	Абсорбент	Yutuvchi modda	Поглащающее вещество
3	aktivlangan ko'mur	Absorbent carbon	Активированный уголь	G'ovakli yutuvchi modda	Пористый абсорбент
4	Kapillyar kondensasiya	Capillary condensation	Капиллярная конденсация	Gazlarni sorbsiya vaqtida qatq jism g'ovaklarida kondensatlanishi	Конденсация паров в капиллярах
5	Diffuziya	diffusion	Диффузия	Konsentrasiyani xajmda o'z-o'zidan tenglashishi	Самостоятельное выравнивание концентрации в объеме
6	Xemosorbsiya	Chemisorptions	Хемосорбция	Yutish jarayoni adsorbent va adsorbiv molekularining kimyoviy ta'sirlashuvi natijasida sodir bo'lishi	Процесс сорбции протекает в результате химической реакции между молекулами адсорбента и адсорбата
7	tozalash	Cleaning	Очистка	Kolloid eritmalami tozalash usuli	Способ очистки коллоидного раствора
8	sedimentasiya	Sedimentation	Седиментация	Kolloid zarrachalarni og'irlik kuchi ta'sirida cho'kmaga tushishi	Оседание дисперсных фаз под действием сил тяжести
9	koagulyatsiyalanish	Coagulate	Коагуляция	Zarrachalarni birlashtirib yiriklashishi	Агрегирование частиц при их сближении
10	Desorbsiya	Desorption	Десорбция	Yutilgan molekularni adsorbent sathidan chiqib ketishi	Удаление молекул адсорбата от поверхности адсорбента
11	Dializ	Dialysis	Диализ	Kolloid eritmalami aralashmalardan tozalash usuli	Способ очистки коллоидного раствора
12	dispers faza	dispersed phase	Дисперсная фаза	Dispersin muhida tarqalgan zarrachalar	Частицы распространенные в дисперсионной среде
13	dispers muhit	dispersion medium	Дисперсная среда	Dispers faza tarqalgan muhit	Среда распространенная частиц дисперсионной фазы
14	Disperslik	Dispersity	Дисперсность	Maydalanlik darajasi	Степень измельчения
15	Elektrolit	Electrolyte	Электролит	Elektr tokini o'tkazadigan erima	Раствор проводящий электрический ток.

16	Elektroforez	Electrophoresis	Электрофорез	Kolloid zarrachalarni elektr maydoni ta'sirida harakati	Движение электрическом части дисперсной фазы
17	Elektroosmos	Electroosmosis	Электроосмос	Kolloid sistema suyuqligining tashqi elektr maydoni ta'sirida harakati	Движение электрическом жидкости дисперсионной среды.
18	Emulsiya	Emulsion	Эмульсия	Ikki ta bir birida aralashaydigan suyuqda iborat dispers sistema	Дисперсия систем образованная двум несмешивающимися жидкостями
19	Liofil	Lyophilic	Люофил	Suyuqlikni yoqiradi	Сродство с жидкостью
20	Liofob	Lyophobic	Люофоб	Suyuqlikni yoqirmaydi	Нет сродство жидкостью
21	Mitsella	Micelle	Мицелла	Kolloid sistemalarni struktura tuzilishi	Строение структур коллоидно дисперсионной систем
22	Sirt	Surface	Поверхность	Yuza qatlami	Поверхность раздел
23	Stabilizater	Stabilizer	Стабилизатор	Barqarorlovchi modda	Вещество придающее вещества стабильность
24	sirt faol modda	Surfactant	Поверхностно	Suyuqlikni sirt tarangligini kamaytiruvchi moddalar	Вещества которые понижают поверхностное натяжение
25	Adsorbtsiya	Adsorption	Адсорбция	modda zarrachalarining (molekula, atom, ionlarning) ikkinchi modda sirtiga yutilish jarayoni	Это поглощение различных молекул или ионов на поверхность другого вещества
26	Agregat holat	Agregate sime	Агрегатное состояние	moddalar odatda gaz, suyuq va qattiq holatda bo'ladi, bularni moddalarning agregat xolati deyiladi	Это определенное физическое состояние вещества находящихся твердом, жидком газообразном состоянии.
27	Agregatsiya	Agregation	Агрегация	yuqon dispers zarrachalarni o'zaro birikib, yirik zarrachalar hosil qilishi	Образование более крупных части результате слипания мелких частиц.
28	Additiv xossalalar	Additive properties	Аддитивные свойства	Umumiy xususiyatini sistemadagi moddalarni xususiyatlarini yig'indisi	Это сумма различных свойств веществ определяющих общую свойству.
29	Aktivatsiya	Activation	Активация	atomi yoki molekularlarni energiya berish orqali faol holatga o'tkazish.	Переход в активное состояние молекул или атомов при передачи энергии.
30	Allotropiya	Allotropiya	Аллотропия	bir kimyoviy elementning bir necha oddiy modda hosil qilishi. Masalan, grafit, olmos, ko'mir.	Образование различных простых веществ из атомов одинаковых элементов. Например, графит, алмаз, карбин.

31	Angstrom	Angstrom	Ангстрем	λ , uzunlik o'lchov birligi $1 \text{ \AA} = 10^{-8} \text{ sm}$	Величина, используемая для измерения размеров атомов $1 \text{ \AA} = 10^{-8} \text{ см}$.
32	Katod	Katod	Катод	galvanik elementlarning manfiy qutbi	Отрицательный заряд гальванического элемента
33	Anod	Anod	Анод	galvanik elementlarning musbat qutbi	Положительный заряд гальванического элемента
34	Broun harakati	Brownian movement	Броуновское движение	Dispers faza zarrachalarini tartibsiz harakati	Хаотическое движение частиц дисперсной фазы
35	Gel	Gel	Гель	Dispers fazasi suyuq, dispersion muhit qattiq bo'lgan dispers sistema	Дисперсная система состоящая из жидкой дисперсионной фазы и твердой дисперсионной среды
36	Gomogen sistema	Homogeneous systems	Гомогенная система	bir fazadan iborat sistemalarga aytiladi	Система состоящая из одной фазы.
37	Geterogen sistema	Heterogeneous system	Гетерогенная система	ikki va undan ortiq fazadan iborat sistema	Система состоящая из двух или более фаз
38	Daniel elementi	Daniel element	Элемент Даниэля	Mis (II) sulfat va rux sulfat eritmalaridan iborat galvanik element.	Гальванический элемент, состоящий из медного и цинкового электрода
39	Dipol	Dipole	Диполь	qublangan molekullar	Полярные молекулы
40	Dipol momenti	Dipole moment	Дипольный момент	qublangan molekullarning qublanish darajalari	Степень поляризации молекул
41	Disperslik	Dispersion system	Дисперсность	dispers fazaning maydalanlik darajasi	Степень измельченности дисперсионной фазы
42	Dissotsiyanish darajasi	Degree of dissociation	Степень диссоциации	eritmada ionlarga ajralgan molekullar sonini umumiy erigan molekullar soniga nisbati	Отношение число диссоциированных молекул на общее число растворенных молекул
43	Diffuzion potentsial	Diffusion potential	Диффузионный потенциал	Elektrolit eritmalarda konsentrasiyalar farqi natijasida hosil bo'ladigan potentsial	Потенциал образовавшийся в растворе электролита в результате разности концентрации
44	Dielektrik	Dielectric	Диэлектрик	elektr tokini o'tkazmay digan jism	Тело не проводящий электрический ток
45	Yonish issiqligi	Heat of combustion	Теплота горения	1 mol modda to'la yonganda ajralib chiqadigan issiqlik	Теплота выделяемая при полной сгорании 1 моль вещества
46	Izomorfizm	Isomorphism	Изоморфизм	Moddalarning kristall tuzilishlari bir-biriga yaqin bo'lishi	Близкие по кристаллической структуре вещества
47	Izoterma	Isotherma	Изотерма	jarayonlarni o'zgarmas haroratda amalga oshishi	Протекание процесса при постоянной температуре

48	Izotonik koefitsiyent	Isonotical coefficient	Изотоник коэфитсиент	elektrolit eritmalar uchun tuzatish koefitsiyeni	Козфитсиент поправки для растворов электролитов
49	Ichki energiya	Inner energy	Внутренняя энергия	Moddani tashkil etuvchi barcha zarrachalarni potensial va kinetik energiyalar yig'indisi	Сумма кинетических и потенциальных энергий всех частных веществ
50	Ionlar harakatchanligi	Mobility of ions	Подвижность ионов	ionlarni eritmadaqi harakatlanish qobiliyati	Способность движение ионов растворе
51	Issiqlik sig'imi	Thermal heat capacity	Теплоемкость	Moddani issiqlik yutish qobiliyati	Способность вещества поглощать теплоты
52	Kataliz	Catalyst	Катализ	kimyoviy reaksiyalar tezligiga katalizatorlar ta'sirini o'rganish	Катализ-изучения влияния катализатора на скорость химической реакции
53	Kroskopik doimiy	Constant of cryoscopy	Постоянная криоскопии	Erituvchining tabiatiga bog'liq bo'lgan o'zgarmas kattalik	Постоянное величина, зависушесся природы растворе
54	Kimyoviy muvozanat	Chemical equilibrium	Химическая равновесия	to'g'ri va teskari reaksiyalar tezligi tenglashgan xolat	Состояние при выравнивание прямой и обратной реакции
55	Kristall moddalar	Crystal substances	Кристаллические вещества	Molekula yoki ionlarni tartibli joylashgan qattiq moddalar.	твердые вещества которых молекулы или ионы упорядоченно расположены
56	Normal eritma	Normal solutions	Нормальные растворы	1 litr eritmada engan moddaning gramm ekvivalent miqdori	Грам эквивалент вещества в 1 растворе
57	Standart vodorod elektrod	Standart hydrogen electrode	Стандартный водородный электрод	Potensialining kiymati sharti nol deb kabul kilingan vodorod elektrosi	Стандартный водородный электрод потенциал которого условно принята на нуль.
58	O'zgarish issiqligi (yoki o'tish issiqligi)	Heat of transition	Теплота перехода	Moddani bir fazadan ikkinchi fazaga o'tish issiqligi	Теплота перехода вещества из одной фазы в другую
59	Metastabil xolat	Metastable state	Метастабильное состояние	Fazaning bekarer xolati	Неустойчивое состояние фазы
60	Mikron	Micro	Микрон	Zarrachani ulchov birligi	Единицы измерения частиц.
61	Metallar korroziasiya	Corrosion of metals	Коррозия металлов	metallarning tashki ta'sir natijasida yemirilishi	Разрушение металлов под внешних действий
62	Osmotik bosim	Osmotical pressure	Осмотическое давление	yarim o'tkazgich membrana orqali erituvchi molekularini eritmaga uz-uzidan utishi	Самостоятельно переход растворителя раствор через полупроницаемой мембраны
63	Parzial bosim	Parcial pressure	Парциальное давление	gazlar aralashmasidagi ayrim gaz xissasiga to'g'ri keladigan bosim.	Давление индивидуальных газов в смеси газом
64	Refraktometriya	Refractometry	Рефрактометрия	moddani yoruglik nurini sindirish kursatkichini	определение преломления светом

				aniklash	veshchom
65	Reaksiya tezligi	Rate of reaction	Скорость реакции	Reaksiyada ishtirok etuchi moddalarning konsentratsiyasini vaqt birligi ichida o'zgarishi	Изменение концентрации реагирующих веществ за единицу времени
66	Kritik xarorat	Critical temperature	Критическая температура	Moddani bir fazadan ikkinchi fazaga utish temperaturasi	Температура фазового превращения
67	Reaksiyaning issiqlik effekti	Thermal effect of reaction	Тепловой эффект реакции	kimyoviy reaksiyalar vaqtda ajralib chiqadigan yoki yutiladigan issiqlik miqdori	теплота выделяемая или поглощаемая при химических реакция
68	Solishtirma og'irlik (zichlik)	Specific weight	Удельный вес	modda massasini uning hajmiga bo'lgan nisbati.	отношение массы к объему.
69	Solishtirina hajm	Specific volume	Удельный объем	1 g suyuq modda egallagan hajm	объем занимаемый 1g данного вещества.
70	Tashish soni	Number of transfer	Число переноса	elektrolit eritmasidagi ionlarning vaqt birligi ichida elektr maydoni ta'sirida tashib o'tilgan elektr zarvadi	число зарядов перенесенных ионами под действием электрической силы за единицу времени
71	Termik analiz	Thermal analysis	Термический анализ	Ikki komponentli sistemalarni kaynash yoki suyuklanish temperaturalarini tarkibga bog'liqligini organadigan usul	Метод определяющий зависимости температуры плавления или кипения от состава
72	Termodinamika	Thermodynamics	Термодинамика	issiqlik energiyasini boshqa tur energiyalarga aylanishini organadi	изучает превращения тепловые энергии в другие виды энергии
73	Termodinamik xossalari	Thermodynamical properties	Термодинамические свойства	Sistemani xarorat, bosim, hajm va tarkibga bog'liq bo'lgan xossalari.	Свойства системы, зависящие от температуры, давления, объема и состава.
74	Termostat	Thermostat	Термостат	sistema xaroratini doimiy saqlab turadigan qurilma.	Прибор поддерживающий постоянной температуры системы.
75	Termokimyo	Thermo-chemistry	Термохимия	Kimyoviy va fizik jarayonlarni issiqlik effektlarini organadigan bilim	Термохимия - раздел изучающий тепловые эффекты химических и физических процессов.
76	Hosil bo'lish issiqligi	Heat of formation	Теплота образования	Oddiy moddalardan 1 mol murakkab moddani hosil bulishida ajraladigan yoki yutiladigan issiqlik miqdori	Тепловой эффект - выделяемая или поглощаемая теплота при образовании из простых веществ одного моля сложного вещества.
77	Uchlama nuqta	Triple point	Тройная точка	Xolat diagrammasidagi uchta faza muvozanatda turgan nuqta	Точка равновесия между тремя фазами в диаграмме составов.

78	Fazo	Phase	Фаза	Geterogen sistemani boshqa kismalaridan chegarasi siri bilan ajralgan bir xil tarkib va bir xil termodinamik xossalarga ega bulgan gomogen kismi	Гомогенная часть гетерогенной системы отделенная от других частей поверхностью раздела, имеющая одинаковый состав одинаковые термодинамические свойства
79	Fotokimyoviy reaksiya	Photochemical reactions	Фотохимические реакции -	yonuqlik ta'sirida boradigan kimyoviy reaksiyalar.	Химические реакции протекающие под действием света.
80	Ebulioskopik doimiylik	Ebulioskopical constant	Эбулиоскопическая постоянная	1 mol modda eriganda erituvchining kaynash temperaturasini neccha gradusga o'tishini kursatadi	Равная по величине температуры кипения растворителя при растворении 1 моля вещества
81	Evtektik nuqta	Point of obtectics	точка эвтектики	ikkita qattiq moddalar aralashmasini suyuqlanmalarini eng past qotish temperaturasi	Самая низкая температура отвердения распла двух твердых вещества
82	Elektr o'tkazuvchanlik	Electroconductivity	Электропроводность	eritmaling elektr o'tkazish qobiliyati.	Способность электропроводимости растворов.
83	Erunchanlik ko'paytmasi	Product of solubility	Произведения растворимости	qiyin eriydigan elektrolitlarning to'yingan eritmalaridagi ionlar konsentrasiyalarining ko'paytmasiga teng	Произведения растворимости произведение концентрации ионов в растворе труднорастворимых электролитов
84	Erish issiqligi	Heat of solubility	Теплота растворения	1 mol (yoki 1 g) modda eriganda ajralib chiqadigan yoki yutiladigan issiqlik.	Теплота поглощения или выделения растворения одного моля (или одного грамма) вещества
85	kimyoviy kinetika va kataliz	Chemical kinetics and catalyst	Химическая кинетика и катализ -	fanni bo'limi	Раздел предмета
86	termodinamik sistema	Thermodynamical systems	Термодинамическая система -	Tashqi muxildan ajratib olingan modda yoki moddalar to'plami.	Вещество или группа веществ отделенные от внешней среды
87	termodinamik parametrlar	Thermodynamical parameters	Термодинамические параметры -	Bosim, temperatura, xajm	температура, давления, объем
88	termodinamika postulatlari	Thermodynamical postulate	Термодинамические постулаты -	termodinamika qonunlari	закон термодинамики
89	bosim	Pressure	Давления	bosim	давления поверхностного соотношения
90	Muvozanat konstantasi	Equilibrium Constant	Константа равновесия	kimyoviy kattalik	химическая величина
91	Ish	Work	Работа	Uzatilayotgan energiyaning umumiy miyori	Общая мера передаваемой энергии является работа
92	Adiabatik jarayon	Adiabatical process	Адиабатические процессы -	Issiklik o'zgarimas bo'lganda boradigan	Процессы при постоянной тепло

				jarayon.	
93	siklik jarayon	Cyclic process	Циклические процессы	Avalgi holatiga qaytadigan jarayon	Процесс повторяющаяся в начальное состояние
94	Izoparametrik jarayon	Izoparametrical process	Изопараметрические процессы -	O'zgarmas parametrlarda amalga oshadigan jarayonlar.	Изучения процессов при постоянных параметрах
95	Sistemaning asosiy parametrlari	The best parameters of system	Основные параметры системы -	bosim, temperatura, molyar hajm va konsentratsiya	Основные системы параметры : давление, температура, мольный объем, концентрация
96	Holar tenglamalari	Equation of state	Уравнение состояния	sistemaning parametrlarini o'zaro bog'lab turuvchi tenglamalar	уравнение связывающие параметров системы
97	Holar funktsiyalari	Function of state	Функции состояния -	sistemaning boshlang'ich va oxirgi holatiga bog'liq bo'lib, sistema ushbu holatiga qanday yo'l bilan kelishiga bog'liq bo'lmagan funktsiyalar	параметры зависящие от состояния системы.
98	Gibbsning fundamental tenglamasi	The base equation of Gibbs	Фундаментальное уравнение Гиббса -	sistemaning barcha termodinamik parametrlari va termodinamik funktsiyalarini bog'lab turuvchi differensial tenglama	дифференциальная уравнения связывающие все термодинамические параметры и функции
99	Entalpiya	Entalpiya	Энтальпия -	o'zgarmas bosimdagi issiqlik effekti	тепловая энергия превращения системы при постоянном давлении
100	Reaksiyaning standart entalpiyasi	Standart entalpiya of reaction	Стандартное энтальпия реакции -	T=298 K va P=101,32 kPa xolardagi sistemaning entalpiyasi.	Энтальпия системы при T=298 K va P=101,32 kПа
101	Reaksiya tartibi	Reaction Order	Порядок реакции	Reaksiya tenglamasidagi stexiometrik koeffitsientlar yig'indisi	Сумма стехиометрических коэффициентов уравнения химической реакции
102	0-tartibli reaksiya	-zero-order reactions	Реакции 0-порядка	Tezligi moddalar konsentratsiyasiga bog'liq bo'lgan reaksiyalar.	Реакции скорости которых зависят от концентрации веществ
103	1-tartibli reaksiya	-first order reactions	Реакции 1-порядка	Tezligi moddalar konsentratsiyasining birinchi darajasiga bog'liq bo'lgan reaksiyalar.	Реакции скорость которых зависят от первой степени концентрации веществ
104	2-tartibli reaksiya	-second order reactions	Реакции 2-порядка	Tezligi moddalar konsentratsiyasining ikkinchi darajasiga bog'liq bo'lgan reaksiyalar.	Реакции скорости которых зависят от второй степени концентрации веществ
105	Interpolynsion tenglamalar	Interpolgacional equation	Интерполяционные уравнения -	issiqlik sig'imining turli haroratlardagi tajribaviy	Ряд степени эмпирических

				qiymatlarini ifodalovchi empirik darajali qatorlar	уравнений для теплоемкостей
106	Maksimal foydali ish	Maximal work	Максимальная полезная работа -	qaytar jarayonlarda bajarilgan ish maksimal bo'ladi.	Работа обратимых процессов
107	Termodinamik potentsiallar	Thermo dynamical potential	Термодинамический потенциал -	ayirmnsi maksimal foydali ishga teng bo'lgan holat funksiyalari termodinamik potentsiallar deyiladi	Изохорно-изотермический изобара-изотермический потенциалов, значения которых равны максимально работе
108	Gibbs energiyasi	Gibbs energy	Энергия Гиббса -	izobar-izotermik potentsial	Изобарно-изотермический потенциал
109	Gelmgols energiyasi	Gelmgols energy	Энергия Гельмгольца -	izoxor-izotermik potentsial	Изохорно-изотермический потенциал
110	Bo'lgan energiya	Energy of bonding	Связанная энергия -	ichki energiya yoki entalpiyaning ishga aylana olmaydigan qismi	Часть внутренней энергии или энтальпии не превращающаяся работу.
111	Standart termodinamik funksiyalar	Standart thermodynamical functions	Стандартные термодинамические функции -	standart sharoitlardagi Gibbsning standart energiyasi, standart entalpiya va standart entropiya.	В стандартных условиях энергия Гиббса, стандартная энтальпия и стандартная энтропия
112	standart sharoit	Standart state	Стандартное состояние	T=298K va P=101,32 kPa sharoitdagi xolati	Состояние системы при T=298 K и P=101,32kПа
113	Qattiq eritmalar	Hard solution	Твердые растворы -	Erituvchi va erigan moddalar qattiq bo'lgan eritmalar	Растворы состоящие из твердого растворенного вещества и твердого растворителя.
114	Qaynash haroratining ko'tarilishi	Increasing of boiling temperature	Повышение температуры кипения -	Erituvchida modda eriganda uning qaynash temperaturasi orishi	Повышение температуры кипения растворителя при растворении в нем вещества
115	O'zgarmas bosimdagi issiqlik sig'imi	Thermal heatcapacity at constant pressure	Теплоемкость при постоянном давлении -	izobarik sharoitda olingan issiqlik sig'imi	Теплоемкость полученный в изобарическом условии
116	O'tkazgich qarshiligi	Electroconductivity	Сопротивление проводника	O'tkazgichni tok o'tishiga ko'rsatadigan qarshiligi	Сопротивление проводника при прохождении тока.
117	taqqoslash elektrodi	Electrodes of comparison	Сравнительные электроды -	Potensialning qiymati ma'lum bo'lib, uning yordamida boshqa elektrodning potentsili qiymatlari aniqlanadi.	Электрод, значение которых известно, помощью которых определяют значения потенциалов другого электрода
118	Elektrod turlari	Types of electrodes	Виды электродов	Elektrodlar bir nechta turga bo'linadi	Электроды делятся на виды

119	Metil elektrolarlari	-metal electrodes	Электрод металла	Eritimaga tushirilgan metalli	Металл опущенный в раствор
120	Gaz elektrolarlari	-gase electrodes	Газовые электроды	Gazni adsorbtsiyalagan inert metallidan va zlektrolit eritmasidan tashkil topgan elektrod	Электроды состоящие из инертного металла, сорбируемого газа и раствора электролита
121	Shisha elektrodi	-the glass electrode	Стеклоный электрод	Yupqa shishaga eritma va metalli tushunilib, kislotaga eritmasiga joylashtirilgan elektrod	Электрод состоящий тонкого стекла запаянного раствором с металлом, опущенного в кислоту
122	Elektroliz	Electrolysis	Электролиз -	Elektrolitlarni elektrodalarda elektr tok ta'sirida parchalanishi.	Разложение электролитов под действием электрического тока
123	Ekstraksiya	Extraction	Экстракция -	Ajratish	Разделение растворов
124	kolloid eritma	Colloid solutions	Коллоидные растворы -	dispers faza o'lchami 1-100nm bo'lgan dispers sistema	Дисперсная система с дисперсной фазой 1-100 нм
125	real eritma	Real solutions	Реальные растворы -	ideal eritma qonunlariga bo'ysunmaydigan eritma	Растворы не подчиняющиеся законам идеальных растворов
126	Shisha elektrod	Glass electrode	Стеклоные электроды -	Shisha elektrod	Стеклоный электрод - ионоселективный электрод
127	Cheksiz elektr o'tkazuvchanlik	Endless electroconductivity	Бесконечная электропроводность	eritmalarni cheksiz suyultirilganida elektr o'tkazuvchanlik qiymatlari	Значение электропроводности и при бесконечном разбавлении растворов
128	bug' bosim	Pressure of steam	Давление пара -	Bug'ning molekularlarini idish devoniga urilishi.	Ударение молекулы пара об стенку посуды.
129	Nernst tenglamasi	The Nernst Equation	Уравнение Нернста -	Elektrod potensialini eritmaning konsentratsiyasiga bog'lanishni ko'rsatadi.	Зависимость значения потенциала электрода от концентрации
130	ingibitorlar	Inhibitors	Ингибиторы -	reaksiyani sekinlashtiruvchi moddalar	Замедляющие реакцию ингибиторы
131	Kataliz	Catalysis	Катализ -	Turli moddalar ta'sirida reaksiya tezligini oshirishni kataliz deb ataladi.	При действии различных веществ ускоряющих скорость реакции
132	gomogen kataliz	Nomogeneous catalysis	Гомогенный катализ -	Reaksiyada ishtirok etayotgan moddalar va katalizator bir fazada bo'ladi.	Катализаторы образуют единую фазу с реагирующими веществами

133	geterogen kataliz	Heterogeneous catalysis	Гетерогенный катализ	Katalizator va reaksiya muhit xil fazalarda bo'ladi.	При гетерогенном катализе химическая реакция идет границе раздела фаз
134	ideal gaz holat tenglamasining	Equation of ideal state of gas	Уравнение состояния идеального газа -	ideal gazning bosim, temperaturam o'zgarishi bo'lgandagi qiymatlari	математические соотношения разных процессов
135	izotermik siqilish	Isothermal pressing	Изотермическое сжатие -	harorat doimiy bo'lganda bosimning o'rishi	Увеличения давления при постоянном температуре
136	termik kengayish	Thermal expansion	Термическое расширение -	termodinamikaning polinchi qonuni	нулевой закон термодинамики
137	standart bosim	Standard pressure	Стандартное давление -	odatda 1 atm. ga teng	равно 1 атм
138	absolyut nol	Absolute nought	Абсолютная ноль -	harorat 273K	температура при 273K
139	Molekulyar-kinetik nazariya	Molecular-kinetical theory	Молекулярно-кинетическая теория -	modda xossalarni ifodalovchi nazariya	теория
140	tebranma harakati	Oscillating processes	Колебательное движение -	tebranma harakati	
141	tabiiy jarayonlar	Natural processes	Самопроизвольные процессы -	Sistemani muvozanat holatga yaqinlashtiradigan va atrof muhitning ta'sirida boradigan jarayonlar	процессы, которые совершаются в системе без вмешательства стороны окружающей среды
142	Korroziya ingibitorlari	Inhibitor of corrosion	Ингибиторы коррозии -	korroziyadan ximoyalovchi	уменьшают скорость процесса коррозии
143	Azeotrop aralashmalar	Azeotropes	Азеотропические смеси -	Bug' va suyuq fazalarda tarkibi bir xil bo'ladigan suyuqliklar aralashmasi.	Смеси двух жидкостей состав которой одинаков жидкой и паровой фазе
144	Gidroliz darajasi	Degree of hydrolysis	Степень гидролиза -	gidrolizlangan molekular miqdorining erigan modda molekularining umumiy miqdoriga nisbatiga teng	отношение концентрации образовавшегося гидроксида к начальной концентрации соли
145	Gidroliz konstantasi	constant of hydrolysis	Константа гидролиза	kimyoviy kattalik	Химическая величина

146	calidus	solidus	сольдус	turli tarkibdagi eritmaning kristallanishini oxirgi xaroratini kursatuvchi chiziq	линия отвечающая температурам конца равновесной кристаллизации раствора различного состава
147	polimolekulyar adsorbsiya	polymolecular adsorption	полимолекулярная адсорбция	sorbent sirt yuzasida bir nechta sorbati qavatlarini hosil bo'lishi	Образование несколько слоев молекул сорбтива
148	energiya aktivatsii	energy of activation	активация энергияси	molekulani faol xolatga o'tkazish uchun zarur bo'lgan energiya	энергия которой расходуется для активации молекул
149	adjeziya	adjeziya	адгезия	turli fazalardagi moddalar zarrachalari orasidagi o'zaro ta'sir kuchlarining namoyon bo'lishi	молекулярное притяжение между поверхностями двух соприкасающихся разнородных твердых или жидких фаз
150	kogeziya	kogeziya	когезия	ayni fazadagi modda zarrachalari orasida o'zaro tortishish kuchlarining namoyon bo'lishi	сцепление однородных молекул, атомов или ионов которое включает все виды межмолекулярного и межатома притяжения внутри одной фазы

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Drew Mer. Surfaces, interfaces and colloids. 1999. John Weley and Sons, New York, 492 p.
2. Terence Cosgrove. Colloid Science: Principles, methods and applications, 2010
3. K.S. Axmedov. Kolloid kimyo. Darslik. - T.: O'zbekiston, 1992. – 262bet.
4. Евстратова К.И., Купина Н.А., Малахова Е.Е., Физическая и коллоидная химия. - М., Высшая школа, 1990.
5. S.N.Aminov, V.A. Popkov, M.M. Qurbonova. Fizik va kolloid kimyodan amaliy mashg'ulotlar. O'quv qo'llanma. - T.: Fan, 2006. – 383 bet.
6. G.Raxmonberdiyev, T.Dustmurodov, A.Sidiqov. Fizik va kolloid kimyodan masalalar. O'quv qo'llanma. - T.: Fan va texnologiya, 2006. – 171 bet.
7. X.C.Talipova. Адсорбционно-энергетические, кислотные свойства кислотно- и термоактивированных глинистых минералов. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата химических наук. – Ташкент, 2002, –С.20.
8. X.C.Talipova, C.З.Муминов, Д.Б.Гулямова. Особенности адсорбции н-бутиламина на дегидратированном монтмориллоните//тез. докл. конф. молод ученых. – Ташкент, -15-16 июня 2000 г. –С.24.
9. X.S.Talipova, S.Z.Muminov. Janubiy Farg'ona paligorskit gilini adsorbsiyalash va uning kislotalik xossalari//O'zb. kimyo jum. -1999. -№3. 25-28 betlar.
10. D.A.Xandamov, S.Z.Muminov, S.F.Yusupjonov, O.R.Maxammadiyev. Aminlangan montmorillonitlarda atsetonitri adsorbsiyasi//Kimyo va kimyo texnologiyasi, 2017, (57) №3. S.51-54.
11. Д.А.Хандамов, С.З.Муминов., Г.Б.Рахимова. Равновесная адсорбция паров бензола на алкиламмониевых монтмориллонита // Коллоидный журнал, 2015, том 77, № 5 С 676-680.
12. www.zivonet.uz, www.bilimdon.uz, www.ref.uz, www.edu.uz, www.dpo-msu.ru, www.xumuk.ru.

MUNDARIJA

Kirish.....	3
I. DISPERS SISTEMALAR VA ULARNING SINFLANISHI. SATHDAGI HODISALAR	5
Kolloid kimyo fanining maqsadi va vazifasi, rivojlanish tarixi. Dispers sistemalar va ularning sinflanishi.....	5
Dispers sistemalar va ularning sinflanishi	12
Sathdagi hodisalar. Sirt taranglik tushunchasi	16
O'z-o'zini nazorat va muhokama qilish uchun savollari.....	22
II. ADSORBSIYA HODISALARI. QATTIQ JISM SIRTIDAGI ADSORBSIYA	23
Qattiq jism sirtidagi adsorbsiya	27
Tajriba qismi	
1-ish. 1.1. Qattiq jism sirtidagi adsorbsiya konstantalari qiymatini aniqlash	32
1.2. Modi fikatsiyalangan organofil adsorbent olish.....	35
O'z-o'zini nazorat va muhokama qilish uchun savollari.....	36
III. SUYUQLIK SIRTIDAGI ADSORBSIYA. GIBBS TENGLAMASI. IONLAR ADSORBSIYASI. IONITLAR	37
Suyuqlik sirtidagi adsorbsiya. Gibbs tenglamasi.....	41
Dyuklo-Traube qoidasi.....	42
Tajriba qismi	
2-ish. Suyuqlik sirtidagi sirt faol moddaning adsorbsion qavat qalinligini aniqlash.....	45
Amaliy mashg'ulot:	
Suyuqlik sirtidagi sirt faol moddaning adsorbsion qavat qalinligini aniqlash	49
Mustaqil yechish uchun masalalar.....	51
Ko'p variantli masalalar.....	54
O'z-o'zini nazorat va muhokama qilish uchun savollari.....	55
IV. KOLLOID SISTEMALARNI OLINISHI VA TOZALASH USULLARI	56
Kolloid sistemalarni olinishi.....	56
Kolloid eritmalarni tozalash.....	65
Tajriba qismi	
3-ish. Dispers sistemalarni olinishi va dializ usulida tozalash	68
O'z-o'zini nazorat va muhokama qilish uchun savollari.....	69
V. Kolloid dispers sistemalarning xossalari (<i>Molekulyar – kinetik, optik, elektrokinetik xossalari</i>)	70
Dispers sistemalarning molekulyar – kinetik xossalari.....	71
Kolloid zarrachalarning diffuziyasi.....	72
Sedimentatsiya.....	77
Kolloid eritmalarning osmotik bosimi.....	80
Kolloid dispers sistemalarning optik xossalari.....	81
Qo'sh elektr qavat haqida tushuncha.....	89
Dispers sistemalarning elektrokinetik xossalari.....	91
Cho'kish va oqib chiqish potensiallari.....	95

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Drew Mer. Surfaces, interfaces and colloids. 1999. John Weley and Sons, New York, 492 p.
2. Terence Cosgrove. Colloid Science: Principles, methods and applications, 2010
3. K.S. Axmedov. Kolloid kimyo. Darslik. - T.: O'zbekiston, 1992. – 262 bet.
4. Евстратова К.И., Купина Н.А., Малахова Е.Е., Физическая и коллоидная химия. - М., Высшая школа, 1990.
5. S.N.Aminov, V.A. Popkov, M.M. Qurbonova. Fizik va kolloid kimyodan amaliy mashg'ulotlar. O'quv qo'llanma. - T.: Fan, 2006. – 383 bet.
6. G'.Raxmonberdiyev, T.Dustmurodov, A.Sidiqov. Fizik va kolloid kimyodan masalalar. O'quv qo'llanma. - T.: Fan va texnologiya, 2006. – 171 bet.
7. X.C.Talipova. Адсорбционно-энергетические, кислотные свойства кислотно- и термоактивированных глинистых минералов. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата химических наук. – Ташкент, 2002, –С.20.
8. X.C.Talipova, C.З.Муминов, Д.Б.Гулямова. Особенности адсорбции н-бутиламина на дегидратированном монтмориллоните//тез. докл. конф. молод ученых. – Ташкент, -15-16 июня 2000 г. –С.24.
9. X.S.Talipova, S.Z.Muminov. Janubiy Farg'ona paligorskit gilini adsorbsiyalash va uning kislotalik xossalari//O'zb. kimyo jum. -1999. -№3. 25-28 betlar.
10. D.A.Xandamov, S.Z.Muminov, S.F.Yusupjonov, O.R.Maxammadiyev. Aminlangan montmorillonitlarda atsetonitril adsorbsiyasi//Kimyo va kimyo texnologiyasi, 2017, (57) №3. S.51-54.
11. Д.А.Хандамов, С.З.Муминов., Г.Б.Рахимова. Равновесная адсорбция паров бензола на алкиламмониевых монтмориллонита // Коллоидный журнал, 2015, том 77, № 5 С 676-680.
12. www.ziyoueLuz, www.bilimdon.uz, www.ref.uz, www.edu.uz, www.dpo-msu.ru, www.xumuk.ru.

MUNDARIJA

Kirish.....	3
I. DISPERS SISTEMALAR VA ULARNING SINFLANISHI. SATHDAGI HODISALAR	5
Kolloid kimyo fanining maqsadi va vazifasi, rivojlanish tarixi. Dispers sistemalar va ularning sinflanishi.....	5
Dispers sistemalar va ularning sinflanishi	12
Sathdagi hodisalar. Sirt taranglik tushunchasi	16
O'z-o'zini nazorat va muhokama qilish uchun savollari.....	22
II. ADSORBSIYA HODISALARI. QATTIQ JISM SIRTIDAGI ADSORBSIYA	23
Qattiq jism sirtidagi adsorbsiya	27
Tajriba qismi	
1-ish. 1.1. Qattiq jism sirtidagi adsorbsiya konstantalari qiymatini aniqlash	32
1.2. Modifikatsiyalangan organofil adsorbent olish.....	35
O'z-o'zini nazorat va muhokama qilish uchun savollari.....	36
III. SUYUQLIK SIRTIDAGI ADSORBSIYA. GIBBS TENGLAMASI. IONLAR ADSORBSIYASI. IONITLAR	37
Suyuqlik sirtidagi adsorbsiya. Gibbs tenglamasi.....	41
Dyuklo-Traube qoidasi.....	42
Tajriba qismi	
2-ish. Suyuqlik sirtidagi sirt faol moddaning adsorbsion qavat qalinligini aniqlash.....	45
Amaliy mashg'ulot:	
Suyuqlik sirtidagi sirt faol moddaning adsorbsion qavat qalinligini aniqlash	49
Mustaqil yechish uchun masalalar.....	51
Ko'p variantli masalalar.....	54
O'z-o'zini nazorat va muhokama qilish uchun savollari.....	55
IV. KOLLOID SISTEMALARNI OLINISHI VA TOZALASH USULLARI	56
Kolloid sistemalarni olinishi.....	56
Kolloid eritmalarni tozalash.....	65
Tajriba qismi	
3-ish. Dispers sistemalarni olinishi va dializ usulida tozalash	68
O'z-o'zini nazorat va muhokama qilish uchun savollari.....	69
V. Kolloid dispers sistemalarning xossalari (Molekulyar – kinetik, optik, elektrokinetik xossalari)	70
elektrokinetik xossalari).....	71
Dispers sistemalarning molekulyar – kinetik xossalari.....	72
Kolloid zarrachalarning diffuziyasi.....	77
Sedimentasiya.....	80
Kolloid eritmalarning osmotik bosimi.....	81
Kolloid dispers sistemalarning optik xossalari.....	89
Qo'sh elektr qavat haqida tushuncha.....	91
Dispers sistemalarning elektrokinetik xossalari.....	95
Cho'kish va oqib chiqish potensiallari.....	

Amaliy mashg'ulot:

Dispers sistemalarning elektrokinitik xossalarini o'rganish	97
Mustaqil yechish uchun masalalar.....	99
Ko'p variantli masalalar.....	101
O'z-o'zini nazorat va muhokama qilish uchun savollari.....	103

VI. KOLLOID ZARRACHALARNING TUZILISHI HAQIDA.**MISELLYAR NAZARIYA**

Kolloid sistemalarning tuzilishi haqida mitsellyar nazariya	104
Mitsella yadrolarining tuzilishi to'g'risidagi fikrlar.....	109
Kolloid eritmalarning elektr o'tkazuvchanligi.....	110

Amaliy mashg'ulot:

Kolloid dispers sistema mitsellasining tuzilishi va tarkibiy qismlarini o'rganish...	111
Mustaqil yechish uchun masalalar.....	111
Ko'p variantli masalalar.....	113
O'z-o'zini nazorat va muhokama qilish uchun savollari.....	114

VII. LIOFOB ZOLLARNI BARQARORLIGI. KOLLOID**SISTEMALARNING KOAGULYATSIYASI.**

Kolloid sistemalarning koagulyatsiyasi. koagulyatsiya tezligi. DLFO nazariyasi..	115
Elektrolitlar ta'siridagi koagulyatsiya.....	126
Kolloidlarni kolloidlar ta'siridan koagulyatsiyalanishi	129
Kolloidlarning qizdirish ta'siridan koagulyatsiyalanishi	130

Tajriba qismi

4-ish. Zollarning koagulyatsiya chegarasini aniqlash va Shulze-Gardi qoidasiga bo'ysunishligini tekshirish.....	131
---	-----

Amaliy mashg'ulot:

Dispers sistemalarning barqarorligi va koagulyatsiya chegarasini aniqlash	134
Mustaqil yechish uchun masalalar.....	134
Ko'p variantli masalalar.....	136
O'z-o'zini nazorat va muhokama qilish uchun savollari.....	137

VIII. MIKROGETEROGEN DISPERS SISTEMALAR

Suspensiyalar.....	139
Emulsiyalar.....	141
Ko'piklar.....	150
Kukunlar.....	151
Aerozollar.....	151

Tajriba qismi

5-ish. Emulsiya tayyorlash va turini aniqlash.....	153
O'z-o'zini nazorat va muhokama qilish uchun savollari.....	154

IX. YUQORI MOLEKULALI BIRIKMALAR VA ULARNING**XOSSALARI**

YUMB kimyoviy tuzilishi va fazoviy shakli. Polimerlardagi bog'lar	158
YUMB eritmasining osmotik bosimi	160
Yuqori molekulyar elektrolitlar (polielektrolitlar)	161
YUMB eritmalarning xossalari. Bo'kish.....	164
Bo'kish jarayonining termodinamikasi.....	166

Tajriba qismi	
6-ishi. Yuqori molekulyar birikmalarning bo'kish kinetikasini va darajasini aniqlash	169
Amaliy mashg'ulot:	
yuqori molekulyar birikmalar. Makromolekulalarning tuzilishi. Chekli va cheksiz bo'kish, bo'kish darajasini aniqlash	171
ustaqil yechish uchun masalalar	171
O'z-o'zini nazorat va muhokama qilish uchun savollari	175
REOLOGIYANING ASOSIY TUSHUNCHASI VA QONUNLARI.	
ISPER SISTEMALARNING REOLOGIK XOSSALARI.	
QOVUSHQOQLIK.	176
YUMB eritmalarining qovushqoqligi	180
Viskozimetrik usulda YUMB larning molekulyar massasini aniqlash.....	186
Tajriba qismi	
7-ishi. Yuqori molekulyar birikmalarning molekulyar massasini viskozimetr usulida aniqlash	189
8-ishi. Xyoppler viskozimetri yordamida polimer eritmalar konsentratsiyasining qovushqoqlikka bog'liqligini aniqlash.....	193
Amaliy mashg'ulot:	
uMB eritmalarining reologik xossalari. Eritmalarning qovushqoqligi, qovushqoqlik turlari. YuMB molekulyar massasini aniqlash	196
Mustaqil yechish uchun masalalar.....	197
Ko'p variantli masalalar.....	199
O'z-o'zini nazorat va muhokama qilish uchun savollari.....	200
Glossariy	201
oydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.....	212
Mundarija.....	213



2019/NM-037168