

54
F20

Fayzullayev N.I., Axmedov V.N., Atoev E.X.

KOLLOID KIMYO



**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA
MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI
BUXORO MUHANDISLIK-TEXNOLOGIYA INSTITUTI**

Fayzullayev N. I, Axmedov V.N, Atoev E. X

KOLLOID KIMYO

Darslik

**BUXORO - 2021
«DURDONA» NASHRIYOTI**



24.6ya73
661.18(075.8

F 20

Fayzullayev N. I

Kolloid kimyo [Matn] : / darslik / Fayzullayev N. I, Axmedov V.N, Atoyev E. X- Buxoro: "Sadriddin Salim Buxoriy" Durdona nashriyoti, - 2021. - 384 b.

UO'K 661.18(075.8)

KBK 24.6ya73

Kolloid kimyodan ushbu darslik 5320400 – kimyoviy texnologiya ta'lim yo'nalishi bo'yicha tuzilgan dastur asosida yozilgan bo'lib, sirt hodisalari, kolloid eritmalarning olinishi, molekulyar-kinetik va optik xossalari bo'limlarini o'z ichiga oladi. Qo'llanmaning boshida qisqacha nazariy tushunchalar, asosiy formula va tenglamalar, qonunlar keltirilgan.

Bu o'z navbatida talabalarga mavzularni o'rganishga nazariy yondashish, mantiqiy fikrlash imkonini beradi. Nazariy tushunchalardan so'ng namunaviy masalalar yechib ko'rsatilgan va nihoyat qo'llanma oxirida mustaqil yechish uchun masalalar keltirilgan.

O'quv qo'llanmadan Oliy o'quv yurtlarining kimyo, biologiya, ekologiya fakultetlari talabalari hamda dispers sistemalar kimyosiga qiziquvchi aspirant va professor o'qituvchilari ham foydalanishlari mumkin.

TAQRIZCHILAR

M.R.Amonov

**– BuxDU "Kimyo" kafedrası professori,
t.f.d.,prof.**

H.B.Do'stov

– BuxMTI professori k.f.d.,prof.

Mazkur darslik Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2021 yil 31-may 237-sonli buyrug'iga asosan nashr qilishga ruxsat etilgan.237-094

SLIK-
TEX TUTI

ISBN 978-9943-7565-8-8

**© Fayzullayev N. I, Axmedov V.N,
Atoyev E. X**



АННОТАЦИЯ

Kolloid kimyodan ushbu darslik 5320400 - kimyoviy texnologiya ta'lim yo'nalishi bo'yicha tuzilgan dastur asosida yozilgan bo'lib, sirt hodisalari, kolloid eritmalarning olinishi, molekulyar-kinetik va optik xossalari bo'limlarini o'z ichiga oladi. Bu o'z navbatida talabalarga mavzularni o'rganishga nazariy yondashish, mantiqiy fikrlash imkonini beradi. Nazariy tushunchalardan so'ng namunaviy masalalar yechib ko'rsatilgan va nihoyat qo'llanma oxirida mustaqil yechish uchun masalalar keltirilgan.

АННОТАЦИЯ

Данный учебник по коллоидной химии написан на основе программы, разработанной для направления химической технологии - 5320400 и включает разделы, посвященные поверхностным явлениям, экстракции коллоидных растворов, молекулярно-кинетическим и оптическим свойствам. Это, в свою очередь, дает студентам теоретический подход к изучению тем, логическое мышление. После теоретических концепций решаются модельные задачи и в конечном итоге, в конце руководства дается задачи для самостоятельного решения.

ANNOTATION

This textbook on colloidal chemistry is written on the basis of a program developed for the direction of chemical technology - 5320400 and includes sections on surface phenomena, extraction of colloidal solutions, molecular kinetic and optical properties. This, in turn, gives students a theoretical approach to the study of logical thinking topics. After theoretical concepts, model problems are solved and, ultimately, at the end of the manual, problems for independent solution are given.



SO'Z BOSHI

Dispers sistemalar kimyosi fanining obyekti yuqori darajada rivojlangan dispers sistemalar, shuningdek bunday sistemalarning fazalararo sirt qavatlarida boradigan turli xil jarayonlardir.

Har xil turdagi dispers sistemalarda boradigan sirt hodisalarini, dispers sistemalarining olinish usullarini, bu sistemalarni barqarorlashtirish va buzishni, shuningdek fizik-kimyoviy xarakteristikalari bilish texnologiya jarayonlarni samarali boshqarish, atrof-muhit va mehnat muhofazasi bo'yicha masalalarni yechishda muhim ahamiyatga ega.

Turli mahsulotlarning ko'pgina xarakteristikalari ko'pincha nafaqat ularning tarkibiga kiruvchi moddalarning tabiati bilan balki shu bilan birga mahsulotlarni hosil qiluvchi dispers sistemalarning dispersligi bilan ham aniqlanadi (belgilanadi).

Adsorbsiya va adgeziya, ho'llanish va yoyilish, kapillyar va elektrik hodisalar, koagulyatsiya va sedimentatsiya, bo'kish va iviqlanish kabi juda ko'pgina boshqa sirt hodisalar oziq-ovqat va sanoat mahsulotlarining olinishida, tashilishida, ishlatilishida va saqlanishida kuzatiladi.

Darslikda materiallar yetarlicha yoritilgan. Qaralayotgan formula va tenglamalar amaliyotda ishlatish uchun qulay bo'lgan ko'rinishda berilgan.

Hozirgi zamon dispers sistemalar kimyosining asosiy muammolarini hal qilishda, kolloid - kimyoviy qonuniyatlarini o'rganib, mutaxassis ko'z o'ngida dispers sistemalar haqida tushuncha va tasavvurlar fizik - kimyoviy fanlarning ulkan va mustaqil sohasi ekanligi namoyon bo'ladi. Dispers sistemalar kimyosi kursi dispers sistemalar va sirt qavatda sodir bo'ladigan hodisalarning fizikaviy - kimyosiga oid fan bo'lib, talabalarni moddalarning dispers sistemalardagi sirt xossalariining o'ziga xos qonunlari haqidagi ta'limot bilan tanishtiradi.

Dispers sistemalar kimyosi, fizik kimyoning mustaqil fanga aylangan bo'limlaridan biridir. Dispers sistemalar kimyosi bir modda alohida zarrachalar shaklida boshqa moddada taqsimlangan sistemaning fizikaviy, fizik - kimyoviy, kolloid-kimyoviy xossalariini o'rganadi. Bunday sistemadagi zarrachalar katta sirtga ega va bu kolloid sistemaning o'ziga xos tomonlarini belgilaydi. Kolloid sistemalar tabiat va texnikada juda keng tarqalgan. Tuproq, torf, bakteriyalar va biologik zarrachalar, turli g'ovak jismlar, tolali materiallar, kukunlar, tuman va changlar, hammasi dispers sistemalar kimyosi obyektlaridir. Maydalash, filtrlash, adsorbsiya kabi jarayonlar sanoatning juda ko'p ishlab chiqarish sohalarining asosini tashkil qiladi. Kolloidlar to'g'risidagi vujudga kelgan fan so'ngi o'n yillik ichida uncha katta bo'lmagan xossalarga ega bo'lgan materiallarni ixtiro qilishdan boshlab, toshko'mir shaxtalaridagi portlashlarning oldini olish kabi ko'pgina texnik va ekologik masalalarni hal qilishga imkon beradi.



KIRISH

Dispers sistemalar kimyosi-sirt hodisa, dispers sistema va ularning fizik, kimyoviy hamda mexanik xossalari haqidagi fandır.

Atrofimizdagi mavjud bo'lgan barcha materiallar – tuproq, yog'och, tabiiy suv, turli-tuman oziq-ovqat mahsulotlari, rezina, bo'yoq va boshqalarning hammasi dispers sistemalaridir. Kapillyar-g'ovak moddalar ham dispers sistemalar jumlasiga kiradi. Qon, limfa, orqa miya suyuqligi, hujayra protoplazmasi va boshqa biologik suyuqliklar kolloid eritmalaridir. Ular kolloid holatdagi ko'pgina moddalarni o'z ichiga oladi, masalan, fosfatlar, yog'lar, lipidlar, oqsil, xolesterin, glikogen va boshqalar. Bundan tashqari dispers sistemalar ko'rinishidagi dorivor preparatlar ham mavjud, masalan, protorgol, kollargol. Ko'pgina oziq-ovqat mahsulotlari, yuvuvchi vositalar ham dispers sistemalaridir. Kolloid sistemalar mikrogeterogen hatto ultramikrogeterogen sistemalar bo'lib, **dispers sistemalar kimyosining vazifasi** yuqori disperslikka ega bo'lgan geterogen sistemalarni, bu sistemalaridagi sirt hodisalarini va yuqori molekulyar sistemalarni o'rganishdan iborat.

Sirt hodisalar va dispers sistemalar haqidagi fan bizni o'rab turgan barcha obyektlarni va o'simlik olamidagi jismlarni, bulut va tumanlarni, oziq-ovqat mahsulotlarni, shuningdek odam tanasi a'zolarini, demak, barcha dispers sistemalarni o'rganadi. Bu fanning ahamiyatini baholash juda qiyin.

Xom-ashyoni maydalash, oraliq va oxirgi mahsulot, flotasiya, granullash, yopishish, yaxlitlanish, bo'yash kabi ko'pgina jarayonlar dispers sistemalarda boradi va ularda adgeziya, ho'llanish, kapillyarlik, sedimentasiya, koagulyatsiya va boshqa sirt hodisalar katta rol o'ynaydi.

Sirt hodisalarga fazalar chegara qismida sodir bo'ladigan jarayonlar kiradi.

Fizikaviy kimyoda borliqning istalgan tekshirilayotgan qismi sistema deb nomlanadi. Odatda bu fizik jismlarning barchasi atrof muhitdan haqiqatda yoki shartli ravishda ajratilgan bo'ladi. Masalan, stakandagi suv, porshenda siqilgan gaz va h.z.

Faza deb fizik-kimyoviy sistemalarning fizikaviy va kimyoviy xossalari bo'yicha bir jinsli va bir xil qismi bo'lib, boshqa qismlaridan sirti bilan ajralib turadigan qismiga aytiladi.



Fazalar qismi juda katta sirt yuzaga ega bo'lgan sistemalarda sirt hodisalari kuchli namoyon bo'ladi. Bunday sistemalar sirt qavat, yupqa qatlam, tizma, kapillyarlar, mayda zarrachalar kiradi. Ular joylashgan muhit bilan birgalikda bunday sistemalarni **dispers sistema** deb aytiladi. Ushbu sistemaning maydalangan holatda joylashgan qismi **dispers faza** deyiladi. Dispers faza taqsimlangan yaxlit faza **dispersion muhit** deyiladi. Dispers sistemalar uchun 2 ta umumiy belgi: **geterogenlik va disperslik** xos.

Geterogenlik yoki ko'p fazalilik fazalararo sirt yuza borligini ya'ni sistemaning bir jinsli emasligini ko'rsatadi.

Disperslik (maydalanganlik)-dispers faza moddasining maydalanganlik darajasini ya'ni zarrachaning o'lchamini belgilaydi.



Endi dispers sistemalar kimyosining rivojlanish tarixi haqida to'xtalib o'tamiz.

Dispers sistemalar to'g'risidagi bilim asosan o'tgan asrning



Ikkinchi yarmida paydo bo'ldi. Ammo qon plazmasi, o'simlik hujayralarining protoplazmasi, oltinning shifolash ishlarida foydalaniladigan kolloid eritmaları va boshqa bir qancha dispers sistemalar bundan ilgari ham ma'lum bo'lgan.

Ingliz olimi Grem o'tgan asrning 60-yillarida har xil moddalar eritmalarini tekshirib chiqib, ularni **kolloidlar** va **kristalloidlar** deb ikki guruhga bo'ldi. Grem alyuminiy, rux, temir va boshqa metallarning gidroksidlari, shuningdek, tabiatda uchraydigan moddalar ya'ni kraxmal, dekstrin, gummiarabik va oqsil moddalarni birinchi guruhga kiritdi. Bu moddalarning eritmaları juda sekin diffuzilanadi, juda qiyinchilik bilan kristallanadi yoki butunlay kristallanmaydi, ular yelimga o'xshash amorf massa tarzida cho'kmaga tushadi. Shuning uchun Grem ularni **kolloidlar** deb atadi. (*kolla yunoncha so'z bo'lib, yelim demakdir*).

Ikkinchi guruhga kiritilgan moddalarni, ya'ni yaxshi diffuzilanadigan, qog'oz filtrlardan oson filtrlanadigan, kristall holatda cho'kmaga tushadigan moddalarni, u, **kristalloidlar** deb atadi.

Lekin keyinroq moddalarni kolloidlar va kristalloidlar deb ikki guruhga bo'lish to'g'ri emasligi ma'lum bo'lib qoldi. 1869 yilda Kiyev universitetining professori I.G. Borshchov tabiatdagi moddalarning hammasi kristall holatda ham, kolloid holatda ham bo'lishi mumkin degan farazni ilgari surdi. Fanning so'ngi taraqqiyoti kristalloidlar bilan kolloidlar orasida prinsipial farq yo'q ekanini tasdiqladi. Demak, tajriba o'tkazish uchun qulay sharoit tanlab olinsa, deyarli hamma moddalardan kolloid eritma hosil qilish mumkin.

Eritilgan modda zarrachalarining o'lchamlariga qarab, dispers sistemalar chin eritmalaridan farq qiladi. Chin eritmalarda erigan modda molekula holatigacha maydalangan bo'ladi, kolloid eritmalarda esa zarrachalar unga qaraganda yirik, ammo zarrachalar cho'kmaga tushib ketmaydigan - eritmada muallaq saqlana oladigan darajada kichik bo'ladi.

Kolloid sistemalar - dispersion sistemalarning xususiy hollaridan biri hisoblanadi. **Dispers faza** (ezib maydalangan modda) va **dispersion muhit** (erituvchi) dan tashkil topgan sistema **dispers sistema** deb ataladi.

Tutun, tuman, turli zarrachalar muallaq tarqalgan muhitlar, masalan, loyqalangan suv va hakoza dispers sistemalar jumlasiga kiradi.

Dispers sistemalar ezib maydalangan modda zarrachalarining o'lchamlariga qarab yoki, boshqacha aytganda, disperslik darajasiga



qarab sinflarga bo'linadi.

Sistemalar disperslik darajalariga qarab suspenziyalar va emulsiyalar, dispers sistemalar va chin eritmalar bo'linadi. Suspenziyalar va emulsiyalar dispers faza zarrachalarining o'lchamlari $0,1\mu$ dan katta bo'lgan sistemalar kiradi. Bunday dispers sistemalar osmotik bosimga ega bo'lmaydi, diffuzilana olmaydi, qog'oz filtr orqali filtrlanib o'tmaydi. Va beqaror bo'ladi, ya'ni suyuq muhitda uzoq vaqt muallaq saqlanib tura olmaydi, og'irlik kuchi ta'sirida idish tagiga cho'kib qoladi. Loyqalangan suv bunga misol bo'ladi. Bular – **kinetik beqaror sistemalar**dir.

Zarrachalari bir-biridan sirt chegarasi bilan ajralib turgan suspenziyalar bir jinsli bo'lmagan (geterogen) sistemalar kiradi. Demak, suspenziyalar va emulsiyalar ikki xil belgi, ya'ni **kinetik beqarorligi** va **geterogenligi** bilan xarakterlanadi.

Disperslik darajasi ortishi, ya'ni dispers faza zarrachalarini tashkil qiluvchi atomlar soni kamayishi bilan sistemada sifat o'zgarishi yuz beradi. Radiusi $0,1\mu$ dan 1μ gacha bo'lgan zarrachalardan iborat dispers sistema sifat jihatdan suspenziyadan farq qiladi. Bunday sistema zarrachalari doimiy xaotik harakatda bo'ladi, natijada sistema osmotik bosimga ega bo'ladi va diffuziyalana oladi. Zarrachalar to'xtovsiz harakat qilishi tufayli, bunday sistemalar kinetik turg'un sistema bo'lib qoladilar. Bunday dispers sistemalar **kolloid sistemalar** deb ataladi.

Kolloid sistemalarning zarrachalari molekulalardan ancha katta bo'ladi, chunki har qaysi zarracha ko'p miqdordagi molekula va atomlardan tashkil topgan agregatdan iboratdir. Zarrachaning ichida bo'ladigan atomlar energetik xossalari jihatdan zarrachaning sirtqi qavatida bo'ladigan atomlardan farq qiladi. Bu narsa zarracha – muhit chegarasida ajratuvchi sirtni vujudga keltiradi.

Demak, kolloid sistemalar xuddi suspenziyalar kabi geterogen sistema hisoblanadi. Agar suspenziya zarrachalarini mikroskop yordamida kuzatish va shu yo'l bilan ularning sirt chegarasini ko'ra olish mumkin bo'lsa, kolloid zarrachalar o'lchami juda kichik bo'lganidan hatto mikroskopda qaralganda ham ko'rinmaydi. Shu sababli kolloid sistemalar suspenziyalardan farq qilinadi va ular **mikrogeterogen sistemalar** deb yuritiladi.

Dispers faza zarrachalari bilan dispersion muhit zarrachalari molekula yoki ion holatida bo'lgan dispers sistemalar **chin eritmalar** deb ataladi. Chin eritmalarda sistemani tashkil qiluvchi komponentlar orasida sirt chegarasi bo'lmaydi.

Demak, zarrachalari molekula yoki ionlar o'lchamiga



keltirilgan sistemalar **molekulyar** (ionli) yoki **chin eritmalar** deb ataladi. Chin eritmalar zarrachalarining o'lchami miqdoriy jihatdan o'zgarishi natijasida kolloid eritmalaridan ham, suspenziyalardan ham farq qiladi. Chin eritmalar barqaror bo'lib, qog'oz filtrdan ham, hayvonlar pufagidan ham bemalol filtrlanib o'tadi.

Dispers sistemalarning bu guruhleri, ya'ni yirik - dispers, kolloid dispers va molekulyar dispers guruhlar bir-biri bilan o'zaro bog'liqdir. Chin eritmalarini kolloid sistemalariga aylantirish, so'ngra ularidan yirik - dispers sistemalar hosil qilish va aksincha, yirik - dispers sistemalaridan kolloid eritmalariga, keyin chin eritmalariga o'tish mumkin.

Yaqin vaqtlargacha kolloid sistemalar **liofob** va **liofil** guruhlariga bo'lib o'rganilar edi.

Zarrachalari atomlar, ionlar yoki molekulalardan tashkil topgan agregatlardan iborat dispers sistemalar liofob дисперс системалар deb yuritilardi. Liofob kolloid sistemalarning zarrachalari yomon solvatlanadi; ya'ni erituvchi molekulalari bilan deyarli o'zaro ta'sir etmaydi. Liofob sistemalar hosil qilish uchun tashqi energiya (qaytarish, oksidlash, qo'sh almashinish reaksiyalari va h.z.), elektr energiya (elektr toki ta'xsirida to'zg'itish) sarf qilish talab qilinadi.

O'z - o'zidan hosil bo'ladigan sistemalar, masalan, oqsilning suvdagi, kauchukning benzoldagi eritmaları va h.z. **liofil kolloid sistemalar** deb yuritilardi. Liofil kolloidlarning zarrachalari liofob sistemalarning aksicha erituvchilarga juda o'xshab ketadi va solvatlanadi, natijada ancha barqaror sistema bo'lib qoladi.

V.A. Kargin va boshqa olimlarning tekshirishlari kolloid sistemalarni shu tarzda ikkiga bo'lish uncha to'g'ri emasligini ko'rsatdi. Masalan, yuqori molekulyar birikmalar ya'ni oqsillar, gummiarabik yog'lar, ba'zi uglevodlar va boshqalarning eritmaları liofil kolloid sistemalariga kiradi, vaholanki bu moddalar chin (molekulyar) eritmalar hosil qiladi. Ammo bu eritmalar molekulalari katta bo'lganligi tufayli, kolloid sistemalar uchun xarakterli ba'zi xossalarni namoyon qiladi, ya'ni ular yarim o'tkazgich pufaklar orqali filtrlanib o'tmaydi, liofob kolloid sistemalarniki kabi tezlikda diffuzilanadi, nur tarqatish hodisasi bularda ham liofob kolloid sistemalarnikidek bo'ladi.

Demak, bu yerda eritilgan modda molekulalari bilan erituvchi molekulalari o'lchami jihatidan farq qilgani sababli, bu eritmalar alohida xossalarni namoyon qiladi.

Yuqori molekulyar birikmalar eritmalarining odatdagi



molekulyar eritmalaridan farq qilishga imkon beradigan belgilaridan biri ularning yuqori yopishqoqligidir. Yuqori molekulyar birikmalarning hatto bir foizdan kichik konsentratsiyali eritmaları ham ancha yopishqoq bo'ladi, bunga sabab shuki, yuqori molekulyar moddalar molekulalari juda katta va o'ziga xos tarzda tuzilgan.

Ko'pchilik polimerlar molekulalari zanjirga o'xshash tuzilgan bo'lib, bir - bir bilan atsotsilana oladi, bu eritmalar juda yopishqoq bo'lishiga sabab ana shu.

Yuqori molekulyar birikmalar molekulalari o'zaro ta'sir etishi natijasida g'ovak to'rsimon struktura paydo bo'ladi. Yuqori molekulyar birikmalarning eritmaları yana shu bilan xarakterlanadiki, vaqt o'tishi bilan ularning barqarorligi o'zgaradi. Bu jarayon *eskirish* deyiladi. Eskirish natijasida eritmalarining yopishqoqligi ortadi, oquvchanligi kamayadi. U qadar katta bo'lmagan ma'lum konsentratsiyada (0,5% va undan yuqorida) eritma batamom oqmaydigan bo'lib qoladi, bunda yuqori molekulyar eritmalar iviq massaga yoki gelga aylanib, qattiq moddalar xossalarini namoyon qiladi.

Ba'zi liofob kolloidlar ham iviqlar (gellar) hosil qiladi, ammo ular liofil kolloidlarning aksicha o'z-o'zidan zol holatga o'ta olmaydilar. Shuning uchun *liofob kolloidlar qaytmas, liofil kolloidlar esa qaytar kolloidlar* deb ataladi.

Yuqori molekulyar birikmalar eritmaları xuddi liofob kolloid zarrachalari singari, ma'lum zaryadli ionlarga ajraluvchi molekulalardan iborat bo'lishi mumkin.

Yuqori molekulyar birikmalar guruhining yuqori molekulyar elektrolitlar deb ataluvchi eng muhim vakili oqsillardir. Oqsillar ham kislotalik, ham asoslik xossalarga ega, shuning uchun oqsil molekulalari amfoter elektrolitlar hisoblanadi. Yuqori polimer birikmalarning kolloid eritmaları zarrachalari ma'lum zaryadga ega bo'lgani sababli, ular xuddi liofob kolloidlar singari, elektrolitlar ta'sirida koagullanishi ham mumkin.

Demak, liofob kolloid sistemalar hamda yuqori molekulalyar birikmalar eritmaları ba'zi xossalari jihatidan farq qilsa, boshqa xossalari jihatidan bir - biriga o'xshab ketadi. Shunday qilib, kolloid sistemalarni shartli ravishda liofoblar va liofillarga bo'lish mumkin, bunda liofil kolloidlar ba'zi xossalari kolloid eritmalarinikiga o'xshaydigan yuqori molekulyar birikmalar eritmalaridan iborat ekanini unutmashlik kerak, albatta.



"KOLLOID KIMYO" FANINING RIVOJLANISH TARIXI

Dispers sistemalar kimyosining rivojlanish tarixini 3 davrga bo'lish mumkin:

1-davr. Dispers sistemalar kimyosining yuzaga kelish davri-qadimdan XIX asr o'rtalarigacha bo'lgan davr.

Ko'pgina kolloid sistemalar qadimgi Yegipt, Gresiya va Rimda ma'lum bo'lgan. Aristotel qon va sutning ivishi, terini oshlash va matolarni bo'yash hodisalarini bilgan. Alximiklarga kumush va oltinlarning kolloid eritmaları ma'lum bo'lgan.

XVI-XVII asrlarda dispers sistemalar davolovchi vosita sifatida ishlatilgan.

Qadim zamonlardayoq kolloid-kimyoviy jarayonlar Xitoyda, Hindistonda, Misrda, Rimda, O'rta Osiyoda, qadimgi Rus mamlakatlarida ovqat tayyorlash, teri pishirish, matolarni bo'yash va boshqa ishlarda qo'llanilib kelgan.

Tibbiyotda ishlatiladigan "ichiladigan oltin suv" oltin gidrozollaridan iboratligini R. Glauber ko'rsatib bergan.

M. V. Lomonosov 1762 yilda moddalarning kristallanish va ivish jarayonlari bir-biridan farq qilishini ko'rsatib berdi. U oltinning kolloid eritmasidan foydalanib rangli shishalar tayyorladi.

1797 yilda Musin-Pushkin simob metalining kolloid eritmasini hosil qildi.

1792 yilda Lovits eritmalarni tozalash uchun qattiq adsorbentlaraxt ko'miridan foydalangan.

1777 yilda F.Fontan va K. Sheyelelar gazlar adsorbsiyasini ochgan.

F. F. Reysning 1808 yilda eritmalariga va undagi zarrachalarga elektr tokining ta'siri natijasida elektroosmos va elektroforez hodisalarini ochishi, italyan kimyogari F. Selmi 1845 yilda turli xil eritmalarining (sut, qon, zardob, yelim, kraxmal, va boshqa) xossalarni o'rganib, ularning xususiyatlari chin eritmalaridan tubdan farq qilishini aniqlashi dispers sistemalar kimyosining rivojlanishi uchun katta ahamiyatga ega bo'ldi.

2-davr. 1860 yillardan XIX asrning oxirlarigacha bo'lgan davr.

Dispers sistemalar kimyosiga asos solgan olim shotland kimyogari T. Gremdir. U birinchi (1861 yil) bo'lib, fanga "kolloid", "gel", "zol" tushunchalarini kiritdi va mishyak sulfid, silikat va volframat kislotalarining, alyuminiy, temir, xrom gidroksidlarining kolloid eritmalarini oldi va kolloid eritmalarini tozalash uchun dializator yaratdi.

1904 yilda P. Veymarn bitta moddaning o'zi ma'lum bir



sharoitda kolloid eritma, boshqa sharoitda chin eritma hosil qilishi mumkinligini aniqladi. Masalan, ***osh tuzining suvdagi eritmasi chin eritma (NaCl-kristalloid) hosil qilsa, benzoldagi eritmasi kolloid eritma hosil qiladi. Sovunning suvdagi eritmasi kolloid eritma bo'lsa, spirtidagi eritmasi esa chin eritma bo'ladi.***

XIX asrning oxirlarida kolloid eritmalarida zarrachalar yuqori darajada maydalangan holatda bo'lishligi aniqlandi. Shundan so'ng "dispers faza", "dispersion muhit", "disperslik darajasi" tushunchalari paydo bo'ldi.

3-davr. Hozirgi zamon dispers sistemalar kimyosisining rivojlanishi(XX asr).

1903 yilda M.S. Svet g'ovak adsorbentlarda moddalarning adsorbsion ajralishiga asoslangan xromatografik tahlil usulini yaratdi. Adsorbsiyaning keyingi rivoji B.A Shishkovskiy (1908), I. Lengmyur (1917), G. Freyndlix (1926), N.A Shilov (1915-1930) lar nomi bilan bog'liq. Birinchi jahon urushi vaqtida N.D. Zelinskiy ko'mirli gazniqob yaratdi.

P.A. Rebinder (1923 yildan boshlab) ishlarida kolloid va dag'al dispers sistemalarning xossalari adsorbsion qatlamning ta'siri muammolari o'rganildi.

G.Gui, D. Chempen, O. Shtern (1910-1924) lar qo'sh elektr qavat haqida nazariyalar yaratishdi.

XIX asrning boshlari (1906-1908 yillar)da Smoluxovskiy va A. Eynshteyn kolloid sistemalardagi Broun harakati va diffuziya nazariyasini yaratib, dispers sistemalar kimyosini nazariy jihatdan boyitdilar. Perren, Svedberg, Ilin kabi olimlar Eynshteyn va Smoluxovskiy nazariyasining to'g'riligini tajribada tasdiqladilar.

D. I. Mendeleyev dispers sistemalar kimyosini tabiat haqidagi bilimlarni porloq istiqbolga ega bo'lgan yangi tarmog'i deb qaradi. U o'zining "Kimyo asoslari" nomli kitobining birinchi nashrida (1871 yilda) "Dispers sistemalar kimyosi masalalari fizika va kimyoning barcha sohalari uchun ilg'or va qudratli ahamiyat kasb etishi muqarrar", -deb yozadi.

Dispers sistemalar kimyosi 1903 yildan boshlab mustaqil fan sifatida rivojlana boshladi. Bu fanning rivojlanishida mashhur olim A. V. Dumanskiyning ham xizmati katta, u 1907 yili kolloid eritmalarining qovushqoqligini, elektr o'tkazuvchanligini, optik xossalari o'rgandi.

Kolloid va yuqori molekulyar sistemalarni o'rganishda olimlardan V.N.Kargin, B. V. Deryagin, I. I. Jukov, Dogadkin, Z. A. Rogovin, akademik I. V. Petryanov - Sokolov, F. D. Ovcharenko, K. S. Axmedov, X. U. Usmonov va boshqa olimlarning xizmatlari katta.



KOLLOID KIMYO FANINI RIVOJLANISHIGA HISSA QO'SHGAN OLIMLAR

Karim Sodiqovich Axmedov (1914-2003) dunyoda tan olingan kolloid kimyo, fizik-kimyo, mexanika, polimerlar fizik-kimyosi, polielektrolitlar va sirt-faol moddalar sohasidagi yirik olim bo'lib, O'zbekistonda kolloid kimyo maktabini yaratgan. K.S. Axmedovning ilmiy tadqiqotlari keng sohalarni qamrab olgan bo'lib, ular organik va noorganik dispers sistemalar xossalarini boshqarish va kimyo texnologiyasining kolloid-kimyoviy jarayonlarini boshqarish uchun suvda eruvchan polielektrolitlar va sirt faol moddalarni ma'lum maqsadga yo'naltirilgan sintezining ilmiy asoslarini yaratish bilan bog'langan.



Tomas Grem (*Thomas Graham*) – shotland kimyogari, 1805 yil 21dekabrda tug'ilgan, 1869 yil 16 sentabrda vafot etgan. U London qirollik jamiyatining a'zosi hisoblanib, birinchi galda kolloidlar kimyosining asoschilaridan biri sifatida va gazlar dializi va diffuziyasi sohasidagi o'zining kashfiyotlari bilan tanilgan.



Tomas Grem molekulyar hodisalar sohasidagi 3 ta muhim kashfiyotlari bilan mashhurdir:

1. U hozirgi zamon kolloidlar kimyosining asoschilaridan biri bo'lib, "kolloid", "zol", "gel" atamalarini fanga kiritgan.
2. U gazlardagi diffuziya jarayonlarini tadqiq qildi, bular Grem qonunini shakllantirishga olib keldi. Bu qonunga binoan, gaz diffuziyasining tezligi uning molekulyar massasining kvadrat ildiziga teskari proporsionaldir.
3. U hozirgi kunda ko'p tibbiy muolajalarda ishlatiladigan dializni birinchi bo'lib kashf etdi. Gremning bu sohadagi ishlari unga "dializator" deb nomlashgan asbob yordamida kolloidlar (sekin diffuziyalanadi va kristall hosil qilmaydi) va kristalloidlarni (tez diffuziyalanadi va kristallanishga moyil) bir-biridan ajratish imkonini berdi.



Franshesko Selmi (1817 yil 7 aprel - 1881 yil 13 avgust) - italyan kimyogari va vatanparvari, kolloidlar kimyosining asoschilaridan biri bo'lgan. Selmi o'sha vaqtda Moden gersogligiga qarashli Vinyol shahrida tug'ildi.

U 1840 - yilda Modendagi kimyo laboratoriyasining mudiri bo'ldi. 1867 - yildan esa Bolonya universitetida farmakologiya va toksikologiya professori etib tayinlandi. U 1845-1850 - yillarda noorganik kolloidlar, hususan kumush xloridi, berlin lazuri va oltingugurt ustida olib borgan sistematik tadqiqotlari natijalarini e'lon qildi. XIX asrning 40 - yillarida Selmi yorug'likni kuchli qaytaruvshi ba'zi eritmalarining anamal xossalariga e'tiborini qaratdi: ularda eritilgan moddalar eritmaga ozgina tuz qo'shilganda cho'kma hosil qiladilar, bu eritmalarda eritilgan modda va erituvchi orasida o'zaro ta'sir kuzatilmagan, moddaning bunday eritmaga o'tishi va undan cho'kma hosil bo'lishi sistemaning haroratsi va hajmini o'zgarishiga olib kelgan. Selmi bunday sistemalarni "psevdoeritmalar" deb atadi, keyinroq ularning geterogen tabiati isbotlangan va zollar nomini olgan.



Maykl Faradey (*Mishael Faradey*; 1791 yil 22 - sentabr, London — 1867 yil 25 - avgust, London) - ingliz fizik-tadqiqotshisi va kimyogari. London qirollik jamiyatining (1824) va ko'pgina boshqa ilmiy tashkilotlarning a'zosi, shu qatorda Peterburg fanlar akademiyasining (1830) chet ellik faxriy a'zosi bo'lgan.

Hozirgi zamon elektr ishlab chiqarish sanoatining va uni qo'llashning ko'p sohalarini asosini tashkil qiluvchi elektromagnit induksiya hodisasini kashf etdi. Elektrdvigatelning birinchi modelini yaratdi. Uning boshqa kashfiyotlari - transformator, tokning kimyoviy ta'siri, elektroliz qonunlari, magnit maydonining yorug'likka ta'siri, diamagnetizm. Birinchi bo'lib elektr to'lqinlarni bashorat qilgan. Faradey ion, katod, anod, elektrolit, dielektrik, diamagnetizm, paramagnetizm va boshqa atamalarni fanga kiritdi.



Iogann Tobias (Toviy Yegorivish) Lovits

(*Johanp Tobias Lowitz*; 1757 yil 25 aprel - 1804 yil 7 dekabr) — buyuk rus kimyogari, 1793 - yildan

Peterburg fanlar akademiyasining akademigi.

Gyottingenda tug'ilgan. 1768 - yilda otasi,

astronom G. M. Lovits bilan Rossiyaga keladi.

Pugachyov qo'zg'aloni vaqtida otasining fojiali

o'limidan keyin u matematik Leonard Eylarning

qo'lida tarbiyalanadi. 1780-1782 - yillarda

Gyottingen universitetida o'qiydi. 1797 - yildan boshlab rasman

Peterburg fanlar akademiyasida kimyo professori hisoblansa ham u

uy laboratoriyasida ishlaydi.



Tadqiqotlari kimyoning turli muammolariga taalluqli bo'lgan.

1784 yilda eritmalarda o'ta to'yinish va o'ta sovish hodisalarini

aniqlagan. Kristallarni o'stirish sharoitlarini o'rgangan. 1785 -

eritmalarda ko'mirning adsorbsiyasi hodisasini kashf etdi va uni

batafsil o'rgandi. Suv, spirt va aroqni, farmatsevtik dorilar va

organik birikmalarni tozalash uchun yog'osh ko'mirdan

foydalanishni taklif etdi. Eritmalarda tuz kristallarini hosil bo'lishini

o'rgangan.

Fyodor Fyodorovich (Ferdinand-Fridrix) Reyss (1778-1852) - Moskva

universitetining hizmat ko'rsatgan kimyo

professori, tibbiyot va jarrohlik doktori. 1805

yilda u Peterburg fanlar akademiyasining

muxbir-a'zosi etib saylanadi. F.F.Reyss ko'p

qirrali olim edi. 1809 yilda "Tabiatni

o'rganuvchi Moskva jamiyatining" jurnalida

Reyssning "Galvanik elektrning yangi ta'siri

haqida" maqolasi e'lon qilingan. Unda o'sha davrgasha noma'lum

bo'lgan yangi hodisani kashf etishga olib kelgan tajribalarini batafsil

qildiki, bu hodisa keyinroq elektroosmos nomini olgan. U kashf

etgan "suv haydovchi kuch" ning ta'sirini turli buloqchalarning

paydo bo'lishi, o'simliklarda, odam va hayvonlar qonida sok

(sharbat) larning harakati bilan bog'ladi. U keyinroq katafarez

nomini olgan hodisani kashf etdi.





Djozayya Uillard Gibbs (*Josiah Willard Gibbs*; 1839 - 1903) — amerikalik fizik, fizikokimyogar, matematik, va mexanik, vektor analizi, statistik fizika, termodinamikaning matematik nazariyasini yaratuvchilaridan biridir. Kimyoviy termodinamikaning ko'pgina kattaliklari va tushunchalari uning nomi bilan atalgan: Gibbs energiyasi, Gibbs paradoksi, Gibbs-Gelmgols fazalar qoidasi, Gibbs-Dyugem tenglamasi, Gibbs lemmasi, Gibbs-Rozeboom uchburchagi va boshqalar.

1901 yilda Gibbs o'sha davrning xalqaro ilmiy jamiyatning oliy mukofoti (har yili faqat bitta olimga beriladigan) — London qirollik jamiyatining Kopli Medaliga sazovar bo'ldi. Bu medal unga "kimyoviy, elektr va issiqlik energiyalari bilan ularning ish bajarish qobiliyati orasidagi munosabatlarni har tomonlama o'rganish uchun termodinamikaning ikkinchi qonunini birinchi bo'lib qo'llagani uchun" berilgan edi.



Puazel Jai Lui Mari (1799 yil 22 aprel - 1869 yil 26 dekabr) — fransuz fiziologi va fizigi, Fransuz tibbiyot akademiyasining (1842) a'zosi. Parijda tug'ilgan. Politehnika maktabida o'qigan. Parijda ishlagan. Fizik tadqiqotlari molekulyar fizikaga, asosan suyuqliklarning ingichka trubkalar bo'yicha oqishi va ichki ishqalanishga oiddir. U ingichka silindrik trubkalar orqali suyuqliklarning oqish qonunini (Puazel qonuni) kashf etdi (1840 yilda e'lon qildi), bu qonun kapillyarlarda suyuqliklarning oqish tezligini va qovushqoqligini aniqlash uchun keng qo'llanila boshlangan. U viskozimetrni kashf etdi. 1828 yilda u simob monometrini birinchi bo'lib qon bosimini o'lchash uchun qo'lladi.



Ser Djordj Gabriyel Stoks (*Sir George Gabriel Stokes*; 1819 yil 13 avgust-1903 yil 1fevral) - kelib chiqishi irland bo'lgan ingliz matematigi, mexanigi va fizik-nazariyotshisi. Kembridj universitetida ishlagan, gidro- va gaz dinamikasiga (Navye - Stoks tenglamasi), optika va matematik-fizikaga salmoqli xissa qo'shgan.



London qirollik jamiyatining a'zosi (1851), 1854-1885 yillarda uning kotibi va 1885-1890 yillarda uning prezidenti bo'lgan. 1819 yilning 13 - avgustida Skrin (Irlandiya) qishlog'ida tug'ilgan.

Stoksning ishlari nazariy mexanika, gidrodinamika, elastiklik nazariyasi, tebranishlar nazariyasi, optika, matematik analiz va matematik fizikaga oiddir.

Qovushqoq suyuqliklar gidrodinamikasiga e'tibor berib 1845 - yilda Stoks "Harakatlanuvshi suyuqliklardagi ishki ishqalanish nazariyasi haqida va elastik qattiq jismlar muvozanati va harakati haqida" deb nomlangan ishida (1849 - yilda chop etilgan) qovushqoq suyuqliklar oqimini ifodalovchi, hozirda Navye - Stoks deb ataluvchi differensial tenglamani keltirib chiqardi.

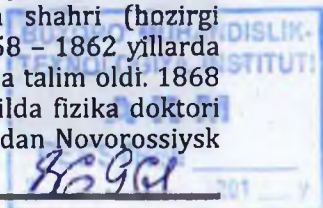


Djeyms Klerk Maksvell (*James Clerk Maxwell*; 1831 yil 13 iyun, Edinburg, Shotlandiya-1879 yil 5 noyabr, Kembrij, Angliya) — kelib chiqishi shotland bo'lgan ingliz fizigi, matematigi va mexanigi. London qirollik jamiyatining a'zosi (1861). Maksvell hozirgi zamon klassik elektrodinamikasiga asos soldi (Maksvell tenglamalari), fizikaga tok siljishi va elektromagnit

maydoni tushunchalarini kiritdi va o'z nazariyasidan kelib chiqadigan qator natijalarga erishdi (elektromagnit to'lqinlarni, yorug'likning elektromagnit tabiatini, yorug'lik bosimi va boshqalarni bashorat qilish). Gazlar kinetik nazariyasi asoschilaridan biridir (gaz molekularining tezligi bo'yicha taqsimot qonunini aniqladi). Birinchilardan bo'lib fizikaga statistik tasavvurni kiritdi, termodinamika ikkinshi qonunining statistik tabiatini ko'rsatib berdi ("Maksvell demoni"), molekulyar fizika va termodinamikada qator muhim natijalarga erishdi (Maksvellning termodinamik nisbatlari, suyuqlik-gaz faza o'zgarishida Maksvell qoidasi va boshqalar). Ranglarning miqdoriy nazariyasi kashfiyotchisi, rangli fotografiya prinsipining muallifi.



Fyodor Nikiforovich Shvedov (1840 yil 26 fevral — 1905 yil 25 dekabr) - rus fizigi. U Bessarabiya o'lkasining Kiliya shahri (hozirgi Odessa viloyati) da tug'ildi. 1858 - 1862 yillarda Sankt - Peterburg universitetida talim oldi. 1868 yilda fizika magistri va 1870 yilda fizika doktori ilmiy darajalarini oldi. 1870 yildan Novorossiysk





universitetida fizika professori bo'lib ishladi. 1896 – 1903 yillarda shu universitetning rektori bo'lib ishladi.

Dispers sistemalar reologiyasi bilan mashg'ul bo'ldi. Kolloid eritmalarning shakl elastikligi va qovushqoqlik anamaliyalarini o'rgandi (1889). Molekulyar fizika, elektr, astrofizika, meteorologiya fanlaridan kitoblar muallifi hisoblanadi.



Djon Uilyam Strett, tretiy baron Reley, Lord Reley (Reyli) (*John Strutt, 3rd Baron Rayleigh*; 1842 yil 12 noyabr — 1919 yil 30 iyun) - Uilyam Ramzey bilan birgalikda argon gazini kashf etgan va buning uchun 1904 yilda fizika bo'yicha Nobel mukofotiga sazovar bo'lgan ingliz fizigi va mexanigi. Hozirda Reley soshilishi deb nomlangan hodisani kashf etgan va Reley to'liqlari deb ataluvshi sirt to'liqlari mavjudligini bashorat qilgan, london qirollik jamiyatining a'zosi (1873) va uning prezidenti (1905 – 1908 yillar) bo'lgan.



Peter Yozef Vilgelm Debay (*Peter Joseph Wilhelm Debe*; 1884 – yil 24 mart, Maastricht, Niderlandi- 1966 yil 2 noyabr, Itaka, AQSh) — niderland fizigi va fizikomexanigi, kimyo bo'yicha Nobel mukofoti (1936 - yil) va boshqa mukofotlar sovrindori, ko'pgina fan akademiyalari va jamiyatlar a'zosi. Nazoriy va eksperimental fizika, fizikaviy kimyo, matematikadagi qator yirik muvaffaqiyatli ishlar Debay nomi bilan bog'liqdir. Qattiq jismning u taklif etgan modeli asosida solishtirma issiqlik sig'imining past haroratlardagi xarakterini tuchuntirdi; o'zidan pastda kvant effektlar muhim ahamiyatga ega bo'lgan xarakterli harorat Debay haroratsi degan nomni oldi.



Mixail Semyonovish Svet (1872- 1919) - rus botanik – fiziologi va o'simliklar biokimyogari. Xromatografik metod (usul) ni yaratdi. O'simlik barglari pigmentlarini tadqiq qildi va a, b va c xlorofillari va ksantofillning qator izomerlarini sof holda oldi. Svetning kashfiyoti 1930 yillar boshida turli pigmentlar, vitaminlar, fermentlar, garmonlar va boshqa organik va noorganik birikmalarni



ajratish va identifikatsiyalashda keng qo'llanila boshlandi va tan olindi va analitik kimyoning qator yangi yo'nalishlarini yaratishda asos bo'lib hizmat qildi (gaz xromatografiyasi, suyuqlik xromatografiyasi, yupqa qatlam xromatografiyasi). O'simlik fiziologiyasi uchun Svetning xloroplastlar tabiati, o'simlikdagi xlorofilning holati, fotosintez mexanizmi va boshqalar haqidagi xulosalari muhim ahamiyatga ega.



Rixard Adolf Zigmondi (Jigmondi, Rishard Adolf Zsigmondy; 1865 yil 1 aprel, Vena - 1929 yil 23 sentabr, Gyottingen) – nemis kimyogari, 1925 yili "kolloid eritmalarining geterogen tabiatini aniqlagani uchun va u bilan bog'liq hozirgi zamon kolloid kimyosi uchun fundamental ahamiyatga ega bo'lgan metodlarni ishlab shiqqani uchun (shunki organik hayotning namoyon bo'lishi oxir-oqibat protoplazmaning kolloid muhiti bilan bog'liqdir)" kimyo bo'yicha Nobel mukofotiga sazovor bo'lgan.



Anton Vladimirovich Dumanskiy (1880 yil - 1967 yil 14 may) – Rossiyada kolloid kimyoning asoschilaridan biri hisoblanadi. Sovet kimyogari 1933 – yildan SSSR FA ning muhbir-a'zosi, 1945 yildan USSR FA ning akademigi. Dumanskiy 1880 – yilda Ivanovo-Voznesenskda tug'ilgan. 1903 – Kiyev politexnika institutini tugatdi. Voronej QXI da kolloid kimyo bo'yicha ilmiy tekshirish laboratoriyasini tashkil etadi va u mamlakatda kolloid ilmining yetakchi markazlaridan biriga aylanadi. Yuqorida qayd etilgan tadqiqotlarning tez rivojlanishi A.V.Dumanskiyni triagulyar diagrammalarni qo'llab kolloidlarni fizik-kimyoviy analiz usullarini ishlab chiqishga olib keldi. Liofil dispers sistemalarning xossalarini o'rganadi. Polimerlarning suyuqliklar bilan o'zaro ta'sirining umumiy qonuniyatlarini aniqladi va bu jarayonning mexanizmini o'rgandi. Bog'langan suvlarning miqdorini aniqlashning yangi usullarini (1949 – 1967) va dispers sistemalar liofilizatsiyasining umumiy prinsiplarini ishlab chiqdi. Shu bilan birga u dispers sistemalarning dielektrik xossalariga bog'langan suvning ta'sirini tuchuntirdi.

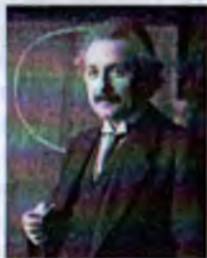


Teodor Svedberg (*Theodor Svedberg*; 1884 yil 30 avgust, Valbu - 1971 yil 26 fevral, Kopparberg) - shved fizik-kimyogari, Shved FA ning a'zosi. 1907 yilda Upsal universitetining tugatadi va shu yerda ishlay boshlaydi. 1949 yildan yadro kimyosi institutining direktori (G. Verner instituti) bo'ldi.

Xalqaro xotin-qizlar demokratik harakatining arbobi (faoli) (1888 - 1972), "Xalqlar o'rtasida tinchlikni mustahkamlash" halqaro Stalin mukofotining sovrindori (1953) Andrea Andreyenga uylangan.

Asosiy ishlari kolloid kimyosiga, molekularlarning forma va o'lchamlarini aniqlashga, elektrofarezga bag'ishlangan. A. Eynshteyn va M. Smoluxovskiylar tomonidan ishlab chiqilgan broun harakati nazariyasini eksperimentda tasdiqlagan (1906). Eritmalardan kolloid zarrachalarni ajratib olishning ultratsentrifugalash usulini yaratdi va birinchi bo'lib ultratsentrifugani yasadi. Oqsillar fizik-kimyosiga katta hissa qo'shgan.

Uning sharafiga sedimentatsion analizdagi sedimentatsiya tezligining markazdan qochma tezlanishga nisbatining o'lchov birligini "svedberg" deb atash qabul qilingan ($1 \text{ svedberg} = 10^{-13} \text{ sek.}$). Katta lotin harfi "S" bilan belgilanadi (masalan, oqsil 7 S).



Albert Eynshteyn (*Albert Einstein*; 1879 yil 14 mart, Ulm, Vyurtemberg, Germaniya - 1955 yil 18 aprel, Prinston, Nyu Djeri, SSHA) - fizik - nazariyashi, hozirgi zamon nazariy fizikasining asoschilaridan biri, fizika bo'yicha 1921 yilda Nobel mukofotining sovrindori, jamoat arbobi - insonparvar. Germaniyada (1879 - 1893, 1914 - 1933 yillarda), Shveysariyada (1893 - 1914 yillarda) va AQSH da (1933 - 1955 yillarda) yashagan. Dunyoning 20 dan ortiq yetakchi universitetlarining faxriy doktori, ko'pgina FA larning a'zosi, jumladan SSSR FA ning faxriy a'zosi (1926 yil). Eynshteyn - fizika bo'yicha 300 dan ortiq ilmiy ishlarning, shuningdek fan tarixi va falsafasi, publitsistika va boshqa sohalar bo'yicha 150 dan ortiq kitob va maqolalar muallifi. U anchagina muhim fizik nazariyalarni ishlab chiqdi:



- Nisbiylikning maxsus nazariyasi (1905).
- U asosda – massa va energiyaning o'zaro bog'lanishi qonuni: $E = mc^2$.
- Nisbiylikning umumiy nazariyasi (1907-1916).
- Fotoeffektning kvant nazariyasi.
- Issiqlik sig'iminining kvant nazariyasi.
- Boze – Eynshteyn kvant statistikasi.
- Fluktuatsiya nazariyasiga asos solgan braun harakatining statistik nazariyasi.
- Indusiyalangan nurlanish nazariyasi.



Marian Smoluxovskiy (*Marian*

Smolushowski; 1872 yil 28 may, Forder-Bryul, Vena - 1917 yil 5 sentabr, Krakov) — polyak fizik – nazariyotchisi. Smoluxovskiy tenglamasi, u tomondan ishlab chiqilgan nazariy asoslar va hisoblash usullari statistik fizikaning asosiga aylandi va hozirgi kunda ham fiziklar ham matematiklar tomonidan rivojlantirilayotgan stoxastik jarayonlar deb nomlangan uning muhim tarmog'i uchun juda ahamiyatlidir. Smoluxovskiy tenglamalarining qo'llanishi fizika (ham makroskopik va ham subatom sistemalar) va kimyodan tortib to biologiya va texnika fanlarigacha tarqalgan. Smoluxovskiy modelining amaliyotda qo'llanishi ham juda ko'p, masalan, suvni industrial tozalash, sutni koagulyatsiyalash, gel to'siqlarining paydo bo'lishi, granulotsitlar agregatsiyasi, leykotsitlar adgeziyasi, nanoquvurlarning o'sishi va boshqalar.



Jan Batist Perren (*Jean Baptiste Perrin*; 1870

yil 30 sentabr, Lill, Fransiya -1942 yil 17 aprel, Nyu-York , SSHA) - fransuz fizigi, 1926 yilda "materianing diskret tabiati bo'yicha ishi uchun va o'ziga hos sedimentatsion muvozanat hodisasini kashf etganligi uchun" fizika bo'yicha Nobel mukofotiga sazovor bo'lgan. 1895 – yilda Perren katod turlarining korpuskulyar tabiatiga ega ekanligini va manfiy elektr zaryadga ega ekanligini ham ko'rsatib berdi. Perren Avagadro sonini bir necha usullar bilan aniqlashni ham ko'rsatib bergan. Bundan tashqari u



quyosh energiyasining manbai – vodorod ishtirokidagi termoyadro reaksiyalari ekanligini tuchuntirgan. Broun harakatini atomar tabiati haqidagi Eynshteynning nazariy ishi 1905 – yilda e’lon qilingandan keyin Perrin Eynshteyn fikrini tekshirish maqsadida eksperiment o’tkazdi va Djon Daltonning atom nazariyasi haqida yuz yil davom etgan tortishuvga nuqta qo’ydi. Shunday qilib, suyuqliklarda broun harakati molekulalarning harakati tufayli yuzaga kelishi qat’iy tekshirildi va aniqlandi. Shu bilan bu tajriba molekula va atomlarning haqiqatan ham mavjudligiga muhim isbot bhldi. O’zining gummigut bilan olib borgan tajribalari asosida Perren, qilish mumkin bo’lmaydi deb hisoblagan ishni – molekula va atomlarni “tortish” (massasini o’lchash) ni amalga oshirdi.



Irving Lengmyur (*Irving Langmuir*; 1881 yil 31 yanvar, Bruklin, Nyu-York — 1957 yil 16 avgust, Vuds-Xol, Massashusets) - amerikalik kimyogar, 1932 yilda “sirt hodisalari kimyosi sohasidagi kashfiyot va tadqiqotlari uchun” kimyo bo’yicha Nobel mukofotini olgan.

Elektr lampasidagi simning xossalarini o’rganish davrida u 1916 yilda, agar lampadan volfram simning sirtini qalinligi bor-yo’g’i bir molekulasha bo’lgan toriy oksidi bilan qoplasa, uning xossalarini yaxshi bo’lishini aniqladi. U toriy oksidi bilan qoplangan volframning ensiz plastinkasini, uning elektronlar chiqarish qobiliyatini aniqlash uchun, tadqiq qildi. Bu tadqiqotlar uning sirt hodisalari – yupqa qoplamalar yoki sirtlarda kuzatiladigan molekulyar aktivlikni o’rganishga e’tiborini qaratdi. U adsorbsiya va sirt tarangligini o’rgandi, shuningdek suyuqlik va qattiq jismlardagi yupqa qoplamalar hususiyatini tadqiq qildi.

Atom tuzilishi nazariyasi sohasidagi bor ma’lumotlarga asoslanib, Lengmyur alohida atom va molekulalarni sirt ushastkasida alohida panjara tugunlarida joylashgan deb qarab, sirtning kimyoviy hususiyatini tasvirlaydi. Bu uni adsorbsiya izotermasi tenglamasini keltirib chiqarishga olib keldi va bu mashhur Lengmyur tenglamasidir.



Shilov Nikolay Aleksandrovich (1872 yil 28 iyun - 1930 yil 30 avgust) - sovet fizik-kimyogari. 1895- yilda Moskva universitetini tugatdi va 1899-yildan shu yerda ishlay boshlaydi. 1910 - yildan Moskva oliy texnika maktabining professori va bir vaqtning o'zida (1913 yildan) Moskva kommertsiya institutining (hozirda xalq xo'jaligi instituti) professori hisoblanadi. 1901-1904 yillarda Shilov



V.F.Ostvaldning Leypsigdagi laboratoriyasida kimyoviy kinetika massalarini o'rgandi va "oksidlanishga tutash reaksiyalar haqida" degan mavzuda magistrlik dissertatsiyasini tayyorlaydi va 1905 yilda uni Moskva universitetida yoqlaydi. Shilov o'z dissertatsiyasida tutash reaksiyalar bo'yicha juda ko'p eksperimental materialni tartibga solgan, ular nazariyasining asosini yaratdi va hozirda qo'llanilayotgan atamalarni (terminologiyani) ishlab chiqdi. "Tutash" reaksiyalar haqida nazariya asosida Shilov gomogen katalizning tabiati haqida umumlashtiruvchi fikrlarga keladi. 1915 - 1918 yillarda Shilov o'zining kuch va bilimini rus armiyasining kimyoviy himoyasiga sarflaydi. Uning tadqiqotlari gazlarning havo oqimidan yutilish dinamikasining hozirgi zamon nazariyasiga asos soldi. 1919 - yildan boshlab Shilov eritmalardan moddalar adsorbsiyasi hodisasini, ikkita suyuq faza orasida moddalar taqsimoti va boshqalarni o'rgana boshladi. Bu ishlar Shilovni suvli eritmalardan iborat elektrolitlarda ko'mir adsorbsiyasi jarayonlarida kislorodning alohida roli bor ekan degan xulosaga olib keladi. Olingan natijalar asosida Shilov ko'mir sirtining oksidlari haqida tasavvurni yaratdi, qator holatlarda ko'mirning adsorbent sifatida hal qiluvchi xossasini aniqladi. Uglerodli adsorbentlarning sirt oksidlari haqidagi Shilovning g'oyalari sirt birikmalari va reaksiyalari kimyosini rivojlanishida muhim rol o'ynadi. U juda ko'p shogirdlar yetishtirdi.

Dubin Mixail Mixaylovich (1900 yil 19 dekabr - 1901 yil yanvar - 1993 yil 13iyulya) - fizik-kimyogar, akademik (1943), Sotsialistik Mehnat Qahramoni (1969). 1921 - yilda MDUning kimyo fakultetini bitirgan, N.A.Shilovning shogirdi.

1921 - yildan boshlab g'ovak adsorbentlarda eritilgan moddalarning adsorbsiyasini o'rgandi;





molekulyar-elak ta'sirida adsorbsion qatorlarning aylanish hodisasini, ko'mirda nordon sirt oksidlarining hosil bo'lishini kashf etdi (1929-30). 1930 - 1946 yillarda havo oqimidan gaz va bug'lar adsorbsiyasi jarayonlarini hisoblashning asoslarini ishlab chiqdi. Adsorbentlarning g'ovak strukturasi o'rgandi, g'ovaklar turlari (mikro g'ovaklar, o'rtacha g'ovaklar, makro g'ovaklar) haqida tushunchalarni rivojlantirdi, ularning parametrlarini aniqlash metodlarini ishlab chiqdi. Dubinin tomonidan mikro g'ovakli adsorbentlarning gaz va bug'larni adsorbsiyasi nazariyasi yaratildi, harorat va bosimning keng intervalida adsorbsiya muvozanatini hisoblash usullari ishlab chiqildi, shuningdek berilgan parametrlari g'ovak strukturali adsorbentlar olish usullari ishlab chiqildi.

1946 - yildan SSSR FA fizikaviy kimyo institutining adsorbsion jarayonlar bo'limining mudiri bo'lgan. SSSR davlat mukofoti sovrindori (1942 va 1950). 2 ta Lenin ordeni, 6 ta do'stlik ordenlari va ko'pgina medallar bilan taqdirlangan.



Boris Petrovich Nikolskiy (1900 yil 1 oktabr, Menzelin Matveyev uezdi, Ufa guberniyasi - 1990 yil 4 yanvar, Leningrad) uezdi, Ufa guberniyasi - 1990 yil 4 yanvar, Leningrad) - sovet fizik-kimyogari va radio kimyogari, SSSR FA akademigi. Shisha elektrodlarining ion almashinuv nazariyasini yaratdi. Yadro reaktorida nurlangan urandan plutoniy olishning texnologik tatbiq qilish olib borilgan maxsus ishlarda qatnashdi (1946).

Uning rahbarligi ostida neptundan plutoniy-238 ni olish texnologiyasi yaratildi. Bu element kosmik tadqiqotlar, tibbiyot va boshqalarda keng qo'llanila boshlandi. "Elektrokimyo" va "Radiokimyo" (1980 - yildan) jurnallarining bosh direktori. Qator topografiyalar, jumladan, "D.I.Mendeleyev g'oyalarining zamonaviy kimyodagi evolyusiyasi", ko'p tomli "Kimyogar ma'lumotnomasi" va boshqalarning muallifidir.



Aleksandr Naumovich Frumkin (1895 yil 12 oktabr, Kishinyov, Bessarabiya guberniyasi - 1976 yil 27 may, Tula) - sovet fizik-kimyogari, fan tashkilotchisi, SSSR FA akademigi, hozirgi zamon elektrokimyosi bo'yicha fundamental ishlar muallifi; elektrokimyo kinetikasining asoschisi, hozirgi zamon elektrokimyo jarayonlari ta'limotining asoschilaridan biri, sovet elektrokimyo ilmiy maktabining tashkilotchisi. Bir



necha chet el fanlar akademiyalari va ilmiy jamiyatlar a'zosi. Lenin mukofoti sohibi (1931) va ush marta Stalin mukofoti sovrindori (1941, 1949, 1952), sotsialistik mehnat qahramoni (1965), Amerika elektrokimyo jamiyatining palladiy medali sohibi. MDU elektrokimyo kafedrasining mudiri (1933-1976), SSSR FA fizika-kimyo institutining direktori (1939-1949) va elektrokimyo (hozirda A.N.Frumkin nomidagi) institutining direktori (1958-1976) bo'lgan.



Pyotr Aleksandrovich Rebinder (1898 yil 3 oktabr, Sankt-Peterburg – 1972 yil 12 iyul, Moskva) - sovet fizik-kimyogari, SSSR FA akademigi (1946), Sotsialistik Mehnat Qahramoni (1968). Rebinder umumiy fizikaviy kimyoni, ayniqsa texnologik jarayonlarda SAM asoslarini, xususan P. I. ni boyitish jarayonlarini tadqiq qilishga katta hissa qo'shgan. Qator ishlarini flokulyatsiyadagi tanlab ho'llanish va flokulyatsiyaga bag'ishladi. Rebinderning

emulsiyalarni stabilizatsiyalashga oid ishlarining natijalari neftni suvsizlantirish va tuzsizlantirish jarayonlarida SAM ni deemulgatorlar sifatida keng qo'llash imkonini berdi. Tog' ishlari va texnologiyasida Rebinderning adsorbsion kuchlar ta'sirida qattiq jismlar mustahkamligini pasayish hodisasi – "Rebinder effekti" deb nomlangan kashfiyoti muhim ro'l o'ynadi, bu effekt tog' jinslarini parmalash va maydalashda ularning mustahkamligini pasaytirish uchun keng qo'llanila boshlandi. "Qattiq jismlarni maydalash va qayta ishlashda fizik-kimyoviy jarayonlarning ro'lini o'rganish bo'yicha ishlari uchun" 1942 yilda Rebinderga Davlat mukofoti berildi.



Igor Vasilyevich Petryanov-Sokolov (1907 – yil 5 iyun – 1996 yil 19 may) - sovet fizik-kimyogari, SSSR FA akademigi (1966), RFA akademigi (1991), "Kimyo va hayot" va "Kolloid" jurnallarining bosh redaktori, Sotsialistik Mehnat Qahramoni (1971), Lenin mukofoti (1966), ikki marta Davlat mukofoti (1941 va 1980) va YUNESKO ning xalqaro Kalingi mukofoti (1984) sovrindori bo'lgan.



Boris Vladimirovich Deryagin (1902 yil 27 iyun, Moskva - 1994 yil 16 may) - sovet fizik-kimyogari, professor (1935), SSSR FA muxbir a'zosi (1946), Rossiya FA akademigi (1992).

Sirt kuchlari va ularning yonuvchi bosimga ta'siri va yupqa suyuq qatlamlarning xossalari haqidagi ta'limotni yaratdi. Uning asosiy ishlari sirt hodisalarini o'rganishga bag'ishlangan. U tomonidan kiritilgan tushuncha - yupqa qatlamlardagi yonuvchi bosim tushunchasini e'tiborga olgan holda sistemaning termodinamikasini rivojlantirdi. Ion atmosferalarining bir - biriga kirishganligining suyuq qatlamlardagi yonuvchi bosimga ta'sirini va kolloid zarrachalarning o'zaro ta'sirini nazariy asoslab berdi, bu esa unga kolloid va dispers sistemalarning koagulyatsiyasi va geteroagulyatsiyasi nazariyasini yaratish imkonini berdi. Fizik L. D. Landau bilan birgalikda liofob kollidlarning turg'unlik nazariyasini, hozirda DLFO (Deryagin - Landau - Fervey - Overbek ning dispers sistemalarning turg'unlik nazariyasi) deb nomlangan nazariyani yaratdi (1928). Suyuqliklar chegara qatlamlarining, ularning maxsus (anizotrop) strukturalari bilan aniqlanuvchi, alohida xossalari aniqladi. Suyuqliklarda termoozmos va kapillyarozmos, aerazol zarrachalarning termofarez va diffuziofarezining nazariyasini rivojlantirdi.



Lev Davidovich Landau (1908 yil 9 yanvar, Baku - 1968 yil 1 aprel, Moskva) - taniqli sovet fizik-nazariyachi, ilmiy maktab asoschisi, SSSR FV akademigi (1946), 1962 yilda fizika bo'yicha Nobel mukofoti sovrindori bo'lgan. Sotsialistik Mehnat Qahramoni (1954). Maks Plank nomidagi medal (Germaniya) (1960), Frits London mukofoti (1960) va uch marta Stalin davlat mukofotlari (1946, 1949, 1953) sohibi. London qirollik jpmiyatining (1960), AQSH Milliy FA ning (1960), Daniya Qirollik FA ning (1951), Niderlandiya Qirollik FA ning (1956), Amerika fan va san'at akademiyasi ning (1960), Fransiya fizika jamiyati va London fizika jamiyatlarining chet ellik a'zosi. RFA nazariy fizika institutiga Landau nomi berilgan.



Evert Djon Uilyam Fervey (1905 yil 30 aprel, Amsterdam – 1981 yil 13 fevral, Utrext) – golland kimyogari. 1923 – yildan Amsterdam universitetida kimyoni o'rgana boshladi. U 1934 yilda X.R.Kryuyt bilan "Qo'sh qatlam va liofob kolloidlarning barqarorligi" deb nomlangan dissertatsiyasini yoqladi.



Yan Teodor Overbek - golland fizik-kimyogari, Niderlandiya Qirollik FA ning a'zosi (1953). Groningenda tug'ilgan. Utrext universitetini bitirgan (1930). U 1935-36 yilda Gent (Belgiya) universitetida, 1936-81 yillarda Utrext universitetida (1946 – yildan professor) ishlagan. Qo'sh elektr qavat, Van-Der Vaals kuchlari, elektrofarez, Donnan potentsiali, polielektrolitlar, sirt-faol moddalar ustida izlanishlar olib borgan



Ivan Ivanovich Jukov (1880 yil 20 noyabr – 1949 yil 13 avgust) - sovet kimyogari, SSSR FA muxbir-a'zosi (1946). U 1903 – yilda Sankt-Peterburg universitetini tamomlagan. Jukov fotografiya va fototexnika Oliy institutini (1919-1925) va tibbiyot institutini (1926-1930) boshqargan. Azot va vodorodning metallar bilan o'zaro ta'sirini o'rgandi va buning uchun u Rossiya fizik-kimyo jamiyatining Mendeleyev mukofotiga loyiq ko'rildi.



Dmitriy Aleksandrovich Fridrixsberg (1915–1989) - kimyogar, kimyo fanlari doktori, professor.





Valentin Alekseyevich Kargin (1907-1969). SSSR FA a'zosi (1953). Uning ilmiy-tadqiqot ishlari analitik kimyo, fizikaviy kimyo va polimerlar kimyosi sohalariga bag'ishlangan.



Nikolay Alfredovich Plate (1934 yil 4 noyabr, Moskva – 2007 yil 16 mart) – sovet va rus olimi, kimyogari, polimerlar kimyosi va fizikasi bo'yicha mutahassisi.



Frederik Djordj Donnan (*Donnan*; 1870 yil 6 – sentabr, Kolombo, Seylon – 1956 yil 16 – dekabr, Kenterberi) — ingliz fizik-kimyogari, Liverpul (1910-13) va London universitetlarida (1913-1937) professor bo'lib ishladi.



Rafael Eduard Lizegang (*Raphael Eduard Liesegang*; 1869 yil 1 noyabr, Elberfeld – 1947 yil 13 noyabr, Bad-Xomburg) - nemis kimyogari va kapitalisti.



Maykl Polyani (*Mishael Polanyi*; 1891 – yil 11 mert – 1976 – yil 22 fevral) – ingliz fizigi, kimyogari va faylasufi. Postpozitivizm va kritik pozitivizm asoschisi.



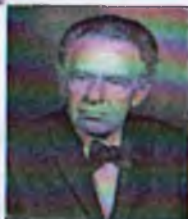
Stiven Brunauer (1903 – yil 12 fevral, Budapeshte – 1986 – yil 6 iyul) – amarikalik kimyogar. Adsorbsiya va xemosorbsiya sohalarini o'rgangan. BET nazariyasi asoschilaridan biri.



Pol Xyu Emmet (*Paul Hugh Emmett*; 1900 – yil 22 sentabr, Portlend, Oregon-1985 – yil 22 aprel) – taniqli amerikalik kimyogar, geterogen katalizda muhim o'rin tutadi. BET nazariyasi asoschilaridan biri.



Edvard Teller (*Edward Teller*; 1908 – yil 15 – yanvar, Budapesht — 2003 –yil 9 – sentabr, Stenford, Kaliforniya) — amerikalik fizik-nazariyachi. BET nazariyasi asoschilaridan biri



Frits Albert Lipman (*Fritz Albert Lipmann*; 1899 - yil 12 - iyun, Kenigsberg — 1986 - yil 24 - iyul, Poukipzi, Nyu-York) — nemis biokimyogari, tibbiyot bo'yicha Nobel mukofoti sohibi (1953).



Nikolay Petrovich Peskov (1880 - yil 6 - yanvar, Moskva) — Moskva kimyo-texnologiya institutining fizikaviy va kolloid kimyo kafedrasi professori (1923-40).



Vilhelm Fridrich Ostwald (*Wilhelm Friedrich Ostwald*; 1853 - yil 2 - sentabr, Riga — 1932 - yil 4 - aprel, Leypsig) — nemis fizik-kimyogari va filosof-idealisti, kimyo bo'yicha Nobel mukofoti sohibi (1909). Peterburg FA muhbir-a'zosi.



Pyer-Simon de Laplas (*Pierre-Simon de Laplace*; 1749 yil 23 - mart — 1827 yil 5 - mart) — fransuz mexanigi, fizigi, matematigi va astronomi.



Yakov Ilsh Frenkel (1894 yil 29 - yanvar, Rostov-Don - 1952 yil 23 yanvar, Leningrad) - sovet olimi, fizik-kimyogari, SSSR FA muhbir-a'zosi (1929).



Pyer Emil Dyuklo (*Emile Duslaux*, 1840 – 1904) – fransuz fizigi, kimyogari va biolog.



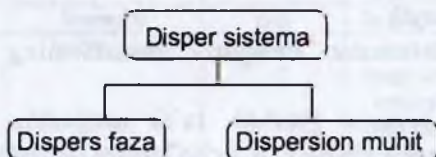
Gerbert Maks Freyndlix (*Freundlich*; 1880 yil 28 yanvar – 1941 yil 30 mart) – nemis fizik-kimyogari. Kolloid kimyoda asosiy ishlarini olib borgan.

KOLLOID SISTEMALAR TO'G'RISIDAGI ASOSIY TUSHUNCHALAR

Kolloid kimyo fanining asosiy muammolari va vazifalari

"Dispers sistemalar kimyosi" dispers (maydalangan) sistemalar va sirt qavatda sodir bo'ladigan hodisalarning fizik-kimyosiga oid fan bo'lib, moddalarning dispers holatlari va sirt qavatlarining o'ziga xos xususiyatlari haqidagi ta'limotni o'rganadi.

Biror moddaning mayda zarrachalari boshqa modda ichida tarqalishidan hosil bo'lgan sistema **dispers sistema** deyiladi (dispers so'zi lotincha disperse're, ya'ni tarqalmoq, maydalanib ketmoq so'zidan kelib chiqqan). Tarqalgan modda **dispers faza**, ikkinchi modda esa **dispersion muhit** deb nomlanadi:





- Dispers faza
- Dispers muhit

Dispers sistema 2 ta o'ziga xos belgiga ega: geterogenlik va disperslik.

Geterogenlik –sistema kamida 2 ta fazadan iborat ekanligini bildiradi.

Disperslik – bir moddaning ikkinchi moddada tarqalganligini ifodalaydi.

Dispers sistemalarda dispers faza zarrachalari katta sirtga ega bo'lganligi sababli ularning sirtidagi atom va molekulalar alohida holatda bo'ladi. Ko'pincha kolloid eritmaning sirt qavati uning ichki qavatidan hatto tarkib jihatidan farq qiladi. Binobarin, har qanday dispers sistemada uchta faza: ***dispers faza, dispersion muhit*** va ***sirt faza*** mavjuddir. Shunga ko'ra dispers sistemalar kimyosida uchta muhim muammoni o'rganishga katta ahamiyat beriladi, bular:

- *sirtida sodir bo'ladigan hodisalarni va sirt qavatlarni o'rganish;*
- *dispers sistemalarning sirt fazaga bog'liq xossalarini o'rganish;*
- *dispers sistemalarning mavjudlik sharoitlarini o'rganishdan iborat.*

Dispers sistemalar o'ziga xos qator xususiyatlarga ega:

- Ular yorug'lik nurini sochadi, ya'ni ularda Tindal effekti kuzatiladi;
- Chin eritmalar dagiga qaraganda dispers faza dispersion muhitda sekin diffuziyanadi;
- Dializga moyil;
- Dispers sistemalar kolligativ xossalarining qiymati juda kichik;
- Agregativ beqaror (tashqi ta'sir natijasida yoki eritmaga elektrolit qo'shilganda dispers faza cho'kmaga tushadi).



DISPERS SISTEMALARNING TASNIFI

Dispers sistemalar turli belgilariga ko'ra bir necha sinflarga bo'linadi:

- Fazalarning agregat holatiga ko'ra;
- Disperslik darajasiga ko'ra;
- Zarrachalar shakliga ko'ra;
- Fazalararo ta'sirlashuviga ko'ra;
- Zarrachalararo ta'sirlashuviga ko'ra.

1. Fazalarning agregat holatiga ko'ra sinflanishi. Bu klassifikatsiyani Volfgang Ostvald taklif etgan. Odatda 9 xil kombinatsiya bo'lishi mumkin. Ularni quyidagi jadvalda beramiz.

Dispers sistemalarning turlari

Dispersion muhitning agregat holati	Dispers fazaning agregat holati	Dispers sistemaning belgisi	Sistemaga misollar
Gaz	Gaz	G-G	Yer atmosferasi
Gaz	Qattiq modda	G-Q	Tutun, chang, kukunlar
Gaz	Suyuqlik	G-S	Aerozollar, tuman, bulut
Suyuqlik	Qattiq jism	S-Q	Suspenziyalar, bo'yoqlar, metall zollari, balchiq, bakteriyalar, qattiq jismlarning suyuqlikdagi kolloid eritmaları
Suyuqlik	Gaz	S-G	Ko'piklar, gazli emulsiya
Suyuqlik	Suyuqlik	S-S	Emulsiyalar(sut, sariyog', neft mahsulotlari, latekslar, kremlar, suvdagi yog', benzindagi suv)
Qattiq jism	Gaz	Q-G	Pemza, qattiq ko'pik, membranalar, filtrlar, penoplastlar, non, aktivlangan ko'mir, baton, mikrog'ovakli jism, qog'oz.
Qattiq jism	Suyuqlik	Q-S	Gellar(iviqlar), porfirinli suv
Qattiq jism	Qattiq jism	Q-Q	Qattiq kolloid eritmalar, rangli shishalar, po'lat, beton aralashmalar, minerallar, kompozitsion materiallar, qotishmalar



-  Dispers faza
-  Dispers muhit

Dispers sistema 2 ta o'ziga xos belgiga ega: geterogenlik va disperslik.

Geterogenlik –sistema kamida 2 ta fazadan iborat ekanligini bildiradi.

Disperslik – bir moddaning ikkinchi moddada tarqalganligini ifodalaydi.

Dispers sistemalarda dispers faza zarrachalari katta sirtga ega bo'lganligi sababli ularning sirtidagi atom va molekular alohida holatda bo'ladi. Ko'pincha kolloid eritmaning sirt qavati uning ichki qavatidan hatto tarkib jihatidan farq qiladi. Binobarin, har qanday dispers sistemada uchta faza: ***dispers faza, dispersion muhit va sirt faza*** mavjuddir. Shunga ko'ra dispers sistemalar kimyosida uchta muhim muammoni o'rganishga katta ahamiyat beriladi, bular:

- *sirtida sodir bo'ladigan hodisalarni va sirt qavatlarni o'rganish;*
- *dispers sistemalarning sirt fazaga bog'liq xossalarini o'rganish;*
- *dispers sistemalarning mavjudlik sharoitlarini o'rganishdan iborat.*

Dispers sistemalar o'ziga xos qator xususiyatlarga ega:

- Ular yorug'lik nurini sochadi, ya'ni ularda Tindal effekti kuzatiladi;
- Chin eritmalaridagiga qaraganda dispers faza dispersion muhitda sekin diffuziyalanadi;
- Dializga moyil;
- Dispers sistemalar kolligativ xossalarining qiymati juda kichik;
- Agregativ beqaror (tashqi ta'sir natijasida yoki eritmaga elektrolit qo'shilganda dispers faza cho'kmaga tushadi).



DISPERS SISTEMALARNING TASNIFI

Dispers sistemalar turli belgilariga ko'ra bir necha sinflarga bo'linadi:

- Fazalarning agregat holatiga ko'ra;
- Disperslik darajasiga ko'ra;
- Zarrachalar shakliga ko'ra;
- Fazalararo ta'sirlashuviga ko'ra;
- Zarrachalararo ta'sirlashuviga ko'ra.

1. Fazalarning agregat holatiga ko'ra sinflanishi. Bu klassifikatsiyani Volfgang Ostvald taklif etgan. Odatda 9 xil kombinatsiya bo'lishi mumkin. Ularni quyidagi jadvalda beramiz.

Dispers sistemalarning turlari

Dispersion muhitning agregat holati	Dispers fazaning agregat holati	Dispers sistemaning belgisi	Sistemaga misollar
Gaz	Gaz	G-G	Yer atmosferasi
Gaz	Qattiq modda	G-Q	Tutun, chang, kukunlar
Gaz	Suyuqlik	G-S	Aerozollar, tuman, bulut
Suyuqlik	Qattiq jism	S-Q	Suspenziyalar, bo'yoqlar, metall zollari, balchiq, bakteriyalar, qattiq jismlarning suyuqlikdagi kolloid eritmalari
Suyuqlik	Gaz	S-G	Ko'piklar, gazli emulsiya
Suyuqlik	Suyuqlik	S-S	Emulsiyalar(sut, sariyog', neft mahsulotlari, latekslar, kremlar, suvdagi yog', benzindagi suv)
Qattiq jism	Gaz	Q-G	Pemza, qattiq ko'pik, membranalar, filtrlar, penoplastlar, non, aktivlangan ko'mir, baton, mikrog'ovakli jism, qog'oz.
Qattiq jism	Suyuqlik	Q-S	Gellar(iviqlar), porfirinli suv
Qattiq jism	Qattiq jism	Q-Q	Qattiq kolloid eritmalar, rangli shishalar, po'lat, beton aralashmalar, minerallar, kompozitsion materiallar, qotishmalar



Odatda yuqori disperslikka ega bo'lgan kolloid eritmalarini boshqacha qilib **zollar** deb ataladi.

Ko'pchilik olimlar kolloid sistemalarini quyidagi uchta sinfga bo'lishni tavsiya qiladilar:

- ✓ Haqiqiy dispers sistemalar (metallarning gidrozollari, metall sulfidlarning zollari va hokazolar).
- ✓ Dag'al dispers sistemalar (emulsiya, suspenziyalar) va kolloid dispers sistemalar (aerozollar, yarim kolloidlar va hokazo).
- ✓ Yuqori molekulyar moddalar va ularning eritmaları (oqsillar, polisaxaridlar, kauchuklar, poliamidlar va hokazo).

Disperslik darajasiga ko'ra klassifikatsiyalanishi yani dispers faza zarrachalarining o'lchamiga ko'ra:

Dispers sistemalarining barqarorligiga ta'sir qiluvchi omillardan biri dispers faza zarrachalarining katta-kichikligi yoki disperslik darajasidir. Shuning uchun barcha dispers sistemalar zarrachalarining o'lchamiga qarab uch sinfga bo'linadi:

Dag'al dispers sistemalar (suspenziya, emulsiya va ko'piklar) bu sistemalarda dispers faza zarrachalarining o'lchami 100 nm dan katta (10^{-7} m yoki 10^{-5} sm dan ortiq) bo'ladi;

Bu sistema tiniqmas, qog'oz filtdan va pergamentdan o'tmaydi, geterogen, yorug'likni sindirish va qaytarish xususiyatiga ega. Beqaror, tez o'zgaradi.

Kolloid sistemalar - zarrachalar o'lchami 1 - 100 nm (10^{-9} - 10^{-7} m yoki 10^{-7} - 10^{-5} sm) oralig'ida;

Kolloid sistemalar - tiniq, filtr qog'ozdan o'tadigan, o'simlik va hayvon membranalardan va pergament qog'ozdan o'tmaydigan, geterogen, tovlanadigan, yorug'lik o'tganda Tindal konusini hosil qiladigan, nisbatan barqaror va vaqt o'tishi bilan o'zgaradigan xususiyatlarga ega.

Chin eritmalar zarrachalarining o'lchami 1 nm (10^{-9} m yoki 10^{-7} sm) dan kichik bo'ladi.

Chin dispers sistema (chin eritmalar) dispers faza tashkil qilgan moddalarning xususiyatiga qarab ikkiga bo'linadi.

Agar faza elektrolitmas moddalar (mochevina, qand, glyukoza, spirt va boshqalar) dan iborat bo'lsa, bunday sistema **molekulyar dispers sistema** deyiladi.

Agar faza elektrolit moddalar (tuzlar, asoslar, kislotalar va boshqalar) dan iborat bo'lsa, **ionli-dispers sistema** deyiladi.



Zarrachaning o'lchami, m	Sistemaning nomi	Asosiy belgilari	
		Tiniqligi, shaffofligi	Zarrachalarning filtrdan o'tishi
$10^{-7}-10^{-4}$	Dag'al dispers aralashma-lar: suspenziya, emulsiya, ko'piklar, aerozollar	loyqa	Qog'oz filtrdan o'tmaydi
$10^{-9}-10^{-7}$	Kolloid eritmalar	Tiniq, yon tomondan yoritilganda opalessiyalanadi	Qog'oz filtrdan o'tadi, ammo hayvon va o'simlik membranalaridan o'tmaydi
$10^{-10}-10^{-9}$	Chin eritmalar	Tiniq	Filtrdan va membranalaridan o'tadi

Sistemalardan eng ahamiyatlisi yuqori dispers (kolloid) sistemalaridir. Ularni dispers sistemalar yoki zollar ham deyiladi. Dispers sistemalarning disperslik darajasini quyidagicha ifodalash mumkin: $D = 1/a$; bu yerda D -disperslik, a -dispers faza zarrachasining ko'ndalang kesim uzunligi, masalan, sferik zarracha uchun " a " sifatida diametr- d , kub shaklidagi zarracha uchun kubning qirrasi ℓ olinadi. Zarrachaning o'lchami qancha kichik bo'lsa, sistemaning disperslik darajasi shuncha katta bo'ladi.

Bundan tashqari dispers sistemalar **monodispers** (dispers faza zarrachalari bir xil o'lchamga ega) va **polidispers** (dispers faza zarrachalari turli xil o'lchamga ega) sistemalariga bo'linadi. Misol sifatida ba'zi dispers sistemalarning disperslik darajalarini $D(m^{-1})$ keltiramiz:

Dispers sistema	lg D
Kakao kukuni	3,7-4,0
Odam qoni eritrositlari	5,2
Titan poroshogi	6,3
Suvli tuman	6,3
Oltin gidrozoli (ko'k)	7,3
Tutun (daraxt ko'miri)	7,5
Oltin gidrozoli (qizil)	7,7
Yashur virusi	8,0
Ko'mirning ingichka teshikchalari	8-9



Dispers faza va dispersion muhitning ta'sirlashuviga (fazalararo ta'sirlashuvi) ko'ra klassifikatsiyasi

Bu klassifikatsiya faqat suyuq dispersion muhitli sistemalar uchun ahamiyatga ega. Dispers faza dispersion muhit orasidagi ta'sirlashuv tavsifiga ko'ra G.Freyndlix dispers sistemalarni 2 ga bo'lishni taklif etdi:

Liofob - dispersion faza dispersion muhit bilan ta'sirlashmaydi, bularga mikroheterogen sistemalar kiradi. Ular termodinamik beqaror bo'ladi. **Tipik liofob sistemalariga metallarning gidrozollari va ularning kam eriydigan tuzlari (Pt, Cu, Au, Ag, Hg, AgI, ZnS, CdS, HgS, As₂S₃, Sb₂S₃, Se, C) misol bo'ladi.**

Liofob sistemalar o'z-o'zidan maydalanmaydi. Ularni maydalash uchun tashqi energiya sarflanadi.

Liofil - dispers faza zarrachalari dispersion muhit zarrachalari bilan o'zaro ta'sirlashadi va ma'lum sharoitda dispersion faza dispersion muhitda eriydi ya'ni o'z-o'zidan maydalanadi. Ularga SAM (sirt aktiv moddalar) va YuMB eritmaları misol bo'ladi. Liofil sistemalar termodinamik barqaror bo'ladi. **Liofil sistemalariga tabiiy YuMB lar: jelatina va boshqa oqsillar, DNK va RNK misol bo'ladi.**

Agar dispers muhit sifatida suv ishlatilsa, gidrofob yoki gidrofil sistemalar tushunchalari ishlatiladi.

Liofob sistemalar	Liofil sistemalar
Dispersion muhit va dispers faza o'rtasidagi ta'sirlashuv kuchsiz	Dispersion muhit va dispers faza o'rtasidagi ta'sirlashuv kuchli
Tashqaridan energiya sarflash hisobiga hosil bo'ladi	O'z-o'zidan hosil bo'ladi
Endergonik jarayon	Eksoergonik jarayon
Termodinamik beqaror	Termodinamik barqaror
Stabilizator zarur	Stabilizator talab etilmaydi

Zarrachalararo ta'sirlashuvga ko'ra klassifikasiyalanishi

Bu klassifikatsiyaga ko'ra dispers sistemalar **erkin dispers** (tuzilishsiz) va **bog'langan dispers** (tuzilishli) sistemalariga bo'linadi.

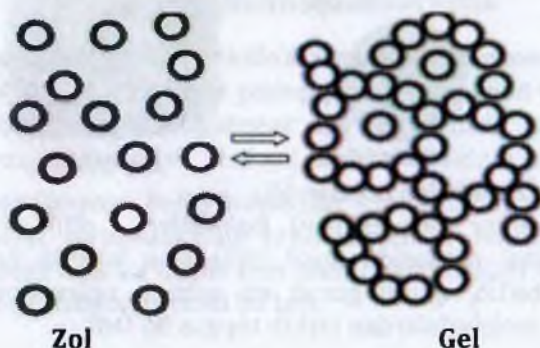


Erkin dispers sistemalarda dispersion faza zarrachalari bir-birlari bilan bog'lanmagan bo'lib, dispersion muhitda erkin harakat qila oladi. Bunday **dispers sistemalar**ga zollar, suyultirilgan emulsiyalar va suspenziyalar, aerezollar misol bo'ladi.

Bog'langan dispers sistemalarda dispers faza zarrachalari molekulalararo kuchlar hisobiga bir-birlari bilan bog'langan bo'ladi. Ular dispers muhit bilan fazoviy to'rlar va karkaslar (strukturalar) hosil qiladi. Bu sistemalarda dispers faza zarrachalari erkin harakat qila olmaydi, ular faqatgina tebranma harakat qiladilar. Bunday sistemalarga kapillyar va g'ovak jismlar, membranalar, gellar, iviqlar, ko'piklar, qattiq eritmalar, tuproq misol bo'ladi.

Erkin va bog'langan dispers sistemalar

Dispers sistemalar sinfi	Tavsifi	Misollar
Erkin dispers sistemalar	Dispers faza harakatchan, ya'ni alohida ko'rinishda ifodalangan. Zarrachalar o'zaro bog'lanmagan. Dispersion muhitning butun hajmida ko'proq yoki kamroq teng taqsimlangan. Dispers faza zarrachalari harakatchan	Liozollar, suspenziyalar, emulsiyalar, qon, aerezollar (tumanlar, tutunlar, changlar)
Bog'langan dispers sistemalar	Dispers faza deyarli harakatsiz, ya'ni yoppasiga tuzilish-lar(karkas, to'rlar) hosil qiladi. Dispersion muhitning ta'siri kuchli. Dispers faza zarrachalari harakatsiz	Liogellar, iviqlar, tolasimon va g'ovak kapillyarlar (suyak to'qimasi), biomembranalar, ko'piklar, gellar, qattiq eritmalar





Shunday qilib, **dispers sistemalar kimyosining vazifasi** yuqori disperslikka ega bo'lgan geterogen sistemalarni, bu sistemadagi sirt hodisalarni va yuqori molekulyar sistemalarni o'rganishdan iborat.

Kolloid sistemalarning klassifikatsiyasi

Ichki stuktura (tuzilishlar) turiga qarab kolloid sistemalar:

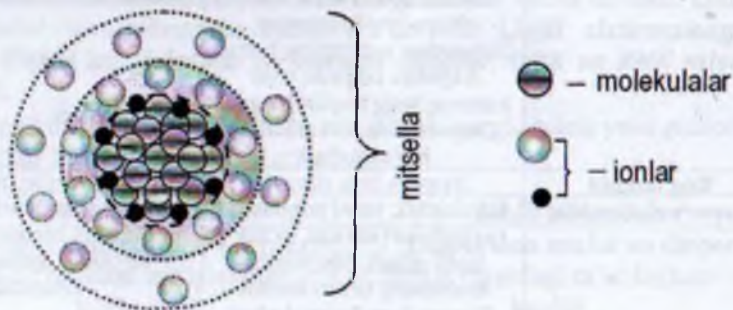
Suspensoidlarga;

Misellyar (atsotsiativ) kolloidlar;

Molekulyar kolloidlarga bo'linadi.

Suspensoidlar (qaytmas kolloidlar, liofob kolloidlar)- bu metallarning va birikmalari (oksidlari, tuzlari) ning eritmalaridir.

Suspensoidlar dispers fazalari zarrachalarining tuzilishi mos holda moddaning tuzilishidan farq qilmaydi va ular molekulyar yoki ionli kristall panjaralarga ega bo'ladi. Ular suspenziyalardan yuqori dispersiligi bilan farq qiladi:



Suspensoidlar mitsellasi

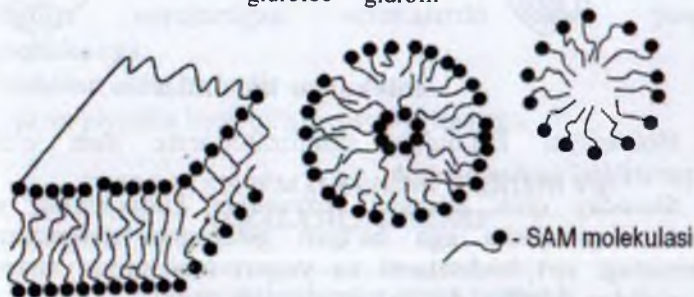
Suspensoidlar qaytmas kolloidlar deyilishiga sabab, ularning eritmaları bug'latilsa quruq qoldiq hosil bo'ladi, qolgan qoldiq yana eritilsa, zol hosil bo'lmaydi. Suspensoidlar uchun dispers faza va dispersion muhit o'rtasida kuchsiz ta'sirlashuv xosdir. Shuning uchun ular **liofob** deb nomlanadi.

Mitsellyar (atsotsiativ) kolloidlar - difil molekularlarning agregatsiyasi natijasida hosil bo'ladigan kolloid zarrachalarning eritmasi bo'lib, qutbli guruh va qutbsiz uglevodorod radikalini saqlovchi molekularlardan tarkib topgan bo'ladi.

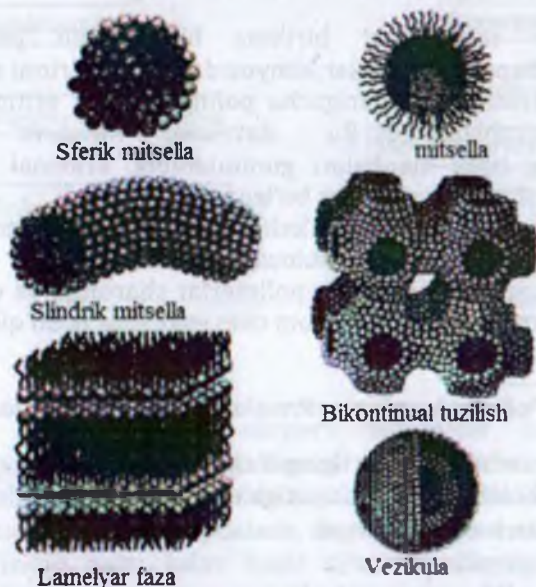


Asosan, ular yuqori molekulyar karbon kislotalarining ishqoriy metallar bilan hosil qilgan tuzlaridir. Masalan, natriy stearat $C_{17}H_{35}COONa$; $R - OH$; $R - COOH$; $RCOONa$

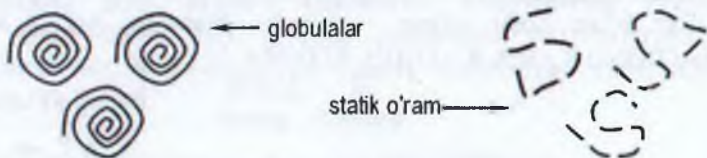
$\underline{R} - \underline{COOH}$
gidrofob gidrofil



Mitsellyar kolloidlar



Molekulyar (qaytar, liofil) kolloidlar – bular tabiiy va sintetik yuqori molekulyar birikmalarning eritmalaridir. YuMB eritmaları o'z-o'zidan dispers faza va dispersion muhit zarrachalari orasidagi kuchli ta'sirlashuv natijasida hosil bo'ladi:



Molekulyar kolloidlar

Molekulyar kolloidlar stabilizatorlarsiz ham o'zlarining barqarorligini saqlay oladilar.

Shunday qilib, **dispers sistemalar kimyosining vazifasi** yuqori disperslikka ega bo'lgan geterogen sistemalarni, bu sistemadagi sirt hodisalarni va yuqori molekulyar sistemalarni o'rganishdan iborat.

POLIMERLARNING DISPERS SISTEMALARI KIMYOSI

Yuqori molekulyar birikma hisoblangan polimerlarning eritmalari dispers sistemalar kimyosida muhim o'rinni egallaydi.

XIX asrning 60-yillarigacha polimerlarning eritmalari - liofil kolloidlar hisoblanar edi. Bu davrlarda dispers sistemalar kimyosining tipik manbalari gummiarabik, kraxmal va umuman yelimga o'xshash xossaga ega bo'lgan moddalar edi.

XIX asrning 30 yillariga kelib polimerlarning eritmalari - chin eritmalar hosil qiladi degan xulosaga kelindi.

XIX asrning 80 yillarida polimerlar sharoitga va erituvchining tabiatiga qarab ham kolloid, ham chin eritmalar hosil qilishi mumkin degan xulosaga kelindi.

Polimerlarning eritmalari kolloid eritmalarga o'xshab:

- Erituvchi almashtirilganda chin eritmadan zolga o'tadi;
- Gel hosil qilish xususiyatiga ega;
- Broun harakatiga ega;
- Diffuziyanadi;
- Yorug'lik nurini sochadi;
- Molekulalar atsotsiatlarini hosil qiladi;

Chin eritmalarga o'xshash xossalari:

- Liofillik;
- O'z-o'zidan hosil bo'ladi;

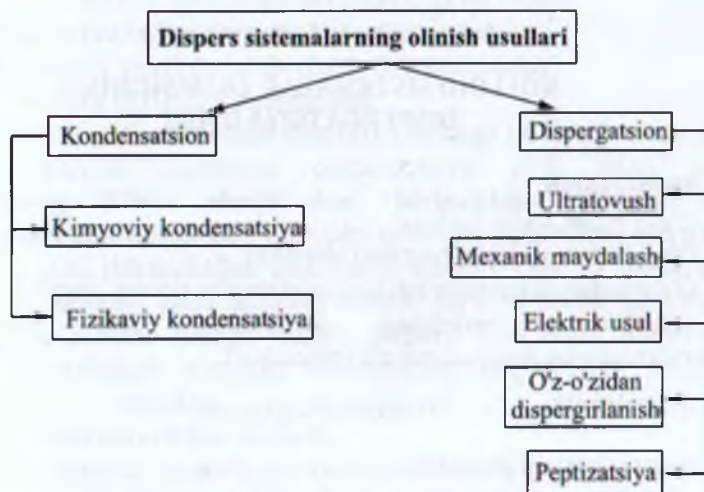


- Ma'lum sharoitlarda gomogen;
- Termodinamik barqaror.

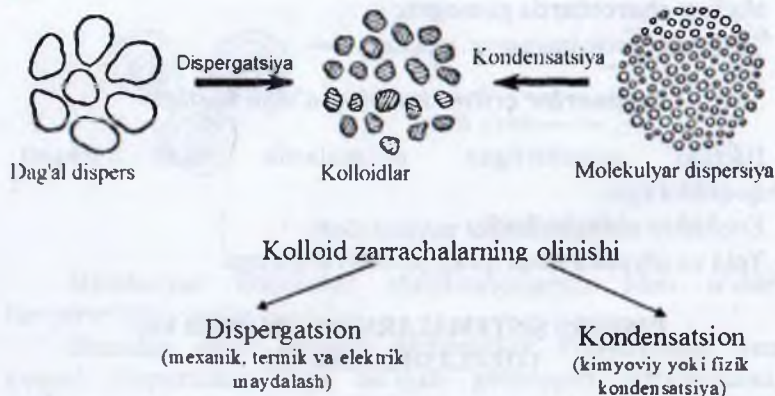
Polimerlar eritmalarining o'ziga xosligi:

- Hattoki suyultirilgan eritmalarda ham yuqori qovushqoqlikka ega;
- Erishidan oldin bo'kadi;
- Tola va plyonka hosil qilish xususiyatiga ega.

DISPERS SISTEMALARNING OLINISHI VA TOZALASH USULLARI



Dispers sistemalardag'al dispers sistemalar bilan chin eritmalarining oraliq holatini egallagani uchun ularni bir biriga qarama - qarshi bo'lgan ikki usulda hosil qilish mumkin. Ularning biri yirikroq zarrachalarni maydalash, ikkinchisi esa molekula yoki ionlardan yirikroq zarrachalar hosil qilishdan (agregatlashdan) iborat; birinchi xil usul-dispergatsiya, ikkinchisi kondensatsiya usullari deyiladi:



KOLLOID SISTEMALAR OLINISHINING DISPERGATSIYA USULI

Disperslash:

O'z-o'zidan sodir bo'lishi;

O'z-o'zidan sodir bo'lmasligi mumkin.

O'z-o'zidan disperslanish liofil sistemalar uchun xosdir.

O'z-o'zidan boradigan jarayonlar, shu jumladan disperslanishning termodinamik imkoniyati

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S < 0$$

shart bilan aniqlanadi.

Disperslash uchun ma'lum ish bajariladi yoki unga ekvivalent miqdorda energiya sarflash talab etiladi. Mavjud bo'lgan bog'larni uzish uchun kogeziya ta'sirlashuvni yengish talab etiladi. Bu ta'sirlashuvni yengish uchun sarflangan ish **kogeziya ishi** deyiladi.

Hosil bo'lgan yangi fazalar orasida o'zaro ta'sirlashuv ya'ni **adgeziya** sodir bo'ladi. Adgeziya natijasida sirt energiya kamayadi. O'z-o'zidan sodir bo'ladigan disperslanishda

$$\Delta H < 0; \Delta S > 0; \Delta G < 0; W_{\text{adgeziya}} > W_{\text{kogeziya}} \text{ bo'ladi.}$$

Liofil sistemalarga emulsiyalar, parafinlarning uglevodorodlardagi yuqori-dispers zollari, mitsella hosil qiluvchi SAM va boshqalar kiradi.



Liofil sistemalar hosil bo'lishda Rebinder-Shukin kriteriysi:

$$\sigma \leq \frac{\beta \cdot k_B \cdot T}{d^2}$$

d- zarrachaning chiziqli o'lchami;

β – zarrachaning shaklini va entropiya o'zgarishini ifodalovchi koeffitsiyent.

O'z-o'zidan sodir bo'lmaydigan disperslanish **liofob** sistemalar uchun xarakterlidir. Bu vaqtda disperslash tashqi energiya hisobiga sodir bo'ladi.

O'z-o'zidan sodir bo'lmaydigan disperslash:

Mexanik;

Fizik (elektrik usullar bilan, ultratovush bilan disperslash);

Fizik-kimyoviy (peptizatsiya) usullarga bo'linadi;

Dispers fazaning agregat holatiga qarab:

Maydalash, yeyilish, ezish (Q/G; Q/S sistemalar);

Kukunlash (S/G; S/S sistemalar);

Barbotaj (G/S sistemalar olinadi) usullarga bo'linadi.

Kolloid sistemani dispersgatsiya yo'li bilan hosil qilinishining **ikkita sharti bor, birinchidan** dispers faza zarrachalari shu dispersion muhitda mumkin qadar kam eruvchan bo'lishi lozim, **ikkinchidan** sistemada dispers faza va dispersion muhitdan tashqari yana uchinchi modda bo'lishi kerak, bu modda kolloid zarrachalar sirtiga yutilib, dispers faza bilan dispersion muhit zarrachalari o'rtasida mustahkam bog'lanishni vujudga keltiradi. Bunday moddalarni **stabilizatorlar-barqarorlashtiruvchilar** deyiladi.

Stabilizatorlar sifatida sirt aktiv moddalar ishlatiladi. Ular quyi molekulyar va yuqori molekulyar moddalar bo'lishi mumkin. Bunday moddalar molekulasining bir qismi suvga nisbatan ko'proq moyillik namoyon qiladi; bu qismini gidrofil guruhi tashkil etadi, ikkinchi qismi uglevodorod radikali bo'lib, u gidrofob guruhdan iborat. Sirt-aktiv moddani sxematik tarzda O ~~~~ shaklida (yoki O ~ shaklda) belgilash mumkin; bu shaklni doira qismi gidrofil guruhlarni, to'g'ri chiziqli qismi gidrofob guruhlarni bildiradi.

Sirt-aktiv moddalar zarrachalarning sirtiga yutilib, ularning mustahkamligini pasaytiradi, natijada maydalanish nihoyatda osonlashadi. Yuqori molekulyar sirt aktiv moddalar esa dispers faza zarrachalarining sirtida adsorbsion qavat hosil qilib, sistemaning



barqarorligini oshiradi. Yuqori molekulyar moddalar liofob zol zarrasi sirtida solvat qavat hosil qilib, ularning o'zaro birlashish xossasini yo'qotadi va sistemaning barqarorligini ta'minlaydi. Sirt aktiv moddalarga spirt, fenol, karbon kislota va uning tuzlari, jelatina, oqsil, pektin, yelim, albumin va hokazolar kiradi.

Dispergatsiya usulida dispers sistemalar hosil qilish uchun qattiq jism stabilizator bilan birga mexanik usulda kukun qilib maydalanadi yoki elektr yoxud ultratovush yordamida suyuqlik ichida kukunga aylantiriladi.

Mexanik usul. Qattiq jismni kolloid zarrachalar o'lchamida maydalash uchun kolloid tegirmon va vibrotegirmonlar ishlatiladi.

Mexanik usulda jism tashqi kuch ta'sirida deformatsiyaga uchraydi, natijada qattiq jism yuzasida kichik yoriqchalar hosil bo'ladi. Bu yoriqchalar chegarasidagi yuzasiga ikkinchi bir modda molekulasi yutilib, qattiq jismning mustahkamligini pasaytiradi. Bunday moddalar qattiqlikni pasaytiruvchilar deyiladi. Bu moddalar ishtirokida dispergatsiya osonlashadi. Agar ikkinchi bir modda bo'lmasa va jismga ta'sir qiluvchi kuch to'xtatilsa hosil bo'lgan kichik yoriqchalar yo'qolishi mumkin. Ta'sir qiluvchi tashqi kuch jismning ichki molekulalararo ta'sir kuchidan katta bo'lgandagina dispergatsiya jarayoni ro'y beradi.

Kolloid tegirmonning ishlash mexanizmi

Kolloid sistemalar hosil qilish uchun dispers faza zarrachalarining o'lchamlari 1 nm dan 100 nm gacha bo'lishi kerak. Zarrachalarning o'lchami ana shunday bo'lgan suyuq kolloid sistema hosil qilishning birinchi sharti: dispers faza moddasi shu dispersion muhitda mumkin qadar kam eruvchan bo'lishi lozim; ikkinchi sharti: sistemada dispers faza va dispersion muhitdan tashqari yana uchinchi modda bo'lishi kerak, bu modda kolloid zarrachalar sirtiga yutilib, dispers faza bilan dispersion muhit o'rtasida mustahkam bog'lanishni vujudga keltiradi. Kolloid eritmalarini barqaror qiladigan moddalar **stabilizatorlar** deyiladi. Dispergirlash usuli bilan dispers sistemalar hosil qilish vaqtida qattiq jism stabilizator bilan birga kukun qilib maydalanadi yoki elektr yoxud ultratovush yordami bilan suyuqlik ichida kukunga aylantiriladi.



Qattiq jismni maydalash uchun kolloid tegirmon ishlatiladi.

Kolloid tegirmon.

a-harakatsiz jismlar;

b-kurakcha

c-modda solinadigan teshik;

d- modda chiqariladigan teshik.

Kolloid eritmasi tayyorlanadigan

modda avval maydalanadi, suyuqlik (dispersion muhit) va stabilizator bilan aralashtiriladi, so'ngra u teshik (c) orqali tegirmonga solinadi. Suyuqlik va uning ichidagi qattiq jism o'qqa o'rnatilgan kurakcha (b) yordamida bilan tez qorishtiriladi (kurakcha minutiga 10000-15000 marta aylanadi). Natijada suyuqlik va qattiq modda zarrachalari juda tez harakatlanadi va harakatsiz jismlar (a)ga kelib urilib, maydalanadi. Tayyor maydalangan mahsulot tegirmonning past qismidagi teshik (d) orqali chiqariladi. Kolloid tegirmon yordamida bo'yoq, oltingugurt, grafit, kvarts va boshqa moddalarning kolloid eritmalari tayyorlanadi.

Metallarni elektr yordamida "changlatish". Bu usulni 1898 yilda Bredig taklif qilgan. Bunda kolloid eritmasi olinishi kerak bo'lgan metaldan yasalgan ikkita sim dispersion muhitga tushiriladi, ulardan biri elektr manbaning musbat, ikkinchisi esa manfiy qutbga ulanadi; simlar bir-biriga tekkizilib, elektr yoyi hosil qilinadi. So'ngra ular bir biridan bir oz uzoqlashtiriladi. Bu vaqtda metall dispersion muhitda changlana boshlaydi. Barqaror zol hosil bo'lishi uchun ozgina ishqor qo'shiladi. Bu usulda asosan "asl metallarning" zollari olinadi:

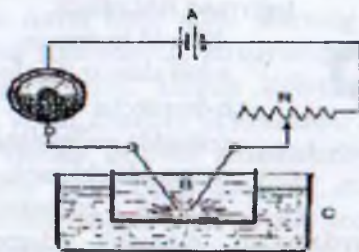


Changlatish usuli bilan kolloid eritma hosil qilishda metall avval bug'lanadi, so'ngra uning juda mayda zarrachalari o'zaro qo'shilib, kolloid eritma zarrachalarini hosil qiladi; shu sababli bu usul kondensasion usullar qatoriga kiritiladi.

Agar **ultratovush to'lqinlari** maydoniga bir-biri bilan aralashmaydigan ikkita suyuqlik solingan idish qo'yilsa, natijada ikki



suyuqlikning emulsiyasi hosil bo'ladi.



Elektr toki yordamida metall zollarini hosil qilish asbobining sxemasi

A - doimiy tok manbai; R - reostat;

B - elektr yoyi; C - sovituvchi aralashma (eritma)

Ultra tovush yordamida "changlatish" usuli

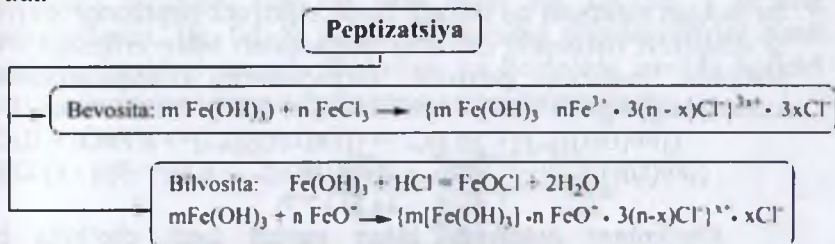
Ultra tovush usuli sanoatda keyingi yillarda keng qo'llanilmoqda. Bu usulda ultra tovush to'lqinlarining kuchli tebranishi maydoniga bir-biri bilan aralashmaydigan ikki suyuqlik solingan idish qo'yilsa, muallaq zarrachalar maydalanib ikki suyuqlikning emulsiyasi hosil bo'ladi. Bu usul bilan oltingugurt, bo'yoq, simob, qo'rg'oshin, rux, kauchuk, kraxmal va boshqa moddalarning kolloid eritmalarini hosil qilish mumkin. Bu usul yordamida olimlardan Rjevkin va Ostrovskiylar Ag, Pd, Sn, Bi metallarining zollarini hosil qilishgan.

Peptizatsiya usuli. Zolning koagulyatsiya mahsuloti (gel, iviqlar, cho'kmalar)ni qaytadan kolloid eritma holiga o'tkazish **peptizatsiya** deyiladi. Peptizatsiyani amalga oshirish uchun kolloid cho'kmasiga biror elektrolit qo'shib erituvchi bilan aralashtiriladi. Kolloid eritma olishda ishlatiladigan elektrolit **peptizator** deyiladi. Peptizator sifatida elektrolitlar va ba'zi sirt aktiv moddalar ishlatiladi. ***Peptizatsiya tezligiga turli omillar (peptizatorning kimyoviy xossasi, konsentratsiyasi, cho'kmaning holati, uning miqdori, temperatura, aralashtirish tezligi, ultratovush, radioaktiv nurlar va hokazolar) ta'sir etadi.***

A.V. Dumanskiyning fikricha peptizatsiya vaqtida cho'kma bilan peptizator orasida kompleks birikmalar tipidagi bir qator oraliq mahsulotlar hosil bo'ladi, agar kolloid zarrachalar sirtiga stabilizatorning o'zi yutilib kolloid eritma hosil qilsa, bunday



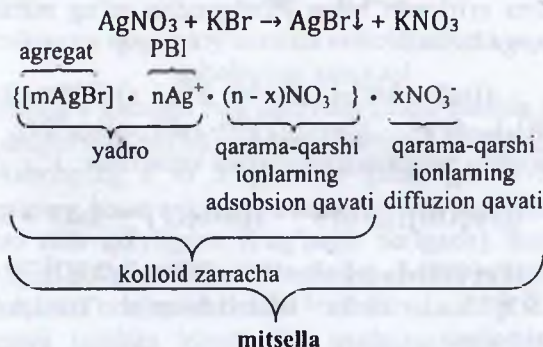
peptizatsiya **bevosita peptizatsiya** deyiladi; agar kolloid zarrachalar sirtiga stabilizatorning o'zi yutilmay, balki uning eruvchan modda bilan hosil qilgan mahsulotlari yutilsa, **bilvosita peptizatsiya** deyiladi. Masalan, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ cho'kmasiga FeCl_3 ta'sir ettirib, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ning gidrozolini hosil qilish bevosita peptizatsiyadir, chunki bu holda temir ionlari kolloid zarrachalar sirtlariga yutilib, ularda musbat zaryadlar hosil qiladi; musbat zaryadli zarrachalar bir-biridan o'zaro itarilganligi uchun cho'kma tezda gidrozolga aylanadi. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ning iviq cho'kmasiga HCl ning kuchsiz eritmasini ta'sir ettirib, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ gidrozolini hosil qilish bilvosita peptizatsiyaga misol bo'ladi, chunki bu holda peptizator rolini HCl bilan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ orasida sodir bo'ladigan reaksiya mahsuloti FeOCl hajaradi.



Peptizatsiyaning 3 xil turi ma'lum:

Adsorbsion; 2. Dissolyusion; 3. Cho'kmani erituvchi bilan yuvish.

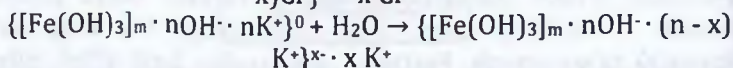
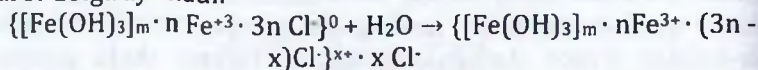
Adsorbsion peptizatsiya yordamida kumush bromid xollning olinishi



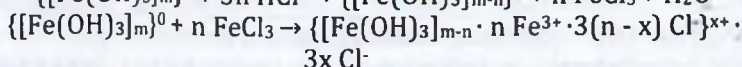
Dissolyusion peptizatsiya quyidagicha amalga oshadi. Qo'sh elektr qavat saqllovchi yangi hosil bo'lgan cho'kma ko'p miqdordagi



suv bilan yuviladi. Bunda qarama-qarshi zaryadli ionlarning adsorbsion qavati yuvilib ketadi, ushbu qavat ionlarining bir qismi qarama-qarshi ionlarning diffuz qavatini hosil qilib dispersion muhitga o'tadi. Kolloid zarracha bu vaqtda zaryadlanadi, yangi cho'kkan cho'kma dissolyusion peptizatsiya natijasida nisbatan barqaror zolga aylanadi:



Kimyoviy peptizatsiyada qo'sh elektr qavatga ega bo'lmagan yangi olingan cho'kmaga ionlarining o'zlari zaryadlanmagan cho'kma zarrachalari sirtiga adsorbilanish xususiyatiga ega bo'lmagan elektrolit qo'shiladi: biroq elektrolit-peptizator kimyoviy ta'sirlashuvi natijasida cho'kma zarrachalari bilan eritmaga o'tadi. Natijada muhitda gidrozol zarrachalarini barqarorlashtirish xususiyatiga ega bo'lgan potensial aniqlovchi ion hosil bo'ladi:



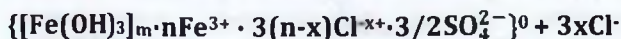
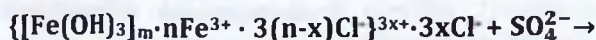
Cho'kmani erituvchi bilan yuvish usuli cho'kma hosil bo'lishida reagentlardan biri juda ko'p miqdorda olingan holatlarda ishlatiladi. Eritmada ionlar konsentratsiyalarining ko'pligi qo'sh elektr qavatning siqilishiga olib keladi, natijada kolloid zarrachaning zaryadi 0 ga teng bo'lib qoladi:



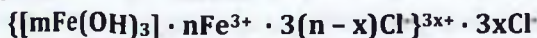
Cho'kma erituvchi bilan yuvilgandan so'ng mitsella quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:



Agar $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ning koagulyatsiyasi kuzatiladi: $\text{Fe}(\text{OH})_3$ ning koagulyatsiyasi kuzatiladi:



Agar SO_4^{2-} ionlarini Ba^{+2} ionlari bilan cho'ktirsak, yana kolloid eritmaga hosil bo'ladi:



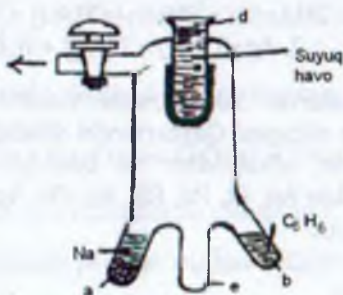
Koagulyatsiyada cho'kmaga tushgan moddaning yana kolloid eritmaga holiga o'tishi **peptizatsiya** deyiladi.



KOLLOID SISTEMALARNI OLINISHINING KONDENSATSIYA USULI

Kondensatsiya usuli uch xil bo'ladi: fizik kondensatsiya, kimyoviy kondensatsiya, fizik-kimyoviy kondensatsiya.

Fizik kondensatsiya usuli. Fizik kondensatsiya usullaridan biri dispersion muhitga qattiq jism bug'ini yuborish usulidir. Bu usul bilin simob, selen, oltingugurt, fosfor zollari olinadi. Rus olimlari A. I. Shalnikov va S. Z. Roginskiylar modda bug'ini qattiq sovutilgan sirtida kondensatlab dispers sistemalar hosil qilish usulini ishlab chiqdilar. Ular bu usul bilan juda ko'p metall va metallmaslarning suvdagi hamda organik muhitdagi kolloid eritmalarini olishga muvaffaq bo'ldilar. Ular bu usul bilan Hg, Cd, Se, S larning gidrozollarini, Hg, Cd, K, Pl, Cs, Na larning organozollarini hosil qildilar. Quyidagi rasmda Shalnikov va Roginskiy usulida kolloid eritma tayyorlanadigan asbobning sxemasi ko'rsatilgan:



Shalnikov va Roginskiy usulida kolloid eritma tayyorlanadigan asbobning sxemasi

Asbobning a qismiga bug'lanuvchi qattiq modda (masalan Na), b qismiga dispersion muhit (masalan, benzol), d qismiga suyuq havo solinadi. Asbobning a va b qismlari qizdirilganda Na va benzol bug'lanib, suyuq havo solingan e idish sirtida kondensatsiyalanadi. Suyuq havo olib qo'yilgach (bug'lanib bo'lgach), kondensatlanish natijasida hosil bo'lgan kolloid eritma asbobning g qismiga yig'iladi.

Erituvchini almashtirish usuli fizik - kimyoviy kondensatsiya usuliga kiradi. Bu usulning mohiyatini quyidagi misolda ko'rib o'tamiz.

Ma'lumki ba'zi organik kislotalar etil spirtida yaxshi, lekin suvda yomon eriydi. Bunday kislotalarning suvdagi kolloid

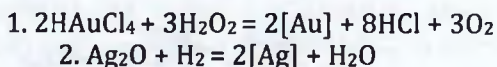


eritmalarini hosil qilish uchun avval kislota spirtida eritiladi, so'ngra hosil bo'lgan eritmaga asta-sekin suv qo'shib suyultiriladi. Suv spirt bilan har qanday nisbatda aralasha olganidan, spirtida erigan organik kislotalarning suvli spirtida eruvchanligi pasayib, uning suvdagi kolloid eritmasi hosil bo'ladi. Shu yo'l bilan masalan, oltingugurtning spirtidagi eritmasiga suv qo'shib, oltingugurtning sut kabi kolloid eritmasini hosil qilishi mumkin.

Kimyoviy kondensatsiya usuli. Bu usul kimyoviy reaksiyalar natijasida qiyin eruvchan birikmalar hosil bo'lishiga asoslanadi. Ularga:

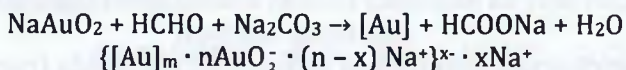
1) qaytarilish, 2) oksidlanish, 3) almashinish, 4) gidroliz va boshqa reaksiyalarga asoslangan usullar kiradi.

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

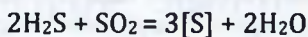


Bu tenglamalarda zol tarzida hosil bo'ladigan moddalar kvadrat qavslarga olingan. Qaytaruvchi sifatida, ko'pincha gidrazin, tanin, fenilgidrazin, alkaloidlar va boshqa moddalar ishlatiladi. Qaytarish usuli bilan Au, Pt, Pd, Rh, Ru, Os, Ag, Bi, Cu, Fe, Se larning zollari hosil qilingan.

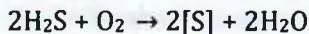
Oltin zolini olish uchun AuCl_3 ni chumoli aldegid bilan qaytarish mumkin:



Shuningdek, vodorod sulfidni sulfid angidrid bilan qaytarish orqali oltingugurtni kolloid holatga o'tkazish mumkin:



Oksidlanish usulida molekulyar eritmani oksidlash yo'li bilan kolloid eritma hosil qilinadi, masalan, H_2S eritmasi kislorod bilan oksidlanganda oltingugurt zoli hosil bo'ladi:

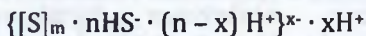




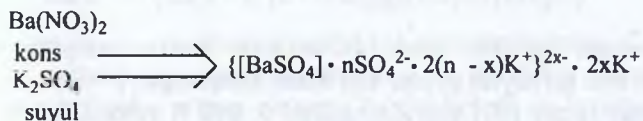
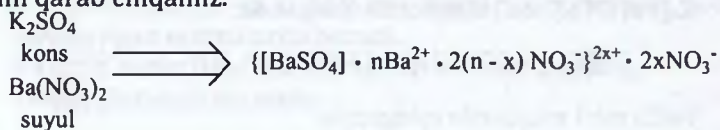
Oltinugurt zolini H_2S ni kislorod bilan oksidlab, H_2S ga SO_2 ta'sir ettirib yoki $H_2S_2O_3$ ni parchalab olish mumkin:



Oltinugurt zolini quyidagi sxema bilan ifodalash mumkin:



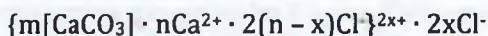
Almashinish usuli erimaydigan moddalar hosil bo'ladigan almashinish reaksiyalariga asoslangan. Masalan; $BaSO_4$ zolining olinishini qarab chiqamiz:



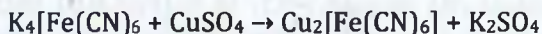
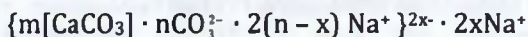
Almashinish usulida kolloid zarrachaning olinishiga yana misol keltiramiz:



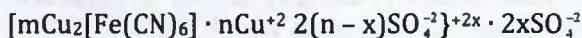
$CaCl_2$ mo'l miqdorda olinganda:



Na_2CO_3 mo'l miqdorda olinganda:



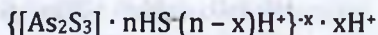
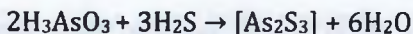
$CuSO_4$ mo'l miqdorda olinganda:



$K_4[Fe(CN)_6]$ mo'l miqdorda olinganda:



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



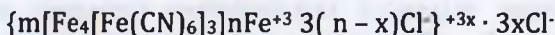
Almashinish usulida hosil bo'ladigan kolloid zarrachalarning o'lchamlari o'zaro reaksiyaga kirishuvchi eritmalarning konsentratsiyalariga bog'liq bo'ladi. Misol tariqasida:



$\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ mo'l miqdorda olinganda:



FeCl_3 mo'l miqdorda olinganda:



reaksiyasi asosida hosil bo'ladigan berlin zangori kolloid eritmasini olib ko'raylik (bular tajribada aniqlangan):

1. Agar temir (III) xloridning 5ml 0.005 N eritmasiga 0.005N sariq qon tuzi eritmasidan 5ml qo'shib, uning ustiga 50 ml suv qo'shsak, berlin zangorisining tiniq kolloid eritmasi hosil bo'ladi.

2. Agar 5 ml 0.1N FeCl_3 eritmasiga $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ning 0.1 N eritmasidan 5 ml quyib, ustiga 50 ml suv qo'shsak, loyqa eritma hosil bo'lib, berlin zangorisi cho'kmaga tushadi.

3. Agar FeCl_3 ning 5 ml to'yingan eritmasiga $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ning to'yingan eritmasidan 5 ml qo'shsak, berling zangorisining geli hosil bo'ladi. Unga suv qo'shib suyultirish orqali berlin zangorisining kolloid eritmasini hosil qilish mumkin.

Demak, eng past (1-tajriba) va eng yuqori (3-tajriba) konsentratsiyalarda olingan FeCl_3 va $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ eritmaları o'zaro reaksiyaga kirishib, yuqori dispers kolloid sistemalar hosil qiladi, lekin o'rtacha konsentratsiyada olingan eritmalar orasida sodir bo'ladigan reaksiyadan (2-tajriba) kolloid sistema hosil bo'lmaydi, Faqat berlin zangorisi cho'kmaga tushib, dag'al dispers sistema hosil qiladi. Bu tajribalarni quyidagicha tushuntirish mumkin. 1-holda (ya'ni, nihoyatda past konsentratsiyadagi reagentlar ishlatilganda) mavjud reagentlarning hammasi sarflanib, nisbatan kam mahsulot zarrachalaridan iborat mayda kristallanish markazlari hosil bo'ladi: mahsulot zarrachalarining yana ko'payishi uchun imkoniyat



qolmaydi. Reagentlar yuqori konsentratsiyalarda olinganda birdaniga juda ko'p mahsulot zarrachalaridan iborat kristallanish markazlari paydo bo'lib, reagentlarning hammasi sarflanib ketadi; mayin kolloid sistema (gel) hosil bo'ladi. o'rtacha konsentratsiyadagi reagentlar eritmalaridan foydalanilganida dastlab hosil bo'lgan kristallanish markazlari o'sishini davom ettirib, dag'al dispers sistema hosil qiladi.

Demak, birinchidan kichik zarrachalarni yiriklashishi yoki kristallanish markazlarining hosil bo'lishi o'ta to'yingan eritmada yoki muhitda boshlanadi. Ikkinchidan kichik zarrachalar yoki kristalllarni yiriklashishi, ya'ni nisbatan katta zarrachalarni hosil bo'lishi suyultirilgan eritmalarda boradi.

Juda kichik zarrachalarni hosil bo'lish tezligini quyidagi tenglama bilan ifodalash mumkin:

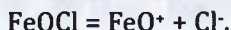
$$V = K \frac{C_{o'ta} - C_t}{C_t}$$

bu yerda, C_t - to'yingan eritma konsentratsiyasi; $C_{o'ta}$ - o'ta to'yingan eritma konsentratsiyasi. $C_{o'ta} - C_t$ farqi sistemadagi moddaning ortiqcha erigan qismiga to'g'ri keladi va kristallarning hosil bo'lishi va o'sish tezligini aniqlovchi miqdor.

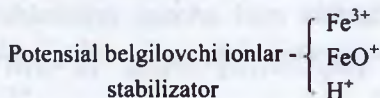
Gidroliz usuli bilan ko'pincha metall gidroksidlarining kolloid eritmaları olinadi. Buning uchun metall tuzlarini gidrolizlab, kam eriydigan gidroksidlar hosil qilinadi. Masalan, qaynab turgan suvga $FeCl_3$ eritmasi qo'shilsa $Fe(OH)_3$ gidrozoli hosil bo'ladi:



Bu reaksiyalar natijasida hosil bo'lgan $FeOCl$ (temir tuzi) qisman ionlarga parchalanadi:

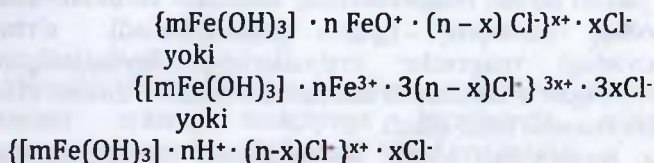


Bu ionlar $Fe(OH)_3$ zarrachalari atrofida ionlar qavati hosil qilib, kolloid sistemani barqaror qilib turadi.



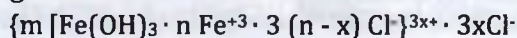


Qaysi ion stabilizator bo'lishiga qarab, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ zoli mitsellasining tuzilishi quyidagi formulalar bilan ifodalanishi mumkin:

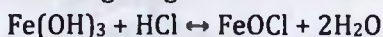


$\text{Fe}(\text{OH})_3$ cho'kmasidan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ zolini olish usullari:

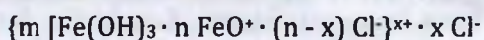
Yangi cho'ktirilgan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ cho'kmasiga oz miqdorda FeCl_3 qo'shilsa quyidagi tuzilishli zol hosil bo'ladi:



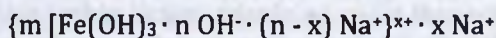
Agar $\text{Fe}(\text{OH})_3$ cho'kmasiga ozgina HCl eritmasidan qo'shilsa



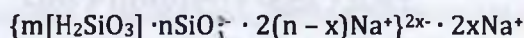
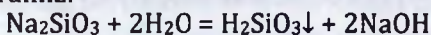
$\text{FeOCl} \leftrightarrow \text{FeO}^+ + \text{Cl}^-$ reaksiyalar sodir bo'ladi. Bu vaqtda quyidagicha tuzilishli mitsella hosil bo'ladi:



$\text{Fe}(\text{OH})_3$ eritmasiga ishqor qo'shilganda



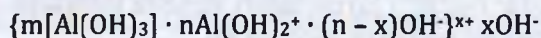
Gidroliz usulida zollar hosil bo'lishiga yana misollar keltiramiz:



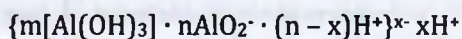
Stabilizator: $n\text{Na}_2\text{SiO}_3 \rightarrow 2n\text{Na}^+ + n\text{SiO}_3^{2-}$



$\text{pH} < 7$ bo'lganda:



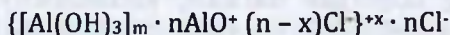
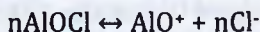
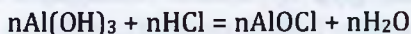
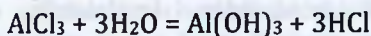
$\text{pH} > 8,1$ bo'lganda:



$7 \leq \text{pH} \leq 8,1$ bo'lganda:



$\{m[\text{Al}(\text{OH})_3] \cdot n\text{Al}(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}^+\}^0$ elektrokinetik potensial 0 ga teng.



DISPERGATSIYA USULINING TABIATDA, TEXNIKA VA KIMYOVIY ISHLAB CHIQRISHDAGI AHAMIYATI

Kolloid sistemalarni hosil qilishning yuqorida ko'rib chiqilgan usullaridan eng ahamiyatlisi dispergatsiya usulidir. Chunki bu usuldan nafaqat kolloid sistemalarni hosil qilishda balki, tabiatda, texnikada, kimyoviy ishlab chiqarishda keng foydalaniladi. Masalan, bo'yoqlar tayyorlash uchun yuqori disperslikka ega bo'lgan ranglarning kukunlarini tayyorlashda, surkov moylari uchun grafit suspenziyalarini, ko'mir va foydali qazilma rudalarini boyitishda, un mahsulotlarini, hamda oziq-ovqat mahsulotlarini tayyorlashda dispergatsiya katta ahamiyatga ega.

Ma'lumki dispergatsiya jarayonida zarrachalarni yoki jismi maydalash uchun ish bajariladi.

$$A = K \cdot S$$

Bu ish (A) hosil bo'layotgan zarrachalar sirti (S) ga to'g'ri proporsional. Bu yerda K-moddaning tabiatiga, muhitga va maydalash usuliga tegishli bo'lgan koeffitsiyent. Formuladan ko'rinib turibdiki, yirik zarrachalarni qancha ko'p maydalash kerak bo'lsa, shuncha ko'p ish (energiya) sarflanadi. Sarflanadigan ish (energiya) miqdorini kamaytirish uchun qattiq modda (zarracha) ning mustahkamligi qancha kam bo'lsa, uni maydalash shuncha oson bo'ladi. Sarflanadigan ish (energiya) qiymati ham kamayadi.

Qattiq moddaning mustahkamligini pasaytiruvchi moddalar jumlasiga suvni ham kiritisa bo'ladi. Suv ohaktoshning qattiqligini

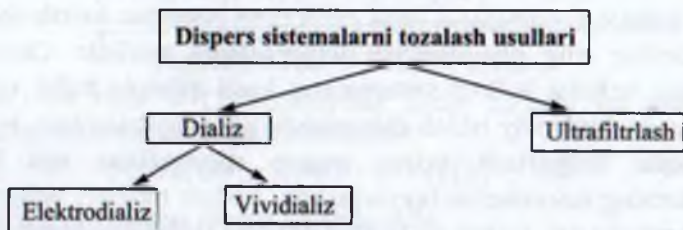


27%, kvarsning qattiqligini 22% ga pasaytira oladi.

Demak, texnikada qattiq jism mustahkamligini adsorbsiya tufayli pasayishi qoidasidan foydalanib, maydalash uchun sarflanadigan energiya qiymatini kamaytirish hamda kesuvchi (parmalovchi) asbobni ishlash muddatini oshirish mumkin ekan.

Lekin dispergatsiya usulida hosil bo'lgan kolloid sistemalarning disperslik darajasi, kondensatsiya usulida hosil qilingan kolloid sistemalarning disperslik darajasidan kichik bo'ladi.

KOLLOID ERITMALARNI TOZALASH USULLARI (DIALIZ, ELEKTRODIALIZ, ULTRAFILTRLASH)



Kolloid eritma hosil bo'lganda ularning tarkibida dispers fazadan tashqari ortiqcha dispers sistema barqarorligiga salbiy ta'sir ko'rsatuvchi kislota, asos va tuzlar ham bo'ladi. Kolloid eritma barqaror bo'lishi uchun bu eritmada ma'lum miqdorda elektrolitlar ham bo'lishi kerak. Lekin kolloid eritmasidagi ortiqcha miqdordagi elektrolitlarni yo'qotish zarur. Kolloid eritmada ortiqcha elektrolitni yo'qotish uchun "dializ", "ultrafiltrlash" "elektrodializ", "ultrasentrifuglash" usullaridan foydalaniladi.

Dializ. Oddiy dializator: tagi hayvon pufagi yoki kollodiy pardadan iborat idish bo'lib, idishga tozalanishi kerak bo'lgan kolloid eritma solinadi. So'ngra bu idish suv solingan boshqa idishga tushiriladi. Idishdagi suv vaqti-vaqti bilan almashtirib turiladi. Kollodiy parda quyidagicha tayyorlanadi. Biror shisha idishga kollodiy parda (tarkibiga kiruvchi 11% ga yaqin azot bo'lgan nitrosellyulozaning spirt bilan efir aralashmasidagi eritmasi) solinadi. So'ngra idishni aylantirib turib, kollodiy eritmasidan bo'shatiladi. Idish devorlarida qolgan kollodiy eritmasi mumkin qadar tekis tarqalishi kerak. So'ngra idish to'nkarilib, uning ichidagi

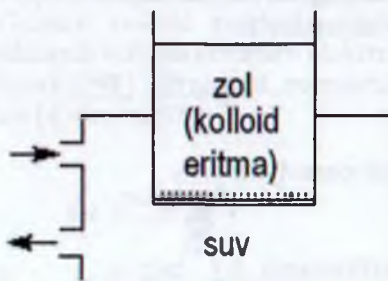


spirt va efir tamomila bug'languncha kutib turiladi. Efir hidi yo'qolgandan keyin idish toza suv bilan bir necha marta chayqatiladi. So'ngra pardaning chetlari ko'chirilib, parda bilan shisha o'rtasiga suv quyiladi va hosil bo'lgan parda shishadan ko'chirib olinadi.

Hosil qilingan kollodiy devorlarida (yoki hayvon pufagi devorlarida) juda mayda teshiklar bo'ladi (ularning diametri 20-30 nm dir). Bu teshiklardan molekula va ionlar o'ta oladi, lekin kolloid eritmaning zarrachalari o'ta olmaydi.

Kolloid eritmadagi elektrolitlar diffuziyalanib, parda orqali kolloid eritmadan chiqib ketaveradi. Suvni almashtirish bilan kolloid eritmani istalgan darajada tozalash mumkin. Agar uzoq vaqt dializ qilinsa, u holda kolloid eritmadan qo'shimchalar chiqib ketish bilan birga, stabilizator ham chiqib ketishi mumkin; bu esa kolloid sistemani koagulyatsiyalanishiga olib kelishi mumkin.

Dializning mohiyati shundan iboratki, bunda kolloid eritma hamda unga aralashgan elektrolitlar toza erituvchidan (suvdan) yarim o'tkazgich parda (membrana) yordamida ajratiladi.



Dializator sxemasi

Shunday pardadan o'ta oladigan molekula va ionlar pardaning har ikki tomonidagi molekullar va ionlarning konsentratsiyasi o'rtasida muvozanat hosil bo'lguncha, erituvchi tomonga o'taveradi. Erituvchini vaqti-vaqti bilan yangilab, zolni qo'shimchalardan ma'lum darajada tozalash mumkin. Dializ uchun, odatda, kolloid pardalar hamda asetil-sellyulozadan ishlangan pardalar, sellofan va boshqa materiallardan tayyorlangan yarim o'tkazgich to'siqlar ishlatiladi. Shu bilan bir qatorda tabiiy yarim o'tqazgich pardalar, masalan, cho'chqa yoki mol pufagi ham ishlatiladi.



Yarim o'tkazgich pardadan iborat idishga tozalanishi kerak bo'lgan kolloid eritma solinadi, so'ngra bu idish boshqa suvli idishga tushiriladi. Idishdagi suv doimiy oqim tufayli to'xtovsiz almashib turadi. Mol pufagi yoki boshqa yarim o'tkazgich parda devorlarida juda mayda teshiklar bo'ladi (ularning diametri 20-30 mkm). Bu teshiklardan molekula va ionlar o'ta oladi, lekin kolloid zarracha o'tolmaydi. Zoldagi elektrolitlar suvda diffuziyalanib, parda orqali kolloid eritmadan chiqib ketaveradi. Suvni almashtirish yo'li bilan kolloid eritmani elektrolitlardan istalgan darajada tozalash mumkin.

Dializni:

Membrana sirt yuzasini oshirish;

Tozalanayotgan suyuqlik qatlamini kamaytirish;

Tashqi suyuqlikni tez-tez almashtirish;

Haroratni oshirish (diffuziya tezlashadi) bilan tezlashtirish mumkin.

Membranalar agregat holatiga ko'ra;

Suyuq;

Qattiq bo'ladi.

Membranalarning xarakteristiklari:

Solishtirma unumdorlik

$$Q = \frac{V}{S \cdot \tau} \left[\frac{dm^3}{m^2 \cdot soat} \right]$$

Ushlab turish xususiyati

$$R = \frac{C_1 - C_2}{C_1} \cdot 100$$

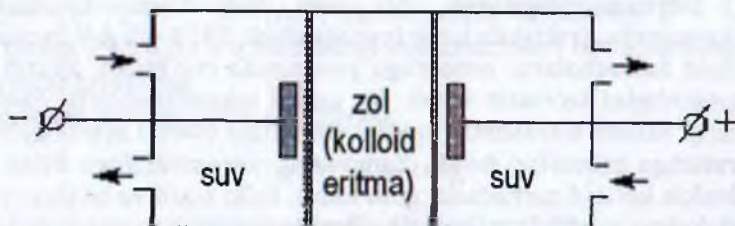
Ajratish koeffitsiyenti

$$\alpha = \frac{Y_A / Y_B}{X_A / X_B}$$

Elektrodializ. Bu usuldan sanoatda jelatina, yelim va hokazolarni tozalashda keng foydalaniladi.

Kolloid eritmalarni elektrodializ usulida tozalash

Elektrodializda dializ elektr toki yordamida tezlatiladi. Ikki membrana M_1 va M_2 oralig'iga elektrolitlardan tozalanishi lozim bo'lgan kolloid eritma solinadi.



Elektrodializator sxemasi

Membranalar tushirilgan idishning bir chekkasiga katod, ikkinchi chekkasiga anod o'rnatiladi. Idish orqali elektr toki o'tkazilganda musbat ionlar katodga, manfiy ionlar esa anodga tomon harakat qiladi. Ular membranadan o'tib, idishning elektrodlar tushirilgan qismiga yig'ila boshlaydi. Tozalangan zol esa idishning ikki membrana o'rtasidagi qismida qoladi.

Ultrafiltrlash. Kolloid eritmalarini yarim o'tkazgich membranalar orqali filtrlanishiga ultrafiltrlash deyiladi. Ultrafiltrlash voronkasimon idishdan iborat bo'lib, uning keng tomoniga kollodiydan tayyorlangan membrana o'rnatilgan.

Teshiklarning o'lchami kolloid zarracha o'lchamidan kichik bo'lgan filtrlardan foydalanib kolloid eritmani elektrolitdan tozalash mumkin. Ultrafiltr Byuxner (1) voronkasi, membrana (2), Bunzen kolbasi (3) va nasosdan (4) iboratdir.



Ultrafiltr:

1-Byuxner voronkasi; 2-membrana; 3-Bunzen kolbasi; 4-nasos.

Filtrlashni tezlatish uchun voronkaning tor qismi vakuum nasosga ulanadi. Har xil o'lchamdagi teshiklarga ega bo'lgan yarim o'tkazgich membrana filtrlar ishlatib, kolloid eritmani elektrolitlardan, shuningdek, bir zolni ikkinchi zoldan ajratish mumkin. Buning uchun membrana teshiklarining diametri bir zol zarrachasidan katta, ikkinchi zol zarrachasidan kichik bo'lishi kerak.



Ultrasentrifugalash. Bu usul kolloidlarni tozalash va fraksiyalarga ajratishda keng foydalaniladi. 1913 yili A.V.Dumanskiy kolloid zarrachalarni sentrifuga yordamida cho'ktirib, ajratib olish mumkinligini ko'rsatib berdi. Bu usulni takomillashtirib, Svedberg hozirgi zamon ultrasentrifugasini (minutiga 60000 marta aylanadi) yaratishga muvaffaq bo'ldi. Zamonaviy ultrasentrifuga bilan faqat gidrofob kolloid zarrachalargina emas, balki oqsil va boshqa yuqori molekulyar moddalarni ham cho'kmaga tushirish mumkin bo'ladi.

Mavzuga doir masalalar yechish

1. Oltin zoli zarrachalarining dispersligi 10^8m^{-1} ga teng. Oltin zarrachalarini kub shaklida deb hisoblab, zolning umumiy sirt yuzasini hisoblang. Oltin zolining massasi 1 grammga teng. $\rho = 19,6 \cdot 10^3 \text{ kg / m}^3$.

Yechish:

$$S_{\text{sol}} = \frac{S}{V} \text{ dan } S = S_{\text{sol}} \cdot V$$

Kub shaklidagi zarrachalarning solishtirma sirti: $S_{\text{sol}} = 6D$.

Oltin zolining hajmi:

$$V = \frac{m}{\rho}$$

U holda

$$S = \frac{6Dm}{\rho} = \frac{6 \cdot 10^8 \text{ m}^{-1} \cdot 1 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}{19,6 \cdot 10^3 \text{ kg / m}^3} = 30,61 \text{ m}^2$$

2. Oltin kolloid zarrachalarining dispersligi $D = 10^8 \text{m}^{-1}$ ga teng. 1 g oltin kubchalaridan qancha uzunlikdagi ip tayyorlash mumkin. $\rho = 19,6 \cdot 10^3 \text{ kg / m}^3$.

Yechish: $L = n \cdot l$; $l = \frac{1}{D}$

Zol zarrachalarining soni:

$$n = \frac{V_{\text{umumiy}}}{V_{\text{kub}}}; \quad V_{\text{kub}} = \frac{m}{\rho}$$

1 ta kubning hajmi:

$$V_{\text{kub}} = l^3$$

U holda oltin ipining uzunligi:

$$L = \frac{V_{\text{umumiy}}}{V_{\text{kub}}} \cdot l = \frac{m}{\rho \cdot l^3} \cdot l = \frac{m}{\rho l^2} = \frac{m}{\rho D^2} = \frac{1 \cdot 10^{-3} \text{ kg}}{19,6 \cdot 10^3 \text{ kg / m}^3 \cdot (10^8)^2 \text{ m}^{-2}} = 5,1 \cdot 10^{-8} \text{ m} = 5,1 \cdot 10^{-5} \text{ km}$$

3. Agar suvning zichligi $\rho = 0,998 \text{ g / sm}^3$, suvning sirt



tarangligi $\sigma = 72,75 \cdot 10^{-3} \text{ J/m}^2$, zarrachaning dispersligi $D = 50 \text{ mkm}^{-1}$ bo'lsa, 293 K da 4 g massadagi suv tomchilari sirtining Gibbs energiyasini hisoblang.

Yechish: Sirning Gibbs energiyasi:

$$G_s = \sigma \cdot S \text{ ga teng}$$

$$S = S_{\text{sol}} \cdot V;$$

Sferik zarrachalar uchun

$$S_{\text{sol}} = 6D; V = \frac{m}{\rho} \text{ lardan}$$

$$S = S_{\text{sol}} \cdot V = 6D \frac{m}{\rho}$$

Sirtning Gibbs energiyasi

$$G_s = \sigma \cdot S = \sigma \cdot 6D \frac{m}{\rho} \text{ dan}$$

$$G_s = 72,75 \cdot 6 \cdot 50 \cdot 10^6 \cdot \frac{4 \cdot 10^{-3}}{0,998 \cdot 10^3} = 87,47 \text{ J.}$$

4-masala. Idishda moy emulsiyaning diametri uni tayyorlash usuliga bog'liq bo'lib, qo'l bilan silkitilganda 20 mkm , aralashtirgich bilan aralashtirilganda 4 mkm ni tashkil etadi. Agar moyning zichligi $1,1 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ ga teng bo'lsa, dispersligini, dispers fazaning solishtirma sirtini va ularning nisbatini aniqlang.

Yechish: Disperslikni aniqlaymiz:

$$D_{\text{aralashtirgich}} = \frac{1}{\alpha} = \frac{1}{4 \cdot 10^{-6}} = 2,5 \cdot 10^5 \text{ m}^{-1};$$

$$D_{\text{qo'l}} = \frac{1}{\alpha} = \frac{1}{20 \cdot 10^{-6}} = 5 \cdot 10^4 \text{ m}^{-1};$$

Solishtirma sirtini hisoblaymiz:

$$S_{\text{sol}}^{\text{aralashtirgich}} = \frac{6}{\alpha \cdot \rho} = \frac{6}{4 \cdot 10^{-6} \cdot 1,1 \cdot 10^3} = 13,6 \cdot 10^2 \text{ m}^2;$$

$$S_{\text{sol}}^{\text{qo'l}} = \frac{6}{20 \cdot 10^{-6} \cdot 1,1 \cdot 10^3} = 2,72 \cdot 10^2 \text{ m}^2;$$

$$\frac{D_{\text{sol}}^{\text{aralashtirgich}}}{D_{\text{sol}}^{\text{qo'l}}} = \frac{2,5 \cdot 10^5}{5 \cdot 10^4} = 5; \quad \frac{S_{\text{sol}}^{\text{aralashtirgich}}}{S_{\text{sol}}^{\text{qo'l}}} = \frac{13,6 \cdot 10^2}{2,72 \cdot 10^2} = 5;$$

5-masala. Un ishlab chiqarish korxonalari, inshootlari havosida un changlarining massali konsentratsiyalari $4,2 \text{ mg/m}^3$ ni



tashkil etadi. Agar chang zarralarining o'rtacha diametri 3,7 mkm, ularning zichligi $1,1 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ ni tashkil etsa, un changlarining sonli konsentratsiyasini aniqlang.

Yechish:

$$V_2 = \frac{4}{3} \pi r^3; V_{\text{zarrali}} = \frac{V_m}{\rho \cdot V_1} = \frac{4,2 \cdot 10^{-6}}{\frac{4}{3} \cdot 3,14 \cdot (1,85 \cdot 10^{-6}) \cdot 1,1 \cdot 10^3} = 1,44 \cdot 10^8 \text{ m}^3$$

Demak, 1 m^3 havoda 14400 million zarracha yoki 1 sm^3 havoda 14400 zarracha bo'ladi.

SUYUQLIKLARNING SIRT TARANGLIGI VA TO'LIQ SIRT ENERGIYA SIRT HODISALAR DISPERS SISTEMALARNING MIQDORIY XARAKTERISTIKASI

Dispers sistemalarni xarakterlash uchun 3 ta kattalik ishlatiladi:

Zarrachaning ko'ndalang o'lchami - **d**. $[d] = \text{sm} ; \text{m}$. Shar shaklidagi zarracha uchun bu kattalik sharning diametri bo'lsa, kubik zarrachalar uchun - kubning qirrasidir;

Disperslik (maydalanganlik) - **D** - zarrachaning ko'ndalang o'lchamiga teskari kattalik:

$$D = \frac{1}{d}; [D] = \text{sm}^{-1}, \text{m}^{-1}$$

3. Solishtirma sirt yuza **S_{sol}** - bu fazalararo sirt yuza (**S_{1,2}**) bo'lib, dispers fazaning hajm yoki massa birligiga nisbatiga teng:

$$S_{\text{Sol}} = \frac{S_{1,2}}{V}; [S_{\text{Sol}}] = \text{sm}^{-1}, \text{m}^{-1};$$

$$S_{\text{Sol}} = \frac{S_{1,2}}{m}; [S_{\text{Sol}}] = \text{sm}^2 \cdot \text{g}^{-1}, \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-1};$$

r - radiusli shar shaklidagi zarracha uchun:

$$S_{\text{Sol}} = \frac{S_{1,2}}{V}; [S_{\text{Sol}}] = \text{sm}^{-1}, \text{m}^{-1};$$

$$S_{\text{Sol}} = \frac{4r^2}{\frac{4}{3}r^3} = \frac{3}{r} = \frac{6}{d} = 6D$$

Kubning qirradi **d** bo'lgan kubik zarracha uchun:



$$S_{1,2} = 6d^2, V = d^3; S_{\text{sol}} = \frac{6}{d} = 6D$$

Umumiy holda $S_{\text{sol}} = \frac{\beta}{d} = \beta D$ bu yerda β -zarrachaning shakli koeffitsiyenti (shar va kub shaklidagi zarracha uchun $\beta=6$).

Solishtirma sirt yuza zarrachaning o'lchami (disperslilik) va shakli bilan bog'liqdir:

Shar shaklidagi zarrachalar uchun	$S_{\text{sol}} = 6/d = 6D$
Silindrik zarrachalar uchun	$S_{\text{sol}} = 4/d = 4D$
Kub shaklidagi zarrachalar uchun	$S_{\text{sol}} = 6/l = 6D$

Shunday qilib, **solishtirma sirt (yuza)** disperslikka to'g'ri, zarrachaning ko'ndalang kesimi o'lchamiga teskari proporsional. 1 m³ dispers sistemadagi sferik (shar shaklidagi) zarrachalarning soni - dispers sistema umumiy hajmining bitta sferik zarrachaning hajmiga bo'gan nisbatga teng: $n = \frac{V_{\text{umumiy}}}{V_{\text{shar}}} = \frac{1}{4/3\pi r^3}$

1 m³ dispers sistemadagi sferik zarrachalarning solishtirma sirt yuzasi zarrachalar sonining har bir zarracha sirt yuzasiga ko'paytmasiga teng bo'ladi:

$$S_{\text{sol}} = n \cdot S_{\text{shar}} = \frac{1}{4/3\pi r^3} \cdot 4\pi r^2 = \frac{3}{r} = \frac{6}{d} = 6D$$

1 kg dispers sistemadagi sferik zarrachalar soni quyidagicha topiladi:

$$m_{\text{shar}} = V_{\text{shar}} \cdot \rho = \frac{4}{3\pi r^3} \cdot \rho$$

u holda 1 kg zoldagi sferik zarrachalar soni

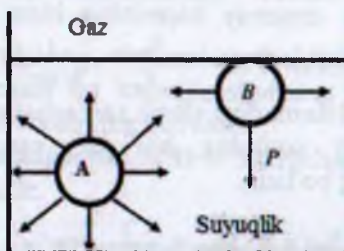
$$n = \frac{m_{\text{umumiy}}}{m_{\text{shar}}} = \frac{1}{4/3\pi r^3 \cdot \rho}$$

1 kg zolda solishtirma sirt yuza

$$S_{\text{sol}} = n \cdot S_{\text{shar}} = \frac{1}{4/3\pi r^3} \cdot 4\pi r^2 = \frac{3}{r \cdot \rho} = \frac{6}{d \cdot \rho} = \frac{6D}{\rho}$$



Suyuqlik tomchisi sharga o'xshaydi, bunda uning yuzasi juda kichik bo'ladi. Suyuqlik sirtiga parda qoplangandek bo'lib, bu parda suyuqlikni siqib turgandek tuyuladi. Suyuqlik sirtida bunday qavat (parda) paydo bo'lishi quyidagicha tushuntiriladi. Suyuqlik ichida A molekula bor deb faraz qilaylik:



Molekulalarning tortilish sxemasi

Uning sirtiga shar chizamiz, sharning radiusi shu molekula bilan uni o'rab turuvchi suyuqlik molekulalari orasidagi o'zaro tortilishuv kuchi sezilarli masofaga teng bo'lsin. Bu teng kuchlar hamma tomonga simmetrik ravishda ta'sir etgani sababli, ularning teng ta'sir etuvchi kuchi nolga teng bo'ladi.

Molekula boshqa holatda turibdi. Bunda suyuqlik molekulalari tomonidan ta'sir etuvchi kuchlar muvozanat holatda emas; shu sababli bu molekulaning teng ta'sir etuvchi tortilish kuchi suyuqlik tomonga, ya'ni pastga yo'nalgan bo'ladi, molekula suyuqlik ichiga tortilib kirishga intiladi. Suyuqlikning sirt qavatini hosil qilib turuvchi barcha molekulalari xuddi shunday holatda bo'lganligidan shu suyuqlikning sirt qavatiga normal yo'nalgan ichki bosim vujudga keladi.

Suyuqlik sirtida molekulalararo tortilish kuchlari muvozanatga



kelmagan molekular borligi uchun, sirtqi erkin energiya paydo bo'ladi, bu energiya doim kamayishga intiladi. Suyuqlik sirtida sirt tarangligi xossasiga ega bo'lgan parda hosil bo'lgandek tuyuladi.

Suyuqlik sirtini kengaytirish uchun, ya'ni uning sirt tarangligini yengish uchun ma'lum ish bajarish zarur. Sirtni 1 sm^2 kengaytirish uchun zarur bo'lgan ish sirtqi energiyaning o'lchovi sifatida qabul qilingan u sirt taranglik koeffitsiyenti yoki qisqacha **sirt tarangligi** deb ataladi.

Sirt tarangligini faqat yuza birligiga to'g'ri keladigan ish deb emas, balki shu sirtini cheklab turadigan chiziqli uzunligi birligi (1 sm) ga ta'sir etuvchi va yuzani qisqartirishga intiluvchi kuch deb ham qarash mumkin.

Sirt tarangligiga ikki xil ta'rif berilganligidan uning o'lchov birliklari ham ikki xil ya'ni u yo 1 sm^2 yuzaga to'g'ri keladigan erglar bilan yoki 1 sm ga to'g'ri keladigan dinalar bilan o'lchanadi. Sirt tarangligi har ikki o'lchamda ifoda etilganda ham uning qiymati son jihatdan bir xil bo'ladi, chunki $1 \text{ erg} / \text{sm}^2 = 1 \text{ dn} \cdot \text{sm} / \text{sm}^2 = 1 \text{ dn/cm}$.

Sirt tarangligi mavjud bo'lganligi sababli kapillyar teshikdan oqib tushayotgan suyuqlik **tomchi** hosil qiladi. Tomchi og'irligi sirt tarangligi ta'sirini yengsa u kapillyardan uzilib tushadi.

Kapillyar devorini ho'llaydigan suyuqlik kapillyar ichida yuqori ko'tarilishi ham sirt tarangligi natijada yuz beradi. Buning sababi shuki suyuqlik (go'yo kapillyar devori bo'ylab oqayotgandek) uning devorini ho'llaydi va yuzani kamaytirishga intilayotgan sirt tarangligini oshiradi. Suyuqlik kapillyarda ho'llovchi qavat ketidan asta-sekin ko'tariladi, shuning hisobiga yuza kamayadi. Suyuqlik kapillyarda qanday balandlikka ko'tarila olishi suyuqlik ustuni og'irligi bilan belgilanadi.

Sirt tarangligi kapillyar bo'ylab ko'tarilgan suyuqlik ustuning balandligi, diametri va zichligiga qarab hisoblab topilishi mumkin.

Eritilgan moddalar suyuqlikning sirt tarangligini o'zgartiradi. Bir xil moddalar sirt tarangligini ancha kamaytiradi, bunday moddalar sirt-aktiv moddalar yoki **kapillyar - aktiv moddalar** deb ataladi: boshqa xil moddalar esa, aksincha, sirt tarangligini oshiradi, ular sirt - aktivmas moddalar deb yuritiladi.

Sirt-aktiv moddalar bilan sirt-aktivmas moddalarning konsentratsiyalari sirtqi qavatda va eritma ichida turlicha bo'ladi. Sirt-aktiv moddalar konsentratsiyasi sirtqi qavatda eritma ichidagidan ko'ra katta, sirt-aktivmas moddalar konsentratsiyasi esa



buning aksicha, ya'ni sirtqi qavatdan ko'ra, eritma ichida katta bo'ladi. Moddaning eritma ichidagi konsentratsiyasiga nisbatan uning sirtqi qavatidagi konsentratsiyasi boshqacha bo'lishi **adsorbsiya** deb ataladi.

Sirt - aktiv moddalar suvning sirt tarangligini ancha kamaytiradi; ko'pgina organik birikmalar, masalan; spirtlar, aldegidlar, ketonlar, kislotalar sirt - aktiv moddalar qatoriga kiradi.

Yog' kislotalarning gomologik qatorida uglerod zanjiri uzayib borgan sari, sirt-aktivlik tez ko'payadi, bunda har gal CH_2 guruh qo'shilganda sirt aktivlik o'rtacha hisob bilan 3,2 marta ortadi. Demak, sirt aktivlik qancha oshsa, eritmaning sirt tarangligi qiymati ham muvofiq nisbatda shuncha kamayadi.

SIRT ENERGIYANING TABIATI

Yuqori dispers sistemalarning spesisfik (o'ziga xos) xususiyatlari:

Ortiqcha sirt energiyaga ega bo'lishi. Disperslik ortishi bilan dispers fazaning solishtirma sirt yuzasi ortadi:

$$G^s = \sigma \cdot S$$

Termodinamik beqarorlik;

Individuallik;

Struktura hosil qilishlik.

Agar fazalar chegarasida molekulararo ta'sir turli xil bo'lsa, sistema turli xil fazalardan iborat bo'ladi. **Molekulararo ta'sirlashuv bo'lmagan yagona sistema bu ideal gazdir.** Molekulyar ta'sirlashuvning intensivligi real gazlardan qattiq jismlarga o'tganda ortib boradi. Suyuqlik (faza 1) va gaz (faza 2) dan iborat sistemani qarab chiqamiz. Molekulararo ta'sirlashuv kuchi suyuqlikda (F_{1-1}) gazdagi molekulararo ta'sirlashuv kuchi (F_{2-2}) dan katta bo'ladi. Ya'ni $F_{1-1} > F_{2-2}$. Suyuqlikning ichki qismida joylashgan A molekula hamma tomonidan boshqa molekular bilan o'rab olinganligi uchun ta'sirlashuv kuchlari o'zaro teng bo'ladi.

Fazalararo sirtida joylashgan B molekula bir tomondan suyuqlik molekulari boshqa tomondan gaz molekulari ta'sir qiladi. Modomiki, $F_{1-1} > F_{2-2}$ ekan, suyuqlikning chuqurligiga (tagiga) yo'nalgan natijalovchi kuch P paydo bo'ladi. Bu kuch ko'p hollarda bosim deyiladi:



$$P = F_{1-1} - F_{2-2}$$



Sirt energiyaning yuzaga kelish (paydo bo'lishi) sxemasi

Chegara fazalarda (sirtlarda) molekulalararo ta'sirlashuv qancha ko'p farq qilsa, ichki bosim shuncha katta bo'ladi.

Ichki bosim quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\Delta P = 2\sigma/r$$

Sirt hodisalarni o'rganishda termodinamikaning birlashgan qonunidan foydalanib, sirt qavat uchun quyidagi ko'rinishdagi tenglamani yozamiz:

$$\Delta G = -SdT + VdP + \sigma dS + \sum \mu_i dn_i + \varphi dq$$

Bu tenglamaga ko'ra sirt energiya :

Gibbs energiyasiga;

Iссиqlikka;

Mexanik energiyaga;

Kimyoviy energiyaga;

Elektr energiyaga aylana oladi.

Moddaning kimyoviy reaksiyalarga kirishish qobiliyati uning disperslik darajasi o'zgargan sari adgeziya, kogeziya va elektr potentsiallarining o'zgarishi va kapillyar hodisalari, adsorbsiya va elektr potentsiallarining o'zgarishi bilan bog'liq.

Erkin sirt energiyasining musbat ishorali bo'lishi ikki faza orasida barqaror chegara sirt mavjudligining asosiy shartidir. Erkin sirt energiyaning qiymati manfiy bo'lsa, chegara sirt mavjud bo'lmaydi, ya'ni bir faza ikkinchi fazada tarqalib ketadi.

SIRT TARANGLIK

Gazlardan iborat sistemalarda fazalararo sirtlar mavjud emas. Faqatgina suyuq yoki qattiq jismlardan iborat sistemalardagina fazalararo sirtlar mavjud bo'ladi. Suyuqlik molekulalari doimo harakatda bo'lganligi uchun suyuqlik sirtidagi barcha nuqtalarda potensial energiya bir xil qiymatga ega bo'ladi, ya'ni suyuqlikning



sirt qavati ekvipotensialdir. Qattiq jism zarrachalari juda kuchsiz tebranma harakat qilganliklari uchun ularning sirti g'adir-budir bo'ladi.

Shuning uchun qattiq jismning sirti ekvipotensiallik xossasini namoyon qilmaydi. Fazalararo sirt mavjudligi sirt tarangligini keltirib chiqaradi.

Suyuqliklar o'z sirt - yuzasini mumkin qadar kamaytirishga intiladi, chunki ular ortiqcha sirt energiyaga ega.

Sirt taranglikning kelib chiqish sababi suyuqlik molekulari o'rtasidagi bog'lanishdir (tortishuvdir). Ayni modda molekulari orasidagi tortishuv qancha kuchli bo'lsa, ularning sirt tarangligi shuncha katta qiymatga ega bo'ladi. Ya'ni qutbli suyuqliklarning suyuqlik-gaz chegarasidagi sirt tarangligi qutbsiz suyuqliklarning sirt tarangligidan katta bo'ladi. Suyuqliklar ichida eng katta sirt taranglikka ega bo'lgani simob bo'lib, undan so'ng suv turadi.

Kritik haroratga qadar suyuqliklarda sirt taranglikning harorat koeffitsiyenti ($d\sigma/dT$) deyarli o'zgarmas bo'ladi. Kritik haroratga yetganda suyuq va gaz fazalar orasidagi farq yo'qoladi va $\sigma = 0$ bo'ladi. Ikkala suyuqlik bir-birida cheksiz eruvchan bo'lib qolgan harorat ya'ni kritik erish haroratidan so'ng suyuqlik-suyuqlik sistemada ham $\sigma = 0$ bo'ladi.

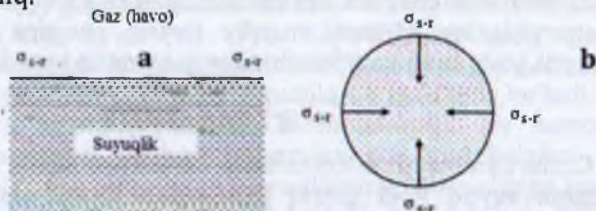
Sirt (yuza)ning eng muhim xarakteristikasi sirt taranglik hisoblanadi. U 1 m^2 fazalararo yuzaga to'g'ri keladigan ortiqcha sirt energiyani xarakterlaydi.

Sirt taranglik (σ) – fazalararo sirt yuzani bir birlikka oshirish uchun bajarilgan izotermik ishga termodinamik teskari qiymatga teng kattalik:

$$T = \text{const}, \sigma = - \frac{\Delta M}{dS_{1,2}}; [\sigma] = \text{m/m}^2 = \text{N/m}.$$

$\sigma_{\text{Aqay}} - dS_{1,2}$ sirt maydoni hosil bo'lishi uchun bajarilgan termodinamik teskari ish.

“Suyuqlik - gaz” chegara sirtida sirt taranglik ko'pgina omillarga bog'liq.



“Suyuqlik-gaz” sirt chegarasida sirt taranglik a-yon tomondan ko'rinishi; b-yuqoridan ko'rinishi



Sirt taranglik qiymatiga ta'sir etuvchi omillar:

Moddaning kimyoviy tabiati;

Haroratning ta'siri. Harorat ko'tarilishi bilan molekularlar orasidagi masofa ortadi va suyuqliklarning sirt tarangligi kamayadi:

$$\left(\frac{\partial \sigma}{\partial T}\right)_p < 0$$

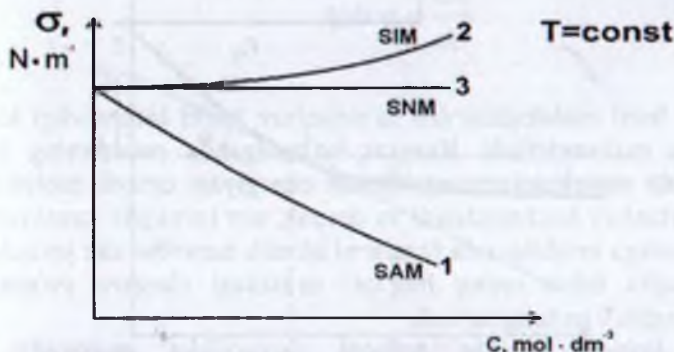
Chegaraviy fazalar tabiatining ta'siri (Antonov qoidasi):

$$\sigma_{C_1/C_2} = \sigma_{C_1/G} - \sigma_{C_2/G}$$

Erigan modda tabiatining ta'siri;

Erigan modda konsentratsiyasining ta'siri.

Eritmalar sirt tarangligi bilan konsentratsiya o'rtasidagi bog'liqlik



1 – sirt aktiv; 2 – sirt-inaktiv; 3 – sirt noaktiv, moddaning sirt tarangligi qiymati kattaligiga ta'sir ko'rsatmaydi.

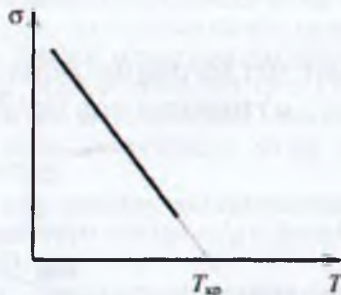
Suyuqlik tabiati. Suyuqlikda molekulararo ta'sirlashuv qancha intensiv bo'lsa, sirt taranglik qiymati (kattaligi) ham shuncha katta bo'ladi. Shuning uchun qutbli suyuqliklarning sirt tarangligi (σ) - qutbsiz suyuqliklarnikidan yuqori bo'ladi (jadval).



Havo bilan chegarada ($T=293\text{ K}$) toza suyuqliklarning sirt tarangligi

Modda	$\sigma \cdot 10^3, \text{J} \cdot \text{m}^{-2}$	Modda	$\sigma \cdot 10^3, \text{J} \cdot \text{m}^{-2}$
Geksan	18,5	Oktan	21,8
Etil spirti	21,6	Etilenglikol	46,7
Xloroform	27,1	Gliserin	66,0
Anilin	28,9	Suv	72,7
Benzol	42,9	Simob	485

Harorat. Harorat ko'tarilganda toza suyuqliklarning sirt tarangligi kamayadi ($\tau = f(t)$ bog'liqlik chiziqliga yaqin (quyidagi rasm).

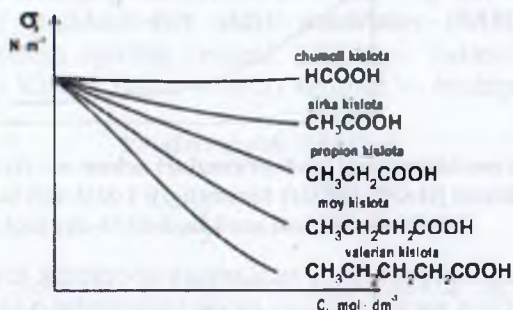


buni molekulararo ta'sirlashuv kuchi intensivligi kamayishi bilan tushuntiriladi. Harorat ko'tarilganda moddaning hajmi va modda molekularining kinetik energiyasi ortadi, molekulararo ta'sirlashuv kuchsizlanadi va demak, sirt taranglik kamayadi. Kritik haroratga erishilganda fazalarni ajratib turuvchi sirt yo'qoladi ya'ni suyuqlik bilan uning bug'lari orasidagi chegara yo'qoladi, sirt taranglik 0 ga teng bo'ladi.

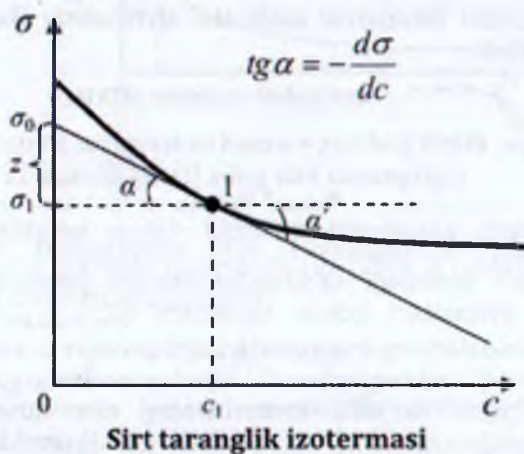
Erigan modda tabiati. Suyuqlikka qandaydir modda qo'shilganda uning sirt tarangligi erigan moddaning tabiatiga va eritmadagi konsentratsiyasiga bog'liq holda o'zgarishi mumkin. "Suyuqlik-gaz" va "suyuqlik-suyuqlik" fazalari chegara sirtida muvozanat yetarlicha tez o'rnatiladi. Qattiq moddaning sirti odatda nomuvozanatli bo'ladi, shu sababli ular uchun sirt taranglik tushunchasi amalda ishlatilmaydi.



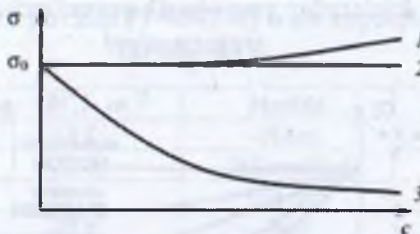
Karbon kislotalar gomologik qatori uchun sirt taranglik izotermalari



SUVLI ERITMALARDA SIRT TARANGLIK IZOTERMASI SHISHKOVSKIY TENGLAMASI



Qutbli erituvchi (H_2O) va erigan moddadan iborat 2 komponentli chin eritmani qarab chiqamiz. $T = \text{const}$ da sirt taranglik (σ) ning erigan modda konsentratsiyasiga grafik bog'liqligi **sirt taranglik izotermasi** deyiladi. Suvli eritmalar sirt tarangligi izotermalarining ko'rinishi quyidagi rasmda keltirilgan:



Turli moddalarning suvli eritmalari uchun $\sigma = f(c)$ bog'liqlik (σ_0 -toza erituchi (H_2O) ning sirt tarangligi); 1-SIM-sirt infaol modda, 2-SNM-sirt nafaol modda, 3-SAM-sirt faol modda

1 chiziq to'liq ionlarga ajraladigan noorganik kislotalar, asoslar va tuzlar uchun xarakterli. Suv molekularining o'zaro ta'sirlashuvi energiyasidan suv molekulari bilan ionlar orasidagi ta'sirlashuv energiyasi katta bo'lgan birikmalar yaxshi gidratlangan bo'ladi ($Y_{e_{H_2O-ion}} > Y_{e_{H_2O-H_2O}}$). Natijada hajmdagi ionlar konsentratsiyasi (C_{hajm}) sirt qavatdagi ionlar konsentratsiyasi (C_{sirt}) dan katta bo'ladi. Bunday moddalar uchun $\sigma_{modda} > \sigma_{H_2O}$. Shuning uchun erigan modda konsentratsiyasi ortishi bilan σ_{eritma} ortadi ($\frac{d\sigma}{dc} > 0$). Erituvchining sirt tarangligini oshiruvchi moddalar **sirtinaktiv (faol) moddalar (SIM)** deyiladi.

Sirt inaktiv moddalar (SIM) $\uparrow \sigma$

$$\sigma_{eritma} > \sigma_{erituvchi} \quad \frac{\Delta\sigma}{\Delta C} > 0$$

2-chiziq molyekulalari suv molekulari bilan suv-suv molekulari orasidagi ta'sirlashuvdagidek intensivlikda bo'lgan moddalar eritmalari uchun xarakterli ($E_{H_2O-modda} \approx E_{H_2O-H_2O}$). Bunday moddalarning molekulari sirt qavatlar orasida ham, butun hajmda ham bir xil taqsimlanadi. Bunday moddalarga saxaroza yoki glyukoza misol bo'ladi. Erituvchining sirt tarangligiga ta'sir ko'rsatmaydigan moddalar **sirt noaktiv (SNM)** moddalar deyiladi.

Sirt noaktiv moddalar (SNM)

$$\sigma_{eritma} = \sigma_{erituvchi} \quad \frac{\Delta\sigma}{\Delta C} = 0$$

3-egrilik molekulari difil (qutbsiz va qutbli qismlardan

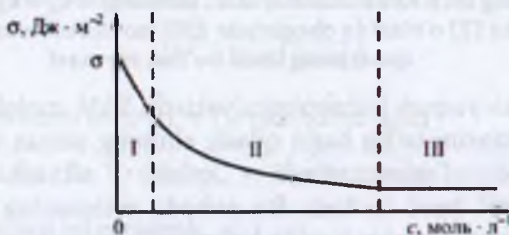


laborat) tuzilishli organik moddalarga xos. $\sigma_{\text{modda}} < \sigma_{\text{H}_2\text{O}}$ bo'lganligi uchun eritmada erigan modda konsentratsiyasi ortgan sari eritmaning sirt tarangligi kamayadi. Erituvchining sirt tarangligini kamaytiradigan moddalar **sirt aktiv moddalar (SAM)** deyiladi. Bunday moddalarga spirtlar (etanol, propanol, butanol), organik kislotalar (sirka kislota, limon kislota) aminlar va boshqa moddalar kiradi.

Sirt aktiv modda (SAM) ↓ σ

$$\sigma_{\text{eritma}} < \sigma_{\text{erituvchi}} \quad \frac{\Delta\sigma}{\Delta C} < 0$$

Sirt-aktiv moddalar (SAM) suvli eritmasining sirt taranglik izotermasini batafsilroq ko'rib chiqamiz. Izotermanni shartli ravishda 3 ta sohaga ajratish mumkin.



SAM suvli eritmasi uchun $\sigma = f(c)$ bog'liqlik (σ_0 -toza erituvchi (H_2O) ning sirt tarangligi)

I-soha SAMning kichik konsentratsiyalarida uning barcha molekulalari sirtqi qavatda joylashadi (quyidagi a rasm). Bu holda biz chiziqli bog'lanishga ega bo'lamiz:

$$\delta = \delta_0 - \text{const}$$

II-soha – o'rtacha konsentratsiyalarda sirtning SAM bilan to'lish darajasi ortadi (quyidagi b-rasm), $\sigma = f(c)$ bog'liqlik esa chiziqli hisoblanmaydi va **Shishkovskiy tenglamasini** yozamiz:

$$\delta = \delta_0 - B \ln(1 + Ac)$$

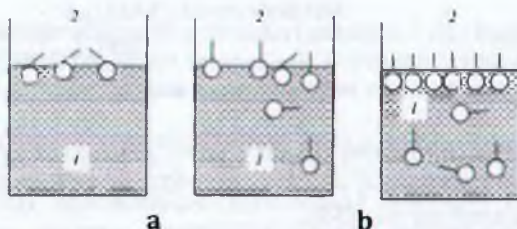
Bunda B-SAMning bitta gomologik qatori uchun doimiy, buning kattaligi qutb qismning tabiatini aniqlaydi; A-o'zgarimas, uning qiymati uglevodorod radikali zanjirining uzunligi ortishi bilan



oshadi. B doimiylik quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$B = \frac{RT}{S_0 N_A}$$

R-universal gaz doimiysi, $8,314 \text{ j} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$; T-absolyut harorat K da; S_0 -sirt qavatda SAM molekulasini egallaydigan maydon, m^2 ; N_A -Avagadro soni.



SAMning turli konsentratsiyalari uchun $c_a < c_b < c_d$ qutbli suyuqlik (1) bilan gaz (2) o'rtasida chegarada difuziya modda molekularining sirt qavatining hosil bo'lish sxemasi

III-soha-yuqori konsentratsiyalarda SAM molekulari fazalar chegara sirtlarini to'liq band qiladi, shuning uchun suvli sirt qavat uglevodorod monoqatlami bilan almashadi-"**Lengmyur qoziqdevori**" hosil bo'ladi. Bu sohada eritmaning sirt tarangligi SAM konsentratsiyasiga bog'liq bo'lmaydi:

$$\delta = \delta_0 - \text{const}$$

1908 yilda B.A. Shishkovskiy empirik yo'l bilan suvli eritmalarida SAM larning sirt tarangligi bilan ularning konsentratsiyalari orasidagi bog'lanishni ifodalovchi tenglama yaratdi:

$$\Delta\sigma = \sigma_0 - \sigma = B \cdot \ln(1 + AC)$$

bu yerda σ_0 -suvning sirt tarangligi; σ - eritmaning sirt tarangligi; C -eritmaning konsentratsiyasi; B - konstanta; A - solishtirma kapilyar doimiylik bo'lib, u uglevodorod radikali bitta - CH_2 guruhga uzayganida 3 ÷ 3,5 marta ortadi.

Shishkovskiy tenglamasi differensial shaklda quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$-\frac{d\sigma}{dC} = \frac{BA}{1 + AC}$$

Gibbs adsorbsiyasi bilan Shishkovskiy tenglamasidagi



konstantalarni bog'lovchi tenglama

$$\Gamma = \frac{B}{RT} \cdot \frac{AC}{1 + AC}$$

bu yerda B – SAM lar barcha gomologik qatori uchun konstantasi, A – konkret SAM uchun konstanta.

Ikkinchi tomondan sirt qavatda SAM ning adsorbsiyasi Lengmyur tenglamasidagi konsentratsiya bilan quyidagicha bog'langan:

$$\Gamma = \Gamma_{\infty} \cdot \frac{K \cdot C}{1 + K \cdot C}$$

Γ_{∞} - cheksiz adsorbsiya; C – adsorbat konsentratsiyasi. Yuqoridagilardan $A = K$ ekanligi kelib chiqadi.

B konstantaning fizik ma'nosini tushuntirish uchun Gibbs tenglamasiga murojaat qilamiz:

$$\Gamma_1 = - \left(\frac{1}{RT} \right) \left(\frac{d\sigma}{d \ln C_1} \right)$$

O'zgaruvchilarni bo'lib, $\Gamma = \Gamma_{\infty}$ deb qabul qilib

$$\Gamma_{\infty} \cdot R \cdot T \cdot d \ln \cdot C = - d \sigma \text{ ga ega bo'lamiz,}$$

bu tenglamani integrallsak,

$$\sigma = A - \Gamma_{\infty} R T \ln C \text{ hosil bo'ladi.}$$

A – integrallash doimiysi.

Maksimal adsorbsiya SAM konsentratsiyasi yuqori qiymatiga yetdi deb hisoblab, shu sharoit uchun Shishkovskiy tenglamasini yozamiz:

$$C \gg 1, KC \gg 1 \text{ va } 1 + KC \approx KC$$

$$\text{va } \sigma = \sigma_0 - B \ln (K C);$$

$$\sigma = \sigma_0 - B \ln (K) - B \ln (C)$$

$$\sigma = A - \Gamma_{\infty} R T \ln C \text{ va}$$

$$\sigma = \sigma_0 - B \cdot \ln K - B \ln C \text{ tenglamalarini taqqoslab,}$$

$$B = \Gamma_{\infty} R T \text{ ga ega bo'lamiz.}$$

Suyultirilgan eritmalar uchun to'g'ri bo'lgan Lengmyur va Gibbs adsorbsiyalari ifodalarini tenglashtiramiz:



$$\Gamma \cdot \frac{KC}{1+KC} = -\frac{C}{RT} \cdot \frac{d\sigma}{dC}$$

O'zgaruvchilarni ajratib (bo'lib), hosil bo'lgan ifodani integrallaymiz:

$$\int_{\sigma_0}^{\sigma} d\sigma = -\Gamma \cdot \frac{RTK}{1+KC} dC = -\Gamma \cdot \frac{RTd(1+KC)}{1+KC} = -\Gamma \cdot \int_0^C \frac{RTd(1+KC)}{1+KC} \text{ dan}$$

$\sigma = \sigma_0 - \Gamma \cdot R T \ln (1 + KC)$ – bu tenglama Shishkovskiyning empirik tenglamasiga nazariy analog tenglama hisoblanadi. *Shishkovskiy tenglamasi faqatgina past konsentratsiyalar uchun to'g'ri bo'lib, yuqori konsentratsiyalarda noto'g'ri natija beradi.*

Lengmyur va Shishkovskiy tenglamalarini birgalikda yechib, sirtning to'lganlik darajasi (a/a_∞) bilan sirt taranglik orasidagi bog'liqlikni ifodalovchi **Frumkin tenglamasini** hosil qilamiz:

$$\sigma = \sigma_0 + RTa_\infty \ln \left(1 - \frac{a}{a_\infty} \right)$$

Sirt-aktiv moddaning sirt aktivligi Traube-Dyuklo qoidasi

SAMning erituvchi sirt tarangligini kamaytirish xususiyatini ifodalovchi miqdoriy o'lchov sirt aktivlikdir.

$$g = -\left(\frac{d\tau}{dc}\right)_{c \rightarrow 0} \quad [g] = \frac{j/m^2}{mol/m^3} = \frac{jm}{mol}$$

SAM ning δ_0 ni kamaytirish xususiyatiga uning faqat tabiatining ta'sirini baholash va konsentratsiyasining ta'sirini istisno qilib, $d\tau/dc$ hosila $c \rightarrow 0$ (rasm) aniqlanadi. g ni grafik usulda aniqlash uchun konsentratsiyaning $c = 0$ qiymatida sirt taranglik izotermasiga A nuqtada urinma o'tkaziladi. Hosila $(d\tau/dc)_{c \rightarrow 0} = tg\alpha$

$$g = -\left(\frac{d\tau}{dc}\right)_{c \rightarrow 0} = -tg\alpha = tg\beta = \frac{m}{n}$$

bunda m-AOKesmaning son qiymati kattaligi ($j \cdot m^{-2}$); n-OK kesmaning son qiymati kattaligi ($mol \cdot l^{-1}$).

Sirt aktivlik (g) Shishkovskiy tenglamasidagi doimiy (o'zgarmas) bilan quyidagi nisbat orqali bog'langan:

$$g = A \cdot B$$



xona haroratida qutbli erituvchilarda SAM eritmalari uchun Dyuklo-Traube qoidasi bajariladi: uglevodorod radikalining uzunligi $-CH_2-$ - guruhga oshganda bitta gomologik qatorda SAM sirt aktivligi 3,2 ($3 \div 3,5$) marta ortadi.

$T = \text{const}$ bo'lganda SAM gomologik qatorining 2 ta qo'shni n'zolari uchun

$$\frac{\theta_{n+1}}{\theta_n} = 3,2$$

Bunda n-SAM molekulasida $-CH_2-$ - guruhlar soni.

Agar uglevodorod radikallari uzunligi gomologik qatorning 2 n'zosi m ta $-CH_2-$ - guruh bilan farq qilsa,

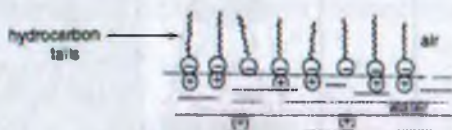
$$\frac{\theta_{n+m}}{\theta_n} = 3,2^m \text{ bo'ladi.}$$

Bir xil sirt taranglik qiymatiga ega bo'lgan SAM bitta gomologik qatori eritmalari uchun konsentratsiyalari nisbati

$$\frac{C_n}{C_{n+m}} = 3,2^m$$

bo'lishi aniqlangan. Yuqoridagi tenglamalar xona haroratida qutbli erituvchilar uchun to'g'ri.

Organik (qutbsiz) erituvchilar uchun Dyuklo-traube qoidasi quyidagicha: uglevodorod radikali uzunligi ortganda sirt aktivlik kamayadi.



Adsorbilanayotgan modda konsentratsiyasi ortishi bilan sirt taranglik qancha kamaysa, ushbu moddaning sirt aktivligi va Gibbs adsorbsiyasi shuncha yuqori bo'ladi.

Sirt aktiv moddalar uchun: $g > 0$; $\frac{d\sigma}{dC_i} < 0$; $\Gamma_i > 0$,

Sirt noaktiv moddalar uchun $g < 0$; $\frac{d\sigma}{dC_i} > 0$; $\Gamma_i < 0$ bo'ladi.



Lipid	Critical packing parameter	Critical packing shape	Structures formed
Single chained lipids with large head group area $\text{C}_{18}\text{H}_{35}\text{O}_2$ for oil and water emulsions	$< \frac{1}{3}$		Spherical micelles
Single chained lipids with medium head group area $\text{C}_{18}\text{H}_{33}\text{O}_2$ for oil and water emulsions	$\frac{1}{3} - \frac{1}{2}$		Cylindrical or globular micelles
Double chained lipids with large head group and fluid chains (e.g. lecithin, egg yolk phospholipids, surfactants, emulsifiers)	$\frac{1}{2} - 1$		Flaslike bilayers, vesicles
Double chained lipids with small head group area steroids, sphingolipids, high saturated branched chains (e.g. cholesterol, sphingomyelin, and long chain alcohols)	> 1		Planar bilayers
Double chained lipids having small head groups (e.g. long chain alcohols, sphingolipids, and steroids)	> 1		Inverted micelles

Quyidagilar aniqlangan:

Moddaning qutbliligi kamayishi bilan sirt aktivlik (g) ortadi.

Shuning uchun organik kislotalarning sirt aktivligi ularning tuzlarining sirt aktivligidan yuqori bo'ladi:

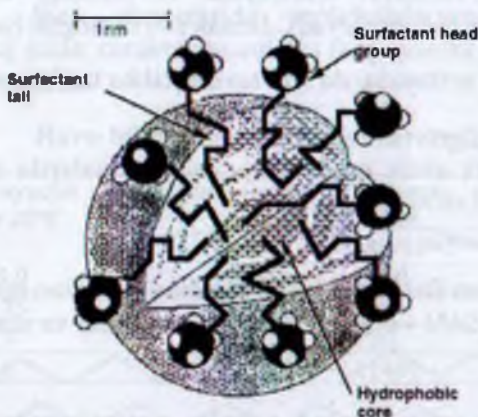


Gomologik qatorda uglevodorod radikalining uzunligi ortishi bilan ularning sirt aktivligi ortadi.



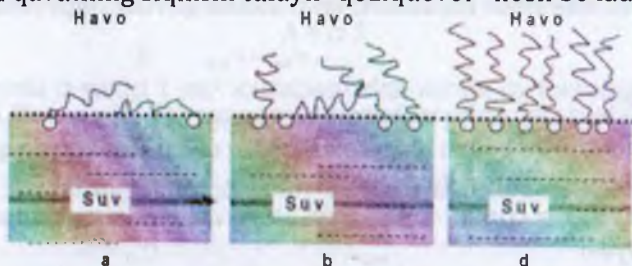
Gomologik qatorda 2 ta qo'shni a'zolar adsorbsiyasida bajarilgan ishning farqini hisoblaymiz:

$$RT \ln K_n - RT \ln K_{n-1} = RT \left(\frac{\ln K_n}{K_{n-1}} \right) = 8,31 \cdot 298 \cdot \ln 3,5 = 3,2 \text{ kJ/mol.}$$



Demak, Dyuklo-Traube qoidasining mohiyati har bir $-CH_2$ guruhning adsorbsiya ishi o'zgarmas bo'lib, 3,5 kJ/mol ga yaqinligini bildiradi.

Dyuklo - Traube qoidasiga spirtlar va aminlarning eritmaları ham bo'ysunadi. Bu qoida faqatgina suyultirilgan eritmalar uchun to'g'ri bo'lib, SAMlarning konsentrlangan eritmalarida chetga chiqishlar kuzatiladi. Chunki SAMning konsentratsiyasi ortishi bilan adsorbsion qavatning siqilishi tufayli "qoziqdevor" hosil bo'ladi.



Fazalar chegarasida adsorбилangan molekullarning joylashuvi:
a - Kichik konsentratsiyalarda; b - o'rta konsentratsiyalarda; d - adsorbsiya maksimal bo'lgan holatlarda to'yingan qavatda (Lengmyur qoziqdevori).

SIRT HODISALAR TERMODINAMIKASI

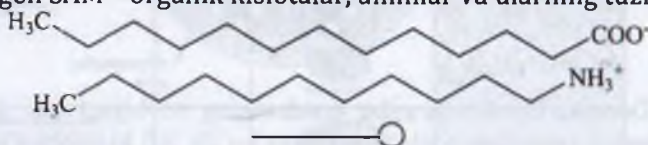
Sirt taranglik qiymatiga bosimning ta'siri. Bosim ortishi bilan sirt qavatlarida suyuqlik molekulari bilan gaz molekulari o'rtasidagi ta'sirlashuv kuchayadi va sirtidagi molekularning ortiqcha energiyasi kamayadi, demak sirt taranglik ham kamayadi.

Suvli eritmalarda sirt taranglikka turli moddalarning ta'siri

SAM (sirt aktiv moddalar)-suvli eritmalarda sirt taranglikni kamaytiruvchi moddalar:

$$\sigma_{SAM} < \sigma_{H_2O}$$

Noionogen SAM-spirtlar, aldegidlar, ketonlar, murakkab efirlar. Ionogen SAM – organik kislotalar, aminlar va ularning tuzlari.



SIM (sirt inaktiv moddalar)-suvli eritmalarda sirt taranglikni oshiruvchi moddalar. Anorganik kuchli elektrolitlar – tuzlar, kislotalar, asoslar:

$$\sigma_{SIM} > \sigma_{H_2O}$$

SNM (sirt noaktiv moddalar)-suvli eritmalarda sirt taranglikni o'zgartirmaydigan moddalar: ko'p atomli spirtlar, uglevodlar:

$$\sigma_{SNM} \approx \sigma_{H_2O}$$

Odatda ish hajm va harorat o'zgarmas ($V, T = \text{const}$) bo'lganida yoki harorat va bosim o'zgarmas ($P, T = \text{const}$) bo'lganda bajariladi. Har ikkala variantni ko'rib chiqamiz:

1) $V, T = \text{const}$; - $\sigma A_{qay} = dF$ bu yerda F – Gelmgolsning erkin energiyasi

$$\sigma = \frac{dF}{dS_{1,2}}; dF = \sigma \cdot dS_{1,2}$$

2) $P, T = \text{const}$; - $\sigma A_{qay} = dG$

Bu yerda G – gibbsning erkin energiyasi



$$\sigma = \frac{dG}{dS_{1,2}}; dG = \sigma \cdot dS_{1,2}$$

Erkin energiya-bu ishga aylanadigan energiyadir. Shunday qilib, sirt taranglik – bu solishtirma erkin sirt energiyadir, ya'ni fazalararo sirt birligiga to'g'ri keladigan erkin sirt energiyadir. Sirt energiya faza chegarasida molekulalararo ta'sirlashuv intensivligi farqi bilan xarakterlanadi. Bu farq qancha katta bo'lsa, σ shuncha katta bo'ladi.

Havo bilan chegarada sirt taranglik

Suyuqlik	σ suyuqlik - gaz · Dj/m ² t ⁰ = 20°C	Qattiq jism	σ qattiq - gaz · 10 ³ Dj/m ² t ⁰ = 20°C
Simob	485,0	CaF ₂	2500
H ₂ O	72,75	PbF ₂	900
C ₆ H ₆	28,9	PbI ₂	130
C ₂ H ₅ OH	21,6	Olmos	11400

Kolloid sistemalarning **miqdor belgisi disperslik darajasi** bo'lib, uning sifat **belgisi geterogenlikdir**. Bu ikkala xossa sirt hodisalar bilan chambarchas bog'liqdir. Geterogenlikning mavjudligi fazalararo sirtning ya'ni sirt taranglikning mavjudligini bildiradi. Bir-biriga tegib turgan faza geterogenlik jihatdan o'zaro qancha ko'p farq qilsa, fazalararo sirt taranglik shuncha katta qiymatga ega bo'ladi. Fazalararo sirt tarangligining sirt taranglik koeffitsiyentiga ko'paytmasi ayni sirtning erkin energiyasi qiymatini ko'rsatadi:

$$A = \sigma S$$

bu yerda σ -sirtni 1 sm² kattalashtirish uchun sarflanadigan ish bo'lib, u sirt taranglik koeffitsiyenti yoki to'g'ridan to'g'ri sirt tarangligi deyiladi.

Sirt taranglik quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$\sigma = \left(\frac{\partial G}{\partial S} \right)_{T, p, n}$$

Qutbli suyuqlikning suyuqlik-gaz chegaradagi sirt tarangligi **qutbsiz suyuqliklarning** sirt tarangligidan katta bo'ladi. Sirt energiya, shuningdek sirt taranglik haroratga, chegara sirtlar tabiatiga hamda erigan moddaning konsentratsiyasiga va tabiatiga bog'liq.

Kritik temperaturadan past temperaturalar intervalida sirt taranglik temperatura o'zgarishi bilan:

$$\sigma_1 = \sigma_0 - \alpha t \text{ tenglamaga muvofiq to'g'ri chiziq bo'ylab kamayadi.}$$

Sirt taranglikning harorat koeffitsiyenti manfiy qiymatga va o'zgarmas kattalikka ega

$$-\frac{d\sigma}{dT} = \text{const}$$

Yuza birligida (1m^2) to'liq sirt energiya

$$U_s = \sigma + q_s$$

q_s - bog'langan energiya

To'liq sirt energiya temperaturaga bog'liq emas.

Sirt tarangligining kelib chiqish sababi suyuqlik molekulari orasidagi bog'lanishdir, bu bog'lanish qancha kuchli bo'lsa, ularning sirt tarangligi shuncha katta qiymatga ega bo'ladi, ya'ni: qutbli suyuqliklarning suyuqlik - gaz chegarasidagi sirt tarangligi qutbsiz suyuqliklarning sirt tarangligidan katta bo'ladi. Masalan, geksanning sirt tarangligi $\sigma = 17\text{-erg/sm}^2$; uglerod (IV) xloridniki esa $\sigma = 25.02\text{ erg / sm}^2$.

Bir-biriga tegib turgan toza suyuqliklardan iborat geterogen sistemaning ustki qatlami ichki qatlamiga qaraganda o'zgacha holatda bo'ladi. Buni tushunish uchun stakandagi suyuqlikning sirti va ichidagi bittadan molekulasini olib ko'ramiz. **Suyuqlik ichidagi molekulaga o'ziga o'xshash molekulalar ta'sir etib turadi.** Ya'ni suyuqlik ichidagi teng ta'sir etuvchi kuchlar nisbati 0 ga teng. Shuning uchun suyuqlik ichidagi molekulani surish uchun energiya sarf bo'lmaydi.

Suyuqlik sirtidagi molekulaga esa 2 xil kuch: gaz fazadagi va suyuq fazadagi kuchlar ta'sir etadi. Gaz fazadagi molekulararo masofa katta bo'lgani uchun, ularning tortishish kuchi, suyuqlik ichidagi molekulararning tortishish kuchidan kam. Shuning uchun suyuqlik sirtidagi molekula iloji boricha suyuqlik ichiga harakat qiladi. Shu sababli, har qanday suyuqlik o'z sirtini kichraytirishga intiladi. Umuman har qanday suyuqlik sirtida molekulararo tortishish kuchlari muvozanatga kelmagan molekulalar borligi uchun sirtqi qavatda **sirtqi erkin** energiya paydo bo'ladi. Bu energiya doimo kamayishga intiladi. Suyuqlik sirtini kengaytirish uchun esa sirtqi erkin energiyani yengish kerak, ya'ni tashqaridan



Ish sarflash kerak bo'ladi. Bu energiya sirt 1 sm² ga teng bo'lganda sirt taranglik koeffitsiyentiga teng bo'ladi. Uning belgisi- σ bo'lib SGS sistemasidagi birligi erg/sm² bilan SI sistemasida joul/m², dina/sm yoki nyuton/m bilan ifodalanadi.

Sirt tarangligi o'zaro bir-biriga tegib turgan quyidagi fazalar orasida vujudga keladi:

Gaz-suyuqlik;

Gaz-qattiq jism;

Suyuqlik-suyuqlik;

Suyuqlik qattiq jism;

qattiq jism-qattiq jism.

Sirt qavatni xarakterlovchi kattaliklar uchun termodinamikadan Gibbs-Gelmhols tenglamasini

$$\Delta G = \Delta H + T \left(\frac{\partial \Delta G}{\partial T} \right)_P \text{ tadbiq qilsak:}$$

$$U = \sigma - T \left(\frac{\partial \sigma}{\partial T} \right)$$

kelib chiqadi. Bu yerda U-sirtning to'liq energiyasi. Agar bu tenglamani temperatura bo'yicha differensiallasak:

$$\frac{\partial U}{\partial T} = \frac{\partial \sigma}{\partial T} - T \frac{\partial^2 \sigma}{\partial T^2} \quad \text{chunki} \quad \frac{\partial U}{\partial T} = 0$$

Shunday qilib tenglama qo'llanila oladigan temperaturalar chegarasida suyuqlik sirtining umumiy energiyasi temperaturaga bog'liq emas. Shu xususiyatiga ko'ra ham sof suyuqliklarning solishtirma sirt energiyasi molekulararo kuchlarni xarakterlovchi eng muhim kattaliklardan biridir. Masalan: suv 20°C da $\sigma = 72, 75$ erg/sm²; u = 118.0 erg/sm² (u ning bu qiymati 4°C dan 100°Cgacha o'zgarmaydi).

Suyuqlikning sirt tarangligi σ sirt birligi (1sm²) hosil bo'lishining maksimalligi bo'lib, bu jarayonda Gibbs energiyasini o'zgarishiga teng:

$$\Delta G = \sigma; \quad \left(\frac{\partial \Delta G}{\partial T} \right)_P = -S$$

Termodinamikaning ifodasini qo'llab yangi sirt hosil bo'lishida entropiya o'zgarishi uchun ushbu tenglamaga ega bo'lamiz:



$$\Delta S = -\Delta S \left(\frac{\partial \sigma}{\partial T} \right),$$

Agar $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$ ni etiborga olsak, yangi sirt hosil bo'lishi uchun entalpiya o'zgarishi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$\Delta H = -\Delta S \left[\partial - T \cdot \left(\frac{\partial \sigma}{\partial T} \right) \right],$$

Tenglamaga asoslanib, yangi sirt paydo bo'lishida entropiya qanday o'zgarishi haqida fikr yurita olamiz. Darhaqiqat, $d\sigma/dT < 0$ (yangi harorat oshganda sirt taranglik kamayganligi) uchun $\Delta S > 0$ bo'ladi. Demak, yangi sirtning hosil bo'lishi entropiyaning kattalashuvi bilan sodir bo'ladi.

Bu vaqtda sistema tashqi muhitdan energiya yutadi. Yuqori dispers holatdagi mahsulot hosil bo'lishida ΔH ning qiymati bir necha kJ/mol ga teng. Masalan, yuqori dispers holatdagi NaBr ning hosil bo'lish entalpiyasi kristall NaBr ning hosil bo'lish entalpiyasidan 14,22 kJ/mol ga kichik.

Sirt yuzani kamaytiradigan sirt hodisalar:

Suyuqlik tomchisi va gaz pufakchalarining shar shaklini olishi (sferik zarrachalar eng kichik sirt yuzaga ega bo'ladi);

Dispers faza qattiq zarrachalarining o'zaro yopishishi (koagulyatsiya);

Emulsiyalarda tomchilarning va ko'piklarda gaz pufakchalarining o'zaro yopishishi (koalesensiya);

Kristallarning o'sishi.

Sirt energiyaning kamayishiga intilishi Gibbs energiyasining o'zgarishi bilan ifodalanadi:

$$\Delta G \leq \sigma \Delta B + B \Delta \sigma$$

Δ va $\Delta \sigma$ –sirt taranglik va uning o'zgarishi. B va ΔB –fazalar qismi sirti va uning o'zgarishi.

"<" belgi jarayonning o'z-o'zidan qaytmas sodir bo'lishini;

"=" belgi esa qaytar muvozanatdagi jarayonni bildiradi.

Yuqoridagi munosabatdan dispers sistemaning sirt energiyasi sirt taranglikka, ekvivalent solishtirma sirt energiyaga va dispersion muhit hamda dispersion fazalar orasidagi qismlar sirt yuzalarining yig'indisiga bog'liqligi kelib chiqadi.

Havo bilan yoki o'zining bug'i bilan chegaralangan fazaning sirt



tarangligi qiymatini xarakterlashda gaz fazaning ta'sirini hisobga olmaslik mumkin. Ammo bir – biriga to'yingan ikki suyuqlik sirtlari orasidagi, boshqacha aytganda, fazalararo sirt taranglik qiymatini xarakterlashda ikkinchi fazaning molekulyar kuch maydonini nazarga olish kerak, chunki fazalararo sirt taranglik ikkala fazadagi molekulalararo kuch maydonlarining intensivliklari orasidagi ayirmaga teng.

G.N. Antonov 1907 yilda bir-birida ma'lum darajada eriydigan suyuqliklar orasidagi sirt sirt tarangliklarni o'lchash asosida quyidagi qoidani topdi: o'zaro to'yingan ikki suyuqlik fazalararo sirt taranglik o'sha suyuqliklarning havo bilan chegaralangan holatdagi sirt tarangliklari ayirmasiga teng:

$$\sigma_{c_1 - c_2} = \sigma_{c_2 - \text{gaz}} - \sigma_{c_1 - \text{gaz}}$$

Bu yerda $\sigma_{c_1 - c_2}$ - fazalararo sirt taranglik, $\sigma_{c_1 - \text{gaz}}$ - birinchi toza suyuqlik bilan havo chegarasidagi sirt taranglik, $\sigma_{c_2 - \text{gaz}}$ - ikkinchi toza suyuqlik bilan havo chegarasidagi sirt taranglik.

$\sigma_{c_1 - c_2}$ larni aniqlash uchun $\sigma_{c_1 - \text{gaz}}$ va $\sigma_{c_2 - \text{gaz}}$ larni aniqlashda qo'llanilgan usullardan ya'ni suyuqlikning kapillyar nayda ko'tarilish, tomchilarni sanash-stalogrametr, pufakchalarning eng katta bosimini aniqlashdan foydalaniladi. Ikki suyuqlikning qutblilik darajalari orasidagi ayirma kamaygan sari ularning bir-birida eruvchanligi ortadi va $\sigma_{c_1 - \text{gaz}}$ bilan $\sigma_{c_2 - \text{gaz}}$ orasidagi ayirma kamayadi. O'zaro cheksiz eriydigan suyuqliklar uchun bu farq (ayirma) 0 ga intiladi.

Antonov qoidasiga mos holda adgeziya ishi

$$W_a = \sigma_{c_1 - \text{gaz}} + \sigma_{c_2 - \text{gaz}} - \sigma_{c_1 - c_2} = 2\sigma_0 = W_{k(2)} \text{ ga teng.}$$

Demak, bunday holatda adgeziya ishi kam qutblangan suyuqliklarning kogeziya ishiga teng bo'ladi.

To'yingan eritmalarining o'zaro sirt tarangligi (σ_{12})

Suyuqliklar	Kam qutbli fazalarning sirt tarangligi, σ_2 , mN/m	Suvli fazaning sirt tarangligi σ_2 , mN/m	Fazalararo taranglik σ_{12} , mN/mv	
			Tajribada	Antonov qoidasi bo'yicha
Benzol	28,8	63,2	34,4	34,4
Efir	17,5	28,1	10,6	10,6
Anilin	42,2	46,4	4,8	4,2
CCl_4	26,7	70,2	43,8	43,5
Nitrobenzol	43,2	67,9	24,7	24,7
Amil spirt	21,5	26,3	4,8	4,8

Sirt taranglikni o'lchash usullari

Stalagmometrik usul. Stalagmometr shisha nay bo'lib, o'rta qismi kengaytirilgan, pastki qismi kapilyardan iborat: nayga 2 ta aylanali belgi biriktirilgan M_1 va M_2 . Stalagmometrdan 1-uchidan oqib chiqayotgan V -hajmdagi suyuqlik tomchilari soni (n) suyuqlikning sirt tarangligiga δ_{s-g} va uning zichligiga ρ_s bog'liq. Barcha tomchilar quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$q = \frac{V \cdot \rho \cdot g}{n}$$

bunda ρ_s -suyuqlikning zichligi, $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$;

g -erkin tushish tezligi, $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$

Tomchining uzilish momentida uning og'irlik kuchi sirt taranglik kuchiga tenglashadi:

$$q = F = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot \delta_{s-g}$$

bunda r -kapilyar radiusi, m.

Yuqoridagi tenglamalarning o'ng tomonlarini tenglashtirib quyidagi tenglamani hosil qilamiz:

$$2\pi \cdot k \cdot \delta_{s-g} = \frac{V \cdot \rho_s \cdot g}{n} \text{ dan}$$

$$\delta_{s-g} = \frac{V \cdot \rho_s \cdot g}{2 \cdot \pi \cdot r \cdot n}$$

Bu tenglamadan ko'rinib turibdiki, stalagmometrik usulda



"suyuqlik-gaz" chegara sirtidagi sirt taranglikni topish uchun kapillyarning radiusini bilish kerak.

Kapilyar radiusi noaniq, bu vaqtda, bunday vaqtda sirt taranglik δ_{s-g} stalagmometrik naydan tekshirilayotgan va standart suyuqlik (uning sirt tarangligi δ_{s-g} qiymati ma'lum) tomchilarning oqish ma'lumotlarini taqqoslash uchun asosida topiladi. Yuqoridagi δ_{s-g} ni topish tenglamasini standart suyuqlik uchun quyidagicha yozish mumkin:

$$\delta_{s-g} = \frac{V \cdot \rho_{cg} \cdot g}{2 \cdot \pi \cdot r \cdot n_{sg}}$$

δ_{s-g} ni δ_{sg} ga bo'lib, tekshirilayotgan suyuqlikning sirt tarangligini hisoblash formulasini hosil qilamiz:

$$\bar{\delta}_{s-g} = \delta_{sg} \frac{\rho_{cg} \cdot n_{sg}}{\rho_s \cdot n}$$

Standart suyuqlik sifatida juda ko'p hollarda distillangan suv ishlatiladi, uning sirt tarangligi bilan harorati o'rtasida quyidagi bog'liqlik mavjud:

$$\delta_{H_2O} = [72,75 - 0,15 \cdot (T - 293)] \cdot 10^{-3} \text{ j} \cdot \text{m}^2$$

Rebinder usuli

1827 yili Rebinder kashf qilgan usulda pufakchalarning eng katta bosimi aniqlanadi. Agar suyuqlik sirtiga botirilgan kapillyar ichida ortiqcha havo bosimi hosil qilinsa, P-bosim ma'lum darajaga yetgach kapillyardan suyuqlikka havo pufakchalari o'tadi.

Quyidagi rasmdan ko'rinib turibdiki, havo pufakchalari bilan chegaralanib turuvchi suyuqlik tarangligi qiyshaygan (bukilgan) (manfiy egrilik). Tashqi bosim ortishi bilan havo pufakchalarining radiusi R (ya'ni suyuqlik sirti egrilik radiusi) avval kamayadi (a va b-rasm), so'ngra ortadi (c-rasm). Fazalar chegara sirtining egilishi natijasida kapillyar bosim R yuzaga keladi, uning qiymati quyidagi formulaga mos ravishda avval ortadi, so'ngra kamayadi:

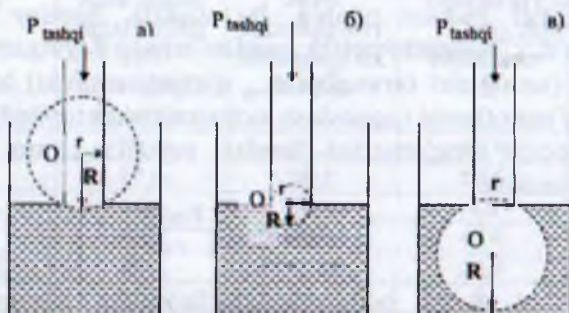
$$\Delta P = \frac{2 \cdot \delta_{s-g}}{R}$$

$$\text{Kapillyar radiusi bilan } \Delta P_{\max} = \frac{2 \cdot \delta_{s-g}}{r}$$

$R_{\text{tashqi}} = \Delta P_{\max}$ deb qabul qilib, δ_{s-g} ni hisoblaymiz:



$$\delta = \frac{r \cdot \Delta P_{\max}}{2}$$



“Suyuqlik-gaz” fazalari chegarasida tashqi bosim ta’sirida havo pufakchalaring yuzaga kelishi

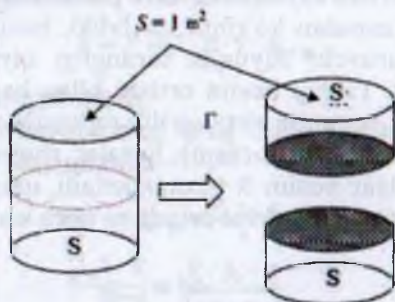
Kogeziya va adgeziya

Adgeziya – turli xil tabiatga ega bo’lgan fazalar orasidagi fizik va kimyoviy kuchlar ta’siridagi o’zaro ta’sirlashuv.

Ho’llanish va yoyilish – qattiq jism va suyuqlik o’rtasidagi adgezion ta’sirlashuv.

Adgeziya va ho’llanish tabiatda va texnologik jarayonlarda keng tarqalgan: turli materiallarni yelimlash, lak surtish, bo’yash, bog’lovchi moddalar asosida turli xil materiallar tayyorlash (rezina, beton, shisha plastiklar va boshqalar).

Kogeziya – bir xil turdagi fazaga oid modda molekulari orasidagi o’zaro tortishish kuchlaridir.



Kogeziya moddaning uzilishiga bo’lgan qarshiligini, ichki bosimi va boshqalarni xarakterlaydi. Kogeziyani yengish uchun bajarilgan ish:

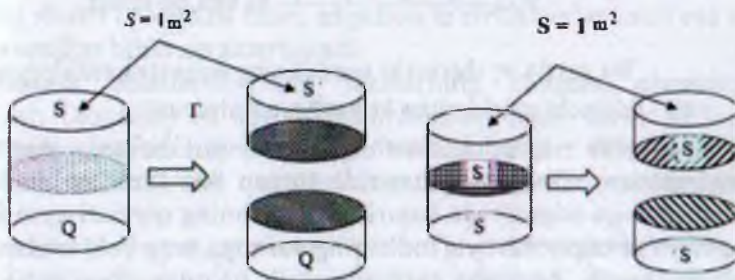


$W_K = 2 \sigma$ formula bilan ifodalanadi.

Adgeziya (yopishish)-turli tabiatli kondensirlangan fazalarning bir-biriga qo'shilganida o'zaro ta'sirlashuvidir. Agar bir-birida erimaydigan 2 ta suyuqlik yoki qattiq jism va suyuqlik, yohud 2 ta qattiq jism o'zaro aralashtirilsa (bir-biriga qo'shilsa) ular orasida o'zaro molekulararo ta'sir yuzaga kelib, bir-biriga yopishadi, ularni ajratish uchun ma'lum miqdor energiya (ish) sarflanadi. Adgeziya o'z-o'zidan boradigan jarayon bo'lib, buni sistema sirt energiyasini kamaytirishga intilishi bilan tushuntirish mumkin bo'ladi.

Adgeziya hodisasi adsorbsiya hodisasiga yaqin.

Adgeziya lotincha so'z bo'lib, o'zbekchaga tarjima qilinganda "yopishmoq" (ruschasiga prilipaniye) degan ma'noni bildiradi.



Adgeziya ishi (W_a) – yuza biriligidagi adgezion bog'ni uzish uchun bajariladigan ish:

$$W_s = W_a \cdot S$$

Adgeziyada uch holat bo'lishi mumkin:

1. Ikki suyuqlik orasidagi adgeziya. Aytaylik, ikki suyuqlik 1 va 3 bir-biri bilan yopishib 2 muhitda turibdi. Xayolan ularni bir-biridan ajratamiz:

U holda ikki sirt yuza hosil bo'ladi:

Sirt tarangligi $\sigma_{1,2}$ bo'lgan 1-suyuqlik sirt yuzasi;

Sirt tarangligi $\sigma_{2,3}$ bo'lgan 3-suyuqlik sirt yuzasi.

Bu vaqtda suyuqliklarni ajratib turuvchi sirt taranglik ($\sigma_{1,3}$) yo'qoladi. Natijada sistemaning dastlabki sirt energiyasi adgeziyada bajarilgan ish qiymati qadar kamayadi. Bunda adgeziya ishi



$$W_a = \sigma_{1,2} + \sigma_{2,3} - \sigma_{1,3} \text{ ga teng bo'ladi.}$$

Bu tenglamani birinchi bo'lib **Dyupre kiritgan**. Dyupre tenglamasidan, boshlang'ich komponentlar sirt tarangligi qancha katta bo'lsa va oxirgi fazalararo taranglik qancha kichik bo'lsa, adgeziya ishi shuncha yuqori bo'lishi kelib chiqadi.

Suyuqliklar bir-birida cheksiz erigan sharoitda fazalararo sirt taranglik 0 ga teng bo'lib qoladi. Binobarin, ikki moddaning bir-birida erishi uchun

$$W_a \geq \sigma_{1,2} + \sigma_{2,3}$$

shart bajarilishi kerak bo'ladi.

Kogeziya entalpiyasi 2σ ga teng ekanligini inobatga olib:

$$W_a \geq \frac{2\sigma_{2,1} + 2\sigma_{3,1}}{2} = \frac{W'_k + W''_k}{2} \text{ ga ega bo'lamiz.}$$

Bu yerda W'_k - birinchi moddaning kogeziya entalpiyasi;

W''_k - ikkinchi moddaning kogeziya entalpiyasi.

Adgeziya qancha kuchli namoyon bo'lsa, yuqoridagi tenglamadan, o'zaro muvozanatda turgan ikki faza bir-birida erib ketishi uchun adgeziyada bajariladigan ishning qiymati ayni fazalar kogeziya entalpiyalari yig'indisining yarmiga teng yoki undan katta bo'lishi kerak. Adgeziya termodinamik jihatdan o'z-o'zicha sodir bo'ladigan jarayon bo'lib, fazalararo sirt taranglikning o'z-o'zicha kamayishi natijasida kelib chiqadi.

Suyuqliklar adgeziyasida muvozanatli ish

$W_a = (\sigma_{gg} + \sigma_{sg}) - \sigma_{qs}$ yoki $W_a = \sigma_{sg} (1 + \cos\theta)$ formula bilan hisoblanadi.

$W_a = \sigma_{sg} (1 + \cos\theta)$ tenglama bilan adgeziyada ishning qiymatini topish mumkin.

Oxirgi formula yordamida adgeziyaning muvozanat vaqtidagi ishining son qiymatini aniqlash va uning o'zgarishi bilan qattiq jismning ho'llanish xususiyatini bilish mumkin. Ho'llanishning yaxshilanishi va qirra (yon) burchakning kamayishi bilan ish ortib ($\theta = 0, \cos\theta = 1$) maksimumga yetadi ya'ni $2\sigma_{sg}$.

Adgeziya sirt energiya kamayishi bilan sodir bo'ladi.



2. Qattiq jism va suyuqlik orasidagi adgeziya.

Qattiq jism (3) sirtida suyuqlik (1) tomchisi (2)-muhitda turibdi deb faraz qilaylik. Adgeziya ishini yuqoridagi tenglama yordamida hisoblab bo'lmaydi. Chunki sirt tarangliklar $\sigma_{1,2}$ va $\sigma_{2,3}$ noma'lum. Bunday vaqtda adgeziya ishi

$$W_a = \sigma_{1,2} + \sigma_{1,2} \cdot \cos \theta = \sigma_{1,2} \cdot (1 + \cos \theta)$$

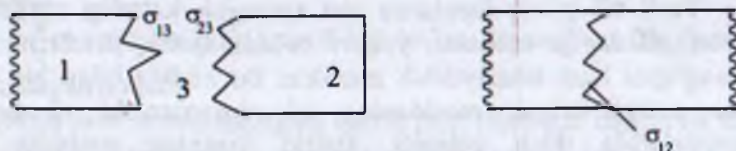
tenglama yordamida topiladi.

3. Qattiq jismlar orasidagi adgeziya.

Adgeziya ishini yuqoridagi har ikkala tenglama bilan ham hisoblab bo'lmaydi. Adgeziya ishi bu vaqtda tajriba yo'li bilan aniqlanadi.

Adgeziyaning har bir ko'rinishi (suyuqliklar adgeziyasi, tuzilishli sistemalar, zarracha va yupqa qatlam) yopishtiruvchi jismning shakli va xossasi bilan, adgezion ta'sirlashuvlar usuli esa va boshqa omillar bilan xarakterlanadi.

Hamma holatlarda ham fazalarning chegara qismidagi bog'lanish (kontakt) ni buzish uchun tashqi ta'sir zarur bo'ladi. Adgeziyada jarayonning o'z-o'zidan borishi va sirt taranglikning kamayishi imkoniyatini quyidagi rasm yordamida tutushntirish mumkin:



O'z-zida boradigan jarayonda Gibbs energiyasi o'zgaradi. Adgeziyada bunday o'zgarish qaytar va muvozanatdagi ishga teng:

$$W_a = -\Delta G = (\sigma_{1,3} + \sigma_{2,3}) - \sigma_{1,2}$$

Tenglamadan ko'rinib turibdiki, adgeziya natijasida sirt energiya kamayadi, shuning uchun adgeziya o'z-o'zidan boruvchi jarayondir.

Adgezion mustahkamlik quyidagi omillarga bog'liq:

Bog'lanish energiyasi;

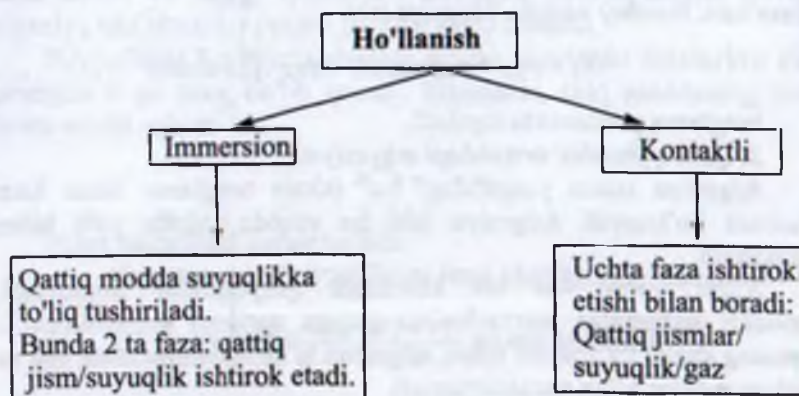
Sirt bo'rtmaliligi;

Kontaktning to'liqligi;

Kontaktning hosil bo'lish shakliga.

QATTIQ JISM SIRTINING SUYUQLIK BILAN HO'LLANISHI

Ho'llanish –sirt hodisasi bo'lib, u 2 xil bo'lishi mumkin:



Qattiq jismning sirt tarangligini o'lchab bo'lmaydi. Chunki qattiq jismlar qaytar yangi sirt hosil qila olmaydi. Qattiq jismlarda yangi sirtlar hosil bo'lish jarayoni qaytmasdir. Shuning uchun qattiq jismlar sirti bilvosita tajriba yo'li bilan aniqlanadi.

Turli xil qattiq jismlarda sirt taranglik kattaligi turlicha va suyuqliklardagiga nisbatan yuqori bo'ladi. Qattiq jismlarning sirt tarangligini ham kamaytirish mumkin. Bu hodisa bilan biz qattiq jism sirtiga erigan moddaning adsorbsiyalanishi va ho'llash jarayonlarida duch kelamiz. Qattiq jismning suyuqlik bilan ho'llanishini qarab chiqamiz. Suv tomchilari qattiq jism sirtiga tomizilganda uch holat bo'lishi mumkin:

Tomchi sirtida yoyilib ketadi. Ho'llanish sodir bo'ladi ($W_a - W_k > 0$);

Tomchi sirtida shar shaklida qoladi ($W_a - W_k < 0$); ho'llanish sodir bo'lmaydi.

Tomchi qisman tarqalib sirtida ma'lum qirra burchagini hosil qiladi.



Qattiq jism sirti bilan suyuqlikning kontaktli ta'sirlashuvida 3 xil holat kuzatiladi:

Ho'llanish sodir bo'lmaydi: bu vaqtda $180^\circ > \Theta > 90^\circ$ (masalan, simob shishani, suv parafinni ho'llamaydi).

Chegaralangan ho'llanish: bu vaqtda $90^\circ > \Theta > 0^\circ$ (Masalan, suv metalla oksidlarini qisman ho'llaydi).

To'liq ho'llanish sodir bo'ladi: tomchi yupqa plyonka hosil bo'lib yoyiladi. (masalan, simob qo'rg'oshinni to'liq ho'llaydi).

Qattiq jism sirtining suyuqlik bilan ho'llanishini tekshirishda:

Suyuqlik molekulalarining o'zaro hamda

Suyuqlik molekulalari bilan qattiq jism molekulalari orasidagi tortishish kuchlarini hisobga olish kerak.

Agar suyuqlik molekulalarining o'zaro tortishish kuchi suyuqlik molekulalari bilan qattiq jism molekulalari o'rtasidagi tortishuv kuchidan kam bo'lsa, suyuqlik qattiq jismni ho'llaydi. Agar suyuqlik qattiq jismni ho'llasa, qirra burchagi (chet burchak) o'tkir ya'ni

$\theta \leq \frac{\pi}{2} (\theta \leq 90^\circ)$ bo'ladi. Agar $\theta = 0$ bo'lsa, suyuqlik qattiq jismni to'la ho'llagan bo'ladi.

Qattiq jism sirtini faqatgina qattiq jism bilan gaz chegarasi sirt tarangligini kamaytiradigan suyuqliklar ho'llay oladi. Suv odatda ion yoki qutbli kovalent bog'lanishli mineral moddalarni ho'llay oladi. Bunday jismlarda suyuqlik yoyilib ketadi yoki u bilan qirraviy burchak hosil qiladi. Suv bilan ho'llanadigan moddalar ***gidrofil moddalar*** deyiladi. Agar suv bilan qattiq jism ho'llanmasa ***gidrofob jismlar*** deyiladi.

Turli xil sirt yuzaga ega bo'lgan qattiq jismda tomchining holatini ko'rib chiqamiz. Suv tomchilari shishada yoyilib ketadi, ammo ftoroplastlarda shar shaklini oladi.

Qattiq jism sirtida tomchining holati quyidagi fazalarning chegarasidagi sirt-taranglik bilan bog'liq: suyuqlik-gaz(havo)- σ_{sg} , suyuqlik-qattiq sirt yoki qattiq sirt-suyuqlik- σ_{qs} va qattiq sirt - gaz (havo) - σ_{qg} :

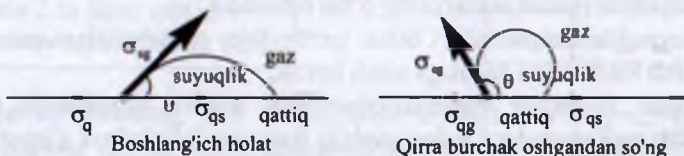


Qirra burchagi - ho'llanishning muhim xarakteristikasi hisoblanadi.

Adgeziya va ho'llash - bitta jarayonning ikki tomoni bo'lib, qattiq jism bilan suyuqlik ta'sirlashganda yuzaga keladi. Adgeziya qattiq jism uni kontaktlovchi suyuqlik orasidagi bog' bilan, ho'llanish esa shunga o'xshash bog' natijasi bilan tushuntiriladi. Shunday qilib, qirra burchagi qattiq jismning ho'llanish xususiyatini belgilaydi.

Agar qirra burchagi $0 \div 90^\circ$ bo'lsa, bunday sirt **gidrofil (oleofob)** sirt deyiladi. Qirra burchagi 90° dan yuqori bo'lsa **gidrofob(oleofil)** sirt deyiladi.

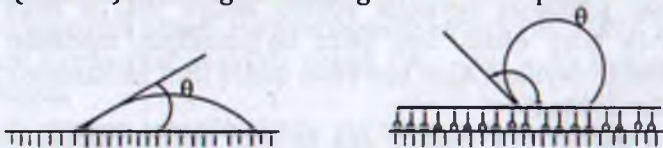
Ho'llanishning miqdoriy o'lchovi bu ho'llashning qirra burchagi kosinusidir.



Gidrofil sirtlar uchun $\theta < 90^\circ$ va $\cos \theta > 0$. **Gidrofob sirtlar** uchun $\theta > 90^\circ$ va $\cos \theta < 0$.

Qattiq jism sirti gidrofob bo'lsa uni gidrofil qilish mumkin va aksincha. Buning uchun qattiq jism sirtida SAM bilan adsorbsion qavat hosil qilinadi.

Masalan, alyuminiy plastinkasining sirti Al_2O_3 ning yupqa qatlami bilan qoplanadi. Al_2O_3 gidrofil bo'lib, u suv bilan yaxshigina ho'llanadi ($\theta \approx 40^\circ$). Shuningdek sirtni gidrofob ham qilish mumkin:



Sirtni gidrofoblashtirish

Agar suyuqlik molekularining o'zaro tortishish kuchi suyuqlik molekulari bilan qattiq jism molekulari orasidagi tortishish kuchidan ortiq bo'lsa, suyuqlik qattiq jismni



ho'llamaydi va uning sirtida ellipsoid shaklini oladi.

Uning ho'llanish burchagi o'tmas

$$\theta > \frac{\pi}{2}$$

bo'ladi.

Agar ho'llanish burchagi 180° ga ya'ni $\theta = \pi$ ga teng bo'lsa, suyuqlik qattiq jismni ho'llanmaydi. Ammo, amalda unday emas, chunki suyuqlik qattiq jismni oz bo'lsa ham ho'llaydi. Lekin hamma suyuqliklar qattiq jismlarning barchasini ham ho'llayvermaydi. Masalan, suv toza shisha sirtini emas, balki toza temir sirtini ho'llaydi. Xuddi biologiyadagi terminlar kabi ho'llangan qattiq jism sirtini gidrofil, ho'llanmagan sirt esa gidrofob sirtlar deyiladi. Masalan, parafin, talk, grafit, oltingugurt sirtlari.

Gidrofil sirtli moddalarga kvarts, shisha, oksid va gidroksidlar, oksidlangan minerallar va boshqalar kiradi.

Gidrofob sirtli moddalarga qattiq uglevodorodlar va ularning iftorli hosilalari, daraxtlarning barglari, hasharotlarning xitinli qoplamlari, tirik organizmlarning terilari kiradi.

Suyuqliklar adgeziyasida bajarilgan ishni hisoblaymiz. Buning uchun yuqoridagi rasmga qaytamiz. Sirt taranglik σ_{qg} va σ_{qs} qattiq jism sirtiga tangensial yo'nalgan. σ_{sg} sirt taranglik esa qattiq jism sirtiga θ burchak ostida yo'nalgan. σ_{sg} sirt taranglikning qattiq sirtga proyeksiyasi $\sigma_{sg} \cos \theta$ ga teng. Bu sharoitda tomchining muvozanati

$$\sigma_{qg} = \sigma_{qc} + \sigma_{sg} \cos \theta \quad \text{yoki} \quad \sigma_{sg} \cos \theta = \sigma_{qg} - \sigma_{qs} \quad \text{dan} \quad \cos \theta = \frac{\sigma_{qg} - \sigma_{qs}}{\sigma_{sg}}$$

Bu **Yung tenglamasi** deyiladi.

Bu tenglamani amaliy hisoblashlarda qo'llash qiyinchiliklar tug'diradi. Chunki σ_{qs} va σ_{qg} qiymatlar noaniq.

Yung tenglamasidan σ_{q-g} va σ_{q-s} larning qiymatlariga bog'liq holda qirra burchagi o'tmas yoki o'tkir bo'lishligi kelib chiqadi.

Agar $\sigma_{q-g} > \sigma_{q-s}$ bo'lsa, u holda $\cos \theta > 0$ bo'ladi va suyuqlik qattiq jism sirtini ho'llaydi;

Agar $\sigma_{q-g} < \sigma_{q-s}$ bo'lsa, u holda $\cos \theta < 0$ bo'ladi va suyuqlik qattiq jism sirtini ho'llamaydi.

Agar $\frac{|\sigma_{q-g} - \sigma_{q-s}|}{\sigma_{q-g}} \leq 1$ bo'lsa, qirra burchagi

$$\cos \theta = \frac{\sigma_{q-g} - \sigma_{q-s}}{\sigma_{q-g}}$$



tenglamani shartini qanoatlanatiradi.

Agar $\sigma_{q-R} > \sigma_{q-T} + \sigma_{T-R}$ bo'lsa, suyuqlik qattiq jism sirtiga to'liq yoyilib ketadi va yupqa qavat hosil qiladi. Bu holda to'liq ho'llanish sodir bo'ladi:

$$\Theta = 0$$

Agar $\sigma_{q-T} > \sigma_{q-R} + \sigma_{T-R}$ bo'lsa, suyuqlik tomchisi shar shaklini oladi va sirtini ho'llamaydi: $\Theta = \pi$

Yung tenglamasidan quyidagi xulosa kelib chiqadi: suyuqlik bilan qattiq jism o'rtasidagi muvozanat qaror topganda ho'llanish chet burchagi Θ faqat sirt chegaraning molekulyar tabiatiga bog'liq, ammo tomchining katta - kichikligiga bog'liq emas. Yung tenglamasidagi σ_{q-T} va σ_{q-R} larni bevosita o'lchab bo'lmaydi, faqatgina ular orasidagi ayirma haqida fikr yuritish mumkin. Yung tenglamasidan **ho'llanishning miqdoriy xarakteristikasi chet burchak kosinusi** ekanligi ko'rinib turibdi.

Sirtlarni sun'iy ravishda ho'llash va ho'llamaslik ham mumkin. Buning uchun biror qattiq uglevodorodning sirtiga sirt aktiv modda surkab, uni suv bilan ho'llanadigan holatga keltiriladi. Flotasiya-boyitilish degan ma'noni bildiradi. Ho'llanish ruda va ko'mirlarni boyitishda katta rol o'ynaydi. Suvda "Kambag'al ruda" suspenziyasini tayyorlab, sirt aktiv modda qo'shilganida rudaning sirti gidrofoblanadi: bo'sh jins, kvars, silikatlar, ohaktoshlar ho'llanib, suv tagiga cho'kadi. Agar suspenziyani havo oqimidan o'tkazsak, gidrofoblangan rudaning zarrachalari ko'pik hoida suyuqlik yuzasiga chiqadi. Bu jarayon rudaning flotasiyasi (boyitilishi) deyiladi. Flotasiyaning sanoatda ahamiyati juda katta.

Ho'llanish issiqligi

Sirt energiyasining kamayishi bilan boradigan jarayonlardan biri ho'llanishdir. Suyuqlikka biror adsorbent tushirilganida issiqlik ajralib chiqadi. Bu ho'llanish issiqligi deyiladi:

$$Q = S_{sol} (E_1 - E_2)$$

S_{sol} - adsorbentning solishtirma sirti,

E_1 - adsorbentning adsorbent-havo chegarasidagi to'liq sirt energiya;

E_2 - adsorbentning adsorbent-suyuqlik chegarasidagi to'liq sirt energiyasi.



Ho'llanish issiqliklari 2 xil bo'ladi:

Differensial ho'llanish issiqligi ya'ni ma'lum miqdor zarrachalarni adsorblab olgan suyuqlik sirtiga cheksiz kam miqdor suyuqlik qo'shilganda ajralib chiqadigan issiqlik miqdoridir.

Differensial ho'llanish issiqligi doimo musbat qiymatga ega bo'ladi. Sirt suyuqlikning yakka – yakka molekulalari qavati (monomolekulyar qavat) bilan to'lganida differensial ho'llanish issiqligi 0 ga teng bo'ladi. Differensial ho'llanish issiqligi sof adsorbsiya issiqligiga tengligi aniqlangan.

Integral ho'llanish issiqligi – sirt birligiga x miqdor suyuqlik berilganida ajralib chiqadigan issiqlik miqdori.

Ayni sirt bilan qancha ko'p miqdor suyuqlik o'zaro ta'sirlashsa, shuncha ko'p integral issiqlik ajralib chiqadi.

Agar berilgan suyuqlik miqdori sirt bilan o'zaro ta'sirlashadigan miqdordan ortiq bo'lsa, bu holda kuzatiladigan integral issiqlik to'g'ridan-to'g'ri **ho'llanish issiqligi** deyiladi.

Sirtida monomolekulyar qavat hosil bo'lganida integral ho'llanish issiqligi to'liq ho'llanish issiqligiga teng bo'ladi.

Qutbli molekulalardan iborat moddalarning qutbli erituvchilardagi ho'llanish issiqligi katta bo'ladi, qutbsiz molekulalardan tuzilgan moddalar esa qutbsiz suyuqliklarda katta ho'llanish issiqligini namoyon qiladi.

Moddalarning solishtirma sirti ularning ho'llanish issiqligiga katta ta'sir ko'rsatadi. Buni inobatga olib P.A. Rebinder biror moddaning qutbli suyuqlik (masalan, suv) bilan o'zaro ta'sir etish intensivligini xarakterlash uchun o'lchov sifatida ayni modda suvda ho'llanish issiqligi Q_1 ning uglevodorodlarda ho'llanish issiqligi Q_2 ga nisbati (α) dan foydalanishni taklif etdi:

$$\alpha = \frac{Q_1}{Q_2}$$

Agar $\alpha > 1$ bo'lsa, sirt gidrofil, $\alpha < 1$ bo'lganda sirt gidrofob bo'ladi.

SUYUQLIKLARNING YOYILISHI

Biror sirtga bir tomchi suyuqlik tomizilsa, 2 xil holat kuzatiladi:

Suyuqlik tomchisi yoyilib ketadi;

Suyuqlik tomchisi o'sha tomizilgan joyda turaveradi.



Tomizilgan suyuqlikning yoyilmaganligiga sabab tomchi bilan sirt o'rtasida Yung tenglamasiga muvofiq muvozanat qaror topishidir.

Tomchi jism sirtiga yoyilib ketishi uchun tomchi moddasi bilan sirtini tashkil qiluvchi modda orasidagi adgezion effekt o'sha suyuqlik zarrachalari orasidagi kogezion effektdan ortiq bo'lishi kerak:

$$W_a > W_k$$

Agar $w_a - w_k$ ayirma musbat qiymatga ega bo'lsa, suyuqlik jism sirtida yoyilib ketadi. Aks holda yoyilib ketmaydi. **Garkins** bu ayirmaning suyuqlikning yoyilib ketish koeffitsiyenti deb atadi:

$$f = W_a - W_k = \sigma_{11} - \sigma_{21} - \sigma_{22}$$

Harorat ko'tarilganda ko'pincha adgeziya effekti kuchayib kogeziya effekti kamayadi. U holda yoyilib ketmaydigan suyuqlik tomchisi yoyilib ketishi, ho'llamaydigan suyuqlik ho'llaydigan bo'lib qolishi mumkin. Bundan tashqari, suyuqlikka adgeziyani kuchaytiruvchi ba'zi qo'shimchalar qo'shilganda ham yoyilmaydigan suyuqlik yoyiladigan bo'lib qoladi. Masalan, suv sirtida yoyilmaydigan suyuqlikka qutblangan moddalar qo'shilsa, yoyilmaydigan suyuqlik tomchisi yoyilib ketadi.

KAPILLYAR HODISALAR

Sirt yuzasi qiyshayishi (buzilishi) sistema termodinamik xossalarning o'zgarishiga olib keladi va kapillyar hodisani keltirib chiqaradi.

Fazalararo sirt maydoni dS qiymatga o'zgargan bo'lsin. U holda sirt energiya σdS ga o'zgaradi. Bir vaqtning o'zida fazalarning hajmi ham dV_1 va dV_2 ga o'zgaradi:

$$dV_1 = -dV_2;$$

Hajmning o'zgarishi har bir faza energiyasining $p_1 dV_1$ va $p_2 dV_2$ ga o'zgarishiga olib keladi. U holda berilgan sistema uchun Gelmgols energiyasining o'zgarishi

$$dA = -p_1 dV_1 - p_2 dV_2 + \sigma dS$$

ga teng bo'ladi.

Muvozanat vaqtida $dA = 0$ bo'ladi. $dV_1 = -dV_2$ ekanligini inobatga olsak,



$$-p_1 dV_2 + p_2 dV_2 = \sigma dS \text{ bo'ladi.}$$

$$(p_2 - p_1) dV_2 = \sigma dS; (p_2 - p_1) dV = \sigma dS;$$

$$p_2 - p_1 = \sigma \frac{dS}{dV} \text{ bu yerda } \frac{dS}{dV} \text{ -sirt egriligi,}$$

$$p_2 - p_1 = \Delta p - \text{esa kapillyar bosim deyiladi.}$$

Shar uchun:

$$\frac{dS}{dV} = \frac{d(4\pi r^2)}{d(\frac{4}{3}\pi r^3)} = \frac{8\pi \cdot r}{4\pi \cdot r^2} = \frac{2}{r};$$

Silindr uchun:

$$\frac{dS}{dV} = \frac{1}{r};$$

Umumiy holda:

$$\frac{dS}{dV} = \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right);$$

bu yerda r_1 va r_2 -egriliklarning asosiy radiuslari.

Demak, r qancha kichik bo'lsa, sirt egriligi va kapillyar bosim (Δp) shuncha katta bo'ladi.

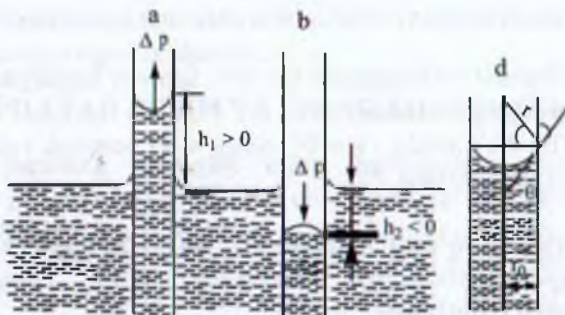
Agar egriklik markazi suyuqlik ichida yotsa, egriklik musbat; suyuqlik tashqarisida yotsa manfiy bo'ladi.

Kapillyar bosim har doim egriklik markaziga yo'nalgan bo'ladi.

Agar

$$\frac{dS}{dV} > 0 \text{ bo'lsa, } (\Delta p) \text{ ichki bosimni oshiradi;}$$

$$\frac{dS}{dV} < 0 \text{ bo'lsa, } (\Delta p) \text{ ichki molekulyar bosimni kamaytiradi.}$$



a - manfiy egriklik (ho'llaydigan suyuqlik);
b - musbat egriklik (ho'llamaydigan suyuqlik)



Ortiqcha ichki molekulyar bosim Δp bilan sirt egriligi o'rtasida quyidagicha bog'liqlik mavjud (Laplas tenglamalari):

Shar shaklidagi sirt uchun;

$$\Delta p = \pm \frac{2\sigma}{r};$$

Silindrik sirt uchun;

$$\Delta p = \pm \frac{\sigma}{r}$$

Umumiy holda (barcha turdagi zarrachalar uchun);

$$\Delta p = \pm \sigma \left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} \right)$$

bu tenglamalar **Laplas kapillyar bosim qonuni** tenglamalaridir.

Muvozanat holatida Laplas bosimi gidrostatik bosimga teng bo'ladi:

$$\Delta p = \pm 2\sigma / r = (\rho - \rho_0)gh$$

bu yerda ρ – suyuqlikning zichligi; ρ_0 – gaz fazaning zichligi; g – erkin tushish tezlanishi; r – menisk radiusi.

b rasmda kapillyarda suyuqlik meniski ko'rsatilgan. Bundan $r_0 = r \cdot \cos \Theta$ ekanligi ko'rinib turibdi. U holda kapillyar ko'tarilish balandligi **Juren formulasi** bilan aniqlanadi:

$$h = \frac{2\sigma \cdot \cos \Theta}{r_0(\rho - \rho_0)g}$$

Ho'llanish bo'lmaganda ($\Theta > 90^\circ$; $\cos \Theta < 0$) kapillyardagi suyuqlik sathi h qiymatga tushadi;

To'liq ho'llashda ($\Theta = 0^\circ$, $\cos \Theta = 1$), menisk radiusi kapillyar radiusiga teng bo'ladi.

Suyuqlik va bug' orasida sirt buzilishi sodir bo'lganda ular orasidagi muvozanatni ifodalash uchun Tomson (Kelvin) tenglamasi ishlatiladi:

$$\ln \frac{P_r}{P_v} = \pm \frac{2\sigma \cdot V_m}{rRT}$$



Bu kapillyar kondensatsiya tenglamasi deb nomlanadi.

$$\Delta P = \sigma \frac{dS}{dV} - \text{Laplas qonuni}$$

Fazalardagi bosimlar farqi – **kapillyar bosim** deyiladi.

Disperslikka bog'liq holda erkin energiyaning o'zgarishi modda eruvchanligining o'zgarishiga olib keladi. Bu Gibbs – Ostvald tenglamasi bilan ifodalanadi:

$$\ln \frac{S_r}{S_\infty} = \frac{2 \cdot \sigma \cdot V_M}{r \cdot R \cdot T}$$

Bu yerda S_r va S_∞ - moddaning yuqori dispers holatdagi va yirik zarrachalarning muvozanat holatidagi eruvchanliklari. Bundan tashqari sirtning egriligi bilan bog'liq bo'lgan o'lchamli omillar ham mavjud. Masalan, disperslik quyidagi tenglamaga mos ravishda fazoviy o'tishlar (masalan, suyuqlanish harorati) haroratiga ta'sir ko'rsatadi:

$$T_r = T_\infty - \frac{\sigma \cdot V_M \cdot T_\infty}{\Delta H_f} \frac{VS}{dV}$$

Radiusi r bo'lgan sferik zarrachalar uchun:

$$T_r = T_\infty - \frac{2 \cdot \sigma \cdot V_M \cdot T_\infty}{r \Delta H_f}$$

bu yerda T_r – disperslangan holatda moddaning fazoviy o'tish harorati;

T_∞ - nodisperslangan modda uchun fazoviy o'tish harorati;

ΔH_f – fazoviy o'tish entalpiyasi.

KAPILLYAR BOSIM VA UNING AHAMIYATI

Qattiq jismning suyuqlik bilan ho'llanishiga asoslangan jarayonlarda gaz faza bilan suyuqlik chegarasidagi sirt sferik (do'ng yoki botiq) shaklga ega bo'lganligi tufayli kapillyar bosim vujudga keladi. Agar biror suyuqlikka kapillyar naychani tushirsak nayning ichidagi sirt do'ng holatida bo'lsa, sirtida turgan molekulani suyuqlik ichiga tortadigan molekulalar soni tekis sirtdagiga qaraganda oz bo'ladi.

Agar sirt botiq bo'lsa, uning aksi bo'ladi. Shuning uchun, botiq sirtida molekulalar orasidagi tortishuv o'zaro kuchli bo'ladi. Jism



ho'llanganida suyuqlik sirtining tekis holati bilan sferik holatida ko'rinadigan bosimlar orasida kapillyar bosim vujudga keladi. U - P bilan belgilanadi va tenglamasi quyidagicha bo'ladi:

$$\Delta P = P_{\text{sferik sirt}} - P_{\text{tekis sirt}}$$

bu yerda, P sferik sirt - sferik sirtli suyuqlik bosimi, P tekis sirt - tekis sirtli suyuqlik bosimi.

Laplas kapillyar bosimning suyuqlikning sirt tarangligi, hamda suyuqlik qattiq jismni ho'llanganida hosil bo'ladigan sferik sirtining radiusiga bog'liqligini tekshirib quyidagi formulani yaratdi:

$$\Delta P = \frac{2\sigma}{R} \quad \text{yoki} \quad \Delta P = \sigma \frac{ds}{dv}$$

bu yerda: σ - sirt taranglik; R - sferik sirt radiusi.

Tenglamadan ma'lumki, tekis sirt hosil bo'lganda $\Delta P = 0$, ya'ni ($P = \infty$, $1/\infty = 0$) do'ng sirtidan esa $\Delta P = 0$;

Yer osti suvlarining tuproq kapillyarlari orqali ko'tarilishi, yerda o'simlik olamining mavjudligini ta'minlaydi. Suyuqlikni kapillyar nayda ko'tarilishiga asoslanib yuqoridagi sirt taranglikni aniqlash usullari yaratiladi.

Mavzuga doir masalalar yechish

1. Kadmiy tomchilaridan iborat tuman kondensatsiyalanganida $12 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ suyuq kadmiy hosil bo'ladi. Kondensatsiya sodir bo'layotgan vaqtda haroratda sirt taranglik 570 mJ/m^2 ga teng. Barcha tomchilarning erkin sirt energiyasi 53 J ni tashkil etsa, suyuq kadmiy tomchisining diametrini va dispersililigini aniqlang.

Yechish: Sirt Gibbs energiyasi:

$G_s = \sigma S$ formula bo'yicha hisoblanadi. S_{sol} , sirt S, V va D orasida

$S_{\text{sol}} = \frac{S}{V} 6D$ bog'lanish mavjud. Tomchining sirt yuzasi $S = 6DV$ ga teng.

$G_s = \sigma \cdot S$ dan $G_s = \sigma \cdot 6 \cdot D \cdot V$; Bundan

$$D = \frac{G_s}{6\sigma V} = \frac{53}{570 \cdot 10^{-3} \cdot 6 \cdot 12,5 \cdot 10^{-6}} = 1,24 \cdot 10^{-6} \text{ m}^{-1};$$

Kadmiy tomchisining diametri:



$$a = \frac{1}{D} = 8,1 \cdot 10^{-7} \text{ m ga teng.}$$

2. 270,8 K da havoda suv tomchilari tuman hosil qiladi (to'yinuvchanlik ko'effitsiyenti 4,21 ga teng). Tumandagi molekularning sonini va kondensatsiya yadrosining kritik o'lchamini hisoblang. Suvning sirt tarangligi 74 mJ/m^2 ga, suvning mol hajmiy $18 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3 / \text{mol}$ ga teng.

Yechish: Kelvin formulasidan foydalanamiz:

$$\ln \frac{P_r}{P_{\infty}} = \ln \gamma = \frac{2\sigma V_n}{RT r} \text{ dan } r = \frac{2\sigma V_n}{RT \ln \gamma}$$

$$r = \frac{2,74 \cdot 10^{-3} \cdot 18 \cdot 10^{-6}}{8,314 \cdot 270,8 \cdot \ln 4,21} = 0,82 \text{ nm};$$

Molekular soni:

$$N = \frac{V_{\text{tuman}} \cdot N_A}{V_v} = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot (8,2 \cdot 10^{-10})^3}{3 \cdot 18 \cdot 10^{-6}} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} = 78.$$

3. 0,1 % li saxarozaning efirdagi eritmasining sirt tarangligi 30 mJ/m^2 ga teng. Agar ho'llashning qirra burchagi qattiq jismga nisbatan 15° bo'lsa, adgeziya va koageziya ishlarini hisoblang.

Yechish: Koageziyaning ishi:

$$W_k = 2\sigma_{\text{rk}} = 2 \cdot 30 = 60 \text{ mJ/m}^2$$

Adgeziya ishi:

$$W_a = \sigma_{\text{rk}} (1 + \cos \Theta) = 30(1 + \cos 15) = 59 \text{ mJ/m}^2$$

Pufakchaga nisbatan adgeziya ishi:

$$W_a = \sigma_{\text{rk}} (1 - \cos \Theta) = 30(1 - \cos 15) = 1,02 \text{ mJ/m}^2;$$

4. 298 K da dispersligi $D = 1 \text{ mkm}^{-1}$, konsentratsiyasi 70% bo'lgan geksanning suvdagi emulsiyasining to'liq sirt energiyasini hisoblang. Geksanning zichligi $0,655 \text{ g/sm}^3$ ga, sirt taranglik $18,41 \text{ mJ/m}^2$, sirt tarangligi harorat ko'effitsiyenti $d\sigma/dT = -0,104 \text{ mJ/(m}^2 \cdot \text{K)}$ ga teng.

Yechish: To'liq sirt energiya Gibbs - gelmgols tenglamasi bo'yicha topiladi:



$$U_s = \left[\sigma - T \left(\frac{d\sigma}{dT} \right) \right] \cdot S$$

70% li 10 g emulsiyada geksan tomchisining sirti

$$S = 6DV = 6D \frac{m}{\rho} = \frac{6,1 \cdot 10^6 \cdot 10 \cdot 0,7 \cdot 10^{-3}}{655} = 64 m^2$$

$$U_s = (18,41 \cdot 10^{-3} + 0,104 \cdot 10^{-3} \cdot 298) \cdot 64 = 3,16 kJ;$$

5. 293 K da massasi 4 g bo'lgan suvli tumanning Gibbs energiyasi (G_s) ni toping. Suvning sirt tarangligi $\sigma = 72,7 mJ / m^2$, suvning zichligi $\rho = 0,998 g / sm^3$, zarrachaning dispersligi $D = 50 mkmm^{-1}$ ga teng.

Yechish: Sirtning Gibbs energiyasi quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$G_s = \sigma \cdot S$$

$$S_{sol} = \frac{S}{V} = 6D \text{ dan}$$

$$S = 6DV = 6D \frac{m}{\rho} \text{ va } G_s = 6D \frac{m}{\rho} \sigma = 6 \cdot 5 \cdot 10^7 \cdot (4 \cdot 10^{-3} / 998) \cdot 0,0727 = 87,41 J;$$

6. Agar diametri $d = 1 \cdot 10^{-3}$ bo'lgan kapillyarda suyuqlik $h = 32,6 \cdot 10^{-3} m$ balandlikka ko'tarilsa, suyuqlikning sirt tarangligini hisoblang. $\rho_{suyuqlik} = 1000 kg / m^3$. Ho'llanishning qirra burchagi 0° .

Yechish: Joren formulasi:

$$\sigma = \frac{\rho \cdot g \cdot h \cdot r \cdot \cos \Theta}{2} \text{ dan}$$

$$\sigma = \frac{10^3 \cdot 9,81 \cdot 32,6 \cdot 10^{-3} \cdot 0,5 \cdot 10^{-3} \cdot 1}{2} = 79,9 \cdot 10^{-3} N / m;$$

7. Qirra burchagi 90° ga, suvning sirt tarangligi $71,96 mJ / m^2$ ga teng bo'lsa, suv-grafit sistemasida adgeziya ishini hisoblang. Suvning grafitda yoyilish koeffitsiyentini toping.

Yechish: Dyupre-Yung tenglamasidan

$$W_A = \sigma_{\text{xx}} (1 + \cos \Theta) = (1 + \cos 90) = 71,96 mJ / m^2;$$

Kogeziya ishi:

$$W_K = 2\sigma_{H_2O} = 2 \cdot 71,96 = 143,92 = -71,96 mJ / m^2$$

Yoyilish koeffitsiyenti

$$f = W_A - W_K = 71,96 - 143,92 = -71,96 mJ / m^2$$

demak, suv grafitda yoyilmaydi.

8. 293 K da simobning shishaga adgeziya ishini hisoblang. Qirra burchagi $\Theta = 130^\circ$. Simobning sirt tarangligi $\sigma = 475 mJ / m^2$. Shisha sirti bo'yicha simobning yoyilish koeffitsiyentini hisoblang.

**Yechish:**

$$W_a = \sigma_{s-g} \cdot (1 + \cos \Theta) = 475(1 + \cos 130^\circ) = 475 \cdot (1 - 0,64) = 171 \text{ mJ/m}^2.$$

$$W_K = 2\sigma_{Hg} = 2 \cdot 475 = 950;$$

$$f = 171 - 2 \cdot 475 = -779 \text{ mJ/m}^2;$$

Yoyilish bo'lmaydi.

9. 313 K da massaviy konsentratsiyasi 65% bo'lgan benzolning suvdagi 1 g emulsiyasining to'liq sirt va fazalararo sirtning Gibbs energiyasini hisoblang. Disperslik 5 mkm⁻¹. Ushbu haroratda benzolning zichligi 0,858 g /sm³, sirt tarangligi 30 mJ/m², benzolning sirt tarangligining harorat koeffitsiyenti - 0,13 mJ/(m² · K) ga teng.

Yechish: Avvalo benzol tomchisining sirt yuzasini hisoblaymiz:

$$S = 6DV = 6D \frac{m}{\rho} = 6 \cdot 5 \cdot 10^6 \cdot m^{-1} \cdot \frac{1 \cdot 10^{-3} \cdot 65\%}{858 \frac{\text{kg}}{m^3} \cdot 100\%} = 22,73 m^2.$$

$$G_S = \sigma \cdot S = 30 \cdot 10^{-3} \frac{J}{m^2} \cdot 22,73 = 0,682 \text{ J}$$

Emulsiyaning to'liq sirt energiyasi U - Gibbs - Gelmgols tenglamasidan foydalanib topiladi:

$$U = [\sigma - T(\frac{d\sigma}{dT})] \cdot S = [30 \cdot 10^{-3} \frac{J}{m^2} - 313K \cdot (-0,13 \cdot 10^{-3})] \cdot 22,73 = 1,6 \text{ J}$$

10. 293 K da simobning shishaga nisbatan adgeziya ishini hisoblang. Ho'llanish burchagi 130° ga, simobning sirt tarangligi 475 mJ/m² ga teng. Shishaning sirti bo'yicha simobning yoyilish koeffitsiyentini toping.

Yechish: Adgeziya ishi Dyupre-Yung tenglamasidan foydalanib hisoblanadi:

$$W_a = \sigma_{s-g}(1 + \cos \Theta) = 475 \cdot (1 + \cos 130^\circ) = 475 \cdot (1 - 0,64) = 171 \frac{MJ}{m^2}$$

Yoyilish koeffitsiyenti Garkins tenglamasi bo'yicha hisoblab topiladi:

$$f = W_a - W_K = W_a - 2\sigma_{c-g} = 171 - 2 \cdot 475 = -779 \frac{MJ}{m^2}$$

Yoyilish koeffitsiyentining manfiy qiymatga ega ekanligi suyuqlikning yoyilmasligini bildiradi.

11. Ikki vertikal joylashgan paralell plastinkalar bir-biridan $d = 1 \text{ mm}$ masofada suyuqlikka qisman tushirildi. Plastinkalarning ho'llanish burchagi 30° ga teng. Suyuqlikning sirt tarangligi 65 mJ/m^2 ga, suyuqlik bilan havo zichliklari orasidagi farq 1 g/sm^3 ga teng. Suyuqlikning ortiqcha bosimini va suyuqlikning plastinkalar orasida ko'tarilish balandligini aniqlang.

Yechish: Kapillyar (ortiqcha) bosim Laplas tenglamasi bo'yicha hisoblanadi:

$$\Delta p = \frac{2 \cdot \sigma \cdot \cos \Theta}{d} = - \frac{2 \cdot 65 \cdot 10^{-3} \cdot 0,87}{1 \cdot 10^{-3}} = - 113,1 \text{ Pa}$$

Suyuqlikning slindrik meniski uchun suyuqlikning ko'tarilish balandligi Jyuren tenglamasi bo'yicha hisoblanadi:

$$h = \frac{2 \sigma \cos \Theta}{\Delta \rho g d} = \frac{2 \cdot 65 \cdot 10^{-3} \cdot 0,87}{1 \cdot 10^3 \cdot \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 9,81 \cdot 1 \cdot 10^{-3}} = 0,0115 \text{ m} = 1,15 \text{ sm.}$$

12. 293 K da dispersligi $0,1 \text{ nm}^{-1}$ bo'lgan suv tomchilari ustidagi to'yingan bug' bosimini hisoblang. Ushbu haroratda tekis sirt yuzida suv bug'larining to'yingan bosimi 2338 Pa ga, suvning zichligi $0,998 \text{ g/sm}^3$, suvning sirt tarangligi $72,7 \text{ mJ/m}^2$ ga teng.

Yechish:

$$\ln \frac{p}{p_s} = \frac{2 \sigma V_m}{RT r} = \frac{2 \sigma M 2 D}{RT \rho} = \frac{2 \cdot 0,0727 \cdot 18 \cdot 10^{-3} \cdot 2 \cdot 0,1 \cdot 10^9}{8,31 \cdot 293 \cdot 998} = 0,21$$

bu yerda $\frac{p}{p_s} = 1,23$ va $p = 1,23 \cdot 2338 = 2875 \text{ Pa}$.

ADSORBSIYA

Yuzasi juda katta bo'lgan jismlar gaz yoki suyuq fazalar bilan to'qnashganda, gaz moddalardan yoki suyuqlikda eritilgan moddalardan bir qismini yutish qobiliyatiga ega. Jismga moddalar doimo bir xil yutilavermaydi. Masalan, yutiluvchi modda yutuvchi modda ichiga diffuzilanadi, bunda yutiluvchi modda yutuvchi modda ichida erib ketgandek tuyuladi, yo bo'lmasa, modda yutuvchi jismning faqat sirtiga yutilishi mumkin.

Bir moddaning boshqa moddalarni yutish hodisasi **sorbsiya** deb ataladi. Jismning faqat sirtida bo'ladigan sorbsiya **adsorbsiya** deb ataladi; moddalar yutuvchining faqat sirtiga emas, balki ichiga ham yutilishi **absorbsiya** deb ataladi.



Sorbsiya bo'lganda gaz moddalar g'ovak yutuvchilarning kapillyarlarida ba'zan kondensasiyalanadi; bunda **kapillyar kondensatsilanish** jarayoni bo'ladi.

Ko'mir silikagel, tuproq, kaolin, sellyuloza, filtr qog'oz, ip gazlama, tabiiy ipak, jun va boshqa materiallar adsorbentlar (yutuvchilar) jumlasiga kiradi.

Kukun qilib maydalangan moddalarning (kolloid holatdagi moddalarning) yuzasi juda kattaligidan, ular anchagina adsorbilash qobiliyatiga ega bo'ladilar.

Adsorbsiya adsorbent (yutuvchi) tabiatiga ham, adsorbilanuvchi modda tabiatiga ham bog'liq; buning natijasida tanlanuvchi adsorbsiya yuz beradi, ya'ni har xil moddalardan iborat aralashmadan asosan sirtqi aktivligi yuqori bo'lgan modda adsorbilanib chiqadi.

Aralash moddalar eritmasi adsorbent solingan kolonna orqali filtrlansa, eruvchi moddalar qavatlariga ajralib adsorbilanadi. M.S. Svetning xromatografik usulda analiz qilish usuli xuddi shu tanlanuvchi adsorbsiyaga asoslangan.

Faqat molekularlar emas, balki ionlar va kolloid zarrachalar ham adsorbilanadi. Organik moddalar, masalan, bo'yoqlar ionlari ayniqsa yaxshi adsorbilanadi.

Masalan, asos xarakteriga ega bo'yoqlar (metilen ko'k bo'yog'i va boshqalar) quyidagi sxemaga muvofiq dissosilanadi:



kislota xarakteriga ega bo'yoqlar, ya'ni eozin, fuksin va boshqalar quyidagi sxemaga muvofiq dissosilanadi:



Adsorbilanish haqidagi umumiy tushunchalar





Barcha dispers sistemalarda, dispers faza zarrachalari sirtida katta miqdorda sirt energiya zahirasi bo'ladi. Bu sirt energiya doim kamayishga intiladi, shuning uchun ham kolloid sistemalar beqarordir. Sirt energiyasini kamayishga olib keluvchi jarayonlardan biri suyuqlik yoki qattiq jism sirtida boshqa modda molekulalari, atomlari va ionlarining yig'ilish hodisasidir.

Ikki faza chegara sirtida moddalar konsentratsiyalarining o'zgarishi **adsorbsiya** deyiladi. Adsorbsiya jarayonida qattiq yoki suyuq jism sirtida boshqa moddalar yig'iladi. O'z sirtiga boshqa modda zarrachalarini yutgan suyuqlik yoki qattiq jism **adsorbent**, yutilgan moddalar esa **adsorbktiv** deyiladi. Umuman qattiq jismga moddalarning yutilishi **sorbsiya** deyiladi.

Tabiatiga ko'ra adsorbentlar 2 guruhga bo'linadi: qutbli va qutbsiz. Qutbli adsorbentlarga tuproq, silikagel, alyumogel, qutbsizlarga-qurum, aktivlangan ko'mir kiradi. Shuningdek, dispers va g'ovak adsorbentlar farqlanadi. Dispers adsorbentlar turli o'lcham va shakllarga ega bo'lgan kukunlardir, g'ovak adsorbentlar-yaxlit, butun jism. Zarrachaning o'lchamiga ko'ra dispers adsorbentlar dag'al-, mikro- va ultramikrodispers; g'ovaklari diametriga ko'ra g'ovak adsorbentlar makro-, mezo - (yoki oraliq) va mikrog'ovak adsorbentlarga bo'linadi.

Adsorbentlar klassifikasiyasi

Dispers adsorbentlar		
Turi	Zarracha diametri, d, m	Solishtirma sirt S_{sol} , $m^2 \cdot g^{-1}$
Dag'al dispers	$>10^{-5}$	$<0,3$
Mikrodispers	$10^{-5}-10^{-7}$	0,3-30
Ultramikrodispers	$10^{-7}-10^{-9}$	30-3000
G'ovak adsorbentlar		
Turi	G'ovak radiusi r, nm	Solishtirma sirt S_{sol} , $m^2 \cdot g^{-1}$
Makrog'ovak	$>100-200$	0,5-2,0
Mezog'ovak	1,5-100	10-500
Mikrog'ovak	0,5-1,5	500-1000

G'ovak jismlar g'ovaklarining o'lchamiga ko'ra 3 ga bo'linadi (Dubinin klassifikatsiyasi):

1. Makrog'ovak jismlar ($r > 200 \text{ nm}$, $S_{sol} = 10^3 \text{ m}^2/\text{kg}$). Bunday



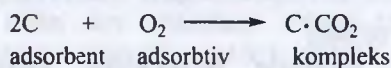
jismlar g'ovak-larning o'lchamini miqdoriy tavsiflash uchun Lengmyur tenglamasi ishlatiladi.

2. Mezog'ovakli (oraliq g'ovakli) jismlar ($r = 2 + 200 \text{ nm}$, $S_{\text{sol}} = 10^3 \div 10^5 \text{ m}^2/\text{kg}$). Bunday adsorbentlar g'ovaklarida polimolekulyar adsorbsiya boradi va botiq minsk hosil qilib kapillyar kondensatlanish bilan tugaydi. Adsorbsiya jarayoni Polyani va BET nazariyalari bilan tavsiflanadi.

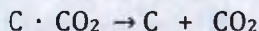
3. Mikrog'ovak jismlar ($r = 0,5 \div 2 \text{ nm}$, $S_{\text{sol}} = 10^5 \div 10^6 \text{ m}^2/\text{kg}$) - molekulyar elaklar (seolitlar - alyumosilikatlar, aktivlangan ko'mir). Adsorbsiya jarayoni mikrog'ovaklarning hajmiy to'lishi nazariyasi bilan tavsiflanadi.

Agar modda qattiq jism sirtiga yutilsa, bu hodisa adsorbsiya (yoki o'zaro kimyoviy ta'sir ro'y bermasa, fizikaviy **adsorbsiya** deb), uning ichki qismiga (butun hajmi bo'yicha) yutilganda esa **absorbsiya** deyiladi. Agar modda geterogen sistemada bo'ladigan kimyoviy reaksiya tufayli yutilsa, bu hodisa **xemosorbsiya** deyiladi. Xemosorbsiya jarayonida yangi faza vujudga keladi. Xemosorbsiya ko'pincha qattiq jismning hamma hajmiga tarqaladi. Natron ohak bilan sulfat angidridi orasidagi xemosorbsiya bunga misol bo'la oladi. Xemosorbsiya odatda qaytmas jarayonlar jumlasiga kiradi. Bu holda adsorbsiyaning issiqlik effekti kimyoviy birikmalarning hosil bo'lish issiqliklariga yaqin keladi.

Xemosorbsiyada modda adsorbentga yutilishi bilan birga kimyoviy reaksiyaga ham kirishadi. Masalan, kislorodning ko'mirga adsorbsiylanishini ko'rib chiqamiz:



Qizdirilganda CO_2 ajralib chiqadi:



Kimyoviy adsorbsiyaning o'ziga xos xususiyatlari :

1) qaytmas; 2) spetsifik (kimyoviy reaksiya sodir bo'lsagina adsorbsiya kuzatiladi);

3) Adsorbsiya issiqligi yuqori (800-1000 kJ/mol ga yetadi);

4) Harorat ko'tarilishi bilan xemosorbsiya ortadi.

Fizik adsorbilanishda quyidagi hollar kuzatiladi:

Adsorbsiya deyarli katta tezlik bilan boradi.



Adsorbsiya qaytar tarzda boradi.

Temperatura oshganda adsorbilanish kamayadi.

Adsorbsiyaning issiqlik effekti qiymat jihatdan suyuqlanish yoki bug'lanish issiqliklariga yaqin bo'ladi.

Ba'zan o'z kritik temperaturasidan past temperaturada sorbsiya vaqtida gaz qattiq jism g'ovaklarida kondensatlanib, suyuq holatga o'tadi. Bu hodisa **kapillyar kondensatlanish** deyiladi. Adsorbilanuvchi modda bir yoki bir nechta qatlamlardan iborat bo'lishi mumkin. Shunga ko'ra adsorbilanish **monomolekulyar** yoki **polimolekulyar** deb nomlanadi.

Adsorbsiya hodisasi qattiq jism bilan suyuq jism o'rtasida, qattiq jism bilan gaz o'rtasida, suyuqlik bilan gaz o'rtasida va bir-birida kam eriydigan ikki suyuqlik o'rtasida sodir bo'lishi mumkin.

Adsorbent va adsorbktiv orasidagi ta'sir fizikaviy adsorbsiya jarayonida quyidagi adsorbsion kuchlar natijasida vujudga keladi:

a) dispersion kuchlar

b) induksion kuchlar

d) elektrostatik kuchlar va vodorod bog'lar natijasida vujudga keluvchi kuchlar.

Fizik adsorbsiyaning o'ziga xos xususiyatlari:

Qaytarlilik: Sorbsiya $\leftrightarrow$ desorbsiya

Spesifikligi kam. Qutbli adsorbentlarga qutbli moddalar, qutbsiz adsorbentlarga qutbsiz moddalar adsorbilanadi.

Adsorbsiya issiqligi kichik (8-40 kJ/mol ni tashkil etadi).

Harorat ko'tarilishi bilan adsorbsiya kamayadi: $\frac{dT_i}{dT} < 0$;
desorbsiya esa ortadi.

Umuman olganda adsorbsiya jarayoni yutuvchi va yutiluvchi moddalarning tabiatiga, temperaturaga, gazning bosimiga, adsorbentning solishtirma sirtiga bog'liq bo'lish bilan birga adsorbktivning eritmadagi konsentratsiyasiga ham bog'liq.

Fizik adsorbilanish izotermasi ham monomolekulyar ham polimolekulyar bo'ladi. Kimyoviy adsorbilanish izotermasi esa monomolekulyar bo'ladi. Adsorbilanish qiymati adsorbilanuvchi moddaning sirtidagi konsentratsiyaning o'zgarishi bilan aniqlanadi va Γ - harfi bilan belgilanadi. Γ - 1 sm² adsorbent sirtiga to'g'ri keladigan adsorbktivning mol miqdori bilan xarakterlanadi.

Adsorbsion muvozanat holatida gaz fazadagi moddaning



konsentratsiyasi muvozanat konsentratsiyasi deyiladi.

Eritmadagi erigan moddaning adsorбилanishini aniqlash uchun quyidagi formuladan foydalaniladi.

$$\Gamma = \frac{n(N_0 - N)}{mS_{\text{mf}}}$$

bu yerda Γ -adsorbsiya, n -eritmadagi moddaning umumiy molar soni, N_0 -moddaning eritmadagi adsorбилanishga qadar mol qismi, N -adsorбилanishdan keyingi mol qismi, m -adsorbent massasi.

Gaz va suyuqliklarning qattiq jismga adsorбилanishini o'lchash uchun adsorbent tajribadan avval va keyin bevosita tortiladi, so'ngra adsorbsiya hisoblab topiladi.

Adsorbsiyaning ikkinchi tavsifi adsorbsiya vaqti bilan belgilanadi. Adsorбилangan molekulaning adsorbent sirtida turish vaqti adsorbsiya vaqti deyiladi. Agar molekula bilan sirt orasida hech qanday tortishish kuchlari mavjud bo'lmasa, bu vaqtda molekulaning tebranish davri 10^{-12} - 10^{-13} sekund chamasida bo'ladi. Molekula bilan sirt orasida tortishish kuchlar mavjud bo'lsa, molekula sirtida tutib turgan kuchni yengish uchun zaruriy energiya olingandagina molekula sirtidan ajralib ketadi. Molekula bu energiyani issiqlik harakatining flyuktuatsiyasi tufayli olishi mumkin. 1924 yilda S. Ya. Frenkel adsorбилanish vaqti bilan temperatura orasidagi bog'lanish uchun quyidagi tenglamani taklif qildi:

$$t = t_0 e^{Q/RT}$$

Adsorbsiya vaqti Frenkel tenglamasiga muvofiq o'zgaradi. Bu yerda Q -molekula bilan sirt orasidagi o'zaro ta'sir energiyasi (adsorbsiyaning molyar issiqligi); $t_0=10^{13}$ - 10^{12} sek, ya'ni molekula bilan sirt orasida hech qanday tortishish kuchlari mavjud bo'lmagan vaqtidagi adsorbsiya.

Adsorbsiya hodisasiga oid dastlabki ishlar XVIII asrning ikkinchi yarmida boshlangan. 1973 yilda Shele ko'mirning, har xil gazlarni yutishini kuzatgan. So'ngra 1785 yilda T. E. Lovis suvli eritmalarni turli qo'shimchalardan tozalashda ko'mirdan foydalangan. Adsorbsiya hodisasi faqat ko'mirda kuzatilmay balki, boshqa g'ovak moddalarda ham kuzatiladi. Adsorbsiya hodisasi turmushda juda keng qo'llaniladi. Bo'yash jarayoni, tabiiy oqava suvlarini, soklarni, yog'larni tozalash jarayonlari, hamda geterogen katalizator ham adsorbsiya hodisasi bilan bog'liqdir.



ADSORBSION MUVOZANAT. ADSORBSIYA ISSIQLIGI

Adsorbsion muvozanat. Adsorbsiya hodisasi ham xuddi suyuqlikning bug'lanishi, moddaning suvda erishi kabi qaytar jarayondir. Bu yerda bir-biriga qarama -qarshi ikki jarayon bo'ladi:

biri moddaning yutilishi bo'lsa,

ikkinchisi yutilgan moddaning adsorbent sirtidan chiqib ketishidir.

Adsorbsiya hodisasida ham yutilish jarayoni avval tez boradi so'ngra yutilish va ajralib chiqish jarayonlari tenglashib sistema adsorbsion muvozanat holiga keladi. Adsorbsion muvozanat juda tez qaror topadi. Agar muvozanat uzoq vaqt davomida qaror topmasa, adsorbsiya boshqa xil jarayonlar bilan dinamik muvozanatlashgan deyish mumkin.

Adsorbsion muvozanat ham dinamik muvozanatdir. Adsorbsion muvozanat holati temperatura o'zgarganda o'zgaradi.

Adsorbsiya jarayoni issiqlik chiqarish bilan boradi. Adsorbsiya jarayonida ajralib chiqqan issiqlik **adsorbsiya issiqligi** deyiladi. Adsorbsion muvozanatning siljishi Le-Shatelye prinsipiga bo'ysunganligi uchun temperatura ko'tarilganida muvozanat modda kam yutiladigan tomonga qarab siljiydi. Desorbsiya jarayoni aksincha, issiqlik yutilishi bilan boradi. Shu sababli temperaturani oshirish orqali adsorbentga yutilgan moddani qaytadan chiqarish mumkin. Agar adsorbent bilan absorbtiv o'rtasida kimyoviy reaksiya sodir bo'lsa, adsorbsion muvozanat qaror topmaydi. Bu holda adsorbsiya qaytmas jarayon xarakteriga ega bo'ladi.

Adsorbsion muvozanatning tez yoki sekin qaror topishi adsorbent yuzasining g'ovakli yoki g'ovaksiz bo'lishiga bog'liqdir. G'ovaklar katta bo'lsa, adsorbsion muvozanat tez, kichik bo'lsa sekin qaror topadi. Buni quyidagi jadvalda ko'rish mumkin.

Ko'mir g'ovagining radiusi	Muvozanatning qaror topishi	
	Propion kislota	Geptil kislota
I	> 1 soat	2 soat
II	3 sutka	32 sutka
III	10 sutka	Adsorbsion muvozanat qaror topmagan
IV	30 sutka	> 31 sutka

Jadvalda keltirilgan adsorbent g'ovagining radiusi I- IV qadar kamayib borish tartibida joylashtirilgan.



Adsorbsiya issiqligi. Fizikaviy adsorbsiyada ham, xemosorbsiyada ham issiqlik effekti kuzatiladi, ya'ni issiqlik chiqadi. Xemosorbsiyada ajralib chiqqan issiqlik miqdori kimyoviy reaksiyalarning issiqlik effektiga yaqin keladi. Fizikaviy adsorbsiyada ajralib chiqqan issiqlik kalorimetrlar yordamida o'lchanadi, lekin bunda olingan natijalar taqribiy bo'ladi, chunki adsorbsiya va demak, issiqlik chiqishi uzoq vaqtga cho'ziladi. Adsorbsiya issiqligi ikki xil bo'ladi:

1) 1g adsorbentga gaz yoki bug' yutilganda ajralib chiqqan umumiy issiqlik miqdori adsorbsiyaning **integral issiqligi** deyiladi va ushbu formuladan topiladi:

$$q = \frac{Q}{m}$$

bunda Q-ajralib chiqqan umumiy issiqlik miqdori (J), m-adsorbent massasi (grammda);

2) Adsorbentga ma'lum miqdorda modda yutilgandan keyin yana bir mol yutilganda ajralib chiqqan issiqlik adsorbsiyaning **differensial issiqligi** deyiladi, ya'ni

$$q = \frac{dQ}{dn}$$

Adsorbsiya issiqligini juda sezgir kalorimetrlarda o'lchash yoki adsorbsiya izotermasidan aniqlash mumkin.

Adsorbsiyaning miqdoriy xarakterlash uchun 2 ta kattalik ishlatiladi:

Solishtirma (Gibbs) adsorbsiya G_i :

$$\Gamma_i = \frac{n_i - (n_i' + n_i'')}{S} = \frac{n_i^s}{S}$$

bu yerda n_i – real sistemada modda miqdori; n_i' - I fazada, n_i'' - II fazada modda miqdori; S fazalararo sirt yuza;

To'liq adsorbsiya a_i :

To'liq adsorbsiya – qalinligi σ bo'lgan sirt qatlamning sirt birligidagi modda miqdori yoki adsorbent massasi:

$$a_i = \Gamma_i^s \cdot \sigma$$

Γ_i va a_i orasida quyidagi bog'lanish mavjud:

$$a_i = \Gamma_i + C_i \sigma$$

a_i har doim 0 dan katta bo'ladi.

Γ_i 0 dan katta ham kichik ham bo'lishi mumkin.



ADSORBSIYANING SABABLARI

Sirt taranglikning ortiqchaligi moddaning hajmida va sirt yuzasida kimyoviy potensialning har xil bo'lishi bilan tushuntiriladi. Fizik - kimyoviy shu jumladan fazalarning chegara hajmidagi jarayonlarning sodir bo'lish imkoniyatlari termodinamikada kimyoviy potensial bilan aniqlanadi.

Kimyoviy potensial – sistemalardagi birorta komponentning sistemaning xossalari ta'sirini shu komponentning miqdoriga bog'liq holda o'rganadi. Masalan, vodorod bilan azotning o'zaro ta'sirlashuvi natijasida ma'lum sharoitda ammiak hosil bo'ladi ($3\text{H}_2 + \text{N}_2 \leftrightarrow 2\text{NH}_3$). Kimyoviy muvozanat o'rnatilguncha azot va vodorodlarning konsentratsiyalari kamayib, ammiakning konsentratsiyasi ortib boradi. Sistemaning har bir komponenti (H_2 , N_2 , NH_3) sistemaning ba'zi parametrlarining (hajm, issiqlik sig'imi va boshqalar) va termodinamik holat funksiyasining, shu jumladan Gibbs energiyasining o'zgarishiga olib keladi. Kimyoviy potensial Gibbs energiyasining o'zgarishini (ΔG) berilgan komponentning miqdoriga bog'liq holda xarakterlaydi.

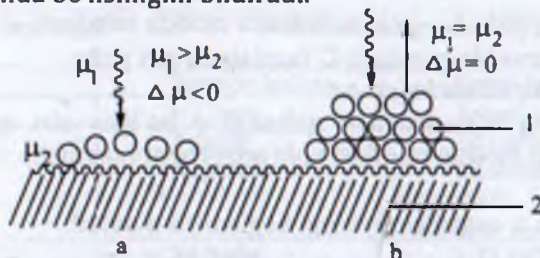
Kimyoviy potensial istalgan fizik - kimyoviy jarayonning shu jumladan fazalar chegarasi qismining ham intensivlik faktoridir. Jismning temperaturasi ham intensivlik faktoridir. Izolirlangan sistemalarda issiqlik issiqroq jismdan issiqligi kamroq jismga (ularning temperaturalari tenglashguncha) o'z-o'zidan o'tadi. Issiqlikni uzatish sharoitni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$\Delta T = (T_2 - T_1) \leq 0$$

Quyidagi rasmga mos ravishda adsorbsiyada kimyoviy potensialning o'zgarishi:

$$\Delta \mu = (\mu_2 - \mu_1) \leq 0$$

" < " belgi jarayonning o'z-o'zidan borishini, " = " belgi esa muvozanat holida bo'lishligini bildiradi.



Jarayonning boshida (a) va muvozanat vaqtidagi (b) adsorbsiya
1-adsorbat molekulasi; 2-adsorbent

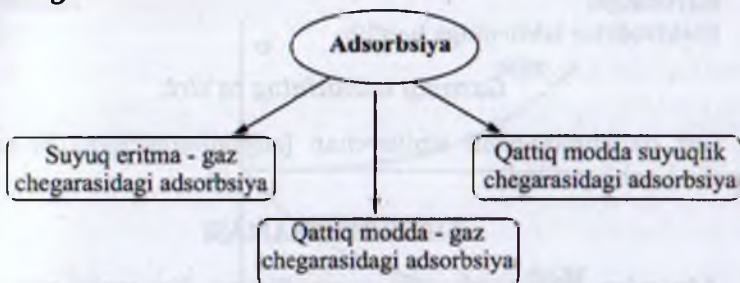


Tenglamaga muvofiq birorta moddaning sirtidagi kimyoviy potensial (μ_2), uning tashqarisidagi kimyoviy potensial (μ_1) dan kichik bo'lsa, fazalarning sirt qismida jarayonlar sodir bo'ladi.

Adsorbsiya o'z-o'zidan sodir bo'ladi va adsorbilanish to'g'ri va teskari jarayonlari o'rtasida muvozanat o'rnatilguncha davom etadi.

“SUYUQ ERITMA-GAZ” CHEGARASIDAGI ADSORBSIYA

Adsorbsiya adsorbent va adsorbentlar agregat holatiga ko'ra 3 ga bo'linadi:



Ma'lumki, dispers sistemalarning barcha xossalarini geterogenlik va disperslik yoki bu ikki asosiy belgilarning oqibatlari deb qarash mumkin. Chunki, dispers sistemalarning geterogenligi yoki ko'p fazalik belgisi dispers sistemalar kimyosida fazalararo sirtlar, sirt qavatlar, ya'ni sirt hodisalar mavjudligini ta'minlovchi belgi sifatida namoyon bo'ladi. Shunga ko'ra dispers sistemalar kimyosida sirtida sodir bo'ladigan jarayonlarni o'rganish eng muhim vazifa deb qaraladi. Sirt hodisalarning eng muhimlaridan biri adsorbsiya jarayoni bo'lib, hatto dispers sistemalarning hosil bo'lishi ham shu jarayonlar bilan chambarchas bog'liqdir.

Fazalarning chegara qismiga adsorbilanishi natijasida sirt taranglikni kamaytiradigan organik moddalar – **sirt-aktiv** moddalar deyiladi.

O'zaro kontaktda bo'lgan fazalarda yutilayotgan moddaning taqsimlanishi adsorbsion muvozanat konstantasi bilan xarakterlanadi:

$$K_{\text{taqsiml}} = \frac{C_1}{C_2}$$

C_1 – yutilayotgan moddaning adsorbentdagi konsentratsiyasi;



C₂ - yutilayotgan moddaning adsorbentni o'rab turuvchi muhitdagi konsentratsiyasi.

Taqsimlanish konstantasi:

O'zaro kontaktdagi fazalar tabiatiga;
Haroratga bog'liq bo'ladi.

Suyuqlikka gazning adsorbsiyalanuvchanligi:

Gazning tabiatiga;
Gazning bosimiga;
Haroratga;
Elektrolitlar ishtirokiga bog'liq.

Gazning tabiatining ta'siri:

Gaz qanchalik oson siqiluvchan (suyuqlanuvchan) bo'lsa, u shuncha kuchli yutiladi.

GIBBS TENGLAMASI

Adsorbsiya jarayonida sirt taranglikning kimyoviy potensial o'zgarishiga bog'liq holda kamayishida adsorbsiya qiymati (Γ) o'zgaradi:

$$\Gamma = -\frac{d\sigma}{d\mu}$$

Bu Gibbsning fundamental adsorbsiya tenglamasi deb ataladi. Bu tenglama **kimyoviy potensial o'zgarishi bilan adsorbsiya jarayonida sirt taranglikning kamayishini ko'rsatadi**. Faqat kimyoviy potensialning o'zgarishi adsorbsiyani keltirib chiqaradi. Adsorbsiya sodir bo'lish vaqtida sirt taranglik kamayadi. Shuning uchun $\frac{d\sigma}{d\mu}$ oldiga minus ishorasi qo'yilgan.

Kolloid sistemalarda adsorbsiya jarayoni fazalararo sirt moddaning konsentratsiya gradiyenti o'z-o'zidan ortishi kuzatiladigan tomonga boradi. Yetarlicha suyultirilgan eritmalar uchun

$$\mu = \mu_0 + RT \ln C$$

$$d\mu = RT \frac{dC}{C}$$

$\Gamma = -\frac{d\sigma}{d\mu}$ ekanligini inobatga olsak, $\Gamma = -\frac{C}{RT} \frac{d\sigma}{dC}$ bo'ladi. Bu

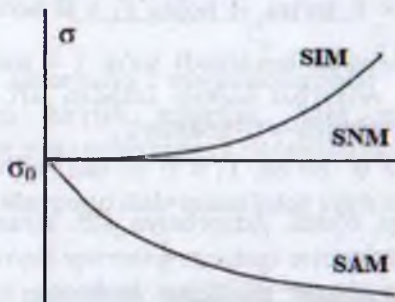


suyultirilgan SAM eritmaları uchun Gibbs tenglamasidir.

$\Gamma > 0$ bo'lgan moddalar uchun $\sigma \left(\frac{d\sigma}{dc} < 0 \right)$ kamayadi-bu SAM lardir (musbat adsorbsiya).

$\Gamma < 0$ bo'lgan moddalar uchun σ ortadi $\left(\frac{d\sigma}{dc} > 0 \right)$ -bular sirt aktivlikni kamaytiradigan moddalardir (manfiy adsorbsiya).

$\frac{d\sigma}{dc}$ - **sirt aktivlik deyiladi**. U adsorbtiv (adsorbat) konsentratsiyasiga bog'liq holda sirt taranglikning kamayishini ko'rsatadi.



“Suyuqlik-gaz” fazalararo chegara sirtida sirt-aktiv moddalar (SAM) konsentrlanadi (adsor bilanadi). “Eritma-havo” sirtiga nisbatan sirt aktiv moddalar molekulari difil tuzilishga ega. Ular qutbli va qutbsiz qismlar (uglevodorod radikallari) dan iborat bo'ladi. Masalan, spirtlar, aminokislotalar, oqsillar, organik kislotalar va aminlar. Sirt-aktiv moddalar adsor bilanib, eritmaning sirt tarangligini toza erituvchi sirt tarangligiga taqqoslaganda ancha kamaytiradi. Sirt taranglikning kamayishi qancha katta bo'lsa eritmada SAMning konsentratsiyasi shuncha yuqori bo'ladi.

Termodinamikaning II-qonunidan kelib chiqqan holda J.Gibbs XIX asrning 70 yillarida suyultirilgan eritmalar uchun erigan moddaning adsorbsiyasi bilan eritma sirt tarangligining o'zgarishini bog'lovchi quyidagi tenglamasini yaratdi:

$$\Gamma_i = \frac{C_i}{RT} \cdot \frac{d\sigma}{dC_i} \quad \text{amalda} \quad \Gamma_i = - \frac{(\sigma_{\text{eritma}} - \sigma_{\text{er}})}{kT}$$

Bu yerda Γ_i - i-komponentning ortiqcha (mo'l) adsorbsiyasi; C_i - i komponentning eritmada molyar konsentratsiyasi; T -



adsorbsiya borayotgan vaqtdagi harorat; R – universal gaz doimiysi;
 $\frac{d\sigma}{dC_i}$ - konsentratsiya dC_i o'zgarganida eritma sirt tarangligining
 o'zgarishi.

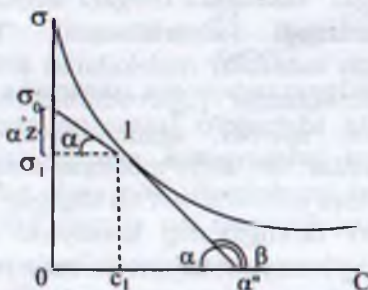
Gibbsning bu tenglamasi suyultirilgan eritmalar uchun bo'lib, konsentrlangan eritmalar uchun konsentratsiya o'rniga aktivlik qo'yiladi:

$$\Gamma_i = \frac{a}{RT} \cdot \frac{d\sigma}{da_i}$$

Agar $\frac{d\sigma}{dC_i} < 0$ bo'lsa, u holda $\Gamma_i > 0$ bo'ladi, demak musbat (ortiqcha) adsorbsiya kuzatiladi ya'ni i – modda eritma sirtida konsentrlanadi. Adsorbat hajmiy fazadan sirt qavatga o'tadi. Sirt taranglik ortadi (Modda-sirt-noaktiv).

Agar $\frac{d\sigma}{dC_i} > 0$ bo'lsa, $\Gamma_i < 0$ bo'ladi, ya'ni i – modda eritma sirtidan hajmiga o'tadi. Adsorbsiya sirt taranglikni kamaytiradi. (Modda sirt-aktiv).

σ va C orasidagi bog'liqlik grafigidan $\frac{d\sigma}{dC_i}$ ning qiymatini aniqlash mumkin:



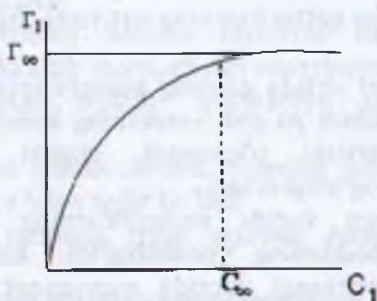
$$\frac{d\sigma}{dC_i} = -\operatorname{tg}\beta = \operatorname{tg}\alpha = \frac{Z}{C_i} \text{ bu yerda } \Gamma_i = -\frac{C_i}{RT} \cdot \frac{d\sigma}{dC_i} = \frac{C_i Z}{RTC_i} = \frac{Z}{RT}$$

Quyidagi jadvalni to'ldirib istalgan konsentratsiyalar uchun ortiqcha adsorbsiyani hisoblash mumkin:

C_1	σ	Z_1	Γ_1	C_1	σ	Z_1	Γ_1
C_1	σ_1	Z_1	Γ_1	C_4	σ_4	Z_4	Γ_4
C_2	σ_2	Z_2	Γ_2	...	...	...	...
C_3	σ_3	Z_3	Γ_3	...	...	...	...



Jadvalda berilganlardan foydalanib adsorbsiya izotermasi chiziladi:



Izotermadan adsorbsiya monomolekulyar (bir qatlamli) ekanligini osongina ko'rish mumkin. SAM ning eritmadagi konsentratsiyasining yana oshishi hech narsani o'zgartirmaydi.

Mavzuga doir masalalar yechish

1. 293 K da propil spirtning suvdagi eritmasida sirt taranglik bilan konsentratsiya orasidagi bog'liqlik Shishkovskiy tenglamasi $\sigma = \sigma_0 - 14,4 \cdot 10^{-3} \ln(1 + 6,6C)$ bilan ifodalanadi. 0,25 mol/l konsentratsiyada suvli eritma - havo sirt chegarasida propil spirtning adsorbsiyasini hisoblang.

Yechish: Masala shartida berilgan tenglamadan

$$A = 6,6; B = 14,4 \cdot 10^{-3}$$

Bu konstantalarni

$$\Gamma = \frac{B}{RT} \cdot \frac{AC}{1 + AC} \text{ tenglamaga qo'yamiz:}$$

$$\Gamma = \frac{14,4 \cdot 10^{-3}}{8,314 \cdot 293} \cdot \frac{6,6 \cdot 0,25}{1 + 6,6 \cdot 0,25} = 3,57 \cdot 10^{-3} \text{ mol/m}^2$$

2. 293 K da adsorbsion to'yinganda izobutil sirt molekulari $2,97 \cdot 10^{-19} \text{ m}^2$ yuzani egallaydi. Γ_∞ ni va Shishkovskiy tenglamasidagi B konstantani hisoblang.

Yechish:

$$\Gamma_\infty = \frac{1}{S_0 N_A} = \frac{1}{2,97 \cdot 10^{-19} \cdot 6,02 \cdot 10^{23}} = 5,6 \cdot 10^{-6} \text{ mol/m}^2$$

$$B = \Gamma_\infty$$

$$RT = 5,6 \cdot 10^{-6} \cdot 8,314 \cdot 293 = 0,0136 \text{ j/m}^2$$



QATTIQ JISM SIRTIDAGI ADSORBSIYA

Qattiq jism ham xuddi suyuqlik kabi, sirt tarangligiga ega. Lekin hozirgacha qattiq jismning sirt tarangligini aniq o'lchash usuli ma'lum emas.

Qattiq jism sirtida gazning adsorbilanishini miqdor jihatidan xarakterlash uchun yo gaz bosimining kamayishi, yoki adsorbent og'irligining ortishi o'lchanadi: chunki adsorbsiya vaqtida adsorbentning og'irligi ortadi.

Qattiq jism sirtida suyuqliklarning adsorbilanishini esa eritmadagi moddaning boshlang'ich konsentratsiyasi bilan adsorbsion muvozanat vaqtida muvozanat konsentratsiyasining ayirmasi orqali aniqlaniladi.

Adsorbentning sirt birligiga ($1m^2$ ga) yutilgan moddaning gramm-molekula(mol) hisobidagi miqdori **solishtirma adsorbilanish** deyiladi.

Solishtirma adsorbsiyani topish uchun adsorbsion muvozanat vaqtida yutilgan modda miqdorini (mol hisobida) adsorbent sirtiga bo'lish kerak:

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

bu yerda Γ - solishtirma adsorbsiya, x - yutilgan modda miqdori, s - adsorbent sirti. Lekin qattiq g'ovak adsorbentlarning (ko'mir, silikagel va hokazolarning) sirtini o'lchash juda qiyin bo'lganligi uchun amalda solishtirma adsorbsiyani topishda modda miqdori adsorbent massasiga bo'linadi:

$$\Gamma = x / m$$

Bu yerda x - yutilgan moddaning gramm hisobidagi massasi, m - adsorbentning gramm hisobida olingan massasi. Har qanday adsorbent ma'lum (o'ziga xos) miqdordan ortiq moddani yuta olmaydi. Moddaning sirt birligiga ($1m^2$ yutilishi mumkin bo'lgan eng ko'p miqdori solishtirma adsorbsiya deyilib, Γ_{∞} bilan belgilanadi.

GAZ VA BUG'LARNING QATTIQ JISM SIRTIGA ADSORSIYASI

Qattiq modda sirtiga gaz va bug'larning adsorbsiyasi musbat ya'ni sistema hajmiga nisbatan adsorbent sirtida gazlarning muvozanat holatida konsentratsiyasi yuqori bo'ladi.



Qattiq adsorbentning o'ziga xos xususiyatlari:

Suyuqlik sirtidan farq qilib, qattiq jism sirti bir jinsli emas ya'ni murakkab tuzilishli bo'ladi;

Qattiq jism sirtining hamma joylarida ham adsorbsiya kuzatilavermaydi, balki aktiv markazlarda adsorbsiya sodir bo'ladi.

Adsorbsiya qaytar bo'ladi. Adsorbsion muvozanat tez o'rnatiladi.

Adsorbent yuzasi g'ovak bo'ladi. Shuning uchun adsorbsiya kapilyar kondensatsiya bilan sodir bo'ladi.

Yutilish qattiq jismning ichki qismida ham sodir bo'ladi (Absorbsiya).

Qattiq jism sirtidagi adsorbilanishni tekshirish natijasida qutbli adsorbentlar qutbli modda yoki ionlarni, qutbsiz adsorbentlar esa qutbsiz moddalarni adsorbilashi aniqlandi.

Adsorbilanish maqsadlari uchun ko'mir maxsus ishlanadi, ya'ni aktivlantiriladi. Bunda ko'mirning teshiklaridagi har xil smolalar yo'qotiladi va ko'mirning g'ovakligi oshiriladi. Ko'mir qanday sharoitda aktivlantirilishiga qarab yoki kislotalarni yoki asoslarni ko'proq adsorbilaydi. Masalan, 900°C da aktivlangan ko'mir kislotalarni; $400^{\circ}\text{--}450^{\circ}\text{C}$ da aktivlantirilgani esa asoslarni yaxshi adsorbilaydi. Buni N. A. Shilov aktivlangan ko'mir sirtida asos yoki kislota xarakteriga ega bo'lgan oksidlarning hosil bo'lishidandir deb tushuntirgan. Adsorbent sifatida ko'mirdan tashqari silikagel ham ko'p ishlatiladi. U kislota xarakteriga ega bo'lgan adsorbentlar qatoriga kirib, asosan asoslarni adsorbilaydi.

Adsorbsiya jarayoni kimyoviy texnologiyada katta rol o'ynaydi. Gaz aralashmalarini ajratib olishda ko'proq ko'mir va silikageldan foydalaniladi. Oziq-ovqat texnologiyasida esa hidlanib qolgan mahsulotlarni hiddan tozalashda aktivlangan ko'mirdan foydalaniladi. Bundan tashqari adsorbsiyadan foydalanib koks gazidan benzol olinadi. Eritmalarni va organik moddalarni rangli qo'shimchalardan tozalashda ham aktivlangan ko'mirning adsorbsion xususiyatidan foydalaniladi.

Qattiq jism sirtida ketadigan adsorbsiya ustida bir qancha tajriba natijalari yig'ilgan bo'lsa ham, lekin uning umumiy nazariyasi yo'q. Bunga sabab, bir qancha qiyinchiliklarning borligidir:

1) Adsorbilanish jarayonida qattiq jismga erigan modda va erituvchi molekullari bir vaqtning o'zida yutiladi. Eritmadan



elektrolitlar ham adsorbilanishi mumkin. Shunga ko'ra adsorbsiya **molekulyar** va **ionli** adsorbsiyaga bo'linadi. Ko'pincha moddalar adsorbentga tanlab yutiladi.

2) Erituvchi molekulari bilan erigan modda molekulari bir - biri bilan bog'lanishi mumkin. Ana shu qiyinchiliklar natijasida qattiq jism sirtidagi adsorbsiya murakkab hisoblanadi.

Qattiq jism sirtiga moddaning butun molekula holida yutilishiga molekulyar **adsorbsiya** deyiladi va unda uch hol kuzatiladi:

1. *Eritgan modda erituvchiga nisbatan ko'p yutilsa musbat adsorbsiya sodir bo'ladi.*

2. *Erituvchi erigan moddaga nisbatan ko'p yutilsa manfiy adsorbsiya deyiladi.*

3. *Agar erigan modda adsorbent va eritmaning butun hajmida konsentratsiyasi bir xil bo'lsa, adsorbsiya sodir bo'lmasligi ham mumkin.*

Qattiq jismlar sirtidagi molekulyar adsorbsiya Lengmyur va Freyndlix tenglamalari bilan ifodalanadi.

Ko'p hollarda adsorbsiya yutilgan modda miqdori bilan o'zgarmas haroratda adsorbentning muvozanatdagi konsentratsiyasi (muvozanat bosimi) orasidagi bog'liqlik bilan ifodalanadi, ya'ni adsorbsiya izomermalari deb ataluvchi grafik tuziladi:

$$\underbrace{\Gamma = f(C_p) \quad \text{yoki} \quad \Gamma = f(P)}_{T = \text{const}}$$

LENGMYURNING MONOMOLEKULAR ADSORBSIYA NAZARIYASI

Lengmyur nazariyasi quyidagi holatlarga asoslanadi:

Adsorbsiya lokallasgan, ya'ni adsorbent sirtining hamma joylarida ham adsorbsiya kuzatilavermaydi. Balki alohida olingan aktiv markazlarda adsorbsiya sodir bo'ladi. Har bir aktiv markaz faqat bitta gaz molekulasini adsorbilaydi. Natijada monomolekulyar qavat hosil bo'ladi. Bir aktiv markaz boshqasiga ta'sir ko'rsatmaydi.

Adsorbsion markazlar energetik ekvivalent-**adsorbent yuzasi ekvipotensial**;

Adsorbilangan molekularlar bir-birlari bilan ta'sirlashmaydi;



Qattiq adsorbent sirtiga gazlarning adsorbsiyasini kvazikimyoviy reaksiya sifatida qarash mumkin:

Gaz molekulasi + aktiv markaz $\leftrightarrow$ adsorбилangan kompleks

Muvozanat holatida adsorbsiya tezligi desorbsiya tezligiga teng bo'ladi.

Desorbsiya tezligi band bo'lgan aktiv markazlar ulushiga (x), adsorbsiya tezligi esa adsorbat konsentratsiyasining bo'sh (band bo'lmagan) aktiv markaz ulushi ($1-x$) ga ko'paytmasiga teng:

$$g_{des} = k_{des} \cdot x;$$

$$g_{ads} = k_{ads} \cdot C(1-x);$$

$$k_{des} \cdot x = k_{ads} \cdot C(1-x) \text{ dan}$$

$$x = \frac{k_{ads} \cdot C}{k_{des} + k_{ads} \cdot C}$$

tenglamaning o'ng tomonini k_{ads} ga bo'lib,

$$x = \frac{C}{\frac{k_{des}}{k_{ads}} + C} = \frac{C}{K + C}$$

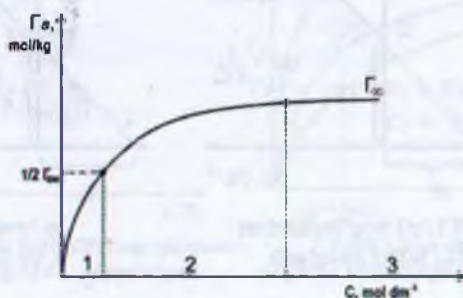
ga ega bo'lamiz. $x = 1$ bo'lganda maksimal adsorbsiya bo'ladi.

Bundan $x = \frac{\Gamma}{\Gamma_0}$ kelib chiqadi. U holda $\frac{\Gamma}{\Gamma_0} = \frac{C}{C + K}$ dan $\Gamma = \Gamma_0 \frac{C}{C + K}$ hosil bo'ladi.

Lengmyur tenglamasi tavsifi:

Nazariy asoslangan;

2. Adsorbktiv konsentratsiyasi past va yuqori bo'lgan holatlarda to'g'ri natija beradi.





I - soha chiziqli. Haqiqatda ham past konsentratsiyalarda $KC \ll 1$; $1 + KC \approx 1$ va Lengmyur tenglamasi $\Gamma = \Gamma_{\infty} KC$ ko'rinishni oladi.

III - soha ham chiziqli. Bu adsorbsiya o'zining to'yingan qiymatga erishganligini bildiradi. Bunda $KC \gg 1$ va $1 + KC \approx KC$ demak, $\Gamma = \Gamma_{\infty}$ (Lengmyur tenglamasi).

Lengmyur tenglamasidagi o'zgarmaslarni topish uchun uni chiziqli shaklga keltirish kerak.

Lengmyur nazariyasi qattiq jism - gaz chegarasidagi adsorbsiyani ifodalaganligi uchun tenglamalardagi C (konsentratsiya) o'rniga bosim (P) ni qo'yish to'g'riroq bo'ladi. Shuning uchun Lengmyur tenglamasini quyidagi ko'rinishda ifodalash muhimroqdir:

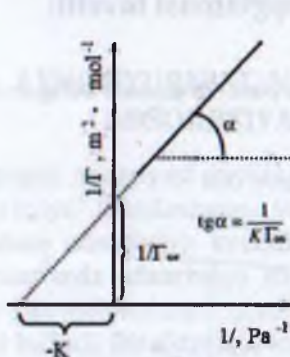
$$\Gamma = \Gamma_{\infty} \frac{Kp}{1 + Kp}$$

bu yerda: p - gazning parsial bosimi, K - lengmyur tenglamasida adsorbsion muvozanat konstantasi, Γ_{∞} - cheksiz adsorbsiya. (adsorbsion monoqatlamning sig'imi).

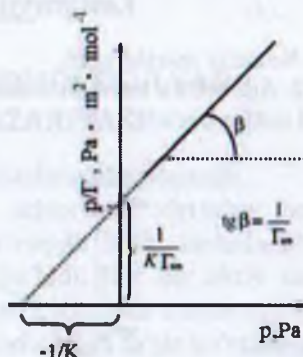
K va Γ_{∞} larni topish uchun yuqoridagi tenglamani chiziqli ko'rinishda yozamiz:

$$\frac{1}{G} = \frac{1}{G_{\infty}} + \frac{1}{K G_{\infty}} \frac{1}{p}; \quad \frac{R}{G} = \frac{1}{K G_{\infty}} + \frac{1}{G_{\infty}} R$$

Bu tenglamalar Lengmyur adsorbsiya izotermasining chiziqli tenglamalari (yoki adsorbsiya izoterma tenglamalari Lengmyur bo'yicha chiziqli ko'rinishda) deyiladi. $1/G = f(1/p)$ yoki $p/g = f(p)$ bog'liqlikdan yuqoridagi tenglamalarni qo'llab K va G_{∞} larning qiymatlarini topamiz:



$1/G = f(1/p)$ bog'liqlikdan
 K va G_{∞} larni aniqlash



$p/g = f(p)$ bog'liqlikdan
 K va G_{∞} larni aniqlash



To'yingan adsorbsiya qiymati (G_{∞}) bo'yicha adsorbat molekulasi o'lchamini aniqlash mumkin: adsorbent sirtida adsorbat molekulasi egallagan yuza (S_0), adsorbat molekulasining uzunligi, adsorbsion qavat qalinligi (δ) teng:

$$S_0 = \frac{1}{G_{\infty} \cdot N_A}; \quad \delta = \frac{G \cdot M}{\rho}$$

M-adsorbatning molyar massasi.

Shishkovskiy tenglamasidagi K (solishtirma kapilyar doimiylik) va Lengmyur tenglamasidagi K (adsorbsion muvozanat konstantasi) bir xil kattalik ekanligi isbotlangan.

Molekulyar adsorbsiyaga ta'sir etuvchi omillar

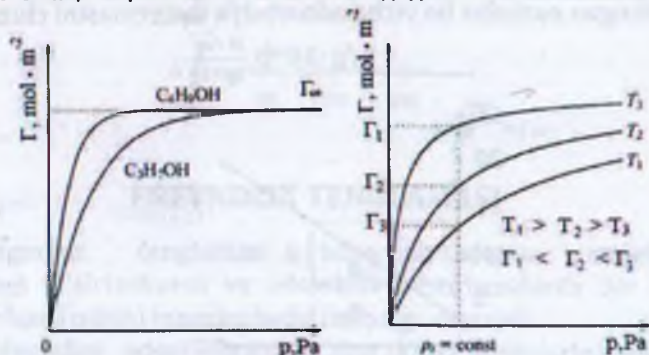
Adsorbent va adsorbatning tabiati. Qutbli adsorbentlarga qutbli moddalarning molekullari, qutbsiz adsorbentlarga qutbsiz moddalarning molekullari adsor bilanadi.

Harorat. Adsorbsiya jarayoni ekzotermik hisoblanadi, shuning uchun harorat ko'tarilganda adsorbsion muvozanat qaytar jarayon tomonga (desorbsiya) siljiydi. Adsorbsion muvozanat konstantasi kamayadi, bu Vant-Goff izotermasidan kelib chiqadi:

$$\frac{d \ln K}{dT} = -\frac{\Delta H}{RT^2}$$

demak, harorat ko'tarilganda adsorbsiya kamayadi.

Adsorbatning parsial bosimi. Lengmyur bo'yicha adsorbsiya kattaligi qiymati har doim musbat va adsorbatning parsial bosimi ortishi bilan oshadi. Qachonki, sirt yuza adsorbatning monomolekulyar qavati bilan to'lishi tugaguncha.



Bitta gomologik qatordagi har xil adsorbatlar uchun Lengmyur adsorbsiya

Turli haroratlarda Lengmyur bo'yicha adsorbsiya izotermalari



izotermalari

Lengmyur bo'yicha adsorbsiya kattaligi (G) adsorbent va adsorbatning tabiatiga, haroratga va adsorbatning parsial bosimiga (konsentratsiyaga); Lengmyur bo'yicha to'yingan adsorbsiya (G_{∞}) faqat adsorbat tabiatiga; adsorbsion muvozanat konstantasi (K) esa adsorbent va adsorbat tabiatiga, haroratga bog'liq.

Mavzuga doir masalalar yechish

1. Karbonat angidridning aktivlangan ko'mirga adsorbsiyasi o'rganilganda quyidagi natijalar olingan:

$p \cdot 10^2 \text{ H/m}^2$	9,9	49,7	99,8	200
$\Gamma \cdot 10^3, \text{ kg/kg}$	32	70	91,0	102,0

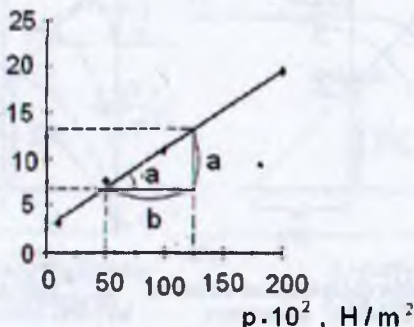
Lengmyur izotermasini chizing va Lengmyur tenglamasidagi konstantani hisoblang.

Yechish: Har bir p uchun p/U ni hisoblaymiz:

$p \cdot 10^2 \text{ H/m}^2$	$\Gamma \cdot 10^3, \text{ kg/kg}$	$\frac{P}{\Gamma} \frac{\text{H/m}^2}{\text{kg/kg}}$
9,9	32,0	$\frac{P}{\Gamma} = \frac{9,9 \cdot 10^2 \text{ H/m}^2}{32 \cdot 10^{-3} \text{ kg/kg}} = 3,1 \cdot 10^4$
49,7	70,0	$\frac{P}{\Gamma} = \frac{49,7 \cdot 10^2 \text{ H/m}^2}{70 \cdot 10^{-3} \text{ kg/kg}} = 7,1 \cdot 10^4$
99,8	91,0	$\frac{P}{\Gamma} = \frac{99,8 \cdot 10^2 \text{ H/m}^2}{91 \cdot 10^{-3} \text{ kg/kg}} = 10,9 \cdot 10^4$
200	102,0	$\frac{P}{\Gamma} = \frac{200 \cdot 10^2 \text{ H/m}^2}{102 \cdot 10^{-3} \text{ kg/kg}} = 19,6 \cdot 10^4$

Olingan natijalar bo'yicha adsorbsiya izotermasini chizamiz:

$$p/g \cdot 10^{-4} b \frac{\text{H/m}^2}{\text{kg/kg}}$$





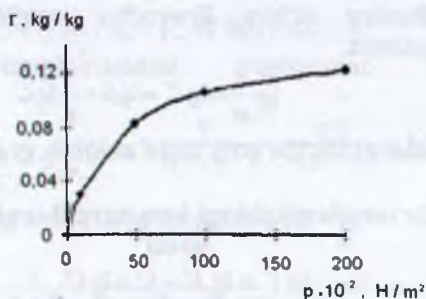
Grafikdan foydalanib K ni hisoblaymiz:

$$\lg \alpha = \frac{1}{\Gamma_{\infty}}; \quad \Gamma_{\infty} = \frac{b}{a} = \frac{(125-51) \cdot 10^3 \text{ H/m}^2}{(13-7) \cdot 10^3 \text{ H/m}^2 \text{ kg/kg}} = 0,146 \text{ kg/kg}$$

$$\frac{1}{\Gamma_{\infty} K} = 2,5 \cdot 10^4 \frac{\text{H/m}^2}{\text{kg/kg}}; \quad K = \frac{1}{2,5 \cdot 10^4 \cdot 0,152} = 2,63 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{H}$$

$\Gamma = \Gamma_{\infty} = \frac{Kp}{1 + Kp}$ bo'yicha adsorbsiya qiymatini hisoblaymiz:

$p \cdot 10^{-2}, \text{H/m}^2$	$\Gamma, \text{kg/kg}$
9,9	$\Gamma = 0,146 \frac{\text{kg}}{\text{kg}} \cdot \frac{2,63 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{H} \cdot 9,9 \cdot 10^2 \text{ H/m}^2}{1 + 2,63 \cdot 10^{-4} \cdot 9,9 \cdot 10^2} = 0,03$
49,7	$\Gamma = 0,146 \frac{\text{kg}}{\text{kg}} \cdot \frac{2,63 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{H} \cdot 49,7 \cdot 10^2 \text{ H/m}^2}{1 + 2,63 \cdot 10^{-4} \cdot 49,7 \cdot 10^2} = 0,083$
99,8	$\Gamma = 0,146 \frac{\text{kg}}{\text{kg}} \cdot \frac{2,63 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{H} \cdot 99,8 \cdot 10^2 \text{ H/m}^2}{1 + 2,63 \cdot 10^{-4} \cdot 99,8 \cdot 10^2} = 0,106$
200	$\Gamma = 0,146 \frac{\text{kg}}{\text{kg}} \cdot \frac{2,63 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{H} \cdot 200 \cdot 10^2 \text{ H/m}^2}{1 + 2,63 \cdot 10^{-4} \cdot 200 \cdot 10^2} = 0,123$



FREYNDLIX TENGLAMASI

Lengmyur tenglamasi adsorbsiyalangan molekularlar o'rtasidagi ta'sirlashuvni va adsorbktiv adsorbentlarda bir nechta qavatlar hosil qilishi mumkinligini inobatga olmaydi.

G.Freyndlix adsorbsiyaning murakkab holatlarini inobatga oluvchi quyidagi tenglamani topdi:



$$\Gamma = \beta \cdot C^{\frac{1}{n}}$$

bu yerda β va n – konstantalar

β – konstantaning fizik ma'nosi shundan iboratki, u muvozanat konsentratsiya birga teng bo'lgandagi adsorbsiyani ifodalaydi (agar $C = 1$ mol/l bo'lsa, $\beta = \Gamma$ bo'ladi). β – konstanta adsorbent va adsorbatning tabiatiga bog'liq.

Adsorbsion ko'rsatkich $\frac{\Gamma}{m}$ ning qiymati $0,1 \div 1$ oralig'ida bo'ladi va haroratga hamda adsorbat tabiatiga bog'liq.

Tajribalarning ko'rsatishicha kichik va o'rtacha konsentratsiyalar sohasida Freyndlix tenglamasi Lengmyur tenglamasiga nisbatan adsorbsiya jarayonini to'g'riroq ifodalay oladi va amaliy maqsadlarda ishlatiladi. Qattiq adsorbentlarga erigan moddalarning yutilishida solishtirma adsorbsiyani Gibbs tenglamasi bilan hisoblab bo'lmaydi. Solishtirma adsorbsiya va eritmada muvozanatli konsentratsiya o'zgarmas haroratda Freyndlixning empirik tenglamasi bilan bog'liqlikka ega:

$$\Gamma = \frac{x}{m} = \beta \cdot C^{1/n}$$

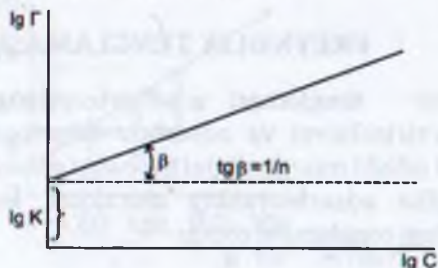
Har ikkala konstantalar (β va $\frac{1}{n}$) grafik usulda osongina aniqlanadi. Buning uchun Freyndlix tenglamasini logarifmik ko'rinishda yozamiz:

$$\lg \frac{x}{m} = \lg \Gamma = \lg \beta + \frac{1}{n} \lg C$$

$\frac{x}{m}$ qiymatlarni tajriba yo'li bilan aniqlab, grafik tuzamiz:

Freyndlix tenglamasidagi konstantalarni topishning grafik usuli

$$\lg \Gamma = \lg K + 1/n \lg C$$





Adsorbsiya izotermasi

Freyndlix tenglamasi bo'yicha hisoblashlarda solishtirma adsorbsiyaning qiymati va o'lchamliligi muvozanat konsentratsiyasini ifodalash usuliga bog'liq. Ko'p hollarda eritmaning konsentratsiyasi mol/l larda ifodalanadi. **Freyndlix tenglamasining tavsifi:**

Tenglama tajriba yo'li bilan olingan;

Faqat qattiq yuzalar uchun qo'llaniladi;

O'rtacha konsentratsiyalarda to'g'ri natijalar beradi.

Mavzuga doir masalalar yechish

Simob-suv sirtiga suvda erigan sirt aktiv moddaning adsorbsiyasi Lengmyur tenglamasiga bo'ysunadi. Sirt aktiv moddaning konsentratsiyasi 0,2 mol/l bo'lganda sirtning cho'kish darajasi 0,5 ga teng. 298 K da simobning eritma bilan chegarasidagi sirt tarangligini hisoblang. Yuzaning (sirtning) SAM bilan bo'lishining ruxsat etilgan yuzasi $S_0 = 0,2 Nm^2$ ga teng. Suv bilan simob chegarasida sirt taranglik 0,373 j/m² ni tashkil etadi.

Yechish:

$$\sigma = \sigma_0 - \Gamma_{\infty} RT \ln(1 + KC)$$

Lengmyur tenglamasidan muvozanat konstantasini aniqlaymiz:

$$\theta = \frac{KC}{1 + KC} \text{ dan } K = \frac{\theta}{c(1 - \theta)} = \frac{0,5}{0,2 \cdot 0,5} = 5 \text{ l/mol}$$

Monoqatlam sig'imi (Γ_{∞}) ni hisoblaymiz:

$$\Gamma_{\infty} = \frac{1}{S_0 N_A} = \frac{1}{20 \cdot 10^{-20} \cdot 6,02 \cdot 10^{23}} = 8,3 \cdot 10^{-6} \text{ mol/m}^2$$

b va G_{∞} ni bilgan holda σ ni hisoblaymiz:

$$\sigma = 0,373 - 8,3 \cdot 10^{-6} \cdot 8,31 \cdot 298 \ln(1 + 5 \cdot 0,1) = 0,365 \text{ j/m}^2$$

2. Agar adsorbsiya natijasida adsorbat konsentratsiyasi 17 marta ortsa, absolyut adsorbsiyaning qanday qismini ortiqcha adsorbsiya tashkil etadi.

Yechish: Ortiqcha adsorbsiyani hisoblaymiz:



$$\Gamma = \Gamma_{\infty} - ch = C_B ch = h(C_B - C)$$

Ortiqcha adsorbsiya bilan absolyut adsorbsiya o'rtasidagi nisbatni topamiz:

$$\frac{\Gamma}{\Gamma_{\infty}} = \frac{(C_B - C) \cdot h}{C_B h} = \frac{17C - C}{17C} = \frac{16}{17} = 0,941$$

3. 313 K da 5 g benzolning suvdagi 75% li emulsiyasining dispersligi $D = 2 \text{ mkm}^{-1}$ ga teng bo'lsa, to'liq sirt energiyasini hisoblang. 313 K da benzolning zichligi (ρ) $0,858 \text{ g/sm}^3$; sirt taranglik $\sigma = 32 \text{ mJ/m}^2$, sirt taranglikning harorat koeffitsiyenti $d\sigma/dT = -0,13 \text{ mJ/(m}^2 \cdot \text{K)}$ ga teng.

Yechish: To'liq sirt energiya Gibbs-Gelmgols tenglamasi bo'yicha hisoblanadi:

$$U_s = \left[\sigma - T \left(\frac{d\sigma}{dT} \right) \right] \cdot S$$

5 g 75% li emulsiyada benzol tomchisining yuzasi:

$$S = 6VD = 6D \frac{m}{\rho} = \frac{6 \cdot 2 \cdot 10^6 \cdot 5 \cdot 0,75 \cdot 10^{-3}}{858} = 52,4 \text{ m}^2$$

bundan

$$U_s = [32 \cdot 10^{-3} + 0,13 \cdot 10^{-3} \cdot 313] \cdot 52,4 = 3,81 \text{ J}$$

4. Sirt tarangligi $55,6 \text{ kJ/m}^2$ bo'lgan eritmada propion kislotaning adsorbsiyasini Lengmyur tenglamasi bo'yicha hisoblang. Eritmada kislotaning konsentratsiyasi $0,5 \text{ mol/l}$, Lengmyur tenglamasidagi b koeffitsiyenti $7,73 \text{ l/mol}$, 295 K da suvning sirt tarangligi $71,96 \text{ kJ/m}^2$ ga teng.

Yechish:

$$\Gamma_{\infty} = \frac{\sigma_s - \sigma}{RT \ln(1 + KC)} = \frac{(71,96 - 55,6) \cdot 10^{-3}}{8,314 \cdot 295 \cdot \ln(1 + 0,5 \cdot 7,73)} = 4,179 \text{ mol/l};$$

$$\Gamma = \Gamma_{\infty} \frac{KC}{1 + KC} = 4,179 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{0,5 \cdot 7,73}{1 + 0,5 \cdot 7,73} = 3,32 \cdot 10^{-6} \text{ mol/m}^2;$$

5. Agar 1 g ko'mir $3,76 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$ kislotani adsorbsiyalasa va $K = 0,12 \text{ mol/g}$, $n = 0,44$ ga teng bo'lsa, Freyndlix tenglamasidan foydalanib, sirka kislotaning eritmadagi muvozanat konsentratsiyasini hisoblang.



Yechish: $n < 1$ bo'lganda Freyndlix tenglamasi $G = KC^n$ ko'rinishga ega bo'ladi. Demak, $C = \sqrt[n]{\frac{G}{K}} = \sqrt[n]{\frac{3,76 \cdot 10^{-1}}{0,12}} = 3,82 \cdot 10^{-4}$ mol/l.

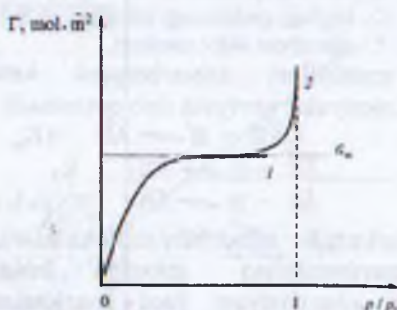
6. 1 l Agl zolining koagulyatsiyasi uchun 0,05 M li $Ba(NO_3)_2$ eritmasidan qancha hajm kerak bo'ladi?

Yechish: $C_{\text{koagulyatsiya bo'sag'asi}} = \frac{C_{\text{el}} \cdot V_{\text{el}}}{V_{\text{zul}} + V_{\text{el}}}$ Elektrolitning hajmi hosil bo'lsin, u holda: $2 \cdot 10^{-3} = \frac{0,05 \cdot x}{1 + x}$ dan $x = 0,042$ l yoki $V_{\text{el}} = 42$ ml.

BRUNAUER-EMMET-TELLERNING POLIMOLEKULAR ADSORBSIYA NAZARIYASI

Lengmyur tenglamasini faqatgina adsorbent sirtida moddaning adsorbsiyasi monomolekulyar qatlam hosil qilishi bilan sodir bo'lgandagina qo'llash mumkin.

Agar moddaning adsorbsiyasi gaz fazadan kritik haroratdan past haroratda sodir bo'lsa, ko'pincha hosil bo'lgan monomolekulyar qatlam ortiqcha sirt energiya bilan to'liq kompensasiya qilinmaydi va sirt kuchlarining ta'siri ikkinchi, uchinchi va keyingi adsorbsion qatlamlarga tarqalishi mumkin. Bunda adsorbsiya izotermasi 2-egrilikka to'g'ri keladi:



Mono (1) va polimolekulyar (2) adsorbsiya izotermalari

Polimolekulyar adsorbsiyani sirt kuchlari ta'sirida bug' (gaz)larning majburiy kondensasiyasi natijasi sifatida tasavvur qilishi mumkin. Agar monomolekulyar qatlam hosil bo'lish sohasida adsorbsiya kattaligi (qiymati) o'zining o'sishini sezilarli



sekinlashtirsa, bu bosim sohasi to'yingan bug' bosimiga yaqin bo'ladi va u keskin oshadi, va $p = p_s$ adsorbsiya gazning hajmiy kondensasiyasi bilan tugaydi. Polimolekulyar adsorbsiyani ifodalaydigan birinchi nazariyani XX asr boshida Brunauer, Emmet va Teller yaratgan.

Adsorbsiya izotermasi chizilganda S-simon izotermalar hosil bo'ladi. ***S - simon izotermalarni Brunauer, Emmet va Teller (BET) yaratgan. BET ning asosiy tenglamasini keltirib chiqarishda quyidagi holatlarga tayanilgan:***

Adsorbent sirtida adsorbktiv molekulalarini ushlashga qodir bo'lgan ma'lum sondagi teng qiymatli adsorbsion markazlar bo'ladi:

Birinchi qatlamdagi har bir molekula keyingi adsorbsion qatlam hosil bo'lishi uchun aktiv markaz hisoblanadi;

Adsorbilangan molekulalar qo'shni molekulalar bilan ta'sirlashmaydi;

Lengmyur tenglamasi nafaqat birinchi, balki keyingi adsorbktiv qatlamlari uchun qo'llaniladi.



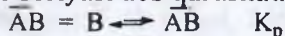
BET nazariyasiga ko'ra polmolekulyar adsorbsiya sxemasi

● - birinchi qatlamdagi adsorbktiv molekulalari;

○ - keyingi qatlamdagi adsorbktiv molekulalari;

* - adsorbent aktiv markazi.

Nazariya mualliflari adsorbsiyani ketma-ket boruvchi kvazikimyoviy reaksiyalar seriyasi deb qarashadi:



A - aktiv markaz; B - adsorbktiv molekulalari.

BET nazariyasining asosiy holatlari: Adsorbat molekulalarining adsorbsiyasi faol markazlarda (to'yinmagan bog'larning lokallashgan joylarida va h.z.) sodir bo'ladi va adsorbent sirtida monomolekulyar qavat hosil bo'lgandan so'ng to'xtamaydi;

Har bir adsorbirlangan molekula ikkinchi va undan keyingi adsorbat molekulalari uchun faol markaz vazifasini bajarishi mumkin. BET adsorbsiya izoterma tenglamasi quyidagicha ko'rinishga ega:



$$G = G_{\infty} K_{BET} \frac{R/R_s}{(1 - R/R_s)[1 + (K_{BET} - 1)R/R_s]}$$

bunda G - absolyut adsorbsiya; G_{∞} - Lengmyur bo'yicha to'yingan adsorbsiyaga mos keluvchi kattalik (adsorbentning 1m^2 sirtida monomolekulyar qatlamdagi adsorbat mollari miqdori); K_{BET} - BET tenglamasidagi koef-fisiyent; R - adsorbat bug'i bosimi; P_s - adsorbatning to'yingan bug' bosimi (berilgan haroratda). BET tenglamasi Lengmyur va Genri tenglamalari bilan bog'liq bo'lib, adsorbat bug'ining kichik bosimlarida ularga o'tadi. Agar $p/p_s \ll 1$ bo'lsa yuqoridagi BET tenglamasi Lengmyur adsorbsiya izotermasi tenglamasiga o'tadi.

$$G = G_{\infty} \frac{K_{BET} R/R_s}{1 + K_{BET} R/R_s} = G_{\infty} \frac{K \cdot p}{1 + K \cdot p} \text{ bunda } K = \frac{K_{BET}}{p_s}$$

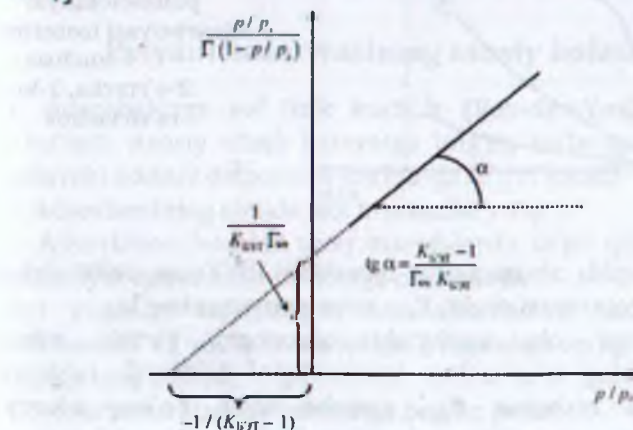
$p \rightarrow 0$ bo'lganda BET tenglamasi Genri tenglamasiga o'tadi:

$$G = G_{\infty} \cdot K \cdot r$$

BET adsorbsiya izotermasi tenglamasining chiziqli ko'rinishi quyidagicha bo'ladi:

$$\frac{P/P_s}{G(1 - \frac{P}{P_s})} = \frac{1}{G_{\infty} K_{BET}} + \frac{K_{BET} - 1}{G_{\infty} K_{BET}} \cdot \frac{P}{P_s}$$

$\frac{P/P_s}{G(1 - \frac{P}{P_s})} = f(\frac{P}{P_s})$ bog'liqlik yordamida G_{∞} va K_{BET} larni topamiz:



BET adsorbsiya izotermasidagi G_{∞} va K_{BET} larni eksperimental aniqlash

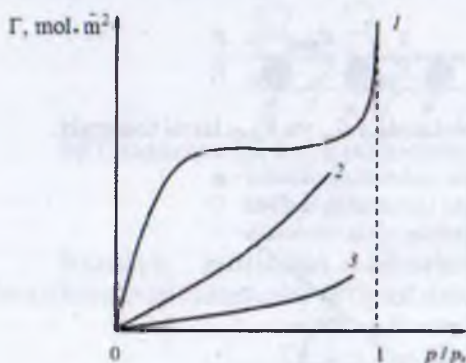


BET nazariyasi asosida adsorbentlar, katalizatorlar va boshqa g'ovak dispers materiallarning solishtirma sirt yuzasini aniqlashning standart usuliga asos solingan:

$$S_{sol} = G_{\infty} \cdot N_A \cdot S_0$$

bunda S_0 -qattiq adsorbent sirtida 1 ta adsorbat molekulasiga egallagan maydon, m^2 .

Adsorbat sifatida adsorbent sirti bilan kuchsiz ta'sirlashuvchi inert gazlar (N_2 , Ar, Kr), ishlatiladi. Bu gazlarning adsorbsiyasini oshirish uchun eksperiment past haroratlarda olib boriladi. (BET ning quyi molekulyar adsorbsiya nazariyasi). BET tenglamasi adsorbatning nisbiy bosimi $0,05 < P/P_s < 0,30$ sohada bo'lgan holatlarda to'g'ri bajariladi. $P/P_s < 0,5$ da olingan natijalar sirtning bir jinsli bo'lmasligi sababli sezilarli xatoliklarga olib keladi. $P/P_s < 0,30$ da adsorbsion qavatda adsorбилangan molekulalarning o'zaro ta'sirlashuvi natijalari beriladi.



**Adsorbent sirtida
turli intensivlikda
ta'sirlashuvchi adsorbatlar
uchun BET ning
polimolekulyar
adsorbsiyasi izotermasi.
1-kuchsiz,
2-o'rtacha, 3-kuchli
ta'sirlashuv**

Xulosa qilib, shuni aytish mumkinki, BETning polimolekulyar adsorbsiya izotermasi shakli K_{BET} ning qiymatiga bog'liq.

K_{BET} esa o'z navbatida adsorbent sirtida adsorbat molekularining ta'sirlashuv intensivligini aniqlaydi: ta'sirlashuv intensivligiga nisbatan K_{BET} qancha katta bo'lsa, adsorbsiya izotermasi shuncha tikka ko'tarilgan bo'ladi. Yuqoridagi rasmda moddaning 1,2,3-adsorbsiya izotermalari uchun $K_{BET,1} : K_{BET,2} : K_{BET,3} = 100:10:1$ bo'ladi.



POLYANINING POLIMOLEKULAR ADSORBSION NAZARIYASI

Polimolekulyar adsorbsiyani tavsiflaydigan yana bir nazariya XX asrda Polyani tomonidan yaratilgan potensial nazariyadir.

Polyani nazariyasining asosiy holatlari:

Adsorbsiyaga faqatgina fizik kuchlar sabab bo'ladi.

Adsorbent yuzasi bir jinsli bo'lib, hech qanaqa aktiv markazlar yo'q.

Adsorbsion kuchlar masofada ta'sirlashadi. Boshqacha qilib aytganda adsorbent sirtida bir qancha adsorbsion hajmlar mavjud bo'lib, ular adsorbsiya natijasida adsorbat molekulalari bilan to'ldiriladi.

Adsorbent sirtida adsorbat molekulalarining tortishishi adsorbsion hajmda boshqa molekulalarning borligiga bog'liq emas, shuning uchun polimolekulyar adsorbsiya bo'la oladi.

Adsorbsion kuchlar haroratga bog'liq emas, shuning uchun harorat o'zgarishi bilan adsorbsion hajm o'zgarmaydi.

Adsorbsion potensial Polyani nazariyasida adsorbsion ta'sirlashuv intensivligi o'lchovi bo'lib, hisoblanadi. Adsorbsion potensial:

$$E = RT \ln \frac{P_s}{P}$$

Polyani nazariyasining asosiy holatlari

1. Adsorbsiyaga sof fizik kuchlar (Van-der-Vaals kuchlari) sabab bo'ladi. Asosiy ulush haroratga bog'liq bo'lmagan uzoqdan ta'sir qiluvchi additiv dispersion kuchlarga to'g'ri keladi.

2. Adsorbentning sirtida faol markazlar yo'q.

3. Adsorbsion kuchlar uzoq masofalarda ta'sir qiladi, bu esa polimolekulyar qavat hosil bo'lishiga olib keladi.

Sirt yuzadan uzoqlashgan sari adsorbsion kuchlar ta'siri kamayib boradi va ma'lum masofaga yetgandan so'ng bu kuchlar ta'siri nulgga teng bo'ladi.

4. Adsorbsion kuchlar haroratga bog'liq emas.

5. Amalda barcha adsorbsion moddalar adsorbent sirtida suyuq holatda joylashadi.

Bu nazariyada adsorbsiya bilan bug' kondensasiyasi o'rtasidagi



analogiya kuzatiladi. Sirt bilan gazning to'yinish bosimigacha (P_s) o'zaro ta'sirlashuvi natijasida gaz siqiladi va suyuq holatga o'tadi deb taxmin qilinadi. Bunda adsorbsiya kattaligi bilan bog'langan suyuqlikning adsorbsion hajmi V_{ads} yuzaga keladi:

$$V_{ads} = G \cdot V_m$$

G -adsorbsiya qiymati, mollarda; V_m -kondensirlangan holatda adsorbatning mol hajmi (1 mol suyuq adsorbatning hajmi).



Polyani bo'yicha adsorbsion fazaning sxematik kesimi

Yuqoridagi rasmda qalinligi l bo'lgan adsorbsion hajm (V_{ads}) qator ekvipotensial sirtlar vositasida ifodalangan. Bunda har bir yuza adsorbsion potensialning aniq qiymatiga mos keladi. Adsorbsion potensial sirtida maksimal va adsorbsion qavat chegarasida minimal qiymatga ega bo'ladi.

Adsorbsion potensial (ϵ) - 1 mol adsorbatni adsorbsion hajmning berilgan nuqtasidan gaz fazaga ko'chirishda qaytar izotermik jarayonda bajarilgan ish (adsorbsion kuch ta'siriga qarshi ish).

1 nuqtadan molekulani ko'chirishda bajarilgan ish 2 nuqtadan molekulani ko'chirishda bajarilgan ishdan katta, demak, $\epsilon_1 > \epsilon_2 > \epsilon_3$. Maksimal adsorbsion potensial adsorbent sirti yaqinida kuzatiladi. Adsorbat molekulasini ideal gaz sifatida qarab, ideal gazning siqilishi yoki kengayishida Gibbs erkin energiyasining ortib ketishi adsorbsion potensialga teng deb hisoblash mumkin:

$$\epsilon = dG = \int_p^{P_s} V \cdot dp = \int_p^{P_s} \frac{RT}{P} dp = RT \int_p^{P_s} \frac{dp}{p} = RT \ln \frac{P_s}{p};$$



$$\varepsilon = RT \ln \frac{P_s}{P};$$

bunda P_s -berilgan haroratda gazning to'yingan bug' bosimi (har bir gaz uchun o'zgarmas), P -muvozanatdagi bosim.

Adsorbentning g'ovaklari suyuq adsorbat bilan to'lishida suyuqlik bilan gaz chegarasi orasida qiyshayish kuzatiladi va kapillyar bosim yuzaga keladi. Individual modda uchun doimiy haroratda qiyshaygan (bukilgan) sirt uchun Gibbs energiyasining ortib ketishi quyidagiga teng:

$$\Delta G = V_m \cdot \Delta p = \frac{2\sigma V_m}{r}$$

bunda Δp -ortiqcha ichki molekulyar bosim, bu sferik sirtlar uchun Laplas tenglamasiga muvofiq $\Delta p = 2\sigma/r$ ga teng; r -egrilik radiusi; σ -suyuq adsorbatning sirt tarangligi; V_m -suyuq adsorbatning molyar hajmi.

Muvozanat holatida:

$$\Delta G = RT \ln \frac{P_s}{P} = \frac{2\sigma V_m}{r}$$

Bu tenglamadan foydalanib foydalanib, adsorbentning g'ovak radiusini hisoblash mumkin:

$$r = \frac{2\sigma V_m}{\varepsilon}$$

Mavzuga doir masalalar yechish

Quyida azotning rutil (TiO_2) ga 75 K dagi adsorbsiyasining tajriba natijalari berilgan:

P/P_s	0,078	0,149	0,217	0,279	0,348
Γ , mol/kg	0,367	0,417	0,467	0,512	0,567

Agar bitta azot molekulasini $S_0 = 0,16 \text{ Nm}^2$ yuzani band qilsa, BET tenglamasidagi konstantalarni va ulardan foydalanib adsorbentning solishtirma sirt yuzasini hisoblang.

Yechish:

$$\frac{P/P_s}{\Gamma(1 - \frac{P}{P_s})} = \frac{1}{\Gamma_s \cdot C} + \frac{(C-1)}{\Gamma_s \cdot C} \cdot P/P_s$$



Azotning adsorbsiya izotermasini tuzish uchun

$$\frac{P/P_s}{\Gamma(1 - \frac{P}{P_s})} \text{ ni hisoblaymiz:}$$

P/P_s	0,078	0,149	0,217	0,279	0,348
Γ , mol/kg	0,367	0,417	0,467	0,512	0,567
$\Gamma \cdot (1 - \frac{P}{P_s})$	0,231	,420	0,593	0,756	0,941

$$1. \frac{P/P_s}{\Gamma(1 - \frac{P}{P_s})} = \frac{0,078}{0,367 \text{ mol/kg} \cdot (1 - 0,078)} = 0,231 \text{ kg/mol.}$$

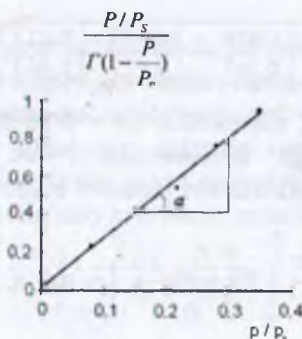
$$2. \frac{P/P_s}{\Gamma(1 - \frac{P}{P_s})} = \frac{0,149}{0,417 \text{ mol/kg} \cdot (1 - 0,149)} = 0,420 \text{ kg/mol.}$$

$$3. \frac{P/P_s}{\Gamma(1 - \frac{P}{P_s})} = \frac{0,217}{0,467 \text{ mol/kg} \cdot (1 - 0,217)} = 0,593 \text{ kg/mol.}$$

$$4. \frac{P/P_s}{\Gamma(1 - \frac{P}{P_s})} = \frac{0,279}{0,512 \text{ mol/kg} \cdot (1 - 0,279)} = 0,756 \text{ kg/mol.}$$

$$5. \frac{P/P_s}{\Gamma(1 - \frac{P}{P_s})} = \frac{0,348}{0,567 \text{ mol/kg} \cdot (1 - 0,348)} = 0,941 \text{ kg/mol.}$$

Olingan natijalar asosida BET tenglamasining chiziqli ko'rinishini chizamiz:





3. Grafikdan:

$$\text{tga} = \frac{C-1}{\Gamma_{\infty} \cdot C} = \frac{(0,8-0,41)\text{kg/mol}}{0,3-0,15} = 2,6\text{kg/mol},$$

$$\frac{1}{\Gamma_{\infty} \cdot C} = 0,03\text{kg/mol larni topamiz.}$$

4. Konstantalarni topish uchun quyidagi tenglamalar sistemasini yechamiz:

$$\frac{C-1}{\Gamma_{\infty} \cdot C} = 2,6 \quad (a), \quad \frac{1}{\Gamma_{\infty} \cdot C} = 0,03 \quad (b)$$

$$2,6 \cdot \Gamma_{\infty} \cdot C = C - 1, \quad \Gamma_{\infty} = \frac{C-1}{2,6C}$$

$$\frac{1}{\frac{(C-1)C}{2,6C}} = 0,03; \quad \frac{2,6}{C-1} = 0,03; \quad C = \frac{2,6}{0,03} + 1 = 87,66;$$

$$\Gamma_{\infty} = \frac{C-1}{2,6 \cdot C} = \frac{87,66-1}{2,6 \cdot 87,66} = 0,38 \text{ mol/kg.}$$

5. Adsorbentning solishtirma sirt yuzasini hisoblaymiz:

$$S_{\text{sol}} = \Gamma_{\infty} \cdot N_A \cdot S_0 = 0,38 \text{ mol/kg} \cdot 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} \cdot 16 \cdot 10^{-20} \text{ m}^2 = 3,66 \cdot 10^4 \text{ m}^2 / \text{kg.}$$

ERITMALARDA ION ADSORBSIYASI ERITMALARDA ADSORBSIYA

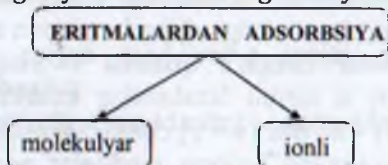
Talabalar ushbu bobni o'rganib, quyidagilarni **bilishi shart**:

Molekulyar adsorbsiyaga ta'sir etuvchi omilni;

Freyndlix, Lengmyur, Gibbs tenglamalarini;

Ion adsorbsiyasi nimalarga bog'liq ekanligini;

Ho'llanish va adgeziya hodisalarining mohiyatini.



Molekulyar (noelektrolitlar) adsorbsiya quyidagi omillarga bog'liq:

Adsorbentning tabiatiga;

Erituvchining tabiatiga;

Yutilayotgan modda (adsorbiv)ning tabiatiga;



Eritmadagi moddaning konsentratsiyasiga;
Haroratga.

Adsorbent tabiatining ta'siri mohiyati shundan iboratki, gidrofob adsorbentlarga qutbsiz moddalar, gidrofil adsorbentlarga esa qutbli moddalar yaxshi adsorbilanadi.

Qattiq adsorbentlarga erigan moddalarning adsorbsiyasi quyidagi umumiy qoidalarga bo'ysunadi:

Adsorbentning sirtini berilgan erituvchi qancha yomon ho'llasa va modda ayni erituvchida qancha yomon erisa, erigan moddaning adsorbsiyasi shuncha yaxshi bo'ladi.

Adsorbentga erituvchi qancha yomon adsorbsiyalansa, erigan modda ushbu adsorbentga shuncha yaxshi adsorbilanadi.

Qattiq jism sirtiga modda (erigan modda va erituvchi) larning adsorbilanuvchanlik kriteriysi – bu ularning sirt tarangligidir. Ma'lumki, SAMlarning sirt tarangligi kichik bo'ladi. Shuning uchun muhitning (erituvchining) sirt tarangligi qancha katta bo'lsa, qattiq jism sirtiga erituvchi molekulalari shuncha kam adsorbsiyalanadi, erigan modda (SAM) esa kuchli adsorbilanadi. Adsorbsiyalanuvchanlikning **ikkinchi kriteriysi** bu – **adsorbentning erituvchi bilan ho'llanish issiqligidir**. Ho'llanish issiqligi qancha katta bo'lsa, erituvchi adsorbent bilan shuncha kuchli energetik ta'sirlashadi. Shunday qilib, quyidagi umumiy qonuniyatga ega bo'lamiz: agar olingan erituvchi qattiq adsorbent sirtini qancha yomon ho'llasa, ushbu erituvchidan erigan moddaning qattiq jismga adsorbsiyasi shuncha yuqori bo'ladi.

Adsorbsiyalanishga yutilayotgan modda tabiatining ta'siri bir nechta usullar bilan aniqlanadi:

O'xshash – o'xshashlari bilan ta'sirlashadi;

Berilgan erituvchida moddaning eruvchanligi qancha katta bo'lsa, u qattiq adsorbent sirtiga shuncha yomon adsorbilanadi.

A va C fazalar chegara qismida B modda adsorbilanishi mumkin, qachonki u ushbu fazalarning qutbliligini tenglashtirsa. Demak, suv ($\epsilon = 1$) – ko'mir ($\epsilon \approx 1$) chegarasida dielektrik qiymatlari $1 < \epsilon < 78,3$ oralig'ida bo'lgan moddalar adsorbsiyalana oladi. Masalan, sirka kislota ($\epsilon \approx 6$) butil spirti ($\epsilon \approx 18$), anilin ($\epsilon \approx 7$) va boshqalar **"suv – ko'mir"** chegara sirtiga adsorbsiyalana oladi. Ya'ni quyidagi shartga amal qilinishi kerak;



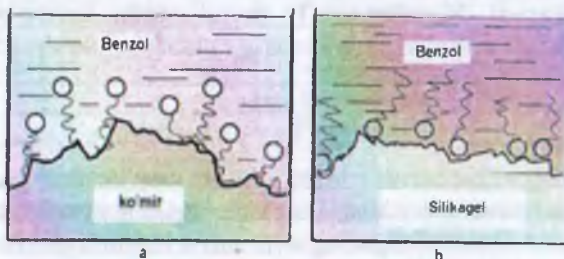
$$\epsilon_A > \epsilon_B > \epsilon_C \text{ yoki } \epsilon_A < \epsilon_B < \epsilon_C$$

Rebinderning ushbu qutblilik tenglashishi qoidasi istalgan fazalar chegara sirtlari uchun to'g'ri. Masalan, *su*v ($\epsilon \approx 78,3$) – *toluol* ($\epsilon \approx 2,4$) chegara sirtida *anilin* ($\epsilon \approx 7$) sirt aktiv modda vazifasini bajaradi va adsorbsiyalana oladi. Toluol ($\epsilon \approx 2,4$)-*havo* ($\epsilon \approx 1$) chegarasida anilin ($\epsilon \approx 7$) adsorbsiyalanmaydi. Chunki $\epsilon_A > \epsilon_B > \epsilon_C$ shart bajarilmayapti. Aksincha anilin – havo chegarasida toluol SAM vazifasini bajarib, anilini va havoning qutbliligini tenglashtirishi hamda adsorbilanishi mumkin.

Qutbliliklarni tenglashtirish qoidasidan:

Erituvchi va erigan modda qutbliliklari orasidagi farq qancha katta bo'lsa, moddaning eruvchanligi shuncha kichik bo'ladi va u shuncha yaxshi adsorbilanadi. Aksincha

Erituvchi adsorbktivni qancha yaxshi eritsa, ushbu muhitda adsorbsiya yomon boradi. Rebinder qoidasidan SAM difil molekularining qutbli qismi fazaning qutbli tomoniga, qutbsiz qismi esa qutbsiz tomoniga yo'nalgan bo'lishi kelib chiqadi:



“Qattiq jism – eritma” fazalar chegara qismida difil molekularning yo'nalishi: a – qutbsiz adsorbent – qutbli erituvchi; b- qutbli adsorbent – qutbsiz erituvchi

Qattiq sirtida erigan moddaning molekulyar adsorbsiyasi quyidagi omillarga bog'liq:

Harorat oshganda moddaning eritmadan adsorbsiyasi kamayadi;

Moddaning molyar massasi ortishi bilan uning adsorbilanish xususiyati kuchayadi;

Bitta sinfga kiruvchi organik birikmalarning adsorbsiyalanish xususiyati qo'sh bog'lar va OH guruhlar soni ortishi bilan kuchayadi;

Organik birikmalarni adsorbsiyalanish xususiyati kamayib



borish tartibida quyidagi qatorga joylashtirish mumkin:

Kislotalar > spirtlar , ketonlar > to'yinmagan uglevodorodlar > to'yingan uglevodorodlar.

Aromatik uglevodorodlar alifatik uglevodorodlarga nisbatan yaxshi adsorbilanadi;

To'yinmagan uglevodorodlar to'yingan uglevodorodlarga nisbatan yaxshi adsorbilanadi.

ION ADSORBSIYASI

Adsorbsiyaning tanlanuvchanligi

Adsorbsiya nafaqat adsorbentning balki, yutilayotgan moddaning ham tabiatiga bog'liq. Agar eritmada bitta emas, bir nechta ionlar bo'lsa, adsorbentga ularning adsorbsion xususiyatiga mos ravishda ionlar adsorbilanadi. Ammo avval adsorbentga biror ion adsorbsiyalangan bo'lsa, keyin yana eritmaga boshqa xildagi ionlar qo'shilsa, birinchi, (avval adsorbsiyalangan) ionga nisbatan keyingisi yaxshi adsorbilanadigan bo'lsa, ana shu ion birinchisini siqib chiqaradi. Masalan, og'ir metallarning kationlari, shunday zaryadli yengil metallarning ionlariga nisbatan yaxshi adsorbilanadi. Adsorbentlar 2 ga bo'linadi:

Qutbli;

Qutbsiz.

Qutbli adsorbentlar tarkibida ion bog'larning ulushi ko'proq (masalan, alyumosilikatlarda) bo'ladi. Tanlangan adsorbsiyaga suvli eritmalaridan elektrolitlarning ionli adsorbsiya misol bo'la oladi. Bu vaqtda almashinish adsorbsiyasi sodir bo'lishi mumkin. Almashinish adsorbsiyasini namoyon qiluvchi tipik adsorbentlarga misol sifatida tabiiy silikatlar (natriy va kalsiyning suvli alyumosilikatlari) – seolitlar va shunday tarkibga ega bo'lgan sun'iy permutitlarni keltirish mumkin. Bu ionitlar eritmaga ekvivalent miqdorda natriy ionlarini chiqarib, kalsiy va magniy ionlarini yutadi. Seolitlarning bu xossasidan suvning qattiqligini kamaytirishda foydalaniladi. Spesifik va selektivlik kerakli ionni eritmadan ajratib olish uchun juda muhim xossa hisoblanadi. Ammo, moddaning selektivligi qancha yuqori bo'lsa, uni adsorbentdan desorbsiyalash ya'ni chiqarib olish shuncha qiyinchilik tug'diradi. Moddalarning adsorbsiyalanuvchanligi erituvchining tabiatiga ham bog'liq.

Erituvchilar quyidagi shartlarni bajarishi kerak:

Erituvchi tahlil qilinayotgan aralashmadagi barcha komponentlarni yaxshi eritishi kerak;

Erituvchi tanlangan adsorbentga minimal adsorbsiyalanishi kerak;

Erituvchi tahlil qilinayotgan moddalar bilan ham, adsorbent bilan ham kimyoviy reaksiyaga kirishmasligi kerak.

Analitik kimyoda Troppening elyutrop qatori deb ataluvchi ya'ni qutbli adsorbentlar bilan erituvchilarning desorbsiyalovchi xossasi kamayib borishini ko'rsatuvchi qator katta qiziqish uyg'otmoqda:

Erituvchilarning elyutrop qatori

Erituvchi	Dielektrik doimiylilik, ϵ	Erituvchi	Dielektrik doimiylilik, ϵ
Suv	81,0	Dioksan	-
Metil spirt	31,2	Xloroform	5,2
Etil spirt	25,8	Metilen xlorid	-
n-propil spirt	22,8	Benzol	2,3
Aseton	21,5	Toluol	2,3
Dixlorethan	10,4	Trixloretilen	3,4
Etilasetat	6,1	Uglerod tetraxlorid	2,2
Amilasetat	-	Siklogeksan	2,0
Etil efir	4,4	Petroley efiri	1,9

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, uncha katta bo'lmagan chetga chiqishlarini inobatga olmaganda erituvchilarning desorbsiyalovchi xususiyati ularning dielektrik doimiysiga bog'liq ekan.

Ion adsorbsiyasi – kuchli elektrolitlar eritmalaridan ionlarning adsorbsiyalanishi bo'lib bunda erigan modda ionlar ko'rinishida adsorбилanadi.

Ion adsorbsiyasining o'ziga xos xususiyatlari

Zaryadlangan ionlar adsorбилanadi, molekulalar emas;

Adsorbsiya faqat qutbli adsorbentlarda sodir bo'ladi;

Adsorbsiya qo'sh elektr qavat hosil bo'lishi bilan sodir bo'ladi;

Adsorbsiya tanlab ta'sir etuvchan hisoblanadi. Bitta adsorbentga ham kation, ham anion bir xil adsorбилanmaydi;

Ionli adsorbsiya uchun almashinish adsorbsiyasi xos.



Ionli adsorbsiyaga ta'sir etuvchi omillar

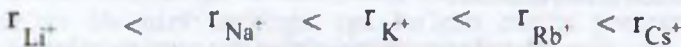
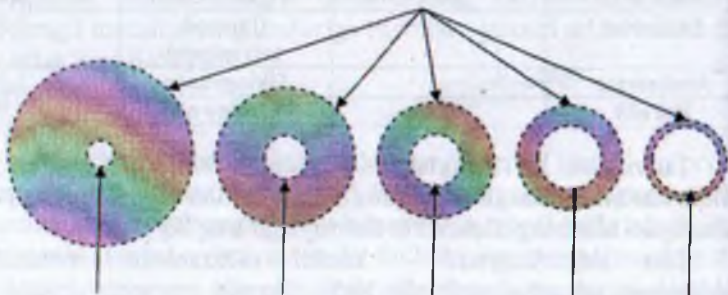
Adsorbentning kimyoviy tabiati. Adsorbentning qutbliligi qancha yuqori bo'lsa, u suvli eritmalaridan ionlarni shuncha yaxshi adsorbilaydi. Aktiv markazda musbat zaryad bo'lsa anionlar, manfiy bo'lsa kationlar adsorbilanadi.

Ionlarning kimyoviy tabiati.

a) Ionlar adsorbsiyasiga ion radiusi qiymati katta ta'sir etadi. Bir xil zaryadli ionlardan qaysisining ion radiusi katta bo'lsa, u shuncha yaxshi adsorbilanadi. Shunga mos ravishda ionlarning radiuslari ortgan sari ularning qutblanuvchanligi ortadi. Shu bilan birga ionlarning radiuslari ortishi bilan ularning gidratlanishi kamayadi, bu ham adsorbsiyani yengillashtiradi. Shularga bog'liq holda ionlarni adsorbilanish xususiyati ortib boradigan qatorga joylashtirish mumkin. Bu qator liotrop qator yoki ***Gofmeyster qatori*** deyiladi:

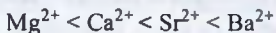


Ionlarning gidrat qobiqlarining o'lchami



Ionlarning effektiv radiuslari
Ion effektiv radiusining oshishi

Adsorbsion qobiliyatining oshishi



Adsorbsion xususiyati ortadi

b) Ionning zaryadi qancha katta bo'lsa, qattiq jism sirtidagi



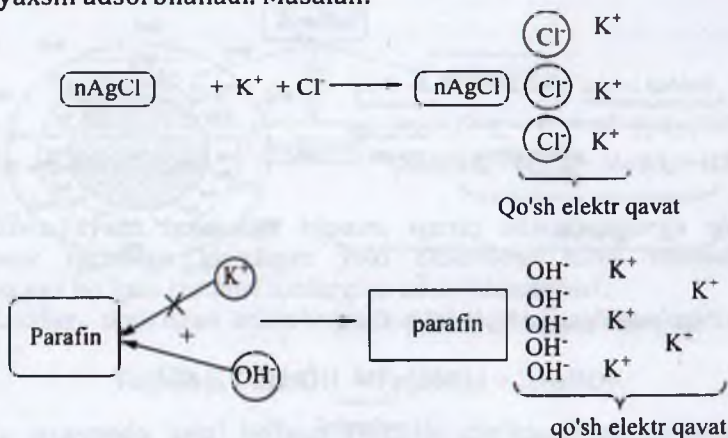
qarama-qarshi zaryadlangan ionlar bilan shuncha kuchli tortishadi va kuchli adsorbilanadi:



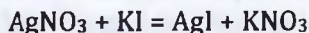
Adsorbsiya kuchayadi

Panet – Fayans qoidasi:

Kristall sirtida kristall (yadro) tarkibiga kiruvchi yoki izomorf ionlar yaxshi adsorbilanadi. Masalan:



Dispers sistemada qattiq zarrachaga elektrolit ionlarining tanlab adsorbilanishi natijasida ma'lum tuzilishga ega bo'lgan qo'sh elektr qavat (QEQ) paydo bo'ladi.



Reaksiya bo'yicha mayda dispersli AgI cho'kmasini olishda stabilizatsiya (barqaror) qilish uchun dastlabki moddalar (elektrolitlar) dan biri mo'l miqdorda olinadi. Bu vaqtda ortiqcha olingan elektrolit ionlaridan biri ya'ni AgI cho'kmasi tarkibiga kiruvchi Ag^+ ($AgNO_3$ mo'l miqdorda olinganda) yoki I^- (KI mo'l miqdorda olinganda) ionlaridan biri AgI cho'kmasi sirtiga adsorbilanadi.

Mo'l miqdorda adsorbilangan ion potensial belgilovchi (aniqlovchi) ion deyiladi va ular qo'sh elektr qavatning ichki qismini tashkil etadi. Buni yaxshiroq tushuntirish uchun AgI

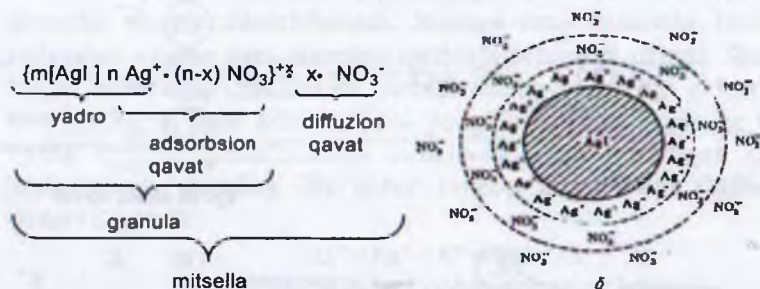


zoliniy 2 xil holatda ya'ni AgNO_3 mo'l olinganda va KI mo'l miqdor olingandagi tuzilishlarini ko'rib chiqamiz:

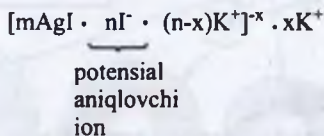


Mitsellaning formulasi:

Agar reaksiya uchun kumush nitrat eritmasi ortiqcha miqdorda olinsa musbat

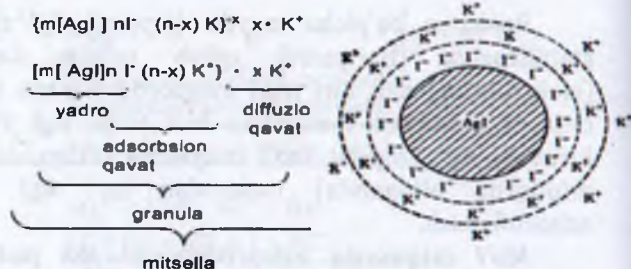


zaryadli zarracha hosil bo'ladi:



Bu vaqtda $[m\text{AgI}] \cdot n\text{I}^-$ bilan $(n-x)\text{K}^+$ ionlari o'rtasida qo'sh elektr qavat hosil bo'ladi. Mitsellaning formulasi:

Kaliy yodid ortiqcha miqdorda olinganda hosil bo'ladigan kolloid zarrachalarning tuzilishini quyidagicha yozish mumkin:



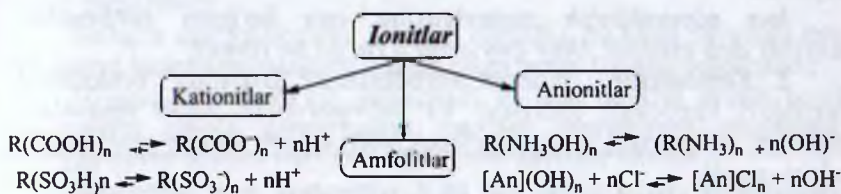
Qo'sh elektr qavatning bo'lishi bir tomondan dispers sistemalarda elektrokinetik hodisaning bo'lishi bilan, ikkinchi



tomondan, dispers sistemada zarrachalarning majburiy siljishi yoki suyuqlikda elektr maydoni paydo bo'lishi bilan tushuntiriladi.

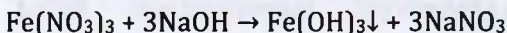
Agar mitselyar eritma orqali doimiy tok o'tkazilsa AgNO_3 mo'l miqdorda olinganda hosil bo'lgan kolloid zarracha katodga, KI mo'l miqdorda olinganda hosil bo'lgan kolloid zarracha anodga tomon harakatlanadi. Bu hodisa **elektroforez** deyiladi.

ION ALMASHINISH ADSORBSIYASI



Panet-Fayans qoidasiga binoan, qattiq adsorbentlarga shu adsorbent tarkibiga kiradigan yoki adsorbent bilan umumiy guruhga ega bo'lgan izomorf ionlarga adsorbsiyalanadi.

Masalan, tanlangan adsorbsiyani quyidagi misolda ko'rsatish mumkin:



Bu jarayonda hosil bo'lgan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ cho'kmasi qattiq fazali adsorbat vazifasini bajaradi. Agar shu sistemaga ortiqcha miqdorda NaOH yoki $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ qo'shilsa tanlangan adsorbsiyaga Na^+ , NO_3^- ionlari emas, faqat OH^- va Fe^{3+} ionlari bo'lishi oqibatida adsorbent va adsorbatlarning OH^- va Fe^{3+} ionlari orasidagi moyillik holati kelib chiqadi.

Tanlangan adsorbsiya ionlarning zaryad soniga, radiusiga, gidratlanish darajasiga bog'liq bo'ladi. Ko'p valentli ionlar bir valentli ionlarga qaraganda kuchliroq adsorbsiyalanadi. Bir xil zaryadga ega bo'lgan ionlar o'lchamlari va gidratatsiyasi darajasiga qarab adsorbsiyaga moyilligi turlicha bo'ladi va liotrop qatorlardan joy oladi:



Tanlangan adsorbsiya yordamida kerakli adsorbentlarni tanlab olib, murakkab aralashmalardan kerakli moddalarni ajratib olish mumkin.



Har bir antitelo aniq bir begona oqsil (antigen) bilan birikadigan immunli oqsillar (antitelolar) tanlash qobiliyatiga egadir.

Buyrak va siydik yo'llarida tosh hosil bo'lishi jarayoni ham tanlangan adsorbsiyaga asoslangan.

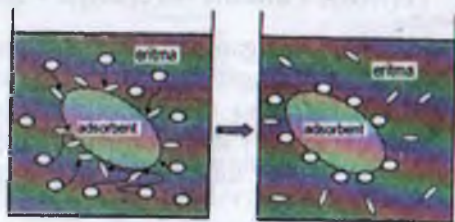
Adsorbsiyalanayotgan modda miqdorining konsentratsiya, harorat, bosim va boshqa omillarga bog'liqligini ko'rsatadigan egri chiziq adsorbsiyalanish izotermasi deyiladi yoki qisqacha izoterma deyiladi.

Ion almashinish xususiyatiga ega bo'lgan sorbentlar ionitlar deb ataladi. Ular quyidagi 3 turga bo'linadi:

1. **Kationitlar** - kislotali sorbentlardir. Ularning funksional guruhlar karboksil, gidroksil va sulfoguruhlar bo'lib (masalan, silikagel, sellyuloza) ular adsorbent bilan kation almashinish orqali ta'sirlashadi.

2. **Anionitlar** - asosli adsorbentlar bo'lib, (masalan, $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$) funksional guruhlar adsorbent bilan anion (OH^- , Cl^- , SO_4^{2-}) almashinish orqali ta'sirlashadi.

3. **Amfoter ionitlar** - tarkibi jihatdan $\text{H}^+\text{SO}_3 - \text{R} - \text{N}^+(\text{CH}_3)_3\text{OH}^-$ ga (R - organik polimer) yaqin bo'lgan sorbentlar bo'lib, sorbat bilan ham kation (H^+ hisobiga), ham anion (OH^- hisobiga) almashinish orqali ta'sirlashadi.



Almashinish adsorbsiyasi sxemasi

Ion almashinish adsorbsiyasining o'ziga xos xususiyatlari:

O'ziga xosligi ya'ni berilgan (ayni) adsorbent faqatgina ma'lum ionlarnigina almashishi mumkin;

Qaytmas bo'lishi mumkin;

Molekulyar adsorbsiyaga nisbatan sekin boradi;

H^+ yoki OH^- ionlari almashganida muhitning pH qiymati o'zgarishi mumkin.

Eritmalar bilan ion almashinish xususiyatiga ega bo'lgan adsorbentlar **ionitlar** deyiladi.

Odatda kation almashinuvchi smolalar fenolsulfokislotani



formaldegid bilan kondensasiyalash yo'li bilan olinadi. Tayyor kationitlar qora yoki to'q-qo'ng'ir rangli, zarrachalarining o'lchami $0,5 \div 2$ mm bo'ladi.

Anion almashinuvchi smolalar mochevina, anilin va n-fenilendiaminlarning formaldegid bilan kondensasiyalanishidan sintez qilinadi. Ion almashinuvchi smolalar ishlatilishidan oldin qayta ishlanadi. Qayta ishlash quyidagicha amalga oshiriladi:

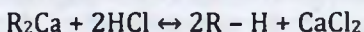
Kationitlarga distillagan suv quyiladi va bo'kishi uchun 1-2 sutka qoldiriladi.

So'ngra suv yo'qotiladi (ajratib olinadi), bo'kkan smolaga esa 2N xlorid kislotasi qo'yiladi va kislotasi bilan birga 1 sutka qoldiriladi;

So'ngra kislotasi to'kib yuboriladi va toki neytral muhit hosil bo'lguncha smola zarrachalari yuviladi (metiloranj sinamasi). Bunday qayta ishlash natijasida H-shaklli kationit olinadi.

Anionitlar ham kationitlar kabi 1-2 sutka suvda bo'ktiriladi, keyin suv yo'qotilib, 1 N natiriy ishqori bilan 1 sutka qoldiriladi. So'ngra smola neytral muhit hosil bo'lguncha suv bilan yuviladi (fenolftalein sinamasi). Shunday qilib, OH-shakl anionit hosil bo'ladi.

Kationitlarni regeneratsiya qilish uchun ular orqali 2N xlorid yoki sulfat kislotasi o'tkaziladi. Agar kationitga avval Ca^{2+} ionlari adsorbilangan bo'lsa, regeneratsiyani quyidagicha ifodalash mumkin:



Anionitlarni regeneratsiya qilish uchun ularga 1N ishqor eritmasi bilan ishlov beriladi. Agar anionit avval SO_4^{2-} ionlarini yutgan bo'lsa, uning regeneratsiyasini quyidagicha tasvirlash mumkin:



Yutuvchi yuzasidagi bir moddaning boshqa modda yordamida siqib chiqarish

Adsorbsiya faqat yutuvchi modda tabiatigagina emas, balki yutiluvchi modda tabiatiga ham bog'liq.

Agar eritmada bitta emas, bir nechta modda erigan bo'lsa, ular adsorbilanish qobiliyatiga qarab turlicha yutiladi. Ammo eritmada dastavval biror adsorbsion aktiv modda adsorbilansa, keyin shu eritmaga bundan ko'ra ham adsorbsion aktivroq boshqa modda qo'shilsa, u holda ikkinchi modda birinchi moddani siqib chiqaradi.



Bunda yutuvchiga adsorbilangan moddalar miqdori nisbati shu moddalarning adsorbsion aktivligiga muvofiq bo'ladi.

Elektrolit eritmalaridan adsorbilanganda ham xuddi shunday hodisa ro'y beradi. Hamma ionlar bir xilda adsorbilana olmaydi, ya'ni bir xil ionlar yaxshiroq, boshqa xillari yomonroq adsorbilanaadi. Masalan, og'ir metallarning kationlari yengil metallarning xuddi shunday valentli kationlariga qaraganda yaxshiroq adsorbilanaadi.

Kuchli elektrolit eritmalaridan qanday adsorbilanishi erkin ionlar soni va ularning ishorasiga bog'liq.

Agar musbat zaryadli ionlar ham, manfiy zaryadli ionlar ham bir xil miqdorda adsorbilansa, ekvivalent adsorbsiya deb ham ataladi. Ba'zan almashinish adsorbsiyasi bo'lishi ham mumkin: agar bir xil ishorali ion, aksincha ishorali zaryadga ega bo'lgan iondan yaxshiroq adsorbilansa, almashinish adsorbsiyasi yuz beradi. Bunda elektroneytrallik saqlanishi uchun adsorbilangan ionlar ishorasida zaryadlangan boshqa ionlar yutuvchidan elektrolit eritmasiga ekvivalent miqdorda siqib chiqariladi.

Tabiiy seolitlar (natriy bilan kalsiyning suvdagi alyumosilikatlari) yoki shu tarkibga ega bo'lgan sun'iy permutitlar almashinuv adsorbsiyasini namoyon qiladigan adsorbentlarga yaqqol misol bo'ladi. Ular kalsiy bilan magniy ionlarini yaxshi yutib, eritmaga ekvivalent miqdorda natriy ionlari chiqaradi.

Seolitlar va permutitlarning bu xossalari suv qattiqligini kamaytirishda ko'p foydalaniladi. Almashinish reaksiyasidan, bug' qozonlarida suv bug'i ishlab chiqarishda, qozonga yopishib qoladigan quyqa hosil bo'lishiga yo'l qo'ymaslik maqsadida kalsiy tuzlarini yo'qotishda, bo'yoqchilik ishlarida va boshqa sohalarda foydalaniladi.

ION ALMASHINISH VA TANLANGAN ADSORBSIYANI BIOLOGIK VA TIBBIY AHAMIYATI

Odam organizmida turli toksinlar va boshqalar to'qimalar va hujayralar orqali tanlab adsorbsiyalanadi. Masalan, qoqshol, botulizm va boshqa kasalliklarni qo'zg'atuvchi toksinlar avvalo markaziy asab sistemasi hujayralarini shikastlantiradi, dizenteriya qo'zg'atuvchi toksinlar — vegetativ asab sistemasini zararlantiradi, toshmali tifda ko'pincha teri, miya va qisman yurak tomirlari shikastlanib, og'ir oqibatlar kelib chiqishiga sabab bo'ladi.



Ionitlar tibbiy maqsadlarda keng qo'llanadi. Masalan, chaqaloqlarning sun'iy oziqlarini tayyorlashda, qon va limfalarni konservatsiya qilish jarayonlarida, sof antibiotiklar olishda, me'da-ichak yo'lidagi zaharli moddalar, toksinlarni tozalashda keng qo'llanadi.

Immun sistemasi faoliyatining asosiy fizik-kimyoviy mexanizmi adsorbsiya jarayoniga asoslangan. Immun oqsillari (antitelolar) juda katta tanlangan adsorbsiya qiymatiga ega. Ular organizm uchun yot bo'lgan ma'lum tur oqsillarga (antigenlarga) adsorbsiyalanib, ularni eritib yuboradi. Elektron mikroskopik tekshirishlar shuni ko'rsatadiki, antitelolar, masalan, ich terlama bakteriyalari ustida bir xil adsorbsiyalanmasdan, «faol markazlar» bo'yicha adsorbsiyalanadi.

Buyrak va siydik yo'llarida tosh hosil bo'lishi jarayoni ham tanlangan adsorbsiyaga asoslangan. Buyrak biosuyuqliklari tarkibida Mg^{2+} , Ca^{2+} , PO_4^{3-} va $C_2O_4^{2-}$ ionlarining konsentratsiyasi ortganda ularning eruvchanlik ko'paytmalari kritik konsentratsiyasiga yetib kalsiy va magniy fosfat yoki oksalat tuzlari holida cho'kma hosil qiladi. Bu jarayon natijasida tanlangan adsorbsiya hisobiga suvda erimaydigan tuzlarga moyilligi katta bo'lgan ionlar adsorbsiyalanadi, natijada qattiq faza yiriklashib buyrak va siydik yo'llarida qum va tosh hosil bo'ladi.

Tibbiyotda ishlatiladigan «adsorbsion terapiya» deb ataladigan ba'zi davolash usullari adsorbsiyaga asoslangandir. Masalan, me'da-ichak sistemasiga tashqi muhitdan tushgan zaharli moddalarni yoki ichaklarga turli organlardan ajralib chiqqan zaharli gazlarni (meteorizm) karbolenga (faollangan ko'mir) adsorbsiyalantirish orqali chiqarib yuboriladi.

Tibbiyotda turli xil moddalar bilan zaharlanganda qo'llanadigan adsorbentlar quyidagi jadvalda keltirilgan.

Turli moddalarni yo'qotish uchun qo'llanadigan adsorbentlar

Modda	Sorbent
Fenol, geparin	To'rtlamchi ammoniy va fosfoniyl asosli anionitlar
Bilirubin	Faollangan ko'mir
Kaliy ionlari	Kationitlar, aluminosilikatlar, sirkoniysilikatlar
Ammoniy ionlari	Nordon fosfat kationitlar



Kreatinin	Nikel, mis, rax, kobalt tuzlari bilan modifikatsiyalangan alyumosilikatlar
Xolesterin	Uglerod sorbentlar, biospetsifik sorbentlar.

Tirik organizmda ko'pchilik reaksiyalar biokatalizator—fermentlar ishtirokida boradi. Fermentlarning ta'siri avvalo substratning ferment kompleksi sirtida adsorbsiyalanishidan boshlanadi va shundan keyin ferment o'zining katalitik ta'sirini ko'rsatadi.

Odam organizmidagi ba'zi ferment va boshqa biologik faol birikmalarning faol markazlarida juda yaxshi adsorbsiyalanadigan zahar va toksinlarni oz miqdorda yuborish ko'pincha ularning adsorbsiyalanishiga olib keladi. Misol tariqasida organizmga sianid kislota tuzlarini yuborishni keltirish mumkin. Sianid kislota tuzlari tarkibida temir saqlaydigan nafas fermentlarimng faol markazlarida adsorbsiyalanib ularning faoliyatini to'xtatadi. Bu og'ir oqibatga olib keladi, natijada bir necha sekund ichida inson halok bo'lishi mumkin.

XROMATOGRAFIYA

Xromatografiya - moddalar aralashmasini tahlil qilish va ajratishning fizik-kimyoviy usuli bo'lib, harakatsiz va harakatchan fazalar o'rtasida ajratilayotgan moddalarning uzluksiz adsorbsiya va desorbsiyalanish jarayonlariga asoslangan.

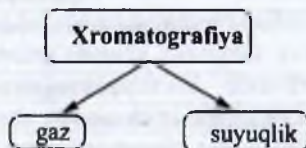
Xromatografik usullar quyidagi belgilariga ko'ra klassifikatsiyalanadi:

Harakatchan va harakatsiz (turg'un) fazalarning tabiatiga ko'ra;

Ajralish jarayoni mexanizmiga ko'ra;

Bajarish texnikasiga ko'ra.

Harakatchan fazaning agregat holatiga ko'ra xromatografiya 2 ga bo'linadi:





Ajralish jarayonining mexanizmiga ko'ra xromatografiyaning quyidagi turlari farqlanadi:

Adsorbsion;

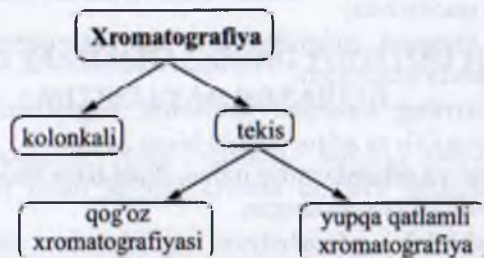
Taqsimlanish;

Ionalmashinish;

Gel-xromatografiyasi;

Xemosorbsion.

Bajarish texnikasiga ko'ra:



Xromotografiya (yunoncha *xromos* - rang demakdir) murakkab moddalarni ayrim qismlarga ajratib tarkibini aniqlashga asoslangan fizik-kimyoviy usullardan biri. Xromotografiyaning maqsadi quyidagilardan iborat. Qo'zg'almas faza (adsorbent) vazifasini bajaruvchi qavatdan adsorbat va elyuent (suyuqlik yoki gazlar) o'tkaziladi. Natijada elyuent bilan birga adsorbat ham harakatlana boshlaydi. Agar adsorbat komponentlarining adsorbsiyalanishga moyilligi turlicha bo'lsa, kuchli adsorbsiyalanadigan moddalar adsorbentning yuqori qismida, nisbatan kuchsizlari esa quyi qismida sorbsiyalanadi va elyuent yordamida o'zaro ajraladi. Masalan, eritmadagi mis va kobalt jonlarini bir-biridan ajratish maqsadida eritma aluminiy oksid bilan to'ldirilgan adsorbsion kolonka orqali o'tkaziladi. Kolonkaning yuqori qismida avval ikkala ion ham adsorbsiyalanadi. Kolonkadan erituvchi o'tkazilsa, u aluminiy oksidga kuchsiz adsorbsiyalangan kobalt ionlarini pastroqqa tushiradi va ionlar aralashmasi ajratiladi.

Adsorbsion xromotografiya hodisasi tibbiyotda keng qo'llanadi. Masalan, ko'pchilik dorivor moddalar: antibiotiklarni, gormonlarni, antiseptik moddalarni, alkaloidlarni preparativ ajratish va tozalashda adsorbsion xromotografiya usulidan foydalaniladi.



Adsorbsiyaning amalda qo'llanilishi

Qattiq adsorbentlarga gazlarning adsorbsiyasi:

Gazlar aralashmasidani alohida komponentlarni ajratishda;

Zaharli gazlarni yuttirishda ;

Erituvchilarni regeneratsiya qilishda (qaytarishda: aseton, benzol, ksilol, xloroform, uglerodsulfid va boshqalar;

Turli xil sanoat chiqindilarini yo'qotishda, havoni agressiv gazlardan tozalashda;

Gazlarni quritishda;

Fazalar chegara qismida turli xil geterogen reaksiyalarni amalga oshirishda ishlatiladi.

O'simliklarning havodan karbonat angidridni o'zlashtirishi ham barglarning CO_2 ni adsorbilashi bilan bog'liq.

Hayvonlar va odamlarning nafas olishi ham kislorodning o'pka sirtiga adsorbsiyasiga asoslangan.

Ionalmashinish adsorbsiyasi tibbiyotda suv tozalashda, qondagi Ca^{2+} ionlarini yo'qotishda, oshqozon sokining kislotaligini davolashda qo'llaniladi.

Turli xil moddalarni yo'qotishda ishlatiladigan sorbentlarning turlari

Modda	Sorbent
Fenol, geparin	To'rtlamchi ammoniyli va fosfoniyl asosli anionitlar
Bilirubin	Aktivlangan ko'mir
Kaliy ioni	Kationitlar, alyumosilikatlar, sirkoniysilikatlar
Ammoniy ioni	Fosfat kislotali kationitlar
Kreatinin	Nikel, mis, rux, kobalt tuzlari bilan modifikasiyalangan alyumosilikatlar
Xolesterin	Uglerodli sorbentlar, makrog'ovakli anionitlar, biospesefik sorbentlar

Umuman, adsorbsiya jarayoni tibbiyotda juda keng qo'llaniladi. Oshqozon-ichak yo'lidagi turli xil zaharli moddalarni yo'qotishda, qonni resirkulyasiya qilishda, enterosorbsiyada adsorbsiya jarayoni muhim ahamiyatga ega.

Enterosorbsiya - davolash va profilaktika maqsadida oshqozon-ichak yo'lidagi endogen va ekzogen moddalarni turli xil sorbentlar yordamida bog'lash va chiqarishga asoslangan usul.

Enterosorbsiyada ishlatiladigan eng muhim sorbentlar:



Aktivlangan ko'mir (karbolen, karboaktin va boshqalar);

Tibbiy lignin (polifepan preparati: 80% lignin va 20% sellulozadan iborat);

Xitin asosidagi enterosorbentlar (2-asedamido-2-dezoksi- β -D-glyukoza).

Polivinilpirrolidon asosidagi enterosorbentlar-bu preparatlar-pankreatit, buyrak-jigar yetishmovchiligida va infeksiyon hepatitni davolashda ishlatiladi.

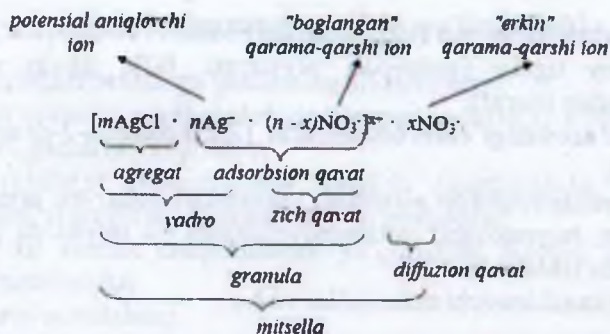
Ionalmashinuvchi materiallar va h.z.

KOLLOID ZARRACHALANING TUZILISHI HAQIDAGI MITSELLYAR NAZARIYA

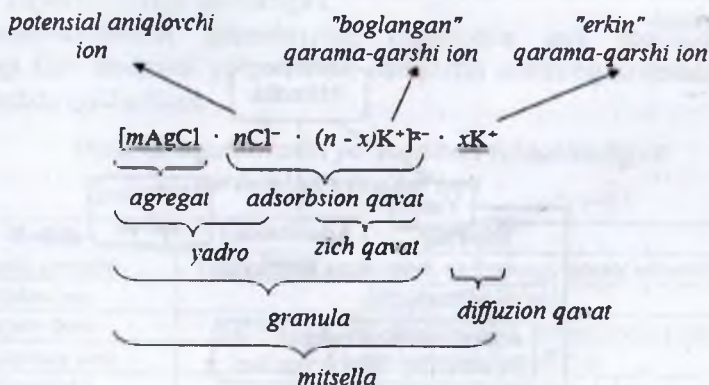
Mitsella (lotincha mica -ushoq, burda, zarra) - suyuq dispersion muhit bilan kolloid eritma dispers fazasining alohida zarrachasi.



Misol sifatida kumush nitratning mo'l miqdordagi eritmasiga kaliy nitrat ta'sir ettirilishidan hosil bo'lgan mitsellaning tuzilish formulasini qarab chiqamiz:



Ikkinchi misol sifatida kaliy xloridning mo'l miqdordagi eritmasiga kumush nitrat ta'sir ettirilishidan hosil bo'lgan mitsellaning tuzilish formulasini qarab chiqamiz:



Masala. Quyidagi bir xil hajmli eritmalar aralashtirilganda almashinish reaksiyasi natijasida kolloid eritma hosil bo'lgan:

A) 0,01 N $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ va 0,0005 N HI;

B) 0,01 N $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ va 0,02 N HI

K_2SO_4 yoki CaCl_2 lardan qaysi birining koagulyatsiyalash bo'sag'asi kichik bo'ladi?

Yechish: Reaksiya tenglamasini yozamiz:

A) $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{HI} = \text{PbI}_2 \downarrow + 2\text{HNO}_3$

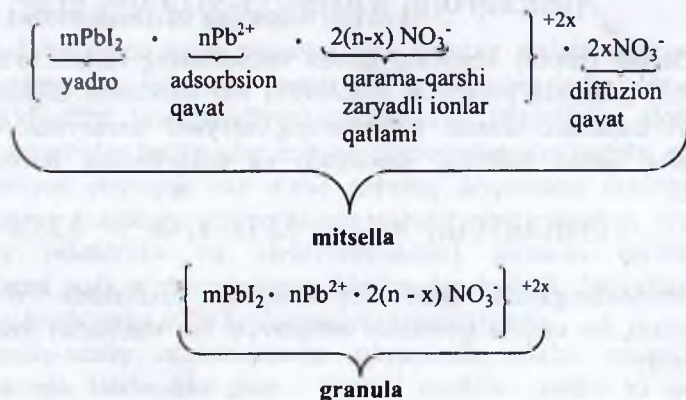
Masala shartiga ko'ra $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ mo'l miqdorda olingan. Reaksiya natijasida eritmada Pb^{2+} , H^+ , NO_3^- ionlari qoladi. Qattiq



zarracha **PbI₂ mitsella zolining yadrosini** tashkil etadi. U necha mol ekanligi noma'lum, shuning uchun m koeffitsiyentini qo'yamiz. Shunday qilib, **yadro -mPbI₂** ko'rinishida bo'ladi. Fayans qoidasiga ko'ra **yadro sirtiga Pb²⁺ ionlari** adsorbilanadi. Qanchasi ekanligi noma'lum, shuning uchun n koeffitsiyentini qo'yamiz. Demak, **adsorbsion qavat nPb²⁺** dan iborat. Adsorbsiya natijasida **yadro +2n zaryadga** ega bo'ladi. Elektrostatik tortishuv tufayli musbat zaryadlangan yadro bilan manfiy zaryadli ionlar (bizning misolimizda NO₃⁻) tortishadi va qarama-qarshi ionlar qatlamini hosil qiladi. Ma'lumki, yadro zaryadi qarama-qarshi zaryadli ionlar bilan to'liq kompensasiya qilinmaydi. Shuning uchun **2(n-x) koeffitsiyent** qo'yamiz. Demak, **qarama-qarshi zaryadli ionlar qatlami 2(n-x)NO₃⁻**. Adsorbsion qavat va qarama-qarshi zaryadli ionlarning zaryadlari yig'indisi granula zaryadini tashkil etadi:

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

Ionlar adsorbsion qavati zaryadining oxirgi neytrallanishi diffuzion qavat ionlari hisobiga bo'ladi. **Granulaning zaryadi + 2x**, u holda to'liq neytrallanish bo'lishi uchun -2x zaryad kerak bo'ladi. Natijada **diffuzion qavat 2x · NO₃⁻** bo'lishi ma'lum bo'ladi:



Shulse-Gardi qoidasiga ko'ra:

Koagullovchi ionning zaryadi granulaning zaryadiga qarama-qarshi bo'lishi kerak;

Ionning zaryadi qancha katta bo'lsa, uning koagullash xususiyati shuncha yuqori bo'ladi.

1. Granula musbat zaryadli bo'lganligi uchun uni manfiy zaryadli ionlar SO_4^{2-} yoki Cl^- ionlari koagullash mumkin. Shulse-Gardining 2-qoidasiga ko'ra SO_4^{2-} ionining zaryadi yuqori. Shuning uchun K_2SO_4 ning koagulyatsiyalash bo'sag'asi kichik bo'ladi.

B) Reaksiya natijasida berilgan konsentratsiyali eritmalar aralashtirilganda eritmada H^+ , I^- , NO_3^- ionlari qoladi.

Yadro - $mPbI_2$; adsorbsion qavat - nI^- ; qarama-qarshi zaryadli ionlar $(n-x)H^+$; granulaning zaryadi $(-1) \cdot n + (-1)(n-x) = -x$

Diffuzion qavat $x \cdot H^+$

Zol mitsellasining formulasi:

$$\left\{ mPbI_2 \cdot nI^-(n-x)H^+ \right\}^{-x} \cdot xH^+$$

Shulse-Gardi qoidasiga ko'ra bu zolni musbat zaryadlangan ionlar koagulyatsiyalaydi. K^+ ga nisbatan Ca^{2+} ning zaryadi katta. Shuning uchun $CaCl_2$ ning koagulyatsiyalash bo'sag'asi kichik bo'ladi.

So'lakning asosini kalsiy fosfat mitsellasi tashkil etadi:

$$\{ [m(Ca_3(PO_4)_2) \cdot nHPO_4^{2-} \cdot (n-x)Ca^{2+}]^{2x} \cdot xCa^{2+}$$

So'lak (tupik) kislotalanganda mitsellaning tarkibi o'zgaradi. Kislotali muhitda potensial aniqllovchi ion vazifasini digidrofosfat ionlari bajaradi. Bunda granulaning zaryadi kamayadi, demak, diffuzion qavat qalinligi kamayadi va mitsellaning barqarorligi ortadi:

$$\{ [m(Ca_3(PO_4)_2) \cdot nHPO_4^{2-} \cdot 0,5(n-x)Ca^{2+}]^{3x} \cdot 0,5Ca^{2+}$$

Ishqorlanganda ham mitsellaning tuzilishida o'zgarish kuzatiladi, bu vaqtda potensial aniqllovchi ion vazifasini fosfat-ioni bajaradi:

$$\{ [m(Ca_3(PO_4)_2) \cdot nHPO_4^{2-} \cdot 1,5(n-x)Ca^{2+}]^{3x} \cdot 1,5Ca^{2+}$$

Rus olimlari A.V.Dumanskiy, N.P.Peskov. S.M.Lipatov., A.N.Frumkin hamda chet ellik olimlar Fayans, Kroyt va boshqalar qo'sh elektr qavat nazariyalari asosida kolloid zarrachalarning



tuzilishi haqidagi misellyar nazariyalar yaratishga muvaffaq bo'ldilar. Dastlab bu nazariyani dispers sistemalar kimyosida o'rganiladigan barcha ob'yektlar uchun tadbqiq etish mumkin, deb faraz qilindi. Lekin keyinchalik olib borilgan tekshirishlar nazariyaning faqat liofob kolloidlarga taalluqli ekanligini aniq ko'rsatdi. Liofil zollar, ya'ni yuqori molekulyar va polimer moddalarning eritmaları tamomila boshqa tuzilishda ekanligi aniqlandi.

Kolloid zarracha-kolloid dispers holatdagi oz eriydigan moddadan iborat yadro bo'lib, bu yadroga suyuqlikdagi elektrolit ionlari adsorbilanadi. Elektrolit ionlari zolni barqaror qilib turadi; shuning uchun ham bu elektrolit (ion) **stabilizator** deyiladi. Demak, kolloid zarracha atrofida ionlar adsorbilangan yadrodan iborat kompleksdir. Zarracha agregati yoki yadro yuz va minglarcha atom, ion yoki molekulalardan iborat neytral kristall tuzilishdagi modda bo'lib, uni ionlar qurshab turadi. **Yadro adsorbilangan ionlar bilan birgalikda granula deb ataladi.** Bu zarracha - granula ma'lum zaryadga ega bo'lgani uchun uning atrofiga qarama-qarshi zaryadli ionlar yig'iladi, granula har doim ma'lum zaryadga ega bo'ladi. Granula va uning atrofidagi qarshi ionlardan iborat sistema mitsella deb ataladi va u elektroneytral bo'ladi. Mitsellani qurshab olgan suyuqlik **intermisellyar suyuqlik** deyiladi.

Misellyar nazariyaga muvofiq har qanday liofob (gidrofob) kolloid eritma ikki qismdan iborat bo'lib, ularning biri - mitsella bo'lib, ikkinchisi intermisellyar suyuqlikdir. Mitsellalar alohida kolloid zarrachalar bo'lib, ular zolning dispers fazasini tashkil etadi. Intermisellyar suyuqlik esa o'sha zolning dispersion muhitidan iborat. Uning tarkibida erituvchidan tashqari yana boshqa erigan moddalar (elektrolit va elektrolitmaslar) mitsella tarkibiga kirmaydigan yoki o'zgarmaydigan birikmalar bo'ladi. Mitsellaning tuzilishini boshqacha qilib quyidagicha tushuntiriladi:

Mitsella-oddiy molekulalarga qaraganda ancha murakkab tuzilishga ega. Unda ikki qism - neytral modda - yadro va qo'sh elektr qavatdan iborat sirtqi ionogen qism mavjud. Mitsellaning yadrosi juda ko'p atom yoki molekulalardan tarkib topgan neytral modda bo'lib, uni ionlar qurshab turadi. Liofob kolloid eritma tarkibida bo'lgan elektrolit ionlari zolni barqaror qilib turadi, shuning uchun ham ular ionli **stabilizatorlar** deb ataladi. Mitsella

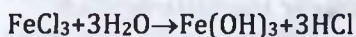


yadrosini qarama-qarshi ishoraga ega bo'lgan ionlar qurshab turadi. Bu ionlar ikki yoki bir necha uzoqlikda joylashgan bo'lib, yaqin joylashgan qismi bilan mitsella yadrosi birgalikda kolloid zarracha yoki granulani tashkil qiladi. Granula (kolloid zarracha) ma'lum zaryadga ega bo'ladi, uning ishorasi adsorbsion qavatda joylashgan ion ishorasi bilan belgilanadi. Granula atrofida qarama-qarshi zaryadli ionlar yig'iladi. Lekin bu ionlar zarrachaga zaifroq tortilib turadi va dispersion muhitning bir qismini tashkil etadi. Shunday qilib, ***mitsella-granula va uning atrofidagi qarama-qarshi zaryadli ionlardan iborat sistemadir.*** Mitsella elektr maydon ta'sir etmagan sharoitda elektroneytral bo'ladi. Uni intermisellyar suyuqlik qurshab turadi.

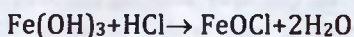
Yuqoridagi nazariya asosida $\text{Fe}(\text{OH})_3$ zolini hosil qilamiz. Bu zolni hosil qilish uchun temir (III)-xlorid eritmasi issiq holatda gidroliz qilinadi. Reaksiyani olib borishda ikki shartga rioya qilish kerak:

mayda kristallar hosil bo'lishi uchun reaksiya suyultirilgan eritmalarida o'tkaziladi,

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 dissotsilanib, 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:

Temir (III)-gidroksid zoli yadro ($\text{Fe}(\text{OH})_3$) va uning sirtiga adsorbilangan FeO^+ va qisman Cl^- ionlaridan iborat bo'lib, bu zarracha (granula) musbat zaryadga ega. Grunalada musbat



zaryadlar Cl^- ionlari bilan neytrallangan emas, shuning uchun Cl^- ionlar granulasi qurshab oladi, natijada tamomila neytral mitsella hosil bo'ladi:



Kolloid zarracha yadrosiga qaysi ion birinchi bo'lib adsorbilanishini bilish uchun qaysi moddadan ortiqcha miqdorda olinganligini bilish lozim.

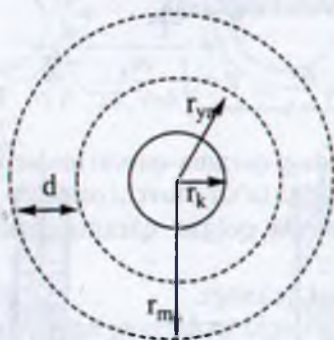
MITSELLA TUZILISHINING HOZIRGI ZAMON MODELI

Hozirgi vaqtga qadar Shtern nazariyasidan ko'ra tushunarliroq nazariya mavjud emas. Qarama-qarshi zaryadli ionlar ikkita – zich adsorbsion va diffuzion qavatlardan iborat bo'lib, eritmada zarrachalarning sirpanishi ana shu ikkala qavat chegarasida sodir bo'ladi. Shuning uchun biz uchta zaryadlangan sferalarni (adsorbsion qavat, diffuzion qavat va ular orasidagi chegara) qarab chiqamiz:

Birinchisi – Q va r_{ya} parametrli yadro sirti;

Ikkinchisi – radiusi r_k va zaryadi $(-Q + x)$ bo'lgan kolloid zarracha sirti; bu yerda x -diffuzion qavatda qoluvchi qarama qarshi zaryadli ionlarning umumiy zaryadi;

Uchinchisi – radiusi r bo'lgan mitsellaning shartli sirti. Bu sirtning effektiv radiusi $d = r_m - r_k$ ga teng.



Yadro sirtida standart potensial (fipotensial)

$$\varphi_{ys}^0 = \frac{K}{\varepsilon} \left(\frac{Q}{r_{ys}} - \frac{Q-x}{r_i} - \frac{X}{r_m} \right) = \varphi$$



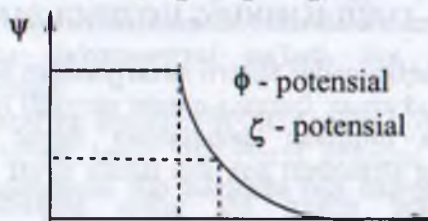
Kolloid zarracha sirtida standart potensial (dzeta –potensial):

$$\varphi_k^0 = \frac{K}{\varepsilon} \left(\frac{Q}{r_k} - \frac{Q-x}{r_k} - \frac{X}{r_m} \right) \equiv \xi$$

$\xi < \varphi$

Mitsella butunligicha neytral:

$$\varphi_m^0 = \frac{K}{\varepsilon} \left(\frac{Q}{r_m} - \frac{Q-x}{r_m} - \frac{X}{r_m} \right) = 0$$



Dzeta-potensial-kolloid sistemalar barqarorligining muhim agregativ faktorlaridir. Yuqoridagi ifodalarni ξ - potensial uchun qayta o'zgartiramiz:

$$\xi = \frac{K}{\varepsilon} \left(\frac{X}{r_k} - \frac{X}{r_m} \right) = \frac{KX}{\varepsilon} \left(\frac{r_m - r_k}{r_k \cdot r_m} \right) = \left[\frac{d = r_m - r_k}{r_m = d + r_k} \right] = \frac{KX}{\varepsilon \cdot r_k} \cdot \frac{d}{(d + r_k)}$$

Agar $\frac{d}{d + r_k} = \alpha$ deb belgilasak,

$$\xi = \alpha \frac{KX}{\varepsilon \cdot r_k}; \quad d = \sqrt{\frac{\varepsilon k_B}{8\pi N_A KC}} \cdot \sqrt{\frac{T}{I}} \quad x = Q - q_{\text{zich}};$$

q – zich qavatdagi qarama-qarshi ionlarning umumiy zaryadi.

Dzeta-potensialga ta'sir etuvchi omillar:

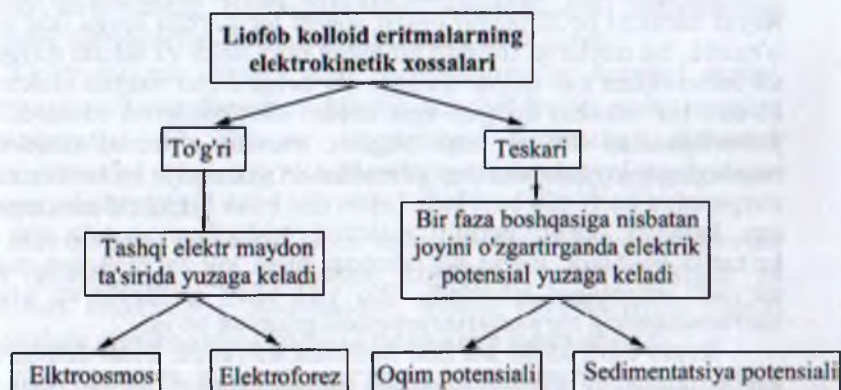
Diffuzion qavatda qolgan qarama-qarshi zaryadli ionlarning umumiy zaryadi;

Diffuzion qavat qalinligi;

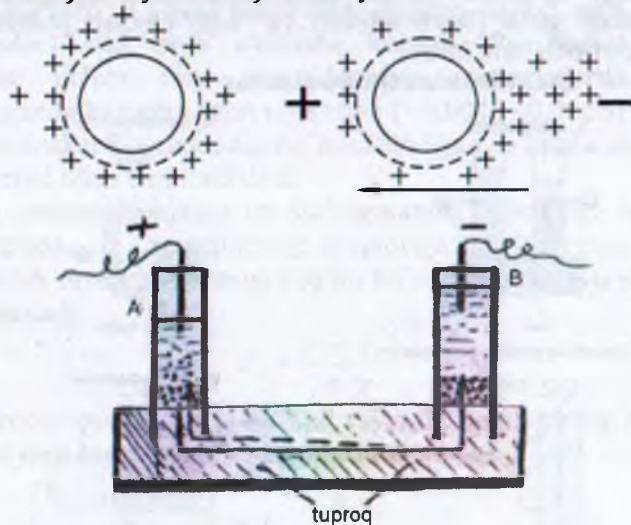
Potensial belgilovchi ionlarning miqdori;

Qarama-qarshi zaryadli ionlarning taqsimlanishi.

KOLLOID SISTEMALARNING ELEKTR XOSSALARI



Kolloid zarrachalar ma'lum bir zaryadga ega bo'lganligi uchun kolloid eritmaga tashqaridan elektr toki berilganda zarrachalar biror elektrodga tomon harakat qiladi: manfiy zarracha musbat elektrodga, musbat zarracha manfiy elektrodga tomon boradi. Kolloid zarrachalarning tashqi elektr maydon ta'sirida harakat qilish hodisasi **elektroforez** yoki **katoforez** deyiladi.





Reyss tajribasining sxemasi

Bu hodisani 1807 yilda Moskva universitetining professori Reyss birinchi bo'lib kashf etgan. Reyss bir parcha loyga ikki nayni o'rnatib, bu naylarga tozalab yuvilgan qum soldi va ikkala nayga bir xil balandlikda suv quydi. So'ngra bu suvga o'sha vaqtda elektrning birdan bir manbai bo'lgan Volt ustuni elektrodlarini tushirdi. Tok yuborilgandan bir oz vaqt o'tgach, musbat elektrod tushirilgan naydagi suv loyqalanadi: loy zarrachalari sekin asta ko'tarilib, suvda suspenziya hosil qila boshladi. Lekin shu bilan bir vaqtda bu naydagi suv kamaya bordi, manfiy elektrod tushirilgan nayda esa suv ko'tarila boshladi. Reyss bu tajribasi bilan loy zarrachalari manfiy zaryadli ekanligini isbotladi. Shu yo'l bilan elektroforez usulida zarrachalarning zaryadlarini aniqlash mumkin bo'ldi.

Reyss tajribasida biz ikki hodisani ko'ramiz: bulardan biri loy zarrachalarining musbat elektrod tomon harakati bo'lsa, ikkinchisi suyuqlikning manfiy elektrod tomon harakatlanishidir. Suyuqlikning elektr maydonida g'ovak jism orqali elektrodlar tomon harakat qilishi **elektroosmos** deyiladi. Elektroosmos yunalishiga qarab suyuqlik zaryadi ishorasini aniqlash mumkin. Rus olimlari I. Jukov va B. Nikolskiy elektroosmos hodisasidan foydalanib suvni tozalash usulini topdilar.

Dispers sistemalarda uchraydigan elektrokinetik hodisalar jumlasiga elektroforez va elektroosmosdan tashqari "cho'kish potentsiali" ya'ni (Dorn effekti) va "oqib chiqish potentsiali" yoki Kvinke effekti ham kiradi.

Elektrokinetik hodisalar

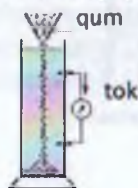
a) elektroforez



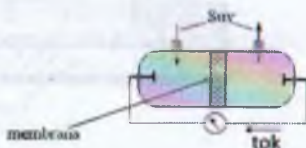
b) elektroosmos



d) sedimentatsiya potentsiali



e) oqim potentsiali





Bu to'rtta elektrokinetik hodisalar dispers sistemalar kimyosining o'zida ham katta nazariy va amaliy ahamiyatga ega. Kolloid sistemaning dzeta-potensialli kattaligi ayni sistemaning agregativ barqarorligi uchun xarakteristika bo'la oladi.

Elektroforezda dispers faza zarrachalarining harakat tezligi, elektroosmosda esa dispers muhitning harakat tezligi elektr maydon kuchlanganligi E ga va dispersion muhitning dielektrik o'tkazuvchanligi (ϵ) ga to'g'ri, muhitning qovushqoqligi (η) ga teskari proporsional bo'ladi.

Elektroforez va elektroosmos tadqiqot ishlarida va amaliyotda katta ahamiyatga ega. Masalan, oqsillarni tahlil qilishda va ajratishda elektroforez hodisasidan, g'ovak sistemalardan namni yo'qotishda elektroosmos hodisalaridan keng foydalaniladi.

Elektroosmos hodisasi –torfning va daraxtlarning qurishini tezlatishda, terini oshlashda, zollarning dispersion muhitini tozalashda, turli kompozitsiyalarda materiallarni quritishda ishlatiladi.

1859 yilda Kvinke elektroosmosga teskari hodisani (elektrodlarda potentsiallar farqi hosil bo'lishini) aniqladi va uni **oqim potentsiali** deb nomladi.

Kvinke potentsiallar farqi yuzaga kelishini suv va suvli eritmalarining turli xil g'ovak materiallar (tuproq, daraxt, qum, grafit va boshqalar) dan oqib o'tishida kuzatdi. Bu hodisa tirik organizmlar uchun ham xos. Masalan, arteriyalarda qon harakatlanganda kamgina oqim potentsiali ($\sim 0,001 \div \sim 0,002B$) paydo bo'ladi. Elektrokardiogrammalarda kuzatiladigan to'lqinlardan biri oqim potentsial bilan tushuntiriladi.

Oqim potentsiali yuzaga va diafragmaning qalinligiga bog'liq, oqib o'tayotgan suyuqlikning miqdoriga bog'liq emas, balki oqimni ushlab turuvchi bosimga bog'liq bo'lib, u quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

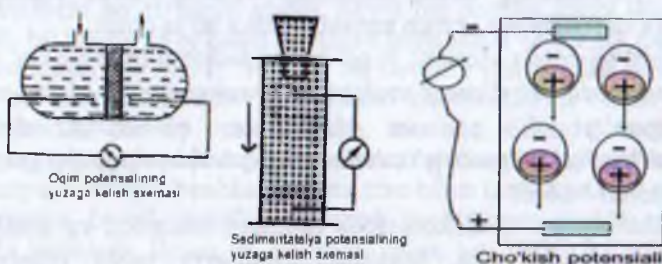
$$E_T = \frac{P \cdot \epsilon \cdot \epsilon_0 \xi}{\eta \cdot \chi}$$

Elektroosmosda oqim potentsiali suyuqlik harakatining hajmiy tezligi bilan quyidagicha bog'lanishda bo'ladi:

$$E_T = \frac{P \cdot v}{I}$$



1878 yilda Dorn elektroforezga teskari hodisani ochdi va uni **sedimentatsiya (cho'kish) potentsiali** deb nomladi.



Sedimentatsiya potentsiali – idishda turli balandlikda joylashtirilgan elektrodlarda potentsiallar hosil bo'lish hodisasi bo'lib, bu dispers faza zarrachalarining cho'kishiga olib keladi. Shunday qilib, potentsiallar farqi zarrachalar harakati natijasida yuzaga keladi.

Elektroosmos, elektroforez, oqim potentsiali va sedimentatsiya potentsiallari hodisalari umumiy nom bilan elektrokinetik hodisalar deyiladi.

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

ELEKTROKINETIK HODISALAR

Elektr maydonida bir fazaning boshqa fazaga nisbatan siljishi (joyini o'zgartirishi) natijasida fazalararo chegarada potentsiallar ayirmasi yuzaga keladi. Potentsiallar ayirmasi mitsella-eritma chegarasida qo'sh elektr qavat mavjudligi tufayli hosil bo'ladi. Qo'sh elektr qavatning hosil bo'lishi quyidagi omillar bilan tushuntiriladi:

Qattiq jism sirtida uning suyuqlik bilan kontakti tufayli ortiqcha elektr zaryad yuzaga keladi;

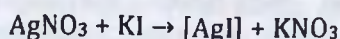
Ortiqcha zaryad eritmadagi qarama-qarshi zaryadli ionlar bilan kompensasiya qilinadi va qo'sh elektr qavat hosil bo'ladi;

Qo'sh elektr qavat sirt energiyaing minimumga intilishi hisobiga o'z-o'zidan hosil bo'ladi.

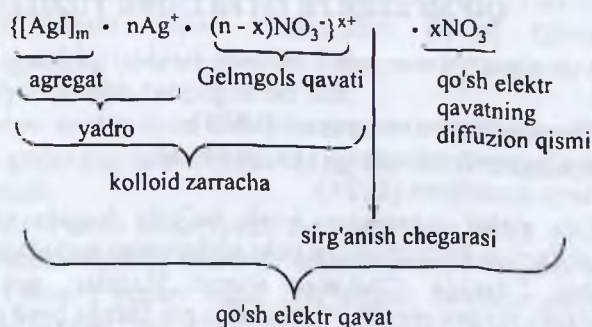


Qarama-qarshi zaryadli ionlar qatlami ikki qismdan tarkib topgan deb hisoblash qabul qilingan bo'lib, ulardan biri adsorbsion qism (zich yopishib turgan qavat)- Gelmgols qavati; ikkinchisi esa diffuzion qism bo'lib, sirt yaqinida elektrostatik kuchlar hisobiga ushlab turiladi.

Ana shu ikki qavatlar orasida sirg'anish (sirpanish) chegarasi joylashgan. Kumush nitrat eritmasiga kaliy yodid, eritmasini ta'sir ettirib, kumush yodid gidrozolining olinishini ko'rib chiqamiz:



AgNO_3 mo'l miqdorda olinganida

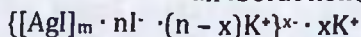


Qo'sh elektr qavatning tuzilishiga elektrolitlar ta'sir ko'rsatishi mumkin. Mitsella kristallariga ta'siriga ko'ra elektrolitlar 2 xil bo'ladi:

Indifferrent;

Noindifferent.

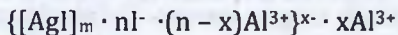
Indifferent elektrolitlar sirt yuzaga xemosrbsiyalanmaydi va potensial belgilovchi ion bo'la olmaydi hamda φ potensial o'zgarmaydi. AgI kristallariga nisbatan NaNO_3 , $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ lar ana shunday elektrolitlar hisoblanadi. Natriy yoki kalsiy ionlarining kiritilishi sirt yuzadan uzoq bo'lmagan masofada sirt yuzadagi manfiy zaryadlarni kompensasiyalanadi va oldingiga nisbatan qo'sh elektr qavatning siqilishiga olib keladi va ζ -potensial o'zgaradi. Masalan, kumush yodid zarrachalaridan iborat kolloid eritma



ga qarama-qarshi ionning zaryadi katta bo'lgan elektrolit, masalan, $\text{Al}(\text{NO}_3)_3$ qo'shilsa, kolloid zarrachaning qayta



zaryadlanishi sodir bo'ladi. Manfiy zaryadli zarracha musbat zaryadlanadi:



ζ – potensialning qiymati ham o'zgaradi: manfiydan musbatga o'tadi.

Noindifferent elektrolitlar – sirt yuzaga sorbsiyalana oladi, ular potensial belgilovchi ion bo'lishi mumkin va termodinamik potensial (φ) kattaligi o'zgaradi. Agl kristallariga nisbatan KI ana shunday elektrolit hisoblanadi. Bu vaqtda yodid ionlarining konsentratsiyasi ortadi va sirt potensialining qiymati yanada manfiyroq qiymatga ega bo'ladi.

QO'SH ELEKTR QAVATNING TUZILISHI

Qo'sh elektr qavat hosil bo'lishi haqida quyidagi nazariyalar mavjud:

Gelmgols-Perren nazariyasi (1879);

Gui-Chepmen nazariyasi (1910-1913);

Shtern nazariyasi (1924).

Qo'sh elektr qavatning hosil bo'lishi haqida taklif etilgan mexanizmlardan birinchisi ion yoki elektronlar tarzidagi zaryadning 1 fazadan 2-fazaga o'tishidan iborat. Masalan, gaz faza bilan chegaralanib turgan metall o'z ionlarini gaz fazaga bera oladi.

Metalldan elektronning chiqib ketish intensivligi harorat ortgan sari ortadi. Bu hodisa **termoelektronemissiya** deyiladi. Uning oqibatida metall musbat zaryadga, gaz faza manfiy zaryadga ega bo'lib qoladi. Chegara sirtida hosil bo'lgan elektr potensial elektronlarning metalldan yanada chiqib ketishiga qarshilik ko'rsatadi va sistemada muvozanat qaror topadi. Gaz fazada metall sirtidagi musbat zaryadga teng manfiy zaryad paydo bo'ladi; binobarin qo'sh elektr qavat hosil bo'ladi. Bir xil zaryadli ionning bir fazadan 2-fazaga ko'proq o'tishi natijasida qo'sh elektr qavat hosil bo'lishi uchun suvda kam eriydigan AgI cho'kmasi bilan suv orasidagi sirt qavat misol bo'ladi.

Qo'sh elektr qavat hosil bo'lishining ikkinchi mexanizmi qattiq faza tarkibiga kirmaydigan ionlarning fazalararo sirtga tanlanib adsorbilanishidan iborat. Bu holda sistemaga aralashib qolgan qo'shimcha moddalar tarkibidagi ionlar adsorbilanadi. Masalan, metall-suv sistemasiga NaCl eritmasi qo'shilsa, metall sirtiga xlorid ionlar tanlab adsorbilanadi.



Qo'sh elektr qavatining hosil bo'lishi haqidagi ta'limotni birinchi bo'lib olimlardan Kvinke (1859) yaratgan, Gelmgols (1879) ishlarida bu ta'limot rivojlandi. Elektrolitik dissosilanish nazariyasi rivojlanishi va ionlar haqidagi tushuncha kiritilgandan keyin Gui (1910) qo'sh elektr qavatiga doir yangicha nazariya yaratdi. Keyinchalik, qo'sh elektr qavat haqidagi nazariya Shtern (1924) ishlarida yanada mukammal rivoj topdi. Qo'sh elektr qavat tuzilishini tushuntirishda barcha mualliflar quyidagi umumiy tushunchalardan kelib chiqishgan: Qo'sh elektr qavat liozol dispers sistemada qattiq faza (potensial aniqllovchi ionlar) bilan mustahkam bog'langan bir xil zaryadlangan ionlardan va fazalar orasidagi yuza suyuq dispers muhitdagi ekvivalent miqdordagi qarama-qarshi zaryadlangan qarshi ionlar miqdoridan iborat. Qattiq faza yuzasidagi zaryad birinchi yaqinlashishida yuza zaryad deb qaraladi va u yuza bo'yicha tekis tarqalgan bo'ladi.

Dispersion muhit doim uzluksiz faza deb tassavur qilinadi va qo'sh elektr qatlamiga ta'siri faqat uning dielektrik o'tkazuvchanligi bilan aniqlanadi.

Gelmgols-Peren nazariyasi. Bu nazariyaga ko'ra qo'sh qavat yassi kondensator sifatida tasavvur qilinib, uning bir qismi bevosita qattiq tana (devor) yuzasi bilan bog'langan, boshqa qismi, ya'ni qarshi zaryadlangani esa suyuqlikda birinchisidan juda oz farq qiladigan masofada joylashgan bo'ladi. Bunday qavatda potensial xuddi yassi kondensatordagidek juda tez tushishi kerak va yuza zaryad σ quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$\sigma = \frac{\varepsilon}{4\pi\delta} \varphi_0$$

bu yerda ε – kondensator plastinkalari orasidagi bo'shliqni to'ldirib turgan muhitning absolyut dielektrik o'tkazuvchanligi, φ_0 – dispers faza va eritma orasidagi farqlanuvchi potensial, δ – kondensator plastinkalari orasidagi masofa.

Quyida keltirilgan qo'sh elektr qavatining tuzilish sxemasi elektrokinetik hodisalarning ko'p xususiyatlarini tushuntirib bera olmaydi.

Hozirgi kunda bu nazariya dispers sistemalar kimyosida faqat tarixiy ahamiyatga ega.



Gelmgols-Perren nazariyasining kamchiliklari:

Sirg'anish chegarasi molekulyar o'lchamga nisbatan sirtidan ancha uzoq masofada joylashgan deb hisoblangan;

Bu nazariyaga ko'ra $\xi = \varphi$, ammo tajriba natijalariga ko'ra $\xi < \varphi$;

Bu nazariyaga ko'ra indifferent elektrolitlarning ishtiroki φ va dzeta-potensialga ***indifferent elektrolitlar ishtiroki*** ta'sir ko'rsatmaydi, ammo dzeta-potensialga kuchli darajada ta'sir etadi.

Gui-Chepmen nazariyasi. Gui (1910 y) va Chepmenning (1913 y) bir-biridan bexabar holda, qo'sh elektr qavatining tuzilishini ya'ni qarshi ionlarning diffuzion qavat nazariyasini taklif qilishlari kimyoda katta qadam bo'ldi. Bu nazariya Gelmgols-Perren nazariyasining ko'p xatoliklarini to'g'irladi. Gui-Chepmenning nazariyasiga ko'ra qarshi ionlar faqat fazalararo yuzada joylashgan bo'lmasdan, suyuq fazada biror bir masofada tarqoq holda joylashgan bo'ladi. Qo'sh qavatning bunday tuzilishi bir tarafdin, qattiq fazadagi o'ziga ekvivalent miqdordagi qarama-qarshi zaryadlangan ionlarning mumkin qadar devoriga tortuvchi elektr maydon bilan, ikkinchi tarafdin esa issiqlik harakati tufayli harakatlanuvchi qarama-qarshi ionlarning suyuq fazaning butun hajmi bo'yicha tarqalishi bilan ifodalanadi.

Fazalararo chegaralar yaqinida bevosita elektr maydon yuqorilik qiladi. Fazalararo chegaradan bu kuchni olib tashlansa bu maydon kuchi asta-sekinlik bilan kuchsizlanib boradi va issiqlik harakati tufayli qo'sh qavatdagi qarshi ionlarning kuchliroq tarqalishi bilan namoyon bo'ladi. Buning natijasida qarshi ionlar konsentratsiyasi kamayib, suyuq faza tubida mavjud bo'lgan ionlar konsentratsiyasi bilan tenglashadi. Shunday qilib, qattiq faza bilan bog'langan qarshi ionlarning diffuzion qavatining muvozanati yuzaga keladi. Bu diffuzion qavatning dinamik muvozanatidir.

Boshqa tomondan, potensial aniqlovchi devor orqali adsorblangan ionlar kabi suyuqlikdagi shu ishorali ionlar ham elektr kuchlari ta'sirida qattiq fazadan uzoqlanib, eritma tubiga cho'ka boshlaydi. Bu holat qo'sh elektr qatlamining diffuzion qismida potensial aniqlovchi va qarshi ionlarning taqsimlanishiga olib keladi.

Gui va Chepmen tomonidan taklif qilingan nazariya ba'zi elektrokinetik hodisalarni tushuntirishga yordam beradi. Masalan, nima uchun elektrokinetik potensial noldan farqli va



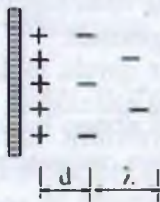
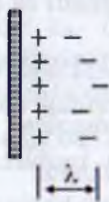
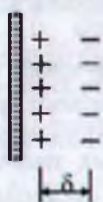
potensiallarning umumiy oshishiga teng emas; nima uchun turli faktorlar elektrokinetik potensial va umumiy potensiallarga turli xil ta'sir ko'rsatadi.

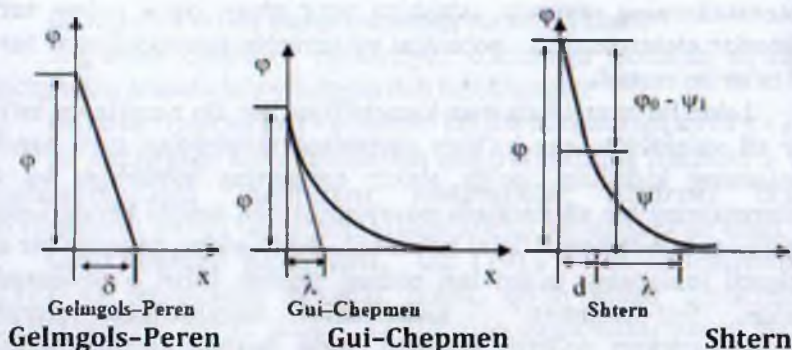
Lekin bu nazariyada ham kamchiliklar bor. Bu nazariyaga ko'ra bir xil valentlikka ega bo'lgan ekvivalent miqdordagi turli qarshi ionlarning kiritilishi, qo'sh elektr qavatining siqilishiga va ζ -potensialning bir xil darajada pasayishiga olib kelishi kerak. Lekin tajribalar bunday emasligini ko'rsatadi. Qo'sh elektr qavatiga bir xil valentli ionlarning ta'siri ion radiusi oshishi bilan o'sib boradi. Xullas, Gui-Chepmen nazariyasini suyultirilgan dispers sistemalar uchun qo'llash mumkin, lekin boshqa konsentrlangan eritmalarga qo'llab bo'lmaydi. Bunday barcha kamchiliklar Shtern nazariyasi orqali yechimini topdi.

Xulosa qilib aytganda Gui va Chepmen nazariyasiga ko'ra qo'sh elektr qavat hosil bo'lishining sababi bir tomondan qarama-qarshi zaryadlarni ikki qavat shaklida yig'ishga intilgan elektrostatik tortishuv kuchi va ikkinchi tomondan, ionlarni suyuqlik ichida tarqatuvchi Broun harakati kuchining borligidir.

Bu nazariyaga muvofiq qattiq faza sirtidagi elektr qavat o'ziga ekvivalent miqdorda eritmadan qarama-qarshi ishorali zaryadlarni tortib olib, monoion qavat hosil qilishga intiladi, lekin suyuqlik ichidagi issiqlik harakati bu ionlarni eritma hajmiga tarqatib turadi. Shu sababli qattiq fazaga bevosita yaqin joyda qarama-qarshi ionlar konsentratsiyasi eng yuqori qiymatga ega bo'ladi. Qattiq fazadan uzoqlashgan sari qarshi ionlarning konsentratsiyasi kamaya boradi.

Shtern nazariyasi. 1924 yilda Shtern qo'sh elektr qavatning tuzilish sxemasini taklif qildi. U bu sxemada Gelmgols-Peren va Gui-Chepmen sxemalarini birlashtirdi.





Shternning fikriga ko'ra, birinchi yoki bir necha dastlabki qarshi ionlar qavati devorga elektrostatik va adsorbsiya kuchlari orqali tortiladi. Buning natijasida ba'zi qarshi ionlar 1-2 molekular oralig'ida juda yaqin masofada, δ qalinligida yassi kondensator hosil qilib, Gelmgols-Peren nazariyasiga muvofiq, sirt-yuzada joylashadi. Bu elektr potensial juda keskin tushgan qavatni ba'zi bir mualliflar Gelmgols, boshqalari Shtern, uchinchilari esa adsorbsiyalangan qavat deb atashadi. Qo'sh elektr qavatning potentsiali nisbatan sekin tushadigan qismini ba'zan Gui qavati deyishadi.

Elektrolitlar sistemaga kiritilganda, diffuzion qavat siqila boshlaydi va ko'proq qarshi ionlar adsorbsiyalangan qavatga o'ta boshlaydi. Sistema suyultirilganda esa aksincha, diffuzion qavat kengayadi va ζ -potensial o'sib boradi.

Qo'sh elektr qavatda ionlarning tarqalishiga, Shtern nazariyasiga ko'ra, qarshi ionlarning tabiati kuchli ta'sir ko'rsatadi. Agar qarshi ionlar turli valentlikka ega bo'lsa, diffuzion qavatning qalinligi va qarshi ionlarning adsorbsiyalangan qavatdagi soni ionlarning valentligi bo'yicha aniqlanadi va bu elektrostatik kuchlar bilan belgilanadi.

Agar qarshi ionlar bir xil valentlikka ega bo'lsa, qo'sh elektr qavatning qalinligi va diffuzion qavatdagi qarshi ionlar soni spesifik adsorbsiyalanish xususiyatiga ega bo'lgan ionlar bilan ularning qutbligi va gidratasiyasi orqali aniqlanadi.

Ionlarning bu xossalari ularning haqiqiy radiusi bilan yoki D.I. Mendeleyev davriy jadvalidagi joylashgan o'rni bilan aniqlanadi.

Ionning kuchli qutiblanishi, albatta qo'sh elektr qavatining qalinligining kamayishiga olib keladi, chunki qattiq faza va



induksion dipol o'rtasida qo'shimcha adsorbsion kuchlar hosil bo'ladi va bundan tashqari, ion yuzaga yaqin kelishi mumkin. Ionning deformatsiyalanishi uning o'lchamlari bilan birga o'sib boradi va anionlarning radiusi kationlar radiusiga nisbatan katta bo'lganligi uchun anionlarning qutbliligi kationlar qutbliligidan ko'p bo'ladi. Bu hodisa nima sababdan tabiatda yuzaning manfiy zaryadi musbat zaryadiga nisbatan ko'p uchrashini tushuntirib beradi.

Ma'lumki, ionlarning gidratlanishi haqiqiy ion radiuslari ortgani sari kamayadi. Ionlar gidratlanishining kamayishi qo'sh elektr qavatining siqilishiga olib keladi, chunki gidrat qobiq qarshi ionlar va qattiq faza yuzasidan elektrostatik ta'sirlarni kamaytiradi.

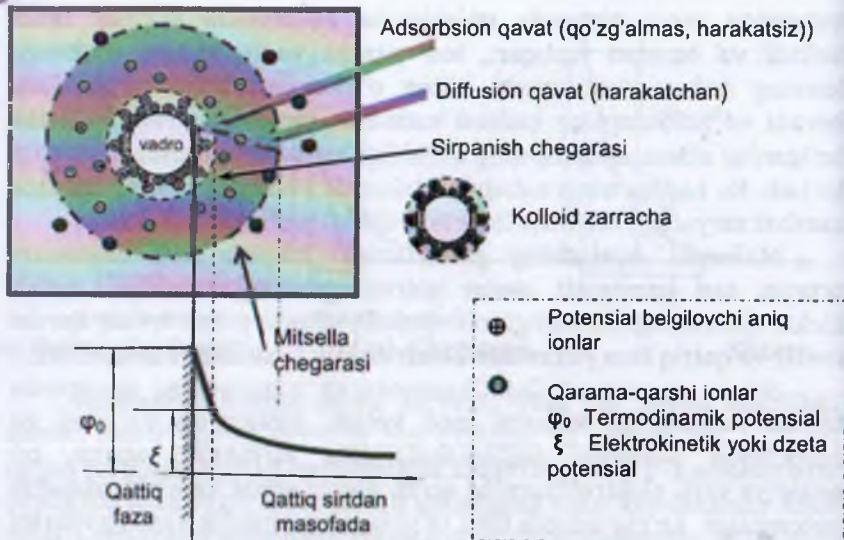
Shtern nazariyasi Gui-Chepmenning nazariyasiga qaraganda tajriba natijalariga ko'proq mos keladi. Ionlarning o'lchami va adsorbsion potensial tushunchalarining kiritilishi sababli, bu nazariya turli elektrolitlarning qo'sh elektr qavat va elektrokinetik potensialga ko'rsatadigan turli ta'sirlarning spesifik xususiyatlarini tushuntirib berdi. Albatta, shuni ta'kidlash lozimki, bu nazariya mukammal emas, chunki unda juda ko'p noaniqliklar, masalan, adsorbsion potensialning konsentratsiyaga bog'liq emasligi tushirib qoldirilgan.

Kolloid zarrachalarning sirti katta bo'lgani uchun ionlarni adsorbsiyalash qobiliyati yuqori bo'ladi. Adsorbilangan shu ionlar kolloid eritmalarning barqarorligiga ma'lum darajada ta'sir ko'rsatadi. Suyuqlik qattiq zarrachaga nisbatan (yoki zarracha suyuqlikka nisbatan) harakat qilganda qo'sh elektr qavatning adsorbsion va diffuzion qavatlari chegarasida **elektrokinetik potensial** vujudga keladi. U dzeta (ξ) harfi bilan belgilanadi va **dzeta-potensial** deb yuritiladi.

Dzeta potensial qo'sh elektr qavatning muhim xarakteristikasi bo'lib, u dispers faza va dispersion muhitlarning harakat intensivligini va imkoniyatlarini belgilaydi.

Elektrokinetik potensialdan tashqari yana termodinamik potensial ham mavjud. **Termodinamik potensial qattiq zarracha sirti bilan suyuqlik ichidagi umumiy potenciallar ayirmasini ko'rsatadi.**

Elektrokinetik va termodinamik potenciallar bir-biridan nima bilan farq qilishini tushinib olish qiyin emas.

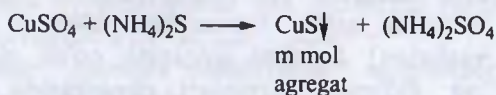


Zolning olinish sharoitlari:

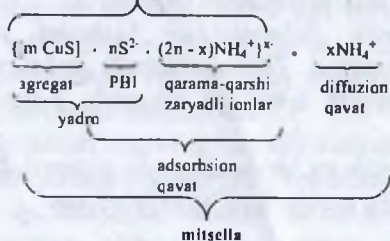
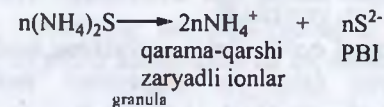
Dispers fazaning dispersion muhitda yomon erishi ya'ni fazalar chegara sirtining bo'lishi;

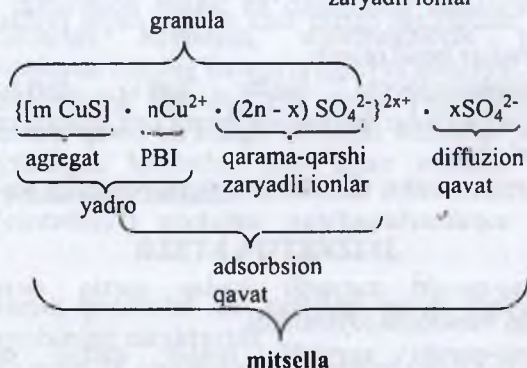
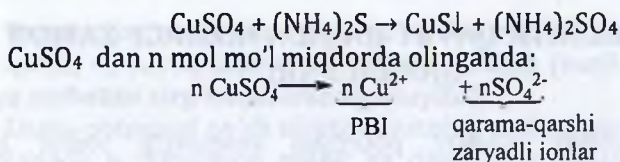
Zarrachalarning o'lchami $10^{-7} - 10^{-9}$ m (1 – 100 nm) bo'lishi;

Ion stabilizatorlarning mavjudligi.



$(\text{NH}_4)_2\text{S}$ dan n mol ortiqcha olinganda:

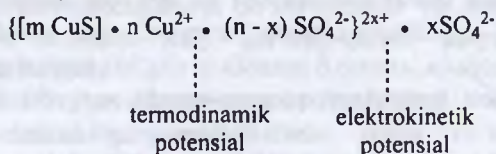




Mitsellada 2 xil potensial sakrash kuzatiladi:

Elektrotermodynamik; $\varphi \approx 1\text{V}$

Elektrokinetik; $\zeta = 0,1\text{V}$



Adsorbsion qavat bilan diffuzion qavat chegarasidagi potensial kattaligi (ξ -potensial) elektrokinetik potensialni ko'rsatadi.

Elektrokinetik potensial dispers sistemalarning barqarorligini aniqlovchi belgilardan biri bo'lib, unga tashqi sharoitning ta'siri barqarorlikning kamayishiga yoki oshishiga sababchi bo'ladi.

Agar fazalar orasidagi potensial farqi φ ; zich qismida potensial sakrash φ_0 ; diffuzion sohada potensial sakrash φ_1 bo'lsa, u holda $\varphi = \varphi_0 + \varphi_1$ bo'ladi.

Qo'sh elektr qavatning harakatchan (diffuzion) va harakatchan bo'lmagan (adsorbsion) qismlari orasidagi potensiallar farqi elektrokinetik potensial yoki dzeta potensial deyiladi. Suyultirilgan eritmalarda dzeta-potensial φ_1 qiymatiga yaqin bo'ladi.

Konsentrlangan eritmada va boshqa sharoitlarda masofa o'zgarishi bilan potensial keskin o'zgaradi. Shuning uchun dzeta-potensial va φ_1 larning tengligi kuzatilmaydi.



QO'SH ELEKTR QAVAT HAQIDA HOZIRGI ZAMON QARASHLARI

Qo'sh elektr qavatni potensial aniqlovchi ionlar bilan dispersion muhitdagi qattiq faza sirtiga yaqin joylashgan qarama-qarshi zaryadlar hosil qiladi;

Potensialaniqlovchi ionlar qattiq zarrachalar bilan xemosorbsion kuchlar vositasida puxta bog'langan va uning sirtida teng taqsimlangan.

Dispersion muhit dielektrik o'tkazuvchanligi va qovushqoqligi (η) bilan xarakterlanadigan uzluksiz (tuzilishsiz) muhit deb qaraladi.

Qarama-qarshi zaryadli ionlar qattiq sirtidan bir ion o'lchamidagi masofada joylashadi.

Qarama-qarshi zaryadli ionlar qattiq sirt zaryadini kompensasiya qiluvchi bo'lib, murakkab tuzilishga ega va 2 qismdan iborat: *zich qatlam (adsorбилangan qatlam yoki Gelmgols qatlami) va diffuzion qavat (Gui qavati).*

Diffuzion qavat qalinlik (δ) ka ega, uni qarama-qarshi ionlar hosil qiladi, u (diffuzion qavat) zaryadlangan sirtidan d dan katta bo'lgan masofada, ammo δ masofa oralig'ida joylashadi.

Diffuzion qavatdagi qarama-qarshi zaryadli ionlarga issiqlik harakati ta'sir etadi, ular sistemaning butun hajmida teng taqsimlanishiga harakat qiladi. Bu esa diffuzion qatlamda dinamik muvozanat o'rnatilishiga olib keladi.

Qo'sh elektr qavatda potensialning to'liq tushishi (kamayishi) **termodinamik potensial** deyiladi:

$$\varphi_0 = \varphi_d + \varphi_\delta; \quad \varphi = \frac{RT}{nF} \ln \frac{a_0}{a_p}$$

Termodinamik potensial - qattiq zarracha sirti bilan suyuqlik o'rtasidagi umumiy potensiallar ayirmasini ko'rsatadi.

Termodinamik potensial kattaligi sirtga yopishgan barcha anionlar bilan suyuqlikning adsorbsion va diffuzion qavatlaridagi o'shancha kationlar orasidagi umumiy potensiallar ayirmasini ko'rsatadi.

Sirg'anish tezligidagi potensial elektrokinetik potensial yoki dzeta-potensial deyiladi.



Zarrachalar harakatlanishida qo'sh elektr qavat buziladi.

Qattiq va suyuq fazalar ko'chishida ajralish (buzilish) joyi ***bir-biriga nisbatan sirg'anish tekisligi*** deyiladi.

Dzeta-potensial qo'sh elektr qavatning muhim xarakteristikasi hisoblanadi: u dispersion muhit va dispersion fazalarning nisbiy ko'chish tezliklarini aniqlaydi, elektrokinetik hodisaning intensivligini aniqlaydi, zolning barqarorligini ta'minlaydi.

Dzeta-potensialining kattaligi esa sirtga yopishgan anionlar sonidan adsorbsion qavat tarkibiga kiruvchi kationlar sonini olib tashlaganda qoladigan kationlar soni bilan anionlar orasidagi potentsiallar ayirmasini ko'rsatadi.

DZETA POTENSIAL

Termodinamik potensial φ_0 kattaligi qo'sh elektr qavatda potensial kamayishining xarakterini;

Katta faza yaqinida suyuqlikning harakatlanish xarakterini (u asosan muhitning qovushqoqligiga bog'liq) aniqlaydi.

Dzeta-potensial qancha katta bo'lsa, termodinamik potensial (φ_0) ham shuncha katta bo'ladi.

Dzeta-potensial qancha katta bo'lsa qalinlik (δ) ham shuncha katta bo'ladi va shuncha ko'p qarama-qarshi zaryadli ionlar diffuzion qavatda bo'ladi.

Dzeta-potensial qiymatiga ta'sir etuvchi omillar:

Indifferent elektrolitning qo'shilishi;

Noindifferent elektrolitning qo'shilishi;

Muhitning pH qiymati va boshqa faktorlar;

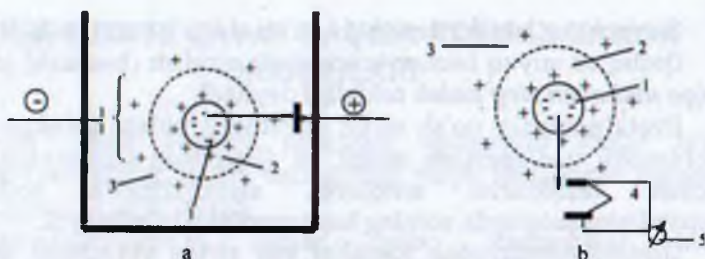
Zol konsentratsiyasi;

Dispersion muhit

§ - DZETA-POTENSIALNI ANIQLASH USULLARI

Suyuqlik qattiq zarrachaga nisbatan yoki zarracha suyuqlikka nisbatan harakat qilganida qo'sh elektr qavatning adsorbsion va diffuzion qavatlari chegarasida hosil bo'ladigan potensial **elektrokinetik potensial yoki dzeta potensial** deyiladi.

Kolloid eritmaga tashqaridan elektr toki yuborilganda kolloid zarrachalar ma'lum zaryadga ega bo'lganligi uchun ular biror elektrodga tomon harakatlanadi. Kolloid zarrachalarning tashqi elektr maydon ta'sirida harakat qilish hodisasi **elektroforez** deyiladi.

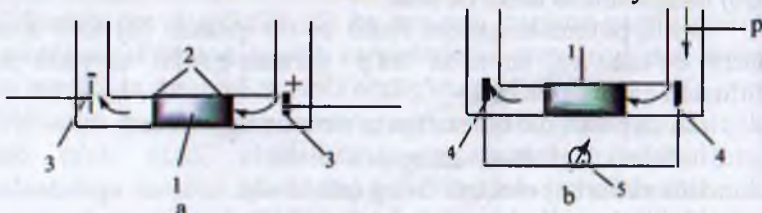


ζ - potensialni elektroforez hodisasidan foydalanib aniqlash mumkin:

$$\zeta = \frac{k \cdot \pi \cdot \eta \cdot g}{\varepsilon \cdot x}$$

$k = 6$ (sharsimon zarracha uchun; $k = 4$ (silindrik zarrachalar uchun); η - suyuqlikning qovushqoqligi; g - zarrachaning elektroforez tezligi; ε - muhitning dielektrik o'tkazuvchanligi; x - potensial gradiyent. Bu tenglama **Gelmols-Smoluxovski tenglamasi** deyiladi.

Suyuqlikning elektr maydonida g'ovak jism (diafragma) orqali elektrodlar tomon harakatlanishi **elektroosmos** deyiladi.



Xuddi shunday dzeta-potensialni elektroosmos hodisasidan foydalanib ham aniqlash mumkin:

$$\zeta = \frac{\eta \cdot \chi \cdot g}{\varepsilon \varepsilon_0 \cdot I}$$

χ - suyuqlikning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi; η - qovushqoqlik, I - tok kuchi; $\varepsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ f/m; ε - suyuqlikning dielektrik doimiysi.

Mavzuga doir masalalar yechish

1. Agar eritma $2 \cdot 10^4$ Pa bosim ostida o'tsa va oqim potentsiali $U = 6,5 \cdot 10^{-3}$ B ga teng bo'lsa, keramik filtr - KCl ning suvli eritmasi chegara sirti qismidagi elektrokinetik potensialni aniqlang. Muhitning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi $\chi = 0,41 \text{ sm} \cdot \text{m}^{-1}$,



qovushqoqlik $1,3 \cdot 10^{-2} \text{ Pa} \cdot \text{sek}$, nisbiy elektr o'tkazuvchanlik $\epsilon = 80,1$,
elektr doimiysi $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ f/m}$.

Yechish:

$$U = \frac{\epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot \xi \cdot p}{\eta \cdot \chi} \text{ dan } \xi = \frac{U \cdot \eta \cdot \chi}{\epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot p} = \frac{6,5 \cdot 10^{-3} \cdot 1,2 \cdot 10^{-2} \cdot 0,141}{80,1 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 2 \cdot 10^4} = 7,76 \text{ mB}.$$

2. $\tau = 60$ minutda elektroforezda zol siljishining rangli chegarasi $\alpha = 2,5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ ga teng bo'lsa, polistirol lateksi zarrachalarining dzeta-potensialini hisoblang. $E = 115 \text{ B}$. Elektrodlar orasidagi masofa $l = 0,55 \text{ m}$. Muhitning dielektrik o'tkazuvchanligi 81 ga teng. Muhitning qovushqoqligi $\eta = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{sek}$. Elektrik doimiylik $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ f/m}$.

Yechish:

$$\xi = \frac{U_0 \cdot \eta}{\epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot H}$$

Chiziqli tezlik:

$$U_0 = \frac{\alpha}{\tau} = \frac{2,5 \cdot 10^{-2}}{3600} = 0,7 \cdot 10^{-5} \text{ m/sek}$$

Tashqi maydon kuchlanganligi:

$$H = \frac{E}{l} = \frac{115}{0,55} = 209 \text{ B/M}$$

$$\epsilon = \frac{U_0 \cdot \eta}{\epsilon \epsilon_0 \cdot H} = \frac{1 \cdot 10^{-3} \cdot 0,7 \cdot 10^{-5}}{81 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 209} = 0,046 \text{ B}.$$

3. Gidrozol zarrachasining elektrokinetik potentsiali 50 mB ga teng. Tashqi elektr yurituvchi kuch 240 B, elektrodlar orasidagi masofa 40 sm. Agar suvning qovushqoqligi $\eta = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{sek}$, dielektrik o'tkazuvchanlik $\epsilon = 81$ ga teng bo'lsa, zol zarrachalarining elektroforetik tezligini hisoblang. Zol zarrachalari silindrik shaklda.

Yechish: Elektrokinetik potentsial formulasidan silindrik shakldagi zarrachalar uchun:

$$\xi = \frac{4\pi U \eta}{\epsilon H}$$

Elektroforetik tezlikni hisoblaymiz:

$$U = \frac{\xi \cdot \epsilon \cdot H}{4\pi \eta}; \quad H = \frac{E}{l} = \frac{240}{0,14} = 600 \text{ B/m};$$

$$U = \frac{0,05 \cdot 81 \cdot 600}{4 \cdot 3,14 \cdot 1 \cdot 10^{-3}} = 2,15 \cdot 10^{-3} \text{ m/c}$$



4. Konsentratsiyasi 25 mg / l bo'lgan NaCl ning suvli eritmasida joylashgan bariy sulfat zarrachalari sirtida diffuzion ionli qavatning qalinligini hisoblang. 288 K da eritmaning nisbiy dielektrik o'tkazuvchanligi 82,2 ga teng.

Yechish: Diffuzion ionli qatlamning qalinligi

$$\lambda = \sqrt{\frac{\varepsilon \varepsilon_0 R T}{2 F^2 \cdot I}} \text{ formula bilan topiladi.}$$

NaCl uchun ion kuchi I:

$$I = S(c \cdot 1^2 + c \cdot 1^2) = C$$

Bu yerda C – NaCl ning konsentratsiyasi mol/m³ da

$$C = \frac{25}{m} = \frac{25}{58,44} = 0,428$$

U holda NaCl eritmasining ion kuchi:

$$I = S(0,428 \cdot 1^2 + 0,428 \cdot 1^2) = 0,428$$

Diffuzion qavat qalinligi:

$$\lambda = \sqrt{\frac{82,2 \cdot 8,85 \cdot 10^{-22} \cdot 8,31 \cdot 288}{2 \cdot (96500)^2 \cdot 0,428}} = 1,477 \cdot 10^{-8} \text{ m}$$

5. Oqim potentsiali $4 \cdot 10^{-3}$ B bo'lishi kaliy xlorid eritmasiga membrana orqali qancha bosim berish kerak. Elektrokinetik potensial 30 mB ga, muhitning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi $\chi = 1,3 \cdot 10^{-2}$, dielektrik singdiruvchanlik $\varepsilon = 81$, muhitning qovushqoqligi $\eta = 1 \cdot 10^{-3} \text{ H} \cdot \text{c} / \text{m}^2$.

Yechish:

$$p = \frac{E_r \cdot \eta \cdot \chi}{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot \xi} = \frac{0,04 \cdot 10^{-3} \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 10^{-2}}{81 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 30 \cdot 10^{-3}} = 2,42 \cdot 10^4 \text{ H} / \text{m}^2$$

6. Quydagi tajriba natijalari asosida oqim potentsialining qiymatini toping: Elektrosmotik harakatda kaliy xloridning suvli eritmasining polistiroidan harakatlanishining hajmiy tezligi $v = 8 \cdot 10^{-10} \text{ m}^3 / \text{c}$, tok kuchi $4 \cdot 10^{-4} \text{ A}$, membrana orqali eritmaga ta'sir etuvchi bosim $2 \cdot 10^4 \text{ H} / \text{m}^2$

Yechish:

$$E_r = \frac{P \cdot v}{I} = \frac{2 \cdot 10^4 \cdot 8 \cdot 10^{-10}}{4 \cdot 10^{-4}} = 0,04 \text{ B}$$

7. Natriy nitratning konsentratsiyasi 30 mg/l bo'lgan suvli eritmasida turgan rux oksidi zarrachalarining sirtidagi diffuzion ion qavatining qalinligini aniqlang. Eritmaning dielektrik



o'tkazuvchanligi 298 K da 78,2 ga teng.

Yechish: Gui-Chepman nazariyasiga ko'ra diffuzion qavat qalinligi

$$\lambda = \sqrt{\frac{e\epsilon_0 RT}{2F^2 i}} \text{ formuladan foydalanib hisoblanadi.}$$

NaNO_3 elektroliti uchun ion kuchi:

$$I = \frac{1}{2}(c \cdot 1^2 + c \cdot 1^2) = c$$

NaNO_3 ning konsentratsiyasini hisoblaymiz:

$$c = \frac{30 \frac{\text{g}}{\text{m}^3}}{85 \frac{\text{g}}{\text{mol}}} = 0,353 \frac{\text{mol}}{\text{m}^3}$$

Demak, $I = c = 0,353$. λ ni hisoblaymiz:

$$\lambda = \sqrt{\frac{79,2 \cdot 8,85 \cdot 10^{-12} \cdot 8,31 \cdot 298}{2 \cdot (96500)^2 \cdot 0,353}} = 1,625 \cdot 10^{-8} \text{ m} = 16,25 \text{ nm}.$$

KOLLOID ERITMALARNING OPTIK XOSSALARI. TINDAL-FARADEY EFFEKTI

Kolloid eritmalarning optik xossalari

Talabalar ushbu bobni o'rganib, quyidagilarni ***bilishi shart***:

Dispers sistemalarga yorug'lik tushganida sodir bo'ladigan optik hodisalarni va ularning mohiyatini;

Yorug'likning sochilish va sinish mohiyatini, uning qonuniyatlarini hamda reley tenglamasini;

Buger-Lambert-ber qonunini, zollar rangliligining sabablarini;

Zollarni tekshirishning optik usullarini, ularning nimalarga asoslanganligini.

Kolloidlarning optik xossalari qatoriga yorug'likning dispers sistemalartomonidan sochilishi, kolloid eritmalarning rangi, yorug'likning kolloidlarda yutilishi, qutblangan yorug'lik tekisligining aylanishi (bo'linishi) hamda ultramikroskopik, elektronmikroskopik va rentgenoskopik xossalari kiradi. Zollarga rangdorlik xossalari xos. Zollarning o'tayotgan yorug'likdagi rangi ularning disperslik darajasiga, zarrachalarning kimyoviy tabiati va shakliga bog'liq hollarda o'zgaradi. Disperslik darajasi yuqori bo'lgan metall zollarining rangi, odatda, qizil va to'q sariq, disperslik darajasi past bo'lgan metall zollari binafsha va ko'k tusli bo'ladi.

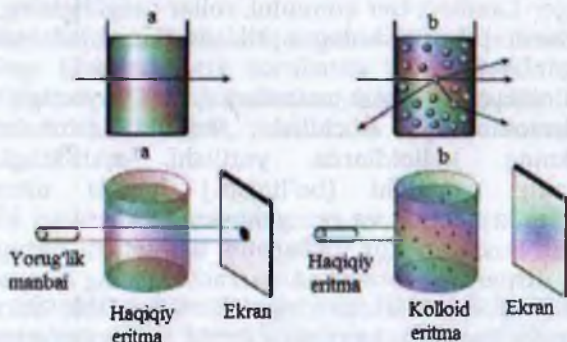


Masalan, oltinning disperslik darajasi yuqori bo'lgan zollari qizil tusli bo'lib, disperslik darajasi past bo'lgan zollari binafsha va ko'k tuslidir. Metall zollarining o'tayotgan yorug'likdagi rangi yutilgan nurning to'lqin uzunligiga ham bog'liq. Projektor nuri, tuman, tutun havo ranglidir. Osmonning ko'k tusda bo'lishiga sabab quyosh nurining havo qavatlari to'lqin uzunligiga qarab turli darajada tarqalishidir. Kumush zolining rangi disperslik darajasiga ko'ra turlicha bo'ladi:

Ag zolining disperslik darajasiga ko'ra rangi

Zarrachaning o'lchami, nm hisobida	Zolning rangi
79	To'q sariq
90	Qizil
110	Ko'k binafsha
160	Ko'k

Agar jismga tushayotgan yorug'likning to'lqin uzunligi jism zarrachalariga qaraganda kichik bo'lsa, yorug'lik geometrik optika qonunlariga muvofiq, jismdan qaytadi. Lekin jism zarrachalarining kattaligi tushayotgan yorug'likning to'lqin uzunligidan ancha kichik (masalan, uning 0,1 qismi qadar) bo'lsa, bu holda sodir bo'ladigan optik hodisalar ichida yorug'likning tarqatilishi asosiy o'rinni tutadi. Shuning uchun kolloid dispers va dag'al dispers sistemalar ko'zga ko'rinadigan yorug'lik nuri bilan yoritilganida, dispers faza zarrachalari tushayotgan yorug'lik nurlarini tarqatib yuboradi. Dispers sistemadan intensiv yorug'lik nurini o'tkazib, sistemaga yorug'lik nuri yo'nalishiga nisbatan biror burchak ostida qaraganimizda, sistema ichida yorug'lik konusni ko'ramiz. Bu hodisani avval Faradey, so'ngra Tindal tekshirgan edi. Shuning uchun bu hodisa Tindal-Faradey effekti deb ataladi:



Tindal-Faradey effektini ko'rish uchun to'rt qirrali shisha



idishga (kyuветaga) dispers sistema (C)solinadi-da, qora parda oldiga qo'yilib, proyeksion fonar (A) bilan yoritiladi. Bu tajribada yorug' konus hosil bo'ladi, buning sababi shundaki, kolloid zarrachalarga tushgan yorug'lik zarrachalar tomonidan tarqatiladi, natijada har qaysi zarracha xuddi yorug'lik beruvchi nuqtadek bo'lib ko'rinadi. Mayda zarrachalarning yorug'lik tarqatish hodisasi opalessensiya deyiladi. Haqiqiy eritmalarda, toza suyuqliklar aralashmasida yorug'lik nihoyatda kam tarqaladi va Tindal-Faradey effekti yuz bermaydi. Uni faqat maxsus asboblar yordamida ko'rish mumkin. Ba'zan tashqi ko'rinishiga qarab kolloid eritmani haqiqiy eritmadan ajratib bo'lmaydi, ayni sistemani kolloid yoki haqiqiy eritma ekanligini aniqlashda Tindal-Faradey effektidan foydalaniladi. Tindal-Faradey effektining intensivligi zolning disperslik darajasi ortishi bilan kuchayadi, disperslik ma'lum darajaga borganda maksimumga yetadi-da, so'ngra pasayadi.

Dag'al dispers sistemalarda (ularning zarrachalari yorug'lik to'lqin uzunligidan katta bo'lganligi sababli) muhit-zarracha chegarasida yorug'likning tartibsiz qaytishi va betartib sinishi natijasida yorug'likning sochilishi hodisasi kuzatiladi. Dag'al dispers sistemalarda to'lqin uzunliklari turlicha bo'lgan nurlar bir xilda tarqaladi. Agar sistemaga oq nur tushsa, sistemadan tarqalgan nur ham oq bo'ladi.

Lekin kolloid eritma zarrachalarning o'lchamlari yorug'likning to'lqin uzunligidan kichik bo'lganligi uchun difraksiya hodisasi, ya'ni yorug'lik zarrachani " o'rab o'tib" o'z yo'nalishini o'zgartirish hodisasi vujudga keladi.

Kolloid eritmalarda yorug'lik sochilishi turli yo'nalishlarda turlicha bo'ladi. Reley sochilgan nur intensivligi bilan tushayotgan nur intensivligi orasidagi bog'lanishni ifodalovchi tenglama yaratgan bo'lib, u quyidagi hollarda to'g'ri bo'ladi:

Zarracha sferik shaklga ega bo'lganda;

Zarracha elektr tokini o'tkazmaganda (metallmas bo'lganida);

Zarracha yorug'lik yutmaganida (ya'ni rangsiz bo'lganida);

Zarrachalar orasidagi masofa tushayotgan nur to'lqin uzunligidan katta bo'lishi darajasida suyultirilgan kolloid eritma bo'lganida.

Kolloid zarrachalardan nurning tarqalish hodisasi o'sha nurning to'lqin uzunligiga bog'liq bo'ladi. Reley qonuniga muvofiq,



kolloid sistema orqali yorug'lik o'tayotganida difraksiya tufayli tarqalgan yorug'likning intensivligi kolloid zarrachalarning soniga, zarracha hajmining kvadratiga mutanosib bo'lib, tushayotgan nur to'lqin uzunligining to'rtinchi darajasiga nomutanosibdir:

$$J = J_0 \frac{V V^2}{\lambda^4} \left(\frac{n_1^2 - n_2^2}{n_1^2 + 2n_2^2} \right)^2$$

Bunda J_0 – yorituvchi nur ravshanligi (intensivligi), J – kolloid zarrachadan tarqalayotgan nur intensivligi, v – sistemaning hajm birligidagi zarrachalar soni, V – har qaysi zarrachaning hajmi, n_1 – kolloid zarrachani hosil qilgan moddaning yorug'likni sindirish ko'effitsiyenti, n_2 – dispersion muhitni hosil qilgan moddaning yorug'likni sindirish ko'effitsiyenti, k – mutanosiblik ko'effitsiyenti, λ – tushayotgan nur tulqin uzunligi

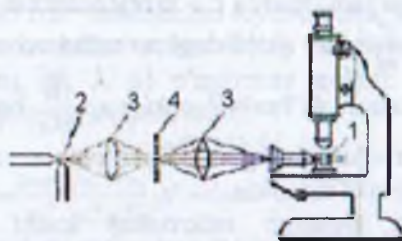
Bu tenglamadagi n_1 ning qiymatigina moddaning kimyoviy tabiatiga bog'liq. Agar n_1 va n_2 lar o'zaro teng bo'lsa, bunday sistemada Tindal-Faradey effekti kuzatilmaydi. Ikki faza moddalarining yorug'likni sindirish ko'effitsiyentlari o'rtasidagi ayirma qanchalik katta bo'lsa, Tindal-Faradey effekti shunchalik ravshan namoyon bo'ladi.

Reley tenglamasi zarrachalarning radiusi yorug'lik to'lqin uzunligining 0,1 qismidan katta bo'lmagan dispers sistemalaruchungina qo'llanila oladi. Tenglamadan ko'rinib turibdiki, yoyilgan nurning to'lqin uzunligi tushayotgan nur to'lqin uzunligining to'rtinchi darajasiga nomutanosib bo'lganligi sababli yoyilish jarayonida ancha qisqa to'lqin uzunligiga ega bo'lgan nur kelib chiqadi. Shu sababli kolloid eritma yon tomondan polixromatik (ya'ni oq) nur bilan yoritilganda kolloid eritma zangoriroq tusga ega bo'ladi.

Rangdor kolloid eritmalarida (yon tomondan nur berganda) kuzatiladigan opalessensiya hodisasi **dixroizm** deb ataladi. Masalan, zangori tusli oltin zoliga yon tomondan yorug'lik beradigan bo'lsak, zol sariq qizg'ish rangli bo'lib ko'rinadi.

3. Ultramikroskopiya, elektron mikroskop, rentgenografiya, elektronografiya.

Kolloid eritma zarrachalarining o'lchami 100 nm dan kichik bo'ladi; ammo ko'zga ko'rinadigan yorug'lik to'lqinining uzunligi 380-760 nm orasida bo'ladi. Shu sababdan oddiy mikroskop vositasida kolloid eritma zarrachalarini ko'rib bo'lmaydi. 1903 yilda Zigmondi Tindal-Faradey effektidan foydalanib, ultramikroskop yasadi.



Ultramikroskop sxemasi

1-tekshirish uchun olingan kolloid eritma

2- yorug'lik manbai; 3-linza; 4- diafragma

Oddiy mikroskop bilan ultramikroskop orasidagi asosiy farq shundaki, oddiy mikroskopda ko'riladigan jism yorug'lik manbai bilan mikroskop oralig'iga qo'yiladi, ultramikroskopda esa yon tomonidan yoritiladi, demak kuzatuvchiga kolloid zarrachalar tomonidan tarqatilgan yorug'lik ko'rinadi. Ultramikroskopda manbadan tushayotgan nur bilan ko'rinadigan nur bir-biriga perpendikulyar bo'ladi va manbadan chiqqan nur mikroskopga tushmaydi, shuning uchun bu mikroskopda qorong'ulik ko'rinadi. Agar manbadan chiqqan nur kolloid zarrachaga tushsa, zarracha bu nurni tarqatadi, zarrachaning o'zi esa yorug'lik manbai bo'lib xizmat qiladi

Ultramikroskopda zarrachaning o'zi emas, shu zarracha tomonidan tarqatilgan nur ko'rinadi. Ushbu mikroskop yordamida faqat ma'lum hajmdagi kolloid zarrachalarning soni hisoblanadi, lekin har qaysi zarrachaning shakli va katta - kichikligini bevosita aniqlab bo'lmaydi. Ammo, ba'zi usullardan foydalanib, bu usulda olingan natijalar asosida zarrachalarning o'lchamini taxminan hisoblab topsa bo'ladi. Kolloid sistemalar polidispers bo'lganligi uchun hamma vaqt zarrachalarning o'rtacha radiusi topiladi. Ultramikroskop yordamida hajm birligidagi zarrachalar soni n ni hisoblab topish mumkin.

Dispers faza moddasining zichligi d va kolloid eritmaning massa konsentratsiyasi C ma'lum bo'lsa, zarracha hajmini hisoblab topish qiyin emas:

$$V = \frac{C}{nd}$$

Agar zarrachani sfera shaklga ega deb faraz qilsak, uning hajmi



$4/3\pi r^3$ ga teng bo'ladi (bunda r – zarrachalarning o'rtacha radiusi);
binobarin $\frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{C}{nd}$; kub shaklidagi zarracha uchun $1^3=V$ yoki $1=\sqrt[3]{V}$
sferik zarracha uchun $4/3\pi r^3=V$ yoki $r=\sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}}$ bo'ladi.

Kolloid zarrachalarining shaklini elektron mikroskop yordami bilangina aniq ko'rish mumkin.

1934 yilda elektron mikroskop kashf qilindi. Elektron mikroskopda yorug'lik nuri o'rnida elektronlar oqimidan foydalaniladi, chunki ularni elektromagnit yordamida boshqarish qulay. Bu mikroskopda katoddan chiqqan elektronlar oqimi elektromagnit g'altakning magnit maydoniga keladi. Bu maydon elektronlarni yig'ib, tekshirilayotgan jismga yuboradi. Elektronlar jismning zich qismlaridan kam, zich bo'lmagan qismlaridan ko'p o'tib, ikkinchi va uchinchi magnit maydonlariga boradi, natijada ekranda yoki fotoplastinkada jismning kattalashgan tasviri hosil bo'ladi.

Kolloid zarrachalarining ichki strukturasi va uning turli jarayonlar vaqtida o'zgarishi rentgenografiya va elektronografiya usullari yordamida aniqlanadi. Kolloid sistemalarni tekshirishda bu usullarning biri rentgen nurlarining, ikkinchisi esa elektronlar oqimining qo'llanilishiga asoslangan. Rentgenografiya usulidan foydalanib, kolloid zarrachalarning ichki tuzilishi haqida ma'lumot olish mumkin.

Kolloid zarracha o'chamlari nihoyatda kichik bo'lganligi uchun kolloid sistemalarning rentgenografiya yordamida olingan monokristallar qo'llanishiga asoslangan Laue diagrammalari u qadar aniq chiqmaydi; ko'pincha bu sohada Debay - Sherrer diagrammalarini hosil qilish bilan chegaralanadi. Debay - Sherrer diagrammalarini tekshirish yo'li bilan xilma-xil kolloidlarning ko'pchiligi kristall tuzilishiga ega ekanligini aniqlash mumkin bo'ldi. Ayniqsa og'ir metallarning zollari va ularning birikmalaridan hosil bo'lgan zollarni tekshirish samarali natijalar berdi. Buning sababi shundaki, rentgen nurlari og'ir metall atomlariga tushganida nur nihoyatda kuchli yoyiladi. Bu hodisaga dispersion muhit u qadar xalal bermaydi.

3. Nefelometriya. «Opalessensiya» hodisasiga asoslanib, kolloid eritmalarning konsentratsiyasini va kolloid zarrachaning o'rtacha katta-kichikligini aniqlaydigan asbob - nefelometr deb



ataladi. Agar ma'lum nur manbaidan foydalanilsa, aniq dispers faza va aniq dispersion muhitlar uchun Reley tenglamasiga kiradigan ba'zi kattaliklar (n_1 , n_2 , λ , ρ) o'zgarmay qoladi. Shundan Reley tenglamasi quyidagi qisqa shaklni oladi:

$$I = K \cdot C \cdot V \cdot I_0$$

$$\text{bu yerda} \quad K = \frac{24\pi^3}{p\lambda^4} \left(\frac{n_1^2 - n_2^2}{n_1^2 + 2n_2^2} \right)^2 = \text{Const}$$

Nefelometrik tekshirish uchun ikkita bir xil silindrik idish olib, ularning biriga konsentratsiyasi ma'lum (standart) kolloid eritma, ikkinchisiga tekshirish uchun berilgan kolloid eritma solinadi. Ikkala idish bitta yorug'lik manbaidan yoritiladi. Bu vaqtda ikkala idishda ham Tindal effekti vujudga keladi. Kolloid eritmalaridan tarqalgan nur asbobning tepa qismidagi okulyarga tushadi. tekshiriladigan kolloid eritmaning konsentratsiyasi standart kolloid eritma konsentratsiyasiga teng bo'lmasa, ikkala kolloid eritmalaridan tarqalgan yorug'likning intensivligi boshqa-boshqa bo'ladi; okulyardan ko'rinadigan ikkita yarim doiraning biri yorug'roq va ikkinchisi qorong'iroq bo'ladi. Kolloid eritmalaridan tarqalgan yorug'likning intensivligi zolning konsentratsiyasiga proporsional bo'lgani uchun tekshiriladigan kolloid eritmaga va standart kolloid eritmaga tushgan nurlar bir xil son zarrachalardan tarqalgandagina okulyardagi ikkala yarim doira bir xilda yoritiladi. Silindrik shisha idishlardan birini (maxsus moslama yordami bilan) yuqoriga ko'tarish yoki pastga tushirish orqali idishdagi kolloid eritmalarining yoritilayotgan balandliklarni o'zgartirib ikkala yarim doirani birdek yoritishga erishish mumkin. Faraz qilaylik, bu balandliklar h_1 va h_2 bo'lib, ikkala eritmadagi kolloid zarrachalarning hajmlari bir-biriga teng bo'lsin, u holda ikkala eritma uchun $K' = KV = \text{Const}$ bo'ladi. Doiraning ikkala yarim qismlari bir xilda ravshanlikka ega bo'lganligi sababli:

$$I_1 = I_2 = K' \cdot C_1 \cdot I_{01} = K' \cdot C_2 \cdot I_{02} \quad \text{tenglikka}$$

ga ega bo'lamiz. Bu yerda I_{01} – sinalayotgan eritmadagi yorug'lik kuchi, I_{02} – standart kolloid eritma solingan idishdagi yorug'lik kuchi, C_1 – sinaladigan eritma konsentratsiyasi, C_2 – standart kolloid eritma konsentratsiyasi. Yuqoridagi tenglamani o'zgartirib, quyidagicha yozamiz:



$$C_1 = C_2 \frac{I_{a2}}{I_{a1}} = C_2 \frac{h_2}{h_1}$$

Demak, $C_1 = C_2 h_2 / h_1$ asosida C_1 ni hisoblay olamiz.

Yorug'likning adsorbsiyasi

1760 yilda Lambert va undan oldinroq Buger yorug'likning sochilishini o'rganib, o'tuvchi nur intensivligi bilan yorug'lik o'tayotgan muhitning qalinligi orasidagi bog'lanishni topdilar:

$$J_{o'l} = J_0 \cdot e^{-kl}$$

Bu yerda $J_{o'l}$ - o'tuvchi nurning intensivligi;

J_0 - tushayotgan nur intensivligi;

k - yutilish koeffitsiyenti;

l - yutuvchi qatlamning qalinligi.

Ber eritma bilan absolyut rangsiz va tiniq erituvchilar yutish koeffitsiyentlari erigan moddaning molyar konsentratsiyalariga proporsional ekanligini isbotladi.

Yutilishning molyar koeffitsiyenti (ϵ) qiymatini kiritib, o'tayotgan nur intensivligi bilan qatlam qalinligi va erigan modda konsentratsiyalari orasidagi bog'liklikni ifodalovchi Beger - Lambert - Ber qonunini ifodalaymiz:

$$J_{o'l} = J_0 \cdot e^{-\epsilon C l}$$

Hisoblash uchun qulaylik tug'dirish maqsadida tenglamani logarifmlab quyidagicha yozish mumkin:

$$\ln \frac{J_0}{J_{o'l}} = \epsilon C l$$

$\ln \frac{J_0}{J_{o'l}}$ ifodani D harfi bilan belgilab eritmaning optik zichligi

yoki ekstinksiya deb ataymiz, ϵ - modda nur yutishining molyar koeffitsiyenti (yoki ekstinksiya koeffitsiyenti), C - moddaning konsentratsiyasi, l - yorug'lik nuri o'tayotgan qatlam qalinligi.

$\frac{J_{o'l}}{J_0}$ - eritmaning nisbiy tiniqligidir.

Ba'zi hollarda Buger-Lambert - Ber qonuni quyidagicha yoziladi:



$$\frac{J_0 - J_{\text{yutilayotgan}}}{J_0} = 1 - e^{-dC}$$

$C = 1, l = 1$ bo'lsa

$$\varepsilon = \ln \frac{J_0}{J_{a1}} \text{ bo'ladi.}$$

Yutishning molyar koeffitsiyent ε – yutilayotgan nurning to'lqin uzunligiga, haroratga, erituvchi va erigan moddaning tabiatiga, eritmaning konsentratsiyasiga bog'liq emas.

Buger-Lambert – Ber qonuni gomogen sistemalar uchun chiqarilgan, ammo uni yuqori dispersli dispers sistemalar uchun ham qo'llash mumkin.

Buning uchun kolloid sistemalarda:

Dispersion muhit qatlam qalinligi juda ham katta bo'lmasligi;

Dispers fazaning konsentratsiyasi juda yuqori bo'lmasligi kerak.

Mavzuni mustahkamlash

Dispers sistemalarning optik xossalarga:

Yorug'likning yutilishi;

Yorug'likning qaytishi;

Yorug'likning sinishi;

Yorug'likning o'tishi;

Yorug'likning sochilishi va boshqalar kiradi.

Sferik zarrachalar uchun yorug'lik nuri sochilishining miqdoriy qonuniyati Reley tomonidan kiritilgan:

$$J_{\text{sochilish}} = J_0 \cdot \frac{24\pi^3 V^2 \cdot \nu}{\lambda^4} \left(\frac{n_1^2 - n_0^2}{n_1^2 + n_0^2} \right)^2$$

Bu yerda dispers fazaning qisman konsentratsiyasi ν bilan dispers fazaning massaviy konsentratsiyalari orasida quyidagicha bog'liqlik mavjud:

$$C = V \cdot \rho \cdot \nu$$

C – 1 m^3 zoldagi dispers faza zarrachalarining massasi;

V – zarrachaning hajmi;

ν – 1 m^3 zoldagi zarrachalar soni

$C = V \cdot \rho \cdot \nu$ ni inobatga olsak, Reley tenglamasi quyidagi ko'rinishni oladi:

$$J_{\text{sochilish}} = J_0 \cdot \frac{24\pi^3 VC}{\lambda^4 \cdot \rho} \left(\frac{n_1^2 - n_0^2}{n_1^2 + 2n_0^2} \right)$$

Reley tenglamasidan quyidagilar kelib chiqadi:

Sochilgan nurning intensivligi zarrachalar soniga (zolning konsentratsiyasiga) to'g'ri proporsional: $J_{\text{sochilish}} \approx \nu$, bu esa nur sochilishining kattaligi bo'yicha dispers fazaning konsentratsiyasini aniqlash imkonini beradi;

Sochilgan nur intensivligi zarrachaning hajmiga to'g'ri proporsional

$J_{\text{sochilish}} \approx V$. Sferik zarrachalar uchun $V = 4/3 \pi \cdot r^3$. Bu esa dispers faza zarrachasining o'lchamini aniqlash imkonini beradi.

$J_{\text{sochilish}} \approx \frac{1}{\lambda^4}$, demak tushayotgan nurning to'lqin uzunligi qancha qisqa bo'lsa, sochilish shuncha katta bo'ladi.

$J_{\text{sochilish}} \approx n_1 - n_0$. Bundan sindirish ko'rsatkichlari orasidagi farq qancha katta bo'lsa, nurning sinishi shuncha katta bo'ladi.

ULTRAMIKROSKOPIYA

Ultramikroskopiya metodi kolloid zarrachadan yorug'lik nurining sochilishiga asoslangan. Ultramikroskop yordamida zarrachaning o'lchamini hisoblash uchun aniq vaqt oralig'ida kuchli suyultirilgan zolning ma'lum hajmidagi zarrachalar soni topiladi. Ma'lum hajmdagi dispers faza zarrachalari massasi

$$m = C \cdot V$$

Bitta zarrachaning massasi:

$$m_0 = \frac{m}{n} = \frac{C \cdot V}{n}$$

ga teng bo'ladi. Bu yerda n - ultramikroskopda ko'rinadigan dispers faza zarrachalarining soni.

U holda bitta dispers faza zarrachasining hajmi:

$$V_0 = \frac{m_0}{\rho} = \frac{C \cdot V}{n \cdot \rho}$$

ρ - dispers faza zarrachasining zichligi ;

Shar shaklidagi zarracha uchun:



$$V_0 = 4/3 \cdot \pi \cdot r^3$$

Kub shaklidagi zarracha uchun:

$$V_0 = l^3$$

U holda bitta sharsimon zarrachaning o'rtacha radiusi

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

Kubik zarracha qirrasining uzunligi

$$l = \sqrt[3]{\frac{C \cdot V}{n \cdot \rho}}$$

1- masala. Kumush gidrolizini ultramikroskop yordamida tekshirilib ko'rilganda hajmda 10 ta zarracha borligi aniqlangan. Ko'rish maydoni yuzasi $4,5 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2$ ni, nur tarami chuqurligi $8 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ ga teng. Zarrachani shar shaklida deb hisoblang. Ularning o'rtacha radiusini aniqlang. Zolning massa konsentratsiyasi $3 \cdot 10^{-5} \text{ kg/m}^3$ ni, kumushning zichligi $10,5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ ni tashkil etadi.

Yechish:

$$V = S \cdot h = 4,5 \cdot 10^{-8} \cdot 8 \cdot 10^{-6} = 3,6 \cdot 10^{-13} \text{ m}^3$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot C \cdot V}{4 \cdot \pi \cdot n \cdot \rho}} = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot 3 \cdot 10^{-5} \cdot 3,6 \cdot 10^{-13}}{4 \cdot 3,14 \cdot 10 \cdot 10,5 \cdot 10^3}} = 2,9 \cdot 10^{-6} \text{ m}$$

2-masala. Quyidagi tajriba natijalari berilgan:

Konsentratsiyasi, C%		0,8	0,4	0,1	0
Qatlamning qalinligi, l · 10 ³ , m		0,5	0,5	0	5
O'tgan nur foizi, %		0,3			3
				0	

Yutilish koeffitsiyenti (ε) ni aniqlang.

Yechish:

$$\varepsilon = \frac{2,3(\lg J_0 - \lg J)}{C \cdot l}$$

$J_0 = 100\%$ deb, zolning har bir konsentratsiyasi uchun ε ni hisoblaymiz:

$$\varepsilon = \frac{2,3(\lg J_0 - \lg J)}{C \cdot l} = \frac{2,3(\lg 100 - \lg 1,3)}{0,8 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3}} = 2,2 \cdot 10^3$$



$$\varepsilon = \frac{2,3(\lg J_0 - \lg J)}{C \cdot l} = \frac{2,3(\lg 100 - \lg 9)}{0,4 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3}} = 2,4 \cdot 10^3$$

$$\varepsilon = \frac{2,3(\lg J_0 - \lg J)}{C \cdot l} = \frac{2,3(\lg 100 - \lg 30)}{0,1 \cdot 5 \cdot 10^{-1}} = 2,4 \cdot 10^3$$

DISPERS SISTEMALARNING MOLEKULAR - KINETIK XOSSALARI

Molekulyar- kinetik nazariya modda zarrachalarining o'z-o'zicha harakat qilish qonunlarini o'rganadi.

Chin eritmalarning ba'zi xossalari erigan modda tabiati qanday bo'lishidan qat'iy nazar, eritmaning hajm yoki massa birligida bo'lgan zarrachalar (molekula va ionlar) miqdoriga bog'liq bo'ladi. Bu xossalar eritmalarning **kolligativ xossalari** deyiladi. Ular jumlasiga eritmalarda bo'ladigan diffuziya va osmos hodisalari, eritmada toza erituvchi bug' bosimining kamayish, muzlash temperaturasi pasayish va qaynash temperaturasi ko'tarilish hodisalari kiradi.

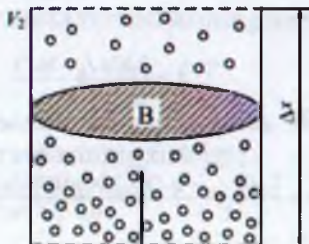
Kolloid sistemalarni tekshirish natijasida ularda ham kolligativ xossalar mavjud ekanligi isbotlanadi.

Kolloid sistemalarning molekulyar-kinetik xossalaridan eng muhimlari qatoriga **kolloid zarrachalarning diffuziylanishi, Brown harakati, kolloid eritmalarning osmotik bosimi va sedimentatsiya hodisalari kiradi.**

DIFFUZIYA

Diffuziya - issiqlik harakati ta'sirida sistemadagi molekula, ion yoki kolloid zarrachalar konsentratsiyalarining tenglashuviga olib keluvchi o'z-o'zicha boradigan jarayon.

Diffuziya qaytmas jarayondir. Diffuziya sxematik tarzda quyidagi rasmda keltirilgan:





Kolloid sistemaning quyi qismida konsentratsiya (C_1) yuqori ya'ni, $C_1 > C_2$.

Diffuziya konsentratsiya yuqori bo'lgan sohadan konsentratsiya past bo'lgan soha tomon boradi. Bu jarayon $C_1 = C_2$ bo'lguncha davom etadi.

Kolloid eritmalaridagi zarrachalarning hajmi va massasi chin eritmalaridagi zarrachalar massasidan bir necha marta katta bo'lganligi uchun kolloid eritmadagi zarrachalarning issiqlik harakati tezligi va demak, diffuziya tezligi ham kichik bo'ladi. Kolloid eritmalaridagi diffuziya tezligi zarracha radiusiga teskari proporsionaldir.

Diffuziya tezligi Fik aniqlagan qonuniyatlarga bo'ysunadi.

Fikning I-qonuniga muvofiq, eritmaning bir-biridan dx oraliqda turgan ikki joyi o'rtasidagi konsentratsiyalar ayirmasi dc bo'lsa, eritmaning katta konsentratsiyali joyidan kichik konsentratsiyali joyiga S yuza orqali $d\tau$ sekundda o'tadigan modda miqdori (mol) dQ ni quyidagi tenglama bilan hisoblab topish mumkin:

$$dQ = -D \cdot S \cdot \frac{dc}{dx} d\tau$$

bu yerda $\frac{dc}{dx}$ cheksiz kichik diffuziya yo'li (dx) da konsentratsiyaning kamayishi bo'lib, u **konsentratsiya gradiyenti** deyiladi.

dQ - diffuziyalanuvchi moddaning miqdori; D - diffuziya koeffitsiyenti;

S - diffuziya borayotgan yuza; $d\tau$ - diffuziyaning davom etish vaqti.

Stasionar diffuziya uchun Fikning 1-qonuni bajariladi:

$$I_{dif} = \frac{dQ}{d\tau} \cdot \frac{1}{S} = -D \frac{dc}{dx}$$

I_{dif} - diffusion oqim.

Suvda turli zarrachalar uchun diffuziya koeffitsiyenti farq qiladi:

Zarracha	Diffuziya koeffitsiyenti D , m^2/sec
Ionlar	$\sim 10^{-8}$
Molekulalar	$\sim 10^{-9}$
Kolloid zarrachalar	$\sim 10^{-10} \div 10^{-13}$



Fizik mohiyati: D-diffuziya koeffitsiyenti bo'lib, gradiyent birga teng bo'lganda vaqt birligida (1 sek) yuza birligi (1sm^2) orqali o'tgan modda miqdorini ko'rsatadi.

Ya'ni $\frac{dc}{dx} = -1$, $S=1$, $\tau=1$ bo'lganda $D=Q$ bo'ladi.

τ -diffuziyaning davom etish vaqti.

Diffuziya jarayonida konsentratsiya o'zgargan sari uning gradiyenti $\frac{dc}{dx}$ ham o'zgaradi. U holda konsentratsiyaning vaqt

bo'yicha o'zgarishi Fikning II qonuni asosida topiladi ($\frac{dc}{d\tau} \neq \text{const}$):

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

Diffuziyaning o'lchov birligi m^2/sek dir.

Agar kimyoviy potensial gradiyenti ($\text{grad } \mu$) bo'lsa, diffuziya ro'y beradi:

$$\text{grad } \mu = - \frac{d\mu}{dx}$$

Suyultirilgan eritmalar uchun: $\mu = \mu_0 + RT \ln C$

$$-\frac{d\mu}{dx} = - \frac{RT}{c} \frac{dc}{dx}$$

bu yerda $\frac{d\mu}{dx}$ - zarrachalarning 1 moliga ta'sir etuvchi kuch.

Diffuziya koeffitsiyenti uchun Eynshteyn tomonidan 1908 yilda shar shaklidagi zarrachaga tegishli quyidagi formula chiqarilgan:

$$D = \frac{RT}{N_A} \frac{1}{6\pi r \eta}; \quad k_B = \frac{R}{N_A} \quad \text{bundan} \quad D = \frac{k_B \cdot T}{6\pi r \eta}; \quad 6\pi r \eta - \text{Stoksning}$$

ishqalanish koeffitsiyenti.

Bu yerda $R=8,314$; T -absolyut temperatura; $N_A=6,02 \cdot 10^{23}$; η -qovushqoqlik koeffitsiyenti, r -zarracha radiusi; $k_B = 1,38 \cdot 10^{-23}$.

D ni aniqlash uchun g'ovak disk va erkin diffuziya usulidan foydalaniladi.

Yuqoridagi formuladan muhit temperaturasining ko'tarilishi bilan diffuziya tezligining ortishi, muhit qovushqoqligining ortishi bilan diffuziya tezligining kamayishi ko'rinib turibdi. Zarracha radiusi va muhitning qovushqoqligi ma'lum bo'lsa, bu formula yordamida diffuziya tezligini hisoblab chiqarish mumkin va aksincha diffuziya tezligi ma'lum bo'lsa, kolloid zarrachalarning radiusini hisoblab topish mumkin. Bu usul - **zarracha radiusini aniqlashning diffuzion usuli** deyiladi. Hozirgi vaqtda kolloid zarrachalarning radiuslarini topish uchun diffuzion metoddan keng



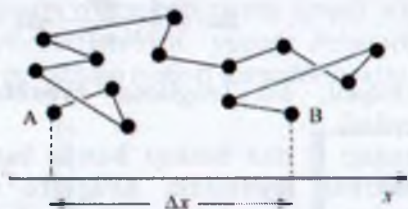
foydalaniladi. Zarrachalarning hajmini hisoblab topgandan so'ng uni zarrachalarning zichligiga va Avogadro soniga ko'paytirib, kolloid zarrachaning molekulyar massasini aniqlash mumkin:

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

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

BROUN HARAKATI

1927 yilda ingliz botanigi R.Broun gul changining suvda muallaq (ya'ni to'xtovsiz va tartibsiz) yurgan zarrachalarini mikroskop orqali kuzatdi. Broun bu hodisani xilma-xil moddalarda kuzatib, bu tartibsiz harakat moddaning tabiatiga bog'liq bo'lmay, temperaturaga, suyuqlikka aralashgan zarrachaning o'lchamiga va suyuqlikning qovushqoqligiga bog'liq ekanligini topdi. Broun harakatining sababi uzoq vaqtgacha aniqlanmay keldi. O'tgan asrning ikkinchi yarmida gazlar kinetik nazariyasining muvaffaqiyatlari asosidagina Broun harakati sababini aniqlash mumkin bo'ldi. Bu nazariyaga muvofiq, suyuqlik molekulari doimo harakatda bo'ladi, ular suyuqlikka tushirilgan zarrachaga kelib uriladi va uni bir tomondan ikkinchi tomonga siljitadi. Demak, **Broun harakati suyuqlik molekularining issiqlik harakatidan kelib chiqadi.**



Zarrachaning Broun harakati sxemasi

Kolloid zarrachalarining harakat yo'li doimo o'zgarib turadi, ularning o'tgan yo'lini chizib borish juda qiyin.

Perren zarrachaning turgan joyi ma'lum vaqt ichida qancha o'zgarishini aniqlashni taklif qildi. Kolloid zarracha yo'lining ma'lum vaqt ichida o'zgarishi zarrachaning siljishi deyiladi.

Zarrachaning siljishi Broun harakatining qanchalik sust yoki



tez bo'layotganligi haqida fikr yuritishga imkon beradi.

Tajribalarning ko'rsatishicha, Broun harakati moddaning tabiatiga mutlaqo bog'liq bo'lmay, u harorat, muhitning qovushqoqligi va zarrachalar o'lchamiga qarab o'zgaradi. Dispers faza zarrachalari erituvchi molekulalarining tartibsiz kelib urilishi tufayli ham o'z harakat yo'nalishini o'zgartiradi. Nisbatan mayda zarrachalarga har tarafdan kelib urilishlar soni odatda bir xil bo'lmaydi, shuning uchun zarrachalar murakkab trayektoriya bo'yicha harakat qiladi. O'lchami juda yuqori bo'lgan zarrachalarda Broun harakati kuzatilmaydi.

Broun harakatining dastlabki miqdoriy nazariyasi 1905 yilda Eynshteyn va 1906 yilda Smoluxovski (bir-biridan bexabar) tomonidan yaratildi.

Eynshteyn Broun harakatiga gaz qonunlarini tadbiq etib, zarrachaning Δt vaqt ichida o'rtacha siljishining kvadrat qiymatini aniqlash formulasini topdi:

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

Bunda D -erigan moddaning diffuziya koeffitsiyenti bo'lib, u quyidagi formula bilan ifodalanadi:

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

Agar bu formulani $\Delta x^2 = 2D \cdot \Delta t$ ga qo'ysak,

$$\Delta x^2 = \frac{1}{3} \frac{RT}{N_A \cdot r \cdot \eta} \cdot \Delta t$$

kelib chiqadi. Bu tenglama **Eynshteyn -Smoluxovski** tenglamasi deyiladi.

Tenglamadagi N dan boshqa barcha kattaliklarni tajribadan toppish va ulardan foydalanib, Avagadro soni N ni hisoblab chiqarish mumkin. Perren bu formuladan foydalanib, mastika va gummigut suspenziyalari bilan o'tkaziladigan tajribalarning natijalari asosida Avagadro soni $6,85 \cdot 10^{23}$ ga teng bo'lishini topdi. Fletcher yog' zarrachalari bilan o'tkazilgan 6000 ta tajribasi asosida Avagadro soni $6,03 \cdot 10^{23}$ ekanligini topdi, ya'ni hozirgi zamonda qabul qilingan songa ($6,024 \cdot 10^{23}$) juda yaqin natija oldi. Bu hol Broun harakatining tabiati to'g'ri izohlab berilganligini yaqqol ko'rsatdi.

Broun harakatining ochilishi atom va molekulalarning



haqiqatda mavjudligini tasdiqlovchi faktidir.

Broun harakatini yanada batafsil va chuqur tekshirish natijasida fluktuasiyalar nazariyasi yaratildi. **Fluktuatsiya** deganda, ayni sistemaning mikroobyektlaridagi zichlik, konsentratsiya yoki boshqa parametrlarning o'rtacha muvozanat qiymatlaridan chetga chiqish hodisasi tushuniladi. O'rtacha qiymatdan chetga chiqishning sababi shundaki, zarrachalarning betartib harakati natijasida sistemaning mikro hajmiga kelib qoladigan zarrachalar soni ba'zan ko'p, ba'zan esa kam bo'lishi mumkin.

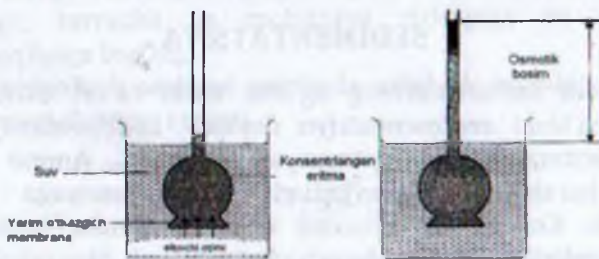
Shunday qilib, fluktuasiya diffuziyaga qarama-qarshi jarayon bo'lib, har ikkala jarayon ham zarrachalar issiqlik harakatining oqibatidir.

Diffuziya o'z-o'zicha sodir bo'ladigan jarayon ekanligi sababli, termodinamikaning ikkinchi qonuniga muvofiq, qaytmas holda sodir bo'ladi, fluktuasiyalarning borligi esa, termodinamikaning ikkinchi qonuni statistik xarakterga ega ekanligini, ya'ni bu qonun alohida zarracha (yoki oz sondagi zarrachalar) uchun qo'llanila olmasligini ko'rsatadi.

OSMOTIK BOSIM

Agar eritma bilan erituvchi orasiga erituvchi molekulalarini o'tkazadigan ammo erigan modda molekulalarini o'tkazmaydigan yarim o'tkazgich parda (membrana) qo'yilsa, u vaqtda diffuziya bir tomonlama bo'ladi.

Erituvchining yarim o'tkazgich parda orqali o'z-o'zicha o'tish jarayoni **osmos** deyiladi. Osmosni yuzaga keltiradigan kuchning yarim o'tkazgich parda sathiga nisbati **osmotik bosim** deyiladi.



Tajribaning
boshida

Tajribaning
oxirida



Osmotik bosimning ta'sirini ko'rsatuvchi tajriba

Osmotik bosim osmos hodisasini to'xtatish uchun ya'ni erituvchining molekularini membranadan o'tkazmaslik uchun eritmaga berilishi kerak bo'lgan tashqi bosimga teng bo'ladi:

$$\pi = \rho \cdot g \cdot h$$

Kolloid eritmalarning hajm birligida zarrachalari soni kam bo'lganligi uchun ularning osmotik bosimi juda kichik bo'ladi.

Chin eritmalar uchun osmotik bosim $\pi = cRT$ formula yordamida, kolloid sistemalar uchun $\pi = v \cdot k_B \cdot T$ formula bilan ifodalanadi, bu yerda

$$v = \frac{m_{\text{z}}}{m \cdot V}$$

v - qismaniy konsentratsiya, m_d -dispers fazaning massasi, m -kolloid zarrachaning massasi.

Osmotik bosimlari π_1 va π_2 bo'lgan ikkita sistema uchun bir xil temperaturada quyidagi ifodalarni yozish mumkin:

$$\pi_1 = v_1 \frac{RT}{N}; \quad \pi_2 = v_2 \frac{RT}{N} \text{ u holda birinchi tenglamani ikkinchisiga}$$

bo'lib, $\frac{\pi_1}{\pi_2} = \frac{v_1}{v_2}$ ni hosil qilamiz. Tenglamadan ko'rinib turibdiki,

dispers sistemalarning osmotik bosimi faqatgina qismaniy konsentratsiyaga bog'liq bo'lib, zarrachaning tabiatiga va o'lchamiga bog'liq emas.

SEDIMENTATSIYA

Kolloid zarrachalarning og'irlik kuchi ta'siri ostida eritma tagiga cho'kishi **sedimentatsiya** deyiladi. Sedimentatsiya tufayli kolloid eritmaning konsentratsiyasi o'zgaradi. Ammo eritmada Broun harakatining mavjudligi sedimentatsiyaga qarshilik ko'rsatadi. Kolloid zarrachaning o'lchami qancha kichik bo'lsa, Broun harakatining ta'siri shuncha katta bo'ladi. Shu sababli kolloid eritmalarda sedimentatsiya nihoyatda sust bo'ladi. Kolloid zarrachalarga markazdan qochuvchi kuch ta'sir ettirish bilan sedimentatsiyani kuchaytirish mumkin.



Sedimentatsiya - suspenziya, emulsiya, aerozollar uchun xarakterli xossadir.

Maydalangan holatda kolloid zarrachalarga ta'sir etuvchi kuchlarni qarab chiqamiz:

Og'irlik kuchi- $F_g = mg = v \cdot \rho \cdot g$ va

Arximed kuchi - $F_a = v \cdot \rho_0 \cdot g$

Bu yerda ρ -dispers fazaning zichligi, ρ_0 - dispers muhitning zichligi.

Sedimentatsiyani chaqiruvchi kuch:

$F_{sed} = F_g - F_a = v (\rho - \rho_0)g$ yoki $F_{sed} = m_{nisbiy} \cdot g$. Bu yerda $m_{nisbiy} = v (\rho - \rho_0)$ - nisbiy massa. F_{sed} va ishqalanish kuchi tenglashgan ma'lum vaqtda zarrachalar bir tekis harakatlana boshlaydilar:

$$F_{sed} = F_{ishq} = U_{sed} \cdot 6\pi r \eta$$

U_{sed} - sedimentatsiya tezligi.

$F_{sed} = m_{nisbiy} \cdot g$ va $F_{sed} = U_{sed} \cdot 6\pi r \eta$ tenglamalarni tenglashtirib sedimentatsiya tezligini ifodalaymiz:

$$U_{sed} = \frac{m_{sed} \cdot g}{6\pi r \eta} = \frac{\frac{4}{3}\pi r^3 (\rho - \rho_0)g}{6\pi r \eta} = \frac{2r^2 (\rho - \rho_0)g}{9\eta}$$

Agar zarrachaning zichligi suyuqlikning zichligidan kichik bo'lsa (masalan; moyning suvdagi emulsiyasi) u holda $(\rho - \rho_0) < 0$ va $U_{sed} < 0$ bo'ladi hamda zarracha cho'kmasdan suzib yuradi. Aksincha bo'lganda esa zarrachalar cho'kadi.

Yuqoridagi tenglamadan ko'rinib turibdiki, zarrachaning cho'kish tezligi ularning tabiatiga bog'liq bo'lmasdan, zarrachaning o'lchamiga, zarracha va muhitning zichligiga va muhitning qovushqoqligiga bog'liq.

Agar cho'kish tezligini tajribada aniqlash mumkin bo'lsa, u holda zarrachalarning radiusi

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

formula yordamida osongina topiladi. Shunday qilib, η , g , ρ , ρ_0 lar sistemani xarakterlaydi, ammo disperslikka bog'liq emas. U holda yuqoridagi tenglamani



$$r = \sqrt{U_{\text{эл}}}$$

ko'rinishida yozish mumkin bo'ladi.

Bu tenglama Stoks qonuni bajarilganda, aynan quyidagi hollarda to'g'ri bo'ladi:

Zarrachalar shar shaklida bo'lganda;

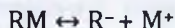
Zarrachalar doimiy tezlikda, bir-biriga bog'liq bo'lmagan holda laminar harakat qilganda;

DONANNING MEMBRANA MUVOZANATI

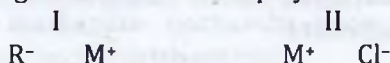
Odatda, chin eritmalarning osmotik bosimini o'lchashda devorlari yarim o'tkazuvchi pardadan iborat bo'lgan idishga eritma solinib, idish toza erituvchiga masalan, suvga botiriladi.

Yarim o'tkazgich pardaning bir tomonida eritma, ikkinchi tomonida toza erituvchi bo'ladi, lekin kolloid eritmaning osmotik bosimini o'lchashda o'tkazgich parda (membrana) ning bir tomonida bir yoki bir necha elektrolit eritmasi bo'ladi. Elektrolit membrananing ikkala tomoniga tarqala oladi. Shuning uchun kolloid eritmaning osmotik bosimi faqat kolloid zarrachalar konsentratsiyasigagina emas, balki elektrolitning ikki tomoniga qanday taqsimlanganligiga ham bog'liq. Agar elektrolit ikkala tomonga birdek taqsimlansa, kolloid eritmaning osmotik bosimi faqat kolloid zarrachalar konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi; bu holda elektrolit borligini nazarga olmaslik mumkin.

Donnanning fikricha, elektrolit membrananing ikkala tomoniga bir xilda tarqalmaydi; bir tomonda ko'p, ikkinchi tomonda kam bo'lishi mumkin. Masalan, kolloid eritma membrananing bir tomoniga joylashgan bo'lsa, membrana shu xususiyatga egaki, o'zi orqali kolloid eritmani o'tkazmaydi, lekin elektrolitni bimalol o'tkazaveradi. Masalani soddalashtirish maqsadida kolloid eritmani kolloid elektrolit RM eritmasi deb qaraylik; bu elektrolit kolloid anionga va metall kationga dissosilanadigan bo'lsin:



Membrananing ikkinchi tomoniga haqiqiy elektrolit, masalan, MCl eritmasini solaylik. Jarayon boshlanishidan avval sistemaning tarkibini quyidagicha deb tasavvur qilaylik:




 $C_1 \quad C_1$
 $C_2 \quad C_2$

Bu yerda C_1 – R^- ionlarning dastlabki konsentratsiyasi, C_2 – Cl^- ionlarning dastlabki konsentratsiyasi. M^+ va Cl^- ionlar membrananing I tomonidan II tomoniga va II tomonidan I tomoniga o'ta boshlaydi; lekin R^- – anionlari har doim I tomonda qolaveradi. M^+ va Cl^- ionlarning harakati asta-sekin muvozanat holatiga keladi; bunda membrananing u tomonidan bu tomoniga, bu tomondan u tomoniga o'tadigan ionlar soni vaqt birligida bir-biriga teng bo'lib qoladi. Ikkinchi tomondan birinchi tomonga o'tgan M^+ va Cl^- ionlarning miqdorini x deb olaylik, u vaqtda muvozanat holatdagi sistema quyidagicha tasvirlanadi:

I

II

R^-	M^+	Cl^-
C_1	$C_1 + x$	x

M^+	Cl^-
$C_2 - x$	$C_2 - x$

Bu kabi muvozanat uchun:

$$(C_1 + x)x = (C_2 - x)^2$$

ifodani yozish mumkinligi aniqlandi va quyidagi xulosalarga kelindi: 1) MCl elektrolit membrananing ikkala tomoniga bir xilda tarqalmaydi; 2) kolloid eritma joylashgan tomonda elektrolit konsentratsiyasi kamroq bo'ladi; 3) MCl elektrolit membrananing ikkala tomoniga baravar taqsimlanmagani uchun eritma qo'shimcha osmotik bosim (Donnanning osmotik bosimi) va elektr potentsiallar ayirmasi (membrana potentsial) vujudga keladi.

Agar yuqoridagi tenglamadan x ni topsak, quyidagi ifoda chiqadi:

$$x = \frac{C_2^2}{C_1 + 2C_2} \quad \text{yoki} \quad \frac{x}{C_2} = \frac{C_2}{C_1 + 2C_2}$$

bu tenglama Donnan tenglamasi nomi bilan yuritiladi.

Agar elektrolit konsentratsiyasi C_2 kolloid eritma konsentratsiyasi C_1 ga qaraganda kichik bo'lsa, ya'ni $C_2 < C_1$ bo'lsa, u holda $\frac{C_2}{C_1 + 2C_2}$ nisbat nolga yaqin bo'lganidan, elektrolit II tomondan I tomonga deyarli o'tmaydi. Agar $C_2 > C_1$ bo'lsa, ya'ni kolloid eritma konsentratsiyasiga qaraganda elektrolit konsentratsiyasi ortiq



bo'lsa, $\frac{C_2}{C_1 + 2C_2}$ nisbat $\frac{1}{2}$ ga yaqin bo'ladi. U holda elektrolit ikkala tomonga qariyb baravar tarqaladi. Agar $C_2 = C_1$ bo'lsa, u holda $x = \frac{C_1}{3}$ ga tengdir: $x = \frac{C_2}{C_1 + 2C_2} = \frac{C_1}{C_1 + 2C_1} = \frac{C_1}{3}$. Demak, $C_2 = C_1$ bo'lganida membrananing II tomondan I tomoniga dastlab olingan elektrolit ionlarining uchdan bir qismi o'tadi.

Mavzuni mustahkamlash uchun savollar

1. Diffuziya nima va u qanday xarakterga ega ?
2. Diffuziya tezligi qanday qonunlarga bo'ysunadi?
3. Diffuziya koeffitsiyentining fizik mohiyatini tushuntirib bering.
4. Zarracha radiusini aniqlashning diffuziya usulini izohlab bering.
5. Broun harakati nima va u qanday tabiatga ega ?
6. Broun harakatidagi zarrachaning o'rtacha kvadratik siljishi nimalarga bog'liq ?
7. Eynshteyn-Smoluxovskiy tenglamasini tushuntirib bering.
8. Fluktuasiya nima ?
9. Osmos hodisasini tushuntirib bering. Osmotik bosim deganda nimani tushunasiz? Osmotik bosim qanday parametrlarga bog'liq ?
10. Nima uchun kolloid sistemalar uchun osmotik bosim $\pi = \nu \cdot k_B \cdot T$ formula bilan ifodalanadi ?
11. Sedimentatsiya nima ? Uning biologik ahamiyati haqida gapirib bering.
12. Sedimentatsiya tezligi qaysi formula yordamida aniqlanadi ? Sedimentatsiya tezligi nimalarga bog'liq ?
13. Kolloid sistemalar molekulyar – kinetik xossalaring biologik ahamiyatini tushuntirib bering.
14. Kolloid zarrachaning o'lchami dispers sistemalarning molekulyar-kinetik xossalarga qanday ta'sir ko'rsatadi ?
15. Molekulyar-kinetik xossalarga asosanib kolloid zarrachalarning o'lchamini aniqlash mumkin bo'lgan usullarni sanab bering va izohlang.



Mustaqil yechish uchun test savollari

1. Kolloid sistemalarning kolligativ xossalarini ko'rsating:

- A) Diffuziya, Broun harakati, osmotik bosim, sedimentatsiya
- B) Diffuziya, qovushqoqlik, elastiklik, bo'kuvchanlik
- C) Broun harakati, koagulyatsiya, qovushqoqlik, elastiklik
- D) Osmos hodisasi, diffuziya, qovushqoqlik, koagulyatsiya

2. Diffuziya nima ?

A) Issiqlik harakati ta'sirida sistemadagi molekula, ion yoki kolloid zarrachalar konsentratsiyalarining tenglashuviga olib keluvchi o'z-o'zidan boradigan, qaytmas jarayon;

B) Issiqlik harakati ta'sirida sistemadagi molekula, ion yoki kolloid zarrachalar konsentratsiyalarining tenglashuviga olib keluvchi o'z-o'zidan boradigan, qaytar jarayon;

C) Kolloid zarrachalarning yarim o'tkazgich membrana orqali o'z-o'zicha o'tish jarayoni;

D) Kolloid zarrachalarning konsentratsiyasi kichik joydan konsentratsiyasi katta joyga o'z-o'zicha ko'chishi;

3. Fikning I-qonunining matematik ifodasini ko'rsating.

- A) $\Delta x^2 = 2D \cdot \Delta \tau$; B) $D = \frac{RT}{N_A} \cdot \frac{1}{6\pi \cdot \eta \cdot r}$; C) $dQ = -D \cdot S \frac{dc}{dx} d\tau$; D) $D =$

$$\frac{k_B \cdot T}{6\pi \cdot \eta \cdot r}$$

4. Fikning II qonunining matematik ifodasini ko'rsating.

- A) $dQ = -D \cdot S \frac{dc}{dx} d\tau$; B) $\frac{dc}{d\tau} = D \frac{d^2c}{dx^2}$; C) $D = \frac{k_B \cdot T}{6\pi\eta r}$; D) $\Delta x^2 = 2D \cdot \Delta \tau$

5. Broun harakatida zarrachaning $\Delta \tau$ vaqt ichida o'rtacha siljishining kvadrat qiymati qaysi tenglama yordamida aniqlanadi ?

- A) $\Delta x^2 = 2D \cdot \Delta \tau$; B) $D = \frac{RT}{N_A} \cdot \frac{1}{B}$; C) $\frac{dc}{d\tau} = D \frac{d^2c}{dx^2}$; D) $v = \frac{m_B \cdot f}{m \cdot v}$

6. Diffuziya koeffitsiyentining fizik ma'nosini ko'rsating.

- A) $\frac{dc}{dx} = -1$, $S=1$, $\tau =$ bo'lganda $D=Q$ bo'ladi.

B) $\frac{dc}{dx}$ cheksiz kichik diffuziya yo'lida konsentratsiyaning kamayishi

C) Konsentratsiya o'zgarishi bilan $\frac{dc}{dx}$ ning o'zgarishini ifodalaydi.

D) Fizik ma'noga ega emas.

7. Diffuziya koeffitsiyenti qaysi tenglama bilan ifodalanadi ?

- A) $\Delta x^2 = 2D \cdot \Delta \tau$; B) $D = \frac{RT}{N_A} \cdot \frac{1}{6\pi \cdot \eta \cdot r}$;



$$C) D = \frac{1}{6\pi \cdot r \cdot \eta}; D) D = \frac{RT}{N_A} \cdot \frac{1}{6\pi \cdot \eta \cdot r}$$

8. Kolloid sistemalar uchun osmotik bosim qaysi formula yordamida aniqlanadi?

$$A) \pi = cRT; B) \pi = \rho \cdot g \cdot h; C) \pi = v \cdot k_B \cdot T; D) \pi = \frac{RT}{M} C + \beta c^2$$

9. Sedimentatsiya tezligi nimalarga bog'liq?

A) Zarrachaning o'lchamiga, zarrachaning zichligiga, muhitning qovushqoqligiga va muhitning zichligiga

B) Zarrachaning agregat holatiga, ishqalanish kuchiga, dispers muhitning tabiatiga va haroratga

C) Haroratga, bosimga va muhitning agregat holatiga

D) Kolloid zarrachaning tabiatiga, dispers muhitning zichligiga va haroratga

10. Sedimentatsiya tezligi qaysi formula bilan hisoblab topiladi?

$$A) F_{sed} = U_{sed} \cdot 6\pi r \cdot \eta; B) U_{sed} = \frac{2r^2(\rho - \rho_0)g}{9\eta};$$

$$C) U_{sed} = \frac{\frac{3}{4} \pi \cdot r^3 (\rho - \rho_0)}{6\pi \cdot r \cdot \eta}; D) U_{sed} = \frac{RT \cdot N_A}{6\pi \cdot r \cdot \eta}$$

11. Sedimentatsiya nima?

A) Kolloid zarrachalarning og'irlik kuchi ta'siri ostida eritma tagiga cho'kishi

B) Kolloid zarrachalarning geldan zolga o'tishi

C) Kolloid zarrachalarning o'z-o'zicha tartibsiz harakati

D) Ayni sistemalarning mikroobyektlaridagi zichlik, konsentratsiya yoki boshqa parametrlarning o'rtacha muvozanat qiymatlaridan chetga chiqish hodisasi.

Masalalar

1. "Kongo qizili"ning suvdagi eritmasida konsentratsiya gradiyenti $0,5 \text{ kg/m}^3$ ga teng; 2 soat ichida $25 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$ sirt orqali $4,9 \cdot 10^{-7} \text{ kg}$ modda o'tgan. Diffuziya koeffitsiyenti topilsin.

Yechish: Fik qonuni $dQ = -D \cdot S \frac{dc}{dx} dt$ ni $\Delta Q = D \cdot S [\text{grad} C] \Delta \tau$ shaklida ko'chirib yozamiz. Bu yerda ΔQ -modda massasi, S -sirt, $\Delta \tau$ -vaqt, $[\text{grad} C]$ -konsentratsiya gradiyenti $\frac{dc}{dx}$. Endi D ni hisoblaymiz:

$$D = \frac{\Delta Q}{S [\text{grad} C] \cdot \Delta \tau} = \frac{4,9 \cdot 10^{-7}}{25 \cdot 10^{-4} \cdot 0,5 \cdot 3600 \cdot 2} = 5,4 \cdot 10^{-8} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$$

2. Kumush yodid zolida diffuziya koeffitsiyenti $D = 1,2 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$; eritmaning qovushqoqlik koeffitsiyenti $\eta = 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{m}^2 \cdot \text{s}}$;



temperatura 298° K bo'lganida kumush yodid zarrachasining radiusi topilsin.

Yechish Diffuziya koefitsiyenti uchun chiqarilgan formula

$D = \frac{RT}{6\pi \cdot r \cdot \eta}$ dan r uchun ifoda tuzamiz:

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

3. Aerosoldagi zarracha radiusi 10^{-8} m, muhit qovushqoqligi $1,9 \cdot 10^{-7}$ Ns/m bo'lsa, zarrachaning 15 sekund ichida 298°K dagi o'rtacha siljishi topilsin.

Yechish: Enshteyn-Smoluxovskiy tenglamasi $\Delta x^2 = \frac{1}{3} \cdot \frac{RT \cdot \Delta \tau}{N \cdot \pi \cdot \eta \cdot r}$

ni $\Delta x^2 = \frac{1}{3} \cdot \frac{RT \cdot \Delta \tau}{\pi \cdot \eta \cdot r}$ shaklida ko'chirib yozamiz. Bundan Δx^2 ni topamiz:

$$\Delta x^2 = \frac{T \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 298 \cdot 15}{3 \cdot 3,14 \cdot 1,9 \cdot 10^{-7} \cdot 10^{-8}} = 3,45 \cdot 10^{-11} \text{ m,}$$

4. Oltinning kolloid eritmasi berilgan. Zarrachalar radiusi $r = 10^{-9}$ m, eritma qovushqoqligi 10^{-8} Ns/m². Bu eritmada zarrachalarning 20°C dagi diffuziya koefitsiyenti topilsin.

Yechish: Diffuziya koefitsiyenti $D = \frac{RT}{6\pi \cdot \eta \cdot r}$ tenglama asosida topiladi.

$$D = \frac{1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 293}{6 \cdot 3,14 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-9}} = 2,15 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s},$$

5. Oltin zolining 1 litrida 10 g oltin bor; bu kolloid eritmaning 27°C dagi osmotik bosim topilsin. Zolning solishtirma massasi 2 ga teng deb, oltin zarrachalarining har bir qirradi 20 nanometr ga teng deb olinsin.

Yechish: Eng avval 10 g oltinning eritmada egallagan hajmini hisoblab chiqaramiz: buning uchun 10 ni 2 ga bo'lamiz: $10:2 = 5 \text{ sm}^3$ yoki $5 \cdot 10^{21}$ nanometr³.

So'ngra har qaysi zarrachaning hajmini topamiz: bu hajm $20^3 \text{ nm}^3 = 8000 \text{ nm}^3 = 8 \cdot 10^3 \text{ nm}$ bo'ladi. Shundan keyin barcha zarrachalarning sonini (v) ni topamiz. Buning uchun barcha zarrachalar egallagan hajmini bir zarracha hajmiga bo'lamiz:

$v = \frac{5 \cdot 10^{21}}{8 \cdot 10^3} = 6,3 \cdot 10^{17}$. Endi $P = \frac{v \cdot RT}{V \cdot N}$ formuladan foydalanib, kolloid eritmaning osmotik bosimini hisoblab topamiz:



$$P = \frac{6,3 \cdot 10^{17}}{1000} \cdot \frac{62360 \cdot 300}{6 \cdot 024 \cdot 10^{23}} \approx 0,02 \text{ mm.sim.ust.}$$

Shunday qilib, bu kolloid eritmaning osmotik bosimi 0,02 mm sim. ust ga teng ekanligini ko'ramiz.

6. Agar diffuzion - sedimentasion muvozanat o'rnatilgandan so'ng 293 K da $h = 8,56$ sm balandlikda zarrachalarning konsentratsiyasi bir marta o'zgarsa, oltin gidrozoli zarrachasining radiusini aniqlang. Oltinning zichligi $\rho = 19,3$ g / sm^3 ga, suvning zichligi $\rho_0 = 1$ g / sm^3 ga teng.

Yechish: Diffuzion-sedimentasion muvozanat o'rnatilganda balandlik bo'yicha zarrachalarning taqsimlanishi gipsometrik tenglama bilan ifodalanadi:

$$\ln \frac{v_h}{v_0} = - \frac{V_s (\rho - \rho_0) h}{k_B \cdot T}$$

V_s - zarrachaning hajmi shar shaklidagi zarrachalar uchun $V_s = \frac{4}{3} \pi r^3$ ga teng. Masala shartiga ko'ra

$$v_h = \frac{v_0}{l} \text{ va } \ln \left(\frac{v_h}{v_0} \right) = -1;$$

Bularni inobatga olsak,

$$r = \sqrt[3]{\frac{3k \cdot T}{4\pi g h (\rho - \rho_0)}} = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 293}{4 \cdot 3,14 \cdot 9,81 \cdot 8,56 \cdot 10^{-2} (19,3 - 1) \cdot 10^{-3}}} = 3,98 \text{ nm}$$

7. Agar zarrachaning solishtirma sirti $S_{\text{sol}} = 2,7 \cdot 10^5$ m^2/kg ga teng bo'lsa, 293,2 K da 30% li SiO_2 gidrozolining osmotik bosimini hisoblang. SiO_2 gidrozoli zarrachalarining zichligi $\rho = 2,2$ g / sm^3 , muhitning zichligi $\rho_0 = 1$ g / sm^3 ga teng.

Yechish: Dispers sistemalar uchun osmotik bosim quyidagi tenglama bo'yicha hisoblanadi:

$$\pi = \nu k T = \frac{C}{m} K T$$

C - zarrachaning massaviy konsentratsiyasi; m bitta zarrachaning massasi.

Dispers fazaning massaviy konsentratsiyasni hisoblaymiz:



$$C = \frac{0,3}{\frac{0,3}{\rho} - \frac{0,3}{\rho_0}} = \frac{0,3}{\frac{0,3}{2,2 \cdot 10^3} - \frac{0,7}{10^3}} = 358,7 \text{ kg/m}^3$$

Shar shaklidagi zarrachaning massasi $m = \frac{1}{6} \pi d^3 \rho$ formula bo'yicha hisoblanadi: Demak, $s_{\text{os}} = \frac{6}{d\rho}$ u holda zarraning diametri:

$$d = \frac{6}{s_{\text{os}} \cdot \rho} = \frac{36\pi}{s_{\text{os}}^3 \cdot \rho^2} = \frac{36 \cdot 3,14}{(2,7 \cdot 10^3)^3 \cdot (2,2 \cdot 10^3)^2} = 1,19 \cdot 10^{-21} \text{ kg ga teng bo'ladi.}$$

Osmotik bosimni hisoblaymiz:

$$\pi = \frac{358,7 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 293,2}{1,19 \cdot 10^{-21}} = 1,22 \cdot 10^3 \text{ n/m}^2$$

8. Ultrasentrifugalash metodi bilan olingan tajriba ma'lumotlari asosida metanoldagi poliamidning molekulyar massasini aniqlang. Eritmaning cheksiz aralashtirib eritish sedimentatsiya konstantasi $S_0 = 1,95$; tenglama konstantasi $K = 1,86 \cdot 10^{-2}$; $b = 0,47$ ga teng.

Yechish:

$$\lg MM = \frac{\lg S_0 - \lg k}{b} = \frac{0,29 + 1,73}{0,47} = 4,297 \text{ dan } MM = 19900$$

9. Agar 60 minut vaqtda zarracha $h = 10^{-2} \text{ m}$ ga cho'ksa, SiO_2 zarrachasining o'lchamini hisoblang. Dispers fazaning zichligi $\rho = 2,7 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, muhitning zichligi $\rho_0 = 1 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, muhitning qovushqoqligi $\eta = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{sek}$.

Yechish:

$$r = \sqrt{\frac{9\eta U}{2(\rho - \rho_0)g}}; \quad U = \frac{h}{\tau} = \frac{10^{-2}}{3600} \text{ m/sek};$$

$$r = \sqrt{\frac{9 \cdot 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot 10^{-2}}{2(2,7 \cdot 10^3 - 1 \cdot 10^3) \cdot 9,81 \cdot 3600}} = 1,1 \cdot 10^{-6} \text{ m.}$$

10. Hidrozol zarrachaning radiusi $r = 50 \text{ nm}$, tajriba harorati 293 K , muhitning qovushqoqligi $\eta = 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{sek}$ bo'lsa, $\tau = 10 \text{ sek}$ vaqtda o'rtacha kvadratik siljishini va diffuziya koeffitsiyentini hisoblang.

Yechish:

$$\Delta^2 = 2D\tau; \quad D = \frac{kT}{6\pi\eta r} \quad \text{dan} \quad D = \frac{1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 293}{6 \cdot 3,14 \cdot 10^{-3} \cdot 50 \cdot 10^{-9}} = 4,29 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2/\text{sek}$$



$$\Delta = \sqrt{2Dr} = \sqrt{2 \cdot 4,29 \cdot 10^{-12} \cdot 10} = 9,26 \cdot 10^{-6} \text{ m} = 9,26 \text{ nm}$$

11. Agar sentrifugada AgCl zoli zarrachalarining cho'kishi 10 minutni tashkil etsa, AgCl zoli zarrachalarining radiusini aniqlang. Dastlabki sath $h_1 = 0,09 \text{ m}$; oxirgi sath $h = 0,14 \text{ m}$; dispers fazaning zichligi $\rho = 5,6 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$; dispersion muhitning zichligi $\rho_0 = 1 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$; sentrifuganing aylanish chastotasi $U = 1000$; qovushqoqlik $\eta = 1 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{sek}$.

Yechish: Zarrachaning radiusini hisoblaymiz:

$$r = \sqrt{\frac{9 \cdot 10^{-3}}{2(\rho - \rho_0)\omega^2} \cdot \frac{\ln(h_2/h_1)}{t}}$$

Burchakli tezlik $\omega = 2\pi n / 60$ bu yerda aylanish chastotasi

$$\omega = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1000}{60} = 105 \text{ sek}^{-1}$$

$$r = \sqrt{\frac{9 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 4,6 \cdot 10^3 \cdot 105^2} \cdot \frac{\ln 0,14 / 0,09}{10 \cdot 60}} = 2,6 \cdot 10^{-7} \text{ m}$$

KOLLOID ERITMALARNING AGREGATIV BARQARORLIGI. KOAGULYATSIYA

Koagulyatsiya

Talabalar ushbu bobni o'rganib, quyidagilarni **bilishi shart**:

Dispers sistemalarning barqarorlik turlarini va ularning mohiyatini;

Zollarning agregativ barqarorlik omillarini;

Elektrolitlar bilan koagullash qoidalarini;

DLFO nazariyasining mohiyatini.

Talabalar o'zlashtirishlari shart:

Turli elektrolitlarning koagulyatsiya bo'sag'asini taqqoslashlari;

Kolloid zarrachalar ta'sirlashuvining potensial egri chiziqlarini tahlil qilishlari.

KOAGULLANISH

Kolloid sistemalarning ko'zga tashlanib turadigan belgisi ularning beqarorligidir. Shu xususiyatlari tufayli, ulardan ko'pincha cho'kma ajralib chiqadi (bunda cho'kma dispersion faza kimyoviy tarkibiga ega bo'ladi) yoki chin eritmalar hosil bo'ladi.



Zollar beqaror bo'lishiga sabab shuki, ularning dispersion darajasi doimiy bo'lmay, o'zgarib turadi.

Kolloidlarning dispersion darajasi ortishi bilan ular chin eritmaga aylanadi shu bilan birga teskari jarayon ham bo'ladi, bunda mitsellalar o'zaro yopishishi natijasida kolloid zarrachalar kattalashadi. Bu hodisa **koagullanish** deb ataladi.

Zarrachalar avval mikroskop ostida ko'rinadigan darajagacha kattalashadi, keyin bora – bora shu qadar yiriklashadiki, natijada cho'kmaga tushadi. **Koagullanish vaqtida ko'pincha quyidagi tashqi alomatlar yuz beradi:** eritma loyqalanadi, kolloid eritmaning rangi o'zgaradi va nihoyat cho'kma hosil bo'ladi. Dispers fazaning cho'kmaga tushish hodisasi **sedimentasiya** (tagiga cho'kish) deb ataladi.

Kolloid sistemaga har xil faktorlar ta'sir etishi natijasida koagullanish yuz beradi; bu faktorlar o'zining tabiati jihatdan xilma – xil bo'lishi mumkin, masalan, uzoq davom etgan dializ, elektrolit va elektrolitmas eritmalarini qo'shish, mexanik ta'sir ko'rsatish (aralashtirish yoki chayqatish), qattiq qizdirish yoki qattiq sovutish, elektr toki o'tkazish va nihoyat yorug'lik energiyasi ta'sir ettirish.

Ba'zan zollar "eskirishi" yoki unda bo'ladigan kimyoviy o'zgarishlar natijasida koagullanishi mumkin.

Liofob zollar har qanday elektrolit eritmalarini qo'shilishi bilan koagullanadi, unda elektrolit ionlaridan biri koagullovlchi bo'ladi. Elektrolit konsentratsiyasi koagullanish chegarasi deb atalgan minimal miqdordan oshdi deguncha eritma yaqqol koagullanadi.

Elektrolit eritmasining koagullovlchi ta'siri kolloid zaryadiga teskari ishorali ion valentligiga qarab belgilanadi. Koagullovlchi ion zaryadi ortishi bilan shu elektrolitning koagullovlchi ta'siri ortadi; bu qoida ahamiyatlilik qoidasi deb yuritiladi.

Hamma hollarda ham koagullanishga sabab mitsella bilan shu mitsellani o'rab turuvchi dispersion muhit orasidagi bog'lanishning zaiflanishidir.

N.P. Peskov kolloid sistemalar to'g'risidagi fanga agregativ barqarorlik va molekulyar-kinetik barqarorlik degan tushunchalarni kiritdi. Agregativ barqarorlik shu sistema o'z dispersion darajasini ko'pmi – ozmi saqlay olish qobiliyatiga bog'liq, kinetik barqarorlik esa disperslangan zarrachalarning o'z dispersion darajasini o'zgartirmay, mitsellalarni zoldan ajratib olishga intiladigan og'irlik kuchi yoki markazdan qochirma kuch ta'siriga bardosh bera olish qobiliyatiga bog'liq.

Kolloid sistemalar agregativ barqaror bo'lishiga sabab shuki, ularning kolloid zarrachalari bir xil ishorali zaryadga ega bo'ladi.



Chunki bir xil ishorali zaryadlar shu kolloid zarrachalar o'zaro birikib yirik agregatlar hosil qilishiga xalal beradi. Kolloid zarrachalar atrofida ular bilan zich bog'langan solvat qavatlar hosil bo'lishi ham mumkin, bu qavat erituvchi molekulalaridan iborat bo'ladi; kolloid sistemalar nima uchun agregativ barqaror ekani shu tartibda izohlab berilsa ham bo'ladi.

Bir xil tipdagi liofob kolloid sistemalarda zollarning agregativ barqarorligi shu zol zarrachalari sirtiga adsorbilangan ionlarga bog'liq.

Odatda mitsella yadrosi sirtida, shu yadroni tashkil etuvchi molekulalar tarkibiga kiradigan zarrachalardan birortasi yoki ularga o'xshab ketadigan ionlar adsorbilaniadi.

Adsorbilangan ionlarga teskari ishora bilan zaryadlangan ionlar "qarama-qarshi" ionlar deb ataladi. "Qarama-qarshi" ionlarning bir qismi zarrachaga adsorbilangan ionlar bilan elektr kuchlari yordamida bog'langan va ular bilan birgalikda yadro atrofida adsorbsion qavat hosil qiladi. Qarshi ionlarning qolgan qismi muhitga diffuzilanib, diffuzion qavat hosil qiladi, bu qavat mitsellaning asosiy qismi bilan kuchsiz bog'langan bo'ladi. Adsorbsion qavat "qarama-qarshi" ionlarining elektr zaryadidan kichik bo'lganligidan mitsella yadrosi zaryadi kattaroq shu adsorbilangan ionlar ishorasiga ega bo'ladi. Elektr maydonida yadro hamda adsorbsion qavat bir tomonga, diffuzion qavat ionlari esa teskari tomonga qarab harakat qiladi.

Kolloid sistemaning barqarorligi yadroni o'rab olgan qavatlarning tuzilishiga bog'liq; qavatlar qalinligi kamayib borgan sari, sistemaning barqarorligi ham kamaya boradi. Liofil zollarda zarrachalar muhit molekulalaridan tashkil bo'lgan solvat qavati bilan o'ralgan.

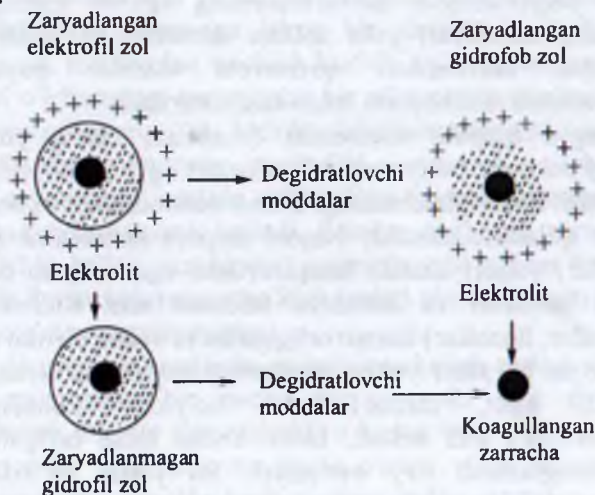
Liofil kolloidlarda sistemaning barqarorligi zarrachalar zaryadiga qanday bog'liq ekani liofob kolloidlarnikidan ko'ra sustroq ifoda etilgan; kolloid zarrachaning zaryadi hatto nolga teng bo'lsa ham liofil kolloidlar barqaror bo'laveradi (bu izoelektrik holat deb yuritiladi).

Liofil (suvdagi eritmasi olinadigan bo'lsa - gidrofil) kolloidlarning koagullanishi shu sinfga kiruvchi kolloidlarning bir qancha boshqa xossalari singari, ko'pgina xususiyatlari bilan ajralib turadi. Masalan, gidrofil kolloidlar elektrolitlar ta'siriga ancha barqarordir.

Gidrofil kolloidlar ikki faktor, ya'ni elektr zaryadi bor ekani va



kolloid zarrachalar solvatlanishi bilan belgilangani sababli, g'oyat barqaror sistema hisoblanadi. Shu tufayli, gidrofil kolloidlar koagullanishi uchun kolloid zarrachaning zaryadi neytrallanishi kifoya qilmaydi, balki qaytar kolloid zarrachasini o'rab olgan suyuqlik qavatini ham buzilishi zarur. Shu maqsadda kolloid eritmaga oldin elektrolit qo'shib, uning zaryadini neytrallash mumkin, ammo bunda eritma koagullanmaydi; keyin degidratlovchi biror modda masalan, liofil kolloidning suv qavatini buzuvchi spirt, aseton yoki tannin qo'shish kerak, shundagina koagullanish jarayoni boshlanadi. Gidrofil kolloidlarni koagullash uchun avval ular degidratlanishi va so'ngra zaryadi neytrallanishi ham mumkin. Gidrofil kolloidlar har ikki usulda qanday koagullanishi quyidagi rasmda sxema tarzida ko'rsatilgan:



Liofil zolining koagullanish sxemasi

Kolloid-dispers sistemalarning molekulyar-dispers sistemalardan farqlanuvchi xususiyati ularning termodinamik turg'un emasligidir. Sharoitlarning o'zgarishi ularning o'lchamini va cho'kmaga tushishining o'zgarishiga olib keladi. Bu holda cho'kmalar dispers fazaning kimyoviy tarkibini saqlaydi.

Dispers sistemalar termodinamik beqaror sistemalaridir. Kolloid eritmalaridagi zarrachalarning sirti katta bo'lganligi bois, dispers faza - suyuqlik chegarasida fazalararo erkin sirt energiyasi



hosil bo'ladi. Natijada kolloid sistemalar o'z barqarorligini oshirish uchun fazalararo sirt energiya miqdorini oshirib fazalararo energiya miqdorini kamaytirishga intiladi. Mazkur sharoitlardan birontasi o'zgarganida zolning mitsellalari bir-biri bilan to'qnashib, katta zarrachalar hosil qiladi. Kolloid zarrachalarning katta agregatlarga birikish jarayoni **koagullanish** deyiladi.

1917 yilda Peskov dispers sistemalar barqarorligini 2 ga bo'ladi:

1. Sedimentatsion (kinetik) barqarorlik;
2. Agregativ barqarorlik.

Kinetik barqarorlik-bu dispers sistemalarning og'irlik kuchi ta'siriga nisbatan barqarorligidir. Bu barqarorlik turi Broun harakati tufayli disperslangan zarrachalarning og'irlik kuchiga qarshilik ko'rsatish xususiyati yoki zoldan mitsellaning ajralishiga sabab bo'ladigan markazdan qochuvchi kuchlar paydo bo'lishi intensivlanishi kuchayishi bilan tushuntiriladi.

Dag'al dispers sistemalar (masalan, chang yoki qumning suvdagi suspenziyasi) ning zarrachalari og'ir bo'lib, deyarli issiqlik harakatini hosil qila olmasligi uchun sedimentatsion beqaror bo'lib, cho'kib qoladi. Aksincha, yuqori dispers sistemalar (gazlar, chin eritmalar) yuqori kinetik barqarorlikka ega bo'lgani uchun, ularga issiqlik harakati va diffuziya hodisasi xos. Kolloid sistemalar (aerozollar, liozollar) barqarorligiga ko'ra oraliq o'rinni egallaydi.

Broun harakati yuqori darajadagi dispers zarrachalar diffuzion harakati kabi, butun hajm bo'yicha konsentratsiyaning tenglashishiga olib keladi. Lekin ancha qalin bo'lgan qavatlarda to'liq tenglashish ro'y bermaydi. Bu yerda og'irlik kuchining diffuziya kuchiga qarshi ta'siri natijasida qandaydir muvozanat holat yuzaga keladi va u pastki qavatlardan yuqori qavatlarga qarab konsentratsiyaning bosqichma-bosqich kamayishi bilan xarakterlanadi. Bu sedimentatsion muvozanatdir. U sedimentatsiya va diffuziya tezliklarining tengligi bilan xarakterlanadi, bunda bir vaqt birligi ichida bir yuza birligi orqali pastga cho'kayotgan zarrachalar, diffuzion to'lqin orqali yuqoriga ko'tarilayotgan zarrachalar soniga teng bo'ladi (turli konsentratsiyalar kuchi orqali). Zarrachalarning balandlik bo'yicha tarqalishi P.Laplas tomonidan ishlab chiqilgan gipsometrik yoki barometrik qonunga bo'ysunadi:



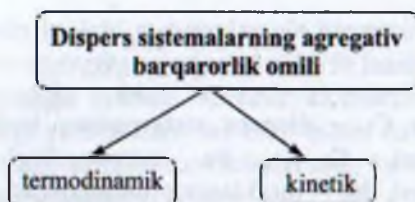
$$h = \frac{RT \ln \frac{C_1}{C_2}}{Mg}$$

bu yerda C_1 – dispers sistemaning boshlang'ich davrdagi konsentratsiyasi, C_2 – bu sistemaning h balandlikdagi konsentratsiyasi, M – moddaning molekulyar massasi, g – erkin tushish tezlanishi.

Kolloid sistemalar suspenziyalaridagi kinetik barqarorlikning faktorlariga Broun harakatidan tashqari, disperslik va dispers sistemaning qovushqoqligi va boshqalar kiradi. Bu yerda zarrachalarning qavatlanishiga ko'proq disperslik ta'sir ko'rsatadi. Kolloid sistemalar odatda turli o'lchamdagi zarrachalardan iborat bo'ladi, shuning uchun ular polidispers sistemalar hisoblanadi. Agar bunday polidispers sistemaga biror bir doimiy kuch (yerning tortishish kuchi, markazdan qochish kuchi) ta'sir qiladigan bo'lsa, bunda bir xil o'lchamdagi zarrachalar bir xil tezlikda cho'kadi, lekin katta o'lchamdagilar eng tez, kichik o'lchamdagilar esa eng sekin cho'kadi. Bundan ko'rinib turibdiki, o'rtacha o'lchamdagi zarrachalar muvozanat vaqtida eritmaning yuqori qismida pastki qismiga qaraganda kamroq bo'ladi. Bundan tashqari, zarrachalar qanchalik kichik bo'lsa, muvozanat qaror topishi uchun ko'p vaqt kerak bo'ladi. Zarrachalarning cho'kish tezligi ularning diametrining kvadratiga to'g'ri proporsionaldir.

Dag'al dispers sistemalarda muvozatga kelish tezligi nisbatan yuqori va muvozanat bir necha daqiqa yoki soat davomida o'rnatiladi. Nozik dispers sistemalarda u kichik bo'lib, muvozanatga kelish uchun yillar yoki hatto bir necha o'nlab yillar ketadi. Nozik dispers sistemalarda amalda hech qachon sedimentatsion ajralish kuzatilmaydi, chunki odatdagi saqlash sharoitlarida mexanik qo'zg'alish, harakatning tabiiy o'zgarishlari va unga bog'liq bo'lgan konvension oqimlar sedimentatsion muvozanatning qaror topishiga halaqit beradi.

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



Agregativ barqarorlik bu - ma'lum sistemani tashkil qilgan mitsellalarning u yoki bu o'lchamda disperslik darajasini saqlash xususiyatidir. Bu barqarorlik turini bir tomondan kolloid zarrachalarning zaryadi bilan, ya'ni ularga bog'liq holda ular tufayli, ikkinchi tomondan esa kolloid zarrachalar atrofida erituvchi molekulalarining solvatlangan qobiqlari bilan qalin bog'langan bo'lishi orqali tushuntirish mumkin.

B.V. Deryaginning tekshirishlariga binoan, solvatlangan qobiqlar o'zining qayishqoqligi va yuqori qovushqoqligi tufayli zarrachalarning yopishib qolishiga to'sqinlik qiladi, ya'ni «ajratuvchi» ta'sir ko'rsatadi. Shuning uchun, agregativ barqarorlik faktorlari kinetik barqarorlik faktorlaridan farqlanadi. Bu farq quyidagidan iborat: temperaturaning oshishi, zarrachalarning cho'kishiga to'sqinlik qilsa, ularning yiriklashishiga yordam beradi, agar Broun harakati intensivligining oshishi zarrachalarning cho'kishiga to'sqinlik qilsa, zarrachalarning o'zaro yopishib birikishi Broun harakatidagi to'qnashuvlar natijasida vujudga keladi.

Suspenziyada va emulsiyalarda zarrachalarning o'lchamlari 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. Demak, dag'al dispers sistemalar sedimentatsion barqaror bo'lmagan mikrogeterogen sistemalaridir.

Kolloid eritmalarining disperslik darajasi yuqori bo'lganidan ularning mitsellalari o'z-o'zicha harakat qila oladi, ya'ni kolloid eritmalarda diffuziya sodir bo'ladi. Shuning uchun dispers sistemalarsedimentatsion jihatdan barqarordir. Lekin kolloid eritmadagi zarrachalar har xil ta'sirlar ostida bir - biri bilan birikib, yiriklasha oladi va kolloid sistemalarning disperslik darajasi kamayadi. Natijada sistema o'z barqarorligini yo'qotadi. Shuning uchun kolloid sistemalar agregativ barqaror bo'lmagan mikrogeterogen sistemalaridir.

Chin eritmalar esa agregativ va sedimentatsion barqaror



gomogen sistemalardir.

Agregativ barqarorlikning sababi 2 ta:

Kolloid zarrachalar bir xil zaryadga ega bo'ladi;

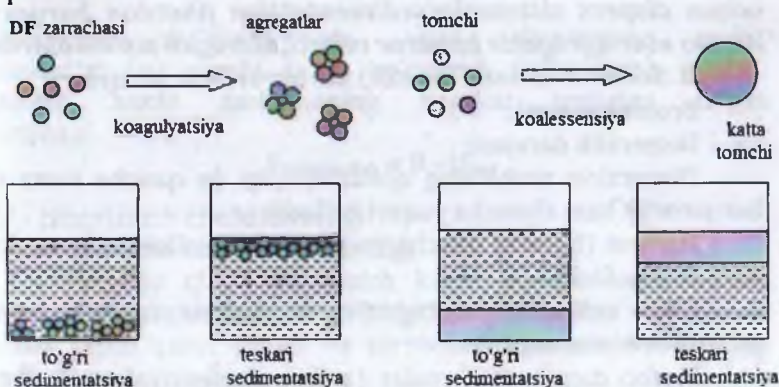
Kolloid zarrachani erituvchining molekullari qurshab olib, zarracha atrofiga solvat qobiqlar hosil qiladi.

Sistemaning agregativ barqarorligi zol tarkibiga, uning zarrachalari tuzilishiga va kolloid eritma qanday holatda ekanligiga bog'liq. Dispers sistemaning sedimentatsion (kinetik) barqarorligi dispers faza zarrachalarining og'irlik kuchi ta'sirida dispersion muhitdan ajralmaslik qobiliyatini ko'rsatadi.

Agregativ barqarorlik – kolloid (dispers) sistemalarning vaqt davomida disperslik darajasini ya'ni zarrachasining o'lchamini va individualligini o'zgartirmasdan saqlash xususiyati.

Agregativ barqarorlik buzilganda koagulyatsiya sodir bo'ladi.

Koagulyatsiya-zarrachalarning yopishib katta agregatlarlar hosil qilishidir.



Agregativ va sedimentatsion beqaror dispers sistemalarning mumkin bo'lgan buzilish sxemalari

Koagulyatsiya natijasida sistema o'zining sedimentatsion barqarorligini yo'qotadi, chunki zarrachalar juda kattalashadi va broun harakatida ishtirok eta olmaydi. Koagulyatsiya o'z-o'zidan boradigan jarayondir. Chunki u fazalararo sirt yuzani kamaytiradi va bu esa o'z navbatida erkin sirt energiyani kamaytiradi olib keladi.

I. Agregativ barqarorlik – dispers faza zarrachalarining yopishishga qarshilik ko'rsatish xususiyati.

Agregativ barqarorlik kriteriyalari:



Ion qobiq ya'ni qo'sh elektr qavatning mavjudligi; **qo'sh elektr qavat adsorbsion + diffuzion qavatlar**

Erituvchining solvat (gidrat) qobig'ining mavjudligi (solvat qobiq qancha ko'p bo'lsa, kolloid eritma shuncha barqaror bo'ladi);

Granulaning ζ – potensial kattaligi;

Harorat.

Sedimentatsion barqarorlik diffuziyaga va broun harakatiga bog'liq.

Suspenziya va emulsiyalarda zarrachalarning o'lchamlari 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 beqaror mikroeterogen sistemalaridir. Kolloid eritmalarning disperslik darajasi yuqori bo'lganidan ularning mitsellalari o'z-o'zicha harakat qila oladi, ya'ni kolloid eritmalarda diffuziya sodir bo'ladi. Shuning uchun **dispers sistemalar sedimentatsion jihatdan barqarordir. Ammo ular agregativ beqaror mikroeterogen sistemalaridir.**

II. Sedimentasion (kinetik) barqarorlik kriteriyalari:

Broun harakati;

Disperslik darajasi;

Dispersion muhitning qovushqoqligi (η qancha katta bo'lsa, barqarorlik ham shuncha yuqori bo'ladi);

Harorat (harorat qancha yuqori bo'lsa, kolloid eritma shuncha barqaror bo'ladi).

Chin eritmalar agregativ va sedimentatsion barqaror gomogen sistemalaridir.

Liofob dispers sistemalar (zollar, suspenziyalar, emulsiyalar) agregativ barqaror bo'lib, ular ortiqcha Gibbs sirt energiyasiga ega bo'ladi.

Dispers sistemalarning sedimentatsion barqarorligi

Sedimentatsion barqarorlik-dispers sistemalarning vaqt birligida butun hajm bo'yicha zarrachalarining taqsimlanishini o'zgarmasdan saqlash xususiyatlaridir.

Sistemaning sedimentatsion barqarorligini baholash uchun quyidagi xarakteristikalarini bilish zarur: r -dispers faza zarrachasining radiusi; ρ - zarrachaning zichligi; ρ_0 – dispers muhitning zichligi; η – dispersion muhitning qovushqoqligi; V –



zarrachaning hajmi.

Arximed qonuniga ko'ra sistemada har bir zarrachaning og'irlik kuchi ta'sir qiladi:

$$F = mg = V\rho g$$

g-erkin tushish tezlanishi.

Zarrachaning effektiv massasi:

$$m^1 = V(\rho - \rho_0)$$

Agar $(\rho - \rho_0) > 0$ ya'ni $\rho > \rho_0$ bo'lsa zarracha cho'kadi, agar $\rho < \rho_0$ bo'lsa zarracha suzib yuradi.

$\rho > \rho_0$ deb qabul qilamiz. U holda dispers faza zarrachasi og'irlik kuchi ta'sirida cho'kadi:

$$F_{ced} = m^1 \cdot g = V(\rho - \rho_0) \cdot g$$

Zarracha cho'kayotganida unga dispersion muhit qovushqoqligi (η) qarshi ta'sir ko'rsatadi (ishqalanish kuchi). Ishqalanish kuchi zarrachaning harakat tezligiga to'g'ri proporsional:

$$F_{ishqalanish} = B \cdot U_{sed}$$

V – ishqalanish cho'kish tezligi

U_{sed} – zarrachaning cho'kish tezligi

Shunday qilib ishqalanish kuchi qancha katta bo'lsa, cho'kish tezligi ham shuncha katta bo'ladi. Natijada $F_{sed} = F_{ishqalanish}$ o'zgarmas rejim qaror topadi va zarracha o'zgarmas tezlik bilan cho'kadi.

$$V(\rho - \rho_0) \cdot g = B \cdot U_{sed} \text{ dan } U_{sed} = \frac{V(\rho - \rho_0) \cdot g}{B}$$

Ko'p hollarda sedimentatsiya jarayonining xarakteristikasi sifatida U_{sed} emas, balki sedimentatsiyaning solishtirma oqimi I sed tushunchasi ishlatiladi:

$$I_{sed} = U_{sed} \cdot C$$

C – dispers sistemada zarrachaning konsentratsiyasi

Yuqoridagi tenglamaga bu qiymatni qo'yib

$$I_{sed} = \frac{V(\rho - \rho_0) \cdot g}{B} \cdot C \text{ ga ega bo'lamiz.}$$



Shunday qilib, sedimentatsiyaning solishtirma oqimi V , C , $(\rho - \rho_0)$ ga to'g'ri V ga teskari proporsionalligi kelib chiqadi.

Sferik zarracha uchun $r \cdot V = \frac{4}{3}\pi r^3$, Stoks tenglamasi bo'yicha ishqalanish koeffitsiyenti $B = 6\pi\eta r$. Bu qiymatlarni o'rniga qo'ysak

$$i_{sed} = \frac{2r^2(\rho - \rho_0) \cdot g \cdot C}{9\eta} \text{ tenglama hosil bo'ladi.}$$

Biroq biz bu yerda hozirgacha broun harakatini inobatga olmadik. Biz bilamizki, broun harakati oqibatida diffuziya sodir bo'ladi. Natijada butun hajmda zarrachalar konsentratsiyasi bir xil bo'lishga intiladi. Shunday qilib sistemada 2 ta qarama-qarshi oqim yuzaga keladi:

Sedimentatsiya oqimi i_{sed} ;

Diffuziya oqimi $i_{dif} = \frac{1}{S} \cdot \frac{dm}{d\tau} = - \frac{dc}{dx}$ D tenglamaga muvofiq $i_{dif} = -$

$D\left(\frac{dc}{dh}\right)$ bu yerda $D = \frac{kT}{B}$

Uch xil variant bo'lishi mumkin:

$$1. \frac{i_{sed}}{i_{dif}} \gg 1 \text{ ya'ni } i_{sed} \gg i_{dif} \text{ u holda } \frac{4\pi^3(\rho - \rho_0) \cdot gc}{3B} \gg -\left(\frac{kT}{B}\right) \frac{dc}{dh}$$

Bu holda sedimentatsiya juda tez sodir bo'ladi. Sistema esa sedimentatsion beqaror bo'ladi.

$$2. \frac{i_{sed}}{i_{dif}} \ll 1 \text{ ya'ni } i_{sed} \ll i_{dif} \text{ yoki } \frac{4\pi^3(\rho - \rho_0) \cdot gc}{3B} \ll -\left(\frac{kT}{B}\right) \frac{dc}{dh}$$

Dispers sistema sedimentatsion barqaror bo'ladi.

$$3. \frac{i_{sed}}{i_{dif}} \approx 1 \text{ ya'ni } i_{sed} \approx i_{dif} \text{ yoki } \frac{4\pi^3(\rho - \rho_0) \cdot gc}{3B} \approx -\left(\frac{kT}{B}\right) \frac{dc}{dh}$$

Sistema sedimentatsion – diffuzion muvozanat holatida bo'ladi.

Bu tenglamani integrallab, o'zgaruvchilarni bo'lsak (ajratsak):

$$\frac{4}{3}\pi^3(\rho - \rho_0) \cdot g \cdot dh = -kT\left(\frac{dc}{c}\right);$$

$$-\int_{c_0}^c d \ln C = \int_{h=0}^h \left(\frac{4\pi^3(\rho - \rho_0)g}{3kT} \right) dh;$$

$$-\int_{c_0}^c d \ln C = A \int_{h=0}^h dh$$

Bu yerda C_0 - zarrachaning konsentratsiyasi; S_h -idish tagidan h balandlikda zarracha konsentratsiyasi



$$\ln \left(\frac{C_0}{C_h} \right) = A \cdot h; S_h = C_0 \exp[-Ah]; n_h = n_0 \cdot e^{-Ah}$$

Bu **Laplas –Perrenning gipsometrik qonuni** deyiladi.

Bu holda sistema sedimentatsion barqaror. Ammo undagi zarrachalar tekis taqsimlanmagan muvozanat holida bo'ladi. Bu taqsimlanish $10^{-5} < r < 10^{-3}$ sm bo'lganda kuzatiladi.

Shunday qilib dispers sistemalarning sedimentatsion barqarorligi dispers faza zarrachalarining o'lchami bilan aniqlanadi:

Liofob zollar (10^{-7} - 10^{-5} sm) sedimentatsion barqaror bo'lib, ular sistemaning butun hajmda zarrachalarning tekis taqsimlanishini diffuziya hodisasi ta'minlaydi.

Mikrogeterogen sistemalar (10^{-5} - 10^{-3} sm) da sedimentatsion – diffuzion muvozanat o'rnatiladi, ular uchun zarrachalarning butun hajmda gipsometrik taqsimlanishi xarakterlidir.

Dag'al dispers (10^{-3} sm dan katta) sistemalar-sedimentatsion beqaror sistemalaridir.

DISPERS SISTEMALAR BARQARORLIGINING ASOSIY OMILLARI

ζ – potensial kattaligi;

Termodinamik potensial (φ) kattaligi;

Diffuzion qavat qalinligi;

Granula zaryadining kattaligi.

Koagulyatsiyaning 2 xil bosqichi bo'ladi:

1-bosqich-yashirin **koagulyatsiya**. Bu bosqichda zarrachalar kattalashadi, ammo sedimentatsion barqarorligini yo'qotmaydi.

2. bosqich. **Ochiq (aniq) koagulyatsiya**. Bu bosqichda zarracha o'zining sedimentatsion barqarorligini yo'qotadi. Agar zarrachaning zichligi dispersion muhitning zichligidan katta bo'lsa, cho'kma hosil bo'ladi.

Koagulyatsiyaning sabablari:

Haroratning o'zgarishi;

Elektr va elektromagnit maydon ta'siri;

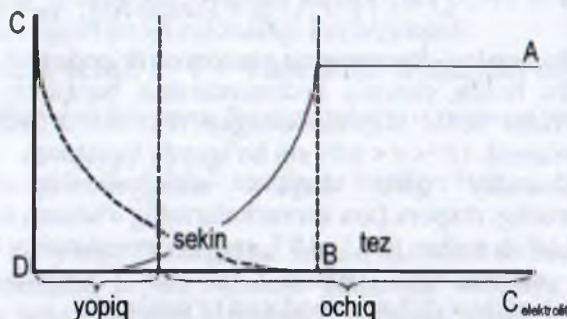
Yorug'lik nurining ta'siri;

Elementlar zarrachalarning (nurlar) ta'siri;

Mexanik ta'sirlar;

Elektrolitlar qo'shish va boshqalar;

Elektrolitlar ta'siridagi koagulyatsiya katta amaliy qiziqish uyg'otadi.



Koagulyatsiya tezligining va ζ - potensial (CB) ning elektrolit konsentratsiyasi bilan bog'liqligi

Rasmdan ko'rinib turibdiki, elektrolitning dastlabki porsiyasi (ulushi) zolda ko'z bilan ko'rib bo'ladigan o'zgarish hosil qilmaydi. Bu **yopiq koagulyatsiya** deyiladi. Elektrolit konsentratsiyasini oshirib borib, koagulyatsiyaning rivojlanishini ko'rishimiz mumkin. Natijada zol ko'z bilan ko'rib bo'ladigan o'zgarishlarga uchraydi: loyqalanadi yoki rangini o'zgartiradi. Bu vaqtda ζ - potensial kamayadi. Bu bosqich **ochiq koagulyatsiya** deyiladi. Yopiq koagulyatsiyadan ochiq koagulyatsiyaga o'tish **koagulyatsiya bo'sag'asi** deyiladi. Ochiq koagulyatsiya o'z navbatida ikki bosqichga bo'linadi:

Sekin koagulyatsiya (elektrolit konsentratsiyasi har safar oshirilganda koagulyatsiya tezlashadi);

Tez koagulyatsiya (elektrolit konsentratsiyasining oshirilishi koagulyatsiya tezligiga bog'liq bo'lmaydi. Ya'ni koagulyatsiya maksimal tezlikda boradi).

Koagulyatsiya bo'sag'asi – 1 l zolning koagulyatsiyasiga uchrashi uchun sarflanadigan elektrolitning eng kam miqdori

$$\gamma = \frac{C \cdot V}{V_0}$$

γ – koagulyatsiya bo'sag'asi, mol/l;

C – elektrolit konsentratsiyasi, mol/l;

V – elektrolit eritmasining hajmi, l;

V_0 – zolning hajmi, l.



Elektrolitning koagullash xususiyati:

$$P = \frac{1}{\gamma}$$

Shuls-Gardi qoidasi: turli zaryadli ionlarning koagullovdchi ta'siri ular ion zaryadlarining oltinchi darajasiga to'g'ri proporsional.

Granula (-):

$$P(\text{Al}^{3+}) : P(\text{Ca}^{2+}) : P(\text{K}^+) \approx 3^6 : 2^6 : 1^6 \approx 729 : 64 : 1$$

$$\gamma(\text{Al}^{3+}) : \gamma(\text{Ca}^{2+}) : \gamma(\text{K}^+) \approx \frac{1}{3^6} : \frac{1}{2^6} : \frac{1}{1^6}$$

Granula (+):

$$P(\text{PO}_4^{3-}) : P(\text{SO}_4^{2-}) : P(\text{Cl}^-) \approx 3^6 : 2^6 : 1^6$$

$$\gamma(\text{PO}_4^{3-}) : \gamma(\text{SO}_4^{2-}) : \gamma(\text{Cl}^-) \approx \frac{1}{3^6} : \frac{1}{2^6} : \frac{1}{1^6}$$

KOAGULYATSIYA QOIDASI

1. Barcha kuchli elektrolitlar zolga qo'shilganda koagulyatsiya boshlanishi uchun kerak bo'lgan elektrolitning minimal konsentratsiyasi koagulyatsiya bo'sag'asi (ostonasi) deyiladi. Ba'zan koagulyatsiya bo'sag'asi o'rniga koagulyatsiyalanish deyiladi. Ba'zan koagulyatsiya bo'sag'asi o'rniga koagulyatsiyalanish xususiyati (1 mol elektrolit ta'sirida koagulyatsiyalanuvchi zolning hajmi) tushunchasi ishlatiladi:

$$V_K = \frac{1}{C_K} \text{ yoki } C_K = \frac{C_v \cdot V_v}{V_{\text{sol}} + V_d}$$

C_K – koagulyatsiya bo'sag'asi

Demak, koagulyatsiya bo'sag'asi qancha kichik bo'lsa, elektrolitning koagullovdchi xususiyati shuncha yuqori bo'ladi.

2. Hamma elektrolitlar ham koagullovdchi ta'sirga ega emas. Faqatgina granulaning zaryadiga qarama-qarshi zaryadli ionlar koagullovdchi xususiyatga ega bo'ladi va ular koagulyant ionlar deyiladi.

3. Ion-koagulyantning koagullash xususiyati.

Ionning zaryadi qancha katta bo'lsa ion koagulyantning koagullash xususiyati shuncha yuqori bo'ladi va shunchalik koagullash bo'sag'asi kichik bo'ladi. Bu qonuniyat miqdoriy jihatdan Shulse-Gardi qoidasi bilan ifodalanadi:



$$C'_K : C''_K : C'''_K = 1 : \frac{1}{2^6} : \frac{1}{3^6} \text{ yoki } C_K = \alpha \frac{1}{Z^6}$$

Z – ion koagulyantning zaryadi;

C'_K, C''_K, C'''_K – bir, ikki, uch zaryadli ion-koagulyantning koagulyatsiya bo'sag'asi.

4. Bir xil zaryadli ionlarning radiuslari qancha katta bo'lsa, uning koagullovdchi xususiyati shuncha katta bo'ladi. Shuning uchun organik ionlarning koagullovdchi xususiyati noorganik ionlarning koagullovdchi xususiyatidan yuqori bo'ladi. Bir zaryadli noorganik kationlarning koagullash xususiyati quyidagi qatorda kamayib boradi:



Bu qator liotrop qator deyiladi.

Ion koagulyantning konsentratsiyasi ortishi bilan zol mitsellasining dzeta-potensial kamayadi. Dzeta-potensial 0,025-0,04 V (0 gacha emas) gacha kamayganda koagulyatsiya boshlanadi. Bir zaryadli ba'zi organik ionlarning koagullovdchi xususiyati ikki zaryadli noorganik ionlarnikidan katta bo'ladi, bu ularning kuchli spesifik adsorbtanuvchanligi bilan tushuntiriladi.

5. Bir xil zaryadli anorganik ionlarning koagullash xususiyati ularning gidratlanuvchanligi kamayishi bilan ortadi:



6. Deryagin-Landau qonuni: kolloid zarrachalarning elektr potentsiali o'rtacha qiymatga ega bo'lgan hollarda elektrolit ionining koagullash chegarasi z^6 ga bog'liq ravishda o'zgaradi:

$$\gamma = \frac{\text{const} \cdot \varepsilon^2 (kT)^3}{A^2 \cdot e^6 z^6}$$

z – koagulyatsiyani amalga oshiruvchi ionning zaryadi.

const – ma'lum konstanta;

ε – erituvchining dielektrik konstantasi;

A – Van-der-Vaals kuchlariga oid kattalik (konstanta);

k – Bolsman konstantasi;

e – elektronning zaryadi;

γ – elektrolitning koagulyatsiya qilish konsentratsiyasi.



Elektrolitlar bilan koagullash kinetikasi

Koagulyatsiya tezligi kolloid sistema zarrachalarining broun harakatiga, ularning o'zaro ta'siriga va sistema zarrachalarining dastlabki konsentratsiyasiga bog'liq. Koagulyatsiya 2 xil bo'ladi:

Tez koagulyatsiya;

Sekin koagulyatsiya.

Agar 2 ta zarracha bir-biri bilan bir marta to'qnashgandayoq o'zaro birikib, yirikroq zarracha hosil qilsa bunday koagulyatsiya tez koagulyatsiya deyiladi va uning tezligi kolloid zarrachalarning broun harakati intensivligiga bog'liq bo'ladi, lekin qo'shiladigan koagullovlchi elektrolit konsentratsiyasiga bog'liq emas. Agar koagulyatsiya tezligi koagullovlchi elektrolit konsentratsiyasiga bog'liq bo'lsa, bunday koagulyatsiya – **sust koagulyatsiya** deyiladi.

Zigmondi koagulyatsiyaning miqdoriy xarakteristikasi sifatida koagulyatsiya tezligi tushunchasini kiritishni taklif etdi. Koagulyatsiya tezligi ϑ -sistema hajmi o'zgarmas bo'lganida vaqt birligida kolloid zarrachalar konsentratsiyasining o'zgarishi:

$$\vartheta = - \left(\frac{dc}{dt} \right)$$

c – zarrachalar konsentratsiyasi; t – vaqt.

Tenglama oldidagi " – " ishorasi vaqt davomida zarracha konsentratsiyasining kamayishini ko'rsatadi.

Koagulyatsiyaning darajasi:

$$\alpha = \frac{Z_{eff}}{Z}$$

Z – vaqt birligida to'qnashgan zarrachalarning umumiy soni;

Z_{eff} – effektiv to'qnashishlar soni (to'qnashishlar koagulyatsiyaga olib keladi).

Agar $\alpha = 0$ bo'lsa koagulyatsiya sodir bo'lmaydi, eritma agregativ barqaror.

Agar $\alpha = 1$ bo'lsa tez koagulyatsiya sodir bo'ladi, har bir zarracha to'qnashishi ularning o'zaro yopishishiga (koagulyatsiyasiga) olib keladi.

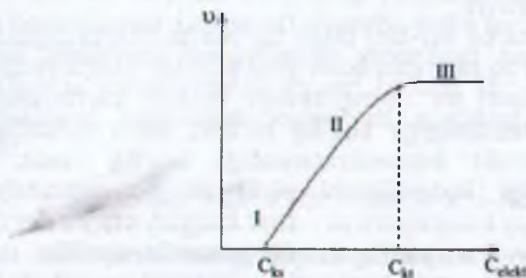
Agar $0 < \alpha < 1$ bo'lsa, sekin koagulyatsiya, faqatgina ba'zi to'qnashuvlarga koagulyatsiyaga sabab bo'ladi.

Zarrachalar to'qnashganda yopishishi, sharga o'xshab sochilib ketmasligi uchun koagulyatsiyaning potensial baryeri (ΔU_k) ni yengishi kerak bo'ladi. Demak, kolloid zarracha ushbu baryerni yengishi uchun zarur bo'lgan kinetik energiyaga ega bo'lganida



koagulyatsiya sodir bo'ladi. Koagulyatsiya darajasini oshirish uchun potensial baryerni kamaytirish kerak bo'ladi. Bunga zolga koagulyant – elektrolit qo'shish bilan erishish mumkin.

Elektrolit konsentratsiyasi bilan koagulyatsiya tezligi orasidagi bog'liqlik grafigi quyidagi rasmda berilgan:



I –soha. Yashirin koagulyatsiya sohasi;

II – soha. Ochiq koagulyatsiya sohasi; Koagulyatsiya sekin boradi.

III –soha- bu sohada koagulyatsiya tezligi o'zgarmaydi. Dzeta-potensial bu sohada 0 ga teng bo'ladi. Koagulyatsiyaning tezligi maksimal bo'ladi.

Grafikdan uchta soha ko'rinib turibdi:

I . $\vartheta = -\frac{dc}{dt} = 0$, $\alpha = 0$, demak, kinetik energiya $kT \ll \Delta U_K$ (k-Bolsman doimiysi)-liofob zol agregativ barqaror.

II. $\vartheta = -\frac{dc}{dt} > 0$; $0 < \alpha < 1$; $kT \leq U_K$ demak, koagulyatsiyaning potensial baryeri katta, ammo kolloid zarrachaning kinetik energiyasini taqqoslab, buning ustiga shu bilan birga elektrolit – koagulyant konsentratsiyasini oshirib uni kamaytirish mumkin bo'ladi, bu holda koagulyatsiya tezligi ortadi. C_{ks} – sekin koagulyatsiya bo'sag'asi; C_{kt} – tez koagulyatsiya bo'sag'asi. Bu soha egri chizig'i $\vartheta = f(c)$; $\alpha = f(c)$; $\Delta U_K = f(c)$ ilan ifodalanadi. Bu sohada sekin koagulyatsiya kuzatiladi.

III. $\vartheta = -\frac{dc}{dt} > 0$; $\vartheta \neq f(c)$; $\alpha = 1$; $kT \gg U_K$

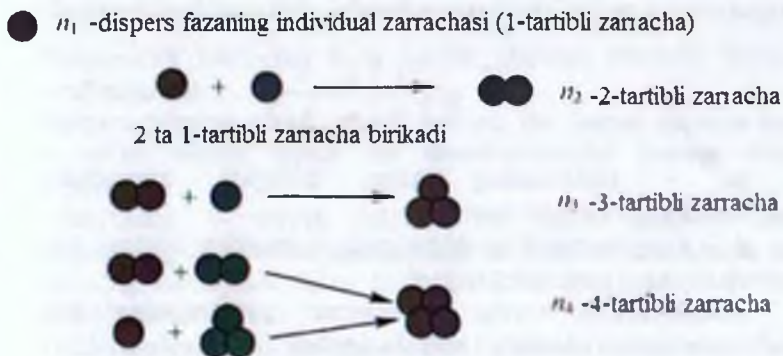
Har bir to'qnashuv zarrachalarning yopishishiga olib keladi va koagulyatsiya tez boradi.



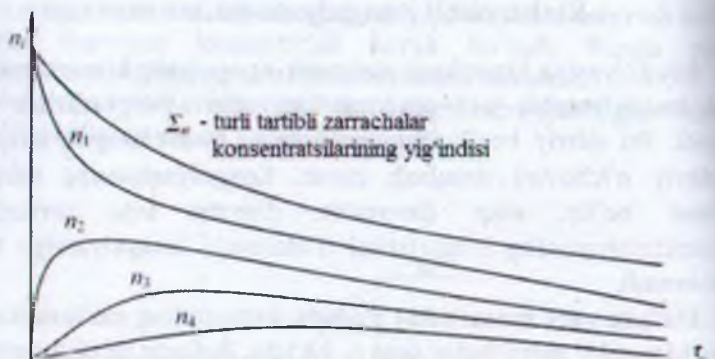
Elektrolitli koagulyatsiya mexanizmi

Koagulyatsiya kinetikasi elektrolit-koagulyant konsentratsiyasi bilan koagulyatsiya jarayoni orasidagi sifatli bog'lanishni ko'rib chiqadi. Bu sifatli bog'liqlikni ko'rishdan oldin koagulyatsiyaning miqdoriy o'lchovini aniqlash zarur. Koagulyatsiyaning miqdoriy o'lchovi bo'lib, vaqt davomida dispers faza zarrachalari konsentratsiyasining o'zgarishini ifodalovchi koagulyatsiya tezligi hisoblanadi.

Ma'lum vaqt momentida dispers sistemaning ma'lum hajmida birinchi tartibli zarrachalar soni n_1 bo'lsin. Birinchi tartibli zarracha-bu dispers fazaning individual zarrachasidir. Birinchi tartibli zarrachalar birlashib, ikkinchi tartibli zarrachalarni hosil qiladi, ma'lum vaqtdan so'ng ular n_2 bo'ladi. Birinchi va ikkinchi tartibli zarrachalar birikishidan uchinchi tartibli zarrachalar n_3 hosil bo'ladi. Bu jarayon sxematik tarzda quyidagicha tasvirlanadi:



Dispers sistema koagulyatsiyalanganda turli tartibli zarrachalarning hosil bo'lish sxemasi



Rasm. Turli tartibli zarrachalarning va zarrachalar umumiy konsentratsiyasi Σn ning vaqtga bog'liqligi

TEZ KOAGULYATSIYA

Tez koagulyatsiya nazariyasini Smoluxovski yaratgan. U koagulyatsiya tezligi konstantasi formulasini quyidagicha yozdi:

$$K = \frac{1}{\tau} \cdot \left(\frac{1}{n} - \frac{1}{n_0} \right)$$

n_0 - sistemaning hajm birligida zarrachalarning koagulyatsiyaga bo'lgan soni;

n - koagulyatsiya boshlanganda τ vaqtdan keyingi vaqtdagi zarrachalarning konsentratsiyasi.

Koagulyatsiya tezligi konstantasi zarrachaning diffuziya koeffitsiyentiga va ularning radiuslariga bog'liq:

$$K = 8 \cdot \pi \cdot D \cdot r$$

Yuqoridagi va Enshteyn $\left(D = \frac{RT}{N_A \cdot 6\pi\eta \cdot r} \right)$ tenglamalarini inobatga olsak, koagulyatsiya tezlik konstantasining oxirgi tenglamasi

$$K = \frac{4}{3} \cdot \frac{R \cdot T}{\eta \cdot N_A} \text{ hosil bo'ladi.}$$

Smoluxovski koagulyatsiya yarim vaqti tushunchasini ham kiritdi:



$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{\tau}{Q}} \text{ yoki } \frac{n_0}{n} = 1 + \frac{\tau}{Q}$$

Q – yarim koagulyatsiya vaqti, sek

τ - koagulyatsiya boshlangan vaqt

Sekin koagulyatsiya tenglamasini N. Fuks yaratdi. U koagulyatsiya kinetik tenglamsiga energetik baryerni inobatga oluvchi ΔU_K kattalikni kiritdi.

$$k_{sek, koagul} = k_{tez, koagul} \cdot P \cdot e^{-\frac{\Delta U_K}{kT}}$$

P –sterik factor.

LIOFOB ZOLLARNING BARQARORLIK OMILLARI

Barqarorlik faktori yoki sekinlatish koeffisiyenti W –sekin koagulyatsiya tezligi tez koagulyatsiya tezligidan necha marta kichik ekanligini ko'rsatadi:

$$W = \frac{k_{sek, koagul}}{k_{tez, koagul}} = \frac{1}{P \cdot e^{-\frac{\Delta U_K}{kT}}}$$

Barqarorlik faktorlari 5 ta bo'lib, ulardan birinchi ikkitasi asosiy rol bajaradi.

Barqarorlikning elektrostatik faktori. Bu faktor dispers faza sirtida qo'sh elektr qavat va dzeta-potensial borligi bilan tushuntiriladi.

Adsorbsion – solvat faktori. Bu faktor dispers faza zarrachalarining dispersion muhit bilan ta'sirlashuvi natijasida sirt taranglikning kamayishi bilan tushuntiriladi. Stabilizator sifatida kolloid SAM ishlatiladi.

Tuzilish-mexanik faktor. Bu faktor dispers faza zarrachalarining elastiklik va mexanik mustahkamlik beruvchi plenka hosil qilishi bilan tushuntiriladi. Bu plyonka (yupqa qavat)ni buzish uchun vaqt va energiya sarflanadi. Bu barqarorlik faktori stabilizator sifatida YuMB lar ishlatilganda amalga oshadi.

Entropiya faktori. Koagulyatsiya zarrachalar soni demak, entropiya ($\Delta S < 0$) kamayishi bilan sodir bo'ladi. Termodinamikadan ma'lumki bu erkin energiyani oshishiga ($\Delta G > 0$) olib keladi. Shuning uchun sistemada zarrachalar bir-biridan qochadi va sistemaning butun hajmi bo'yicha tekis (xaotik) taqsimlanadi.

Gidrodinamik faktor.



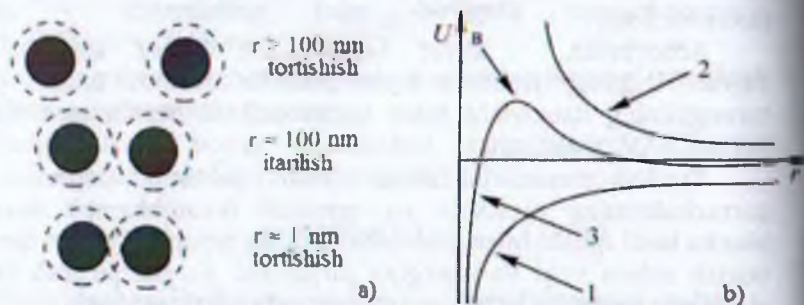
LIOFOB ZOLLARNING BARQARORLIK FAKTORI-DLFO NAZARIYASI (FIZIK NAZARIYA)

Dispers sistemalar barqarorligi nazariyasi asosi

DLFO nazariyasi mohiyati haqida tasavvurga ega bo'lish uchun ikkita o'zaro yaqin ta'sirlashuvini ko'rib chiqamiz:

Mitsella yadrosi molekularlar, atomlar va ionlardan tashkil topganligi uchun mitsella molekularlari o'rtasida molekulararo tortishuv bo'ladi (Van-der-Vaals kuchlari). Boshqa tomondan mitsella bir xil ismli qarama-qarshi zaryadlangan ionli qo'sh elektr qavatdan iborat. Demak, ular orasida elektrostatik itarishish ta'sir qiladi. Bu kuchlar qo'sh elektr qavatlar o'zaro yaqinlashganda yuzaga keladi.

Ikki mitsella broun harakati natijasida yaqinlashayotgan bo'lsin. >100 nm masofada zarrachalarning yaqinlashuvini keltirib chiqaruvchi tortishish kuchlari ta'sir qiladi. Masofa ≈ 100 nm bo'lganda elektrostatik itarishuv kuchi namoyon bo'la boshlaydi (ta'sirlashuvchi qo'sh elektr qavatlarining effektiv qalinligi 100 nm). Agar mitsellalar yaqinlashib elektrostatik baryerni yengib, 1 nm masofada yaqinlashsalar, yana tortishish kuchlari ta'sir qiladi va zarrachalar yopishib oladilar:



a-mitsellalar orasidagi masofaning o'zgarishi; b) molekulararo tortishish (1), elektrostatik itarishish (2) va ta'sirlashuvning umumiy energiya(3)lari bilan masofa o'rtasidagi bog'liqlik

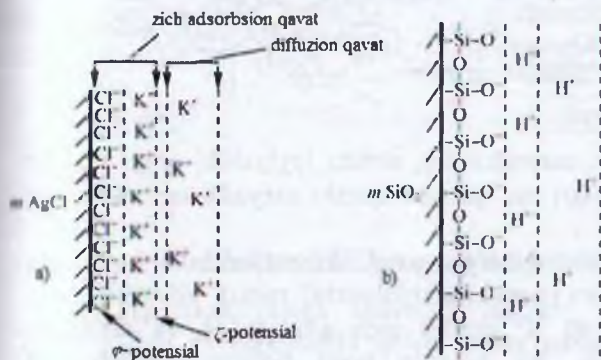
Shunday qilib, DLFO nazariyasining mohiyati quyidagicha: ultrageterogen sistemalarda agregativ barqarorlik-dispers faza zarrachalari o'rtasida ta'sirlashuvchi elektrostatik itarishish



kuchlari molekulararo tortishuv kuchlaridan ustun bo'lganda ta'minlanadi.

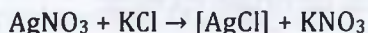
Qo'sh elektr qavatning fazalararo chegarada yuzaga kelishi o'z-o'zidan sodir bo'ladi. Va bu ionlarning bir fazadan boshqasiga o'tishi bilan bog'liq. Ionlar eritmadan sirtga o'tishiga yoki sirt yuzadan eritmaga o'tishiga qarab qo'sh elektr qavatning (yuzaga keliishi) hosil bo'lishida 2 xil mexanizm farqlanadi: birinchisi adsorbsion, ikkinchisi sirt yuzadagi (sirtqi) dissosiasiya.

Adsorbsion mexanizm bo'yicha qo'sh elektr qavatning hosil bo'lishiga misol keltiramiz:



keltiramiz:

Sirdagi qo'sh elektr qavatning tuzilishi a) kumush xlorid kristalli QEQ ning adsorbsion mexanizm bo'yicha hosil bo'lishi: b) SiO_2 zarrachasi QEQ ning sirt yuzadagi (sirtqi) dissosiasiyasi mexanizmi bo'yicha hosil bo'lishi



Bunda KCl mo'l miqdorda olingan bo'lsin. U holda $[\text{AgCl}]$ kristallari sirtiga Cl^- ionlari **kimyoviy adsorbsiya** mexanizmi bo'yicha adsorbilanadi. AgCl kristali sirtiga Cl^- ionlari adsorbsiyasi natijasida manfiy elektr zaryad yuzaga keladi va yana Cl^- ionlarining adsorbilanishini to'xtatadi. Bu potensial **elektrotermodinamik yoki ϕ -potensial deyiladi**. Bunday potensialni paydo qiluvchi ion **potensialniqlovchi ionlar** deyiladi. So'ngra eritmadagi K^+ ionlari manfiy zaryadlangan sirtga uni qisman neytrallab kulon ta'sirlashuv natijasida adsorbilanadi. Qarama-qarshi zaryadli ionlarning (bu misolda K^+ ionlarining) adsorbsiyasi **fizik adsorbsiya mexanizmi** bo'yicha boradi. Natijada AgCl kristalli sirtida zich adsorbsion va diffuzion qavatlardan iborat (tuzilgan) qo'sh elektr qavat hosil bo'ladi. Zich adsorbsion va diffuzion qavatlar o'rtasidagi (orasidagi) chegarada elektrokinetik yoki ξ -potensial (dzeta-potensial) vujudga keladi. ξ -potensialni zich adsorbsion qavatga kiruvchi qarama-



qarshi zaryadli K^+ ionlari va potensial belgilovchi Cl^- ionlari yuzaga keltiradi. Berilgan holatda ξ - potensial ham, φ - potensial ham manfiy. Elektrokinetik potensial dispers sistemaning barqarorligini belgilovchi muhim xarakteristikadir.

Sirtqi dissosiasiya mexanizmi bo'yicha qo'sh elektr qavatning yuzaga kelishi.

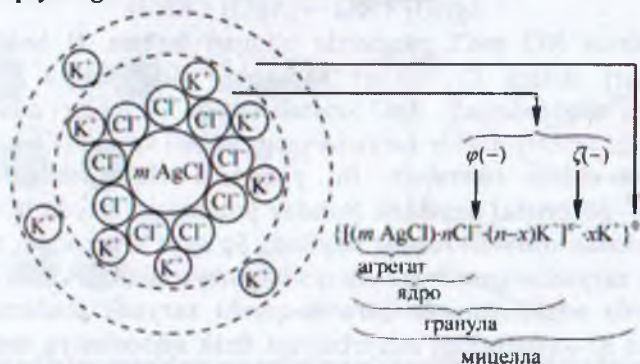
SiO_2 zarrachasining sirtqi qatlami suv bilan ta'sirlashib silanol

guruh $\rightarrow Si-OH$ hosil qiladi. Yuzaga keluvchi birikma-polisilikat kislotasi qisman dissosilanadi:



ionlari zarrachaning sirtida joylashib, unga manfiy zaryad beradi, H^+ ionlari esa qarama-qarshi zaryadli ion vazifasini bajaradi.

Adsorbsion mexanizm bo'yicha $AgCl$ kristallari hosil bo'lishida uning sirtiga Cl^- ionlari (potensialni qaytaruvchi) tanlab adsorbilanadi. Qarama-qarshi zaryadli K^+ ionlari zich adsorbsion va diffuzion qavatlarda joylashadi. Bu holatda hosil bo'lgan mitsellaning tuzilishini quyidagicha tasvirlash mumkin:

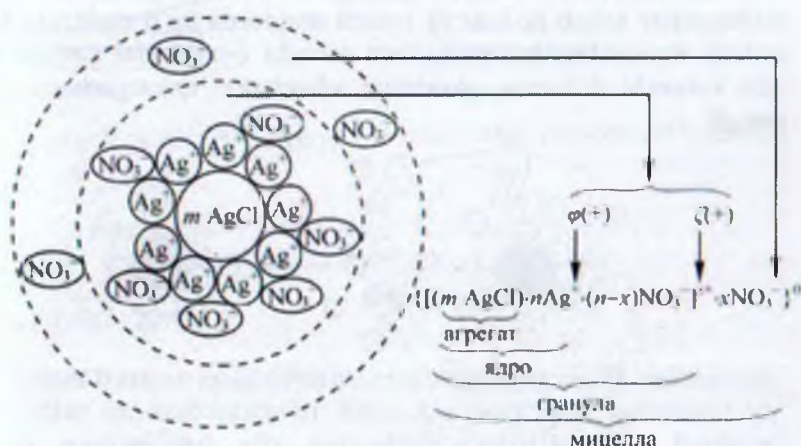


bunda m -agregatda $AgCl$ lar soni; n -adsorbilangan potensiallovchi ion (Cl^-) lar soni; $(n-x)$ - zich adsorbsion qavatdagi qarama-qarshi zaryadli ion (K^+) soni; x -diffuzion qavatdagi qarama-qarshi zaryadli ion (K^+) lar soni





miqdorda olinganda hosil bo'ladigan mitsellaning tuzilishining sxematik ifodalanishi:



Elektrolitli koagulyatsiya mexanizmi

DLFO nazariyasiga muvofiq, dispers sistemaga elektrolit qo'shilganda zarrachalarda qo'sh elektr qavatning siqilishi sodir bo'ladi, ya'ni ξ -potensial kamayadi va zarrachalar o'zaro tortishish kuchlari ustunlik qiladigan masofagacha yaqinlashadi.

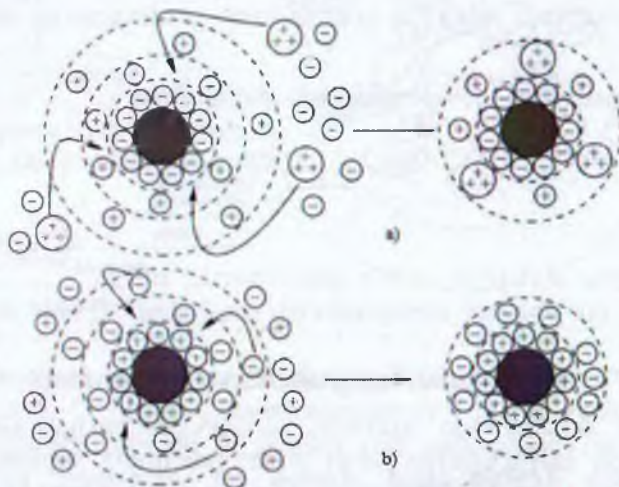
Qo'sh elektr qavatning siqilishi – zaryadi bo'yicha qo'sh elektr qavatning potensialniqlovchi ionlariga qarama-qarshi zaryadlangan ionlarning tanlab adsorbsion natijasida zarrachalarning φ -potensialini neytrallanishi hisobiga amalga oshadi. Yoki ishorasi bo'yicha qo'sh elektr qavatning qarama-qarshi zaryadli bir xil ionlarining diffuz qavatga diffuziyasi chegaralanishiga bog'liq holda ionlar konsentratsiyasining oshishi hisobiga amalga oshadi (diffuzion qavatning adsorbsion qavatgacha siqilishi). U yoki bu mexanizmning ustunlik qilishiga ko'ra neytralizatsion va konsentratsion koagulyatsiya farqlanadi.

Neytralizatsion koagulyatsiyani, odatda katta adsorbsion xususiyatga ega bo'lgan ko'p zaryadli ionlar shuningdek, tanlab adsorbsion natijasida zarrachaning φ -potensialini, demak, ξ -potensialini ham neytrallovdchi noindifferent elektrolitlar keltirib chiqaradi. Shuning uchun neytralizatsion koagulyatsiyani chaqirish



uchun juda kam miqdordagi elektrolit talab etiladi.

Konsentratsion koagulyatsiyaga bir xil zaryadli indifferent elektrolitlar sabab bo'ladi va yetarli miqdorda ko'p elektrolit talab etiladi. Konsentratsion mexanizm asosida ξ -potensial kamayishiga olib keluvchi diffuzion qavatning adsorbsion qavatgacha siqilishi yotadi.



a) neytralizatsion koagulyatsiya. Zol manfiy, elektrolit FeCl_3 , ion – koagulyant Fe^{3+} , mexanizm: Fe^{3+} adsorbsiyasi; ξ va φ – potensialning kamayishi;

b) konsentratsion koagulyatsiya. Zol musbat, elektrolit KNO_3 , ion – koagulyant KNO_3 , ion – koagulyant NO_3^- , mexanizm: elektrolit konsentratsiyasi oshganda diffuz qavatning siqilishi, ξ -potensialning kamayishi

ELEKTROLITLAR TA'SIRIDAGI KOAGULYATSIYA TURLARI

Zollarning elektrolitlar ta'siridagi koagulyatsiyasi 2 xil bo'ladi:

Konsentratsion koagulyatsiya;

Neytralizatsion koagulyatsiya;

Konsentratsion va neytralizatsion koagulyatsiya

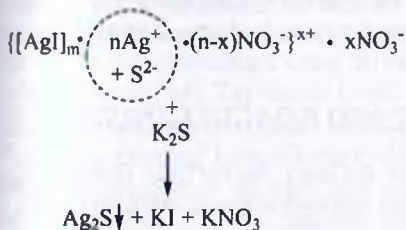
Zolga elektrolit ta'sir ettirilganda konsentratsion va neytralizatsion koagulyatsiya ro'y beradi.



Koagulyatsiya mexanizmi

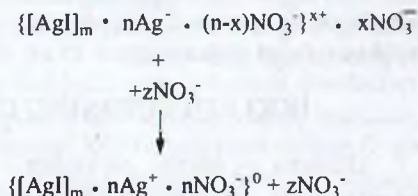
Neytralizatsion

Masalan:



Konzentratsion

Masalan:



Konzentratsion koagulyatsiya elektrolitlar ta'sirida boshlanadi. Elektrolitlar ion-stabilizatorlar bilan kimyoviy ta'sirlashmaydi va mitsella yadrosining sirt zaryadini o'zgartirmaydi. Berilgan mitsellaning qarama-qarshi ionlariga ega bo'lgan elektrolitlar koagullovlchi xususiyatga ega bo'ladi. Sxemaga qarang.

Konzentratsion koagulyatsiyada fazalararo potensial φ o'zgarmaydi, ammo elektrokinetik potensialning kamayishi kuzatiladi.

Konzentratsion koagulyatsiya indifferent elektrolit ta'sirida qarama-qarshi zaryadli diffuzion qavatning siqilishi va dzeta-potensialning kamayishi natijasida sodir bo'ladi.

Neytralizatsion koagulyatsiya potensial belgilovchi ionlar bilan kimyoviy ta'sirlashadigan elektrolitlar ta'sirida boradi. Ushbu elektrolitlar PBI bilan ta'sirlashib puxta birikmalar (masalan, cho'kma) hosil qiladi va yadro sirtidagi zaryadni kamaytiradi. Masalan, AgI ning kolloid eritmasiga K_2S qo'shilganida koagulyant ion S^{2-} bilan PBI Ag^+ orasida reaksiya boradi va Ag_2S cho'kmaga tushadi, bu esa AgI mitsellasining buzilishiga olib keladi (sxemaga qarang).

PBI (Ag^+) ni reaksiyaga kirishishi (bog'lanishi) natijasida fazalararo potensial φ va yadro zaryadini kompensasiya qiluvchi qarama-qarshi zaryadli ionlar (NO_3^-) ning soni kamayadi. Bu esa zarrachalarning cho'kishiga olib keladi.

Qo'shilayotgan NO_3^- ionlarining konsentratsiyalarining oshirilishi diffuzion qavatdagi qarama-qarshi zaryadli ionlarni



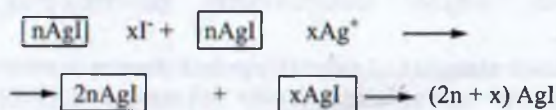
adsorbsion qavatga "itarib kirgizadi". Bu vaqtda diffuzion qavat siqiladi va hattoki, diffuzion qavat yo'qolib granula elektroneytral bo'lib qoladi.

Neytralizatsion koagulyatsiya zolga noindifferent elektrolit qo'shilganda sodir bo'ladi. Bu vaqtda potensial belgilovchi ionlar kam eriydigan moddaga bog'lanadi. Bu esa termodinamik potensial kattaligining keskin kamayishi oqibatida dzeta – potensialning 0 ga tenglashishiga olib keladi.

IKKI KOLLOIDNING O'ZARO KOAGULLANISHI

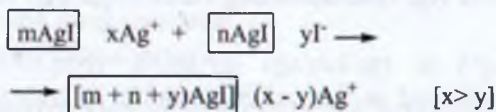
Qarama – qarshi zaryadga ega bo'lgan zarrachali ikkita zol aralashtirilsa, bir kolloid zarrachalari zaryadlarining umumiy soni ikkinchi kolloid zarrachalari teskari zaryadlarining umumiy soniga tenglashib neytrallangandan keyin, ular to'la koagullanadi. Kolloidlar boshqa nisbatda olinsa, ular koagullanmasligi mumkin, bu holda qaysi kolloid zarrachalari ko'proq bo'lsa, dispers faza o'sha zarrachalar ishorasiga ega bo'ladi.

Kumush yodid zoli zarrachalarining tuzilishi to'g'risida yuqorida to'xtab o'tilgan edi; shu zollarning o'zaro ta'siri quyidagi sxema bilan ko'rsatilishi mumkin:



ya'ni, qarama –qarshi zaryadga ega bo'lgan kolloid zarrachalar ekvivalent miqdorda o'zaro ta'sir etishi natijasida zaryadsizlangan Agl cho'kmaga tushadi. Bunda kolloidlar bir – birini koagullaydi.

Zollardan birortasi ortiqcharoq olinsa, zolning yangi mitsellalari vujudga keladi, ammo bunda mitsellaning ionogen komplekslari soni bilan Agl molekularlari soni boshqacha nisbatda bo'ladi, quyidagi sxema yordamida bu hol yaqqol ko'rsatilishi mumkin:



Bunday sharoitda musbat zaryadlangan zarrachalari bor zol uncha barqaror bo'lmaydi, chunki $x\text{Ag}^+$ zaryadi $(x - y)\text{Ag}^+$ zaryadidan katta.

$x < y$ holda kolloid zarrachalar manfiy zaryadga ega bo'ladi.

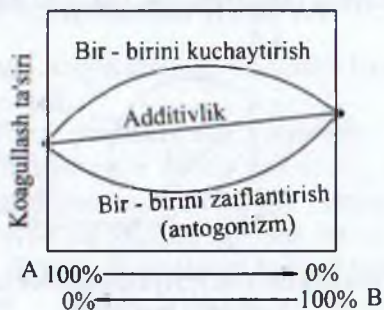


ELEKTROLITLAR ARALASHMASI TA'SIR ETTIRIB KOAGULLASH

Zolni koagullay oladigan elektrolitlar aralashmasi ma'lum konsentratsiyada hamma vaqt ham additiv bo'lavermaydi. Ba'zan har qaysi elektrolit o'z koagullay olish qobiliyatiga muvofiq ta'sir qiladi, bunda aralashmaning umumiy ta'siri har qaysi elektrolit ta'sirining yig'indisiga teng bo'ladi, ya'ni koagullanish ta'siri additiv ekani kuzatiladi. Tajribada bunday hol juda kam uchraydi, jumladan, KCl va NaCl elektrolitlari aralashmasi additiv ta'sir etadi; masalan, berilgan zolning koagullanish chegarasi KCl koagulyant uchun C_1 ga NaCl koagulyant uchun esa C_2 ga teng deylik; bunda birinchi elektrolitdan $1/3 C_1$ miqdor olingan bo'lsa, ikkinchisidan $2/3 C_2$ miqdor talab qilinadi.

Tajribalarning ko'rsatishicha, bir elektrolitning koagullash aktivligi ikkinchi elektrolit qo'shilishi bilan, ko'pincha kamayadi. O'zaro ta'sirning bu xili ionlar **antagonizmi** deb ataladi. Agar bir zaryadli va ikki zaryadli ionlar, ikki zaryadli va uch zaryadli ionlar va hakovzolar aralashmasi olinsa, ion - koagulyantlar antagonistik ta'sir etishi aniqlangan; bunda ionlar valentligi orasidagi farq qancha katta bo'lsa, ular bir - birining koagullanish ta'sirini shuncha sustlashtiradi.

Nihoyat, elektrolit aralashmalarida ionlar bir - birining koagullash ta'sirini kuchaytiradigan hollar ham uchraydi. Bunda go'yo bir ion - koagulyant zolning ikkinchi ionga nisbatan koagullanish sezgirligini oshiradi. Bu hodisa o'zaro kuchaytirish deb ataladi. Yuqorida aytilgan uchala holda elektrolitlar aralashmasining qanday koagullanishi quyidagi rasmda sxema tarzida ko'rsatilgan:





Elektrolitlar aralashmasining koagullanish ta'sir mexanizmi

Elektrolitlar aralashmasi ta'sirida yuz beradigan koagullanish mexanizmi hali uncha yaxshi aniqlangan emas.

Elektrolitlar aralashmasi ta'siridagi koagulyatsiya muhim amaliy ahamiyatga ega.

Ikki elektrolit aralashmasi zolga ta'sir ettirilganda 3 xil holat bo'lishi mumkin:

Additiv (elektrolitlar bir-biriga bog'liq bo'lmagan holda ta'sir etadi):

Sinergizm (bir-birining koagullovdchi xususiyatini oshiradi);

Antagonizm (bir elektrolit boshqasining koagullash xususiyatini kamaytiradi).

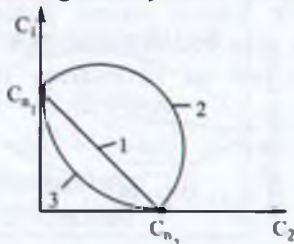
XULOSA

Kolloid eritmalarga elektrolitlar aralashmasi qo'shilganda 3 hol bo'lishi mumkin:

Bir elektrolitning koagulyatsiyalash qobiliyati ikkinchi elektrolitnikiga qo'shiladi (additivlik); KCl va $NaCl$.

Bir elektrolitga ikkinchi elektrolit qo'shilganda birinchi elektrolitning koagulyatsion ta'siri kuchayadi (sinergizm yoki sensibilizatsiya). $CaCl_2$ va $LiCl$.

Bir elektrolitning koagulyatsiyalash ta'siri boshqa elektrolit qo'shilganda kamayadi (Antagonizm) $CaCl_2$ va $NaCl$.



Koagulyatsiya konsentratsiyasining elektrolit aralashmasi tarkibiga bog'liqligi



KOAGULYATSIYANING MUHIM QOIDALARI

Zolga ma'lum miqdor elektrolit qo'shilganida kolloid sistemalar koagulyatsiyalanadi.

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

Koagulyatsiya kolloid sistemaning "izoelektrik holatiga" yaqin sharoitdan boshlab sodir bo'ladi.

Kolloid zarrcha ishorasiga qarama-qarshi zaryadli ion koagulyatsiyani paydo qiluvchi ion hisoblanadi.

Ionlarning valentligi ortishi bilan koagullash ta'siri kuchayadi.

Deryagin-Landau-Fervey-Overbek (DLFO) nazariyasiga muvofiq koagulyatsiyaning sodir bo'lishi 2 kuchga bog'liq;

Van-der-vaals tortishish kuchlari;

Zarrachalar orasidagi o'zaro elektrostatik itarilish kuchlari.

DLFO nazariyasi tez koagulyatsiya bo'sag'asini hisoblash imkonini beradi:

$$C_{\text{tez koagulyatsiya}} = B \frac{\varepsilon(kT)^5}{A^2 \cdot e^6 \cdot z^6}$$

Bu formuladan, koagulyatsiya bo'sag'asi bilan ion-koagulyant orasidagi bog'lanish Shuls-Gardining empirik formulasiga mos keladi.

$$C_{\text{tez koagulyatsiya}} = B \left(\frac{1}{z^6} \right).$$

KOLLOID HIMOYA

Liofob zollarning koagulyatsiyaga nisbatan barqarorligi sovun va YuMB ishtirokida ortadi.

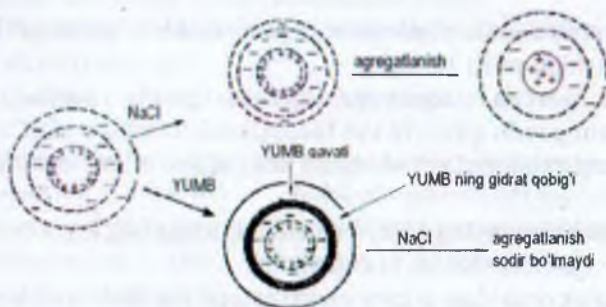
Masalan, oqsillar, polisaxaridlar, sintetik polimerlarning suvdagi eritmaları va boshqalar liofob zollarning koagulyatsiyaga nisbatan barqarorligini oshiradi. Natijada himoya qilinayotgan zolning koagulyatsiya bo'sag'asining qiymati ortadi va Shuls-Gardi qoidasi bajarilmaydi. Bunday hodisalarga **kolloid himoya** deyiladi.

Kolloid himoya – liofob zollarga yetarli miqdorda YuMB qo'shilganda zollarning agregativ barqarorligini ortishi.

YuMB larning himoya ta'siri mexanizmi shundan iboratki, zol



mitsellasi atrofida elastik yuqori molekulyar birikmalardan iborat adsorbsion qavat hosil bo'ladi. Suvli eritmalarda YuMBlarning difil molekularining gidrofob (uglevodorod radikallari) qismi dispers faza zarrachalariga, gidrofil fragmenti (qutbli va ionogen guruhlar) tashqaridan suvga yo'nalgan holatda joylashadi. Natijada sistema liofillanadi va agregativ barqaror holatga o'tadi:



Himoya ta'sirining asosiy shartlari:

Kolloid eritmaning dispersion muhitida YuMB ning yuqori eruvchanligi;

Kolloid zarrachaga YuMB molekularining adsorbilanish xususiyati;

Makromolekulalardan adsorbsion qavat hosil qilish uchun mitsellaning butun sirtini qoplovchi YuMB eritmasining maqbul konsentratsiyasi.

Gidrofob zollar uchun YuMB sifatida oqsillar, uglevodlar, pektinlar, suvsiz zollar uchun –kauchuklar ishlatiladi. YuMBlarning himoya ta'siri kolloid zarracha sirtida ma'lum adsorbsion qavat hosil bo'lishi bilan tushuntiriladi.

Zigmondi turli YuMBlarning himoya ta'sirining tavsifi sifatida oltin sonini ishlatishni taklif etdi.

Oltin soni – 0,0006% li 10 sm³ oltinning qizil zoliga 10% li 1 sm³ NaCl eritmasi qo'shilganida uning ko'karishiga qarshi tura olishi uchun zarur bo'lgan YuMYu ning milligram miqdori.

Ba'zan YuMBning himoya ta'sirining tavsifi sifatida oltin zolining o'rniga kumushning kolloid eritmasi (kumush soni), temir gidroksidning kolloid eritmasi (temir soni) va boshqalar ishlatiladi. Quyidagi jadvalda ba'zi YuMB lar uchun ushbu sonlarning qiymati keltirilgan:



Ba'zi YuMB larning himoya ta'siri

Himoya modda	Son		
	Oltin	Kumush	Temir
Jelatin	0,01	0,035	5
Gemoglobin	0,03-0,07	-	-
Gummiarabik	0,5	1,25	25
Dekstrin	20	100	20
Natriy kazeinat	0,01	-	-
Kartoshka kraxmali	20	-	-
Tuxum albumini	2,5	1,5	15

Kolloid himoya hodisasi muhim fiziologik ahamiyatga ega:

Qondagi ko'pgina kolloidlar va zarrachalar hamda biologik suyuqliklar oqsillar yordamida koagulyatsiyadan himoya qilingan.

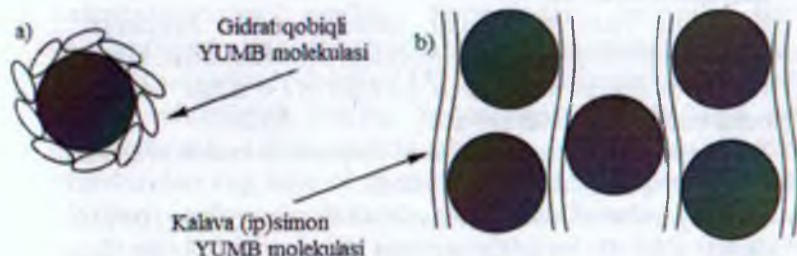
Qon oqsillarini yog' tomchilari, xolesterin va boshqa gidrofob moddalar koagulyatsiyadan himoya qiladi.

Qonda oqsillar va boshqa gidrofil birikmalarning himoya xossasining kamayishi siydik kislotasi va tuzlarining cho'kishiga (podagrada), buyrakda va o't xaltada toshlar hosil bo'lishiga olib keladi.

Farmasevtika sanoatida YuMBlarning himoyalash xossasidan yuqori barqarorlikka ega bo'lgan dorivor preparatlar olishda foydalaniladi.

Kolloid himoya mexanizmi

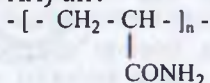
YuMB makromolekulalari dispers faza zarrachalariga adsorbilanadi, natijada sirt taranglik kamayadi va gidrat qobiq o'rniga zich sirt qavat hosil bo'ladi, hamda zarrachalarning bevosita yaqinlashuvidan saqllovchi adsorbsion-solvatli va kuchli struktur-mexanik omillar yuzaga keladi.





YuMB ning himoya ta'siri sxemasi

Sensibilizatsiya. Ba'zi hollarda kolloid eritmalarga kam miqdorda YuMB qo'shilganida himoya o'rniga, kolloid eritmaning barqarorligi kamayadi. Kolloid eritmaga YuMB qo'shilganida zolning koagulyatsiya bo'sag'asining pasayishi **sensibilizatsiya** deyiladi. Bu hodisa asosan zanjirining ikkala oxirida ham qutbli guruhlar saqlamagan chiziqli tuzilishli makromolekulalar (masalan, polivinil spirtlar) uchun xosdir. Uzun makromolekula zanjirlarining ikkala zarrachasi bilan birikib, uglevodorod ko'prigini hosil qiladi. Koagulyatsiyaning bu turi flokulyasiya deyiladi va yumshoq pag'asimon zarracha – flokula hosil qiladi. Flokulyasiyadan tabiiy va ichimlik suvlarini tozalashda foydalaniladi. Keng tarqalgan flokulyant – poliakrilamid (PAA) dir:



LIOFIL SISTEMALAR

Ko'pchilik dispers sistemalar liofob bo'lib, ular uchun quyidagilar xarakterlidir:

Geterojenlilik ya'ni aniq ifodalangan fazalararo chegaralarning mavjud bo'lishi;

Dispers fazalarning yuqori maydalanganlik darajasiga ega bo'lishi;

Dispergirlash jarayoni o'z-o'zidan bormaydi, buning uchun energiya sarflanadi;

Ortiqcha erkin sirt energiyaga ega bo'lishi bu koagulyatsiyaga intilishi bilan tushuntiriladi;

Solyumobilizasiya

Endi biz liofil sistemalar bilan tanishib chiqamiz. Liofil sistemalar liofob sistemalardan quyidagi xossalari bilan farq qiladi:

Liofil sistemalarning hosil bo'lishi o'z-o'zidan sodir bo'ladi, ko'pincha energiya ajralib chiqadi.

Dispers faza zarrachalari bilan dispersion muhit orasida kuchli molekulalararo ta'sirlashuv kuzatiladi.

Bunday sistemalar termodinamik barqaror bo'ladi. Bu zarrachalar o'lchami va konsentratsiyasi vaqt o'tishi bilan o'zgarmas bo'ladi.



Liofil sistemalarga:

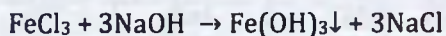
Kolloid sirt-aktiv moddalar (SAM);

Yuqori molekulyar birikmalarning (YuMB) eritmaları kiradi.

Mavzuga doir masalalar yechish

1. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ zolining koagulyatsiyasini keltirib chiqarish uchun bir xil konsentratsiyali KCl , K_2SO_4 , CaCl_2 , $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ va AlCl_3 elektrolitlari eritmalarining qaysi biridan kamroq sarflanadi?

Yechish: Reaksiya tenglamasini yozamiz:



FeCl_3 mo'l miqdorda olingan vaqtda hosil bo'lgan mitsellaning formulasi



ko'rinishda bo'ladi.

Dispers sistemaning koagullanuvchi moddasi koagulyant deb, koagulyatsiyani chaqiruvchi modda koagulyator deb nomlanadi. Koagulyatsiya bo'sag'asini hisoblash uchun Deryagin va Landauning

$$\gamma = \frac{C\varepsilon^3(kT)^5}{A^2 \cdot e^5 \cdot z^6}$$

Formulasidan foydalaniladi. Tenglamadan bir, ikki va uch valentli ionlar uchun $\gamma = 1 : (1/2)^6 : (1/3)^6$ yoki $\gamma = 1 : 0,016 : 0,0013$.

Koagulyatsiya bo'sag'asi berilgan elektrolitga nisbatan zol barqarorligining miqdoriy xarakteristikasi bo'lib, u koagullanayotgan zolning va koagulyatorning tabiatiga va zolning konsentratsiyasiga bog'liq. Formuladan ko'rinib turibdiki, koagulyatsiya bo'sag'asi zarrachaning sirt potensialiga bog'liq emas. Ammo Van-der-vaals doimiysi (A) ga, e ga, haroratga va koagulyator ionning valentligiga bog'liq. Yuqoridagilardan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ zolining koagulyatsiyasi uchun masala shartida ko'rsatilgan. Elektrolitlar eritmalaridan eng kam sarflanadigani $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ bo'lib, undan bir oz ko'proq sarflanadigani K_2SO_4 , so'ngra CaCl_2 ; so'ngra KCl turadi.

2. a) A va B moddalardan gidrozol D ning hosil bo'lish reaksiyasi tenglamasini yozing.



b) A moddadan mo'l miqdorda olinganda hosil bo'lgan gidrozol mitsellasining formulasini yozing. Kolloid zarracha zaryadining ishorasini ko'rsating.

d) Qaysi elektrolit – koagulyatorning koagulyatsiya bo'sag'asi eng kichik bo'ladi ?

varia	A (mo'l)	B	D	Elektrolit-koagulyator
1	NaI	AgNO ₃	AgI	NaF, Ca(NO ₃) ₂ , K ₂ SO ₄
2	MgCl ₂	NaOH	Mg(OH) ₂	K ₃ PO ₄ , (CH ₃ COO) ₂ Zn, AlCl ₃
3	NH ₄ CNS	AgNO ₃	AgCNS	KNO ₃ , Na ₂ SO ₄ , Ca(NO ₃) ₂
4	CaCl ₂	H ₂ SO ₄	CaSO ₄	ZnCl ₂ , AlCl ₃ , K ₂ SO ₄
5	BaCl ₂	K ₂ SO ₄	BaSO ₄	NH ₄ Cl, AlCl ₃ , K ₃ [Fe(CN) ₆]
6	(NH ₄) ₂ S	AgNO ₃	Ag ₂ S	Ba(NO ₃) ₂ , CH ₃ COOK, Na ₂ SO ₄
7	AlCl ₃	NaOH	Al(OH) ₃	Na ₂ SO ₄ , KNO ₃ , CaCl ₂
8	CrCl ₃	NH ₄ OH	Cr(OH) ₃	K ₂ SO ₄ , Al(NO ₃) ₃ , BaCl ₂
9	Na ₂ SiO ₃	HCl	H ₂ SiO ₃	K ₂ SO ₄ , (CH ₃ COO) ₂ Zn, AlCl ₃
10	ZnCl ₂	(NH ₄) ₂ S	ZnS	(NH ₄) ₂ SO ₄ , Ca(NO ₃) ₂ , K ₃ [Fe(CN) ₆]
11	MnCl ₂	(NH ₄) ₂ S	MnS	K ₂ SO ₄ , Al(NO ₃) ₃ , CaCl ₂
12	FeCl ₂	NaOH	Fe(OH) ₃	Na ₂ SO ₄ , KNO ₃ , BaCl ₂
13	K ₂ SO ₄	Ba(NO ₃) ₂	BaSO ₄	NH ₄ Cl, AlCl ₃ , K ₃ [Fe(CN) ₆]
14	CoCl ₂	(NH ₄) ₂ S	CoS	ZnCl ₂ , AlCl ₃ , K ₂ SO ₄
15	NiCl ₂	(NH ₄) ₂ S	NiS	KNO ₃ , Na ₂ SO ₄ , Ca(NO ₃) ₂
16	CdCl ₂	H ₂ S	CdS	(NH ₄) ₂ SO ₄ , Ca(NO ₃) ₂ , Al(NO ₃) ₃
17	AgNO ₃	KI	AgI	NaF, Ca(NO ₃) ₂ , K ₂ SO ₄
18	FeCl ₃	K ₄ [Fe(CN) ₆]	Fe ₄ [Fe(CN) ₆] ₃	CH ₃ COONa, K ₂ SO ₄ , Al(NO ₃) ₃
19	Zn(NO ₃) ₂	NaOH	Zn(OH) ₂	Na ₂ SO ₄ , KCl, BaCl ₂
20	K ₂ CrO ₄	AgNO ₃	Ag ₂ CrO ₄	NH ₄ Cl, AlCl ₃ , K ₃ [Fe(CN) ₆]
21	Pb(NO ₃) ₂	KI	PbI ₂	(NH ₄) ₂ SO ₄ , CaCl ₂ , Al(NO ₃) ₃
22	KMnO ₄	Na ₂ S ₂ O ₃	MnO ₂	K ₂ SO ₄ , Al(NO ₃) ₃ , CaCl ₂
23	Zn(NO ₃) ₂	K ₃ [Fe(CN) ₆]	Zn ₃ [Fe(CN) ₆] ₂	CH ₃ COONa, K ₂ SO ₄ , BaCl ₂
24	K ₄ [Fe(CN)]	FeCl ₃	Fe ₄ [Fe(CN) ₆] ₃	ZnCl ₂ , AlCl ₃ , K ₂ SO ₄
25	(NH ₄) ₂ S	Pb(NO ₃) ₂	PbS	K ₂ SO ₄ , (CH ₃ COO) ₂ Zn, AlCl ₃
26	AgNO ₃	(NH ₄) ₂ C ₂ O ₄	Ag ₂ C ₂ O ₄	CH ₃ COONa, K ₂ SO ₄ , Al(NO ₃) ₃
27	Hg(NO ₃) ₂	H ₂ S	HgS	Na ₂ SO ₄ , KNO ₃ , BaCl ₂
28	FeSO ₄	K ₃ [Fe(CN) ₆]	Fe ₃ [Fe(CN) ₆] ₂	(NH ₄) ₂ SO ₄ , CaCl ₂ , Al(NO ₃) ₃
29	Na ₃ AsO ₄	AgNO ₃	Ag ₃ AsO ₄	NH ₄ Cl, AlCl ₃ , K ₃ [Fe(CN) ₆]
30	(NH ₄) ₂ S	CuSO ₄	CuS	NaF, Al(NO ₃) ₃ , K ₂ SO ₄

3. Zarrachalarning boshlang'ich miqdori 1 m³ da 3,2 · 10⁻⁴ ga teng



bo'lsa, kumush yodid zoli koagulyatsiyasi yarim vaqti 11,5 sekund bo'lganda koagulyatsiya tezligining konstantasini aniqlang.

Yechish:

$$k = \frac{1}{n_0 \cdot t_{1/2}} = \frac{1}{3,2 \cdot 10^{18} \cdot 11,5} = 2,8 \cdot 10^{-16} \left(\frac{1}{\text{o'rtacha} \cdot \text{sekund}} \right)$$

4. Eksperimental va hisoblashlar yo'li bilan olingan natijalar asosida alyuminiy xlorid eritmasi bilan koagullanuvchi oltingugurt zoli uchun koagulyatsiya turini (tez yoki sekin) aniqlang. $T = 293$.

Koagulyatsiya vaqti, sek	0	1	4	10
Qismaniy konsentratsiya, 10^{-17} m^{-3}	16	1,79	0,5	0,2

Yechish:

$$k_{\text{naz}} = \frac{4RT}{3\eta \cdot N_A} = \frac{4 \cdot 8,314 \cdot 293}{3 \cdot 10^{-3} \cdot 6,02 \cdot 10^{23}} = 5,4 \cdot 10^{-18} \text{ m}^3/\text{sek}.$$

Eksperimental qiymatlarni $k_{\text{eks}} = \frac{U_{\text{qismaniy}}^0 - U_{\text{qismaniy}}^T}{U_{\text{qismaniy}}^0 \cdot U_{\text{qismaniy}}^T}$ formula bo'yicha hisoblaymiz:

$$k_1 = \frac{(16 - 1,78) \cdot 10^{17}}{16 \cdot 1,78 \cdot 10^{17}} = 5 \cdot 10^{-18} \text{ m}^3/\text{sek};$$

$$k_4 = \frac{(16 - 0,5) \cdot 10^{17}}{16 \cdot 10^{17} \cdot 0,5 \cdot 10^{17} \cdot 4} = 4,8 \cdot 10^{-18} \text{ m}^3/\text{sek};$$

$$k_{10} = \frac{(16 - 0,2) \cdot 10^{17}}{16 \cdot 10^{17} \cdot 0,2 \cdot 10^{17} \cdot 4} = 4,9 \cdot 10^{-18} \text{ m}^3/\text{sek};$$

$$k_{\text{eksper}} = \frac{k_1 + k_4 + k_{10}}{3} = 4,9 \cdot 10^{-18} \text{ m}^3/\text{sek};$$

$K_{\text{eksper}} < k_{\text{naz}}$, demak, sekin koagulyatsiya.

5. 1 l Agl zolining koagulyatsiyasi uchun 0,05 M li $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$ eritmasidan qancha hajm kerak bo'ladi?

Yechish: $C_{\text{koagulyatsiya bo'sag'asi}} = \frac{C_{\text{el}} \cdot V_{\text{el}}}{V_{\text{sol}} + V_{\text{el}}}$ Elektrolitning hajmi

hosil bo'lsin, u

$$\text{holda: } 2 \cdot 10^{-3} = \frac{0,05 \cdot x}{1 + x} \text{ dan } x = 0,042 \text{ l yoki } V_{\text{el}} = 42 \text{ ml}.$$



SEDIMENTATSION ANALIZ

To'liq kinetik beqarorlikka ega bo'lgan suspenziyalarda ya'ni, yetarli darajada katta zarrachalari bo'lgan dispers sistemalarda sedimentatsiya tezligini kuzatish zarrachalarning o'lchamini nisbatan oson aniqlashga yordam beradi. Bunda qo'llaniladigan metodlar sedimentatsion analiz metodlari nomi bilan yuritiladi. Bunday suspenziyalarda bitta alohida zarrachaning cho'kishini ko'rib chiqaylik. Zarrachaning cho'kishi og'irlik kuchi f ta'sirida yuz beradi va Arximed qonuni bo'yicha quyidagidan iborat:

$$f = V(\rho - \rho_0)g$$

bu yerda V - zarracha hajmi, ρ - zarracha moddasining zichligi, ρ_0 - muhit zichligi, g - erkin tushish tezlanishi.

Cho'kishga ishqalanish kuchi f' qarshilik qiladi:

$$f' = Vu$$

bu yerda V - muhit va zarracha o'rtasidagi ishqalanish koeffitsiyenti, u - zarrachaning sedimentatsiya tezligi.

Boshlanishida zarracha tezroq harakat qiladi, chunki kichik tezlikda og'irlik kuchi ishqalanish kuchidan yuqori bo'ladi. Harakatlanish tezligi oshishi bilan ishqalanish kuchi oshib boradi va ayni bir vaqtga kelib og'irlik kuchi bilan tenglashadi, natijada zarracha doimiy tezlikda harakatlana boshlaydi. Oddiy holatda ular muvozanat holatni saqlashi kerak:

$$v(\rho - \rho_0)g = Vu \quad (3)$$

sferik zarrachalarga qo'llanganda bu tenglik quyidagicha ko'rinishga keladi

$$\frac{4}{3}\pi r^3(\rho - \rho_0)g = 6\pi\eta ru \quad (4)$$

bu yerdan zarracha sedimentatsiyasi tezligini oson topish mumkin

$$u = \frac{2r^2}{9\eta}(\rho - \rho_0)g \quad (5)$$

olingan tenglikka ko'ra, zarrachaning sedimentatsiya tezligi zarracha radiusning kvadratiga to'g'ri proporsional, muhit qovushqoqligiga teskari proporsional bo'lib, $\rho - \rho_0$ larning farqiga ko'ra turlicha bo'ladi. Masalan, $\rho > \rho_0$ bo'lsa cho'kish yuz beradi, agar $\rho < \rho_0$ bo'lsa (masalan, parafinning suvdagi suspenziyasi)



teskari sedimentatsiya, ya'ni zarrachalarning qaytib suv ustiga suzib chiqishi kuzatiladi.

Zarrachaning cho'kish tezligini va η , ρ , ρ_0 larning qiymatlarini bilgan holda zarracha radiusini topish mumkin:

$$r = \sqrt{\frac{9\eta u}{2(\rho - \rho_0)g}} = \frac{3}{\sqrt{2}} \sqrt{\frac{\eta u}{(\rho - \rho_0)g}} \quad (6)$$

(4) tenglama suvli suspenziyalar uchun to'g'ri, (ya'ni 0,1 dan 100 mkm gacha zarrachalari bo'lgan), chunki bunday zarrachalarning cho'kish tezligining o'sish doymiy holga kelguncha bo'lgan vaqt shunchalik kichikki, u sedimentatsion analiz natijalariga ta'sir ko'rsatmaydi.

Radiusi 100 mkm dan katta bo'lgan va odatdagi sharoitda tezroq cho'kuvchi va radiusi 0,1 mkm dan kichik bo'lgan, kinetik barqaror sistemalarda mavjud bo'lgan zarrachalar uchun bu (4) tenglama to'g'ri kelmaydi.

Endi ko'p zarrachalardan iborat bo'lgan dispers sistemalarning sedimentatsiyasini ko'rib chiqaylik. Bunday suspenziyalarda zarrachalar mutlaqo bir-biriga bog'liq bo'lmagan holda cho'kadi.

Monodispers sistemalarda bir xil o'lchamdagi zarrachalarning cho'kishi bir xil tezlikda bo'lganligi uchun, cho'kish bir tekis bo'ladi. Bunda cho'kkan konsentrlangan suspenziya va shaffof muhit chegarasi ma'lum bir masofada aralashgan bo'ladi. Bu holda cho'kish tezligi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$u = N/\tau \quad (7)$$

bu yerda N – suyuqlikning yorug'lashgan qatlami balandligi, τ – cho'kish vaqti.

Zarracha radiusining tenglamasi quyidagicha bo'ladi:

$$r = k\sqrt{H/\tau} \quad (8)$$

bu yerda

$$k = \sqrt{\frac{9\eta u}{2(\rho - \rho_0)g}} \quad (9)$$

bu tenglama bo'yicha suspenziyadagi zarrachalar radiusini cho'kishni vizual kuzatish natijalari orqali oson aniqlash mumkin. Monodispers suspenziyadagi sedimentatsiya tezligini biror bitta



zarrachaning cho'kishini mikroskop orqali kuzatib aniqlash mumkin.

Polidispers suspenziyalarda monodispers suspenziyalardan farqli ravishda sedimentatsiya vaqtida cho'kishda cho'kayotgan qavat chegarasi notekis bo'ladi. Sababi shuki, turli radiusga ega bo'lgan zarrachalar bir vaqtning o'zida turli xil yo'lni bosib o'tadi. Shuning uchun polidispers sistemalar cho'kmaga tushish tezligiga qarab sedimentatsion usuli bilan tahlil qilinadi.

Sedimentatsiya cho'kma massasi m va cho'kish vaqti τ o'rtasidagi bog'lanishni aniqlash uchun sedimentatsiya egri chiziqlaridan foydalaniladi. Olingan ma'lumotlar asosida tekshirilayotgan sistemaning polidisperslik xarakteristikasi izohlanadi.

DISPERS SITEMALARNING STRUKTURLANISHI

Koagulyatsiya jarayonida kolloid eritmada dispers faza p zarrachalariday fazoviy to'rlar (setkalar) hosil bo'lishi kuzatiladi ya'ni struktura hosil bo'ladi.

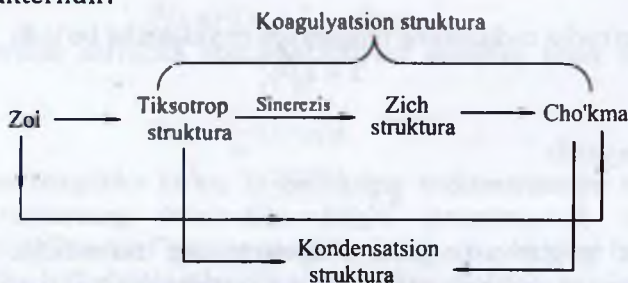
P.A. Rebinder sistemalarning strukturlanishini 2 sinfga bo'lishni taklif etgan:

Koagulyasion strukturalar (tikсотrop-qaytar gellar);

Koagulyatsion strukturalar suyuq dispersion muhitli erkin dispers sistemalar uchun xosdir.

Kondensatsion-kristallizatsion strukturalar (qaytmas buziluvchi).

Kondensatsion - kristallizatsion strukturalar qattiq dispersion muhitli sistemalar ya'ni bog'langan dispers sistemalar uchun xarakterlidir.



Kolloid sistemaning eskirish sxemasi



Koagulyatsion strukturalar

Strukturalar zarachalarning Van-der-vaals kuchlari hisobiga dispersion muhitning nozik qatlamidan g'ovak karkas-gellardan hosil bo'ladi. Bu strukturalar uchun quyidagi xususiyatlar xos:

Tiksotropiya;

Sinerezis;

Mustahkamligi past;

Bo'kish;

Sirg'aluvchanlik!

Gellar hosil bo'lish jarayoniga quyidagi faktorlar ta'sir etadi:

1. **Dispers faza konsentratsiyasi.** Konsentratsiyaning ortishi kontaktlar sonini va gellarning yuzaga kelish tezligini oshiradi..

2. **Zarrachaning o'lchami.** Dispers faza zarrachalarining o'lchami qancha kichik bo'lsa, kontaktlar shuncha ko'p bo'ladi.

3. **Zarrachaning shakli.** Zarracha qancha anizodiametrik (turli yo'nalishlarda shakli va o'lchamlari bilan keskin farq qiladigan zarrachalar bo'lishi) va burchakka, qirralarga ega bo'lsa gel hosil bo'lishi shuncha osonlashadi.

4. **Harorat.** Harorat ortishi bilan gel hosil bo'lishi tezlashadi.

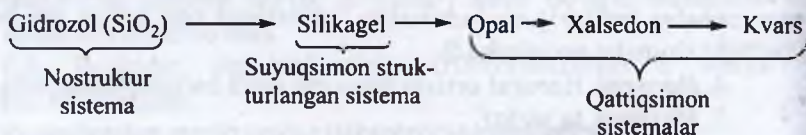
5. **Mexanik ta'sirlar.**

KONDENSATSION - KRISTALLIZATSION STRUKTURALAR

Yuqorida ta'kidlab o'tilganidek, bunday strukturalarning hosil bo'lishi zarrachalar o'rtasida bevosita kimyoviy ta'sirlashuvlar hisobiga amalga oshadi va ular bitta bo'lib qo'shilib puxta hajmiy strukturalar hosil qiladi. Agar zarrachalar amorf bo'lsa, hosil bo'ladigan strukturalar **kondensatsion**, agar zarracha qattiq bo'lsa **kristallizatsion strukturalar** deb ataladi. Kondensatsion - kristallizatsion strukturalar tiksotropiya, sinerezis, bo'kish xossalariga ega emas, ular uchun egiluvchan - mo'rtlik xossasi xos. Ularning puxtaligi koagulyatsion strukturalarnikidan yuqori bo'ladi. Tipik kondensatsion struktura bu silikat kislotalarning gelidir. Kristallizatsion struktura hosil bo'lishi mineral moddalarning masalan, sement, gips yoki ohakning qotishida muhim ahamiyatga ega. Strukturalarning borligi yoki yo'qligi nuqtai-nazaridan dispers sistemalar quyidagi turlarga bo'linadi.



Kondensatsion-kristallizatsion strukturalar qattiq dispersion bog'langan dispers sistemalar uchun xos. Ular jismlarga mustahkamlik, mo'rtlik heradi va buzilgandan so'ng oldingi holatiga qaytarilmaydi. Materiallar va buyumlar yasash jarayonida koagulyatsion strukturalardan kondensatsion - kristallizatsion strukturalarga o'tish kuzatiladi. Shuni qayd etish kerakki, nostruktur suyuq holatdan qattiqsimon holatga o'tish juda sekin amalga oshadi. Masalan, geologik davrlar davomida tabiatda quyidagi jarayonlar sodir bo'ladi:



Tiksotropiya

Mexanik buzilishlardan so'ng koagulyatsion strukturalarning vaqt o'tishi bilan o'zlarining dastlabki strukturalariga o'z-o'zidan o'tishi **tiksotropiya** deyiladi. Tiksotropiya mexanik ta'sirlashuvlar ta'sirida kechadigan qaytar jarayondir.

DISPERS SISTEMALARNING STRUKTUR-MEXANIK XOSSALARI

Talabalar ushbu bobni o'rganib, quyidagilarni ***bilishi shart***:
Dispers sistemalarda strukturalar hosil bo'lishining sabalarini;
Strukturlangan dispers sistemalarning turlarini va ularning o'ziga xos xususiyatlarini;

Turli sistemalarning asosiy struktur-mexanik xossalarini.

Reologiya-jismlarning oqish va deformatsiyalanishining asosiy qonuniyatlarini nazariy va eksperimental o'rganadigan fandir.

Reologiya sistemaning tashqi kuchlanishlar ta'sirida yuzaga



keladigan mexanik xossalarini o'rganadi. Dispers sistemalar kimyosida dispers sistemalarning qovushqoq - oquvchan xossalarini tekshirishda reologiya metodlaridan foydalaniladi.

Strukturalar hosil bo'lishi va ularning xarakteri odatda sistemalarning quyidagi mexanik xossalarini o'lchab aniqlanadi:

Qovushqoqlik;

Egiluvchanlik;

Plastiklik;

Mustahkamlik.

Deformatsiya termini sistema o'zining butunligini buzmaganda holda sistema nuqtalarining nisbiy siljishini bildiradi. Deformatsiya 2 xil

Elastik

Qoldiq (qaytmas) bo'ladi.

Elastik deformatsiyada jismning tuzilishi o'zining dastlabki holatiga to'liq qaytadi. Qoldiq deformatsiya qaytmas jarayon bo'lib, jism o'zining dastlabki holatiga qaytmaydi.

Deformatsiya tezligi **siljish tezligi** deyiladi. Deformatsiya tezligi

$$\gamma = \frac{d\gamma}{dt} \text{ formula bilan topiladi.}$$

Dispers sistemalarning struktur mexanik xossalarini o'rganib, sistema struktura hosil qila oladimi va uning xarakteri qanaqa ekanligini bilish mumkin.

Reologik xossalarga qovushqoqlik va oquvchanlik kiradi.

Qovushqoqlik (η) - berilgan moddaning bir-biriga nisbatan harakatlanayotgan ikki qatlami orasidagi ichki ishqalanish koeffitsiyentidir.

Oquvchanlik - qovushqoqlikka teskari kattalikdir: $\tau = \frac{1}{\eta}$

Agar qovushqoqlik suyuqlikning harakatlanishiga qarshiligini xarakterlasa, oquvchanlik - tashqi kuchlar ta'sirida harakatchanligini xarakterlaydi.

Moddaning xossalari uning tabiatiga va fizik holatiga bog'liq bo'lib, turli moddalarda turlicha namoyon bo'ladi. Qovushqoqlik molekulalararo ta'sirlashuv natijasi bo'lib, molekulalararo ta'sir tortishuv kuchlari qancha katta bo'lsa qovushqoqlik ham shuncha katta bo'ladi. Shuning uchun qutbli moddalarda qutbsizlarinikiga nisbatan qovushqoqlik katta bo'ladi.



Suyuqliklar uchun 2 xil turdagi oqim xarakterli:

- Laminar
- Turbulent

Laminar oqimda suyuqliklar bir-biriga nisbatan parallel qatlamlar ko'rinishida o'zaro aralashmasdan oqadi.

Turbulent oqim – shiddatli oqim bo'lib, quyunlashib (uyurmalanib), voronkalar hosil qilib, suyuqlik qatlamlari o'zaro aralashib oqishidir:

Reologik xossalariga ko'ra sistemalar

Suyuqsimon;

Qattiqsimon sinflarga bo'linadi.

Suyuqliklar 2 xil:

- Nyuton suyuqligiga;
- Nonyuton suyuqliklariga bo'ladi:

Nyuton suyuqliklariga Nyuton qonuniga bo'ysunadigan suyuqliklar kiradi.

Nyuton qonuni

Suyuqlik qatlamlarining bi-biriga nisbatan aralashganida hosil bo'ladigan ichik, ishqalanish kuchi qatlamlarning sirtiga va ushbu aralashishining nisbiy tezlik grdiyentiga to'g'ri proporsional bo'ladi:

$$F = \eta S \frac{d\vartheta}{dx}$$

$S = 1$ va $d\vartheta/dx = 1$ bo'lganda $F = \eta$ bo'ladi. Nyuton suyuqliklari uchun

$$\eta = \frac{P}{\frac{d\gamma}{dt}} = \text{const}$$

Nyuton qonuni deformatsiya tezligi bilan siljish kuchlanishi orasidagi bog'lanishni ifodalaydi:

$$P = \eta \left(\frac{d\gamma}{dt} \right) = \eta \cdot \dot{\gamma}$$

P – siljish kuchlanishi;

Γ – suyuqlikning deformatsiyasi (oqishi);

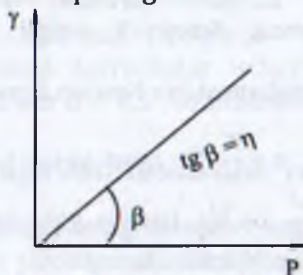
$\dot{\gamma}$ – deformatsiya tezligi;

η – dinamik qovushqoqlik;



$\frac{1}{\eta}$ - o'quvchanlik.

Quyidagi tenglama chiziqli tenglamadir:



η - o'zgarmas kattalik bo'lib, P ga bog'liq emas.

Kapilyarlardan suyuqlikning o'tish tezligini aniqlash asosida J. Puazeyl quyidagi empirik formulani topdi:

$$V = \frac{\pi r^4}{8l} \cdot \frac{Pt}{\eta} = K \frac{Pt}{\eta} \text{ yoki}$$

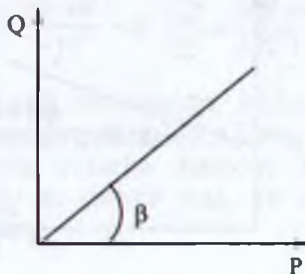
Puazeyl qonuni trubka (nay) yoki kapilyar orqali o'tayotgan suyuqlikning hajmi bilan bosim orasidagi bog'lanishni ifodalaydi:

$$Q = \frac{KP}{\eta}$$

Q - vaqt birligida suyuqlikning sarflanishi; K - trubka yoki kapilyarning geometrik parametrlarini belgilovchi konstanta;

$$K = \frac{\pi r^4}{8l}$$

Puazeyl tenglamasi laminar oqimli suyuqliklar uchun past bosimlar sohasida qo'llanila oladi:





$$\operatorname{tg} \beta = \frac{K}{\eta}; \quad \eta = \frac{K}{\operatorname{tg} \beta}; \quad \eta = K \cdot \operatorname{ctg} \beta$$

Grafikdan ko'rinib turibdiki dinamik qovushqoqlik bosimga bog'liq emas. Suyuqlik oqimi esa bosimga to'g'ri proporsional.

Puazeyl tenglamasidan Nyuton suyuqliklari uchun

$$\eta = \frac{K}{V} Pt = \text{const o'rinli bo'ladi.}$$

Bu yerda $\kappa = \frac{\pi^4}{8l}$ bo'lib, trubka yoki kapilyarning geometrik parametrlarini belgilovchi kattalik.

Nyuton va Puazeyl tenglamalaridan topilgan qovushqoqlik **dinamik qovushqoqlik** deyiladi. Amaliyotda nisbiy qovushqoqlik

η/η_0 (eritma qovushqoqligining toza erituvchi qovushqoqligiga nisbati) va solishtirma qovushqoqlik $\frac{\eta - \eta_0}{\eta_0}$ (erituvchi nisbiy qovushqoqligining erigan modda kiritilishiga hisobiga ortishi) qiymatlari ishlatiladi. Nisbiy va solishtirma qovushqoqlik o'lchamsiz kattaliklardir.

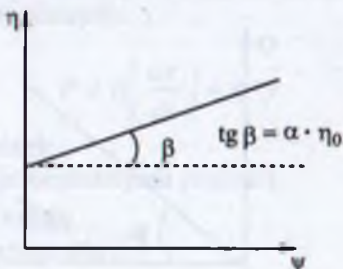
Puazeyl tenglamasida V - kapilyardan oqib tushayotgan suyuqlik hajmi, sm^3 ; r - kapilyar radiusi; P - suyuqlikni harakatga keltiruvchi kuchlar; t - suyuqlik kapilyardan oqib tushgan vaqt; l - kapilyar uzunligi, sm .

Eynshteyn qonuni tuzilishsiz suyuq dispers sistema qovushqoqligining dispers faza konsentratsiyasiga bog'liqligini ifodalaydi:

$$\eta = \eta_0(1 + \alpha \cdot \varphi)$$

η_0 - dispersion muhitning dinamik qovushqoqligi;

φ - dispers fazaning hajmiy konsentratsiyasi; α - dispers faza zarrachasining shaklini aniqlovchi koeffitsiyent.





φ – qancha katta bo'lsa, zarrachaning tormozlovchi ta'siri shuncha kuchli ifodalangan bo'ladi va qovushqoqlik ham katta bo'ladi.

Eynsheyn tenglamasi bo'yicha hisoblashlar olib borilganda shar shaklidagi zarrachalar uchun $\alpha = 2,5$, boshqa shakldagi zarrachalar uchun $\alpha > 2,5$ bo'lishini inobatga olish kerak bo'ladi.

Mavzuga doir masalalar yechish

1. Idishda moy emulsiyaning diametri uni tayyorlash usuliga bog'liq bo'lib, qo'l bilan silkitilganda 20 mkm, aralashtirgich bilan aralashtirilganda 4 mkm ni tashkil etadi. Agar moyning zichligi $1,1 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$; ga teng bo'lsa, dispersligini, dispers fazaning solishtirma sirtini va ularning nisbatini aniqlang.

Yechish: Disperslikni aniqlaymiz:

$$D_{\text{aralashtirgich}} = \frac{1}{\alpha} = \frac{1}{4 \cdot 10^{-6}} = 2,5 \cdot 10^5 \text{ m}^{-1};$$

$$D_{\text{qo'l}} = \frac{1}{\alpha} = \frac{1}{20 \cdot 10^{-6}} = 5 \cdot 10^4 \text{ m}^{-1};$$

Solishtirma sirtini hisoblaymiz:

$$S_{\text{sol}}^{\text{aralashtirgich}} = \frac{6}{\alpha \cdot \rho} = \frac{6}{4 \cdot 10^{-6} \cdot 1,1 \cdot 10^3} = 13,6 \cdot 10^2 \text{ m}^2;$$

$$S_{\text{sol}}^{\text{qo'l}} = \frac{6}{20 \cdot 10^{-6} \cdot 1,1 \cdot 10^3} = 2,72 \cdot 10^2 \text{ m}^2;$$

$$\frac{D_{\text{aral}}}{D_{\text{qo'l}}} = \frac{2,5 \cdot 10^5}{5 \cdot 10^4} = 5; \quad \frac{S_{\text{sol}}^{\text{aral}}}{S_{\text{sol}}^{\text{qo'l}}} = \frac{13,6 \cdot 10^2}{2,72 \cdot 10^2} = 5;$$

2. Un ishlab chiqarish korxonalari, inshootlari havosida un changlarining massali konsentratsiyalari $4,2 \text{ mg/m}^3$ ni tashkil etadi. Agar chang zarralarining o'rtacha diametri 3,7 mkm, ularning zichligi $1,1 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ ni tashkil etsa, un changlarining sonli konsentratsiyasini aniqlang.



Yechish:

$$V_1 = \frac{4}{3}\pi r^3; V_{\text{um}} = \frac{V_m}{\rho \cdot V_1} = \frac{4,2 \cdot 10^{-4}}{\frac{4}{3} \cdot 3,14 \cdot (1,85 \cdot 10^{-6}) \cdot 1,1 \cdot 10^3} = 1,44 \cdot 10^8 \text{ m}^3$$

Demak, 1m^3 havoda 14400 million zarracha yoki 1sm^3 havoda 14400 zarracha bo'ladi.

3. Agar gliserin viskozimetrdan kapillyar orqali chiqsa, uning qovushqoqligini hisoblang. Kapillyarning radiusi $r = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}$, uzunligi $l = 6 \cdot 10^{-2} \text{ m}$. Oqim tezligi $P = 200 \text{ Pa}$ bosimda $14 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{sek}$ ga teng.

Yechish: Puazel tenglamasi bo'yicha

$$\eta = \frac{\pi r^4 \cdot P}{8lV} = \frac{3,14 \cdot (1 \cdot 10^{-3})^4 \cdot 200}{8 \cdot 6 \cdot 10^{-2} \cdot 14 \cdot 10^{-10}} = 0,935 \text{ Pa} \cdot \text{sek};$$

4. Viskozimetriya ma'lumotlari asosida polivinilsprtning molekulyar massasini aniqlang: Xarakteristik qovushqoqlik $[\eta] = 0,15$. Mark-Xauvink tenglamasidagi konstantalar: $K = 4,53 \cdot 10^{-5}$; $\alpha = 0,74$.

Yechish: Mark-Xauvink tenglamasi $[\eta] = KM^\alpha$ ni logarifmlaymiz:

$$\lg M = \frac{\lg[\eta] - \lg K}{\alpha} = \frac{\lg 0,15 - \lg 4,53 \cdot 10^{-5}}{0,74} = 4,75 \text{ dan } M = 56200.$$

5. Agar 15% li zolning qovushqoqligi $1,3 \cdot 10^{-3} \text{ Pa} \cdot \text{sek}$, zarrachaning diametri 16 nm bo'lsa, kremniy (IV) oksidi zoli zarrachasining gidratli qobig'i qalinligini hisoblang. Dispers faza zarrachasining zichligi $2,7 \text{ g / sm}^3$ ga, dispersion muhitning zichligi 1 g / sm^3 ga teng. Dispersion muhitning qovushqoqligi $1 \cdot 10^3 \text{ Pa} \cdot \text{sek}$. Zarracha shakli koeffisiyenti $\alpha = 2,5$.

Yechish:

$$\eta = \eta_0(1 + \alpha\varphi_2); \quad \varphi_2 = \frac{\eta - \eta_0}{\eta_0\alpha}; \quad \varphi_2 = \frac{1,3 \cdot 10^{-3} - 10 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 10^{-3} \cdot 2,5} = 0,12;$$

$$\varphi = \frac{C/\rho}{C/\rho + C_{dk}/\rho_0} = \frac{15/2,7}{15/2,7 + (100 - 15)/1} = 0,06;$$

$$\delta = v \left[\left(\frac{\varphi_2}{\varphi} \right)^{\frac{1}{3}} - 1 \right] = \frac{16 \cdot 10^{-9}}{2} \cdot \left[\left(\frac{0,12}{0,06} \right)^{\frac{1}{3}} - 1 \right] = 2,3 \cdot 10^{-9} \text{ m}.$$



KOLLOID SIRT-AKTIV MODDALAR

Talabalar ushbu bobni o'rganib, quyidagilarni ***bilishi shart:***

Kolloid sirt aktiv moddalarning (SAM) klassifikatsiyasini;

Mitsella hosil bo'lishining kritik konsentratsiyasiga ta'sir etuvchi omillarni;

Mitsella hosil bo'lishining kritik konsentratsiyalarini aniqlashning fizik-kimyoviy usullarining mohiyatini.

Geterogen sistemalarga qo'shilganida fazalarning chegara qismida sirt taranglikni kamaytiradigan moddalar – sirt aktiv moddalar (SAM) deyiladi.

Uglevodorod zanjiri 8-10 ta uglerod atomigacha uzayganida molekula yangi xossa ya'ni sirt-aktivlik xossasini namoyon qilib agregatlar hosil qiladi. Ular esa mitsella deyiladi. Past konsentratsiyalarda SAM chin eritmalar hosil qiladi. Mitsella hosil qiluvchi kritik konsentratsiya deb ataluvchi ma'lum qiymatgacha eritma konsentratsiyasi oshirilganda eritmada sirt aktiv moddalar molekulalari mitsella hosil bo'lishida ishtirok etadi, ya'ni yangi faza yuzaga keladi. Bunday sistemalar 2 xil xossasi bilan xarakterlanadi:

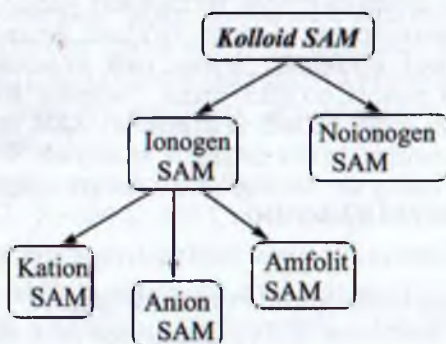
Yuqori dispersiligi ;

Geterogenligi.

Demak, ular kolloid eritma xossasiga ega bo'ladi.

Kolloid SAM – nafaqat sirt taranglikni kamaytiradi, balki ma'lum konsentratsiyalarda o'z-o'zidan mitsella hosil qilish xususiyatiga ham ega.

KOLLOID SIRT-AKTIV MODDALAR KLASSIFIKATSIYASI





Anion SAM – suvda dissotsilanganda sirt-aktiv anionlar hosil qiladi. Anion – **SAM ga misollar:**

a) Karbon kislotalar va ularning tuzlari: masalan, $C_{17}H_{33}COONa$; $C_{17}H_{35}COONa$; $C_{15}H_{31}COONa$.

b) Alkilsulfatlar $ROSO_2OMe$;

d) Alkilarilsulfonatlar $RArSO_2OMe$;

e) Fosfatlar, tiosulfatlar.

Kation sirt-aktiv moddalarga

a) Aromatik va alifatik aminlar;

b) Piridin asoslari kiradi.

Kolloid sirt-aktiv moddalarning sirt aktivligi taxminiy quyidagi formulalar bilan topiladi:

$$\text{Noionogen SAM uchun: } g \approx - \frac{\delta_0 - \delta_{kkm}}{KKM};$$

$$\text{Ionogen SAM uchun: } g \approx - \frac{\delta_0 - \delta_{tkm}}{KKM^n};$$

Bu yerda δ_0 – suvning sirt tarangligi;

δ_{KKM} – mitsella hosil bo'lish kritik konsentratsiyasida SAM ning sirt tarangligi; KKM – SAM ning mitsella hosil qilish kritik konsentratsiyasi; n – bir molekula SAM dissotsilanganida hosil bo'ladigan ionlar soni.

SAMning sirt aktivligi (g) – SAMning adsorbsion xususiyatini ifodalaydi, u qancha katta bo'lsa, adsorbsion xususiyati shuncha yuqori bo'ladi.

SAM LARNING SIRT HODISALARI

Ma'lumki, diffuziya tufayli zarrachalar yuqori konsentratsiyali joydan past konsentratsiyali joyga ko'chadi. Ammo ba'zi moddalar (SAM) ning suvli eritmaları uchun past konsentratsiyali joydan konsentratsiya yuqori bo'lgan joyga suvning sirtiga tomon o'z-o'zidan harakati sodir bo'ladi (**Paradoks**). SAM larning o'z-o'zidan adsorbilanishi natijasida sirt taranglik kamayadi. Suvli eritma sirtida konsentrlanib, uning sirt tarangligini kamaytiradigan moddalar **sirt-aktiv moddalar (SAM)** deyiladi.

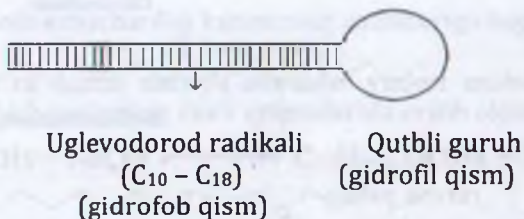
Spirt va boshqa sirt aktiv moddalarning sirt aktivligi $\left(\frac{d\sigma}{dC}\right)$ ular molekularining tuzilishi bilan tushuntiriladi.

Sirt-aktiv moddalar difil tuzilishga ega ya'ni **qutbli guruhlar** (-



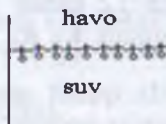
COOH, -COONa, -SO₃Na, -OH, -NH₂ va boshqalar) va **qutbsiz qism** - uglevodorod C₁₀ - C₁₈ radikallaridan (odatda chiziqli tuzilishli) tashkil topgan bo'ladi.

Sirt-aktiv moddalarning molekularini sxematik tarzda quyidagicha yozish mumkin:



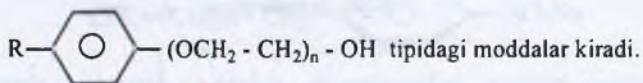
Uglevodorod radikali qutbsiz faza (gaz, uglevodorod suyuqligi, yog', qattiq jismning qutbsiz yuzasi (sirti)) ga nisbatan sirt aktivlik xossasini namoyon qiladi va qutbli muhitdan siqib chiqariladi. Suvli eritmalarda aktiv moddalar havo bilan chegarada uglevodorod radikallari bilan adsorbsion qavat hosil qiladi. Sirt aktiv moddaning konsentratsiyasi bu qavatda suyuqlik hajmidagiga nisbatan yuqori bo'ladi, shuning uchun havo bilan chegara qatlamda sirt aktiv modda suvning sirt tarangligini kamaytiradi.

Sirt aktiv moddalar molekularining suv sirtida taqsimlanishi quyidagi rasmda ko'rsatilgan:



Suvning sirt tarangligi kamayishi bilan uning ho'llash xususiyati va yuvuvchilik ta'siri kuchayadi. Gidrofil va gidrofob guruhlarning xarakteriga qarab sirt aktiv moddalar 3 ga bo'linadi: anion-aktiv (anionli); kation-aktiv (kationli) va noionogen.

Noionogen sirt-aktiv moddalar jumlasiga suvli eritmalarda dissotsilanmaydigan



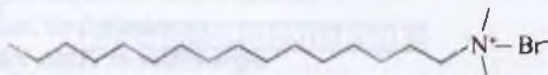
Kationli sirt aktiv moddalarda suvli eritmalarda sirt aktivlikni ko'pgina organik kationlar ta'minlaydi. Kationli sirt-aktiv



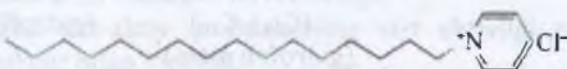
moddalarga aminobirikmalar va ammoniyli, sulfoniyl va fosfoniyl birikmalar kiradi. Quyida ba'zi eng ko'p tarqalgan kation SAM larning tuzilishi keltirilgan:



Oktadetsilamin

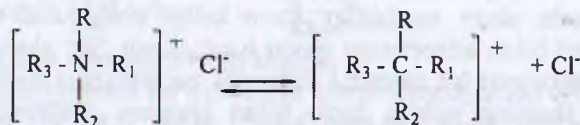


Setiltrimetilammoniy bromid



Setilpiridiniy xlorid

Eng keng tarqalgani to'rtlamchi ammoniy tuzlari bo'lib, ular suvda quyidagicha dissotsilanadi :



to'rtlamchi ammoniyli
tuz

faol kation

Bu yerda R-tarkibida 12 tadan 18 tagacha uglerod atomini saqlagan uglevodorod radikali, R_1 , R_2 , R_3 lar esa -qisqa (kichik) ($-CH_3$, $-C_2H_5$) radikallar.

Anion SAM tarkibida qutbli guruh sifatida sulfat, sulfonat, fosfat va karboksilat guruhlar bo'ladi. Anion SAM larning eng ko'p tarqalganlari quyida keltirilgan:



Natriy dodetsilsulfat



Natriy dodetsilsulfonat



Natriy dodetsilbenzolsulfonat



Sanoatda eng ko'p **anion sirt aktiv** moddalar ishlatiladi.

Sovun-yuqori molekulyar karbon kislotalarning ($C_{10} - C_{18}$) tuzlari.

Sovunlar suvda eriydigan (kaliyli, ammoniyli va natriyli) va erimaydigan (metallik sovunlar -Ca, Mg, Ba, Pb, Ni, Mn, Al va boshqa tuzlari) bo'ladi.

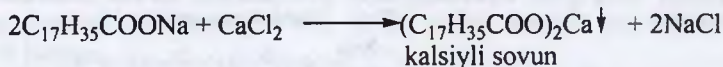
Sovunning suvda eruvchanligi kationning xarakteriga bog'liq:



Suyuq kaliyli va qattiq natriyli sovunlar yuqori molekulyar karbon kislotalarni ishqorlarning suvli eritmalarida eritib olinadi:



Sovunlarning yuvish xususiyati qattiq suvlarda kalsiyli va magniyli erimaydigan tuzlar hosil bo'lishi sababli kamayadi:

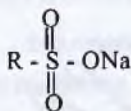


Sovunlarning suvda erishi ularning qisman karbon kislota va ishqorlarga gidrolizi bilan birga kuzatiladi (boradi), bu esa ba'zi materiallarga zararli ta'sir ko'rsatadi:

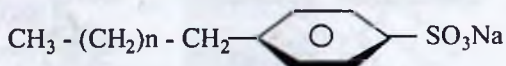


Shu va shunga o'xshash kamchiliklarni bartaraf etish uchun turli xil sulfokislotalarning natriyli tuzlari sintetik yuvuvchi vosita sifatida tavsiya etiladi.

Ularning umumiy formulasi



bo'lib, keng tarqalgani alkilbenzolsulfonatlardir:



Sintetik yuvuvchi vositalar -detergentlar -yuqori yuvuvchilik xususiyati bilan xarakterlanadigan moddalar.

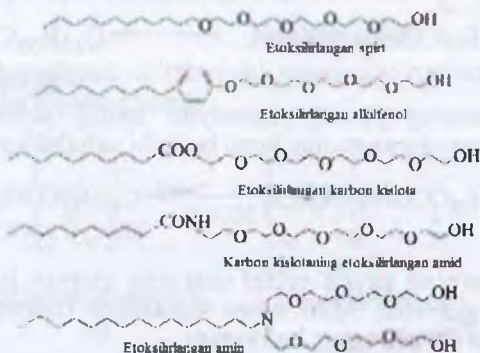
Alkilsulfonatlar RSO_3Na -yuqori darajada ho'llash va emulsiya hosil qilish xususiyatiga ega.



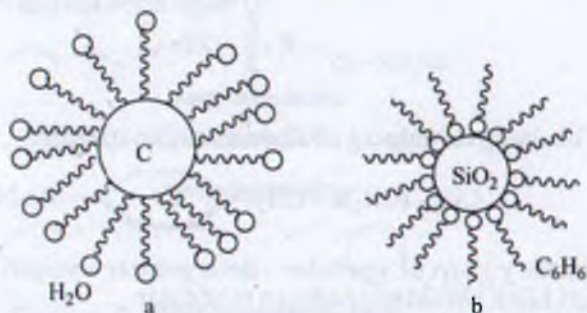
Amfoter sirt - aktiv moddalar. Tarkibida ikkita funksional guruh bo'lib, ulardan biri kislota va ikkinchisi asos xarakteriga ega. Tarkibida karboksil va amino guruhlar bo'lgan moddalar amfoter sirt - aktiv moddalar jumlasiga kiradi. Ular muhitning pH qiymatiga qarab anion sirt - aktivlik yoki kation sirt - aktivlik namoyon qila oladi.

Qattiq jism - suyuqlik chegarasida SAMlarning adsorbsiyasini ko'rib chiqamiz. SAMlarning adsorbsion qavatga sirt aktiv moddalarning adsorbsiyasi tenglashish qoidasiga muvofiq sodir bo'ladi.

Noionogen SAM tarkibida gidrofob guruh sifatida poliefir yoki poligidroksil fragmentlar bo'ladi. Quyida ba'zi NSAM lar keltirilgan:



P.A. Rebinder sirt faol moddalarning xossalarini o'rganib chiqib, qutblilikning tenglashish qoidasini yaratdi. Bu qoidani quyidagi rasm yordamida tushuntirish mumkin:



Tog'ri mitsella

teskari mitsella



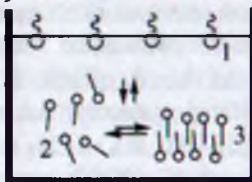
Qutbsiz qattiq jism (ko'mir, parafin, qurum) bilan suyuqlik (suv)ning chegara sirtiga adsorbsion qatlamning oriyentatsiyasi qutbli gidrofil qismi tomonidan bo'ladi. Sirt aktiv moddalarning adsorbsion qavati qattiq sirtni ekranlashtiradi va unga qutblilik xossasini beradi. Bunda fazalar qutbliligi tenglashadi: qutbsiz – qutbli chegara qismida qutbli-qutbli qism hosil bo'ladi. Ikkinchi holatda qutbli gidrofil sirt (qum, bo'r, tuproq) bilan qutbsiz suyuqlik (benzol) ta'sirlashadi. Bunda SAM molekullari qutbli qismi bilan qutbli qattiq jismning sirt yuzasida oriyentatsiyalanadi. Sirt aktiv moddaning qutbsiz qismi bilan qutbsiz suyuqlik (benzol) ta'sirlashadi.

Adsorbsiya va mustahkamlikning kamayishi Rebinder effekti kuzatilishining muhim omillaridan biridir.

Rebinder effekti tog' jinslarini va turli shakldagi materiallarni (rudalar, sement uchun zarur bo'lgan komponentlarni va h.z) maydalashda muhim ahamiyatga ega.

Sirt aktiv moddalar nafaqat fazalar chegara qismida adsorbilanadi, balki ular eritmaning hajmiy xossalarini o'zgartiradi ham. Masalan, sovun spirtlarning eritmalaridan farq qilib nafaqat suvning tarangligini kamaytiradi, balki uning yuvish xususiyatini oshiradi ham.

Sovun (natriy stearat)-sirt aktiv kolloidlarga kiradi.

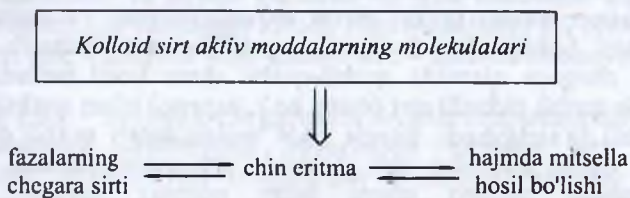


Sirt aktiv kolloidlar eritmada mitsella hosil qilish xususiyatiga ega bo'ladi.





Kolloid sirt aktiv moddalar molekulari orasida 3 xil holat sodir bo'lib, ular dinamik muvozanat holida bo'ladi:

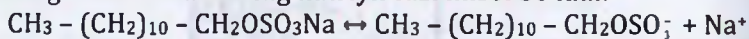


Bundan ko'rinib turibdiki, chin eritmada mitsella hosil bo'lib, u kolloidga o'tadi. Shunday qilib, kolloid SAM lar chin eritma va kolloid eritma hosil qilishlari mumkin ekan.

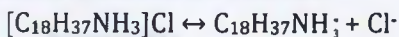
1) Hamma sirt aktiv moddalar ham kolloid hisoblanavermaydi. Past molekulyar spirtlar, aminlar, kislotalar (masalan, CH_3COOH) ning zanjir uzunligi kichik bo'lib, ular kolloidlar hosil qilmaydi. Kolloid sirt aktiv moddalarda uglevodorod radikali tarkibida 10 ta dan kam bo'lmagan - CH_2 - guruh bo'ladi.

Ionogen SAM eritmada dissosilanib, sirt faol ionlarni hosil qiladi.

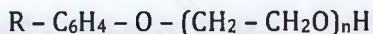
Anionli SAM eritmada ionlanish natijasida sirt aktiv organik anionlarni hosil qiladi. Masalan, sovun suvda dissosilanib $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COO}^-$ va Na^+ ni hosil qiladi. Sintetik anionli sirt aktiv moddalarga dodesilsulfatning natriyli tuzi misol bo'ladi:



Kationli SAMlardan eng keng tarqalgani oktadesilammoniy xlorid bo'lib, u quyidagi sxema bo'yicha dissosilanadi:



Amfolit SAM larga dodetsil- β - alanin ($\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{NH}(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$) misol bo'ladi. Amfolit SAM lar bir vaqtning o'zida ham kation, ham anion hosil qiladi va ularning har ikkalasi ham sirt aktivlik xossasini namoyon qiladi. Amfolit SAMlarni sintez qilish qiyin va ular qimmatga tushadi. Shuning uchun ular kam tarqalgan. Ishlatilayotgan SAMlarga OP-7 va OP-10 lar kiradi. Ular etilen oksidiga spirtlar, fenollar, yog' kislota ta'sir ettirib olinadi. Ularning umumiy formulasi:



Kolloid SAMlarning yuvish xususiyati kolloid-kimyoviy jarayonlarning yig'indisiga asoslangan:

- SAM ishtirokida sirt taranglik kamayishi oqibatida qattiq fazaning ho'llanishi yaxshilanadi. Suyuqlik buning hisobiga gazlamalarning yupqa kapilyarlariga yaxshi kira oladi.

- Sovun molekularlari tola yoki qattiq va suyuq kirlar sirtida adsorbilanib, adsorbsion qavat hosil qiladi, bu esa bo'luvchi bosimni yuzaga keltiradi. Bu kirning ajralib, yuvuvchi suyuqlikka o'tishini ta'minlaydi.

- Kolloid SAM ishtirokida eritmada ko'piklar hosil bo'ladi, ko'piklar esa sirtidagi kirlarning mexanik qo'shilishiga sabab bo'ladi.

SAMlar sirt hodisalar

SAMlarning muhim miqdoriy tavsifi gidrofil – lipofil balans (GLB) dir.

Gidrofil-lipofil balans (GLB) gidrofil va gidrofob xossalar orasidagi nisbat bilan tavsiflanadi: GLB soni qancha yuqori bo'lsa balans shuncha SAMning gidrofil xossasi tomonga kuchli siljigan bo'ladi. GLB soni tajriba yo'li bilan aniqlanadi. Devis ishlarida GLB bilan SAM moddaning tuzilishi va tarkibi orasidagi miqdoriy bog'liqlik o'rganilgan. Har bir struktur birlik GLB soniga o'zining ulushini qo'shadi. Griffin bo'yicha GLB soni quyidagicha:

Gidrofil guruhlar uchun: - COOH -21,1; - COONa - 19,1; - COOH -2,4; -OH - 1,9; = O - 1,3;

Gidrofob guruhlar uchun; = CH -; -CH₂ -; - CH₃; = C = C - 0,475.

Ushbu berilganlarga muvofiq GLB soni quyidagi tenglama bo'yicha hisoblanadi:

$$GLB_{SAM} = 7 + \Sigma(GLB)_G - \Sigma(GLB)_L$$

bu yerda $\Sigma(GLB)_G$ – barcha gidrofil guruhlar uchun GLB lar soni;

$\Sigma(GLB)_L$ – lipofil (gidrofob) guruhlar uchun GLB lar yig'indisi.

GLB empirik sonining fizik ma'nosi shundan iboratki, "moy" faza chegara qismida

SAM molekularining adsorbsiya ishining xuddi shunday "suv" chegara qismidagi adsorbsiya ishiga nisbatini aniqlaydi. GLB soniga



bog'liq holda SAMlar u yoki bu maqsadda ishlatiladi. Agar SAMning GLB soni 7 dan 9 gacha bo'lsa, ular ho'llovchilar sifatida; 13 dan 15 gacha bo'lsa yuvuvchi vositalar sifatida; 15 dan 16 gacha bo'lsa suvli eritmalarda solyubizator sifatida ishlatiladi.

O'Z-O'ZIDAN MITSSELLA HOSIL QILISH QOBILIYATI

Agar SAM molekulasida uzun uglevodorod radikali va kuchli gidrofil (qutbli) guruh bo'lsa, bunday sirt-aktiv modda suvga solinganda 2 xil effekt kuzatiladi:

Adsorbsiya;

Mitsella hosil bo'lishi.

SAM o'z-o'zidan chegara sirtga o'tadi va bunda σ kamayadi. Chegara sirtida konsentratsiyaning ortishi va adsorbsion qavatning hosil bo'lishi sodir bo'ladi. Bu vaqtda erkin sirt energiya kamayadi. SAM molekullari konsentratsiyalarining yanada oshirilishi o'z-o'zidan **atsotsiatlar-mitsellalar** hosil bo'lishiga olib keladi.

Mitsellalarning o'ziga xos xususiyatlari:

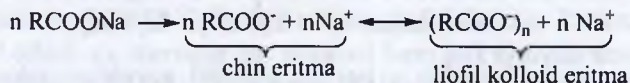
Dinamik xarakter-hajmiy faza bilan molekullarning to'xtovsiz almashinuvi. Bitta molekulaning mitsellada yashash davri $10^{-7} - 10^{-5}$ sek.

Mitsellyar mikrofaza makroskopik analogga ega emas;

Bir necha nm lar o'lchamida ularning dielektrik o'tkazuvchanligi 78 dan 4-6 gacha o'zgaradi;

Harorat oshishi bilan polimorf o'zgarishlarga uchraydi.

Mitsella hosil bo'lishining kritik konsentratsiya (MKK) odatda $10^{-3} - 10^{-6}$ mol/dm³ oralig'ida bo'ladi. Bu konsentratsiyaga erishgandan so'ng eritmada o'z-o'zidan sferik mitsella (Gartli mitsellalari) hosil bo'ladi va sistema geterogen bo'ladi. MKK ga erishgandan so'ng kolloid SAMlarning holatini quyidagicha yozish mumkin (gidroliz hisobga olinmaganda):



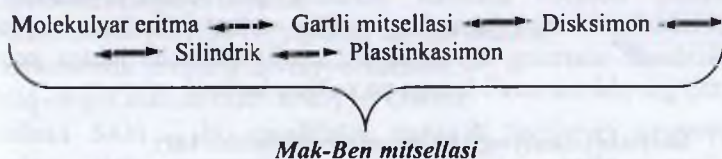
Liofil zolning mitsellasi - bu difil molekullarning atsotsiati bo'lib, liofil guruhlar erituvchi bilan ta'sirlashadi, liofob guruhlar esa bir-biri bilan birikib yadroni hosil qiladi.

Gartli mitsellasi-liofof guruhleri bir-biri bilan birikib yadro hosil qilgan, liofil guruhleri erituvchiga yo'nalgan difil molekullarining atsotsiatidir.



Gartli mitsellasining diametri sirt aktiv modda molekulasiz uzunligining ikkilanganiga teng. Mitsellani tashkil etuvchi SAMlar molekularining soni **assosiasiya soni** deyiladi. Ionogen SAMlar uchun n ning qiymati haroratning pasayishi va elektrolitlar qo'shish bilan ortadi.

Noionogen SAMlar uchun haroratning ko'tarilishi n ortishiga olib keladi, elektrolitlarning kiritilishi esa assosiasiyalar soniga ta'sir etmaydi. Mitselladagi barcha molekularning massalari yig'indisi **mitsellyar massa** deyiladi. Ma'lum konsentratsiyaga erishgandan so'ng sferik mitsellalar o'zaro birika boshlaydi, bu esa ularning deformatsiyasiga olib keladi. Mitsella silindrik, disksimon, tayoqchasimon, plastinkasimon shakllarni olishga intiladi. Bunday mitsellalar **Mak-Ben mitsellari** deyiladi. Konsentratsiya MKK dan 10 -50 marta katta bo'lganda mitsella zanjirli oriyentatsiyalanadi va erituvchi molekulari bilan suyuq kristal struktura hosil qiladi. SAMning konsentratsiyasi yanada oshirilganda suyuqkristall strukturaning gelsimon, so'ngra qattiqkristall strukturaga o'tadi:



Suyuq kristall struktura ↔ Gelsimon struktura
 MIK ↔ Qattiq kristall SAM

Mikrogeterogen vositalarning ishlatilish sohalari:

- Turli materiallar (metallar, oksidlar, tuzlar va ferromagnetiklar)ning nanozarrachalarini olishda;
- Dispers polimerlar (latekslar) olishda;
- Misellyar katalizda (gidroliz, murakkab efirlar, atsetallar, ortoefirlar solvoliz reaksiyalarida);
- Maishiy sohada;
- Tahliliy kimyoda;
- Tibbiyotda va farmatsevtikada – gidrofob dori vositalarining eruvchanligini oshirib, organizmda suvli muhitda tashilishida;
- Neft kimyosida.



SOLYUBILIZATSIYA

Gidrofob ta'sirlashuvga bog'liq holda solyubilizatsiya SAMning muhim xossasi hisoblanadi. SAM ishtirokida suvda kam qutbli organik birikmalar eruvchanligining keskin ortishi **solyubilizatsiya** deyiladi. Solyubilizatsiya natijasida deyarli tiniq, termodinamik muvozanatdagi eritma hosil bo'ladi. Solyubilizatsiya jarayoni dinamik jarayon hisoblanadi. SAM eritmasida eriydigan modda **solyubilizat (substrat)** deyiladi. Mitsellada substratning joylashuvi haqidagi masala muhim hisoblanadi. Ko'pgina joylashuv SAM bilan solyubilizatning ta'sirlashuv turini aniqlaydi. Ionli birikmalar mitsellada SAMning zaryadlangan guruhlar bilan elektrostatik ta'sirlashuv hisobiga ushlab turiladi. Boshqa holatlarda gidrofob ta'sirlashuvlar, vodorod bog'larning hosil bo'lishi va boshqalar muhim o'rin tutadi.

Masalan, polioksietilenli SAM da solyubilizat molekullari (masalan, fenol) mitsella ichkarisiga kirmaydi, ularning sirtqi qismida oksietilen zanjirining egilgan joyi bilan vodorod bog' hosil qilib taqsimlanadi. Qutblovchi elektronlar saqlagan qutbsiz uglevodorodlar (masalan, aromatik uglevodorodlar) mitsellaning ichkarisiga kirmasdan SAM ning qutbli guruhiga yaqin taqsimlanadi, shunday holatda alkanlar mitsella yadrosida joylashadi. Difi tuzilishli birikmalar (aminlar, spirtlar va h.z.)mitsellada quyidagicha joylashadi: ularning uglevodorod zanjiri mitsella ichiga yo'nalgan, qutbli guruhi esa suvli fazaga yo'nalgan bo'ladi.

Solyubilizatsiyaga ta'sir etuvchi faktorlar:

Ionli SAM uchun uglevodorod radikali uzunligi ortishi bilan solyubilizatsiya ortadi, noionogen SAM lar uchun oksietilen zvenolar soni ortishi bilan solyubilizatsiya ortadi.

Ekvivalent uzunlikdagi zanjirli alifatik uglevodorodlar bilan solishtirganda tarmoqlangan uglevodorod zanjirli birikmalar katta salyubirlovchi xususiyatga ega.

Bitta gomologik qatorda uglevodorod radikalining uzunligi ortishi bilan SAMning solyubirlovchi xususiyati oshadi.

Solyubilizatga qutbli guruh kiritilganda solyubilizatsiya ortadi.

Harorat ko'tarilganda solyubilizatsiya oshadi.

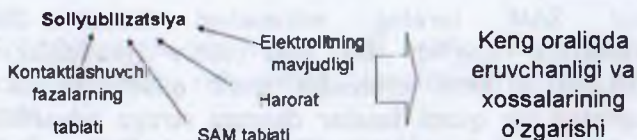
Solyubilizatsiya qiymati SAM va solyubilizatning tabiatiga va tuzilishiga, begona moddalarning va kuchli elektrolitlar ishtirokiga bog'liq.



!!! Solyubilizatsiya – Moddalarning mitsella ichida eruvchanliklarining ortishi, suyuq dispers muhitda yomon erishi



Mikroemulsiya-barqaror sistemalarning hosil bo'lishi



Solyubilizatsiya o'z-o'zidan boruvchi va qaytar jarayon. Suvli mitsellyar sistemalarda suvda erimaydigan moddalar, masalan, benzol, organik bo'yoqlar, yog'lar solyubilirlanadi. Bu shu bilan tushuntiriladiki, mitsella yadrosi qutbsiz suyuqlik xossasini namoyon qiladi.

Solyubilizatsiya hodisasining ishlatilishi:

Emulsion koagulyatsiyada;

Emulsion moylovchi suyuqliklar tayyorlashda;

Farmasevtik preparatlar tayyorlashda;

Oziq-ovqat mahsulotlarini tayyorlashda.

Kolloid SAM – bu moddalar nafaqat fazalarni ajratuvchi chegarada sirt taranglikni kamaytiradi, balki ma'lum konsentrasiyalarda o'z-o'zidan mitsella hosil qilish xususiyatiga ham ega ya'ni yangi faza hosil qila oladi.

SAM va kolloid SAM moddalarning farqli o'ziga xosligi uglevodorod zanjirining uzunligidadir. Quyi molekulyar spirtlar, aminlar va organik kislotalar uncha katta bo'lmagan uzunlikdagi uglevodorod zanjiriga ega. Uglevodorod zanjiri 8-10 uglerod atomiga uzayganida SAM modda eritmada mitsella hosil qilish ya'ni tarkibida o'nlab, hattoki yuzlab SAM molekularini saqlagan agregatlar hosil qilish xususiyatiga ega bo'ladi. Bunday eritmalar kolloid eritmalarga xos xossalari bilan xarakterlanadi: **disperslik**, **geterogenlik**. Bu eritmalarga liofil kolloid eritmalar deyiladi. Kolloid SAM eritmalariga quyidagi xossalari xosdir.



Fazalarni ajratuvchi chegarada sezilarli darajada sirt taranglikni kamaytirish;

O'z-o'zidan mitsella hosil qilish;

Solyubilizasiya.

Kolloid SAM larning eritmadagi holati ularning konsentrasiyalariga bog'liq. Bu sirt aktiv moddalar quyi konsentratsiyalarda chin eritmalar hosil qiladi, bunda SAM molekulalarining bir qismi fazalar chegara sirtiga adsorbilanadi. Eritmaning konsentratsiyasi MKK si deb ataluvchi ma'lum qiymatga yetganda, eritmada o'z-o'zidan sferik mitsellalar (Gartli mitsellari) hosil qiladi. Bunda eritma geterogen holatga o'tadi.

Mitsella tarkibiga kiruvchi SAM molekulalari o'rtasida adsorbsion qavatda, eritmada va shuningdek SAM molekulalari orasida dinamik muvozanat qaror topadi.



SAM oriyentatsiyasi

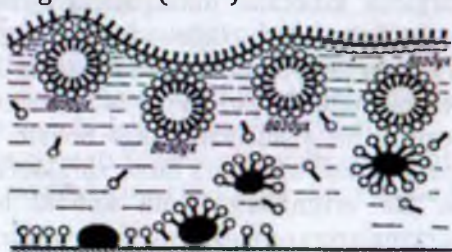
SAMning chin eritmasi kolloid eritmaga o'tadigan vaqtdagi SAMning eritmadagi konsentratsiyasi **MKK** deyiladi.

SAMning eritmadagi konsentratsiyasi MKKsiga yetganida solyubilizasiya boshlanadi. SAM konsentratsiyasi MKK dan yuqori bo'lganida mitsellalar soni ortadi va solyubilizasiya intensiv boradi. SAM eritmasida solyubilizasiya jarayoni quyidagi bosqichlar bilan boradi:

Solyubilizatning suvda erishi:

Solyubilizat molekulalarining mitsella sirtiga diffuziyasi;

Mitsellaning ichiga kirishi (rasm).





Solyubilizatsiya hodisasi

Solyubilizatsiya mitsellaning bo'kishiga olib keladi va uning o'lchami ortadi. Solyubilizatsiya jarayoni sekin boradi. Muvozanat o'rnatilishini aralashtirish va haroratni oshirish bilan tezlashtirish mumkin.

Solyubilizatsiya jarayonini turli usullar bilan nazorat qilish mumkin. Masalan, reftometrik, turbidimetrik va kalorimetrik usullarda.

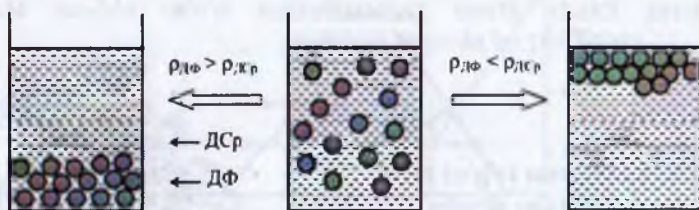
Reftometrik usul SAM modda eritmasining sindirish ko'rsatkichini eritmadagi solyubilizat konsentratsiyasiga bog'liq holda o'lchashga asoslangan.

Turbidimetrik usul. SAMning suvli eritmasida uglevodorodning to'yingan eritmasi hosil bo'lishida uglevodorodning ortiqcha miqdori emulgirlanadi va sistemaning loyqaligi keskin ortadi. Turbidimetrik usul eritmaning loyqaligini aniqlashga asoslangan.

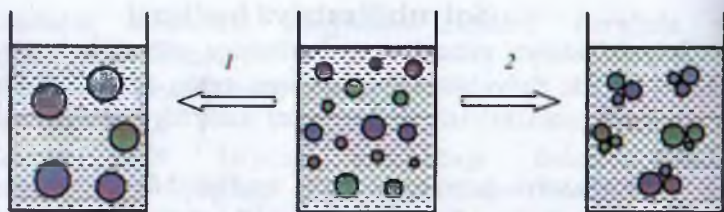
Kalorimetrik usul solyubilizatsiya jarayonida eritma rangining o'zgarish intensivligini o'lchashga asoslangan.

Solyubilizatsiya - SAMning yuvuvchi ta'sirining muhim omillaridir.

Odatdagi sirt aktiv moddalardan farq qilib, ko'pgina kolloid SAM yuvish ta'siriga ega va sintetik yuvuvchi vositalarning asosiy komponenti hisoblanadi (detergentlar). Yuvish jarayonii murakkab kolloid-kimyoviy kompleks jarayon bo'lib, bu vaqtda ho'llanish, adsorbsiya, adgeziya, peptizatsiya, solyubilizatsiya jarayonlari kuzatiladi.



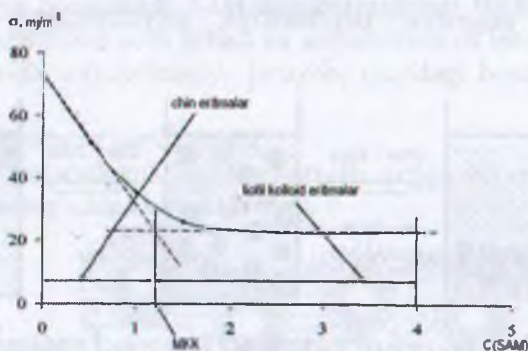
To'g'ri ($\rho_{d,f} > \rho_{d,s}$) va teskari ($\rho_{d,f} < \rho_{d,s}$) sedimentatsiya natijasida dispers sistemaning sedimentasion barqarorligini yo'qotishi



Izotermik haydash (1) yoki koagulyatsiya (2) vaqtida dispers sistemaning agregativ barqarorligini yo'qotishi

MITSELLA HOSIL BO'LISHINING KRITIK KONSENTRATSIYASI

Liofil kolloid eritmalarga SAM va YuMB larning "yaxshi" erituvchilardagi eritmalari kiradi. SAM va YuMB lar difil molekulalar bo'lib, ularning tarkibida gidrofob va gidrofil fragmentlar bo'ladi. Past konsentratsiyalarda difil molekulalar suvda chin eritmalar hosil qiladi. Ammo difil molekulalar bunday eritmalarida asosan sirt qavatda monomolekulyar qavat hosil qiladi, natijada SAM eritmasining sirt tarangligi keskin kamayadi. Bunday birikmalarning eritmalarida konsentratsiyaning ortishi qandaydir (bir muncha) kritik qiymatgacha davom etadi va mitsella hosil bo'lishining kritik konsentratsiyasi (MKK) deyiladi. MKK sohada sirt va eritmaning hajmi keskin o'zgaradi. MKKni aniqlash SAM eritmasining fizik-kimyoviy xossalarning MKK sohada keskin o'zgarishiga asoslangan:



Hamma sirt aktiv moddalar ham mitsella hosil qilish xususiyatiga ega bo'lavermaydi. Berilgan erituvchi uchun gidrofil-lipofil balansi (GLB) maqbul qiymatga ega bo'lgan SAMlarga

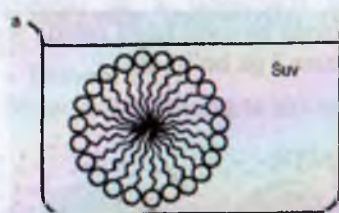


mitsella hosil qilish xususiyatiga ega.

GLB qiymatiga bog'liq holda SAMlarning ishlatilish sohalari:

NGLB	SAMlarning ishlatilishi
1-4	Ko'piklarni so'ndiruvchi
3-6	II tur emulgatorlar
6-8	Ho'llovchi
8-13	I tur emulgatorlar
13-20	I tur emulgatorlar
20 dan katta	Solyubilizatorlar

Suvli eritmalarda mitsella hosil qiluvchi birikmalarga o't kislotasining va yog' kislotalarining tuzlari, sintetik yuvuvchi vositalar, fosfolipidlar, glikolipidlar va boshqa moddalar kiradi. Dispersion muhit va SAM molekulalarining xossalari bog'liq holda turli strukturadagi mitsellalar hosil bo'ladi:



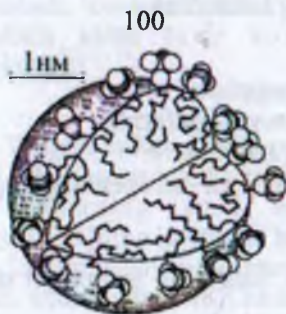
To'g'ri mitsella yadrosi



Teskari mitsella yadrosi

SAM mitsellasining qutbli (a) va qutbsiz (b) muhitdagi strukturasi

SAM modda to'g'ri mitsellasining sferik shakli sxemasi quyidagi rasmda ko'rsatilgan:



SAM to'g'ri mitsellasining sferik shakli



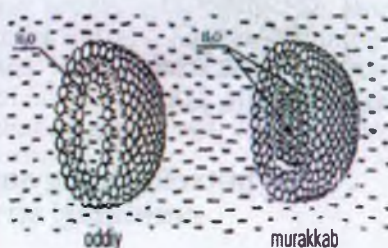
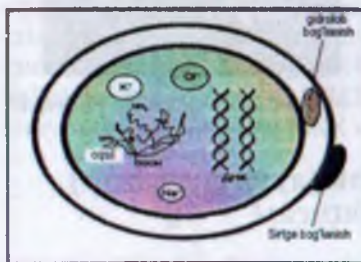
SAM konsentratsiyasi ortishi bilan mitsellaning tuzilishi sharsimon (sferik) shakldan plastinkasimon shaklgacha o'zgaradi. Bu vaqtda eritmaning butun hajmini misellyar tuzilish (struktura) band qiladi va eritma oquvchanligini yo'qotadi va gelga aylanadi:



SAM eritmasida mitsella hosil bo'lishining turli bosqichlari

Tirik organizmda uchraydigan sirt-aktiv moddalar orasida fosfo- va sfingolipidlar (gidrofob fragmenti 2 ta uglevodorod radikallaridan iborat) suvli eritmalarda biqavat hosil qiladi. Bunday sistemalar liposomalar deyiladi va ular 2 ga bo'linadi:

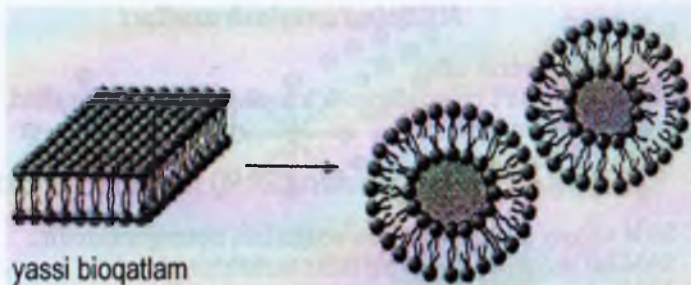
- Oddiy
- Murakkab



Liposomaning tuzilishi

Liposomalarning ishlatilishi:

- Membranani o'rganish modeli sifatida;
- Dori vositalarini tashuvchi (yutuvchi) sifatida;
- Liposomalarning ishlatishning afzalliklari:
- Organizmda oson parchalanadi va antigenlarga qarshi moddalarni hosil qiladi;
- Universalligi.
- Liposomal terapiya onkologik, infeksiyon va qandli diabet kasalliklarni davolashda ishlatiladi.



Liofil kolloid mitselalarning oddiy tuzilishi

Mitsella hosil bo'lishning kritik konsentratsiyasiga (MKK) quyidagilar ta'sir qiladi:

- Uglevodorod zanjirining uzunligi va tuzilishi;
- Qutbli guruhlar xarakteri;
- Eritmada indifferent elektrolitlar va noelektrolitlarning borligi;
- Temperatura.

Birinchi 2 omilning ta'siri quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$RT \ln MKK = a - bn$$

a - qutbli guruhning erish energiyasini xarakterlovchi doimiylik. b - bitta - CH_2 - guruhga to'g'ri keladigan erish energiyasini xarakterlovchi doimiylik; n - CH_2 -guruhlar soni.

Tenglamadan ko'rinib turibdiki, gidrofob guruhlar soni va ularning erish energiyalari qancha katta bo'lsa, MKK shuncha kichik va mitsella shuncha oson hosil bo'ladi.

Noionogen SAMLarning suvli eritmalariga elektrolitlarning kiritilishi MKK qiymatiga va mitsella hosil bo'lishiga kam ta'sir ko'rsatadi. Ionogen SAMLarning suvli eritmalariga elektrolitlarning kiritilishi katta ta'sir ko'rsatadi va quyidagi tenglama bilan baholanadi:

$$\ln MKK = a^1 - b^1 n - k \ln C$$

Tenglamadan indifferent elektrolit konsentratsiyasi ortishi bilan MKK kamayishi ko'rinib turibdi.

SAMLarning suvli eritmalariga noelektrolitlar (organik erituvchilar)ning kiritilishi ham MKK o'zgarishiga olib keladi.

Soblyulizasiyaning mavjudligi tufayli mitsellaning barqarorligi ortadi, shuningdek MKK kamayadi.



MKKning aniqlash usullari

Konduktometrik usul;
Eritmaning sirt tarangligini o'lchashga asoslangan usul;
Spektrofotometrik usul.

Kolloid sirt aktiv modda (SAM) larning ishlatilishi

SAM asosiy sintetik yuvish vositalari detergentlardir.

SAM lar moylovchi suyuqliklar tarkibiga kiradi.

SAM lar mikroeterogen (suspensiya, emulsiya, ko'pik, kukn)larning stabilizatorlaridir.

Solyubilizasiya hodisasi emulsiyalarda to'yinmagan uglevodorodlarning polimerlanishida ishlatiladi.

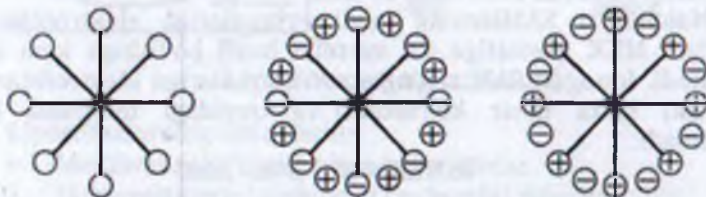
SAM oziq-ovqat sanoatida texnologik jarayonlarni intensivlashtirishda va mahsulotlar sifatini yaxshilashda ishlatiladi.

Eritmada mitsella hosil bo'lishi boshlanadigan konsentratsiya **mitsella hosil bo'lishining kritik konsentratsiyasi** deyiladi. MKK odatda unchalik katta qiymatga ega bo'lmasdan 10^{-3} - 10^{-5} mol/l ga teng.

Hosil bo'ladigan mitsella SAM tabiatiga bog'liq holda turli xil tuzilishga ega bo'ladi va eritmada SAM molekulari termodinamik muvozanatda joylashadi.

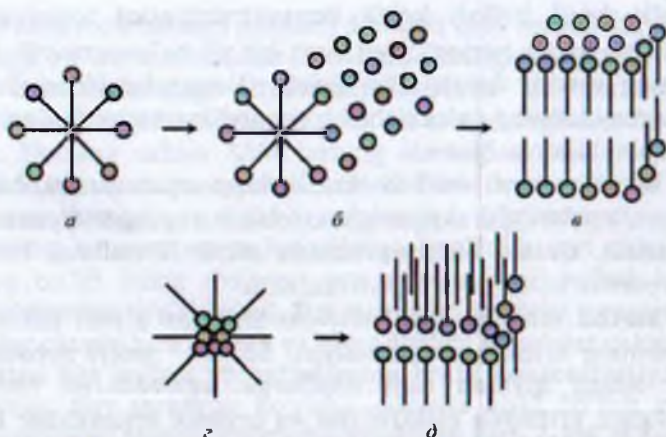
Qutbli erituvchilarda hosil bo'luvchi mitsella qutbli qismi bilan tashqariga, qutbsiz qismi bilan ichkariga yo'nalgan bo'ladi.

Qutbsiz erituvchilarda mitsellada quyidagiga holat kuzatiladi: kolloid SAM difil molekularining qutbli qismi mitsellaning ichiga, qutbsiz qismi tashqariga ya'ni erituvchiga yo'nalgan bo'ladi. Bunday mitsellalar **teskari mitsellalar** deyiladi.



Qutbli erituvchida a) noionogen b) anionaktiv d) kationaktiv sferik to'g'ri mitsellaning ko'rinishlari

SAM konsentratsiyasi oshganda bir vaqtning o'zida 2 jarayon sodir bo'ladi: Mitsellalar sonining oshishi; Mitsella shakli (ko'rinishining murakkablashuvi



Mitsella shaklining murakkablashuvi: a,d-sferik; b-slindrik; s,ye-plastinkali qutbli (a-s) va qutbsiz (d,ye) erituvchilarda

MITSELLA HOSIL BO'LISHI KRITIK KONSENTRATSIYASINI ANIQLASH USULLARI

Kolloid faza zarrachalari – mitsellalar adsorbsiyalanishi, elektr tokini o'tkazishi, yorug'lik sochish va boshqa xossalari bilan sirt aktiv moddalar (SAM) molekulalaridan farq qiladi. Shuning uchun sirt aktiv moddalarning molekulalarining (ionlarining) agregat holatlari konsentratsiyaga qarab o'zgarishida sirt tarangligining elektr o'tkazuvchanlikka bog'liqligi egri chizig'i o'z yo'nalishini tez o'zgartiradi. Ikki chiziqning kesishgan nuqtasi mitsella hosil bo'lish kritik konsentratsiyasini topishda qo'llaniladi. Chiziqlarning biri SAM ni ifodalaydi, ikkinchisi mitsella hosil qilgan eritma uchun molekulyar – dispers konsentrasyon bog'liqligini ifodalaydi. Mitsella hosil bo'lishi kritik konsentratsiyasini mitsella hosil bo'lishiga asoslangan xossalarni namoyon bo'lganda ham topish mumkin. Shuningdek mitsella hosil bo'lishi, eritmalarining suvda erimaydigan bo'yoqlar bilan to'yinishida namoyon bo'ladi.

Mitsellalarda solyubidizasiya hodisasi, shuningdek suvda eruvchi va bunda o'z rangini o'zgartiruvchi bo'yoqlar uchun ham xarakterli bo'ladi. Bunday bo'yoqlar mitsella hosil bo'lishi boshlanganda eritmada indikatorlar sifatida ham qo'llaniladi.



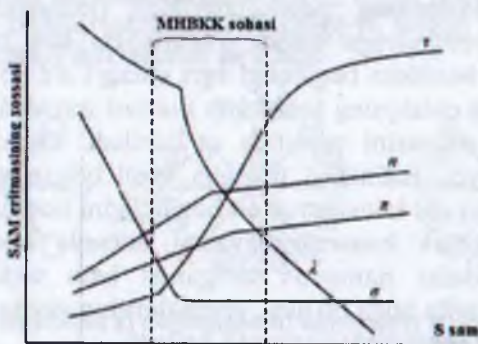
Mitsella hosil bo'lish kritik konsentratsiyasini topishning turli usullarida natija hamma vaqt ham bir xil bo'lavermaydi. Bu o'sha usulning xususiy darajalariga elektr o'tkazuvchanlik usulida tashqi elektr maydonning qo'shilishi, bo'yoq indikatorning ionlari ta'siri va boshqalar bilan izohlanadi.

Mitsella hosil bo'lish kritik konsentratsiyasini topishning rentgen nurlari difraksiyasiga asoslanib topilgan qiymati asosan farqlanadi, chunki bunda eritmada sferik mitsellalar bo'lsa ham faqat plastik mitsellarni topish mumkin.

Barcha mitsella hosil qiluvchi SAM lar uchun mitsella hosil bo'lishining kritik konsentratsiyasi 10^{-6} - 10^{-3} mol/l sohada yotadi. MKK sining qiymati turli omillarga: uglevodorod radikalining uzunligiga, eritmada elektrolitlar va organik erituvchilar borligiga, qutbli guruhlar xarakteriga bog'liq.

SAM uglevodorod radikalining uzunligi ortgan sari MKKning qiymati kamayadi. SAM molekulasi qutbli qismining gidratlovchi xususiyati kamayganligi (demak, eruvchanlik yomonlashadi) uchun ionogen SAM larga elektrolitlarning kiritilishi MKK qiymatini kamaytiradi. Muhitning erituvchanlik xususiyatini kuchaytirganligi sababli eritmaga organik erituvchilarning qo'shilishi MKKsi qiymatini oshiradi.

Kolloid SAM larning MKK sini eksperimental aniqlash asosida barcha qonuniyatlar o'rganilgan.



Suvda ionogen SAM eritmasining loyqaligi (τ), ekvivalent elektr o'tkazuvchanligi λ , sirt tarangligi σ , sindirish ko'rsatkichi n , eritmaning osmotik bosimining uning konsentratsiyasiga bog'liqligi

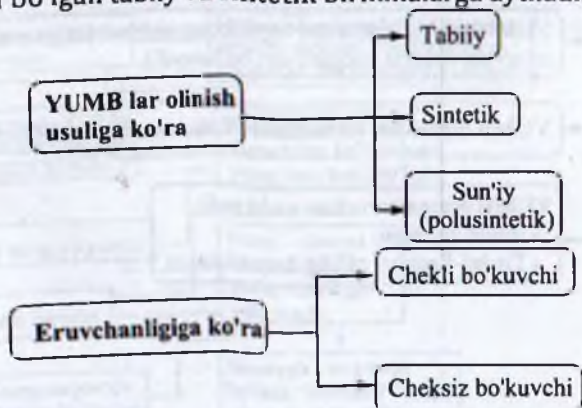


SAM ning molekulari (ionlari) dan farq qilib mitsellalar sferik shaklga ega va bu molekularlar simmetrik tuzilgan. Mitsella hosil qiluvchi zarrachalarning oriyentatsiyalanishida bu zarrachalar hamma tomondan gidratlangan bo'ladi va sirt aktivlikni namoyon qilmaydi. Shuning uchun SAM larning suvdagi eritmalarida sirt tarangligi konsentratsiya qiymati oshishi bilan kamayadi, so'ngra esa konsentratsiya qancha oshmasin o'zgarmaydi. Sirt tarangligining konsentratsiya logarifmiga bog'liqlik egri chizig'ida singan joy bo'lib uning absissasi esa mitsella hosil bo'lish kritik konsentratsiyasiga to'g'ri keladi. Sirt tarangligi bo'yicha topish usuli ancha qulay chunki bunda uzun va qisqa zanjirli moddalar uchun bir xil qiymatga ega bo'ladi va mitsellaning kritik konsentratsiyasiga bog'liq emas. Sirt taranglik bo'yicha mitsella hosil bo'lish kritik konsentratsiyasini topishda o'rtacha kvadratik xato 2-3% ni tashkil qiladi.

Sirt tarangligini o'lchash natijasida biz moddaning sirt aktivligini aniqlashimiz mumkin va Gibbsning termodinamik tenglamasi asosida sirtida cho'kkan modda va to'yingan adsorbsion qatlamdagi molekularlar egallagan maydon topiladi.

YUQORI MOLEKULAR BIRIKMALARNING KLASSIFIKATSIYASI

Yuqori molekular birikmalar deb molekular massasi bir necha mingdan boshlab (10-15 mingdan kam bo'lmagan) million va undan yuqori bo'lgan tabiiy va sintetik birikmalarga aytiladi.



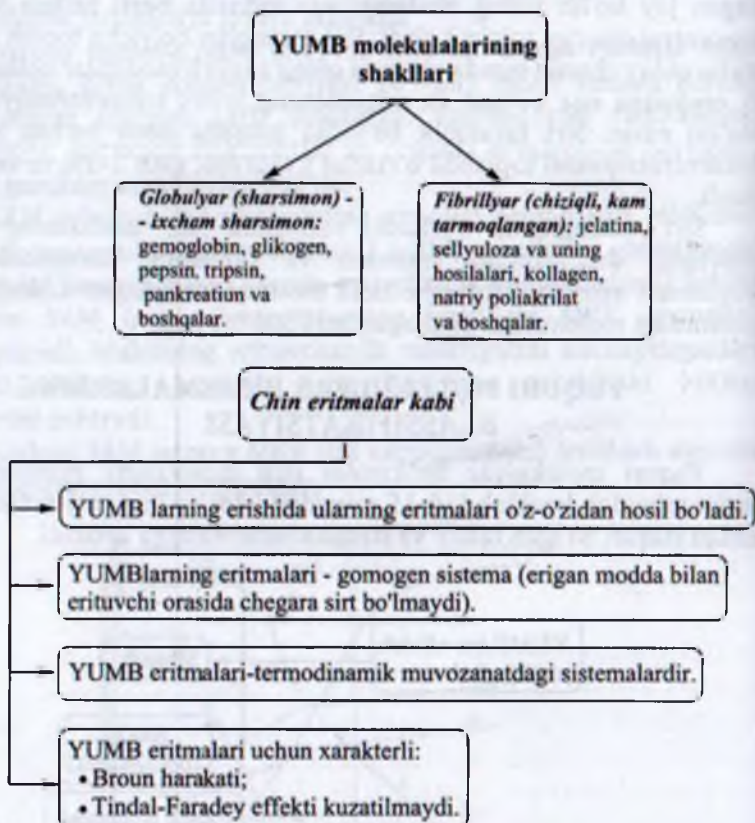
kabi turlarga bo'linadi.



YuMB LAR XARAKTERISTIKASI

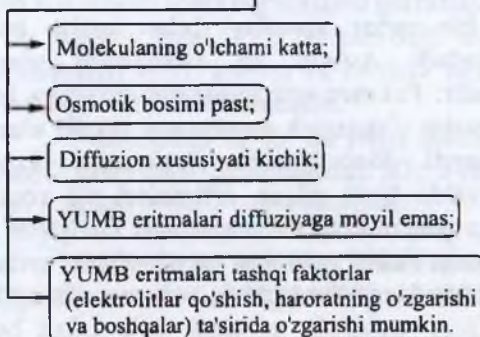
YuMB larning molekulari difil xarakterga ega bo'lib, ularning tarkibida qutbli ($-COOH$, $-NH_2$, $-OH$ va boshqa guruhlar) va qutbsiz ($-CH_3$, $-CH_2$, $-C_6H_5$) funktsionl guruhlar bo'ladi.

YuMB molekularida qutbli radikallar qancha ko'p bo'lsa, ular shuncha yaxshi eriydi. YuMBlarning eruvchanligi ular molekularining o'lchamiga va shakliga bog'liq:

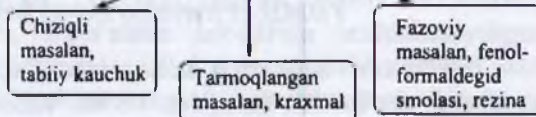




YUMB eritmalarining chin eritmalaridan farqlari

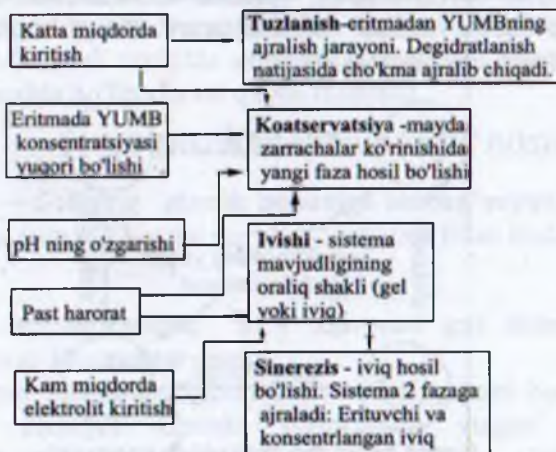


Zanjirning tuzilishiga ko'ra YUMBlar



YUMB ERITMALARI

YUMB xarakteristikasi





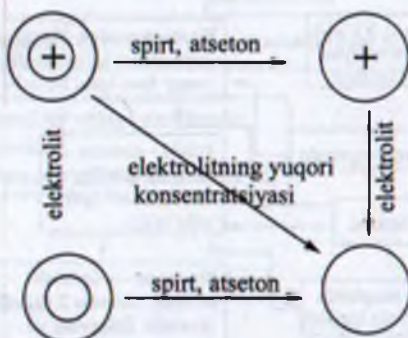
SIRT TARANGLIGI BO'YICHA MITSSELLA HOSIL BO'LISH KRITIK KONSENTRATSIYASINI ANIQLASH

YuMB eritmalari bir qator xossalari bilan oddiy kolloid eritmalarga o'xshab ketadi. Asosan bu o'xshashlik ularning molekullari o'lchamidadir. Polimer eritmalarning diffuziya tezligi zollarga o'xshab past, yarim o'tkazgich membrana orqali ularning molekullari o'ta olmaydi. Biopolimerlar turkumiga kiruvchi oqsillarning oddiy sharoitda hosil qilgan eritmalari o'z xossalari bilan kolloid eritmalarga yaqin. Ular termodinamik barqaror liofil kolloid sistema hisoblanadi. **YuMB eritmasi turg'unligini** erituvchi haroratini kritik qiymatidan ham kamaytirish, polimer erimaydigan cho'ktiruvchi suyuqlik yoki elektrolit qo'shish yo'li bilan buzish mumkin. Shunda polimerning eruvchanligi ma'lum darajada kamayadi yoki umuman yo'qoladi. Oqsillarni ularning suvli eritmalaridan tuz qo'shish yo'li bilan ajratib olish **tuzlanish** hodisasi deyiladi.

YUMB eritmalarining barqarorligi

Tuzlanish-Tuzlarning konsentrlangan eritmalari yordamida oqsillarni cho'ktirish jarayoni bo'lib, tuzlanish uchun ko'pincha Na_2SO_4 , $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, fosfatlar kabi tuzlar ishlatiladi.

Tuzlanish oqsilning izoelektrik nuqtasida ko'proq samarali bo'lib, oqsillarni aniqlashda foydalaniladi. Elektrolitlarning va boshqa suvni tortib oluvchi vositalar cho'ktiruvchi ta'sirining mexanizmiga ko'ra nemis biokimyogari Kroyt tuzlanishning quyidagi umumiy sxemasini taklif qildi:



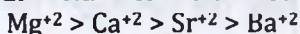
Kroyt bo'yicha tuzlanish sxemasi



Sxemadan ko'rinib turibdiki, gidrat qobiqni (spirt yoki aseton bilan) va elektrolit zaryadini olib tashlash kerak. Elektrolitlarning tuzlash xususiyati ularning ionlarni gidratlash xususiyatiga bog'liq.

Bu hodisa faqat ko'p miqdordagi elektrolitlar ta'siridagina emas, masalan spirt, aseton va boshqa neytral moddalar ta'sirida ham vujudga keltirilishi mumkin.

Tuzlanishga ta'siri bo'yicha natriyli tuzlarning anionlari quyidagi liotrop qatorga joylashadi: $\text{SO}_4^{2-} > \text{NO}_3^- > \text{CH}_3\text{COO}^- > \text{Cl}^- > \text{I}^- > \text{CNS}^-$ bu qatorga liotrop qator deyiladi:



YuMB eritmalarining harorati o'zgartirilsa yoki unga past molekulyar modda eritmasi qo'shilsa eritmaning konsentratsiyalari o'zaro farqlanuvchi ikki qavatga ajraladi. Bu hodisa **koaservasiya** deyiladi.

Koaservasiya. Yuqori konsentratsiyali YuMB eritmasida, asosan biopolimerlarda, o'z-o'zidan bir-birida aralashmaydigan fazalardan iborat 2 ta qatlama ajralish (qavatlanish) sodir bo'ladi. Bu qatlamlardan biri polimerning konsentrlangan, ikkinchisi suyultirilgan eritmalaridir. Bu hodisa **koaservasiya** deyiladi.

Kolloid eritmaning turg'unligini oz miqdorda difil moddalar eritmasini qo'shish yo'li bilan oshirish **kolloid himoya** deyiladi. Himoya qilish ta'sir mexanizmi bo'yicha kolloid zarrachaning atrofida yuqori molekulyar moddadan tuzilgan adsorbsion qobiqcha hosil bo'ladi. Suvli muhitda oqsillar, uglevodlar, pektinlar himoya qiluvchi modda bo'lib xizmat qilishi mumkin.

YUMB ERITMALARI OSMOTIK BOSIMI

Vant – Goffning klassik qonuniga binoan suyultirilgan ideal eritmaning osmotik bosimi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

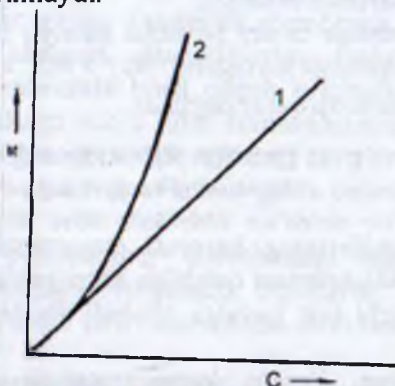
$$\pi = \frac{CRT}{M}$$

C – konsentratsiya; R – universal gaz doimiysi; T – temperatura; M – molyar massa.

Polimer eritmalari uchun Vant – Goff qonuni bu ko'rinishda qo'llanila olmaydi. Chunki, birinchidan yuqori molekulyar birikmalar eritmalari uchun osmotik bosim Vant – Goff tenglamasi



bo'yicha hisoblab topilganidan biroz yuqori bo'ladi. Bu hol polimer makromolekulasining eruvchanligi tufayli eritmada o'zini qisqa molekula kabi tushishi ya'ni kinetik birlik rolini yaxlit molekula emas, balki uning segmenti o'ynashi bilan tushuntiriladi. Ikkinchidan konsentratsiyaning ortishi bilan eritmaning osmotik bosimi to'g'ri chiziqli bo'ylab ko'tarilmaydi.



Eritma konsentratsiyasining ortishi bilan osmotik bosimning o'zgarishi

1-quyi molekulyar birikma; 2-yuqori molekulyar birikma.

Rasmdan ko'rinib turibdiki, quyi molekulyar birikmalar eritmalarida osmotik bosimning ortishi konsentratsiyaga to'g'ri proporsional, YuMB larda esa osmotik bosim konsentratsiyaga nisbatan tezroq ortadi. Bu hol polimer makromolekulalarining solvatlanishi bilan tushuntiriladi. Shuning uchun Vant - Goff tenglamasining yechimida sistemaning butun hajmi emas, balki effektiv hajmi ishtirok etadi; u eritmaning umumiy hajmidan makromolekula va u bilan solvatlangan erituvchining hajmi yig'indisini olib tashlanganiga teng. U holda yuqoridagi tenglama quyidagi shaklga keladi:

$$\pi(V-b) = nRT \text{ yoki } \pi = \frac{g}{M} \frac{RT}{V-b}$$

g- erigan polimerning og'irligi;

b – makromolekula va u bilan bog'langan erituvchining hajmi.

Tenglamadan ko'rinib turibdiki, polimer konsentratsiyasi g funksiyaning ortishi bilan sistemaning effektiv hajmi (V - b) kamayadi. Bunda osmotik bosim konsentratsiyaga nisbatan tezroq ortadi.



$$\pi = \frac{\xi}{M} \frac{RT}{V-b}$$

tenglama qator globulyar oqsillar misolida osmotik bosimning konsentratsiyaga bog'liqligini juda yaxshi ifodalasa ham YuMB eritmalar uchun unchalik qo'l kelmaydi.

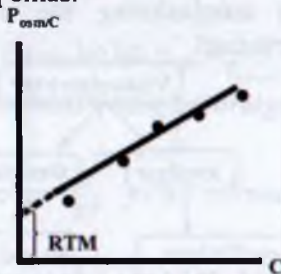
YuMB larning juda suyultirilgan eritmalarida kinetik birlik rolini yaxlit molekulaning o'zi, konsentrlangan eritmasida esa uning ayrim bir bo'lagi – segmenti bajaradi. Osmotik bosim faqat eritmadagi zarracha (segment) soniga bog'liq bo'lgani uchun konsentratsiya ortishi bilan eritmaning osmotik bosimi konsentratsiyaga nisbatan tezroq ortadi. Shularga asosanib, **Flori va Xaggins** polimerlarning suyultirilgan eritmasi konsentratsiyasi bilan uning osmotik bosimi o'rtasidagi quyidagi nazariy bog'liqlikni aniqladilar:

$$\pi = \frac{RT}{M} \cdot C + \beta C^2 + \beta C^3 + \dots$$

Bu tenglamadagi C ning kub (C^3) va undan yuqori darajadagi qiymatlarini e'tiborga olmasak, quyidagi tenglamaga ega bo'lamiz (Galler tenglamasi):

$$\pi = \frac{RT}{M} C + \beta C^2$$

β – erituvchining tabiatiga bog'liq bo'lib, erigan moddaning molyar massasiga bog'liq emas.



Eritmadagi YUMB konsentratsiyasi bilan P_{om}/C orasidagi bog'liqlik

Biologik sistemalar – tarkibida noelektrolitlar, elektrolitlar va oqsillarni saqlovchi murakkab sistemalaridir. Ushbu barcha komponentlar umumiy osmotik bosimga o'zining hissasini (ulushini) qo'shadi. Qonning umumiy osmotik bosimi 7,7 – 8,1 atm.ga yetadi. YUMB eritmalarida osmotik bosim sezilarli darajada harorat va pH ga bog'liq bo'ladi.

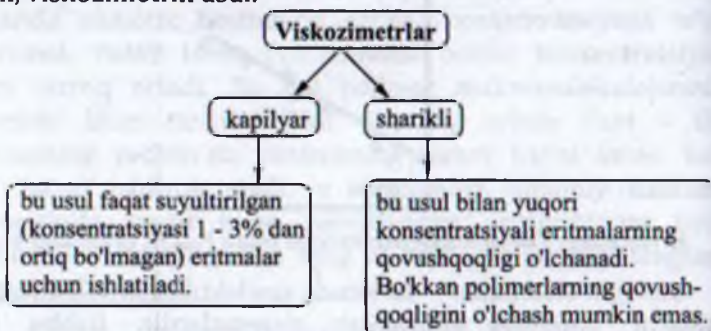


POLIMER ERITMALARNING QOVUSHQOQLIGI

Qovushqoqlik yuqori molekulyar birikmalar eritmalarining xarakteristik xossasi hisoblanadi.

Nomi	Belgilanishi	Bog'liqlik
Nisbiy qovushqoqlik	η_{nis}	η/η_0
Solishtirma qovushqoqlik	η_{sol}	$\frac{\eta - \eta_0}{\eta_0} = \frac{\eta}{\eta_0} - 1$
Keltirilgan qovushqoqlik	η_{sol}/C	$\left(\frac{\eta}{\eta_0} - 1\right) + C$
Xarakteristik qovushqoqlik	$[\eta]$	$\lim_{C \rightarrow 0} \left(\frac{\eta_{\text{sol}}}{C}\right)$

Qovushqoqlikni aniqlashning bir nechta usullari mavjud. Masalan, viskozimetrik usul.



Bo'kkan polimerlarning qovushqoqligini o'lchash uchun plastik oqim usulidan foydalaniladi.

YuMB eritmalarining qovushqoqligi quyidagi o'ziga xos xususiyatlarga ega:

YuMB eritmalarining qovushqoqligi quyi molekulyar birikmalar eritmalarining qovushqoqligidan yuqori bo'ladi;



Bunday moddalarning suyuq eritmaları Nyuton va Puazeylning qonunlariga bo'ysunadi, ya'ni ularning qovushqoqligi bosimga bog'liq emas;

YuMB eritmalarining qovushqoqligi konsentratsiya ortishi bilan ortib boradi.

Ma'lumki, qovushqoqlikni kapillyar asboblarda yordamida aniqlash qovushqoqlikni kapillyardan o'tuvchi suyuqlik tezligi bilan bog'liqligini ifodalovchi Puazeyl tenglamasiga asoslangan:

$$\frac{Q}{\tau} = \frac{\pi^4 P}{8 \cdot l \cdot \eta}$$

P- gidrostatik bosim, Q - kapillyardan τ vaqt oralig'ida oqib o'tgan suyuqlik miqdori, r - kapillyar radiusi, ℓ - kapillyar uzunligi, η - sistemaning absolyut qovushqoqligi:

Eritma qovushqoqligining erituvchi qovushqoqligiga nisbati nisbiy **qovushqoqlik** deyiladi.

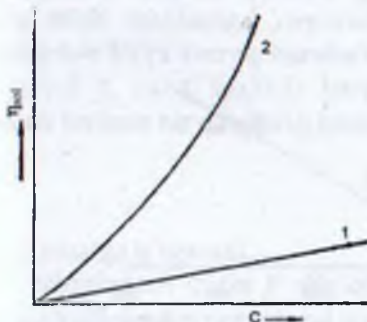
$$\eta_{\text{nisbiy}} = \frac{\eta_{\text{eritma}}}{\eta_{\text{erituvchi}}} = \frac{T_{\text{eritma}}}{T_{\text{erituvchi}}} = \frac{P_{\text{eritma}}}{P_{\text{erituvchi}}}$$

$$P_{\text{eritma}} = P_{\text{eritma}} \text{ bo'lsa } \eta_{\text{nisbiy}} = \frac{T_{\text{eritma}}}{T_{\text{erituvchi}}} \text{ bo'ladi.}$$

Qovushqoqlik koeffitsiyenti η ning haroratga bog'liqligi

$$\eta = A \cdot e^{\frac{E}{RT}}$$

T qancha katta bo'lsa $\frac{E}{RT}$ ya'ni eritmaning qovushqoqligi shuncha kam bo'ladi.



**Qovushqoqlikning
eritma konsentratsiyasiga
bog'liqligi
1- quyi molekulyar
modda; 2- yuqori molekulyar
birikma eritmaları**

Bu

bog'liqlik



Eynshteynning viskozimetrik tenglamasi bilan quyidagicha ifodalanadi:

$$\eta = \eta_0 \left(1 + 2,5 \frac{V_1}{V_s} \right)$$

η_0 - erituvchining qovushqoqligi; V_1 - erigan moddaning hajmi; V_s - juda suyultirilgan eritmaning hajmi ($C \neq 0,1 \div 0,5$ ya'ni ularning konsentratsiyasi 0,1-0,5% dan oshmasligi kerak).

Polimer eritmalarining Eynshteyn tenglamasidan chetlanish sababi molekulaning shakli va uning katta - kichikligiga bog'liq.

Eritmalarda makromolekulalarni qattiq tayoqcha shaklida deb hisoblab Shtaudinger suyultirilgan eritmalarining qovushqoqligi bilan konsentratsiyasi orasida bog'liqlik borligini topdi:

$$\eta_{sol} = K_M \cdot M \cdot C$$

K_M - har bir gomologik qator uchun o'zgarmas son;

M - erigan polimerning molyar massasi;

C - molyar konsentratsiya.

Bu tenglamadagi solishtirma qovushqoqlik (η_{sol}) toza erituvchiga polimer qo'shilgandagi qovushqoqlikning nisbiy ortishidan iborat:

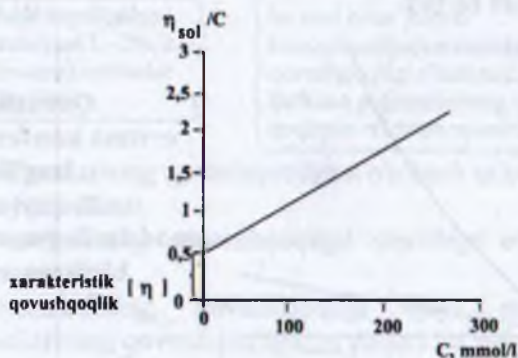
$$\eta_{sol} = \frac{\eta - \eta_0}{\eta_0} = \frac{\eta}{\eta_0} - 1 = \eta_{nisbiy} - 1$$

η - eritma qovushqoqligining koeffisiyenti;

η_0 - erituvchi qovushqoqligining koeffisiyenti.

Agar $\eta_{sol} = K_M \cdot C \cdot M$ ning ikkala qismi C ga bo'lsa $\frac{\eta_{sol}}{C} = K \cdot M$

ga ega bo'lamiz. $\frac{\eta_{sol}}{C}$ ning qiymati qovushqoqlikning haddi (keltirilgan yoki xarakteristik qovushqoqlik) deyiladi.





Qovushqoqlikning eritma konsentratsiyasiga bog'liqligi

Polimer – molekulyar massasini topish uchun xarakteristik qovushqoqlik ishlatiladi. Xarakteristik qovushqoqlik Mark-Xauvink tenglamasidan foydalanib hisoblanadi:

$$[\eta] = KM^a; M = \sqrt{\frac{[\eta]}{K}}$$

Biologik suyuqliklarning qovushqoqligini aniqlash (ayniqsa qonning) diagnostik ahamiyatga ega.

Qonning normadagi qovushqoqligi $-4 \div 5$, plazmaning qovushqoqligi esa $1,6 \text{ mPa} \cdot \text{C}$ taqqoslash uchun suvning 20°C dagi qovushqoqligini keltiramiz: $1 \text{ mPa} \cdot \text{C}$.

Turli xil patologik holatlarda qonning qovushqoqlik qiymati $1,7$ dan $22,9 \text{ mPa} \cdot \text{C}$ gacha o'zgarishi mumkin.

Qon qovushqoqligining normasi (me'yori) amalda odamning yoshiga, jinsiga va ovqatlanish rejimiga bog'liq emas.

Qovushqoqlikning ortishi plazmada oqsillarning oshishiga olib keladi.

Aterosklerozda, miokard infarktida, venozli trombozlarda qon plazmasining qovushqoqligi ortadi. Jigar sirrozida esa qovushqoqlikning pasayishi kuzatiladi.

QOVUSHQOQLIK

Suyuqlikning qovushqoqligi har xil tezlik bilan harakatlanuvchi ayrim – ayrim suyuqlik qavatlarining bir – biriga ishqalanishi natijasida vujudga keladi. Suyuqlik laminar oqayotganda hamma qavatlar parallel ravishda harakat qiladi, bunda idish markaziga yaqinroq qavatlar idish devoriga yaqin qavatlardan ko'ra tezroq harakatlanadi. Agar d sm oraliqda turgan ikki qavat ϑ_2 va ϑ_1 tezlikda harakat qilsa, u vaqtda o'zaro 1 sm oraliqda bo'lgan bir qavatdan ikkinchi qavatga o'tganda tezlik

$$\frac{\vartheta_2 - \vartheta_1}{d}$$

qiymatga o'zgaradi.

Ishqalanish kuchi F shu qiymatga va qavatlar tegib turgan yuza qiymati S ga proporsional bo'ladi:



$$F = \eta \frac{(\vartheta_2 - \vartheta_1)}{d} S$$

Ichki ishqalanish koeffisiyenti deb ataladigan proporsionallik koeffisiyenti – η suyuqlikning tabiatiga va haroratga bog'liq.

Agar

$$S = 1 \text{ va } \frac{\vartheta_2 - \vartheta_1}{d} = 1$$

u holda $\eta = F$ bo'ladi.

Berilgan suyuqlikning ichki ishqalanish koeffisiyenti yoki absolyut yopishqoqligi, son jihatdan olganda suyuqlikning 1sm^2 yuzasiga ta'sir etuvchi kuchga teng; bunda shu suyuqlikning qavatlarini parallel harakat qiladi, qavatdan – qavatga o'tgan sari ularning tezligi bir tekisda oshib boradi va 1sm oraliqda bo'lgan har ikki qavatning tezligi $1\text{sm} / \text{sek}$ farq qiladi.

Agar F dinalar bilan o'lchanadigan bo'lsa, u vaqtda η puazelar yordamida o'lchanadi. O'zaro bir santimetr oraliqda turgan qavatlarining tezligi $1\text{sm}/\text{sek}$ ga farq qiladigan, yuzasining har bir kvadrat santimetriga bir dina kuch ta'sir etadigan suyuqlikning ichki ishqalanish o'lchami bir pauzga teng bo'ladi. Suvning ichki ishqalanish koeffisiyenti $20,5^\circ$ da deyarli aniq bo'lib, 1 santipauzga ($0,01$ pauzga) barobar. Suvning absolyut yopishqoqligi 0° da $1,79$ santipauzga teng. Moddaning absolyut yopishqoqligini suvning 0° dagi qovushqoqligiga nisbati **nisbiy qovushqoqlik** deyiladi.

Har xil suyuqliklarning ichki ishqalanish qiymati turlicha bo'ladi; masalan, spirt, efirning ichki ishqalanishi kichik, gliserin, kastor moyi kabi boshqa suyuqliklarniki esa ancha katta. **Kolloid eritmalarining qovushqoqligi ham har xil:** liofob kolloidlarniki kichik, liofillarniki esa ancha katta bo'ladi. Kolloid eritmalarining qovushqoqligi ham ularga elektrolitlar qo'shilgan–qo'shilmaganligiga bog'liq.

Suyuqlikning qovushqoqligi uning kapillyar naydan oqib tushish tezligiga qarab topilishi mumkin.

Silindrsimon kapillyardan laminar tartibda oqib tushadigan suyuqlik uchun Puazeyl quyidagi bog'lanishni taklif etgan:

$$V = \frac{\pi^4 P}{8\eta l} t$$



bunda V - kapillyardan oqib tushayotgan suyuqlik hajmi, sm^3 hisobida;

r - kapillyar radiusi, sm hisobida;

P - suyuqlikni harakatga keltiradigan kuch, dina hisobida;

t - suyuqlik kapillyardan oqib tushgan vaqt, sekund hisobida;

l - kapillyar uzunligi, sm hisobida.

Bundan

$$\eta = \frac{\pi^4 P t}{8 l V} \quad t = \frac{8 \eta l V}{\pi^4 P}$$

Nisbiy qovushqoqlik quyidagicha aniqlanadi: tekshiriluvchi va standart suyuqlikdan bir xil hajmda olinib, bitta kapillyardan oqiziladi; har ikkala suyuqlik oqib tushishi uchun ketgan vaqtdan foydalanib, nisbiy qovushqoqlik topiladi. Agar tekshiriluvchi eritma tariqasida moddalarning suvdagi eritmasi olinadigan bo'lsa, standart suyuqlik tariqasida, odatda, toza suv ishlatiladi.

Yuqorida ko'rsatilgan shartlarga rioya qilinsa, V , r , l doimiy qiymatga ega bo'ladi, nisbiy qovushqoqlikni o'lchash metodi o'shanga asoslangan, ya'ni

$$\frac{\pi^4}{8 l V} = k$$

bunda k -doimiy qiymatdir.

Bundan formula quyidagi shaklda o'zgaradi:

$$\eta = l P t$$

va nisbiy qovushqoqlik uchun quyidagicha yoziladi:

$$\frac{\eta}{\eta_{H_2O}} = \frac{k P t}{k P_{H_2O} t_{H_2O}} = \frac{P t}{P_{H_2O} t_{H_2O}}$$

bunda η_{H_2O} , P_{H_2O} , t_{H_2O} suvga tegishli, η , P va t tekshiriluvchi suyuqlikka tegishli bo'ladi.

Agar asbobga quyilgan suyuqlik ustuni bir xil balandlikda bo'lib, ular o'z og'irligi bilan oqib tushsa, bosimlar nisbati o'rniga zichliklar nisbati yozilishi mumkin:

$$\frac{P}{P_{H_2O}} = \frac{\gamma}{\gamma_{H_2O}}$$

Demak,

$$\frac{\eta}{\eta_{H_2O}} = \frac{\gamma \cdot t}{\gamma_{H_2O} t_{H_2O}}$$



bundan

$$\eta = \eta_{H_2O} \frac{\gamma \cdot t}{\gamma_{H_2O} t_{H_2O}}$$

suvning qovushqoqlik koeffitsiyenti birga teng deb qabul qilinsa,

$$\eta = \frac{\gamma \cdot t}{\gamma_{H_2O} t_{H_2O}}$$

kelib chiqadi.

Ma'lum hajmdagi suv va shuncha hajmli tekshiriluvchi suyuqlik kapillyardan qancha vaqt oqib tushishini (sekundomer yordamida) o'lchab va suyuqlik zichligini bilib (suvning zichligi 1 ga teng deb qabul qilinishi mumkin), tekshirilayotgan suyuqlikning qovushqoqlik koeffitsiyenti (nisbiy qovushqoqligi) yuqoridagi formula bilan topiladi.

YUQORI MOLEKULAR BIRIKMALARNING BO'KISHI VA ERISHI BO'KISH

Dispers fazadagi zarrachalar zollardagi kabi erkin harakatlanmay, balki o'zaro bog'langan kolloid iviqlar, boshqacha aytganda, **gellar** deb ataladi; dispersion muhit bog'langan zarrachalar o'rtasidagi oraliqni to'ldiradi. Zarrachalar qanday tuzilgani, bunda bog'larning xarakteri va mustahkamligiga qarab iviqlar elastik va elastikmas bo'ladi.

Elastikmas iviqlar shu iviqlarni ho'llaydigan har qanday suyuqlikni shimib oladi. Bunda iviqlarning hajmi deyarli o'zgarmaydi. Elastik iviqlar esa ho'llaydigan suyuqliklarning hammasini emas, balki ba'zilarini shimib oladi. Elastik iviqlar shimadigan suyuqliklarda iviq modda ko'pincha zol holatda yoki kimyoviy tarkibi jihatidan ularga o'xshab ketadigan suyuqlik holatda bo'lishi mumkin. Bunday iviqlar suyuqlikni tanlab shimib oladi. Elastik iviqlar suyuqlikni tanlab shimib olganda iviq hajmi g'oyat kattalashadi. Bu hodisa **bo'kish** deb ataladi. Bo'kish qobiliyati - yuqori molekulyar moddalarning eng xarakterli xossasidir. Jelatina va agar - agar faqat suvda yoki suvli eritmalarda bo'kadi, suyuq organik moddalarda esa bo'kmaydi. Kauchuk uglerod sulfida, benzolda va benzol hosilalarida bo'kadi, lekin suvda bo'kmaydi.



Iviq bo'kishi natijasida ko'pincha zol hosil bo'ladi. Masalan, gummiarabik suvda, kauchuk benzolda oldin bo'kadi, keyin kolloid eritmaga o'tadi. Aksariyat modda bo'kkandan keyin shundayligicha qoladi va zol hosil bo'lmaydi (sellyulozaning suvda, vulkanlangan kauchukning organik suyuqliklarda bo'kishi bunga misoldir).

Birinchi jins iviqlar - **cheksiz bo'kuvchi iviqlar** deb, ikkinchi jins iviqlar esa **ma'lum chegaragacha bo'kuvchi iviqlar** deb ataladi. Jelatina va agar - agar sovuq suvda ma'lum chegaragacha bo'kuvchi iviqlardan hisoblanadi, harorat oshirilsa cheksiz bo'kuvchi iviqqa aylanadi.

Iviqqa yutilgan suyuqlik miqdori, ko'pincha, iviqning quruq holdagi og'irligidan ancha oshib ketadi, natijada iviqning og'irligi ham, hajmi ham ko'payadi. Iviq hajmining kengayishi **bo'kish bosimi** kelib chiqishiga sabab bo'ladi. Bo'kuvchi modda hajmi kengayayotganda unga ta'sir etadigan to'sqinliklarga qarshi ko'rsatgan bosimi **bo'kish bosimi** deb ataladi.

Modda bo'kayotganda iviq hajmining kengayishi bilan bir qatorda barcha sistema siqiladi, ya'ni bo'kayotgan butun sistemaning umumiy hajmi quruq holdagi iviq va suyuqlikning boshlang'ich hajmlari yig'indisidan kam bo'ladi. Bu hodisa **kontraksiya** deb yuritiladi. Modda bo'kayotganda issiqlik chiqadi, bu issiqlik **bo'kish issiqlik effekti** deb ataladi.

Bo'kish haroratga, bosimga va eritilgan moddalar tabiatiga bog'liq. Jelatina va agar - agar hamda boshqa gidrofil gellar bo'kayotgan paytda suvda elektrolitlarning bo'lishi katta ahamiyatga ega.

Kislotalar va ishqorlarning bo'kishga qanday ta'sir etishi asosan eritmaning pH qiymatiga qarab aniqlanadi. Izoelektrik nuqtada iviqlar eng kam bo'kadi: vodorod yoki gidroksil ionlar konsentratsiyasi oshirilishi bilan avval bo'kish ko'payadi va ma'lum bir maksimumga borib yetadi, shundan keyin H^+ va OH^- ionlari konsentratsiyasi juda oshib ketganda yana kamaya boshlaydi. Muhitning pH qiymati taxminan 4,7 ga teng bo'lganda, jelatina juda kam bo'kadi, pH qiymati taxminan 3,2 ga teng bo'lganda esa jelatinanaing bo'kishi maksimumga ko'tariladi. Shuning singari, neytral tuzlar ham bo'kishga ta'sir qiladi.

Bo'kish hajmiy metod (moddaning bo'kishdan avvaligi va bo'kishdan keyingi hajmini o'lchab) yoki tortish metodi yordamida



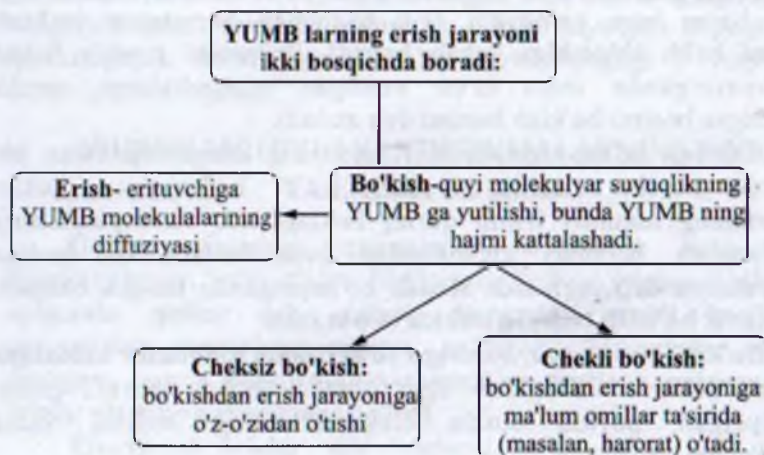
(bo'kish natijasida og'irlik ortishiga qarab) o'lchanishi mumkin.

Qaysi modda qanday bo'kkanini taqqoslab ko'rish qulay bo'lishi uchun bo'kish darajasi deb atalgan tushuncha qabul qilingan. Iviqning bo'kish natijasida kengaygan hajmini uning bo'kishdan avvalgi hajmiga nisbati **bo'kish darajasi** deb ataladi. Bo'kish darajasi odatda % bilan ifoda etiladi.

$$K_v = \frac{(V - V_0) \cdot 100}{V_0}$$

bunda V_0 - iviqning bo'kishdan avvalgi hajmi, sm^3 hisobida;

V - iviqning bo'kkandan keyingi hajmi, sm^3 hisobida.



Yuqori molekulyar amorf birikmalarning erish jarayonini quyi molekulyar suyuqliklarning o'zaro almashish jarayoniga o'xshatadilar. Quyi molekulyar ikki suyuqlikning aralashish jarayoni va polimerning erishi bir-biriga o'xshaydi.

Polimer erish jarayonining o'ziga xos xususiyatlarini makromolekulaning zanjirli tuzilishi vujudga keltiradi. Chiziqsimon polimer quyi molekulyar moddalardan farq qilib, erishdan avval bo'kadi. Bo'kish jarayonida polimer erituvchini o'ziga yutadi, bunda uning hajmi va og'irligi ortadi, o'zining mikroskopik bir jinsliligini yo'qotmagani holda u yumshoq va cho'ziluvchan bo'lib qoladi.

Bo'kish nima? Ma'lumki, ikki suyuqlik aralashganda birining molekullari ikkinchisining molekullari orasida tarqaladi.



Chunonchi, probirkadagi suvga spirt qo'shilganda, spirt molekulari suvda, suv molekulari spirtga tarqala boshlaydi va bu jarayon suv bilan spirt molekulari to'la aralashish bo'lguncha davom etadi. Har ikkala suyuqlikning molekulari o'lchami va harakatchanligi bir-biriga yaqin bo'lganligidan bu suyuqliklarning birini ikkinchisida va ikkinchisini birinchisida aralashish tezliklari ham bir xil bo'ladi.

Polimer birikma quyi molekulyar moddada eriyotganda suyuqlik molekulasini polimer makromolekulasiga nisbatan harakatchan bo'lganligidan kichik molekularning makromolekulalar orasiga diffuziyanishi ro'y beradi, polimer bo'kadi. Diffuziyanish polimerning tuzilishiga bog'liq: agar polimer amorf bo'lsa, egiluvchan makromolekulalar segmentlarining issiqlik harakati natijasida ularda bo'shliq paydo bo'ladi, suyuqlikning yutilishi ortadi. Bunda suyuqlik molekulari bo'shliqlarni to'ldirib, polimer molekulasini halqalarini bir-biridan ajrata boshlaydi. Bu hol makromolekulalarning bir-biridan uzoqlashishiga, yangi-yangi bo'shliqlar hosil bo'lishiga olib keladi. Hosil bo'lgan bo'shliqlarni yana erituvchi molekulari kelib to'ldiradi. Natijada hajm kattalashadi. Bu jarayon polimer makromolekulalari bir-biridan yetarli darajada o'zoqlasha boshlab, so'ng makromolekulalar bir-biridan ajralguncha, ya'ni eritmaga o'tguncha rivojlanadi. Shunday qilib, cheksiz bo'kish erishdir. Bo'kish esa o'zi erishdan oldin sodir bo'ladigan kinetik effektdir. Polimerning bo'kish va erishi molekulyar massaga bog'liq. Molekulyar massa qancha katta bo'lsa, bo'kish va, demak erish ham shuncha qiyin bo'ladi. Molekulyar massaning kamayishi bilan polimerning erishi, quyi molekulyar birikmalarning erishiga o'xshab boradi. Masalan, obdon destruksiyalangan kauchuk bo'kmay turib eriyveradi.

Shunday qilib, yuqori molekulyar birikmaning cheksiz bo'kish, ya'ni polimerning erishi ikki suyuqlikning o'zaro cheksiz aralashishi kabi bo'ladi. Sistemadagi bir komponent molekulasining egiluvchan uzun zanjirli tuzilishga ega ekanligi yuqorida keltirilgan ikki jarayon orasida farqqa sabab bo'ladi.

Polimerlarning chegarali bo'kish ham ma'lum. Chegarali bo'kish eritmaga o'tmaydigan bo'kishdir. Boshqacha aytganda, polimer ma'lum darajagacha bo'kkach, jarayon to'xtaydi va erish sodir bo'lmaydi. Buning sababi — yuqori molekulyar birikma bilan erituvchi o'zaro cheklangan aralasha olish imkoniyatiga egaligidir. Buning natijasida, jarayon oxirida, sistemada ikki faza — polimerning erituvchidagi to'yingan eritmasi va erituvchining polimerdagi to'yingan eritmasi (bo'kkan polimer) hosil bo'ladi.



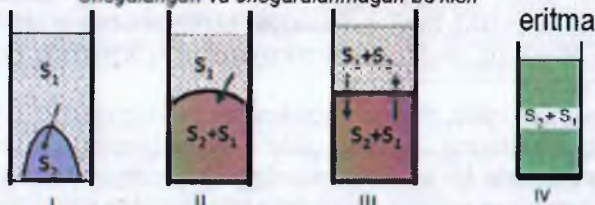
Chegarali bo'kishda bo'kkan polimerning hajmi va polimer eritmasining konsentratsiyasi doimiy bo'ladi.

Polimerning chegarali bo'kishi ikki suyuqlikning bir-biri bilan chegarali aralashishiga ko'p jihatdan o'xshash. Ko'pincha chegarali bo'kish (quyi molekulyar suyuqliklarning chegarali erishi ham) tajriba sharoitining o'zgarishi bilan cheksiz bo'kishga (erishga) o'tadi. Chunonchi, jelatina yoki agar-agar sovuq suvda chekli bo'ksa, temperatura ortishi bilan unda eriydi.

Polimer makromolekulalari orasida «ko'prik bog'» deb ataluvchi ko'ndalang bog'lar bo'lishi ham yuqori molekulyar birikmaning chegarali bo'kishiga sababchi bo'ladi. Makromolekulalar orasidagi mavjud bog' molekulalarning bir-biridan ajralishiga va eritmaga o'tishiga to'sqinlik qiladi. Ammo makromolekulaning «ko'prik»lar orasidagi qismlari o'zaro o'zoqlashishi, egilishi mumkin. Natijada erituvchi molekulalari makromolekulalar orasiga kirishi, ya'ni polimer bo'kishi mumkin. Bu jarayon fazoviy to'rsimon molekulada bo'kishga qarshi kuch paydo bo'lguncha davom etadi. Aytilganlarga vulkanlangan kauchukning benzolda bo'kishi misol bo'la oladi. Makromolekulalararo kimyoviy bog'ning ko'payishi bilan yuqori molekulyar birikmaning erishigina emas, hatto bo'kishi ham qiyinlashadi (masalan, ebonit). Fazoviy choklanishning pishiqligidan, ya'ni makromolekulalararo bog'ning ko'pligidan erituvchi molekulalari polimer ichiga diffuziyalana olmaydi.

Bo'kish

Chegalangan va chegaralanmagan bo'kish



YUMB larning erish bosqichlari ketma-ketligi





Bo'kish miqdorini aniqlash maqsadida polimerning bo'kish darajasi degan tushunchadan foydalaniladi. U

$$\alpha = \frac{m - m_0}{m_0} \cdot 100 \text{ yoki } \alpha = \frac{V - V_0}{V_0} \cdot 100$$

formula orqali aniqlanadi.

Bunda: m_0 — polimerning bo'kishgacha bo'lgan og'irligi;

m — polimerning bo'kishdan keyingi og'irligi.

V_0 va V_1 — mos hajmlar;

Namunaning bo'kish darajasini uning hajm o'zgarishi orqali ham aniqlash mumkin.

Makromolekulaning o'lchami katta bo'lganligidan polimerning bo'kish va erish jarayonlari o'zoq vaqtga cho'ziladi. Polimerii ma'lum vaqt oralig'ida tortish yoki uning hajm o'zgarishini o'lchash yo'li bilan polimerning bo'kish kinetikasini o'rganish mumkin.

Bo'kish bosqichlari

Birinchi bosqich. Polimer 20-30% gacha erituvchini yutib oladi. Birinchi bosqichda xarakatlantiruvchi kuch quyi molekulyar erituvchining YuMB ga **diffuziya**sidir. Oqsillarning suvda bo'kishida makromolekulalar gidratlanishi sodir bo'ladi. Buni turli xil funksional guruhlarning ionlanishida yuzaga keladigan suv dipollari va makromolekulalar zaryadlari orasidagi elektrostatik ta'sirlashuv bilan tushuntirish mumkin.

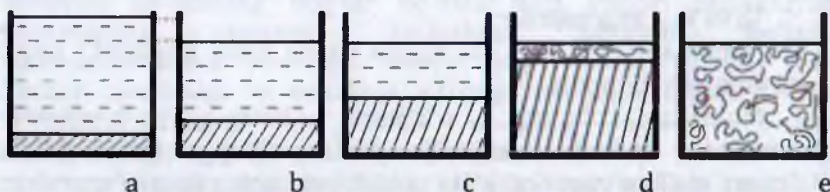
Gidrat qobiqning hosil bo'lishi issiqlik ajralib chiqishi bilan sodir bo'ladi $\Delta H < 0$.

Oqsil makromolekulasining gidrofilligi qancha katta bo'lsa, u shuncha ko'p suvni bog'lab oladi. Masalan, jelatina ivig'i quruq oqsil massasiga nisbatan 2 marta ko'p miqdordagi suvni bog'lab oladi. Bo'kishning birinchi bosqichida "oqsil-suv" sistemasining hajmi ortmaydi, odatda bir oz kamayadi, bu hodisa **kontraksiya** deyiladi. Kontraksiyaning sababi: gidrat qobiqda suvning oriyentasiyasi sistemaning zichlashishiga olib keladi, shuningdek suv molekulari makromolekula oraliqlari kiradi va kompakt sistema hosil qiladi.

Ikkinchi bosqich. Bo'kishning ikkinchi bosqichi issiqlik ajralib chiqmasdan boradi, 70-80% gacha suv yutiladi. Bu "erkin suv"



bo'lib, unda gidratlangan oqsil eriydi. Ikkinchi bosqichda xarakatlantiruvchi kuch **osmos** hisoblanadi, chunki gidratlangan oqsil yarim o'tkazgichli membrana hisoblanadi. Asta-sekin oqsilning hajmi ortadi, makromolekulalar orasidagi bog' kuchsizlanadi va ularning erkin konformasiyalari oshib boradi $\Delta S > 0$. Makromolekulalar orasidagi masofa ortib boradi, alohida makromolekulalar ochiladi va sekin erituvchiga diffuziyalanadi. Bunda bo'kish bosimi yuzaga keladi (100-1000 atm.gacha).



a-bo'kishgacha oqsil + suv sistemasi; b-bo'kishning birinchi bosqichi, kontraktsiya kuzatiladi; c-bo'kishning ikkinchi bosqichi, oqsilning hajmi ortishi kuzatiladi; d-oqsilning qisman erishi bilan bo'kishning ikkinchi bosqichi; e-oqsil eritmasining hosil bo'lishi

Yuqori molekulyar birikmalar erishining termodinamikasi

Polimerning mazkur erituvchida erish-erimasligini erituvchi hamda polimer moddaning fizik konstantalariga, erituvchi bilan polimer molekullari orasidagi energetik munosabatga asoslanib oldindan real aytib bo'lmaydi. Shuning uchun polimerning biror erituvchida erish jarayonini termodinamik nuqtai nazardan ko'rib chiqaylik.

Termodinamika kursidan ma'lumki, o'z-o'zidan boruvchi izotermik jarayonlar doimiy bosimda sistema termodinamik potensialining va doimiy hajmda erkin energiyaning kamayishiga olib keladi. Demak izotermik sharoitda polimer moddaning erituvchida o'z-o'zidan (tashhi kuch ta'sirisiz) erishi boshqa moddalar erishi kabi termodinamikaviy izobarik potensialning yoki erkin energiyaning ($V = \text{const}$) kamayishi bilan boradi. Aytilgan bu ikki funksiya tubandagicha ifodalanadi:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S; \quad \Delta F = \Delta U - T\Delta S.$$



Bunda G — termodinamikaviy izobarik potensial;

H — issiqlik sig'imi yoki entalpiya;

T — absolyut temperatura;

S — entropiya;

F — erkin energiya (izoxor potensial);

U — ichki energiya.

Keltirilgan tenglamalardan ko'rinadiki, sistema termodinamik potensialining yoki erkin energiyasining kamayishi va demak polimer moddaning o'z-o'zidan erishi uchun ΔG va ΔF manfiy qiymatga ega bo'lishi kerak:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S < 0 \text{ yoki } \Delta F = \Delta H - T\Delta S < 0$$

Boshqacha aytganda, $\Delta H < 0$ yoki $\Delta U < 0$ bo'lganda jarayon o'z-o'zicha sodir bo'ladi.

Egiluvchan zanjirsimon molekulali amorf polimerning erish jarayonida erish issiqlik effekti uncha katta bo'lmaganligi uchun $T \Delta S > \Delta H$ yoki $T \Delta S > \Delta U$ bo'ladi. Ammo qutbli polimerlarning erishi jarayonida ichki energiyaning o'zgarishi erish issiqlik effekti qiymatidan muhimroq rol o'ynashi mumkin.

Kristall polimerlarning erish jarayonida ham ichki energiyaning roli katta, chunki kristall polimerning erishi quyi molekulali kristallarning erishi kabi kristall panjaraning buzilishi bilan boradi; kristall panjarani buzish uchun esa energiya sarflanadi. Shuning uchun ham kristall polimerning erish jarayonida issiqlik yutiladi. Kristall polimerning o'z-o'zicha erishi uchun polimer molekulasining erituvchi molekulasini bilan ta'sirlashuv kuchi katta bo'lishi kerak. Bu holda polimer molekulasini solvatlanadi va ajralib chiqayotgan issiqlik kristall panjaraning buzilishiga sarflanadi.

Shunday qilib, egiluvchanlik darajasi va o'zaro ta'sir etuvchi guruhlar xarakteri hamda polimerning fazoviy holatiga qarab entropiya va ichki energiya polimerning erish jarayoniga turlicha ta'sir etadi.

Ikki elastik polimer aralashganda egiluvchan molekulalar zanjiri bir-biriga istalgan formada joylashishga halaqit berganligi uchun aralashmada qo'shimcha molekulalar o'rinishi sodir bo'lmaydi. Natijada ikki polimer aralashuvining molyar entropiyasi turg'un bo'lib, ideal aralashuv entropiyasiga teng bo'ladi. Demak, bunday aralashmalarda molekulyar massaning ortishi bilan aralashuv



entropiyasining qiymati nolga yaqinlashadi va ikki polimerning aralashish jarayoni faqat erish issiqligining ishorasiga bog'liq bo'lib qoladi. Issiqlik effekti musbat bo'lsa, polimerlar bir-birlarida eriydi, agar issiqlik effekti manfiy bo'lsa, polimerlar bir-birlarida erimaydi.

Bo'kish

Cheksiz bo'kish-polimer avvaliga erituvchini o'ziga yutadi, so'ngra ayni haroratda bir fazali gomogen sistema hosil qilib eritmaga o'tadi. Kauchuklar uglevodorodlarda, biopolimerlar suvda ana shunday bo'kadi.

Chekli bo'kish-tarkibida kimyoviy bog'-ko'prik saqllovchi polimerlarda sodir bo'ladi. Bunda polimer molekulalari bir-biridan uzilmaydi va eritmaga o'tmaydi. Bunday bo'kuvchi polimerlarga vulkanlangan kauchuk kiradi. Vulkanlangan kauchuk tarkibida ko'prik bog'lar bo'lib, bu vazifani oltingugurt atomlari bajaradi.

Termodinamik nuqtai-nazaridan bo'kish jarayoni Gibbs energiyasining

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S < 0$$

kamayishi bilan xarakterlanadi va ikki bosqichdan iborat bo'ladi:

I - bosqich - energetik bosqich bo'lib, polimerlarning solvatlanishi (gidratlanishi) bilan xarakterlanadi:

$$\Delta H < 0; \Delta S \approx 0$$

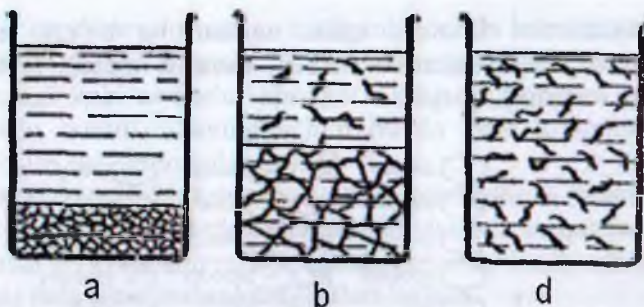
Bunda $/T\Delta S/ < /\Delta H/$, shuning uchun $\Delta G < 0$ entalpiyaning kamayishi hisobiga (ekzotermik bosqich) o'zgaradi (kamayadi);

II - bosqich-YuMB turining buzilishi bilan sodir bo'lib, bu vaqtda polimerning hajmi ortadi, shuning uchun entropiya oshadi, entalpiya esa deyarli o'zgarmaydi:

$$\Delta H \approx 0; \Delta S > 0; T\Delta S > 0$$

Gibbs energiyasining kamayishi $\Delta G < 0$ entropiyaning ortishi hisobiga sodir bo'ladi.

Quyidagi rasmda YuMBning quyi molekulyar suyuqlikda erish ketma-ketligi ko'rsatilgan:



Quyidagi molekulyar suyuqlikda YuMB o'zaro erishining ketma-ket bosqichlari

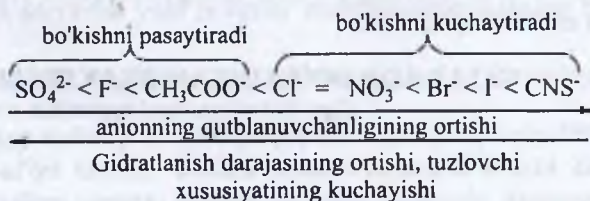
Bo'kish bosimining hisoblash uchun Poznyakning empirik tenglamasidan foydalaniladi:

$$P_{bo'kish} = K \cdot c^n$$

bu yerda K-erituvchi va polimerning tabiatini bog'lovchi konstanta, c – YuMBning konsentratsiyasi, $n \approx 3$, YuMBning va erituvchining tabiatiga bog'liq emas.

Bo'kish jarayoniga ta'sir etuvchi omillar

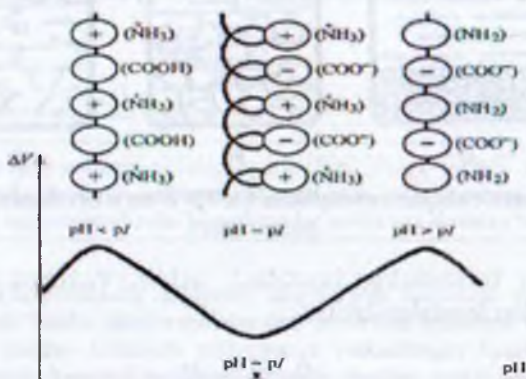
Bo'kish darajasi erituvchining va polimerning tabiatiga bog'liq. "O'xshash o'xshashlarida" qoidasiga muvofiq qutbli biopolimerlar (oqsillar, polisaxaridlar, nuklein kislotalar) suvda yaxshi bo'kadi. Polimerlarning suvda bo'kishiga elektrolitlarning ishtiroki va muhitning pH qiymati ta'sir ko'rsatadi. Elektrolitlar ta'siri asosan anionlarga bog'liq, kationlar kam ta'sir ko'rsatadi. Shu bilan birga bir anion bo'kishni kuchaytirsa boshqasi susaytiradi:



Polimerlarning bo'kishiga muhit pH ining ta'siri ko'proq oqsil eritmalarida namoyon bo'ladi, chunki ularning molekullari –



polamfolitlardir. Shunday qilib, oqsillarning bo'kish minimumi izoelektrik nuqta sohasida bo'kish darajasi ortadi, maksimumga erishadi va yana kamayadi:



Oqsillarning bo'kishiga eritma pH qiymatining ta'siri

Izoelektrik nuqtada bo'kish darajasi kichik qiymatga ega, chunki har xil zaryadlangan zarrachalar bir - biriga tortilishadi, makromolekulaning konformasiyasi zichlashadi va bo'kish xususiyati kamayadi. Izoelektrik nuqtaning qiymatiga qarab makromolekula musbat yoki manfiy zaryadlanadi. Bir xil zaryadli ionlar bir-biridan itarilishib, makromolekulaning tuzilishini buzadi va polimerning bo'kish xususiyati ortadi.

Bo'kish jarayoniga biopolimerning yoshi ta'sir ko'rsatadi: u qancha yosh bo'lsa, bo'kuvchanligi shuncha yuqori bo'ladi.

Bo'kish jarayoniga harorat ham ta'sir ko'rsatadi: qizdirilganda polimerning bo'kish tezligi ortadi, to'yingan bo'kish darajasi esa kamayadi.

GELLARDA BO'LADIGAN REAKSIYALAR

Diffuziya jarayoni toza suyuqliklarda qanday tezlikda borsa, tarkibida kichik konsentratsiyali kolloid modda bo'ladigan gellar ham taxminan shunday tezlikda boradi, ammo gellarda eritilgan moddalar orasida bo'ladigan reaksiyalar o'ziga xos boshqacha tezlikda boradi.



Gellar strukturasi shunday tuzilganki, bunda konveksion oqim vujudga kelmaydi va o'zaro ta'sir etuvchi suyuqliklar zarrachalari eritmalaridagi kabi aralasha olmaydi. Diffuziya jarayoni gellarda ancha sekin boradi. Shuning uchun bunda yirik kristallar hosil bo'lishi uchun sharoit vujudga keladi.

Agar kimyoviy reaksiya natijasida erimaydigan mahsulotlar hosil bo'lsa, cho'kma, odatda gel ichida bir tekisda tarqalmay, balki qavat –qavat bo'lib ajralib turadi, qavatlar orasida esa hyech qanday cho'kmasiz juda tiniq mahsulot qavatlari bo'ladi.

Qavat – qavat bo'lib, ajralib chiqqan erimaydigan modda cho'kmalari, odatda, **“Lizegang halqalari”** deb ataladi.

Kristallanish jarayoni turli kolloid sistemalarda turlicha tezlik bilan boradi. V.A.Kargin va Z.Ya.Berestneva olgan natijalarga ko'ra, kristallanish jarayoni oltin zolida (xona temperaturasida) 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.

Kolloid elektrolitlar oddiy elektrolitlar kabi elektr o'tkazuvchanlik qobilyatiga ega. Ularning elektr o'tkazuvchanligi ikkita tarkibiy qismdan tashkil topadi. Biri-kolloid zarrachalarning harakatidan kelib chiqqan elektr o'tkazuvchanlik, ikkinchisi-dispers sistemalaridagi elektrolitlar tufayli vujudga keladigan elektr o'tkazuvchanlikdir.

Kolloid zarrachalar orasida yoki polimerlarning makromolekulalari orasida molekulyar tutinish kuchlari ta'sir etishi tufayli ichki strukturalar hosil bo'lishi natijasida o'z oquvchanligini batamom yo'qotgan sistemaga **iviq yoki gel** deyiladi. Kolloid sistemalarda gelga aylanish va polimerlar eritmalarining **ivish jarayoniga**:

Kolloid zarracha yoki polimer makromolekulasining shakli va o'lchami;

Dispers faza va dispersion muhit miqdorlari orasidagi nisbat (ya'ni dispers fazaning konsentratsiyasi);

Harorat;

Vaqt;

Elektrolit qo'shilishi katta ta'sir ko'rsatadi.

Turli anionlarning ivish tezligiga ta'siri:

$\text{SO}_4^{2-} > \text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7^{-3} > \text{C}_4\text{H}_6\text{O}_6^{-2} > \text{CH}_3\text{COO}^- > \text{Cl}^- > \text{ClO}_2^- > \text{NO}_2^- > \text{Br}^- >$



I > CNS

Strukturalar hosil qilgan sistemaning (gelning) strukturalar hosil qilmagan sistemaga (zolga) izotermik aylanishi **tiksotropiya** deyiladi.

zol $\longleftrightarrow$ gel iviq $\longleftrightarrow$ eritma

Gelning zolga aylanish jarayoni silkitish, chayqatish, aralashtirish, ultrtovush ta'siri natijasida sodir bo'ladi.

Tiksotropik o'zgarishlar vaqtida dispers faza zarrachalari o'zaro birikmaydi ya'ni sistemaning disperslik darajasi o'zgarmaydi.

Gelning o'z-o'zicha 2 qavatga (suyuq eritma va zich gel qavatlariga) ajralish jarayoni **sinerezis** deyiladi.

POLIMER ERUVCHANLIGIGA MOLEKULAR MASSA, ERITUVCHI TABIATI VA TEMPERATURANING TA'SIRI

Polimer makromolekulasi bilan erituvchi molekulalari orasidagi munosabatning makromolekula egiluvchanligiga ta'siri muhim jarayonlardan biridir.

Makromolekula zanjiri egiluvchanligi erkin ichki aylanma harakatga, ya'ni molekulalararo ta'sirga bog'liq bo'lganligi uchun polimerning erish jarayonida makromolekula bilan erituvchi molekulalari orasida vujudga keladigan ta'sir zanjirsimon makromolekula egiluvchanligiga ta'sir etadi. Agar erish issiqlik effekti musbat bo'lsa, egiluvchanlik ortishi ham, kamayishi ham mumkin. Shuning uchun agar polimerning quyi gomologlari issiqlik ajratish bilan erisa, polimerning o'zi yo butunlay erimasligi, yoki ma'lum miqdorda erigan bo'ladi.

Polimer makromolekulasi bilan erituvchi molekulasining o'zaro ta'siri natijasida makromolekula zanjirining egiluvchanligi o'zgaradi. Agar erish jarayonida makromolekulaning egiluvchanligi yuqolsa, ya'ni erish entropiyasi keskin kamayib ketsa, polimerning erishi qiyinlashadi, va hatto, mutlaqo to'xtaydi; agar erish jarayonida egiluvchanlik ortsa, polimerning erishi osonlashadi. Aytilganlardan ma'lumki, polimer eriyotganda makromolekulaning egiluvchanligi o'zgaradi va shu bilan polimerning erish jarayoni quyi molekulyar birikmalarning erish jarayonidan farqlanadi. Shuning uchun ham molekulyar massa oshgan sari polimerning eruvchanligi kamayadi; molekulyar massasi juda katta bo'lgan polimerlar molekulyar massasi kichik polimerlarga nisbatan qiyin eriydi. Polimerning



erishi eritmadagi molekula zanjirining butun harakati bilan emas, balki shu molekulaning egiluvchan qismlari harakati bilan bog'liq bo'lganligi uchun polimerning molekulyar massasi termodinamik segmentning molekulyar massasidan oshganda eruvchanlik molekulyar massaga bog'liq bo'lmay qoladi. Boshqacha aytganda, molekulaning egiluvchanligi ham, uzunligi ham segment o'lchamidan katta bo'lsa, polimerning eruvchanligi molekulyar massaga bog'liq bo'lmaydi. Bundan xulosa shuki, polimerning yuqori molekulyar fraksiyalari juda suyultirilgan (bunda har bir molekula alohida kinetik birlik hisoblanadi) eritmalardagina cho'kmaga tushiriladi.

Endi polimer eruvchanligiga temperaturaning ta'sirini ko'raylik: ma'lumki, temperaturaning ortishi bilan modda eruvchanligi ortadi. Bu hol $\Delta F = \Delta U - T\Delta S$ tenglamadan yaqqol ko'rinib turibdi. Haqiqatan, temperatura ortishi bilan tenglamaning $T\Delta S$ qismi ortadi. Agar ma'lum temperaturada polimer erimasa, ya'ni $\Delta F > 0$ bo'lsa, temperatura ortishi bilan tengsizlik ishorasi teskariga aylanadi va natijada eruvchanlik ortadi.

$$\Delta U - T_{kr}\Delta S = 0$$

tenglamadan aralashuv kritik temperaturasini topish mumkin:

$$T_{kr} = \frac{\Delta U}{\Delta S}$$

POLIMER POLIELEKTROLITLAR VA ULARNING XOSSALARI

Polimer polielektrolitlar polimer-noelektrolitlardan xuddi quyi molekulyar elektrolitlar noelektrolitlardan nimasi bilan farq qilsa, shunday farq qiladi.





Kislota tipidagi polielektrolitlar tarkibida - COO⁻ (gummiarabik, alginatlar, eruvchan kraxmal) yoki - OSO₃⁻ (agar-agar) guruhlar bo'ladi.

Asos tipidagi polielektrolitlar tarkibida -NH₃⁺ kabi guruhlar bo'lib, ular sintetik usulda olinadi.

Poliamfolitlar - tarkibida ham kislotali, ham asosli guruhlar bo'lgan tabiiy va sintetik YuMB dir.

Oqsillar tabiiy poliamfolitlardir. Makromolekulasining fazoviy tuzilishiga ko'ra:

Globulyar;

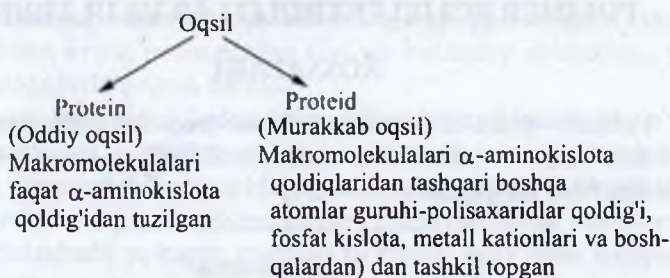
Globulyar oqsillar sferik yoki ellipsoid shaklga ega bo'ladi.

Masalan, gemoglobin. Globulyar oqsillar noaminokislota fragmentlariga - prostetik guruhlarga ega bo'ladi. Gemoglobinda - gel (prostatik ya'ni noaminokislota fragmenti) bo'ladi.

Fibrillyar oqsillarga bo'linadi.

Fibrillyar oqsillar bir yoki bir nechta polipeptid zanjirlaridan iborat bo'lib, ularning molekulari cho'zilgan bo'lib, ularning uzunligi diametridan bir necha marta katta bo'ladi. Bunday tuzilishli oqsillar biriktiruvchi, elastik va qisqaruvchi to'qimalar, soch va teri oqsillaridir.

Oqsil- α -aminokislota qoldiqlaridan tuzilgan, polipeptid zanjiridan iborat bo'lgan tabiiy yuqori molekulyar birikmalar (biopolimerlar)dir. Oqsillar tarkibiga ko'ra 2 ga bo'linadi:



Peptid va oqsillar α -aminokislotalardan tuzilgan yuqori molekulyar birikmalardir. Molekulasida 100 tagacha aminokislotalar qoldiqlari saqlagan yuqori molekulyar birikmalar **peptidlar**, 100 dan ortiq aminokislotalar qoldiqlarini saqlaganlari esa **oqsillar** deyiladi.



Peptidlar oqsillardan biologik nuqtai nazardan o'z faoliyatlarining cheklanganligi bilan farq qiladi. Peptidlar uchun boshqaruvchanlik xossalari ko'proq xos.

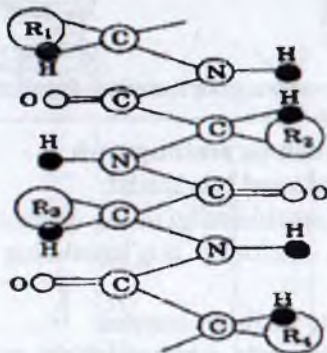
Oqsillar esa ferment, gormon, tuzuvchi, tashuvchi, qisqaruvchi, himoya vazifalarini bajaradi.

Oqsillar suvda eruvchanligiga ko'ra **globulyar va fibrillyar** oqsillarga bo'linadi. **Globulyar oqsillar**-oddiy oqsillar bo'lib, suvda shuningdek kislota va ishqorlarning suvli eritmalarida eriydi (masalan, tuxum oqsili albumin), **fibrillyar oqsillar**-suvda erimaydi (Masalan; keratin).

Oqsillarning tuzilishi

Oqsillar murakkab tuzilishli bo'lib, birlamchi, ikkilamchi, uchlamchi va to'rtlamchi tuzilishlar farqlanadi. Ya'ni oqsillar birlamchi, ikkilamchi, uchlamchi va to'rtlamchi tuzilishga ega.

Oqsilning birlamchi strukturasi (tuzilishi) deganda oqsil molekulasining peptid (amid) bog'lar orqali ketma-ket tuzilishi tushuniladi.



Oqsilning birlamchi strukturasi

Oqsil tuzilishining polipeptid nazariyasini XX asr boshlarida E. Fisher taklif etgan. Insulin $C_{254}H_{377}N_{65}O_{75}S_6$ (gormon)ning birlamchi tuzilishga ega ekanligi birinchi marta 1954 yilda ingliz biokimyogari F. Sendjer tomonidan aniqlangan.

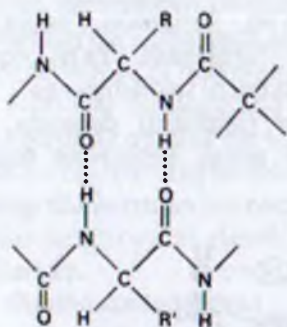
Uning molekulasi 2 ta polipeptid zanjiridan iborat bo'lib, ular bir-biri bilan bog'langan (bir zanjirida 21 ta, ikkinchisida 30 ta aminokislota qoldig'i bor).



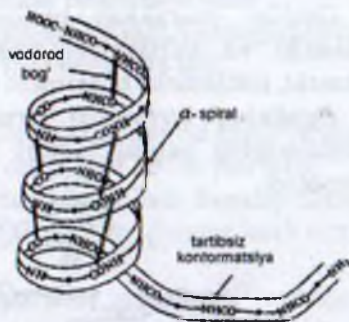
M_r (insulin) = 5700).

Oqsillarning nisbiy molekulyar massalari 5 mingdan o'nlab milliongacha oraliqda o'zgaradi. Oqsil molekulasining xossasi nafaqat uning birlamchi tuzilishiga, balki polipeptid zanjirining konfiguratsiyasiga ham bog'liq.

Ikkilamchi tuzilish. Valent burchaklarga va aminokislota qoldiqlarining o'zaro joylashishiga mos ravishda polipeptid zanjir, odatda, spiralsimon (karboksil va aminoguruhlarining orasida hosil bo'ladigan ichki molekulyar vodorod bog'lanish natijasida) buralgan bo'ladi. Bu oqsillarning **ikkilamchi tuzilishi** deyiladi. Zanjirlar buralishining asosiy ikki xil usuli mavjud: α -spiral va β -spiral.



Karboksi guruh va aminoguruh orasidagi vodorod bog'lanish



α -spiral

Spiralning mustahkamligi uning qo'shni o'ramlardagi CO va NH guruhlar orasida vodorod bog'lanishning hosil bo'lishi bilan $\text{-}\overset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}\text{-}$ va -NH-

aniqlanadi. Nazariy jihatdan hamma $\overset{\text{O}}{\underset{\text{||}}{\text{C}}}$ guruhlar vodorod bog'lanish hosil qilishda ishtirok etishi mumkin, shuning uchun ikkilamchi tuzilish juda mustahkam bo'ladi.

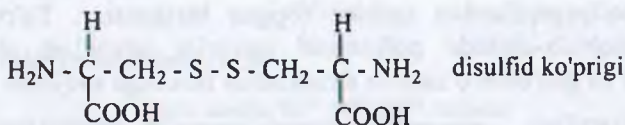
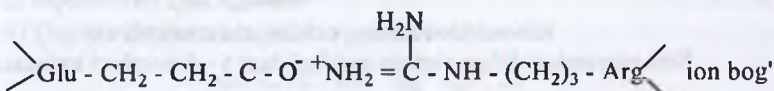
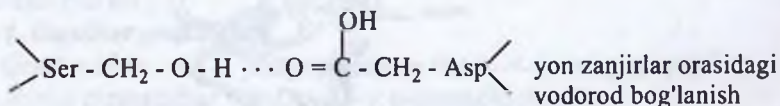
Ikkilamchi tuzilish 1951 yilda L. Poling tomonidan taklif etilgan.

Oqsilning uchlamchi tuzilishi - spirallarning fazoviy konfiguratsiyasi.

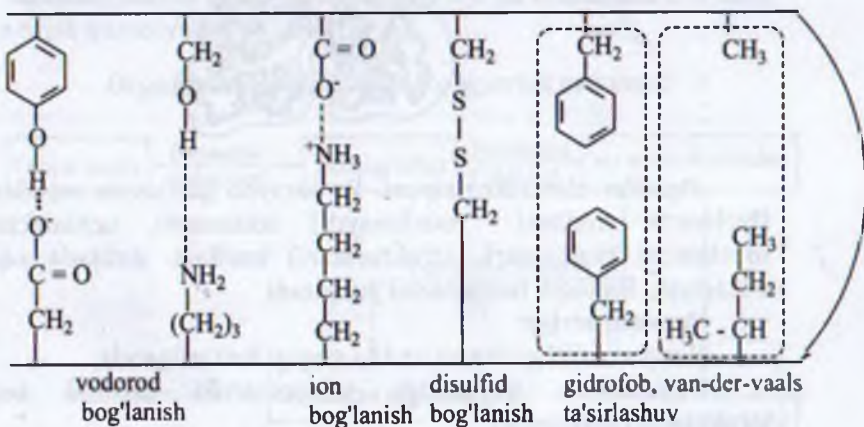
Uchlamchi tuzilish polipeptid zanjiriga birikkan funksional guruhlarning o'zaro ta'siri natijasida saqlanib turadi. Turli funksional guruhlarning ta'sirlashuvi natijasida polipeptid zanjirlarda **disulfid (-S - S-) ko'prigi, karboksil va**



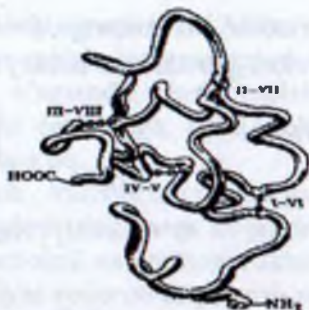
aminoguruhlar orasida tuz ko'prigi ($\text{NH}_3^+/\text{COO}^-$) (ion bog'); (-karboksil va gidroksil guruhlar orasida) murakkab efir ko'prigi ($-\text{O}-\text{C}(=\text{O})-$) hosil bo'ladi:



Uchlamchi tuzilishni barqarorlovchi bog'lar



Natijada polipeptid zanjirlar fazoda ma'lum shaklni egallab, oqsilning uchlamchi tuzilishini hosil qiladi:



Ribonukleazaning uchlamchi strukturasi
Rim raqamlari bilan sistein qoldig'idagi S - S bog'lari ko'rsatilgan

To'rtlamchi tuzilish-bir nechta uchlamchi tuzilishga ega bo'lgan polipeptidlardan tashkil topgan birikmalar. To'rtlamchi tuzilish alohida-alohida polipeptid zanjirlar orasidagi vodorod bog'lanish va gidrofob o'zaro ta'sirlanishlar hisobiga saqlanib turadi.



Oqsillar denaturatsiyasi. Bu jarayon natijasida oqsillarning (birlamchi tuzilishi buzilmaydi) ikkilamchi, uchlamchi va to'rtlamchi tuzilishlari (strukturalari) buziladi, natijada oqsillar o'zlarining biologik faolliklarini yo'qotadi.

Denaturatsiya:

Harorat 60°C gacha va undan yuqori ko'tarilganda;

Oksidlanish, qaytarilish jarayonlarida disulfid bog'lari buzilganda (uzilganda);

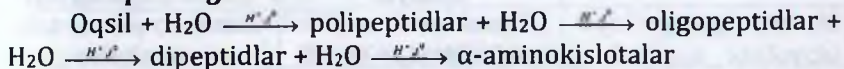
Kuchli akseptorlar (mochevina, tuzlar va boshqalar) ta'sirida vodorod bog'lanishlar uzilganda;

Fizikaviy ta'sirlar (ultratovush, turli xil nurlar ta'sirida va h.z) natijasida sodir bo'ladi.



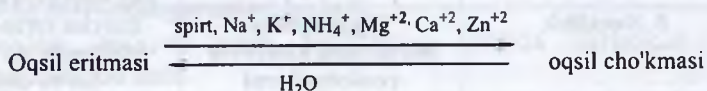
Oqsillarning aminokislota qoldiqlari radikallarida turli xil funksional guruhlar bo'ladi. Shuning uchun oqsillar oksidlanish-qaytarilish, eterifikatsiya, alkilash, nitrolash reaksiyalariga kirishadi hamda asos va kislota sifatida tuzlar hosil qiladi (oqsillar amfoter biopolimerlardir).

1. Oqsillar gidrolizi:

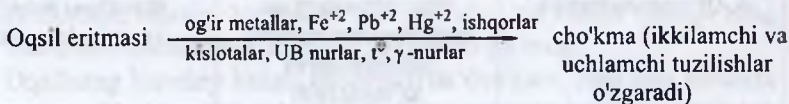


2. Oqsillarni cho'ktirish:

a) Qaytar denaturatsiya:

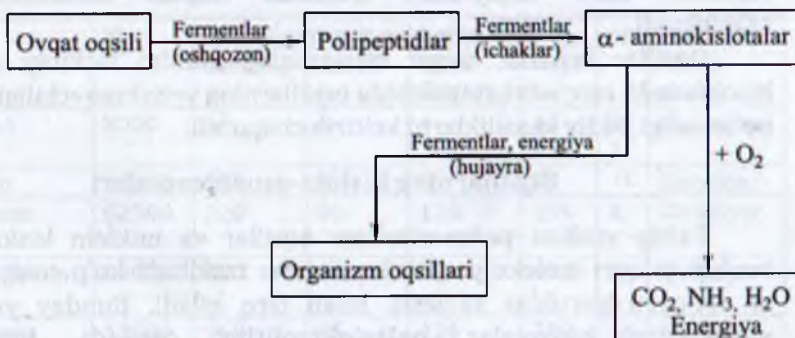


b) Qaytmas denaturatsiya:



Masalan; tuxum oqsili-albumin 60-70°C da eritmadan cho'kadi, suvda erish xususiyatini yo'qotadi.

Organizmda oqsillarning o'zgarish sxemasi:





Oqsillar yer yuzasida barcha tirik jonzotlarning asosi hisoblanadi va ko'pgina funksiyalarni bajaradi:

1. Plastik	Hujayra qurilish materiali	Masalan; kollagen, membrana oqsillari
2. Transport	Turli moddalarni tashiydi	Masalan; gemoglobin (O_2 va CO_2 tashiydi)
3. Himoya	Organizm uchun yot moddalarni yo'qotadi	Masalan; qon zardobi γ -globulini
4. Energetik	Organizmni energiya bilan ta'minlaydi	1 g oqsilning parchalanishidan 17,6 kDj energiya ajraladi
5. Katalitik	Organizmدا boradigan kimyoviy reaksiyalarni tezlashtiradi	Barcha fermentlar kimyoviy tarkibiga ko'ra oqsil hisoblanadi. Masalan; ribonukleaza
6. Qisqaruvchanlik	Organizmdagi va hujayradagi barcha harakatlarni ta'minlaydi	Masalan; miozin (mushak oqsili)
7. Regulyator	Organizmدا almashinuv jarayonlarini boshqaradi	Gormonlar, masalan, insulin (glukoza almashinuvi)

Oqsillar organizmda spetsifik (maxsus) vazifalarni bajaradi: Masalan, nerv hujayralari o'rtasida impuls almashinuvini ta'minlaydi.

Oqsillar insonlar ovqat ratsionining muhim tarkibiy qismi hisoblanadi: oziq -ovqat tarkibida oqsillarning yetishmovchiligi yoki bo'lmasligi jiddiy kasalliklarni keltirib chiqaradi.

Oqsillarning kislota-asosli xossalari

Tabiiy muhim polimerlardan: oqsillar va nuklein kislotalar boshqa yuqori molekulyar birikmalardan tarkibida ko'p sonli turli xil ionogen guruhlar saqlashi bilan farq qiladi. Bunday yuqori molekulyar birikmalar **polielektrolitlar** deyiladi. Ionogen guruhning xarakteriga ko'ra kuchli va kuchsiz polikislotalar, poliasoslar, polituzlar va poliamfolitlar farqlanadi. Tabiiy kuchli polikislotalarga agar-agar kiradi. Agar-agar qon geparinining yagona



antikoagulyanti bo'lib, uning tarkibida sulfat kislota qoldig'i, karboksil guruhli kuchsiz kislota-pektin, poligalakturon kislota bo'ladi. Tabiiy poliasos va polituzlar mavjud emas, ammo bunday polielektrolitlarni tarkibiga asos va tuz guruhlarini saqlovchi monomerlardan polivinilamin, polivinilpiridiy bromidni va boshqalarni sintez qilib olish mumkin.

Oqsillar poliamfolitlar hisoblanadi. Oqsillarning yonaki zanjirlarida kislotali, asosli xarakterga ega bo'lgan ionlovchi guruhlar bo'ladi. Masalan, asparagin va glutamin kislotalarda karboksil guruhlar, lizinda aminoguruh, tirozinda gidroksil guruh, sisteinning merkaptoguruhleri bo'ladi.

Bundan tashqari oqsil zanjirining oxirida karboksil va aminoguruhlar bo'ladi.

Oqsil eritmasida pH ning ma'lum qiymatida ionlashadigan karboksil guruhlar soni protonlanadigan aminoguruhlar soniga teng bo'ladi, demak, manfiy zaryadlar soni, musbat zaryadlar soniga teng ya'ni makromolekulaning umumiy zaryadi 0 ga teng.

Oqsilning bunday holati **izoelektrik** deyiladi. Ana shu holatda eritmaning pH qiymati izoelektrik holatga yaqinlashadi va oqsilning izoelektrik nuqtasi deyiladi va pI bilan belgilanadi. Elektrik holatda oqsil bipolyar ion holida bo'ladi:

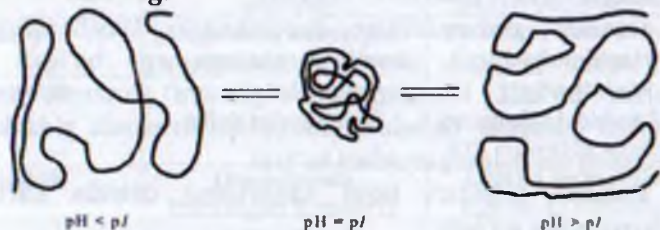


Ba'zi oqsillarning xarakteristikallari

Oqsil	M	Aminokislotalar qoldiqlari soni				pI	Makromolekula shakli
		Umumiy	Asosli (n)	Kislotali(m)	Neytral		
Insulin	8000	50	6	4	40	8, 2	Globulyar
Pepsin	22000	150	4	71	75	~1	Globulyar
Albumin	62000	520	99	126	295	4, 7	Globulyar
Gemoglobin	66000	570	94	52	430	6, 8	Globulyar
Kollagen	135000	960	85	124	750	~6	Fibrilyar
Fibrinogen	360000	~2000	400	400	60%		



Oqsillarning suvli eritmalarida suv dipollari COO^- va NH_3^+ guruhlarini o'rab olib gidrat qobiq hosil qilib joylashadi. makromolekulaning fazoviy shakliga muhit kislotaligining ta'siri pH bilan oqsil eritmasining barcha fizik-kimyoviy xossalari bog'liqligi aniqlanadi. Quyidagi rasmda muhit pH ining makromolekula shakliga ta'siri keltirilgan:



Viskozimetriya. YuMB eritmalarini

1. Agar Shtaudinger tenglamasidagi konstantalar: $K = 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{kg}$, $\alpha = 0,66$ va xarakteristik qovushqoqlik $0,8 \text{ m}^3/\text{kg}$ ga teng bo'lsa, geksanda erigan sellyulozaning molekulyar massasini aniqlang.

Yechish: Mark-Xauvink tenglamasi

$$[\eta] = KM^\alpha \text{ dan}$$

$$M = \sqrt[\alpha]{\frac{[\eta]}{K}} = \sqrt[0,66]{\frac{0,8}{1,8 \cdot 10^{-4}}} = 336500$$

2. 1 l eritma tarkibida 5 g amiloza bor. Bu eritmaning osmotik bosimi 27°C da $0,388 \text{ mm}$.simob.ustuniga teng. Amilozaning molyar massasini aniqlang. ($\beta=1$).

Yechish: YuMB eritmalarining osmotik bosimini hisoblash uchun Galler tenglamasidan foydalaniladi:

$$P_{osm} = \frac{RT}{M} \cdot C + \beta C^2$$

Massaviy konsentratsiyani hisoblaymiz:

$$C = \frac{m}{V} = \frac{5 \cdot 10^{-3}}{1 \cdot 10^{-3}} = 5 \text{ kg/m}^3$$



Osmotik bosimni paskallarda ifodalaymiz:

$$P_{osm} = \frac{0,388 \cdot 101325}{760} = 51,73 \text{ Pa}$$

Galler tenglamasidan foydalanib YuMB ning molyar massasini hisoblaymi:

$$M = \frac{RTC}{P_{osm} - \beta C^2} = \frac{8,31 \cdot 300 \cdot 5}{51,73 - 1 \cdot (5)^2} = 466 \text{ kg/mol}$$

Bo'kish

1. Massasi 3,5 g bo'lgan polimer aseton solingan idishga tushirildi. 1 soatdan so'ng polimerning massasi 1,5 g ga ortdi. Bo'kish darajasini hisoblang.

Yechish: $\alpha = \frac{(m - m_0)}{m_0} \cdot 100$ formula bo'yicha

$$\alpha = \frac{5 - 3,5}{3,5} \cdot 100 = 42,86\%$$

Kolloid dispers sistemalar va YuMB eritmalarining struktur hosil qilishi

Kolloid sistemalar va YuMB eritmaları ba'zi sharoitlarda fazoviy struktura: a) gel; b) iviq hosil qilish xususiyatiga ega. Gellar va iviqlar bog'langan dispers sistemalaridir.

gellar-ichki strukturalar hosil bo'lishi natijasida oquvchanligini yo'qotgan kolloid sistemalaridir.

gellar hosil bo'lishi-zollarning gelga aylanish jarayoni.

iviqlar-ichki strukturalar hosil bo'lishi natijasida oquvchanligini yo'qotgan YuMB eritmaları. Elastik.

Iviqlanish-YuMB eritmalarining iviqga aylanish jarayoni.

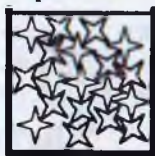
Gel hosil bo'lishining asosiy qonuniyatlari

Gel hosil bo'lishi koagulyatsiya kabi kolloid sistemalarning agregativ barqarorligi pasayishi natijasida sodir bo'ladi. Biroq, koagulyatsiya bilan gel hosil bo'lishi orasida farq bor. Koagulyasiyada barqarorlik omili to'liq harakatdan to'xtaydi, dispers faza zarrachalari agregativ barqarorligini yo'qotadi va zich



cho'kma hosil bo'ladi. Gel hosil bo'lishida barqarorlik omili harakati qisman barqarorlashmagan zollarda faqatgina zarracha sirtining ba'zi sohalarida: bo'rtiqlarida, qirralarida va burchaklarida sekinlashadi.

Zarrachalar ushbu sohalar bilan ta'sirlashadi va fazoviy to'r hosil qiladi, uning kataklarida dispersion muhit joylashadi:



Turli shakldagi zarrachali zollarda struktur hosil bo'lishi

Zarrachalarning bog'lanishlar joyida gel hosil bo'lishi jarayoni boshida dispersion muhit qatlamlari qoladi, shuning uchun bunday strukturalar elastik bo'ladi va ular koagulyatsion strukturalar deyiladi.

Gel hosil bo'lish jarayoniga quyidagilar ta'sir qiladi:

Zol konsentratsiyasi-konsentratsiya ko'tarilishi bilan hajm birligidagi kontaktlar soni ortadi va gel hosil bo'lish tezligi oshadi;

Zarracha shakli-anizodiametrikli (zarrachaning uzunligi uning qalinligidan ko'p marta katta bo'ladi) zarrachalar zollari sferik zarrachali zollarga nisbatan tezda gelga aylanadi:

Harorat -harorat uncha katta bo'lmagan ko'tarilish vaqtida gel hosil bo'lishi sekinlashadi, ammo harorat ko'proq ko'tarilganda broun harakati intensivligi ortadi va gel suyuq holatga o'tadi-suyuqlanadi.

Mexanik ta'sir masalan, aralashtirish gel hosil bo'lishini rag'batlantiradi.

Iviqlanishning asosiy qonuniyatlari

Iviq ustmolekulyar strukturalar vujudga kelishiga olib keladigan makromolekulalarning ta'sirlashuvi natijasida hosil bo'ladi. Agar atsotsiatlar mavjud bo'lishining o'rtacha davri juda katta bo'lsa, ularning parchalanishi (yemirilishi) sodir bo'lmaydi. Makromolekulalar orasidagi vaqtinchalik bog' quyidagilar hisobiga doimiy o'zgaradi:



Qutbli guruhlarning kuchli ta'sirlashuvi;
Teskari zaryadlangan ionlashgan guruhlar ta'sirlashuvi;
Vodorod bog'lar hosil bo'lishi;
Gidrofob ta'sirlashuv;
Kimyoviy bog'lar hosil bo'lishi (masalan, -S - S-).

Bunda bog'lar zoldan gel hosil bo'lishidagidek makromolekulalarning oxirlari bo'yicha emas, egiluvchan makromolekulaning istalgan sohalari orasida yuzaga keladi, unda gidrat qobiq bo'lmaydi yoki kuchsizlangan bo'ladi, bu "qobiqsiz, yalong'och" soha deyiladi.

Makromolekulalar o'zaro "qobiqsiz, yalong'och" sohalari bilan birikib, g'ovak fazoviy struktura hosil qiladi, katakchalarida erituvchi saqlaydi.



Fibrillyar oqsildan hosil bo'lgan iviqning strukturasi

Iviq hosil bo'lishi odatda sekin jarayon bo'lib, turli omillarga bog'liq holda bir necha minutdan (daqiqadan) haftagacha davom etadi.

Iviqlanishga quyidagilar ta'sir qiladi:

Eritmaning konsentratsiyasi-konsentratsiya ko'tarilishi bilan makromolekulalarning to'qnashuvlar chastotasi va bog'lar soni ortadi;

Harorat-molekulalar orasidagi kontaktlar doimiyligi va soni kamayishi hamda mikrobrun harakati intensivligi ortganligi sababli haroratning ko'tarilishi iviqlanishini rag'batlan-tiradi;

Muhitning pH qiymati-oqsil eritmalarining iviqlanishi pH va pl qiymatlari yaqin bo'lganda yaxshi boradi;

Elektrolitlar-ularning iviqlanishga ta'siri bo'kishga ta'siriga teskari ya'ni bo'kishni kuchaytiruvchi elektrolitlar iviqlanishni susaytiradi;

Makromolekula shakli-fibrillyar oqsillar eritmaları yaxshi iviqlanadi, globulyar oqsillar yomon iviqlanadi.

Gellar quriganda hajmi kamayib, mo'rt bo'lib qoladi. Iviqlar quriganda ham hajmi kamayadi ammo elastikligini yo'qotmaydi.



IVIQ. IVIQ HOSIL BO'LISHI

Agregativ beqaror sistemalar-zollar struktur hosil qilish hodisasini ko'rib o'tgan edik. Buning natijasida gellar hosil bo'ladi. YuMB eritmalarida ham strukturalar hosil bo'ladi. YuMB eritmalarining strukturalar hosil qilishi natijasida *iviq*lar hosil bo'ladi.

Iviqlar xossalari jihatdan gellarga o'xshaydi. Ammo ularning farqli tomonlari ham bor:

Iviqlar gomogen sistemalaridir.

Gellarda fazoviy turlar Van-der-vaals kuchlari hisobiga hosil bo'ladi, iviqlarda esa kimyoviy va vodorod bog'lar hisobiga hosil bo'ladi.

Iviqlarda bog'lar nafaqat makromolekulaning oxirlarida, balki, uning har bir sohasida ham hosil bo'ladi (agar o'zaro ta'sirlashuvchi guruhlar bo'lsa). Shuning uchun ular turli xil struktur – mexanik xossalarga ega bo'ladi.

IVIQ HOSIL BO'LISH JARAYONIGA TA'SIR QILUVCHI

OMILLAR

Iviqlar YuMB lar ma'lum darajada bo'kkanda hosil bo'ladi. Shu bilan birga iviq hosil bo'lishi YUMB larning chin eritmalarida ham sodir bo'ladi. Bu jarayonga quyidagi omillar ta'sir etadi:

YUMB ning eritmadagi konsentratsiyasi;

YUMB molekularlarining o'lchami va shakli;

Harorat;

Vaqt;

Indifferent elektrolitlar ishtiroki;

Muhitning pH qiymati.

Konsentratsiya ortishi bilan iviq hosil bo'lish jarayoni tezlashadi.

Jelatinaning 30% li suvli eritmasi 30°C da iviq hosil qilsa, 10% li eritmasi -22°C da iviq hosil qiladi.

Iviqlar uchun sinerezis xosdir-ya'ni ular asta-sekin fazoviy to'rdan suyuqligini siqib chiqaradilar. Iviq to'rini to'ldirib turuvchi suyuqlik *intermitsellyar suyuqlik* deyiladi.



LIOFIL KOLLOIDLARNING KOAGULYATSIYASI

Gidrofil kolloid gidrofob kolloidga qaraganda elektrolitlar ta'siriga kam beriladi. Gidrofil kolloidlarning barqarorligi 2 omilga bog'liq;

Kolloid zarrachalarning elektr zaryadiga;

Kolloid zarrachaning solvat qavat bilan qoplanganligiga.

EMULSIYALAR VA KO'PIKLAR

Biri ikkinchisida juda mayda tomchilar shaklida tarqalgan, bir – birida erimaydigan ikkita suyuqlikdan iborat dispers sistema **emulsiya** deb ataladi.

Odatda tomchilarning o'lchami 1 – 50 μ atrofida bo'ladi, shuning uchun ularni oddiy mikroskop yordamida ko'rish mumkin. Zarrachalari 1 μ dan kichik bo'lgan emulsiyalar ancha siyrak uchraydi.

Emulsiyalar nomi mana bunday tuziladi: **avval dispers faza, keyin dispersion muhit ko'rsatiladi**. Masalan, agar "benzolning suvdagi emulsiyasi" deyilsa, bu narsa benzol tomchilari suv ichiga tarqalganini ko'rsatadi.

Emulsiyaning har ikki suyuq fazasi o'zi hosil qiladigan molekular xarakteriga qarab, bir – biridan juda katta farq qiladi. Agar fazalardan biri qutblanuvchi suyuqlikdan, masalan, suvdan iborat bo'lsa, ikkinchi suyuqlik – qutblanmovchi bo'ladi.

Emulsiya tarkibidagi kam qutblanuvchan fazani moy deb atash qabul qilingan. Masalan, kerosin, benzol va uglerod (IV) – xloridning suvdagi emulsiyalari "moyning suvdagi emulsiyasi" tipidagi emulsiyalar deb ataladi. Suvning benzoldagi emulsiyasi "suvning moydagi emulsiyasi" tipiga kiradi.

"Moyning suvdagi" va "suvning moydagi" emulsiyalarining har ikki fazalarini hosil qiluvchi suyuqliklarning xarakteriga qarab, ularni klassifikatsiyaga bo'lishdan tashqari, **emulsiyalar konsentrlangan va suyultirilgan** deb ham ikki guruhga bo'linadi. Dispers fazasi (hajm jihatdan olinganda) 2% dan kam keladigan emulsiyalar, odatda, suyultirilgan emulsiyalar deb ataladi. Bu xilda klassifikatsiyalashning sababi shuki, suyultirilgan va konsentrlangan emulsiyalar hosil qilish shart – sharoiti va ularning barqarorligi bir – biridan katta farq qiladi.



Odatda, emulsiyalar disperslash, ya'ni bir suyuqlikni ikkinchisi ichida maydalash yo'li bilan hosil qilinadi. Kondensasion metodlar, masalan, erituvchini almashtirish metodi, emulsiya tayyorlashda ancha kam qo'llaniladi. Ikki xil toza suyuqlikni chayqatib aralashtirish bilan barqaror emulsiya olib bo'lmaydi, chunki hosil qilingan mayda tomchilar bir - biriga urilib, qo'shilib ketadi (koalesilanadi) va nihoyat emulsiya tezda qavatlariga ajralib qoladi.

Kolloid sistemalar kabi bu yerda ham barqaror emulsiyalar hosil qilish uchun boshqa moddalar ishtirok etishi zarur, bunday moddalar mayda tomchilar sirtiga adsorbilanib, yana o'zaro urilib, qo'shilib ketishga yo'l qo'ymaydi. Stabilizator, ya'ni emulsiyalarni barqaror qiluvchi modda **emulgator** deb ataladi.

Ko'pgina emulgatorlar sirt - aktiv moddalar bo'ladi, ya'ni ular har ikkala suyuqlik chegarasidagi sirt tarangligini kamaytiradi. Buning natijasida emulsiya hosil bo'lishi ancha yengillashadi, chunki bunda ma'lum sath hosil qilish uchun kam ish sarf bo'ladi. Bundan tashqari, emulgatorlar tomchilari qo'shilib ketishiga qarshilik qiluvchi, mexanik jihatdan mustahkam himoya qobig'ini hosil qilishi zarur. Ba'zan himoya qobig'i yuqori dispers qattiq modda kukuni zarrachalaridan hosil qilinadi, lekin ular ko'pincha yuqori molekulyar birikmalarning iviqsimon pardasidan iborat bo'ladi.

Emulsiyalar qanchalik suyultirilgan bo'lsa, ayrim tomchilar to'qnashishi shunchalik siyraklashadi va barqaror emulsiya hosil qilish uchun emulgator shunchalik kam ketadi.

Neft, o'simlik moyi va shunga o'xshash tipdagi moddalarga odatda ozroq sirt - aktiv moddalar aralashgan bo'ladi; bu moddalar tomchilarga adsorbilanib, emulgator rolini o'tashi mumkin. Shu sababli bunday moddalar suvga qo'shib chayqatilsa, suyultirilgan emulsiya hosil bo'lishi oson. Bu aralashmalar borligi tufayli, zarrachalarda elektr zaryadi va "moyning suvdagi" tipdagi emulsiyada qo'sh elektr qavati vujudga keladi. Shunday qilib, sirt - aktiv moddalar, masalan, yog', kislotalar yoki ularning tuzlari, suyuqlik sirtiga adsorbilanib dissosilanadi va tomchini o'rab turgan suvli eritmaga vodorod ionlari yoki metall ionlari (K^+ , Na^+) yuboradi.

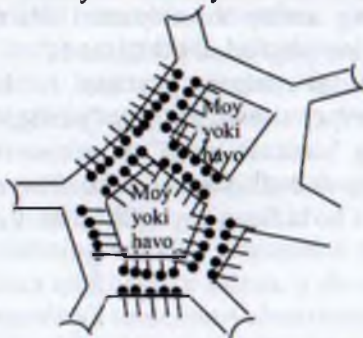
Agar anionlar bilan kationlarning adsorbilanish qobiliyati har xil bo'lsa, eritmada elektrolitlar bo'lishiga qaramay, tomchilar sirtida qo'sh elektr qavati vujudga kelishi mumkin. Odatda anionlar kationlardan ko'ra yaxshiroq adsorbilangani uchun emulsiya zarrachalari manfiy zaryadlanadi.



“Moyning suvdagi” tipdagi suyultirilgan emulsiyalar ko’p jihatdan gidrofob kolloidlarga o’xshab ketadi va ularda emulgator nihoyat darajada kam bo’ladi. Konsentrlangan emulsiya hosil qilish uchun ko’proq miqdor emulgator qo’shish zarur.

Yuqori konsentratsiyali emulsiyalarda tomchilar sharsimon shaklda bo’lmaydi. Yuqori konsentrlangan emulsiyalar strukturasi qanday tuzilgani o’rganilgan, bunda emulsiya strukturasi spumoid deb ataladigan katak-katak tuzilishga ega ekani, ya’ni asalari uyasiga o’xshashi ma’lum bo’ldi. Shu xil emulsiyalarning struktur – mexanik xossalari juda yuqori bo’lganligi sababli, ular gellarga yaqinlashib keladi.

Ko’piklar bunday konsentrlangan emulsiyalarga juda o’xshab ketadi, lekin ko’pik kataklari havo bilan to’lgan bo’ladi, shu jihatdan olganda yuqori konsentratsiyali emulsiyalardan farq qiladi:



Jelatina qo’shilgan emulsiyalar va ko’piklar strukturasi (sxemasi)

Konsentrlangan emulsiya yoki ko’piklarning kataklari orasida devor hosil qiluvchi dispersion muhit pardasi solvatlangan ikkita adsorbsion qavatlardan iborat ekani va bu qavatlar orasida esa yupqa suyuqlik qatlami bor ekani rasmdan ko’rinib turibdi.

Konsentrlangan emulsiyalar, odatda, mexanik disperslash usuli bilan olinadi.

Emulsiyalar, odatda, barqaror bo’lmaydi va vaqt o’tishi bilan o’z – o’zidan buziladi. Emulsiyalar buzilganda ularning flokullanishi yoki koagullanishi natijasida tomchilab qo’shilib, parcha – parcha bo’lib ajralib chiqadi, lekin bunda ba’zi tomchilar hali saqlanib qolgan bo’ladi; emulsiyalarning bu tipdagi buzilishi kam uchraydi. Emulsiyalar odatda, koalesenslanishi ya’ni tomchilar bir – biriga



qo'shilib ketishi natijasida buziladi. Emulsiyalar bu xilda buzilishining tezligi bunda ajralib chiqqan suyuqlik hajmiga yoki tomchilarning (emulsiya ko'pik holida bo'lsa pufakchalarning) "yashash vaqtiga" qarab, ya'ni fazalar chegarasini ajratuvchi yuzada joylashgan emulsiya tomchilarining yoki ko'pik pufakchalarining buzilishiga ketgan vaqtga qarab belgilanishi mumkin.

Havo yoki biror boshqa gaz bilan to'ldirilgan va bir-biridan suyuqlik pardasi bilan ajralgan kataklardan tashkil topgan dispers sistema **ko'pik** deb ataladi.

Ko'piklarning hosil bo'lish mexanizmi asosan bir xil bo'lib, u, ko'pik qaysi usulda olinganiga bog'liq emas. Havo pufakchalari suyuqlik ichida dastavval gaz-suyuqlik emulsiyasi hosil qiladi, so'ngra ular yuqoriga ko'tarilib, o'z sirtida parda hosil qiladi va nihoyat qavat – qavat bo'lib yig'iladi; natijada ko'pik vujudga keladi.

Ko'piklarning asosiy xususiyatlari ularning "yashash vaqti", barqarorligi va davriyligi bilan ifodalanadi.

Ko'pik vujudga kelgan paytdan to batamom yo'q bo'lib ketguncha o'tgan vaqt shu **ko'pikning "yashash vaqti"** deb ataladi.

Ko'pikning "yashash vaqti" ga proporsional qiymat - uning **barqarorligi** deb ataladi. Davriylik koeffitsiyenti K ko'pik hajmi V ning shu ko'pikda bo'ladigan suyuqlik hajmi V_1 ga nisbatiga teng:

$$K = \frac{V}{V_1}$$

Toza suyuqliklar ham ko'pirishi mumkin, lekin toza suyuqlik ko'pigi tez o'chib qolgani uchun, ularning "yashash vaqti" ni o'lchash qiyin. Agar toza suyuqlikning yopishqoqligi kattaroq bo'lsa, shundagina undan foydalanib, "yashash vaqti" o'lchab bo'ladigan darajada barqaror ko'piklar hosil qilish mumkin.

Odatda ko'piklar sirt –aktiv moddalarning eritmalaridan hosil bo'ladi. Sirt tarangligining kamayishi bunday eritmalar uchun faqat ko'pik pardasi hosil bo'lishini yengillashtiradigan omilgina emas, balki ko'pikni buzilishdan saqlovchi omildir.

Sirt tarangligining kamayishi garchi zarur omil hisoblansa ham, barqaror ko'pik hosil bo'lishi uchun kifoya qilmaydi. Ko'piklar barqaror bo'lishi uchun ko'pik pardasining mexanik pishiqligi asosiy rol o'ynaydi.



Faqat elastik pardaga ega bo'lgan ko'pik uzoq vaqt tura olishi mumkin. Ko'pik pardasiga struktura mexanik xossa beruvchi moddalar, odatda, kolloid holatda bo'ladi. Ular ko'pik pardalarini gelsimon qilib qo'yadi, natijada ko'pikning yashash davri ancha uzayishi mumkin.

Vaqt o'tishi natijasida ko'piklar quyidagi sabablarga ko'ra, ya'ni ko'pik ichidan suyuqlik ajralib chiqishi;

ko'pik pardalari yirtilib ketishi tufayli o'zgaradi.

Ko'pik pardalari yorildi deguncha u yemiriladi, lekin ko'pikdan suyuqlik ajralib chiqqanda pardalar yupqalashadi va ko'pikning hajmi o'zgarmagan holda bo'm – bo'sh fazaviy struktura hosil bo'ladi.

Emulgatorlar. Kukunsimon qattiq emulgator qo'shib, emulsiya hosil qilishda yo "moyning suvdagi" yoki "suvning moydagi" tipidagi emulsiyalar hosil bo'lishi mumkin. Masalan, suv bilan benzol aralashmasiga kalsiy karbonat gidrofil kukuni qo'shib chayqatilsa, emulsiya hosil bo'ladi; bunday emulsiyada kalsiy karbonat zarrachalari bilan o'ralgan benzol tomchilari suvda muallaq holatda bo'ladi.

Agar kalsiy karbonat o'rniga gidrofob qorakuya olinsa, suvning benzoldagi emulsiyasi hosil bo'ladi.

Emulsiya tomchilarining kattaligi aralashma qo'shilgan kukun miqdoriga bog'liq. Kukun qancha ko'p olinsa, u shuncha ko'p yuzani himoya qila oladi va emulsiya tomchilari shunchalik mayda bo'ladi. Ammo emulgatordan ortiqcha qo'shish ham yaxshi emas. Sistemadagi kukun ma'lum bir optimal konsentratsiyaga ega bo'lganda eng yaxshi barqaror emulsiya olinadi.

Oqsillar (albuminlar, kazein, jelatina va boshqalar), ba'zi kamedlar (gummiarabik), tabiiy smolalar, sovun va bir qancha sintetik mahsulotlar liofil emulgatorlar jumlasiga kiradi. Kimyoviy tabiati va fizik xossalari jihatidan bir – biridan katta farq qiluvchi moddalar ham emulgator tariqasida ishlatilishi mumkin ekani shu aytilgan moddalardan ko'rinib turibdi.

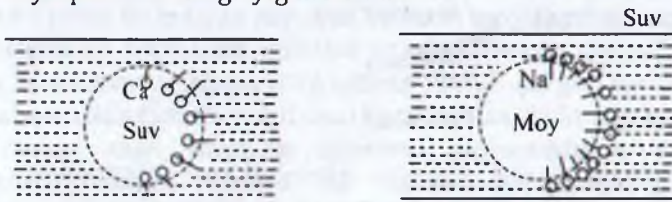
Emulgator xususiyatini belgilashda, uning emulsiya hosil qiluvchi har ikkala suyuqlikka munosabati katta ahamiyatga ega. Suvda eruvchan va boshqa fazada erimaydigan modda "moyning suvdagi" tipidagi emulsiyalarga yaxshi emulgator hisoblanadi. Natriy oleat yoki boshqa ishqoriy metall sovunlari bunday



emulgatorga misol bo'lishi mumkin; natriy oleat suvda yaxshi eriydi, ammo qutblanmagan suyuqliklarda yomon eriydi. Qutblanmagan fazada yaxshi eriydigan va suvda yomon eriydigan moddalar suvning moydagi emulsiyasini hosil qiladi. "Suvning moydagi" tipidagi sistemalar uchun emulgator tariqasida ba'zi metallar, ya'ni kalsiy, rux, alyuminiy va boshqalar sovuni ishlatiladi; bu sovunlar suvda yomon eriydi va uglevodorodlarda hamda moylarda yaxshi eriydi. "Moyning suvdagi" tipidagi emulsiyalarda trietanolamin oleat yaxshi emulgirlash xossasiga ega.

Aytib o'tilgan emulgatorlarning hammasida sirt - aktiv anion bor. Sirt - aktiv kationi bo'lgan emulgatorlar ham ba'zan amalda juda zarur bo'lib qoladi.

"Moyning suvdagi" va "suvning moydagi emulsiyalari hosil qilishda foydalaniladigan har ikki emulgatorning adsorbilangan pardasining har ikkala sirti suv hamda moy bilan boshqacha ho'llanadi. Berilgan yuzaning sirt tarangligi qancha katta bo'lsa, uning qisqarishga intilishi ham shuncha ko'p bo'ladi. Boshqa hamma sharoit teng deb hisoblanganda o'rab turuvchi yuza o'ralib turuvchi yuzadan katta bo'lgani sababli, emulgator bilan sustroq ta'sir etadigan suyuqlik shar ichiga yig'ilib oladi:



Emulgator molekularining joylashish sxemasi

Emulsiya fazalarining aylanishi. "Moyning suvdagi" tipidagi emulsiyaga biror modda qo'shish yo'li bilan uni "suvning moydagi" tipidagi emulsiyasiga aylantirish mumkin. Bu hodisa **emulsiya fazalarining aylanishi** deb ataladi.

Ba'zan emulsiyalangan faza miqdorining ko'paytirilishi natijasida ham fazalar aylanishi mumkin. Odatda qarshi tip emulsiyani stabil holatga keltiruvchi emulgator qo'shish bilan fazalar aylantirilishi mumkin. Masalan, "moyning suvdagi" tipdagi emulsiyaga kalsiy oleat qo'shilsa, u "suvning moydagi" tipdagi emulsiyaga aylanadi.



Uning qaysi tipdagi emulsiya ekanini aniqlashda ko'pincha quyidagi usullar qo'llaniladi:

Aralashtirish metodi. Shisha plastinkaga emulsiya tomiziladi, uning yoniga suv yoki dispersion muhit deb taxmin qilingan qutblanmagan suyuqlik tomiziladi. Shishani qiyshaytirib, har ikki tomchi bir - biriga tegiziladi va ularning qo'shilib ketish - ketmasligi kuzatiladi. Agar tomchilar qo'shilib ketsa, bu narsa olingan suyuqlik tekshirilayotgan emulsiyaning dispersion muhiti ekanligini bildiradi.

Bo'yalish metodi. Bu metod qutblanmagan suyuqliklarda eruvchan va suvda erimaydigan bo'yoqlar ishlatishga asoslangan. Masalan sudan III yoki qizil sharlax shunday bo'yoqlardan hisoblanadi. Shisha plastinkaga tomizilgan emulsiya ustiga bo'yoq purkaladi. Agar dispersion muhit moy (zaif qutblangan suyuqlik) bo'lsa, bo'yoq modda tomchini o'rab turgan suyuqlikda tez erib ketadi. Agar moy dispers faza bo'lsa, tomchilar bo'yaladi, lekin bunda ular yaxshi aralashtirilgandan keyin bir oz vaqt o'tgach, tomchilar bo'yala boshlaydi. Tomchilar qanday bo'yalayotganini mikroskopda kuzatish qulay.

MIKROGETEROGEN SISTEMALAR. SUSPENZIYALAR

Suspenziya

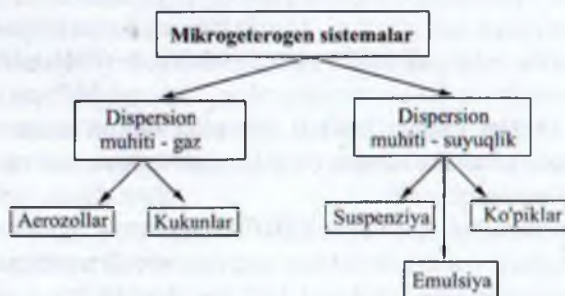
Talabalar ushbu bobni o'rganib, quyidagilarni ***bilishi shart***:

Suspenziyalar va liofob zollar orasidagi o'xshashlik va farqlarni;

Suspenziyalarni olish va ularning buzilish usullarini;

Pastalarning xossalarini;

Dispersion tahlil usuli va mohiyatini.





Dispersion muhiti suyuq, dispersion fazasi qattiq bo'lib, dispers faza zarrachalarining o'lchami 10^{-5} sm (100 nm) dan katta bo'lgan dispers sistemalar – **suspenziyalar** deyiladi.

Liozollar (kolloid eritma) dan suspenziyalar rasman dispers faza zarrachalarining o'lchami bilan farq qiladi. Bundan tashqari suspenziyalarda qattiq faza zarrachalari broun harakatida ishtirok etmaydi.

Suspenziyalar bir nechta belgilari bilan farqlanadi:

Dispersion muhit tabiatiga ko'ra: organosuspenziya (dispersion muhiti-organik suyuqlik) va suvli suspenziya.

Dispers faza zarrachalarining o'lchami bo'yicha: dag'al suspenziya ($d > 10^2$ sm), nozik suspenziya ($5 \cdot 10^{-5} < d < 5 \cdot 10^{-2}$ sm), xira (loyqa)-($10^{-5} < d < 5 \cdot 10^{-5}$ sm).

Dispers faza zarrachalarining konsentratsiyalariga ko'ra: konsentrlangan va suyultirilgan.

Suyultirilgan suspenziyalar-erkin dispers tuzilishsiz sistemalardir. Suyultirilgan suspenziyalarda suyuqlikda zarrachalar erkin harakat qiladi. Zarrachalar orasida o'zaro tortishuv bo'lmaydi va har bir zarracha kinetik erkin bo'ladi.

Konsentrlangan suspenziyalar (pastalar)larda zarrachalar orasida ta'sir kuchlari bo'ladi, bu kuchlar fazoviy to'rlar hosil bo'lishiga sabab bo'ladi. Konsentrlangan suspenziyalar – bog'langan dispersli tuzilish sistemalardir.

Suyultirilgan dispers sistemalar -2 xil usulda (dispergatsion usulda dag'al dispers sistemalardan va kondensatsion usulda) olinadi.

Suspenziyalarda elektrokinetik xossalari gidrozollarnikiga o'xshash bo'ladi.

Dzeta—potensial suspenziyalarda quyidagicha:

Kvars suspenziyalarida: -44mB; tuproq suspenziyasida -49 mB;

Zollarda: mishyak sulfid zolida -90 MB, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ zolida +52 mB.

Suspenziyalarda zarrachalarning o'lchami 10^{-5} sm dan 10^{-2} sm gacha va undan yuqori bo'ladi. Shuning uchun suspenziyalarning molekulyar – kinetik xossalari turlicha bo'ladi va ularning disperslik darajasi bilan aniqlanadi.

Zarrachalarining o'lchami 10^{-5} – 10^{-4} sm bo'lgan suspenziyalar uchun diffuzion – sedimentatsion muvozanat o'rnatilishi kuzatiladi.

Zarrachalarining o'lchami 10^{-4} sm dan 10^{-2} sm gacha bo'lgan



suspenziyalarda Brown harakati bo'lmaydi va ularda tez sedimentatsiya kuzatiladi. Sedimentatsiya tezligi

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

bilan aniqlanadi. Agar U_{sed} o'lchash mumkin bo'lsa, zarrachaning radiusini ham aniqlash mumkin bo'ladi:

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

Bu urinish suspenziya va kukunlar sedimentatsion analizining asosini tashkil etadi. Shunday qilib suspenziyalar sedimentatsion (kinetik) va agregativ beqaror sistemalaridir.

Agregativ barqaror suspenziyalarda zarrachalar ma'lum shaklda sekin cho'kadi.

Agregativ beqaror suspenziyalar zarrachalar agregatlar hosil qilib tez cho'kadi. Hosil bo'lgan cho'kma ko'p hajmni egallaydi.

Suyultirilgan suspenziyalarning agregativ barqarorligi liofob zollarning agregativ barqarorligi bilan juda o'xshash. Ammo suspenziyalar liofob zollarga nisbatan agregativ barqarorroq. Chunki ularda zarrachalar kattaroq, demak, erkin sirt energiyalari kichik bo'ladi.

Suspenziyalarning agregativ barqarorligi buzilganda dispers faza zarrachalari cho'ka boshlaydi. Suspenziyalarning agregativ barqarorligi ta'minlanishi uchun:

Dispers faza zarrachalari dispers muhit bilan ho'llanishi;

Stabilizator bo'lishi kerak;

Stabilizator sifatida:

Past molekulyar elektrolitlar;

Kolloid sirt-aktiv moddalar;

YuMB ishlatiladi.

Sirt - aktiv moddalarning stabillovchi ta'siri ularning fazalararo sirtida adsorbsion qavat hosil qilib adsorbilanishi xususiyati bilan aniqlanadi.

Adsorbsion qavatning tuzilishi:

SAM ning tabiatiga;

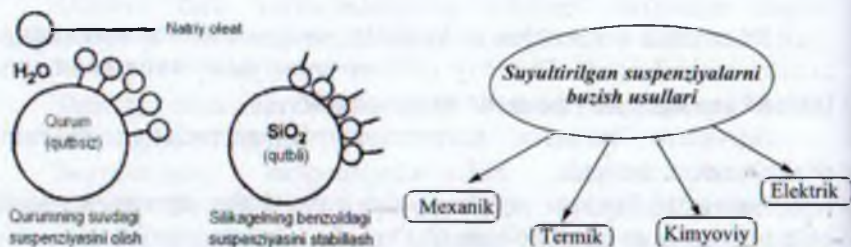
Fazalararo sirt tabiati;



Sirtning to'lish darajasi;

Dispersion muhitda turli qo'shimchalarning borligiga bog'liq.

Adsorbsion qavatning o'zgarishi uning himoya xossasini aks ettiradi. Natriy oleat silikagelning benzoldagi suspenziyasini stabilizatsiya qilish uchun ishlatiladi. Bu vaqtda natriy oleat o'zining qutbli guruhi bilan qattiq zarracha sirtiga adsorbilanadi. Bu holda natriy oleatning uglevodorodli qismi benzol tomonga yo'naladi. Silikagelning sirti gidrofob bo'lib, benzol uni ho'llaydi va suspenziya stabillantiradi:



SEDIMENTATSION ANALIZ

Agar radiusi r , zichligi ρ bo'lgan shar shaklidagi zarracha zichligi ρ_0 -qovushqoqligi esa η bo'lgan suyuqlikka tushirilsa, unga og'irlik kuchi ta'sir qiladi (sedimentatsiya):

$$F_{\text{sed}} = V(\rho - \rho_0)g$$

V -zarrachaning hajmi bo'lib, u $\frac{4}{3}\pi r^3$ ga teng, g -erkin tushish tezlanishi.

Bu vaqtda zarrachaning cho'kishiga ishqalanish kuchi ta'sir ko'rsatadi:

$$F_{\text{ishq}} = B \cdot U$$

B - ishqalanish koeffitsiyenti,

U -cho'kish tezligi.

Avvaliga zarracha tez harakat qiladi, chunki kichik tezlikda og'irlik kuchi ishqalanish kuchidan ustunlik qiladi.

Harakat tezligi ortishi bilan ishqalanish kuchi ortib boradi va ma'lum vaqtdan so'ng $F_{\text{sed}} = F_{\text{ishq}}$ bo'ladi. Bu vaqtda zarracha doimiy



tezlik bilan harakat qiladi. Bu vaqtga erishish uchun ko'p vaqt talab etilmaydi. Masalan, radiusi 50 mkm bo'lgan kvars zarrachalari uchun bu vaqt $3,4 \cdot 10^{-3}$ sek, 1 mkm radiusli kvars zarrachalari uchun esa $1,7 \cdot 10^{-6}$ sekundni tashkil etadi.

Yuqoridagi tenglamalardan

$$U_{sed} = \frac{V(\rho - \rho_0)g}{B}$$

kelib chiqadi.

Stoks qonuniga mos ravishda $B = 6\pi\eta r$ va $V = \frac{4}{3}\pi r^3$ ni inobatga olsak,

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

Shunday qilib, sedimentatsiya tezligi zarracha radiusining kvadratiga to'g'ri proporsional. Demak, turli o'lchamdagi zarrachalar turli tezlikda cho'kadi: zarracha qancha katta bo'lsa, uning cho'kish tezligi shuncha katta bo'ladi.

Agar cho'kish tezligini tajribada aniqlasak, zarrachaning radiusini osongina hisoblash mumkin bo'ladi:

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

η , g , ρ , va ρ_0 larning qiymati sistemani xarakterlaydi:

$$r = K\sqrt{U_{sed}}$$

Bu tenglama

Zarracha shar shakliga ega bo'lganda;

Zarrachalar bir-biriga bog'liq bo'lmagan holda doimiy tezlik bilan laminar harakat qilganida;

Dispers muhit uchun ishqalanish ichki deb hisoblanganda to'g'ri bo'ladi.

Bu shartlar faqatgina zarrachalarning o'lchami $10^{-5} - 10^{-2}$ sm bo'lgan sistemalar uchun o'rinni.

Agar zarrachaning o'lchami 10^{-2} sm dan katta bo'lsa, ularning cho'kish tezligi yuqori bo'ladi.

Agar zarrachaning o'lchami 10^{-5} sm dan kichik bo'lsa, bunday zarrachalar broun harkatida qatnashadi. Natijada diffuziya sodir bo'ladi.



MONODISPERS KUKUNLARNING SEDIMENTATSION ANALIZI

Monodispers sistemalarda zarrachalarning sedimentatsiya kinetikasi quyidagi tenglama bilan yoziladi:

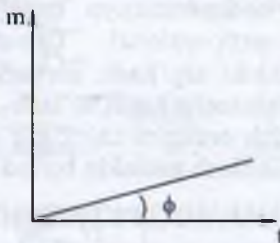
$$m = \frac{Q}{H} U \cdot t$$

Q -dispers sistemaning umumiy massasi;

H -suspenziya ustunining boshlang'ich balandligi;

$m - t$ vaqt birligida cho'kayotgan zarrachaning massasi.

Sedimentatsiyaning $m = f(t)$ bog'liqlik grafigini tuzamiz:



φ burchak qiyaligi tangensi cho'kmaning to'planish tezligini xarakterlaydi:

$$\frac{dm}{dt} = \frac{QU}{H} = k = \text{const}$$

$t = \frac{H}{U}$ vaqtga erishilganda kukun cho'kmaga tushadi ($m = Q$).

Chunki suspenziya monodispers ($r = \text{const}$), zarrachalar bir xil tezlikda cho'kadi. Shuning uchun tinish (tindirish) chegarasi aniq bo'ladi va bu chegaraning harakat tezligi bo'yicha cho'kish tezligini aniqlash mumkin:

$$U_{\text{sed}} = \frac{h}{t}$$

$h-t$ vaqt davomida cho'kkan cho'kmaning balandligi.

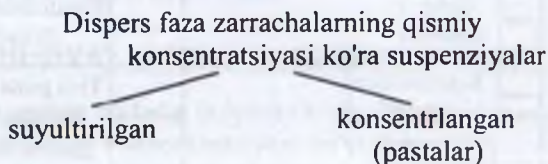
U holda zarrachaning radiusini quyidagi formula bo'yicha hisoblash mumkin:



$$r = K \sqrt{\frac{h}{t}} \text{ bu yerda } K = \sqrt{\frac{9\eta}{2(\rho - \rho_0)g}}$$

XULOSA

Suspenziya-dispers fazasi qattiq, dispersion muhit suyuq mikrogeterogen sistemalar (q/s) dir.



suspenziyalar bo'ladi.

Suspenziyalar zarrachalarining sirtida qo'sh elektr qavat (vujudga keladi) paydo bo'ladi. Bu qo'sh elektr qavat suspenziyalarning agregativ barqarorligini ta'minlaydi. Liozollarga o'xshab, elektrolitlar qo'shilganida suspenziyalar katta agregatlarga koagulyatsiyalanadi.

Tashqi elektr maydonida joylashtirilganda suspenziyalarda zollarga nisbatan kuchsiz elektrokinetik hodisalar kuzatiladi.

Suspenziyalar zollardan quyidagilar bilan farq qiladi:

Suspenziyalar kinetik beqaror bo'lib, tezda cho'kadi;

Molekulyar – kinetik xossalar-broun harakati, diffuziya, osmos kuchsiz ifodalangan yoki umuman kuzatilmaydi;

Suspenziyalar yorug'lik nurini sochmaydi, balki yorug'lik nurini qaytaradi yoki yutadi;

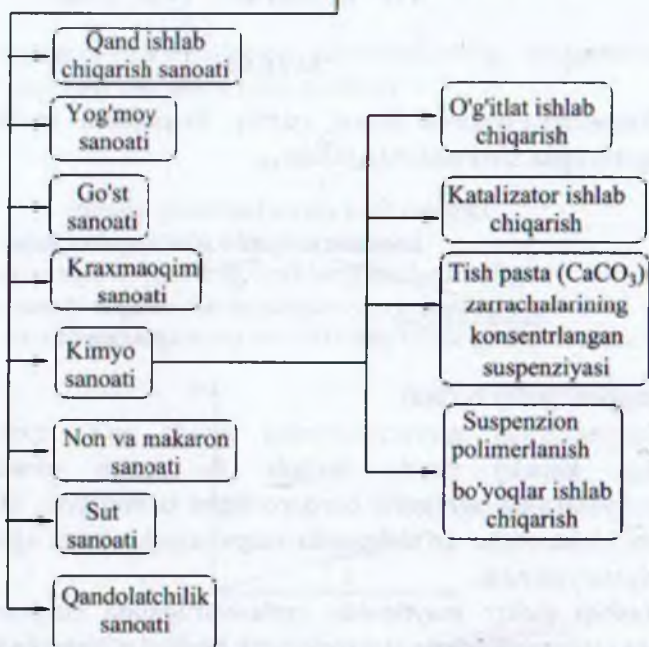
Suspenziyalar dispers faza zarrachalarini oddiy mikroskop bilan ko'rish mumkin;

Suspenziyalarda sirt hodisalari kuchsiz ifodalangan.

Meva – cheva soklari, turli xil pastalar (tomat pastasi, shokolad pastasi), souslar, kepchuplar, tayyor gorchitsa va boshqalar – suspenziyalardir.



Suspenziyalarning ishlatilish sohalari



Suspenszion polimerlash usulida monomerleri suvda yomon eriydigan polimerlar olinadi. Masalan, akril va metakril kislotalarining efirlari, stirol, divinilbenzol, vinilasetat va boshqalar suvda yomon eriydi.

EMULSIYA

Talabalar ushbu bobni o'rganib, quyidagilarni **bilishi shart**:

Emulsiyalarning sinflanishini;

Suyultirilgan, konsentrlangan va juda konsentrlangan emulsiyalarning xossalarini;

Emulgatorlarning turlarini va barqarorlikning asosiy omillarini;

Emulsiyalarning olinish va tuzilish usullarini.

Bir – birida erimaydigan, bir suyuqlikning ikkinchi suyuqlikda tomchilar ko'rinishida tarqalishidan hosil bo'lgan mikrogeterogen



sistemalarga –**emulsiya** deyiladi.

Muallaq holdagi suyuq tomchilar **dispers faza** deyiladi. Dispers faza tarqalgan suyuqlik **dispersion muhit** deyiladi. Emulsiyalar C_1/C_2 tipidagi mikroheterogen sistemalaridir.

Emulsiyalarda fazalarning hammasi ham harakatchan bo'ladi. Dispers faza va dispersion muhitlar bir-biridan qutbliligi bilan keskin farq qilgan hollarda ular o'zaro aralashmaydi. Emulsiyalarga sut, limfa, bo'yoqlar misol bo'la oladi.

EMULSIYALARNING KLASSIFIKATSIYASI

Emulsiyalar ikki xil belgi bo'yicha klassifikatsiyalanadi:

Dispers fazaning konsentratsiyasi bo'yicha;

a) Suyultirilgan $C \leq 0,1\%$ (hajmiy jihatdan).

Suyultirilgan emulsiyalarda dispers faza zarrachalarining o'lchami 10^{-5} sm atrofida bo'ladi. Bunday emulsiyalarda dispers faza zarrachalari zaryadga ega bo'lmaydi va shuning uchun ular agregativ barqaror bo'ladi. Suyultirilgan emulsiyalarda broun harakati, diffuziya, yorug'likning sochilishi va boshqalar sodir bo'ladi.

b) Konsentrlangan ($0,1\% \leq C < 74\%$).

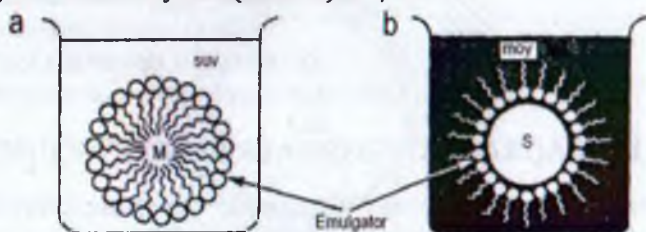
Bularda tomchi zarrachalarining o'lchami $10^{-3} - 10^{-4}$ sm ni tashkil etadi. Shuning uchun ular osongina sedimentatsiyalanadi va ularning barqarorligi stabilizatorning mavjudligi bilan aniqlanadi.

d) Yuqori konsentratsiyali emulsiyalar ($C > 74\%$). Bularda broun harakati va diffuziya kuzatilmaydi.

Dispers faza va dispersion muhitning qutbligiga ko'ra

a) I tur emulsiyalar (to'g'ri) – M/C;

b) II tur emulsiyalar (teskari) – C/M;



Emulsiyalarning turlari

a-to'g'ri emulsiya (m/c); b-teskari emulsiya (c/m)



Istalgan qutbli suyuqlikni "C" (SUV) harfi bilan, qutbsizini "M" (moy) harfi bilan belgilash qabul qilingan.

I tur emulsiyalarda qutbsiz suyuqlik tomchilari (moy), qutbli suyuqlik (suv) da tarqalgan bo'ladi.

II tur emulsiyalarda dispersion muhit qutbsiz bo'ladi.

Emulsiyalarning turi quyidagi usullar yordamida aniqlanadi:

Elektr o'tkazuvchanligini o'lchash – to'g'ri emulsiyalarning elektr o'tkazuvchanligi yuqori, teskari emulsiyalarning elektr o'tkazuvchanligi past bo'ldi;

Mol miqdordagi qutbli va qutbsiz suyuqliklarni aralashtirish;

Suvda eriydigan va moyda eriydigan bo'yoqlarning bo'yalishi;

Ho'llash bo'yicha, shuningdek emulsiyalarning gidrofob va gidrofil sirtlarda yoyilishi.

Emulsiyalar gidrofob dispers sistemalarga mansub bo'lganligi uchun ular emulgatorlar deb ataluvchi maxsus stabilizatorlarning bo'lishini (ishtirokini) talab etadi.

Emulgatorlarning asosiy turlari:

Sovun va sovunsimon SAMlar;

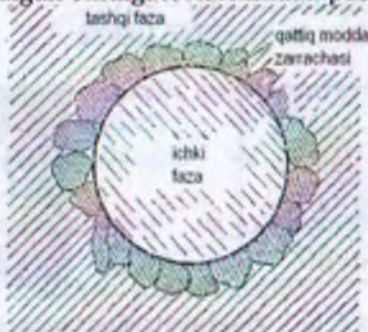
Eruvchan YuMB;

Yuqori disperslikka ega bo'lgan qattiq jism.

Emulgator tanlashda quyidagi umumiy qoidaga amal qilinadi:

Emulgatorlar hamma vaqt dispers fazaga nisbatan dispersion muhitda yaxshi eriydi, qattiq erimaydigan emulgatorlar yaxshi ho'llanadi.

Eng yaxshi emulgatorlar bu sirt aktiv moddalar va ba'zi YuMB lardir. Emulgator sifatida juda maydalangan minerallarning suvda erimaydigan kukunlari: tuproq, gips, qurum, ba'zi metallarning oksid va sulfidlari ham ishlatiladi. Kukunlarning emulgirlash xususiyati suvda eriydigan emulgatorlarnikidan past bo'ladi:

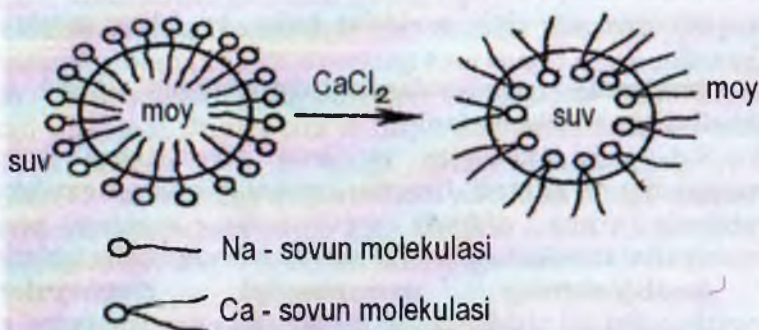
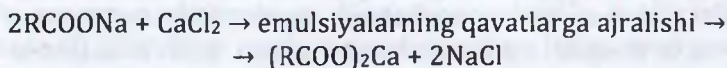


Qattiq emulgatorlar bilan emulsiyalarni stabillash



Emulsiya fazalarining o'tishi ya'ni emulsiyalarning to'g'ridan teskari turga va aksincha o'tishidir. Emulsiyalar fazalarining o'tishini turli xil usullar bilan amalga oshirish mumkin: antagonist emulgatorlar qo'shish; emulgator bilan reaksiyaga kirishuvchi moddalar qo'shish; elektrolitlar qo'shish, dispers fazaning konsentratsiyasini oshirish va boshqalar:

Eng samarali usul bu – kimyoviy reagentlar ta'sirida emulgator tabiatini o'zgartirishdir:



Emulsiyalar sedimentasion beqquaror sistemalardir **Emulsiya 3 xil:**

Dispersion;

Kondensatsion;

Erituvchini almashtirish usullarida olinadi.

Emulsiyalarning xossalari xarakterlashda quyidagi xarakteristikalar asosiy hisoblanadi:

Emulsiya dispersiligi;

Vaqt davomida barqarorligi;

Dispers fazaning konsentratsiyasi.

EMULSIYALARNING AGREGATIV BARQARORLIGI

Emulsiyalarning agregativ barqarorligi - dispers faza zarrachalarining o'lchamini vaqt davomida o'zgartirmasdan saqlay olish ya'ni koalessensiyaga qarshi turish xususiyati.

Aggregativ barqarorlikka ta'sir etuvchi faktorlar:



Elektrostatik faktor. Emulsiyalarda tomchilar atrofida qo'sh elektr qavat hosil bo'ladi va natijada energetik baryer yuzaga keladi.

Adsorbsion – solvatli faktor. Emulgatorlar tomchining sirtiga adsorbilanib “tomchi-muhit” chegarasida sirt taranglikni kamaytiradi. Natijada sistema barqarorroq bo'ladi. Agar emulgator o'rnida sirt-aktiv kolloidlar va YuMB lar ishlatilsa adsorbsion – solvat qobiq hosil bo'ladi.

Struktur-mexanik faktor. Tomchilarning sirtida emulgator molekulalari yuqori qovushqoqlik va elastiklik namoyon qiluvchi qavat hosil qiladi va tomchilarning o'zaro qo'shilishi (birikishi) ga bu qavatlar halaqit beradi (qarshilik qiladi). Agar emulgator YuMB va noionogen sirt aktiv moddalar bo'lsa, bu faktor asosiy rol ni o'ynaydi.

Emulgator – emulsiyalarning barqarorligini oshirish uchun ishlatiladigan stabilizatorlardir.

Sirt aktiv moddalar va juda maydalangan kukunlar emulgatorlar bo'la oladi. Umuman, moyning suvdagi emulsiyasini stabilash uchun **gidrofil** emulgatorlar, suvning moydagi emulsiyasini stabilash uchun esa **gidrofob** emulgatorlar ishlatiladi.

Emulsiyalarning quvushqoqligi. **Emulsyalarning** qovushqoqligi uni tashkil qilgan dispers faza qovushqoqligi η_1 ga, dispersion muhit qovushqoqligi η_0 ga dispers fazaning hajmiy konsentratsiyasi φ ga, emulgatorning xossaiariga bog'liq. Dispers fazasi qattiq moddadan iborat dispers sistemalar qovushqoqligini ifodalovchi Enshteyn tenglamasi

$$\eta_c = \eta_0(1 + 2,5 \varphi) \quad (1)$$

faqat dispers fazaning qovushqoqligi dispersion muhit qovushqoqligidan katta bo'lgan emulsiyalar uchun qo'llanila oladi. Teylor 1932 – yilda emulsiyalar qovushqoqligini tekshirib, Enshteyn tenglamasiga o'xshash tenglamani taklif qiladi:

$$\eta_c = \eta_0 \left[1 + 2,5 \varphi \left(\frac{\eta_1 + 2\eta / 5}{\eta_1 + \eta_0} \right) \right] \quad (2)$$

Bu tenglama Enshteyn tenglamasidan faqat

$$\frac{\eta_1 + 2\eta / 5}{\eta_1 + \eta_0}$$



ko'paytiruvchini borligi bilan farq qiladi. Teylor bilan tenglamani chiqarishda zarrachalar orasida o'zaro ta'sir yo'q, deb faraz qilgan D.Sibri emulsiyalarning qovushqoqligini hisoblab topish uchun quyidagi tenglamani taklif qildi:

$$\eta_0 = \eta_0 \left[\frac{1}{1 - (K \cdot \phi)^{1/3}} \right] \quad (3)$$

Bu yerda K - „hajmiy faktor“ deyiladigan bo'lib uning qiymati ko'pchilik emulsiyalar uchun $1/3$ ga yaqin; umuman K ning qiymati emulsiya tipiga, dispers faza va emulgator moddalarining xossalriga bog'liq.

Emulsiyalarning molekulyar - kinetik xossalari. Dispers sistemalarning boshqa ko'rinishlaridagi kabi yuqori disperslikka ega bo'lgan emulsiyalarning suyultirilgan eritmalarida ham Broun harakati kuzatiladi. Dispers faza va dispersion muhit moddalarining zichliklari orasida farq bo'lishiga qarab, emulsiyaning yirik tomchilari suyuqlik sirtiga qalqib chiqadi yoki idish tubiga cho'kadi. Emulsiya sferik tomchilarini cho'kishi tezligi ω uchun V.Ribchinskiy va L.Gadamard quyidagi tenglamani taklif qilganlar:

$$\omega = \frac{2gr^2(d_1 - d_0)}{3\eta_0} \cdot \frac{\eta_1 + \eta_0}{3\eta_1 + 2\eta_0} \quad (4)$$

bu yerda r - tomchi radiusi, d_1 - dispers faza moddasining zichligi, d_0 - dispersion muhit moddasining zichligi, η_1 - dispers faza moddasining qovushqoqligi, η_0 - dispersion muhit moddasining qovushqoqligi.

KOALESSENSIYA

Koalessensiya - emulsiyalarning alohida toza holdagi komponentlar ajratib to'liq buzilishidir.

Emulsiyalarning buzilishi 2 bosqichli bo'ladi:

Flokulyasiya;

Koalessensiya.

Birinchi bosqichda dispers fazaning tomchilari agregatlar hosil qiladi. Ikkinchi bosqichda agregatdagi tomchilar bitta katta tomchi bo'lib ta'sirlashadi.



Sanoat masshtabida emulsiyalar:

Kimyoviy usullar;

Termik usullar;

Mexanik usullar;

Elektrik usullar ta'sirida buziladi.

Elektr usulida tomchilar zaryadlangan bo'lganida va tomchilar neytral, ammo dipol momentiga ega bo'lgan hollarda qo'llaniladi.

KO'PIKLAR

Talabalar ushbu bobni o'rganib, quyidagilarni ***bilishi shart***:

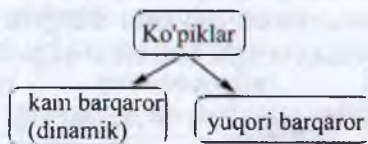
Ko'piklarning tuzilishini;

Ularning sedimentasion va agregativ barqarorligini;

Ko'piklarning barqarorlik omillarini;

Asosiy ko'pik hosil qiluvchilarni va ko'piklarning buzilish usullarini⁴

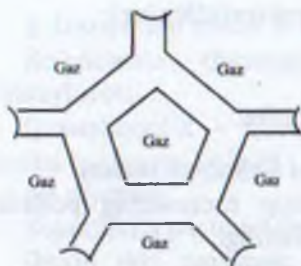
Ko'piklarning olinish va buzilish usullarini.



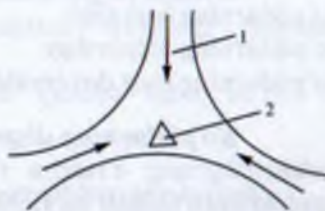
Ko'piklar – dispersion muhiti yupqa plyonka ko'rinishidagi suyuqlik, dispersion fazasi gaz pufakchalari bo'lgan yuqori konsentrlangan dag'al dispers sistemalaridir. Ko'piklarni shartli ravishda G/S ko'rinishida ifodalash mumkin..

"Dag'al dispers" –termini gaz pufakchalarining o'lchami 10 sm gacha bo'lishini bildiradi.

"Yuqori konsentrlangan" degan termin sistemada gaz konsentratsiyalari hajmiy jihatdan 74% dan yuqori bo'lishini anglatadi. Bu holda gaz pufakchalari shar shaklida emas, balki ko'p qirrali bo'ladi. Agar ko'piklar monodispers ya'ni hamma gaz pufakchalari bir xil o'lchamga ega bo'lsa, har bir pufakcha to'g'ri pentagonal dodekaedr-o'n ikki qirrali bo'ladi. Ko'p qirrali gaz pufakchalari suyuq dispersion muhitni yupqa qavatlar bilan ajralib turadi. Uchta plenkaning bir-biriga tegib turish zonasida uchala bir-biriga tegib turuvchiga tegishli Plato kanali hosil bo'ladi:



Ko'piklarning tuzilish sxemasi



Plato kanalining ko'ndalang kesimi

1 - suyuqlik yupqa qatlami;
2 - kanal

Agar ko'piklar polidispers (gaz pufakchalarining o'lchami har xil) bo'lsa, to'g'ri pentagonal dodekaedr buziladi. Bu esa barqarorlikning kamayishiga sabab bo'ladi.

Shuni qayd etish kerakki, dispers fazaning konsentratsiyasi 74% (hajmiy konsentratsiya) dan kam bo'lsa, gaz pufakchalari shakliga ega bo'ladi va suyuq qatlam qalinligini, gaz pufakchalarining o'lchamini o'lchab topish mumkin. Bunday sistemalar **gazli emulsiyalar** deyiladi. Gazli emulsiyalarga gazlangan suv, bokaldagi shampun misol bo'ladi. Gazli emulsiyalar ko'piklardan farq qilib tuzilishsiz sistemalar hisoblanadi. Ko'piklar mikrogeterogen sistemalaridir.

Ko'piklar klassifikatsiyasi ko'piklar karraligi degan xarakteristikaga asoslangan:

$$\beta = \frac{V_{ko'pik}}{V_{suyuqlik}} = \frac{V_{gaz} + V_{suyuq}}{V_{suyuqlik}}$$

$V_{ko'pik}$ – ko'pikning hajmi;

$V_{suyuqlik}$ – ko'pik olish uchun ishlatilgan suyuqlikning hajmi.

Shunday qilib, ko'pikning karraligi bir hajm suyuqlikdan necha hajm ko'pik olish mumkinligini ko'rsatadi.

Agar $\beta \leq 10$ bo'lsa, **suyuq ko'pik**;

$\beta = 10 + 1000$ bo'lsa, **quruq ko'pik** deyiladi.

Ko'piklar istalgan dispers sistemalar kabi 2 xil yo'l bilan olinishi mumkin:

Dag'al dispers sistemalardan dispergatsion usullar bilan;

Chin eritmalardan kondensatsion usullar bilan



Ko'piklarning asosiy xarakteristikalar:

Ko'piklarning karraligi;
Ko'piklarning dispersligi;
Ko'piklarning vaqt davomida barqarorligi;

Ko'piklarning dispersligini baholash uchun

Pufakchalarning o'rtacha radiusi-shar radiusining poliedrik ko'pik pufakchalari hajmi bo'yicha ekvivalentligi;

Shartli diametri;

"suyuqlik-gaz" qismining solishtirma sirti ishlatiladi.

Ko'piklar boshqa dispers sistemalar kabi termodinamik beqaror sistemalaridir. Ularning hosil bo'lishida erkin energiya ortishi kuzatiladi.

Haqiqiy ko'piklar polidispers (gaz pufakchalarining o'lchami har xil) bo'ladi. Gaz pufakchalari qancha kichik bo'lsa, ularning bosimi shuncha katta bo'ladi. Demak, o'z-o'zidan gaz pufakchalari diffuziylanadi. Gaz pufakchalarining o'lchami qancha farq qilsa, gazlarning diffuziyasi shuncha kuchli namoyon bo'ladi. Disperslilik darajasidan tashqari ko'piklarning diffuzion buzilish tezligiga;

Suyuq yupqa qatlamda gazlarning eruvchanligi;

Suyuq yupqa qatlamda gazlarning diffuziya tezligi;

Suyuq yupqa qatlamning qalinligi;

Ko'pik hosil qiluvchining sirt tarangligi ham ta'sir qiladi.

Tajribalar natijalarining ko'rsatishicha, ko'piklarda gazlar diffuziyasi nisbatan sekin kechadi, bu esa ko'piklarning nisbatan agregativ barqarorligini tasdiqlaydi.

Ko'piklar barqarorligiga ta'sir etuvchi faktorlarni 3 guruhga bo'lish mumkin.

1. Ko'piklar hosil qiluvchilarning borligi bilan bog'liq bo'lgan faktor.

Ko'pik hosil qiluvchi sifatida:

Sirt aktiv kolloidlar;

YuMB lar ishlatiladi.

Odatda, ko'pik hosil qiluvchi sifatida gomologik qatorning o'rta vakillari ishlatiladi. Chunki anion sirt aktiv moddalar kation va noionogen sirt aktiv moddalardan yaxshiroq. YuMB lar orasida ko'pik hosil qiluvchilardan yaxshirog'i polielektrolitlar masalan, oqsillardir.



2. Dispersion muhit xossalari bilan bog'liq faktorlar.

Ko'piklarda dispersion muhitni quyidagi parametrlar xarakterlaydi:

Qovushqoqlik – qovushqoqlik qancha katta bo'lsa, ko'pik shuncha barqaror bo'ladi;

pH qiymati;

Suyuqlikda past molekulyar elektrolitlarning bo'lishi.

Oxirgi ikki parametr ko'pik hosil qiluvchining holatini va xossasini belgilaydi. Yog' kislotalar va ularning ishqorli tuzlari kislotali muhitda amalda ko'pik hosil qilmaydi. Maksimal ko'pik hosil bo'lishi odatda $8 \leq \text{pH} \leq 9$ bo'lganda kuzatiladi. Natriy oleat ko'pik hosil qilishga $\text{pH} = 9$ bo'lganda, hattoki $\text{pH} = 12$ bo'lganda kirishadi. Hidrofob zanjir uzunligi ortishi bilan to'yingan yog' kislotalarining natriyli tuzlarining ko'pik hosil qilishi ishqoriy muhit tomonga siljiydi.

Noionogen SAMlarning ko'pik hosil qilish xususiyati 3 +9 oralig'ida pH qiymatga bog'liq emas. Oqsilli eritmalarining maksimal ko'pik hosil qilish xususiyati izoelektrik nuqtada kuzatiladi.

3. Tashqi ta'sirlarga bog'liq faktorlar;

Harorat;

Ko'pikdan suyuqlikning bug'lanishi;

Mexanik ta'sirlar-silkinish, shamol va boshqalar.

Haroratning ortishi ko'pikning barqarorligiga salbiy ta'sir etadi. Chunki,

Ko'pik hosil qiluvchining desorbsiyasi ortadi;

Yupqa qavatdan suyuqlikning bug'lanishi kuchayadi;

Yupqa qavatda suyuqlikning qovushqoqligi kamayadi.

Biroq, YuMB lar bilan stabillangan ko'piklarda termik ishlov natijasida suyuq dispersion muhit qattiq holatga o'tib qattiq ko'pik hosil qiladi. Bunday ko'piklar absolyut barqaror bo'ladi. Mexanik ta'sirilar ham ko'piklarning barqarorligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Ko'piklarning nisbatan barqarorligi quyidagi uch faktor bilan tushuntiriladi:

Kinetik;

Struktur-mexanik;

Termodinamik.

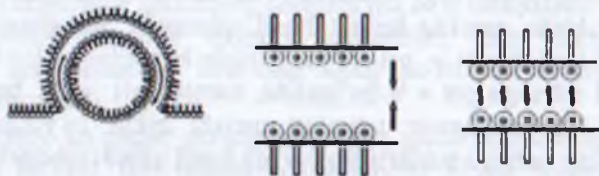


Ko'piklarning ishlatilishi

Ko'pgina oziq - ovqat mahsulotlari ko'piklardir: kremlar, tortlar, konfetlar, muzqaymoqlar, kokteyl va boshqalar;

Ko'pgina dori-darmonlar ham ko'piklar holida bo'ladi;

Kimyo sanoatida gaz-suyuqlik sistemalarida jarayonlarni o'tkazishda ko'pikli qurilmalar ishlatiladi: adsorbsiyada, desorbiyalashda, kondensatlashda, quritishda, gazlarni tozalashda va h.z.

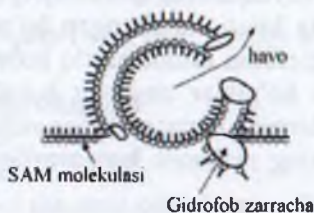


Elektrostatik itarilishuv

«Marangoni» effekti



Lamellalarning qo'sh qavati destruksiyasi



AEROZOLLAR

Talabalar ushbu bobni o'rganib, quyidagilarni ***bilishi shart***:
Aerozellarning sinflanishini;



Aerozollarning olinish usullarini;

Aerozollarning molekul-kinetik, optik va elektrik xossalarini va ularning o'ziga xosligini;

Aerozollar buzilishining sabablari va usullarini.

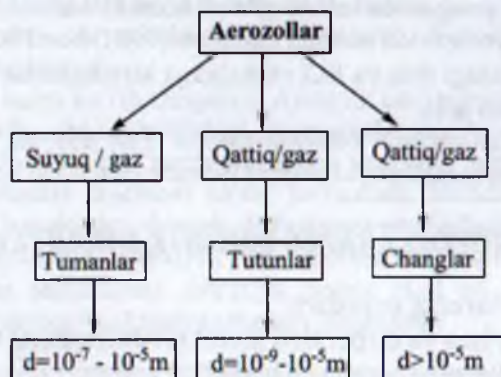
Gaz muhitda suyuqlik tomchilarining yoki qattiq modda zarrachalarining tarqalishidan hosil bo'lgan mikrogeterogen sistemalar-**aerozollar** deyiladi.

Aerozollar shartli ravishda quyidagicha belgilanadi: Q/G yoki S/G.

Kosmik fazo, atmosfera, havo umuman biz nafas oladigan moddalarning hammasi aerozollarga misol ho'ladi.

Aerozollar o'z-o'zidan yoki ishlab chiqarish sanoatlarida hosil bo'lib turadi. Tabiatda shamol ta'sirida changlar havoga ko'tariladi va aerozollar hosil bo'ladi. Aerozollarning 10% ga yaqini sun'iy usulda hosil qilinadi.

AEROZOLLARNING KLASSIFIKATSIYASI



1. Dispers fazaning agregat holatiga ko'ra;

Tuman (S/G);

Tutun, chang (Q/G);

Bulut (S + Q/G) = tutun + tuman

2. Disperslik darajasiga ko'ra :

Tuman (S/G), $10^{-5} \leq d \leq 10^{-5} \text{ sm}$;

Tutun (Q/G), $10^{-7} \leq d \leq 10^{-3} \text{ sm}$;

Chang (Q/G), $d \leq 10^{-3} \text{ sm}$



3. Olinish usuliga ko'ra:
Kondensatsion;
Dispergatsion

AEROZOLLARNING OLINISH USULLARI

Boshqa mikrogeterogen sistemalar kabi aerosollar ham:
Dispergatsion (dag'al dispers sistemalardan);
Kondensatsion (chin eritmalardan) usullarda olinadi.
Kondensatsion usullar gomogen sistemalarda yangi fazalar
hosil bo'lishi bilan bog'liq.

Kondensatsion usullarga:

Gazlarning adiabatik kengayishi;

Turli haroratli gaz va bug'larning aralashuvi; (atmosfera
tumanlari hosil bo'ladi)

Bug' saqlovchi gazlar aralashmasining sovutilishi kiradi

Bundan tashqari kondensatsion aerosollar gazli reaksiyalar
natijada ham hosil bo'ladi:

Yonilg'i yonganida tutunli gazlar hosil bo'ladi.

Fosfor yonganida havoda oq tutun (P_2O_5) hosil bo'ladi;

Gaz holdagi NH_3 va HCl reaksiyaga kirishganida NH_4Cl (qattiq)
tutuni hosil bo'ladi;

Metallar havoda oksidlanganida (metallurgik va kimyoviy
jarayonlarda) metall oksidlaridan iborat tutun hosil bo'ladi.

AEROZOLLARNING UMUMIY XARAKTERISTIKASI

Aerosollarning xossalari:

Dispers faza va dispersion muhit moddalarining tabiati bilan;

Aerosollarning qisman va massaviy konsentratsiyalari bilan;

Zarrachalarning o'lchamlari bilan ;

Birlamchi zarrachalarning shakli bilan;

Aerosolning tuzilishi bilan;

Zarrachalarning zaryadi bilan aniqlanadi.

Massaviy konsentratsiya-hajm biriligidagi barcha muallaq
zarrachalarning massasi.

Sonli konsentratsiya - aerosolning hajm biriligidagi
zarrachalar soni.

Aerosol zarrachalarining shakli dispersion fazaning agregat



holatiga qarab, shar shaklida (aerozollarda suyuqlik tomchilari) va turli xil qattiq zarrachalar shaklda bo'ladi.

AEROZOLLARNING OPTIK XOSSALARI

Aerozollarning optik xossalari liozollarning optik xossasi bo'ysungan qonuniyatlarga bo'ysunadi. Ammo aerozolda bu qonuniyatlar aniq kuzatiladi.

Yorug'lik nurining aerozollar bilan ta'sirlashuvi zarrachalarning o'lchami d va yorug'lik to'lqin uzunligiga bog'liq bo'ladi. Aerozollar uchun yorug'likning sochilishi va yutilishi xos.

AEROZOLLARNING MOLEKULAR-KINETIK XOSSALARI

Aerozollarning molekulyar-kinetik xossalarining o'ziga xosligi quyidagilar bilan tushuntiriladi:

Dispers faza zarrachalarining kichik konsentratsiyali ekanligi - 1sm^3 oltin gidrozoli 10^{16} ta zarracha bo'ladi;

Dispersion muhit qovushqoqligi kichik bo'ladi;

Dispersion muhitning zichligi kichik bo'ladi, demak $\rho_{\text{zarracha}} \gg \rho_{\text{gaz}}$

Aerozollarda zarrachalarning harakati liozollardagilarga nisbatan intensiv bo'ladi.

Eng oddiy holni ko'rib chiqamiz. Aytaylik aerozol yopiq idishda joylashgan bo'lib, shar shaklidagi zarrachalarning radiusi r va zichligi ρ bo'lsin. Bunday zarrachaga bir vaqtning o'zida og'irlik kuchi va ishqalanish kuchlari ta'sir ko'rsatadi. Bundan tashqari zarracha broun harakatiga, demak, diffuziyaga ega bo'ladi.

Aerozollarda diffuziya va sedimentatsiyani miqdoriy baholash uchun solishtirma diffuziya oqimi (i_{dif}) va solishtirma sedimentatsiya oqimi (i_{sed}) tushunchalari ishlatiladi:

$$i_{\text{dif}} = -\frac{kT}{B} \cdot \frac{dV}{dx}; \quad \frac{i_{\text{sed}}}{i_{\text{dif}}} = \frac{4\pi r^3 (\rho - \rho_0) g V}{3kT \frac{dV}{dx}}$$

$r > 1 \text{ mkm}$ bo'lsa $i_{\text{sed}} \gg i_{\text{dif}}$ bo'ladi va zarracha idish tagiga cho'kadi.

$r < 0,01 \text{ mkm}$ bo'lsa $i_{\text{sed}} \ll i_{\text{dif}}$ bo'ladi. Zarracha cho'kmaydi.

Agar zarrachalar bir-biri bilan to'qnashsa, ular o'zaro yopishadi, bu esa ularning kattalashishiga va konsentratsiyalarining kamayishiga olib keladi.

AEROZOLLARNING ELEKTRIK XOSSALARI



Aerозollarda zarrachalarning xossalari liozollardagi zarrachalarning elektrik xossalariidan katta farq qiladi:

Aerозollarda qo'sh elektr qavat hosil bo'lmaydi, chunki gazli muhitning dielektrik o'tkazuvchanligi kichik qiymatga ega. Shuning uchun zarrachalar amalda dissosilanmaydi.

Zarrachalarda zaryad asosan ionlarning notanlab adsorbilanishi natijasida paydo bo'ladi.

Vaqt o'tishi bilan zarrachalarning zaryadi kattaligi va ishorasi bo'yicha o'zgaradi.

Odatda metall va metall oksidlari aerозollarining zarrachalari (Zn, ZnO, MgO, Fe₂O₃) manfiy; metallmas va ular oksidlari aerозollarining zarrachalari (SiO₂, P₂O₅) musbat zaryadlangan bo'ladi. NaCl va kraxmal zarrachalari musbat; un zarrachalari manfiy zaryadga ega bo'ladi.

AGREGATIV BARQARORLIK. KOAGULYATSIYA

Aerозollar agregativ beqaror sistemalardir. Ularda koagulyatsiya tez sodir bo'ladi. Koagulyatsiya tezligi aerозolning sonli konsentratsiyasi ortishi bilan koagulyatsiya tezligi ortadi. Aerозolning boshlang'ich konsentratsiyasiga bog'liq bo'lmagan holda bir necha minutdan so'ng 1 sm³ hajmda 10⁸ – 10⁶ ta zarracha joylashadi (liozollarda = 10⁵ ta zarracha bo'ladi).

Aerозolning sonli konsentratsiyasi ortishi bilan koagulyatsiya tezligi orasidagi bog'lanish:

1 sm³ da dastlabki sonli konsentratsiya	Aerозolning konsentratsiyasi 2 marta kamayishi uchun zarur bo'lgan vaqt
10¹²	Sekundning qismlari
10¹⁰	15-30 sekund
10⁶	30 min
10⁶	Bir necha sutka

Shuningdek koagulyatsiya tezligiga:

Zarrachaning shakli va o'lchami;

Polidisperliligi;

Qarama-qarshi zaryadlangan ionlarning borligi;

Koveksion oqim, mexanik aralashtirish, ultratovushli tebranishlar yordam beradi.



AEROZOLLANING ISHLATILISHI

Aerozollarning keng ishlatilishi ularning yuqori effektivligi bilan tushuntiriladi. Ma'lumki, moddaning sirt yuzasi kattalashgan sari ularning aktivligi ortishi kuzatiladi. Kam miqdordagi modda aerosol holida sepilganida katta hajmni egallaydi va yuqori reaksiyon xususiyatga ega bo'ladi.

Aerozollarning:

Aerozollar texnikaning turli sohalarida, shu jumladan harbiy va kosmik sohada;

Qishloq xo'jaligida;

Sog'liqni saqlash sohasida;

Metereologiyada;

Maishiy xizmat sohasida va boshqalarda keng ishlatiladi.

KUKUNLAR

Dispersion fazasi qattiq dispersion muhiti esa havo yoki boshqa gaz bo'lgan yuqori konsentrlangan dispers sistemalar **kukunlar** deyiladi. Shartli belgilanishi: Q/G.

Kukunlarda dispersion faza zarrachalari bir-biri bilan kontaktida bo'ladi. Keng tarqalgan kukunlar zarrachalari o'lchami 1 dan 100 mkm gacha bo'lganlaridir. Bunday kukunlarda fazalararo sirt yuzasi bir necha m^2/g (ko'mir) dan m^2/g ning ulushlarigacha (mayda qum) bo'ladi.

Qattiq dispers fazali aerosollardan kukunlar qattiq fazasining konsentratsiyasi yuqoriligi bilan farq qiladi. Qattiq dispers fazali aerosollar sedimentatsiyalanganida kukunlar hosil bo'ladi. Suspenziyalar quritilganda ham kukunlar hosil bo'ladi. Boshqa tomondan aerosolni ham, suspenziyani ham kukunlardan olish mumkin.

KUKUNLARNING KLASSIFIKATSIYASI

1. Zarrachaning shakliga ko'ra:

Teng o'qli (har uchala o'q bo'yicha bir xil o'lchamga egs);

Tolasimon (zarrachaning uzunligidan uning eni va qalinligi bir necha marta katta bo'ladi);

Tekis (qalinligi zarrachaning uzunligidan va enidan katta bo'ladi).



2. Zarrachalararo ta'sirlashuvga ko'ra:

Bog'langan dispersli;

Erkin dispersli

3. Dispers faza zarrachasining o'lchamiga ko'ra:

Qum ($2 \cdot 10^{-5} \leq d \leq 2 \cdot 10^{-3}$)m;

Chang ($2 \cdot 10^{-6} \leq d \leq 2 \cdot 10^{-5}$)m;

Pudra ($d < 2 \cdot 10^{-6}$)m.

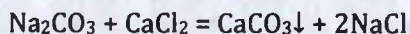
Kukunlar boshqa mikroeterogen sistemalar kabi dispersgatsion va kondensatsion usullar bilan olinadi.

Kondensatsion usullar ikki xil bo'ladi:

Liofob zollarning koagulyatsiyasi natijasida zarrachalarni cho'ktirish. Eritmani bug'latish yoki erituvchini almashtirish (eruvchanlikni kamaytirib) yo'li bilan suspenziyalar hosil qilinadi, so'ngra uni filtrlab va quritib kukunlar olinadi.

Kimyoviy reaksiyalarga asoslangan kondensatsion usullar:

a) Almashinish reaksiyasiga asoslangan elektrolitlar orasidagi reaksiyalar:



b) Metallarni oksidlash. Masalan, yuqori dispersli rux oksidi ruxni havoda 300°C da qizdirib olinadi.

d) Uglevodorodlarni oksidlash

E) Metall oksidlarini qaytarish;

f) Karbonil ($\text{Me}(\text{CO})_n$) larning termik dissosialash;

j) Tuzlarning suvli eritmalarini elektroliz qilish.

KUKUNLARNING UMUMIY XARAKTERISTIKASI

Odatda kukunlar dispers faza moddasining tabiati va zarrachalar o'lchami nuqtai-nazardan ko'rib chiqiladi.

Kukunlar ishlatilish texnologiyalari va ularni qayta ishlashga ta'sir etuvchi xossalari ko'rib chiqamiz.

Koageziya - bitta faza ichidagi molekula (atom, ionlar) lar o'rtasidagi bog'lanishni, ya'ni kondensirlangan jismning mustahkamligi va ularning tashqi ta'sirlarga nisbatan qarshi ta'sirini belgilaydi. Demak, dispergirlashda qancha ko'p energiya sarflansa, koageziya shuncha katta bo'ladi. Koagezion kuchlar qancha katta bo'lsa zarrachalar orasidagi bog'lanish ham shuncha kuchli bo'ladi.

Adgeziya - kondensirlangan fazalar sirtida kontaktda bo'lgan



zarrachalarning birikish hodisasi. Masalan, kukun zarrachalari o'zi joylashgan sig'im devorlari bilan ta'sirlashadi. Adgeziya zarrachalarning sirtida yopishishi va ushlab turilishi bilan tushuntiriladi.

KUKUNLARNING XOSSALARI

Kukunlarning xarakterli xossalari oqish va sochilish xususiyati, fluidizasiya (suyuqqa o'xshash holatga o'tish) va granulanish hisoblanadi.

Kukunlar uchun bir nechta empirik qonuniyatlar mavjud bo'lib, ular quyidagilar:

Gidrofob kukunlar gidrofil kukunlarga nisbatan yaxshi sochiladi;

Qattiq moddalardan tarkib topgan kukunlar yumshoq moddalardan tashkil topganlariga nisbatan oson maydalanadi (sochiladi);

Monodispers kukunlar polidispers kukunlarga nisbatan yaxshi maydalanadi.

Kukunlar agregatsion va sedimentatsion beqarordir.

KUKUNLARNING ISHLATILISH SOHALARI

Oziq – ovqat sanoatida (un, kraxmal, shakar, kofe, kakao, quruq sut va boshqalar kukun holida bo'ladi) ishlatiladi. Ba'zi oziq-ovqat mahsulotlari granula va tabletka ko'rinishida chiqariladi, masalan, choy va kofe.

Kimyo sanoatida ishlatiladi.

MIKROGETEROGEN SISTEMALAR UMUMIY XOSSALARI

Dispersion muhit va dispersion fazalarining tabiati bilan farq qiluvchi mikrogeterogen dispers sistemalar: suspenziya (Q/S), emulsiya (S/S), ko'piklar (G/S), aerozollar (S/G, Q/G) va kukunlar quyidagi umumiy tomonlari bor:

Hammasida ham dispers faza zarrachalarining o'lchami 1 mkm va undan yuqori:

Yuqoridagi sistemalarning hammasi ham 2 xil usulda: dispergatsion va kondensatsion usulda olinadi.

Ko'rsatilgan sistemalarning hammasida ham fazalararo sirt



yuza $1 \text{ m}^2 / \text{g}$ gacha bo'ladi. Bu esa ularning termodinamik beqarorligini ko'rsatadi. Ammo agregativ va sedimentatsion barqarorliklari har xil;

Yuqorida qayd etilgan dispers sistemalarning uzoq vaqt mavjud bo'la olishi (xossalarini o'zgartirmasdan saqlagan holda) ni ularga stabilizatorlar qo'shish bilan ta'minlash mumkin.

Stabilizatorlar: past molekulyar elektrolitlar, SAM, polimerlar.

DISPERS SISTEMALAR KIMYOSINING AGROKIMYO, TUPROQSHUNOSLIK VA BOSHQA SOHALARDA HAMDA XALQ XO'JALIGIDAGI AHAMIYATI

Dispers sistemalar kimyosi dispers sistemaning hosil bo'ladigan yoki ishlatiladigan ko'p sonli texnologik jarayonlarning ilmiy asosini tashkil etadi. **Masalan;**

Qurilish materiallari va kompozision materiallar ishlab chiqarish texnologiyalari (silikatlar, keramika, shisha va boshqalar);

G'ovak, dispers moddalar-katalizatorlar va sorbentlar olish;

Plastmassa, rezina, tabiiy va sintetik tolalar, kley, lak-bo'yoq materiallar ishlab chiqarish;

Oziq - ovqat mahsulotlari texnologiyalari;

Rudalarni flotasiya qilish texnologiyasi;

Suvni tozalash va membranali ajratish jarayonlari;

Sirt-aktiv moddalarni yaratish va ishlatish;

Flororeagentlar, yopishtiruvchilar, ko'pik va emulsiyalar stabilizatorlari, yuvuvchi vositalar ishlab chiqarish va boshqalar.

Dispers sistemalar kimyosi turmushda va texnikada uchraydigan turli tuman jarayonlarni va obyektlarni o'rganishda katta ahamiyatga ega. Dispers sistemalar kimyosi usullaridan sanoat tarmoqlarida, ayniqsa oziq-ovqat, to'qimachilik, sun'iy tola, plastmassa, portlovchi moddalar, farmasevtika, neft qazib chiqarish, metallurgiya va boshqa sohalarda foydaniladi.

Dispers sistemalar kimyosi kimyoviy texnologiyada katta rol o'ynaydi. Xom ashyo va oraliq mahsulotlarni maydalash, boyitish, tindirish, filtrlash, kondensatsiya, kristallanish va umuman yangi fazalarning hosil bo'lishi, ho'llanish, adsorbsiya, sedimentatsiya, koagulyatsiya kabi hodisalar bilan bog'liq.

Dispers sistemalar kimyosi biologiyada ham katta ahamiyatga



ega. Barcha tirik organizmlarning, to'qimalar va hujayralarning asosini tashkil etuvchi oqsil, nuklein kislotalar, kraxmal, glikogen, sellyuloza kabi moddalar kolloid sistemalar holida bo'ladi. Suspenziyalar ham tabiatda keng tarqalgan. Gil, tuproq, qumlar suvda juda ham kam eriydi, lekin suv bilan chayqalish natijasida suspenziyalar hosil bo'ladi. O'rta Osiyo daryolarining ko'pchiligida loyqa suv oqadi, ularning suvi ko'pincha sariq tusli bo'ladi. Bunday suvlarni ishlatishdan avval koagulyantlar yordamida koagulyatsiyaga uchratiladi. Neft qidiruv ishlarida ham parmalash suspenziyalar yordamida osonlashadi. Juda ko'p bo'yoqlar ham suvda erimaydi, lekin suv bilan suspenziyalar hosil qiladi.

Tuproqni o'rganish va dehqonchilik ishida ham kolloidlar katta rol o'ynaydi.

Farmatsiyaning rivojlanishida ham dispers sistemalar kimyosi fani muhim ahamiyatga ega.

Birinchidan, dori vositalarining juda katta qismi: tabletkalar, granularlar, kukunlar, pastalar, mazlar, suspenziyalar, emulsiyalar, aerozollar dispers sistemalar kimyosi o'rganadigan obyektlardir. Ikkinchidan dorivor preparatlarni olish, tozalash, stabillash usullari bu dispers kolloid sistemalarni olinish, tozalash va stabillash usullaridir. Uchinchidan: zamonaviy farmatsiyada dorivor preparatlarning xossalarini o'rganish, ularni ishlab chiqarishni nazorat qilish, barqarorligini baholash usullari, ajratish, ularning tozalik darajasini aniqlash kolloid – kimyoviy asosga ega. Ratsional texnologiya masalalari, saqlash, dorilarning davolovchi ta'siri samaradorligini oshirish ham dispers sistemalarning sirt hodisalariga asoslangan.

Kolloid sistemalar sanoatda ham ko'p uchraydi. Sement, chinni va bo'yoqlarning sifati ularning disperslik darajasiga, dispers fazaning suv bilan o'zaro ta'sirlashishiga va boshqa dispers sistemalar kimyosiviy omillarga bog'liq. Charm, qog'oz, gazlama, sun'iy ipak, oziq-ovqat va boshqa sanoat tarmoqlarida keng qo'llaniladigan sun'iy va tabiiy yuqori molekulyar moddalar hosil qilish ham dispers sistemalar kimyosi qonunlariga asoslanadi.

TUPROQ KOLLOIDLARI

Tuproq kolloidlari erning sirt qavatida uchraydigan kolloidlar bo'lib, ularda dispers faza rolini diametri 1 nm dan 100- 200 nm



gacha bo'lgan juda mayda tuproq zarrachalari, dispers muxit rolini esa tuproq eritmasi bajaradi.

Tuproq kolloidlari hosil bo'lishida tuproq eritmasining roli katta. Tuproq eritmasi tuproqning suyuq fazasi bo'lib u o'zida turli moddalarni eritgan suvdan iborat. Tuproq eritmasining tarkibi tuproq hosil qiluvchi tog' jinslarining hossalriga, tuproqning tipiga, erga o'g'it solingan solinmaganligiga bog'liq. Sho'rmas tuproqlarning eritmasida kalstiy bikarbonat ancha miqdorda bo'ladi, lekin sulfat, nitrat va fosfatlar oz miqdorda uchraydi. Bunday tuproq eritmasining osmotik bosimi 10 atm dan oshmaydi. Sho'r tuproqlardagi tuproq eritmasida sulfat, xlorid va sodaning miqdori juda ko'p bo'lganligi uchun bunday eritmaning osmotik bosimi 30 — 40 atm. gacha etadi. Agar tuproq eritmasining osmotik bosimi o'simlik organizmidagi osmotik bosimidan ortiq bo'lsa, tuproqdan o'simliklarga suvning chiqishi qiyinlashadi va bunday tuproqda ekin qurib qoladi. Tuproq eritmasidagi kolloid zarrachalarining umumiy miqdori turli xil tuproqlarda turlicha bo'ladi. Engil tuproqlarda kolloidlar kam, og'ip tuproqlarda ko'p uchraydi.

Tuproq kolloidlari uch guruxga bo'linadi.

1. Mineral kolloidlar (tuproqning kolloid - dispers holatdagi mineralari)

2. Organik kolloidlar (chirish natijasida hosil bo'ladigan gumus kislotalar)

3. Organik mineral kolloidlar (mineral organik moddalardan iborat murakkab dispers sistemalar). Tuproq kolloidlarining agronomik ahamiyati nixoyatda katta. Chunki tuproq kolloidlarining miqdori va tarkibi tuproqning shimish qobiliyatiga, tuproqda qumoq-qumoqzaruriy strukturalar hosil bo'lishiga, xamda tuproqning boshqa xossalriga katta ta'sir ko'rsatadi.

Tuproqning shimishi deganda tuproqning gazlarni, suyuqliklarni, erigan moddalarni va tuproq orqali o'tgan suvdagi qattiq zarrachalarni ushlab qolish xususiyatini tushunish kerak. XX asrning boshlarida rivojlangan K.K. Gedroyst ta'limotiga muvofiq tuproqning shimish xususiyatiga biologik, kimyoviy, fizik kimyoviy, fizik va mexanik shimish xususiyatlari kiradi.

Tuproqning biologik shimish xususiyati tuproqdagi mikroorganizmlar faoliyatidan kelib chiqadi. Kimyoviy shimilishda



erigan modda tuproqdagi turli komponentlar bilan kimyoviy reaksiyalarga kirishib, yomon eruvchan moddalar hosil qiladi, hosil bo'lgan moddalar esa tuproqning qattiq fazasi tarkibiga o'tadi.

Fizik kimyoviy shimish tuproq kolloidlari ishtirokida sodir bo'ladi. Tuproq kolloidlari o'z kationlarini almashtira oladi. Bunda almashina oladigan kationlar almashinuvchan yoki shimiluvchan kationlar deyiladi. Tarkibida shimiluvchan kation bor mayda tuproq zarrachalarining ja'mi tuproqning shimiluvchan kompleksi deyiladi.

Fizik shimishda erigan modda molekularlarining tuproqning mayda dispers zarrachalarining sirtiga adsorbilanishi kiradi. Mexanik shimishga esa tuproqdan o'tgan suvdagi qattiq zarrachalarning tuproqda tutilib qolishiga aytiladi.

Tuproq kolloidlari tufayli tuproqda struktura agregatlar hosil bo'ladi, ya'ni tarkibida shimilgan kalstiy ioni bo'lgan va suvda erimaydigan (parchalanmaydigan) chirindi modda tuproq zarrachalarini qovushtirib, diametri 1-10 mm bo'lgan qumoq-qumoq donalar hosil qiladi va suv ta'sirida yoyilib ketmaydi. Tuproqda shunday strukturaga ega bo'lgan agregatlarning bo'lishi ekinning o'sishiga katta yordam beradi.

Bu jixatdan akad. K.S. Axmedov va uning shogirdlari taklif etgan suvda eruvchi yuqori polimer moddalar katta ahamiyatga egadir.

Ishlab chiqarish jarayonida va tabiatni muxofaza qilishga oid muammolarni echishda qator dispers sistemalarga duch kelinadi. Shu sababli dispers sistemalarning rolini bilish va ularni boshqarish masalasi ishlab chikarishda, qishloq xo'jaligida uchraydigan konkret masalalarni hal kilishda va tabiatni muxofaza qilishda katta ahamiyatga ega.

Masalan, sanoatning deyarli barcha soxalarida turli hil ishlab chiqarishlarda aerezollar hosil bo'ladi. Shu kabi zararli gaz va chang holiday aerezollardan xavoni tozalash zarur. Bunga erishishda asosan ikki usul ishlatilishi mumkin: 1. Tarkibida zararli qo'shimchalar bo'lgan aerezolning hosil bo'lishini tuxtatish. 2. Aerezolni emirilishga majbur qilish.

Shu bilan birga tabiatni muxofaza kilishda atmosferadagi turli xil gaz holatdagi chiqindilardan, chang, tutun kabi dispers sistemalardan tozalash va ularni hosil bo'lishini oldini olish choralarini ko'rish katta ahamiyatga ega.



Ayniqsa suvning ifloslanishini oldini olishda dispers sistemalarning hosil bo'lish konuniyatlarini bilish va undan oqilona foydalanish muxim. Suvda uchraydigan (va uni bulg'atuvchi) moddalarning xammasini uch guruxga bo'lish mumkin:

1. Oksidlanadigan moddalar.
2. Oksidlanmaydigan moddalar.
3. Mikroeterogen va ultramikroeterogen dispers sistemalar ham suvni iflos qiluvchi moddalarga kiradi.

Shuning uchun asosan vodoprovod uchun kerakli ichimlik suv tayyorlashda oqar suvni 5ta ketma-ket jarayon yordamida tazalanadi. Bular mexanik filtrlash, tindirish, shag'al va qum orqali asta-sekin filtrlash, aerastiya, nihoyat xlor qo'shib suvni sterillashdan iborat.

Oqava suvlarni suv xavzalariga tashlashdan avval suvga ishlov berish lozim. Oqava suvlarga uch marta ishlov berish tavsiya etiladi. Birlamchi ishlovda oqava suvni filtrlab yirik axlat va qattiq moddalardan tozalanadi, so'ngra suv tindiriladi, bunda loyqa hosil qiluvchi moddalar suv tubiga cho'kadi. Shundan keyin suvga ikkilamchi ishlov berish zarur bo'lmasa, unga xlor ko'shib so'ngra oqar suvga yoki, boshqa suv xavzasiga tushirilib yuboriladi. Bundan tashqari oqava suvlarni tozalashda adsorbstiya, mexanik, texnik, kimeviy, biokimyoviy usullar ishlatiladi.

Turli ishlab chikarish jarayonlarida ko'pincha dispers sistemalar hosil bo'ladi. Masalan, ruda boyituvchi fabrika pulpasi, asosan suspenziyadan iborat, shuning uchun rudani boyituvchi fabrikalarning oqava suvlaridan qayta foydalanishda koagulyastiya, flokulyastiya va peptizastiya muhim ahamiyatga ega.

Ishlab chikarish jarayonida gel hosil bo'lishi katta ahamiyatga ega. Gel hosil bo'lishiga yordam beruvchi qo'shimcha sifatida difil molekullardan tuzilgan moddalar qo'llaniladi.

Kimyo sanoatining rivojlanishi chiqindi moddalarning miqdorini ko'payib borishiga, ya'ni xavo, tuproq va suvning ifloslanishiga olib kelmokda. Shuning uchunchiqindilarni qayta ishlash va ulardan tuproqni, xavoni, suvni tozalashda yuqori molekullali koagullovcchi, flokullovchi va gel hosil qiluvchi moddalarning yangi yuqori unumli turlarini yaratishda O'zbekistonda ma'lum ishlar amalga oshirilib, ishlab chiqarishga qo'llanilmokda. Ya'ni O'zbekistonda mavjud xom ashyolar asosida



har hil barqarorlashtiruvchi moddalar yaratishda o'zbek olimlari va muxandislarining tinimsiz izlanishlari natijasida yuqori unumli barqarorlashtiruvchi moddalar, o'simliklarni himoyalovchi yangi preparatlarning yaratilishiga va ishlab chiqarishga tadbqiq etilishiga olib keldi.

Kolloid kimyo fani kelajakda yanada ko'proq rivojlanadi va uning yutuqlari mustaqil O'zbekistonning xalq xo'jaligini tarmoqlarida qo'llanilaveradi.

ASOSIY FORMULA VA TENGLAMALAR

Solishtirma yuza

$$S_{sol} = \frac{S_{um}}{m} = \frac{6}{d\rho} = \frac{6D}{\rho}$$

$$S_{sol} = \frac{S_{um}}{V} = \frac{6}{d} = 6D$$

Sirt taranglik

$$\sigma = \frac{G_z}{S}$$

$$\sigma = \left(\frac{\partial G_S}{\partial S} \right)_{p, T, n_{i \neq j}}$$

$$\sigma = -\frac{A'}{S} \quad \sigma = \frac{F}{L}$$

Shishkovskiy tenglamasi

$$\sigma = \sigma_0 - B \ln(1 + Ac)$$

Sirt faollik

$$g = -\left(\frac{d\sigma}{dc} \right)_{c \rightarrow 0}$$

Dyuklo-Traube qoidasi

$$\frac{g_{n+1}}{g_n} = 3,2$$

$$\frac{g_{n+m}}{g_n} = 3,2^m$$

$$\frac{c_n}{c_{n+m}} = 3,2^m$$

Kogeziya ishi

$$W_{kog} = 2\sigma_{s-g}$$

$$W_{kog} = 2\sigma_{q-g}$$

$$W_{kog}^* = W_{kog} S$$

Dyupre tenglamasi va adgeziya ishi

$$W_{adg} = \sigma_{s-g} + \sigma_{q-g} - \sigma_{q-s} \quad W_{adg}^* = W_{adg} S$$

$$W_{adg}^* = W_{adg} + W_{def}$$

Yung qonuni

$$\cos \theta = \frac{\sigma_{q-g} - \sigma_{q-s}}{\sigma_{s-g}}$$

$$\cos \theta = \frac{2W_{adg} - W_{kog}}{W_{kog}}$$



Dyupre-Yung tenglamasi

$$W_{adg} = \sigma_{s-g}(1 + \cos \theta) \quad W_{adg} = \frac{W_{kog}}{2} (1 + \cos \theta)$$

Yoyilish koeffitsienti

$$f = W_{adg} - W_{kog} = \sigma_{q-g} - \sigma_{q-s} - \sigma_{s-g}$$

Antonov qoidasi

$$\sigma_{s_1-s_2}^{s.tar.} = \sigma_{s_2-g}^{tar.} - \sigma_{s_1-g}^{tar.}$$

Notekislik (dag'allik) koeffitsienti Ventsel-Deryagin tenglamasi

$$K_n = \frac{s^*}{s}$$

$$K_n = \frac{\cos \theta_n}{\cos \theta}$$

Laplas tenglamasi (qonuni)

$$\Delta p = \sigma \frac{dS}{dV} \quad \Delta p = \pm \frac{2\sigma}{r}$$

Jyuren tenglamasi

$$h = \frac{2\sigma_{s-g} \cos \theta}{R(\rho - \rho_0)g} \quad h = \frac{2\sigma_{s-g} \cos \theta}{R\rho g} \quad h \approx \frac{2\sigma_{s-g}}{R\rho g}$$

Kapillyar doimiylik

$$a = \sqrt{\frac{2\sigma_{s-g} \cos \theta}{\rho g}}$$

Tomson (Kelvin) tenglamasi

$$\ln \frac{p_r}{p_{\infty}} = \pm \frac{2\sigma V_M}{RT r}$$

G'ovaklik

$$\Pi = \frac{V_{g'ov}}{V_{um}} 100\%$$

Absolyut adsorbsiya

$$\Gamma = \frac{n_{sirt}}{S}$$

Ortiqcha

$$\Gamma = \frac{n_{sirt} - n_{um}}{S}$$

Genri tenglamasi

$$\Gamma = K_g p$$

Freyndlix tenglamasi

$$\Gamma = K p^{1/n}$$



Lengmyur adsorbsiyasi izoterma tenglamasi

$$\Gamma = \Gamma_{\infty} \frac{Kp}{1+Kp} \quad \Gamma = \Gamma_{\infty} \frac{Kc}{1+Kc}$$

Lengmyur tenglamasining chiziqli shakllari

$$\frac{1}{\Gamma} = \frac{1}{\Gamma_{\infty}} + \frac{1}{K\Gamma_{\infty}} \frac{1}{p} = \frac{1}{\Gamma_{\infty}} + \frac{1}{K\Gamma_{\infty}} \frac{1}{p} \quad \frac{p}{\Gamma} = \frac{1}{K\Gamma_{\infty}} + \frac{1}{\Gamma_{\infty}} p$$

BET (Brunauer-Emmet-Teller) adsorbsiyasi izoterma tenglamasi

$$\Gamma = \Gamma_{\infty} K_{BET} \frac{p/p_s}{(1-p/p_s)[1+(K_{BET}-1)p/p_s]}$$

BET tenglamasining chiziqli shakli

$$\frac{p/p_s}{\Gamma(1-p/p_s)} = \frac{1}{\Gamma_{\infty} K_{BET}} + \frac{K_{BET}-1}{\Gamma_{\infty} K_{BET}} \frac{p}{p_s}$$

Adsorbsiya potensialini	Temperaturaviy (o'xshashlik) invariantlik	Affinlik koeffitsienti
$\epsilon = RT \ln \frac{p_s}{p}$	$\left(\frac{\partial \epsilon}{\partial T} \right)_V = 0$	$\left(\frac{\epsilon}{\epsilon_0} \right)_V = \beta$

Mikrog'ovaklar hajmiy to'lish nazariyasining asosiy tenglamasi

$$\Gamma = \Gamma_{\infty} \exp \left[- \left(\frac{\epsilon}{\beta E_0} \right)^n \right] \quad \ln \Gamma = \ln \Gamma_{\infty} - \left(\frac{RT}{\beta E_0} \right)^n \left[\ln \frac{p_s}{p} \right]^n$$

Dubinin-Radushkevich tenglamasi

Gibbs

$$\ln \Gamma = \ln \Gamma_{\infty} - \left(\frac{RT}{\beta E_0} \right)^2 \left[\ln \frac{p_{to/y}}{p} \right]^2 \quad -d\sigma = \sum_{i=1}^n \Gamma_i d\mu_i$$

Gibbs adsorbsiyasi izoterma tenglamasi

$$\Gamma_i = - \frac{a_i}{RT} \frac{d\sigma}{da_i} \quad \Gamma_i = - \frac{c_i}{RT} \frac{d\sigma}{dc_i} \quad \Gamma_i = - \frac{p_i}{RT} \frac{d\sigma}{dp_i}$$



Rebinderning qutbliklarning tenglashtirish qoidasi

$$\varepsilon_A < \varepsilon_B < \varepsilon_C \quad \varepsilon_A > \varepsilon_b > \varepsilon_c$$

Rebinder tenglamasi

$$W_{disp} = W_{def} + W_{kog} \quad W_{disp} = d^2(k_1 d + k_2 \sigma)$$

Rebinder-Shukin mezoni Molyar solyubilizatsiya (eruvchanlik)

$$\sigma d^2 < b k T \quad S_M = \frac{n_1}{n_2}$$

Lanjeven qonuni

$$m \frac{d\vartheta}{dt} + \eta \vartheta = F_t + f(t)$$

Stoks qonuni

$$B = 6\pi\eta r$$

Eynshteyn-Smoluxovskiy tenglamasi

$$\bar{\Delta} = \sqrt{2Dt} \quad \bar{\Delta} = \sqrt{\frac{2RTt}{N_A B}} \quad \bar{\Delta} = \sqrt{\frac{2RTt}{3N_A \pi \eta r}}$$

Eynshteyn tenglamasi

$$D = \frac{kT}{B} = \frac{RT}{N_A B}$$

Stoks-Eynshteyn tenglamasi

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

Vant-Goff tenglamasi

$$\pi = cRT \quad \pi = icRT \quad \pi = \nu kT = \nu \frac{RT}{N_A} \quad \pi = \frac{3\omega RT}{6\pi\eta N_A \rho}$$

Sedimentatsiya tezligi

$$\vartheta = \frac{V(\rho_{DF} - \rho_{DM})}{B} \quad \vartheta = \frac{2(\rho_{DF} - \rho_{DM})gr^2}{9\eta}$$

Sedimentatsiya tezlik konstantasi

$$S_{sed} = \frac{\vartheta}{g} = \frac{V(\rho_{DF} - \rho_{DM})}{B} \quad S_{sed} = \frac{2r^2(\rho_{DF} - \rho_{DM})}{9\eta}$$

Laplas gipsometrik qonuni

$$\nu_h = \nu_0 \exp\left(-\frac{V(\rho_{DF} - \rho_{DM})gh}{kT}\right);$$

Laplas barometrik qonuni



$$p_h = p_0 \exp\left(-\frac{V(\rho_{DF} - \rho_{DM})gh}{kT}\right)$$

Gipsometrik balandlik

Geller tenglama

$$h_e = \frac{kT}{V(\rho_{DF} - \rho_{DM})g}$$

$$D = \frac{K}{\lambda^m}$$

Gelmgolts-Smoluxovskiy tenglamasi

$$\zeta = \frac{\partial \eta}{\varepsilon \varepsilon_0 H}$$

$$\zeta = \frac{\eta \theta_{um}}{\varepsilon \varepsilon_0 I}$$

Gelmgolts-Smoluxovskiy tenglamasi

$$\zeta = \frac{\eta E_f}{\varepsilon \varepsilon_0 P} \approx$$

$$\zeta = \frac{\eta E_{sed}}{\varepsilon \varepsilon_0 \varphi(\rho_{DF} - \rho_{DM})g} \approx$$

Reley tenglamasi

$$I_{taqs} = \frac{24\pi^3 \nu V^2}{R^2 \lambda^4} \left(\frac{n_{DF}^2 - n_{DM}^2}{n_{DF}^2 + 2n_{DM}^2} \right)^2 (1 + \cos^2 \theta) I_0$$

$$I_{taqs} = \frac{24\pi^3 \nu V^2}{\lambda^4} \left(\frac{n_{DF}^2 - n_{DM}^2}{n_{DF}^2 + 2n_{DM}^2} \right)^2 I_0$$

$$D = \frac{24\pi^3 \nu V^2 l}{2,303 \lambda^4} \left(\frac{n_{DF}^2 - n_{DM}^2}{n_{DF}^2 + 2n_{DM}^2} \right)^2$$

Buger - Lambert - Ber qonuni

$$I_{oit} = I_0 \exp(-kcl) \quad I_{oit} = I_0 \exp(-k'vl)$$

Guk qonuni

$$\Gamma = \frac{p}{E}$$

Nyuton qonuni

$$p = \eta \frac{d\theta}{dx}$$

$$p = \eta \dot{\gamma}$$

Maksvel-Shvedov modeli

$$\gamma = \frac{p}{E} + \frac{p}{\eta} t = p \left(\frac{1}{E} + \frac{t}{\eta} \right)$$

$$\frac{d\gamma}{dt} = \frac{1}{E} \frac{dp}{dt} + \frac{p}{\eta}$$

Kelvin-Foygt modeli

$$p = E\gamma + \eta \dot{\gamma}$$

$$\frac{d\gamma}{dt} + \frac{E}{r} \gamma - \frac{p}{\eta} = 0$$



$$\gamma = \frac{p_0}{E} \left[1 - \exp\left(-\frac{E}{\eta} t\right) \right] = \frac{p_0}{E} \left[1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \right]$$

Bingam tenglamasi

Plastik qovushqoqlik

$$p = p + \eta^* \dot{\gamma}$$

$$\eta = \eta^* + \frac{p_T}{\dot{\gamma}}$$

Ostvald-Veyl modeli

Ajratuvchi bosim

$$p = k\gamma^n$$

$$\pi = p - p_0 = -\frac{1}{S} \left(\frac{\partial G}{\partial h} \right)_{T, n, S} dh$$

Deryagin-Landau-Fervey-Overbek nazariyasi

$$U = \frac{2\epsilon\epsilon_0\varphi_\delta^2}{\lambda} e^{-\frac{h}{\lambda}} - \frac{A^*}{12\pi h^2}$$

U

$$= 2\pi\epsilon\epsilon_0 r \varphi_\delta^2 \ln \left[1 + e^{-\frac{h}{\lambda}} \right] - \frac{A^* r}{12\pi h^2}$$

Koagulyasiya ostonasi

Koagulyasiyalovchi qobiliyat

$$\gamma_M = \frac{C_{el} V_{el}}{V_{zol}}$$

$$\beta = \frac{1}{\gamma} = \frac{V_{zol}}{C_{el} V_{el}}$$

Tez koagulyatsiya tenglamasi

$$v = \frac{v_0}{1 + v_0 k_k t}$$

$$k_k = \frac{4kT}{3\eta} = \frac{3RT}{3\eta N_A}$$

Himoyalovchi son

Gelmgolts-Smoluxovski

tenglamasi

$$S = \frac{C_{st} V_{st}}{V_{zol}}$$

$$v = \frac{v_0}{1 + t/\tau_{1/2}}$$

Shults-Gardi qoidasi

$$\gamma_{Na^+} : \gamma_{Ca^{2+}} : \gamma_{Al^{3+}} = 100 : 10 : 1$$

$$\gamma_{Cl^-} : \gamma_{SO_4^{2-}} : \gamma_{PO_4^{3-}}$$

$$= 100 : 10 : 1$$

Eynshteyn tenglamasi

Ko'pik karraligi

$$\eta = \eta_0 (1 + k\varphi)$$

$$\beta = \frac{v_k}{v_*} = \frac{v_a + v_s}{v_*}$$



Gidrofil-oleofil nisbat

$$GON = \frac{W_{B/M}}{W_{B/M}}$$

$$GON = 1 + \frac{RT \ln W_{B/M}}{W_B}$$

$$GON = \left(\frac{1 + \cos \theta}{1 - \cos \theta} \right)^2$$

YuMB eritmalarining osmotik bosimi tenglamasi

Shtaudinger

$$\pi = \frac{c}{M} RT + bc^2$$

$$\eta_{sol} = kMc$$

$$[\eta] = kM$$

Mark-Kun-Xauvink tenglamasi

Bo'kish darajasi

$$[\eta] = kM \quad \alpha = \frac{m - m_0}{m_0} = \frac{V - V_0}{V_0}$$

MUSTAQIL ECHISH UCHUN MISOL VA MASALALAR

1. Elektr o'tkazuvchanlik ulchanadigan asbobga diametri 2,26 sm bulgan elektrodlar bir-biridan 1,68 sm uzaklikda joylashtirildi va unga 0,05 n AgNO_3 eritmasi kuyildi. Eritma orkali 0,5 V kuchlanishli 5,95 mA tok o'tkazildi. Eritmaning solishtirma va ekvivalent elektr o'tkazuvchanliklarini hisoblang.

2. 4,2% KON eritmasining 10°S dagi solishtirma elektr o'tkazuvchanligi 0,1464 $\text{Om} \cdot \text{sm}$ zichligi 1,033 g/sm^3 bulsa, eritmaning ekvivalent elektr o'tkazuvchanligi va ON^- ionlarining konstantrasiyasini hisoblang.

3. 18°S haroratda 0,02 n KCl eritmasining karshiligi 35,12 Om ga tengligi ulchandi. Keyin xuddi, shu asbobga 0,1 n SN_3SOON eritmasini karshiligi ulchandi, u 178 Om ni kursatdi. Sirka kislotaning dissostiastiyalanish darajasi va doimiylikini hisoblang.

4. 18°S haroratda zichligi 0,996 g/sm^3 1,64 % li NH_3 eritmasining solishtirma elektr o'tkazuvchanligi $6,86 \cdot 10^{-4} \text{Om} \cdot \text{sm}$ teng. Cheksiz suyultirilgan NH_3 eritmasining ekvivalent elektr o'tkazuvchanligini hisoblab, ma'lumotnomadagi kiymat bilan takkoslang.

5. 18°S da BaSO_4 ning tuyingan eritmasining solishtirma elektr o'tkazuvchanligi $2,623 \cdot 10^{-6} \text{sm/sm}$ shu haroratda suvni esa $4,00 \cdot 10^{-8}$

a. sm/sm bulsa, eritmadagi BaSO_4 ning konstantrasiyasini mol.l da hisoblang.



$6.25 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ HCl eritmasi 1,5 n NaOH eritmasi bilan titrlanganda kuyidagi natijalar olindi.

7. V, ml NaOH	8. 0	9. 4,5	10. 6,25	11. 10,10
12. $\mathcal{H}$. 10^{-3}	13. 8,72	14. 2,15	15. 2,52	16. 2,90

a. HCl eritmasining normal konstentrastiyasini hisoblang.

17. 25°S cheksiz suyultirilgan HCl eritmasidagi N^+ ionlarining elektr tashish soni 0,8209 shu haroratda eritmaning ekvivalent elektr o'tkazuvchanligi 426 sm/sm bulsa N^+ va Cl^- ionlarining absolyut tezliklarini hisoblang.

18. Zichligi $1,08 \text{ g/sm}^3$ bulgan 10% CaCl_2 eritmasining $\mathcal{H} = 11,4 \cdot 10^{-2} \text{ sm/sm}$ eritmadagi SaCl_2 molekularining kurinma dissostiastiya darajasini hisoblang.

19. Zichligi $1,012 \text{ g/sm}^3$ bulgan 4,94 % li NSOON kislotaning 18°S dagi solishtirma elektr o'tkazuvchanligi 0,0055 sm/sm bulsa, kislotaning dissostiastiya darajasini hisoblang.

20. Elektrodnlarni kanday turlarini bilasiz ulardan kanday galvanik elementlar tuzish mumkin? Sxemasini tuzing.

21. Galvanik elementning elektr yurituvchi kuchi (EYuK) ning qiymati asosida reakstiyaning kanday termodinamik kattaliklarini hisoblash mumkin.

22. Potenziometriyani ishlashini tushuntiring. Kaerlarga ishlatiladi.

23. Kimeviy reakstiya izotermasidan foydalanib: galvanik elementning EYuKni hisoblash uchun Nernst tenglamasini keltirib chikaring.

24. Elektrod potentsiali nima? Uning potentsial aniklovchi ionning aktivligiga bog'likligini keltirib chikaring.

25. Eritma rN ini aniklashda kanday indikator elektrodlar ishlatiladi. Galvanik elementini tuzing.

26. Elektrodlar ishlatilishiga kura necha xil buladi. Misollar bilan unda boradigan reakstiyalarni ezing.

27. Vestan elementi kanday tuzilgan. Kaysi maksadda ishlatiladi.

28. Potenziometrik titrlash kanday bajariladi va kaerlarda ishlatiladi.

29. Potenziometrik titrlash natijalari asosida kuchsiz



elektrolitning dissostiastiyalanish darajasi kanday hisoblanadi.

30.25°S haroratda zanjirning EYuK 0,362 V bulsa, $\text{ZnSO}_4 + \text{Cd} = \text{CdSO}_4 + \text{Zn}$ reakstiyada natijasida bajarilgan ishni hisoblang.

31.Elementning EYuK 25°S da 0°S ga nisbatan ancha katta. Element issiklik yutilishi eki ajralib chikishi natijasida ishlaydimi?

32.0°S da galvanik zanjirning EYuK i 1,0171 V ($\partial E/\partial T$)_p = $2,1 \cdot 10^{-4}$ V grad Ag I AgCl II $\text{ZnCl}_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ I Zn

a. zanjirda kanday reakstiya boradi va kancha issiklik ajralib chikadi.

33..Ag I 0,1 n AgNO_3 II 0,5 m $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ I Cd

a. galvanik zanjirning 25°S da EYuK ini hisoblang. ($\alpha_{\text{Sd}(\text{NO}_2)} = 0,48$, $\alpha_{\text{AgNO}_3} = 0,81$).

34.0,1 n ZnSO_4 eritmasiga rux elektrod tushirilgan. Eritma 10 va 100 marta suyultirilganda elektrodning potentsiali kanchaga uzgaradi.

35.25°S haroratda galvanik elementning EYuK i 0,1880 V.

a. ($\partial E/\partial T$)_p = $4,8 \cdot 10^{-4}$ V/grad $\text{Cd} + \text{PbCl}_2 = \text{CdCl}_2 + \text{Pb}$

b. Reakstiyaning issiklik effektini va entropiya uzgarishini hisoblang.

36. $\text{Pb} + 2 \text{AgCl} = \text{PbCl}_2 + 2 \text{Ag}$ reakstiyaning issiklik effekti 25170 kal. 25°S da elementning EYuK i 0,4900 V bulsa, 20°S da kanchaga teng bo'ladi.

37.Kimeviy reakstiya tezligi deb nimaga aytiladi va unga qanday olimlar ta'sir qiladi.

38.Kimyoviy reakstiya tezlik konstantasi qanday fizik ma'noga ega.



KOLLOID KIMYO FANI BO'YICHA GLOSSARIY

Absorbat yoki adsorbtiiv – absorbsiya jarayonida absorbent tomonidan yutiladigan (shimiladigan) sistema komponenti.

Adsorbsiya – biror modda sirtida gaz fazadan yoki eritmadan erigan modda molekularini (ionlarini) boshqa modda sirtida o'z-o'zidan to'planish jarayoni.

Adsorbsiya izotermasi – doimiy haroratda solishtirma adsorbsiyaning qiymatini adsorbatning bosimiga yoki konsentratsiyasiga bog'liqligini ifodalovshi grafik.

Adsorbent – sathida adsorbsiya sodir bo'ladigan qattiq jism.

Adsorbsion xromtografiya – ajratib oliuvshi moddaning adsorbsion qobiliyatini turlicha bo'lishiga asoslangan xromatografiya.

Adgeziya (yopishish, tortilish, birlashish) – turli fazadagi modda kondensirlangan jismlarni molekularini tutashishi natijasida o'zaro bog'lanishi.

Additivlik – kolloid eritmalarga elektrolitlar aralashmasi qo'shilganida koagulyatsiyalovchi ionlarning koagulyatsiyalash qobiliyatlarini qo'shilishi.

Adgezivlar – qattiq sirtlarning o'zaro yopishishiga yordam beruvchi moddalardir. Adgeziv jismga adsorblanganida shu qattiq sirtni ikkinshi qattiq sirt bilan yopishtiradi. Adgezivlar organik, noorganik va murakkab tarkibga ega bo'lishi mumkin.

Adsorbsiyalovshi tuproqlar (tabiiy adsorbentlar) – hayvonlardan chiqadigan qatron va bo'yovshi moddalar, mineral (neftli) va o'simlik yog'larni yutadigan gil va kremniyli jinslar.

Adsorber – adsorbsiya jarayoni o'tkaziladigan qurilma.

Adsorbsion xromotografiya – moddalarni adsorbent sirtiga aralashmalardan tanlanib va ketma-ket yutilishi.

Antoganzim – bir elektrolitning koagulyatsiyalash qobiliyatini boshqa elektrolit ta'sirida kamayishi.

Selektivli adsorbsiya – moddalar aralashmasidan bir yoki uning ayrim komponentlarining tanlab adsorblanishi.

Adsorbsiya issiqlik – adsorbsiya jarayonida ajralib chiqadigan issiqlik.

Adsorbsion-lyuminitsent analiz – turli adsorbentlardagi moddalarning adsorbsiyalovshi xossalardan foydalanish maqsadida



aralashmalardagi organik moddalarning miqdorini, tarkibini aniqlash usuli.

Aerogellar – dispersion muhiti qattiq moddalardan iborat bo'lgan qattiq ko'piklar.

Aerozollar– suyuqlik tomschilarini yoki qattiq jisim zarrachalarini gaz muhitda tarqalishi natijasida hosil bo'lgan mikroeterogen dispers sistemalar.

Agar-agar (suv o'ti) – ayrim dengiz suv o'tlaridan olinadigan mahsulotdir, uning asosiy tarkibiy qismi murakkab polisaxarid bo'lib, tarkibida galaktoza va boshqa moddalar bo'ladi. Uning qaynoq eritmasi sovitilsa quyuvlashib iviqqa aylanadi.

Agregativ barqarorlik – dispers sistemaning o'ziga xos disperslik darajasini saqlashi, ya'ni koagulyatsiyaga uchramaslik xususiyati. Sistemaning agregativ barqarorligi zol tarkibiga, uning zarrachalari tuzilishiga va kolloid eritma qanday holatda ekanligiga bog'liq.

Agregatlanish – molekula yoki ionlarni o'zaro birikib yirikroq zarrachalarni hosil bo'lishi.

Broun harakati-dispersion muhitda dispers faza zarrachalarining issiqlik harakati oqibatida to'xtovsiz (uzluksiz) harakati. Dispers sistemalarda broun harakati chin eritmalardagidek yaqqol ifodalanmagan. Radiusi r bo'lgan zarrachaning o'rtacha tezligi ($\bar{v}$) harorat ko'tarilishi va muhitning qovushqoqligi kamayishi bilan ortadi:

$$\bar{v} = \frac{RT}{3\pi\eta \cdot r \cdot N_A}$$

Bo'kish– yuqori molekulali birikmalar va boshqa gellarning suyuqliklar ta'sirida hajmini kattalashtirishidir. Bunda YUMB erituvchini shimishi natijasida hajmi ortadi.

Gellar – suyuq dispers muhitga ega bo'lgan strukturalangan yuqori dispersli (fazoviy-to'rsimon) sistema bo'lib, dispers fazaning qattiq zarrachalaridan yoki qayishqoq makromolekulalaridan tashkil topadi va suyuqsimon struktura orasida albatta suyuqlik mavjud bo'ladi.

Gidrofob ta'sirlanish – suvli muhitda murakkab molekulalarning qutblanmagan zarrachalari, molekulalari yoki radikalalarini ta'sirlanishini vujudga kelishi.

Gidrofil lipofil balans (GLB) - suv-moy chegarasida gidrofil va



lipofil ta'sirlanish balansi. Qo'sh elektr qavat: qattiq jism-suyuqlik chegarasida sodir bo'ladi va qattiq sathdagi biror bir potensial hosil qiluvchi qatlam zaryadi va unga qarama - qarshi bo'lgan suyuqlikdagi qarama - qarshi zaryadli ionlardan tashkil topadi.

Geterogenlik - geterogen sistemaning gomogen fazani ajratuvchi, dispers sistemada fazalararo sirt qavatning mavjudligini ko'rsatuvchi asosiy belgi.

Geterogenlik - dispers sistemalarda fazalararo chegara sirt mavjudligi.

Gidrozollar - dispersion muhiti suv bo'lgan qattiq fazali ultramikrogeterogen sistema (kolloid eritma).

Gipsometrik balandlik ($\Delta h_{1/2}$) - dispers sistemaning kinetik barqarorligi xarakteristikasi.

$$\Delta h_{1/2} = \frac{RT \ln 2}{V \cdot g \cdot N_A (p_{df} - p_{ds})}$$

V-zarrachaning hajmi, p_{df} va p_{ds} -dispers faza va dispersion muhit zarrachalarining zichligi.

Intermitsellyar suyuqlik - zolning dispers muhitidan iborat; uning tarkibida erituvchidan tashqari elektrolit va noelektrolitlar, mitsella tarkibida uchramaydigan birikmalar bo'ladi.

Dyuklo - Traube qonuni - bir xil gomologik qatordagi moddaning sirt faolligi uglevodород zanjirining bitta metilen guruhiga ($-\text{CH}_2-$) ortishi bilan solishtirma adsorbsiya tahminan 3,4marta ortadi.

Desorbsiya - adsorbsiyaning teskari jarayon.

Dzeta (ζ) potensial - dispers faza zarrachalarini dispersion muhitga nisbatan harakatlanganda adsorsion qavat bilan diffuzion qavat chegarasida yuzaga keladigan potensial bo'lib, uni elektrokinetik potensial ham deyiladi.

Dializ - kolloid eritmalarini tozalash usullaridan biri bo'lib, yarim o'tkazgish membrana orqali kolloid eritma tarkibidagi yot molekula yoki ionlarni o'z-o'zidan o'tish toza suvga o'tish jarayoni.

Disperslash - butun va yirik o'lchamli moddalarni maydalab, dispers faza zarrachalarini olish.

Dispers tahlil - dispers faza o'lchami, shakli va zarracha konsentratsiyasini aniqlash.

Dispers sistemalar - kamida ikkita dispers fazadan tashkil



topgan geterogen sistema bo'lib, ulardan biri dispers faza maydalangan, boshqasi dispers muhit sistemaning uzluksiz maydalanmagan qismi bo'ladi.

Disperslik – dispers faza zarracha o'lchamiga teskari qiymat.

Diffuziya – katta konsentratsiya tomonidan kichik konsentratsiya tomonga moddalar (ionlar, molekulalar, dispers sistema zarrachalari) ni o'tish jarayoni.

Dispergatsiya – yirik zarrachalarni maydalash.

Dipers faza – bu malum darajada maydalangan holda taqsimlangan moddadir. Dispers faza dispers sistemaning kam qismini tashkil etadi. Har qaysi dispers faza qattiq, suyuq va gazsimon agregat holatda bo'lishi mumkin.

Disperslash usuli – kolloid eritma olishning birinchi usuli bo'lib, yirikroq zarrachalarni maydalashdir.

Dyuklo va Traube qoidasi: Suvli eritmalarida to'yingan yog' kislotalarning uglevodorod zanjiri bitta – CH_2 guruhga uzayganda ularning sirt aktivligi $3 \div 3,5$ marta oshadi.

Faza deb fizik-kimyoviy sistemalarning fizikaviy va kimyoviy xossalari bo'yicha bir jinsli va bir xil qismi bo'lib, boshqa qismlaridan sirti bilan ajralib turadigan qismiga aytiladi.

Koagulyatsiya – dispers faza zarrachalarini bir-biri bilan birikib yiriklashish hodisasi.

Koagulyatsiya chegarasi – zolni koagulyatsiyalash uchun yaroqli bo'lgan elektrolitning eng minimal miqdori.

Koatservatsiya – harorat o'zgartirilganda yuqori molekulyar birikma eritmalarining past molekulyar birikma eritmalaridan qavatlanib ajralishi.

Kapillyar sistemalar – qattiq dispersion muhit va gazsimon (silikagel, geterogen katalizatorlar) yoki suyuq (tuproq) dispers fazadan tashkil topgan geterogen sistemalar.

Koalessensiya – kolloid sistemalarda gazsimon yoki suyuq dispersion fazalar tomchilarining o'z-o'zidan qo'shilishi.

Kogeziya – geterogen sistemaning bitta fazasi ichida zarrachalarning molekulalararo ta'sirlashuvi.

Kserogellar – tarkibida suyuqligi oz bo'lgan quruq gellar.

Mezog'ovakli sistemalar – g'ovaklarining radiusi 2 nm dan 100+200 nm gacha bo'lgan g'ovak sistemalar. Bunday jismlarning solishtirma sirt yuzasi $10\text{-}500 \text{ m}^2/\text{g}$ ni tashkil etadi.

Mikrogeterogen sistemalar – dispers faza zarrachalarining o'lchami 10^{-7} m dan 10^{-5} m gacha bo'lgan dispers sistemalar



(suspensiyalar, emulsiyalar, ko'piklar, kukunlar).

Mikrog'ovak sistemalar-g'ovaklarining radiusi 2 nm dan oshmaydigan g'ovak sistemalar. Mikrog'ovak jismlarda solishtirma sirt yuza 500 nm dan 1000 m²/g gacha bo'ladi.

Mitsellalar - murakkab tuzilishga ega bo'lgan alohida kolloid zarrachalar bo'lib, dispers sistemaning dispers fazasini tashkil etadi.

Mitsellyar (atsotsiativ) kolloidlar- difil molekularlarning agregatsiyasi natijasida hosil bo'ladigan kolloid zarrachalarning eritmasi bo'lib, qutbli guruh va qutbsiz uglevodorod radikalini saqlovchi molekulalardan tarkib topgan bo'ladi.

Molekulyar (qaytar, liofil) kolloidlar - bular tabiiy va sintetik yuqori molekulyar birikmalarning eritmalaridir. YuMB eritmaları o'z-o'zidan dispers faza va dispersion muhit zarrachalari orasidagi kuchli ta'sirlashuv natijasida hosil bo'ladi.

Oshiq koagulyatsiya - koagulyatsiya sodir bo'lish jarayonini ko'z bilan ko'rish mumkin bo'lgan holat.

Peptizatsiya - zolning koagulyatsiya mahsulotini qaytadan kolloid holatga o'tkazish.

Rebinder effekti - qattiq jism mustahkamligini o'sha jism sirtida bo'ladigan adsorbsiya tufayli kamayishi.

Sathdagi hodisalar - fazalar chegarasida sodir bo'ladigan va sath qatlami (chegara) tarkibi va tuzilishiga bog'liq bo'lgan jarayonlar.

Silikagel - suvsizlantirilgan silikat kislotadir.

Sinergizm - obyektga biror-bir omillarni ta'sir etish effekti yig'indisini xarakterlovshi hodisa.

Sinerezis - gelning o'z-o'zicha ikki qavatga ajralish jarayonidir.

Sedimentatsiya - dispers faza zarrachalarining gravitatsion ta'sir maydonida yoki markazdan qochuvchi kuchlar ta'sirida yo'naltirilgan harakati.

Sedimentatsion barqarorlik - dispers faza zarrachalarining og'irlik kuchi ta'sirida dispers muhitdan ajralmaslik qobiliyatini ko'rsatadi. Sedimentatsion barqarorlik diffuziyaga va Broun harakatiga bog'liq.

Solishtirma sath - fazalar chegara sirti maydoni yig'indisining uning hajmiga bo'lgan nisbati bilan o'lchanadigan qiymat.

Sirt taranglik - sath qatlami birligiga to'g'ri keluvchi Gibbs energiyasining qiymati.

Sirt faol (aktiv)lik - erigan moddaning erituvchi sirt tarangligini o'zgartirish qobiliyati.



Sorbsiya – adsorbsiya, absorbsiya va kapillyar kondensatsiyalar kabi oddiy jarayonlar jamlamasi bilan bog'liq murakkab fizik-kimyoviy hodisa.

Sorbent – yutuvshi modda.

Sorbtiiv yoki sorbat – yutiladigan modda.

Solyublizatsiya – past molekulyar moddalarni sirt aktiv moddalar mitsellalarida erish hodisasi.

Sust koagulyatsiya – koagulyatsiya tezligi koagulyatsiyalovshi elektrolit konsentratsiyasiga bog'liq bo'lgandagi koagulyatsiya.

Suspenzoidlar (qaytmas kolloidlar, liofob kolloidlar) – bu metallarning va birikmalari (oksidlari, tuzlari)ning eritmalaridir.

Tez koagulyatsiya – ikkita kolloid zarracha bir-biri bilan bir marta to'qnashgandayoq birikib yirikroq zarracha hosil qilishi.

Tiksotropiya – strukturalar hosil qilgan sistemaning strukturalar hosil qilmagan sistemaga izotermik aylanish hodisasi.

Ultrafiltratsiya – dispers sistemalarni bosim ostida tozalash.

Ultratsentrifuga – kolloid eritmalarini markazdan qochma kuch ta'sirida tozalash.

Flokulalar – faol guruhi bilan bir tomondan ayrim suspenziya zarrachalari bilan ikkinshi tomondan bir-biri bilan bog'langan polielektrolit molekularidir.

Flokulyant (koagullovshi) – koagulyatsiya jarayonini amalga oshiradigan polielektrolit.

Flotatsiya (fransuzsha) – qazilma boyliklarini boyitish usuli bo'lib, ruda zarrachalari yuzasini fizik-kimyoviy xossalarning har xilligiga asoslangan.

Fluktatsiya – ayni sistemaning mikroobyektlardagi zichlik, konsentratsiya yoki boshqa parametr qiymatlarini o'rtacha muvozanat qiymatlaridan chetga chiqish hodisasi.

Xromatografiya – adsorbent qavatida bir necha xil rangli sohalarining hosil bo'lishi.

Elektrodializ – kolloid eritmalarini tozalashda dializ jarayonini o'zgarmas elektr maydonida olib borish.

Elektrokapillyar hodisalar – fazalar chegarasida bo'lgan zaryadning (potensiallar ayirmasining) sirt tarangligiga ta'sirini ifodalovshi hodisalardir. Ular qo'sh elektr qavatida sodir bo'ladi.

Elektrokinetik potensial – suyuqlik qattiq zarrachaga nisbatan harakat qilganda qo'sh elektr qavatning adsorbsion va diffuzion qavat chegarasida hosil bo'ladigan potensial.

Elektron mikroskop – mikroskoplarning mukammal turi



bo'lib, bunday asbobda yorug'lik nurlari o'rniga elektron nurlari ishlatiladi. Shuning uchun shisha linzalar o'rniga elektromagnit maydonidan foydalaniladi va elektron nurining manbai sifatida volfram sim ishlatiladi.

Elektroosmos – suyuqlikning elektr maydonida g'ovak jism (diafragma) orqali elektrodlar tomon harakat qilishidir.

Elyusiya – adsorbent sirtini yuvish uchun ishlatiladigan suyuqlik.

Elyuent – adsorbent sirtini yuvish uchun ishlatiladigan suyuqlik.

Emulsiya – dispers muhiti ham dispers fazasi ham suyuqlik bo'lgan dispers sistemadir.

Yashirin koagulyatsiya – koagulyatsiya sodir bo'lgan holatni ko'z bilan ko'rib bo'lmaydi.

Yarim kolloidlar – chin eritma bilan kolloid eritma oralig'ida bo'lgan sistemalar; past konsentratsiyada chin eritma, yuqori konsentratsiyada kolloid eritma hosil qiluvchi moddalar.

Adabiyotlar

1. A.S.Sidikov, M.N.Mavlonova. Kolloid kimyo. Darslik. - T.: Fan va texnologiyalar, 2019. – 446 bet.

2. H.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. O.,quv qo.,llanma. TKTI. 2019. 216 bet.

3. K.S. Axmedov. Kolloid kimyo. Darslik. - T.: O.,zbekiston, 1992. – 262 bet.

4. G.,Raxmonberdiyev, T.Dustmurodov, A.Sidiqov. Fizik va kolloid kimyodan masalalar. O.,quv qo.,llanma. - T.: Fan va texnologiya, 2006. – 171 bet.

5. Terence Cosgrove. Colloid Science:Principles, methods and applications, 2010

6. Drew Mer. Surfaces, in

7. H.S.Talipova, J.S.Qayumov, O.S.Boboqulova, N.Sh.Zulyarova. Kolloid kimyo fanidan ma"ruzalar matni. O.,quv-uslubiy qo.,llanma. TKTI. 2019. 403 bet.



MUNDARIJA

So'z boshi.....	4
Kirish	5
"Kolloid kimyo" fanining rivojlanish tarixi.....	11
Kolloid kimyo fanini rivojlanishiga hissa qo'shgan olimlar.....	13
Kolloid sistemalar to'g'risidagi asosiy tushunchalar.....	31
Kolloid kimyo fanining asosiy muammolari va vazifalari.....	31
Dispers sistemalarning tasnifi.....	33
Disperslik darajasiga ko'ra klassifikatsiyalanishi yani dispers faza zarrachalarining o'lchamiga ko'ra:.....	34
Dispers faza va dispersion muhitning ta'sirlashuviga (fazalararo ta'sirlashuvi) ko'ra klassifikatsiyasi.....	36
Zarrachalararo ta'sirlashuvga ko'ra klassifikatsiyalanishi.....	36
Kolloid sistemalarning klassifikatsiyasi.....	38
Polimerlarning dispers sistemalari kimyosi.....	40
Dispers sistemalarning olinishi va tozalash usullari.....	41
Kolloid sistemalar olinishining dispergatsiya usuli.....	42
Kolloid tegirmonning ishlash mexanizmi	44
Kolloid sistemalarni olinishining kondensatsiya usuli.....	48
Dispergatsiya usulining tabiatda, texnika va kimyoviy ishlab chiqarishdagi ahamiyati.....	55
Kolloid eritmalarni tozalash usullari (dializ, elektrodializ, ultrafiltrlash).....	56
Suyuqliklarning sirt tarangligi va to'liq sirt energiya sirt hodisalar dispers sistemalarning miqdoriy xarakteristikasi.....	62
Sirt energiyaning tabiati.....	66
Sirt taranglik.....	67
Suvli eritmalarda sirt taranglik izotermasi.....	71
Sirt hodisalar termodinamikasi.....	80
Sirt taranglikni o'lchash usullari.....	86
Rebinder usuli	87
Kogeziya va adgeziya.....	88
Qattiq jism sirtining suyuqlik bilan ho'llanishi.....	92
Ho'llanish issiqligi.....	96
Suyuqliklarning yoyilishi	97
Kapillyar hodisalar.....	98
Kapillyar bosim va uning ahamiyati.....	101
Mavzuga doir masalalar yechish.....	102



Adsorbsiya.....	106
Adsorbsion muvozanat. Adsorbsiya issiqligi.....	112
Adsorbsiyaning sabablari.....	114
“Suyuq eritma-gaz “ chegarasidagi adsorbsiya.....	115
Gibbs tenglamasi.....	116
Mavzuga doir masalalar yechish.....	119
Qattiq jism sirtidagi adsorbsiya.....	120
Gaz va bug'larning qattiq jism sirtiga adsorsiyasi.....	120
Lengmyurning monomolekulyar adsorbsiya nazariyasi.....	122
Molekulyar adsorbsiyaga ta'sir etuvchi omillar.....	125
Mavzuga doir masalalar yechish.....	126
Freyndlix tenglamasi.....	127
Mavzuga doir masalalar yechish.....	129
Brunauer-Emmet-Tellerning polimolekulyar adsorbsiya nazariyasi.....	131
Polyanining polimolekulyar adsorbsion nazariyasi.....	135
Polyani nazariyasining asosiy holatlari.....	135
Mavzuga doir masalalar yechish.....	137
Eritmalarda ion adsorbsiyasi eritmalarda adsorbsiya.....	139
Ion adsorbsiyasi.....	142
Ionli adsorbsiyaga ta'sir etuvchi omillar.....	144
Ion almashinish adsorbsiyasi.....	147
Yutuvchi yuzasidagi bir moddaning boshqa modda yordamida siqib chiqarish.....	149
Ion almashinish va tanlangan adsorbsiyani biologik va tibbiy ahamiyati.....	150
Xromatografiya.....	152
Adsorbsiyaning amalda qo'llanilishi.....	154
Kolloid zarrachalarning tuzilishi haqidagi mitsellyar nazariya.....	155
Mitsella tuzilishining hozirgi zamon modeli.....	161
Kolloid sistemalarning elektr xossalari.....	163
Elektrokinetik hodisalar.....	166
Qo'sh elektr qavatning tuzilishi.....	168
Qo'sh elektr qavat haqida hozirgi zamon qarashlari,.....	176
Dzeta potensial.....	177
ζ - Dzeta-potensialni aniqlash usullari.....	177
Mavzuga doir masalalar yechish.....	178
Kolloid eritmalarining optik xossalari. tindal-faradey effekti.....	181



Yorug'likning adsorbsiyasi.....	188
Ultramikroskopiya.....	190
Dispers sistemalarning molekulyar–kinetik xossalari.....	192
Diffuziya	192
Broun harakati	195
Osmotik bosim	197
Sedimentatsiya.....	198
Donanning membrana muvozanati.....	200
Mavzuni mustahkamlash uchun savollar	202
Mustaqil yechish uchun test savollari.....	203
Masalalar.....	204
Kolloid eritmalarning agregativ barqarorligi. koagulyatsiya	208
Koagullanish.....	208
Dispers sistemalarning sedimentatsion barqarorligi.....	216
Dispers sistemalarbarqarorligining asosiy omillari.....	219
Koagulyatsiya qoidasi.....	221
Elektrolitlar bilan koagullash kinetikasi.....	223
Elektrolitli koagulyatsiya mexanizmi.....	225
Tez koagulyatsiya	226
Liofob zollarning barqarorlik omillari	227
Liofob zollarning barqarorlik faktori-DLFO nazariyasi (fizik nazariya).....	228
Elektrolitli koagulyatsiya mexanizmi.....	231
Elektrolitlar ta'siridagi koagulyatsiya turlari.....	232
Ikki kolloidning o'zaro koagullanishi.....	234
Elektrolitlar aralashmasi ta'sir ettirib koagullash.....	235
Koagulyatsiyaning muhim qoidalari.....	237
Kolloid himoya.....	237
Kolloid himoya mexanizmi.....	239
Liofil sistemalar.....	240
Sedimentatsion analiz.....	244
Dispers sitemalarning strukturlanishi.....	246
Koagulyatsion strukturalar	247
Kondensatsion – kristallizatsion strukturalar.....	247
Dispers sistemalarning struktur-mexanik xossalari.....	248
Mavzuga doir masalalar yechish.....	253
Kolloid sirt-aktiv moddalar.....	255
Kolloid sirt-aktiv moddalar klassifikatsiyasi.....	255



SAMlarning sirt hodisalari.....	256
O'z-o'zidan mitsella hosil qilish qobiliyati.....	264
Solyubilizatsiya.....	269
Mitsella hosil bo'lishining kritik konsentratsiyasi.....	270
Mitsella hosil bo'lishi kritik konsentratsiyasini aniqlash usullari.....	275
Yuqori molekulyar birikmalarning klassifikatsiyasi.....	277
YUMBlar xarakteristikasi.....	278
Sirt tarangligi bo'yicha mitsella hosil bo'lish kritik konsentratsiyasini aniqlash.....	280
YUMB eritmalari osmotik bosimi.....	281
Qovushqoqlik.....	287
Yuqori molekulyar birikmalarning bo'kishi va erishi.....	290
Yuqori molekulyar birikmalar erishining termodinamikasi.....	296
Bo'kish jarayoniga ta'sir etuvchi omillar.....	299
Gellarda bo'ladigan reaksiyalar.....	300
Polimer eruvchanligiga molekulyar massa, erituvchi tabiati va temperaturaning ta'siri.....	302
Oqsilning birlamchi strukturasi.....	303
Gel hosil bo'lishining asosiy qonuniyatlari.....	313
Ivqlanishning asosiy qonuniyatlari.....	314
Iviq. Iviq hosil bo'lishi.....	316
Iviq hosil bo'lish jarayoniga ta'sir qiluvchi omillar.....	316
Liofil kolloidlarning koagulyatsiyasi.....	317
Emulsiyalar va ko'piklar.....	317
Mikrogeterogen sistemalar. Suspenziyalar.....	323
Sedimentatsion analiz.....	326
Monodispers kukunlarning sedimentatsion analizi.....	328
Xulosa.....	329
Emulsiya.....	330
Emulsiyalarning klassifikatsiyasi.....	331
Emulsiyalarning agregativ barqarorligi.....	333
Koalesensiya.....	335
Ko'piklar.....	336
Ko'piklarning ishlatilishi.....	340
Aerozollar.....	340
Aerozollarning klassifikatsiyasi.....	341
Aerozollarning olinish usullari.....	342
Aerozollarning umumiy xarakteristikasi.....	342



Aerozellarning optik xossalari.....	343
Aerozellarning molekulyar-kinetik xossalari.....	343
Aerozellarning elektrik xossalari.....	344
Agregativ barqarorlik. Koagulyatsiya.....	344
Aerozellaning ishlatilishi.....	345
Kukunlar	346
Kukunlarning klassifikatsiyasi.....	345
Kukunlarning umumiy xarakteristikasi.....	346
Kukunlarning xossalari.....	347
Kukunlarning ishlatilish sohalari.....	347
Mikrogeterogen sistemalar umumiy xossalari.....	347
Dispers sistemalar kimyosining agrokimyo, tuproqshunoslik va boshqa sohalarda hamda xalq xo'jaligidagi ahamiyati.....	348
Tuproq kolloidlari.....	349
Asosiy formula va tenglamalar.....	349
Mustaqil echish uchun misol va masalalar.....	359
Kolloid kimyo fani bo'yicha glossariy.....	362



СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	4
Введение.....	5
История и развитие дисциплины «Коллоидная химия».....	11
Ученые внесшие большой вклад в развитии коллоидной химии	13
Основные понятия коллоидных систем.....	31
Задачи и основные проблемы коллоидной химии.....	31
Характеристика дисперсных систем.....	33
Классификация по взаимодействию дисперсной фазы и дисперсной среды.....	34
Классификация по взаимодействию частиц.....	36
Классификация коллоидных систем.....	36
Химия дисперсных систем полимеров.....	38
Методы получения и очистки дисперсных систем.....	40
Диспергационный метод получения коллоидных систем.....	41
Механизм работы коллоидной мельницы.....	42
Конденсационный метод получения коллоидных систем.....	44
Значение метода диспергирования в природе, технике и химическом производстве	48
Методы очистки коллоидных растворов (диализ, электродиализ, ультрафильтрования).....	55
Количественная характеристика поверхностного натяжения жидкостей и полной поверхностной энергии поверхностных явлений в дисперсных системах.....	56
Природа поверхностной энергии.....	62
Поверхностное натяжение.....	66
Изотерма поверхностного натяжения в водных растворах. уравнение Шишковского.....	67
Термодинамика поверхностных явлений.....	71
Методы измерения поверхностного натяжения.....	80
Метод Ребиндера.....	86
Когезия и адгезия.....	87
Смачивание твердой поверхности жидкостью.....	88
Теплота смачивания.....	92
Дисперсия жидкостей.....	96



Капиллярные явления.....	97
Капиллярное давление и его значение	98
Решение типовых задач.....	101
Адсорбция.....	106
Адсорбционное равновесие. Теплота адсорбции	112
Причины адсорбции.....	114
Адсорбция на границы "жидкость-газ"	115
Уравнение Гиббса	116
Решение типовых задач	119
Адсорбция на поверхности твердого тела.....	120
Адсорбция газов и паров на поверхности твердого тела	120
Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра	122
Факторы, влияющие на молекулярную адсорбцию	125
Решение типовых задач	126
Уравнение Фрейндлиха.....	127
Решение типовых задач.....	129
Теория полимолекулярной адсорбции Брунауэра-Эммета-Теллера.....	131
Теория полимолекулярной адсорбции Поляни.....	135
Основные моменты теории Поляни.....	135
Решение типовых задач	137
Ионная адсорбция в растворах, адсорбция в растворах.....	139
Ионная адсорбция.....	142
Факторы, влияющие на ионную адсорбцию.....	144
Ионо-обменная адсорбция.....	147
Выдавливание одного вещества на поверхности поглотителя с помощью другого вещества.....	149
Биологическое и медицинское значение ионного обмена и селективной адсорбции.....	150
Хроматография.....	152
Практическое применение адсорбции.....	154
Мицеллярная теория строения коллоидной частицы.....	155
Современная модель строения мицеллы.....	161
Электрические свойства коллоидных систем.....	163
Электрокинетические явления.....	166
Структура двойного электрического слоя.....	168
Современные представления на двойной электрического поля	176



Дзета потенциал.....	177
Методы определения ζ - Дзета-потенциала.....	175
Решение типовых задач	178
Оптические свойства коллоидных растворов. Эффект Тиндала-Фарадея	181
Адсорбция света.....	188
Ультрамикроскопия.....	190
Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем..	192
Диффузия	192
Движение Броуна.....	195
Осмотическое давление.....	197
Седиментация.....	198
Мембранный баланс Донана.....	200
Вопросы для подкрепления темы.....	202
Решение типовых задач	203
Задачи.....	204
Агрегатная стабильность коллоидных растворов.	
Коагуляция.....	208
Коагуляция.....	208
Седиментационная устойчивость дисперсных систем	216
Основные факторы устойчивости дисперсных систем.....	219
Правило коагуляции.....	221
Кинетика коагуляции электролита.....	223
Механизм коагуляции электролита.....	225
Быстрая коагуляция.....	226
Факторы устойчивости лиофобных золей.....	227
Фактор устойчивости лиофобных золей-теория ДЛФО (физическая теория).....	228
Механизм коагуляции электролита.....	231
Виды коагуляции под действием электролитов.....	232
Взаимная коагуляция двух коллоидов.....	234
Коагуляция под действием смеси электролитов.....	235
Важные правила коагуляции.....	237
Коллоидная защита.....	237
Механизм коллоидной защиты.....	239
Леофильные системы.....	240
Седиментационный анализ.....	244
Структурирование дисперсных систем.....	246



Коагуляционные структуры.....	247
Конденсационно-кристаллизационные структуры.....	247
Структурно-механические свойства дисперсных систем.....	248
Решение типовых задач	253
Коллоидные поверхностно-активные вещества	255
Классификация коллоидных поверхностно-активных веществ	255
поверхностные явления САМ	256
Способность самостоятельно образовывать мицеллы.....	264
Солюбилизация.....	269
Критическая концентрация мицеллообразования.....	270
Методы определения критической концентрации мицеллообразования.....	275
Классификация высокомолекулярных соединений.....	277
Характеристика высокомолекулярных соединений.....	278
Определение критической концентрации мицеллообразования по поверхностному натяжению	280
Осмотическое давление растворов высокомолекулярных соединений.....	281
Вязкость.....	287
Набухание и растворение высокомолекулярных соединений	290
Термодинамика плавления высокомолекулярных соединений.....	296
Факторы, влияющие на процесс набухания.....	299
Реакции протекающие в гелях.....	300
Влияние молекулярной массы, природы и температуры растворителя на растворимость полимера.....	302
Первичная структура белка.....	303
Основные закономерности гелеобразования.....	313
Основные законы студня.....	314
Студня, образования студней.....	316
Факторы влияющие на процесс образования студней.....	316
Коагуляция лиофильных коллоидов.....	317
Эмульсии и пены	317
Микрогетерогенные системы. Суспензии.....	323
Седиментационный анализ	326
Седиментационный анализ монодисперсных порошков.....	328



Вывод.....	329
Эмульция.....	330
Классификация эмульсий.....	331
Агрегатная стабильность эмульсий.....	333
Коалесценция.....	335
Пены.....	336
Использование пен.....	340
Аэрозолы.....	340
Классификация аэрозол.....	341
Способы получения аэрозол.....	342
Общие характеристики аэрозолей.....	342
Оптические свойства аэрозолей.....	343
Молекулярно-кинетические свойства аэрозолей.....	343
Электрические свойства аэрозолей.....	344
Агрегативная стабильность. Коагуляция.....	344
Использование аэрозоля.....	345
Порошки.....	345
Классификация порошков.....	345
Общие характеристики порошков.....	346
Свойства порошков.....	347
Области применения порошка.....	347
Общие свойства микрогетерогенных систем.....	347
Значение химии дисперсных систем в агрохимии, почвоведении и других областях, а также в народном хозяйстве	348
Коллоиды почвы.....	349
Основные формулы и уравнения.....	349
Решение типовых задач.....	359
Глоссарий по коллоидной химии.....	362



CONTENTS

Foreword	4
Introduction	5
History and development of the discipline "Colloidal chemistry" ...	11
Scientists who made a great contribution to the development of colloidal chemistry	13
Basic concepts of colloidal systems	31
Tasks and main problems of colloidal chemistry	31
Characteristics of dispersed systems	33
Classification by the degree of dispersion, that is, by the size of the particles of the dispersed phase:	34
Classification according to the interaction of the dispersed phase and dispersed among	36
Particle Interaction Classification	36
Classification of colloidal systems	38
Chemistry of polymer dispersed systems	40
Methods for obtaining and purifying dispersed systems	41
Dispersion method for obtaining colloidal systems	42
Colloid mill working mechanism	44
Condensation method for obtaining colloidal systems	48
The value of the dispersion method in nature, technology and chemical production	55
Colloidal solutions purification methods (dialysis, electrodialysis, ultrafiltration)	56
Quantitative characteristics of the surface tension of liquids and the total surface energy of surface phenomena in dispersed systems ..	62
The nature of surface energy	66
Surface tension	67
Isotherm of surface tension in aqueous solutions. Shishkovsky equation	71
Thermodynamics of surface phenomena	80
Methods for measuring surface tension	86
Rebinder method	87
Cohesion and adhesion	88
Wetting a solid surface with a liquid	92
Heat of wetting	96
Dispersion of liquids	97



Capillary phenomena.....	98
Capillary pressure and its value	101
Solving typical tasks.....	102
Adsorption.....	106
Dsorption equilibrium. Heat of adsorption	112
Reasons for adsorption.....	114
Adsorption on liquid-gas boundaries.....	115
Gibbs equation	116
Solving typical tasks.....	119
Solid surface adsorption.....	120
Adsorption of gases and vapors on the surface of a solid.....	120
Langmuir's theory of monomolecular adsorption.....	122
Factors affecting molecular adsorption.....	125
Solving typical tasks.....	126
Freundlich's equation.....	127
Solving typical tasks.....	129
Brunauer-Emmett-Teller theory of polymolecular adsorption.....	131
Polyany's theory of polymolecular adsorption.....	135
The main points of Polyany's theory	135
Solving typical tasks.....	137
Ionic adsorption in solutions, adsorption in solutions.....	139
onic adsorption.....	142
Factors affecting ion adsorption.....	144
Ion exchange adsorption.....	147
Extrusion of one substance on the surface of the absorber with the help of another substance.....	149
Biological and medical significance of ion exchange and selective adsorption.....	150
Chromatography.....	152
Practical application of adsorption.....	154
Micellar theory of the structure of a colloidal particle.....	155
Modern model of micelle structure.....	161
Electrical properties of colloidal systems.....	163
Electrokinetic phenomena.....	166
Electrical double layer structure.....	168
Modern representations on a double electric field.....	176
Zeta potential.....	177
Determination methods - Zeta potential.....	177



Solving typical tasks	178
Optical properties of colloidal solutions. Tyndall-Faraday effect.....	181
Light adsorption	188
Ultramicroscopy	190
Molecular kinetic properties of dispersed systems	192
Diffusion	192
Brown's movement	195
Osmotic pressure	197
Sedimentation	198
Donan's membrane balance.....	200
Questions to reinforce the topic.....	202
Solving typical tasks	203
Tasks	204
Aggregate stability of colloidal solutions. Coagulation.....	208
Coagulation	208
Sedimentation stability of dispersed systems.....	216
The main factors of stability of dispersed systems	219
Coagulation rule	221
Kinetics of electrolyte coagulation.....	223
Electrolyte coagulation mechanism.....	225
Fast coagulation.....	226
Stability factors of lyophobic sols.....	227
The stability factor of lyophobic sols - DLFO theory (physical theory)	228
Electrolyte coagulation mechanism.....	231
Types of coagulation under the influence of electrolytes	232
Mutual coagulation of two colloids.....	234
Coagulation with a mixture of electrolytes.....	235
Important rules for coagulation.....	237
Colloidal protection	237
Colloidal defense mechanism.....	239
Lyophilic systems	240
Sedimentation analysis	244
Structuring of dispersed systems	246
Coagulation structures.....	247
Condensation-crystallization structures.....	247
Structural and mechanical properties of dispersed systems	248
Solving typical tasks.....	253



Colloidal surfactants	255
Classification of colloidal surfactants.....	255
Surfactant surface phenomena	256
Ability to self-form micelles	264
Solubilization.....	269
Critical concentration of micelle formation.....	270
Methods for determining the critical concentration of micelle formation.....	275
Classification of high molecular weight compounds.....	277
Characterization of high molecular weight compounds	278
Determination of the critical concentration of micelle formation by surface tension	280
Osmotic pressure of solutions of high molecular weight compounds	281
Viscosity.....	287
Swelling and dissolution of high molecular weight compounds.....	290
Thermodynamics of melting of high molecular weight compounds.....	296
Factors influencing the swelling process.....	299
Reactions taking place in gels.....	300
Influence of molecular weight, nature and temperature of the solvent on the solubility of the polymer.....	302
Primary protein structure.....	303
Basic laws of gelation.....	313
Basic laws of jelly.....	314
Jelly, jelly education.....	316
Factors influencing the process of student formation.....	316
Coagulation of lyophilic colloids.....	317
Emulsions and foams.....	317
Microheterogeneous systems. Suspensions.....	323
Sedimentation analysis.....	326
Sedimentation analysis of monodisperse powders.....	328
Conclusion	329
Emulsion.....	330
Classification of emulsions.....	331
Aggregate stability of emulsions.....	333
Coalescence	335
Foam.....	336



Use of foams.....	340
Aerorsols.....	340
Aerosol classification.....	341
Methods for obtaining aerosol.....	342
General characteristics of aerosols.....	342
Optical properties of aerosols.....	343
Molecular kinetic properties of aerosols.....	343
Electrical properties of aerosols.....	344
Aggregate stability. Coagulation.....	344
Aerosol use.....	345
Powders.....	345
Powder classification.....	345
General characteristics of powders.....	346
Powder properties.....	347
Powder applications.....	347
General properties of microheterogeneous systems.....	347
The value of the chemistry of dispersed systems in agrochemistry, soil science and other fields, as well as in the national economy	348
Soil colloids.....	349
Basic formulas and equations.....	359
Solving typical tasks.....	359
Colloidal Chemistry Glossary.....	362

Fayzullayev N. I, Axmedov V.N, Atoyev E. X

KOLLOID KIMYO

Muharrir:

Texnik muharir:

Musahhih:

Sahifalochi:

G'.Murodov

G.Samiyeva

M.Raximov

M.Arslonov



Nashriyot litsenziyasi AI № 178. 08.12.2010. Original –
maketdan bosishga ruxsat etildi: 06.12.2021. Bichimi 60x84.
Kegli 16 shponli. « Palatino Linotype» garn. Ofset bosma
usulida. Ofset bosma qog'ozi. Bosma tabog'i 24 Adadi 100.
Buyurtma № 169.



«Sharq-Buxoro» MCHJ bosmaxonasida chop etildi.
Buxoro shahar O'zbekiton Mustaqilligi ko'chasi, 70/2 uy.
Tel: 0(365) 222-46-46