

Z.A. Sulaymonova, D.A. Hazratova, S.A. Karomatov

# KOLLOID KIMYO



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



**Z.A. Sulaymonova, D.A. Hazratova, S.A. Karomatov**

**KOLLOID KIMYO**

5140500 - kimyo mutaxassisligi bo'yicha tahsil olayotgan talabalar uchun o'quv  
qo'llanma sifatida tavsiya qilinadi)

**Buxoro - 2022**

O'quv qo'llanma 5140500 – Kimyo fanlari bakalavri ta'lim yo\_nalishida ta'lim oladigan talabalar uchun mo'ljallangan. O'quv qo'llanmada dispers sistemalar haqidagi asosiy ma'lumotlar (klassifikatsiya, quyi molekulyar birikmalardan tozalash, molekulyar kinetik xossalar), sirt hodisalari, adsorbsion jarayonlar, elektrik va optik hodisalar va dispers muhitlar, kolloid sistemalarning barqarorligi, struktura va mitsella hosil bo'lishlari hamda fanning laboratoriya qismiga oid bo'lgan tajriba qism, ya'ni kerakli reaktivlar, ishini bajarish tartibi, bajariladigan topshiriqlar bayon etilgan.

Учебное пособие предназначена для студентов по направлению —5140500-Химия бакалавриата университетов. В пособие изложены основные сведения о дисперсных системах (классификация, очистка от низкомолекулярных примесей, молекулярно-кинетические свойства), поверхностных явлениях, адсорбционных процессах, электрических и оптических явлениях и дисперсионных средах, устойчивости коллоидных систем, структуро- и мицеллообразовании, а также экспериментальная часть лабораторной части науки, необходимые реактивы, порядок работ и задачи.

The textbook is intended for students naprvlenie in the direction of —5140500-Chemistry undergraduate universities. The book outlines the basic information on dispersed systems (classification, removal of low molecular weight impurities, molecular kinetic properties), surface phenomena, adsorption processes, electrical and optical phenomena and dispersion medium, stability of kolloidal systems of structure and micellization, as well as the experimental part of the laboratory parts of science, necessary reagents, order of work and tasks

**Mualliflar:**

**Z.A. Sulaymonova**

k.f.f.d. (PhD), Buxoro davlat universiteti Organik va fizkolloid kimyo kafedراسи dotsenti

**D.A. Hazratova**

k.f.f.d. (PhD), Buxoro davlat universiteti Organik va fizkolloid kimyo kafedراسи dotsenti

**S.A. Karomatov**

Buxoro davlat universiteti Organik va fizkolloid kimyo kafedراسи o'qituvchisi

**Taqrizchilar:**

**H.B. Do'stov**

k.f.d., Buxoro muhandislik texnologiya instituti professori

## So‘z boshi

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

Fanni o‘qitishdan maqsad – talabalarda dispers fazalarning qanday paydo bo‘lganligi, ularning barqarorligi va boshqa xossalari bo‘lsa, ikkinchi tomondan o‘z tabiati va fizikaviy holati bilan bir-biridan farq qiluvchi fazalararo sirt chegaralarida sodir bo‘ladigan mexanik va elektr xossalariga ega bo‘lgan sirtlarda geterogen strukturalarning rivojlanish tushunchalaridan bilim ko‘nikma va malaka shakllantirishdir.

Qo‘llanma universitet kimyo yo‘nalishi talabalari uchun mo‘ljallangan bo‘lib, 5140400-kimyo ta‘limi yo‘nalishi uchun tuzilgan dasturga muvofiq yozildi.

Qo‘llanma asosan nazariy va laboratoriya mashg‘ulotlarini bajarishni o‘z ichiga oladi. Unda har bir mavzu nazariy ma‘lumot hamda laboratoriya mashg‘ulotlari uchun kerakli reaktivlar, ishni bajarish tartibi, bajariladigan topshiriqlar hamda har bir ishda hisobot yozish namunasi aniq va tushunarli bayon etilgan.

Mualliflar

## **I. BOB. NAZARIY QISM**

### **§ 1. KIRISH.**

Kolloid kimyo bir vaqtlar fizikaviy kimyoning bir bo'lagi bo'lgan bo'lib, keyingi vaqtlarda texnikaning har xil sohalarida kolloid sistemalar va kolloid-kimyoviy jarayonlar katta ahamiyat kasb etdi. Shuning uchun ham xalq xo'jaligining rivojlanishiga katta hissa qo'shib, mustaqil fan bo'lib chiqdi. Kolloid kimyo ikki yoki ko'p fazali sistemalarni o'rganadi. Shunga ko'ra kolloid kimyoga quyidagicha ta'rif berilgan. Kolloid kimyo – bu yuqori molekulyar birikmalar va geterogen yuqori dispersli sistemalarning fizikaviy kimyosidir.

Kolloid moddalar qadim zamonlardan beri inson tomonidan ishlatilib kelingan va olimlarning e'tiborini jalb qilgan. Asrlar davomida insoniyat tarixida kolloid sistemalar to'g'risida juda ko'p ma'lumotlar to'plangan. Kolloid sistemalar xossalari o'rganish uchun mahsus tadqiqot uslublari yaratilgan, masalan ultramikroskopiya, nefelometriya, ultrafiltratsiya, elektron mikroskopiya, osmometriya, viskozimetriya va boshqa tadqiqot metodlari yaratilgan.

Kolloid-kimyoviy jarayonlar qadimgi markaziy Osiyo, Xitoy, Hindiston, Misr, Yunonistonda, Qadimgi Rimda qo'llanilib kelingan. O'sha davrlarda ovqat tayyorlashda, terini qayta ishlashda, to'qimalarni bo'yashda bu jarayonlar ishlatilgan. Bundan ming yillar ilgari yashab tadqiqot ishlari bilan shug'ullangan buyuk allomalar Abu Ali Ibn Sino, Abu Rayhon Beruniy va boshqalar, dori-darmonlar tayyorlashda, kristallar xossalari o'rganishda kolloid-kimyoviy jarayonlardan foydalanishga va bu uslublarni takomillashtirganlar.

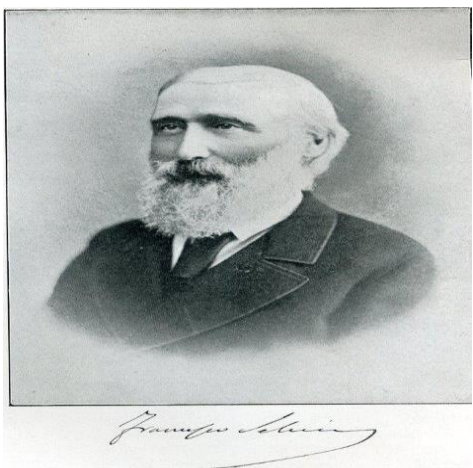
Sharq xalqlari, jumladan Markaziy Osiyo xalqlari masjid va madrasalar qurishda kolloid kimyoning amaliy tomonidan keng foydalanishgan. Ular g'isht va toshlardan imorat devorlarini tiklashda zarur bo'lgan qumli loyga organik moddalar (tuxum va boshqa maydalangan organik moddalar) qo'shib juda pishiq imoratlar qurishgan.

1752 yilda M.V. Lomonosov rangli shishalar ishlab chiqarishda, oltinning kolloid eritmasini tayyorlab ishlatgan. Rossiya olimlaridan T.Ye. Lovitsning 1789 yili faollantirilgan ko'mirning yutish xususiyatini aniqlashi, adsorbsiya hodisasini kashf etishi, A. Musinning 1797 yilda simob metalining suvdagi kolloid eritmasini hosil qilishi kolloid kimyoning har tomonlama rivojlanishiga yo'l ochib berdi.



**M.V. Lomonosov (1711-1765)** - moddalarning atom-molekulyar tuzilishi haqidagi tushunchalarni rivojlantirgan, kimyoviy reaksiyalarda modda massasining saqlanish qonunini yaratgan (1756), korpuskulyar (atom-molekulyar) ta'limoti asoslarini taklif etgan.

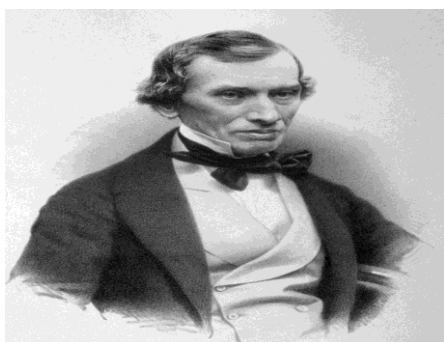
Kolloid kimyoni rivojlantirishda chet ellik olimlarning ham xizmati katta. Italiyalik kimyogar F. Selmi 1845 yilda turli xil eritmalarining (sut, zardob, qon, yelim, jelatina, kraxmal va boshqa) xossalari o'rganib, ularning xususiyatlari chin eritmalaridan tubdan farq qilishini aniqladi.



Franchesko Selmi 1817 yilda Vignolada tug'ilgan. 1840 yilda Modendagi kimyo laboratoriyasining boshlig'i va 1867 yilda Boloniya universitetida farmakologiya va toksikologiya kafedrasida professori bo'lgan.

1861 yildan boshlab ingliz kimyogari T. Grem qon, yelim, kraxmal va boshqa eritmalar xossalari batafsil o'rganib, ularning yomon diffuziyalanishi, o'simlik hamda hayvon membranalaridan o'tmasligi, undagi moddalar kristallanmasdan amorf cho'kmaga tushini aniqladi. T. Grem moddalarning

suvdagi diffuziyasini tekshirib barcha moddalarni quyidagi ikki guruhga ajratgan. Birinchisi – qand, natriy xlorid, magniy sulfat kabi yaxshi kristallanadigan va katta tezlik bilan diffuziyalanadigan moddalar bo'lib, ikkinchisi – jelatin, tuxum oqsili va sut kabilar diffuziyalanadigan moddalardir. Grem quyidagi muhim xulosaga kelgan: yaxshi diffuziyalanadigan moddalar hayvon pufagi va o'simlik membranalaridan tez o'tadi; ikkinchi guruhdagi moddalar esa, hayvon pufagi va membrana devorlarida ushlanib qoladi. Bunday moddalarni T. Grem lotincha «Colla» so'zi asosida kolloidlar deb atagan. Birinchi guruhdagi moddalarga esa kristalloidlar nomini bergan.



**Tomas Grem (1805 -1869)** - Tomas Grem molekulyar hodisalar sohasidagi eng muhim kashfiyotlari bilan mashhur bo'lib, zamonaviy kolloid kimyo asoschilaridan biri hisoblanadi.

Shunday qilib T. Grem eritmalarni xususiyatlariga ko'ra ularni tashkil qilgan moddalarni ikkiga: kolloidlar va kristalloidlarga bo'ldi, T. Gremning kolloid kimyo sohasida qilgan ishlarini hisobga olib va birinchi bo'lib kolloid atamasini kiritganligi uchun uni shu fanning «otasi» deb ham atashadi.



**Fyodor Fedorovich Reys** - 1778 yilda Tyubengenda tug'ilgan. Moskva davlat universiteti professori, 1805 yilda Sankt-Peterburg fanlar Akademiyasining muxbir a'zosi, 1828 yilda tibbiyot va jarrohlik akademiyasining akademigi bo'lgan.

F.F. Reysning 1808 yilda eritmalarga va undagi zarrachalarga elektr tokini ta'siri natijasida elektroosmos va elektroforez hodisalarini hosil bo'lishini ochishi, ital'yan ximigi F. Selmi 1845 yilda turli xil eritmalarning (sut, qon, zardob, yelim, kraxmal va boshqa) xossalari o'rganib, ularning xususiyatlari chin eritmalardan tubdan farq qilishini aniqlashi kolloid kimyoni rivojlanishi uchun katta ahamiyatga ega bo'ldi.

Rus olimi I.G. Borshov 1869 yilda kolloidlar ham kristallik murakkab zarrachalardan iborat ekanligini ko'rsatdi. P.P. Veymarn XX asrning boshlarida har qanday modda sharoitiga qarab ham «kolloid» ham «krisgalloid» holatda bo'la olishini isbotladi. Shunday qilib, moddaning «kolloid» yoki «kristalloid» holati haqida fikr yuritish mumkin, degan xulosa chiqarildi.



Peskov Nikolay Petrovich – 1880 yilda Moskvada tug'ilib, 1940 yilda vafot etgan. Fizik kimyo va kolloid kimyo fanlari bo'yicha tadqiqotlar olib borgan. D.I. Mendeleev nomidagi Moskva davlat texnika universitetida kimyo fanlari doktori, professor lavozimida ishlagan.

Kolloid kimyoda tekshiriladigan ob'ektlar prof. N.P. Peskov tomonidan 1930 yillarda ta'riflangan ikki belgi bilan tavsiflanadi. Ulardan biri disperslik va ikkinchisi geterogenlikdir. Kolloid eritmalarning xossalari haqida to'liqroq (umumiyoq) tasavvur ham N.P. Peskov tomonidan yaratilgan. U barcha kolloidlarni quyidagi ikki guruhga bo'ladi: birinchi guruhga erituvchida o'z-o'zicha dispers holatga o'ta oladigan moddalarni kiritdi. Agar ana shunday sistemada koagullanish bo'lsa, koagulyantda juda ko'p erituvchi bo'ladi. Ikkinchi guruhga dispersion muhitga nisbatan inert bo'lgan moddalar kiritildi. Qizig'i shundaki, dastlab fan tarixida «kolloidlar» nomini olgan moddalar (yelim, oqsil, kraxmal) aslida yuqori molekulyar birikmalar (YuMB) ning



haqiqiy eritmalari ekanligi ma'lum bo'ldi. Ularning eritmalari «liofil kolloidlar» nomi bilan atalib keldi. Haqiqiy kolloid sistemalar esa «liofob kolloidlar» deb ataladigan bo'ldi. D.I. Mendeleev kolloid kimyoni tabiat haqidagi bilimlarning porloq istiqbolga ega bo'lgan yangi tarmog'i deb qaragan. U o'zining «Kimyo asoslari» nomli kitobining birinchi nashrida (1871 yil) «Kolloid kimyo masalalari fizika va kimyoning barcha sohalari uchun ilg'or va qudratli ahamiyat kasb etishi muqarrardir» deb yozgan edi. Kolloid kimyoning keyingi vaqtlardagi rivojlanishi D.I. Mendeleev fikrini tasdiqladi. Bu sohada N.P. Peskov, I.I. Jukov, A.N. Frumkin, S.M. Lipatov, P.A. Rebinder, B.V. Deryagin, L.D. Landau, V.A. Kargin, X.U. Usmonov, K.S. Axmedov va boshqa olimlarning ilmiy ishlari muhim ahamiyat kasb etadi. Shular tufayli mustaqil mamlakatlar hamdo'stligi mamlakatlarida kolloid kimyoning taraqqiyoti dunyo miqyosida oldingi o'rinlarni band etishga musharraf bo'ldi. Chet el olimlaridan V. Ostvald, A. Eynshteyn, M. Smoluxovskiy, J. Perren, G. Freyndlix, G. Kroyt va boshqalar kolloid kimyo fanini rivojlanishiga katta hissa qo'shganlar.

IX asrning boshlari 1906-1908 yillarda Smoluxovskiy va A. Eynshteyn kolloid sistemalardagi Broun harakati va diffuziya nazariyasini yaratib, kolloid kimyoni nazariy jihatdan boyitdilar. Perren, Svedberg, Ilin kabi olimlar Eynshteyn va Smoluxovskiy nazariyasining to'g'riligini tajribada tasdiqladilar.

Kolloid kimyo 1903 yildan boshlab mustaqil fan sifatida rivojlana boshladi. Bu fanning rivojlanishida mashhur olim A.V. Dumanskiyning ham xizmati katta, u 1907 yili kolloid eritmalarning qovushqoqligini, elektr o'tkazuvchanligini, optik xossalarini 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.

## 2§. KOLLOID KIMYO ZAMONAVIY KIMYONING NAZARIY ASOSI

*Tayanch soʻz va iboralar: Dispers faza, dispersion muhit, dispers sistema, kolloid kimyo fanining rivojlanish tarixi, kolloid kimyoning rivojlanishida hissa qoʻshgan oʻzbek olimlar.*

Kolloid kimyo fanini dispers (maydalangan) sistemalar va sirt hodisalarining fizik kimyosi deb qarash mumkin. Kolloid soʻzi grekcha “colla” yaʼni kley soʻzidan olingan boʻlib, hozirgi zamon mazmuniga toʻgʻri kelmagani uchun bu nom faqat tarixiy ahamiyatga ega boʻlib saqlanib kelmoqda. XIX asrda italiya olimi Selʼmi baʼzi eritmalarning anomal (qonuniyatlardan chetlanadigan) xossalarga ega ekanligini kuzatdi yaʼni: ularda yorugʻlikning tarqalishi, tuzlar taʼsirida ularda erigan moddaning choʻkmaga tushishi. Moddaning bunday eritmaga oʻtishi va undan choʻkishida sistemaning xajmi va xarorati oʻzgarmagan. Selʼmi bunday eritmalarini “psevdoeritmalar” deb atalgan va keyinchalik ular zollar deb ataladi.

1861 yilda ingliz olimi Tomas Grem bunday eritmalarini chuqur oʻrganib ularni kolloidlar deb atagan. Kolloidlar qator xususiyatlarga ega boʻlgan:

1. Ular intensiv ravishda oʻzidan yorugʻlik tarqatgan, ayniqsa eritma solingan kyuveta bilan unga tushayotgan yorugʻlik oʻrtasiga linza qoʻyib, sistemaga yorugʻlik yoʻnalishiga nisbatan biror burchak bilan kuzatganda sistema ichida yorugʻlik konus koʻrinadi. Bu hodisani birinchi boʻlib kuzatgan olim nomi bilan Tindalʼ konusi deb atalgan.
2. Kolloid eritmalar sekinlik bilan diffuziyalangan.
3. Ularni dializ usulida tozalash mumkin, yaʼni eritmani yarim oʻtkazgich parda orqali oʻtkazilganda parda orqali erigan kristall moddalar oʻtib, kolloid zarracha esa oʻtmaydi, parda ichida tozalangan eritma qoladi.
4. Kolloid eritmalar chin eritmalaridan farqli oʻlaroq, agregativ jihatdan beqarorlik xossalarini namoyon qiladi, yaʼni tashqi taʼsirlar: elektrolit qoʻshish, isitish, sovitish, mexanik chayqatish taʼsirida zarrachalarning yiriklashishi (koagullanish).

5. Ularda elektroforez hodisasini kuzatish mumkin, ya`ni zarrachalar ma`lum zaryadga ega bo`lganligi uchun eritmaga tashqaridan elektr toki berilganda zarrachalar biror elektrod tomon xarakat qiladi, manfiy zarracha musbat elektrodga, musbat zarracha manfiy elektrod tomon xarakat qiladi.

SHuni aytib o`tish lozimki, elektroforez elektroliz hodidasidan farq qiladi, bunda elektroliz maxsulotlari ekvivalent miqdorda elektrodalarda ajraladi.

Kolloid sistemalar na faqat suyuq, eritma xolida bo`ladi, balki ular gaz va qattiq holatda ham bo`ladi. Biz siz bilan hozirda juda ko`p o`rganilgan va katta ahamiyatga ega bo`lgan kolloid eritmalar xaqida tanishamiz.

Gremning ta`limotiga ko`ra kolloidlar o`z tabiati jihatidan oddiy (kristalloidlar) moddalardan katta farq qiladi. Lekin Borshchov va Veymarnlar kolloid moddalar kristall xolida ham bo`lishi mumkinligini isbotlab berdilar va xar qanday modda sharoitga qarab ham kolloid, ham kristalloid xolida bo`la olishini ko`rsatib berdilar natriy xlor suvda chin eritma, benzolda esa kolloid eritma xosil qiladi, sovun esa spirtida chin eritma, benzolda kolloid eritma xosil qiladi. SHu sababli kolloid modda emas, balki moddaning kolloid holati xaqida gapirish to`g`riroq bo`ladi, ya`ni modda juda kichik zarrachalarga qadar maydalangan holda bo`lib molekulalarning agregatlaridan tashkil topgan. Kolloid sistemaning dispers fazalari dispersion muhitdan ma`lum sirtlar bilan ajralgan mustaqil fazani tashkil etadi.

Kolloid moddalar qadim zamonlardan beri inson tomonidan ishlatib kelingan va olimlarning e`tiborini jalb qilgan, jumladan, kolloidlar haqidagi amaliy ma`lumotlar xatto Aristotel va alximiklarning ishlarida ham uchraydi. Qadim zamonlardayok kolloid-kimyoviy jarayonlar Xitoyda, Hindistonda, Misrda, Rimda, O`rta Osiyoda va boshqa mamlakatlarida ovqat tayyorlash, teri oshlash, matolarni bo`yash va boshqa ishlarda qo`llanilib kelgan

Dastlab kolloid kimyoga asos solgan kishi ingliz olimi **Tomas Grem** hisoblanadi. Lekin Gremdan avval bu sohada M.V. Lomonosov, Y.Ya. Berstelius, F. Selmi, Musin-Pushkin, M.Faradey, I.G. Borshev, P.P.Veymarnlar

tadqiqotlar olib borganlar. Masalan, tibbiyotda ishlatiladigan "oltin suv – tinkurnoe zoloto" tarkibi oltin gidrozollaridan iboratligini R. Glauber ko'rsatib bergan, T.Parastels va Sharq tabiblari og'ir bemorlarni davolashda « oltin tinkur» ni muvaffaqiyatli qo'llab, shuhrat qozondilar.

**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 rus kimyogari Musin-Pushkin** simob metallining kolloid eritmasini hosil qildi va uning turli xossalarini o'rgandi.

**F.F. Reysning 1808 yilda** tuproq eritmalari (suspenziyalari) dagi zarrachalarga elektr tokini ta'siri natijasida elektroosmos va elektrofo-rez hodisalarining ochishi kolloid kimyo rivojida alohida o'rin tutadi.

**Italyan ximigi F. Selmi 1845 yilda** turli xil tabiiy eritma-larning (sut, qon, zardob, elim, kraxmal, va boshqa) xossalarini o'rganib, larning xususiyatlari chin eritmalardan tubdan farq qilishini aniqlashi ham kolloid kimyoni rivojlanishida katta ahamiyatga ega bo'ldi.

Buyuk rus kimyogari D. I. Mendeleev kolloid kimyoni tabiat haqidagi bilimlarning porlok istiqbolga ega bo'lgan yangi tarmog'i deb qaradi. U o'zining "Ximiya asoslari" nomli kitobi (darsligi) ning 1871 yilda nashrida *"Kolloid kimyo masalalari fizika va kimyoning barcha sohalari uchun ilg'or va qudratli ahamiyat kasb etishi muqarrar"*, - deb yozadi.

***Kolloid kimyo 1903 yildan boshlab mustaqil fan sifatida rivojlana boshladi.*** Bu fanning rivojlanishida mashhur olim A. V. Dumanskiyning ham xizmati katta, u 1907 yili kolloid eritmalarning qovushqoqligini, elektr o'tkazuvchanligini va optik xossalarini o'rgandi.

**1906-1908 yillarda M. Smoluxovskiy va A. Eynshteyn** kolloid sistemalarda kuzatiladigan brown harakatining matematik modelini va diffuziya hodisasining molekulyar - kinetik nazariyasini yaratib, kolloid kimyoni fanining nazariy poydevorini qo'ydilar.

J.B. Perren, T. Svedberg, P. Ilin kabi olimlar A. Eynshteyn va M. Smoluxovskiy nazariyasining to'g'riligini tajribada tasdiqladilar.

Kolloid va yuqori molekulyar sistemalarni o'rganishda SSSR olimlar-idan V.N. Kargin, B.V. Deryagin, I.I. Jukov, Z.A. Rogovin, akademik I.V. Petryanov - Sokolov, F.D. Ovcharenkolar, akademik P. Rebinder va boshqa olimlarning ilmiy - ijodiy hissalarini katta.

***Kolloid kimyo fanini O'zbekistonda rivojlanishi o'zbek kimyogarlari K.S. Axmedov, X.U. Usmonov, M.A. Asqarov va ularning shogirdlari olib borgan tadqiqotlari va ilmiy –amaliy yutuqlari bilan bog'liq.***

Kolloid kimyo ob'ektlari barcha kimyoviy jarayonlar va kimyoviy texnologiyalarda uchraydi: xom ashyo va oraliq maxsulotlarni maydalash, boyitish, tindirish, filtrlash, kondensastiyadash, kristallash jarayonlari, o'z navbatida, kolloid – dispers zarrachalar sirtining ho'llanish, adsorbilanish va adsorbilash, sedimentastiya va koagulyastiyaga uchrash kabi hodisalari bilan chambarchas bog'liq.

Kolloid kimyo biologik sistemalarda ham katta ahamiyatga ega. Barcha tirik organizmlarning, to'qimalar va hujayralarning asosini tashkil bo'lgan oqsillar, nuklein kislotalari, kraxmal, glikogen, tabiiy stellyuloza kabi moddalar, organizmda kolloid-dispers sistemalar holida bo'ladi.

Kolloid kimyoning amaliy ahamiyatga ega ob'ektlaridan –suspensiyalar ham tabiatda keng tarqalgan. Tuproqni o'rganish va dehqonchilik ishida ham kolloidlar katta rol o'ynaydi. Ma'lumki, gil, tuproq, qumlar suvda kam eriydi, lekin suv bilan chayqalish natijasida suspensiyalar hosil bo'ladi. O'rta Osiyo daryolarining ko'pchiligida loyqa suv oqadi, ularni ishlatishdan avval koagulyantlar yordamida koagulyastiyaga uchratiladi.

Neft qidiruv ishlarida ham parmalash suspensiyalar yordamida osonlashadi. Juda ko'p bo'yoqlar (tabiiy va sintetik pigmentlar) ham suvda qariyb erimaydi, lekin suv bilan suspensiyalar hosil qiladi.

Farmastevtikada: gellarni tayyorlash, kremlar, tabletka holdagi dorilar olishda ham kolloid kimyoviy jarayonlar muhim rol o'ynaydi.

Sement, chinni va bo'yoqlarning sifati ularning disperslik daraja-siga, dispers fazaning suv bilan o'zaro ta'sirlashishiga va boshqa omillarga bog'liq. Charm, qog'oz, gazlama, sun'iy ipak, oziq-ovqat sanoati tarmoklarida keng qo'llaniladigan sun'iy va tabiiy yuqori molekulyar moddalar hosil qilish ham kolloid kimyo qonunlariga va xossalari asoslanadi.

Kolloid kimyo ob'ektlarining xilma-xilligi va ularning turli fan, texnika va texnologik jarayonlarda keng qo'llanilishi, bu fanni o'qitish jarayonini, ya'ni, kolloid-dispers zarrachalar sirt qavatida sodir bo'ladi-gan hodisalarning o'ziga xos fizik, kimyoviy va reologik xususiyatlarini o'rganishda multimedia vositalaridan keng foydalanishni talab etadi. Kolloid kimyo o'rganadigan sistemalar rus olimi A.P.Peskov tomonidan ta'riflangan ikki belgi bilan xarakterlanadi. Ularning biri disperslik va ikkinchisi geterogenlikdir. Biror moddaning mayda zarrachalari boshqa modda ichida tarqalishidan hosil bo'lgan sistema dispers sistema deyiladi. Tarqalgan modda dispers faza, ikkinchi modda esa dispersion muhit deb nomlanadi. SHunday qilib xar qanday kolloid eritma-geterogen, ko'pfazali sistemalaridir. SHu xossalari bilan ular gomogen, bir fazali chin eritmalardan farq qiladi.

Yuqoridagilardan xulosa qilib kolloid eritma xosil qilishning 1-chi sharti: dispers faza moddasi shu dispersion muhitda mumkin qadar kam eruvchan bo'lishi kerak. 2-sharti sistemada dispers faza bilan dispersion muhitdan tashqari yana 3-chi modda bo'lishi kerak, bu modda kolloid zarracha sirtiga yutilib dispers faza bilan dispersion muhit o'rtasida mustahkam bog' xosil qiladi. Bunday moddalarni stabilizatorlar deyiladi.

Demak kolloid kimyo - yuqori disperslikka ega bo'lgan geterogen sistemalar, bu sistemalardagi sirt hodisalari va ularning fizik-kimyoviy xossalari xaqidagi fandır.

Dispers sistemalar tabiatda juda ko'p tarqalgan, ular ishlab chiqarishning turli-tuman jarayonlarida keng qo'llaniladi. Atrof muhitda mavjud materiallar tuproq gilmayo, tabiiy suv, turli tuman oziq ovqat maxsulotlari, rezina, buyoq va boshqalar hammasi dispers sistemalarga misol bo'la oladi.

Ko'pchilik olimlar kolloid eritmalar odatdagi xaqiqiy eritmalariga o'xshaydi, lekin ulardan zarrachalarning kattaligi bilan farq qiladi degan xulosalar chiqargan holda, katta molekulali polimer moddalarning xaqiqiy eritmalarini ham kolloid sistemalar bilan birga o'rganish ma'qul deb hisoblashadi.

Shunday qilib kolloid kimyo fanining vazifasi yuqori disperslikka ega bo'lgan geterogen sistemalarni bu sistemalardagi sirt hodisalarini va yuqori molekulyar sistemalarni o'rganishdan iborat.

Kolloid kimyoning rivojlanish tarixi kolloid sistemalar xakidagi amaliy ma'lumotlarni o'rganish bilan bog'likdir. Bunday ma'lumotlarga xatto Aristotel' va alkimyogarlarning ishlarida qadim zamonlardayoq kolloid kimyoviy jarayonlar to'g'risida Xitoyda, Xindistonda, Misrda, Rimda, O'rta Osiyoda, qadimgi Rus mamlakatida olimlar tomonidan e'tibor berilgan. Kolloid kimyoviy jarayonlarning qonuniyatlarini oziq-ovqat tayyorlash, teriga ishlov berish, matolarni bo'yash va boshqa amaliy ishlarda qo'llab kelishgan.

Hozirgi zamon kolloid kimyosi asoschilari ingliz olimi T. Grem, F. Sel'mi, Faradey, M.V. Lomonosov, D.I. Mendeleev, I.G. Borshev, P.P.Veymarn, F.F. Reys va boshqalar. XX asr kolloid kimyo fanining rivojlanishida A.V. Dumanskiy, N.P. Peskov, P.A. Rebinder, kolloid kimyo va yuqori molekulyar birikmalarning kolloid kimyoviy xossalari o'rganishda V.N. Kargin, B.V. Deryagin, S.P. Lipatov, F.D. Ovcharenko va O'zbekistonda akad. K.S. Axmedov, S.S. Hamraev va boshqalarning xizmatlari katta.

### § 3. DISPERS SISTEMALAR. KOLLOID SISTEMALARNING KLASSIFIKATSIYASI

*Tayanch soʻz va iboralar:* Dispers sistemalarning zarrachalar oʻlchamiga koʻra klassifikatsiyasi, dispers sistemalarning agregat holatiga koʻra sinflanishi. Liofil va liofob kolloid sistemalar.

Kolloid kimyoda ham sistemalarni sinflarga boʻlishda kolloid sistemalarning bir necha belgilari asos qilib olinadi. Barcha kolloid sistemalar: a) dispers faza zarrachalarining katta kichikligiga (disperslik darajasiga); b) dispers sistemalarning agregat holatiga; v) dispers faza va dispersion muhit orasida mavjud boʻlgan oʻzaro taʼsirlariga qarab bir necha sinfga boʻlinadi. Dispers faza zarrachalarining katta – kichikligiga qarab dispers sistemalarga ajratiladi.

Disperslikni ulchash uchun quyidagi formuladan foydalaniladi:

$$D = \frac{1}{a}$$

bu erda D disperslik, a – dispers faza zarrachasining koʻndalang kesim uzunligi, masalan, sferik zarracha uchun a sifatida diametr, kub shaklidagi zarracha uchun kubning qirrasi olinadi. Zarrachaning oʻlchami qancha kichik boʻlsa, sistemaning disperslik darajasi shuncha katta boʻladi.

Moddalarning maydalanish darajasini ifodalashning ikkinchi usuli materialning solishtirma sirti  $S_{\text{coi}}$  ni ikki formula bilan aniqlashdan iborat:

birinchisi  $S_{\text{coi}} = \frac{S}{V}(M^{-1})$ ; ikkinchisi  $S_{\text{coi}} = \frac{S}{m}(\frac{m^2}{\kappa^2})$ ; agar V ning oʻrniga  $\frac{m^2}{\kappa^2}$  (bu

erda m – massa, d - zichlik)ni qoʻysak  $S_{\text{coi}} = \frac{Sd}{m} = \frac{1}{l}$  ga ega boʻlamiz. Bu holda

ham disperslik oʻlchamligi bilan bir xil natija kelib chiqadi. Disperslikni ifodalashda asosan ikkinchi formula ( $S_{\text{coi}} = \frac{S}{m}$ ) qoʻllaniladi; dispers sistemalar

uchun solishtirma sirt  $10-10^6 \frac{m^2}{\kappa^2}$  atrofidagi qiymatlarni tashkil etadi. Agar



solishtirma sirtning qiymati  $10^3 \frac{m^2}{\kappa^2}$  dan ortiq bo`lmasa, bunday holda biz dag`al dispers sistemaga ega bo`lamiz. Bular jumlasiga suspenziya, emulsiya va kukunlar kiradi.

Kolloid sistemalarda  $l$  ning qiymati  $10^{-7}$  m atrofida (yoki undan kichik) bo`lgani uchun kolloid zarrachalarning solishtirma sirti  $S_{\text{coa}} \geq 10^4 m^2 / \kappa^2$  dir: aerezollar uchun ham ana shunday qiymatga egamiz.

V. Ostvald dispers sistemalarni agregat holatiga qarab sinflarga bo`lishni taklif qiladi. Dispers faza va dispersion muhitning agregat holatiga qarab dispers sistemalar 9 xil tipda bo`lish mumkin.

- |          |          |          |
|----------|----------|----------|
| 1. G – G | 4. S - G | 7. K – G |
| 2. G – S | 5. S - S | 8. K – S |
| 3. G – K | 6. S - K | 9. K – K |

Bu erda G – gaz holatidagi modda: S – suyuq modda, K – qattiq modda. Birinchi o`ringa dispersion muhit, ikkinchi o`ringa esa dispers faza qo`yilgan.

Odatda yuqori disperslikka ega bo`lgan kolloid eritma zol deb ataladi. Masalan, kumushning kolloid eritmasi kumush zoli, temir(III) – gidroksidning kolloid eritmasi temir(III) – gidroksid zoli deb ataladi.

Zollarni atashda dispersion muhitni hosil qiluvchi moddaning tabiati asos qilib olinadi: dispersion muhiti suv bo`lgan zol – gidrozol, dispersion muhiti organik moddadan iborat zol organozol deyiladi (xususan, alkazol, benzozol kabi nomlar ham uchrab turadi). Agar dispersion muhitni gaz tashkil etgan bo`lsa bunday zol aerezol deb ataladi. Tuman va tutun aerezollar jumlasiga kiradi. Suyuk dispersion muhitga ega bo`lgan zollar liozollar deb ataladi (grekcha lios – suyuqlik so`zidan kelib chiqqan. Suyuqlikning suyuqlikdagi dag`al dispers sistemasi emulsiya qattiq jismning suyuqlikdagi dag`al dispers sistemasi suspenziya deyiladi.

Dispers sistemalarni ularning agregat holatiga qarab bo`lish turli – tuman kolloid sistemalarni umumlashtirishda juda qulaylik tug`dirdi. Lekin bu

klassifikatsiyaning ham kamchiligi bor, chunki dispers faza zarrachalari kichiklashib borgan sari turli kolloid sistemalarda dispers fazaning agregat holatlari orasidagi farq asta – sekin yo`qola boradi.

Shunga ko`ra Zigmondi V. Ostvaldning klassifikatsiyasini o`zgartirish kerakligini ko`rsatdi. Uning taklifiga muvofiq kolloid sistemalarni sinflarga ajratishda asos qilib faqat dispersion muhitning agregat holatini olish kerak. U holda Ostvald taklif etgan 8 ta sinf o`rnini faqat uchta sinf egallaydi. Ulardan birida dispersion muhit rolini gaz bajarasa, ikkinchida suyuqlik va uchinchisida qattiq modda bajaradi. Endi uchinchi xil klassifikatsiyani qarab chiqamiz.

Dispers faza zarrachalari bilan dispersion muhit zarrachalari orasidagi bog`lanishga qarab, kolloid sistemalar liofob va liofil kolloidlar degan ikki gruppaga bo`linadi (bu terminlar grekcha «lio» eritaman, «fobos» qo`rqinch va «fileo» yaxshi ko`raman so`zidan kelib chiqqan). Agar dispersion muhit suv bo`lsa, liofob, liofil so`zlari o`rnida gidrofob va gidrofil so`zlari ishlatiladi.

Liofob kolloidlarda dispers faza dispersion muhit bilan kuchli bog`lanmaydi: shu sababli liofob zollarning zarrachalari alohida molekulalardan iborat bo`lmay balki bir qancha molekulalarning agregatini (uyumini) tashkil qiladi. Bu sistemalarda kolloid zarrachalarning o`lchamlari dispersion muhit molekulalarning o`lchamlaridan bir necha marta katta bo`lgani uchun kolloid zarracha bilan suyuqlik orasida chegara sirt paydo bo`ladi. Shu sababli ular ultra mikroeterogen va mikroeterogen sistemalar jumlasiga kiradi. Ma`lum bir moddani suyuqlikka tushurishning o`zi bilangina barqaror liofob zol hosil qilib bo`lmaydi: buning uchun yana uchinchi modda (ya`ni molekulyar yoki elektrolit stabilizator) ishtirok etishi lozim.

Liofob kolloidlarga oltin, platina, kumush, oltingugurt zollari, metall sulfidlarning gidrozollari va shu kabilar kiradi.

Liofil kolloidlarda dispers faza zarrachalari dispersion muhit zarrachalari bilan kuchli bog`lanadi va ayni suyuqlikda mustaqil ravishda (ya`ni hech qanday uchinchi moddaning ishtirokisiz) eriy oladi. Liofil kolloidlarga oqsil, jelatina,

pepsin va molekulyar masalalari juda katta bo'lgan yuqori molekulyar moddalarning eritmalari kiradi. P.A. Rebender ta'biricha, termodinamik jihatdan barqaror kolloid – dispers sistemalarni liofil kolloidlar jumlasiga kiritish kerak. Ular uchun  $\Delta G \leq 0$ . Ular o'z-o'zicha disperslanish qobiliyatiga ega. Termodinamik jihatdan beqaror dispers sistemalarni liofob kolloidlar deb atash mumkin.

«Liofob», «liofil», «gidrofob», «gidrofil» terminlar dispers faza va dispersion muhit zarrachalari orasidagi bog'lanishlarni xarakterlash uchun ishlatilmoqda. Ko'pchilik olimlar kolloid sistemalarni quyidagicha uch sinfga bo'lishni tavsiya qiladilar:

1. Haqiqiy kolloidlar (metallarning gidrozollari, metall sulfidlarning gidrozollari va hokazo).
2. Dag'al dispers sistemalar (emulsiya, suspenziyalar) va kolloid dispers sistemalar (aerozollar, yarim kolloidlar va hokazo).
3. Yuqori molekulyar moddalar va ularning eritmalari (oqsillar, polisaxaridlar, kauchuklar, poliamidlar va hokazo).

Toza real suyuqliklarga kelganda bu erda ham geterogenlikdan qochib qutilib bo'lmaydi, chunki suyuqlikda assotsiatlar va suyuqlik kristallar mavjuddir. Shu mulohazalarga qoldirishga  $G - G$  sistema ham dispers sistemalar ro'yxati qoldirishga to'g'ri keladi. Dispers sistemalarning yuqorida aytilgan barcha tiplar ikkinchi jadvalda keltirilgan (bu jadvalga chin eritmalar kiritgan emas). Odatda yuqori disperslikka ega bo'lgan kolloid eritma zol deb ataladi. Masalan, kumushning kolloid eritmasi kumush zoli, temir (3) gidroksidni kolloid eritmasi temir (3) gidroksid zoli deb ataladi.

Dispers sistemalarning barqarorligiga ta'sir etuvchi omillardan biri dispers faza zarrachalarining katta-kichikligi yoki disperslik darajasidir. Shuning uchun barcha dispers sistemalar dispers fazaning disperslik darajasiga qarab uch sinfga bo'linadi; 1. Dag'al dispers sistemalar (suspenziya, emulsiya, ko'piklar), bu sistemalarda dispers faza zarrachalarining o'lchami  $> 10^{-4}$  sm

2. Mikroheterogen sistemalar (juda mayda muallaq moddalar, tutun) bu sistemalarda dispers faza zarrachalarining o'lchami  $10^{-4} - 10^{-5}$  sm;

3. Ultramikroheterogen kolloid sistemalar, ularning zarrachalarining o'lchami  $10^{-5} - 10^{-7}$  sm (100-1nm) oralig'ida.

Dispers sistemalarda disperslik darajasi tushunchasi mavjud bo'lib u quyidagicha ifodalanadi:  $D=1/a$ ; D-disperslik, a-dispers faza zarrachalarining ko'ndalang kesim uzunligi, masalan sferik zarracha uchun; a-sifatida diametri-d, kub shakldagi zarracha uchun kubning qirrasini-L olinadi. Zarrachaning o'lchami qancha kichik bo'lsa sistemaning disperslik darajasi shuncha katta bo'ladi. Disperslik darajasini ifodalovchi o'lcham solishtirma sirt –  $S_{sol}$  quyidagi formula bilan ifodalanadi ya'ni  $S_{col} = S/v(M^{-1})$  yoki  $S_{sol} = S/rn$  ( $m^2/kg$ ) agar v-ning o'rniga m/d (m – bu erda massa d – zichlik unda) qo'yilsa  $S_{sol} = Sd/ m = 1/l$  ga ega bo'lamiz.

Demak ikkala uslub amalda bir xil natijaga olib keladi. Disperslik darajasini aniqlashda asosan ikkinchi usul qollaniladi.

$$S_{sol} = S/ m$$

Dispers sistemalar uchun solishtirma sirt  $10-10^6$   $m^2/kg$  atrofidagi qiymatni tashkil etadi. Agar solishtirma sirtning qiymati  $10^3$   $m^2/kg$  dan ortiq bo'lmasa bunday holda biz dag'al dispers sistemaga ega bo'lamiz. Kolloid sistemalarda l-ning qiymati  $10^{-7}m$  atrofida bo'ladi.

V. Ostvald dispers sistemalarni agregat holatiga qarab sinfga bo'lishni taklif etadi. Ushbu sinflash asosida 9 xil dispers sistema mavjud bo'lishi mumkin.

Dispers muhit	Dispers faza	Nomlanishi	Sistemalarning nomi va misollar
Qattiq	Qattiq	Q / Q	Qattiq geterogen sistemalar: qotishmalar, aralashmalar, beton,

			qattiq kolloid eritmalar, kompozitsion materiallar
	Suyuq	Q / S	Kapillyar sistemalar: g'ovaksimon sistemalardagi suyuqlik, gellar, iviqlar
	Gaz	Q / G	G'ovaksimon sistemalar: penza, penoplastlar, mikrog'ovakli jismlar, adsorbentlar, gaz katalizatorlari
Suyuqlik	Qattiq	S/ Q	Suspenziyalar, zollar, pul'palar, pastalar
	Suyuq	S / S	Emulsiyalar: neft, sut, kremlar, suvdagi yog', neftdagi suv.
	Gaz	S/ G	Gazli emulsiya va ko'piklar: flotatsion, yong'inga qarshi, sovunli ko'piklar,
Gaz	Qattiq	G /Q	Aerozollar (chang, tutun), poroshklar
	Suyuq	G /S	Aerozol: ishlab chiqarish bulutlari, tumanlar.
	Gaz	G / G	Kolloid sistemalariga kirmaydi.

Liofob kolloidlarda dispers faza bilan dispersion muhit o'rtasida kuchli bog'lanish bo'lmaydi, ularning zarrachalari alohida molekulalardan iborat bo'lmay, balki bir qancha molekulalar agregatini tashkil qiladi.

Liofob kolloidlarga oltin, platina, kumush, oltingugurt zollari, metall sul'fidlarining gidrozollari va shu kabilar kiradi.

Liofil kolloidlarda dispers faza zarrachalari bilan dispersion muhit zarrachalari orasida kuchli bog'lanish bo'ladi ularga: oqsil, jelatina, pepsin va molekulyar massalari juda katta bo'lgan yuqori molekulyar moddalarning eritmalari kiradi.

#### § 4. KOLLOID SISTEMALARNING OLINISHI USULLARI

*Tayanch so'z va iboralar:* Kolloid sistemalarning olinish usullari, dispergatsion usul, kondensatsion usul, peptizatsiya, kolloid eritmalarini tozalash usullari, dializ, ul'trafiltratsiya, elektrodializ, ul'tratsentrifugalash.

1. Kolloid eritmalarini bir-biriga teskari 2 usul bilan hosil qilish mumkin. Bu usullardan biri yirikroq zarrachalarni maydalashdan, ikkinchisi esa, molekula yoki ionlardan yirikroq zarrachalar hosil qilishdan (agregatlashdan) iborat; Birinchi usulni dispergirlash, ikkinchini esa kondensirlash usuli deyiladi. 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 eritmalarining barqaror qiladigan moddalar stabilizatorlar deyiladi. Dispergirlash usuli bilan kolloid eritmalar hosil qilish vaqtida qattiq jism stabilizator bilan birga kukun qilib maydalanadi uoki elektr yohud ultratovush yordamida suyuqlik ichida kukunga aylantiriladi.

Fizikaviy kondensirlash usullaridan biri dispersion muhitga qattiq jism bug'ini yuborish usulidir. Bu usul bilan simob, oltingugurt, fosfor zollari olinadi. Rus olimlari A. I. Shalnikov va S. Z. Roginskiy modda bug'ini qattiq sovutilgan sirtida kondensatlab kolloid eritmalar hosil qilish usulini ishlab chiqdilar.

Asbobning (3) qismiga bug'lanuvchi modda (masalan, Na), (1) qismiga dispersion muhit (masalan, benzol) va (4) qismiga suyuq havo quyiladi (3-rasm). Asbobning (3) va (1) qismi qizdirilganda natriy va benzol bug'lanib, suyuq havo solingan (4) idish sirtida kondensatlanadi. Suyuq havo olib qo'yilgach (bug'lanib bo'lgach), kondensatlanish natijasida hosil bo'lgan kolloid eritma asbobning (2) qismiga yig'iladi. Fizikaviy kondensirlash usullariga erituvchini almashtirish usuli ham kiradi. Bu usulning mohiyatini quyidagi misolda ko'rsatib o'tamiz. Ma'lumki, ba'zi organik kislotalar etil spirtida yaxshi, lekin suvda yomon eriydi. Bunday kislotalarning suvdagi 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 olganligidan, spirtida erigan organik kislota suvga o'tgach uning suvdagi kolloid eritmasi hosil bo'ladi. Shu yo'l bilan, masalan, oltingugurtning spirtidagi eritmasiga suv qo'shib, oltingugurtning sut kabi oq kolloid eritmasini hosil qilish mumkin.

Kimyoviy kondensirlash kimyoviy reaksiyalar natijasida kam eruvchan cho'kmalar hosil bo'lishiga asoslangan. Ularga: oksidlanish-qaytarilish, almashinish, gidroliz va boshqa reaksiyalarga asoslangan usullar kiradi. Qaytarilish usulida chin eritmada erigan modda biror qaytaruvchi vositasida qaytariladi. Masalan, xloraurat eritmasini vodorod peroksid yoki formalin bilan qaytarish, kumush oksidni vodorod bilan qaytarish reaksiyalarini ko'rsatish mumkin. Qaytarish usuli bilan Au, Ag, Pt, Pd, Rh, Ru, Os, Hg, Bi, Fe zollari olingan.

Oksidlanish usulida molekulyar eritmada moddani oksidlash yo'li bilan kolloid eritma hosil qilinadi, masalan  $H_2S$  ni oksidlab oltingugurt zoli hosil qilinadi.

Ikki tomonlama almashinish usuli erimaydigan moddalar hosil bo'ladigan ikki tomonlama almashinish reaksiyalariga asoslanadi. Bu usul bilan, masalan, kumush xlorid gidrozoli hosil qilinadi.

Gidroliz usuli bilan, ko‘pincha, metall gidroksidlarining kolloid eritmalari olinadi. Buning uchun metall tuzlarini gidrolizlab kam eriydigan gidroksidlar hosil qilinadi. Suvda kam eriydigan silikatlar, volframat va boshqa kislotalarning zollari ham shu usulda olinadi.

Kolloid eritmalarini peptizatsiya usuli bilan ham hosil qilish mumkin. Zolning koagullanish mahsulotini qaytadan kolloid eritma holatiga o‘tkazish jarayoniga peptizatsiya deyiladi. Peptizatsiyani amalga oshirish uchun kolloid cho‘kmasiga (koagulyantga) biror elektrolit qo‘shib, erituvchi bilan aralashtiriladi. Kolloid eritma olishda ishlatiladigan elektrolit peptizator deyiladi. Peptizator sifatida elektrolitlar va baʼzi sirt faol moddalar ishlatiladi. Peptizatsiya murakkab jarayon bo‘lib, u peptizatorning dispersion muhitga, cho‘kma sirtiga yutilishiga, solvat qavatlar hosil bo‘lishiga va boshqalarga bog‘liq. 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  $\text{FeCl}_3$  taʼsir ettirib,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  ning gidrozolini hosil qilish bevosita peptizatsiyadir, chunki bu holda temir ionlari kolloid zarrachalar sirtiga 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  $\text{HCl}$  ning kuchsiz eritmasini taʼsir ettirib,  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  gidrozolini hosil qilish bilvosita peptizatsiyaga misol bo‘ladi. Bu holda  $\text{HCl}$  bilan  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  orasida sodir bo‘ladigan reaksiya mahsuloti ferrioksid FeOCl eritmada  $\text{FeO}^+$  va  $\text{Cl}^-$  ionlariga dissotsilanadi. Ushbu sistemada  $\text{FeO}^+$  ionlari peptizator rolini bajaradi.

**1. Disperslash usuli.** Disperslash usulida qattiq jism stabilizator bilan birga kukun qilib maydalanadi yoki elektr, ulʼtratovush taʼsirida suyuqlik ichida



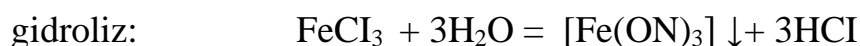
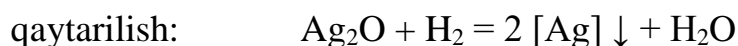
kukunga aylantiriladi. Qattiq jismni kolloid zarrachalar o'lchamida maydalash uchun kolloid tegirmon, vibrotegirmonlar, biserli maydalovchi qurilmalar ishlatiladi.

**2. Kondensatsiya usuli.** Kondensatsiya jarayoni ikki xil bo'ladi: fizikaviy va kimyoviy kondensatsiya.

Fizikaviy kondensatsiya dispersion muhitga qattiq, jism bug'ining yuborish usulidir. Bu usul bilan simob, selen, oltingugurt, fosfor zollari olinadi.

Kimyoviy kondensatsiya kimyoviy reaksiyalar natijasida qiyin eruvchan birikmalar hosil bo'lishiga asoslanadi.

Ularga: 1) qaytarilish, 2) oksidlanish, 3) almashinish, 4) gidroliz va boshqa usullar kiradi.



## **KOLLOID ERITMALARNI TOZALASH USULLARI.**

Kolloid eritmalar hosil bo'lganda ular tarkibida dispers fazadan tashqari, ko'p miqdorda kislota, asos va tuzlar ham bo'ladi. Kolloid eritma barqaror bo'lishi uchun eritmada elektrolitlar ma'lum miqdorda bo'lishi kerak. Demak ortiqcha miqdordagi elektrolitlarni chiqarib yuborish zarur. Bu jarayon kolloid eritmani tozalash deyiladi. Kolloid eritmalarni tozalash uchun dializ, ultrafiltratsiya va elektrodializ usullaridan foydalaniladi.

### **Dializ usulida kolloid eritmalarni tozalash**

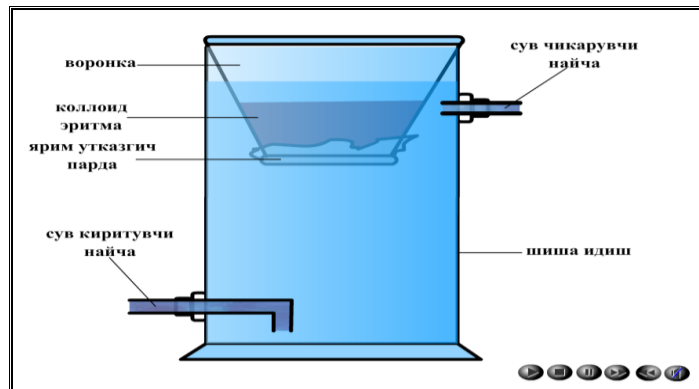
**Bu usulda** (yunonchadan *dializ – ikkiga ajratish*) idishga tozalanishi kerak bo'lgan kolloid eritma solinadi. So'ngra bu idish suv solingan boshqa idishga tushiriladi (1-tasvirga qarang!). Idishdagi suv vaqti-vaqti bilan almashtirib turiladi.

**Kolloidiy xaltacha quyidagicha tayyorlanadi:** biror shisha idishga kolloidiy xaltacha tarkibiga kiruvchi 11% ga yaqin azot bo'lgan nitrostellyulozaning spirt bilan efir aralashmasidagi eritmasi solinadi. So'ngra idishni aylantirib turib, kolloidiy eritmasidan bo'shatiladi. Idish devorlarida qolgan kolloidiy eritmasi mumkin qadar tekis tarqalishi kerak. So'ngra idish to'ngarilib, 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.

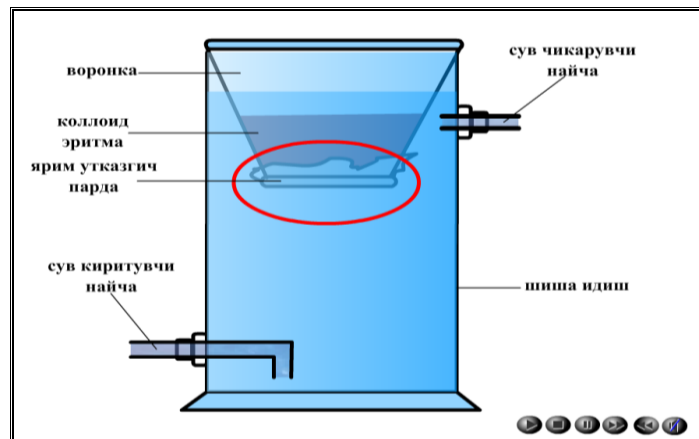
Hosil qilingan kolloidiy devorlarida (yoki hayvon pufagi devorlarida) juda mayda teshiklar bo'ladi. (ularning diametri 20-30 nm kattalikda). Bu teshiklardan molekula va ionlar o'ta oladi, lekin kolloid eritmaning zarrachalari o'ta olmaydi, chunki ularning mistellasi tarkibida bir necha minglab molekulalar agregirlangan holda bo'ladi va kolloid zarracha o'lchami ko'p marta kattaroq bo'ladi.

Kolloid eritmadagi elektrolitlar diffuziyalanib, yarim o'tkazgich parda ( membrana ) 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 koagulyastiyalanishiga olib kelishi mumkin.

## DIALIZATORNING ISHLASH PRINTSIPI



**1-rasm. Sanoatda qo‘llaniladigan dializatorning tuzilishi va ish tamoyili**



**2-rasm. Kolloid eritma tarkibidagi ortiqcha elektroltlarning yarim o‘tkazgich membrana orqali suvga o‘tish ( kolloid eritmaning tozalanishi) jarayonining ko‘rinishi**

### **Elektrodializ usulida kolloid eritmalarni tozalash**

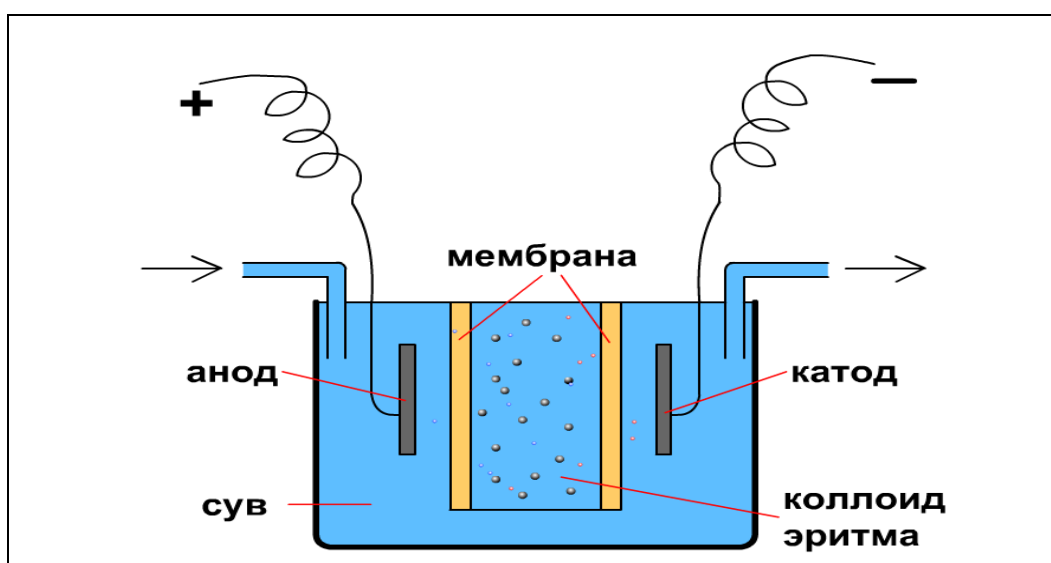
Bu usuldan sanoat miqyosida ishlab chiqariladigan kolloid kimyo mahsulotlarini (jelatina, elim) tozalashda keng foydalaniladi.

Bu usulning klassik dializ usulidan afzalligi shundagi, kuchli elektr maydoni ta`siri ostida qo‘shimcha moddalar – elektrolitlarning kolloid sistemadan chiqib ketish jarayoni ko‘p marta tezlashadi (elektrodializatorning ish tartibi 3-4 tasvirlarda keltirilgan).

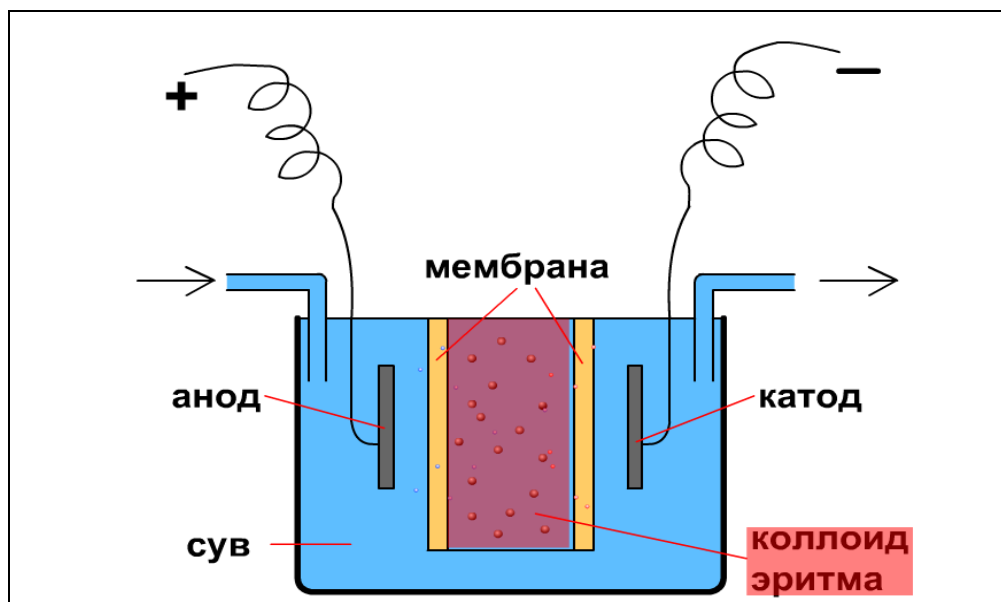
3-tasvirdan ko‘rinib turibdiki, ikki membrana  $M_1$  va  $M_2$  oralig‘iga elektrolitlardan tozalanishi lozim bo‘lgan kolloid eritma solinadi. Membranalar

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. Bu usuldan asosan sanoat korxonalarida (biokimyoviy ishlab chiqarishlarda) organik kolloidlarni tozalashda qo'llaniladi.

### ELEKTRODIALIZATORNING ISHLASH PRINTSIPI



3-rasm. Elektrodializatorning umumiy ko'rinishi va ishchi qismlari.



**4-rasm. Elektrodializatorlarda tozalash jarayonining borishi.**

## **§ 5. KOLLOID ERITMALARNING MOLEKULYAR-KINETIK XOSSALARI**

*Tayanch soʻz va iboralar:* Kolloidlarning diffuziyasi, Broun harakati, Eynshteyn va Smoluxovski qonunlari, dispergatsion usul, kondensatsion usul, peptizatsiya, dializ, ultrafiltratsiya, elektrodializ, ultratsentrifugalash.

### **Kolloidlarning diffuziyasi**

Kolloid sistemalarning molekulyar-kinetik xossalaridan eng muhimlari qatoriga kolloid zarrachalarning diffuziyalanishi, Broun harakati, kolloid eritmalarning osmotik bosimi va Sedimentatsiya hodisalari kiradi. Sedimentatsiya hodisasi koʻproq dagʻal dispers sistemalarda uchraydi.

Kolloid eritmalardagi zarrachalarning hajmi va massasi molekulyar (chin) eritmalardagi zarrachalar massasidan bir necha marta katta boʻlganligi uchun kolloid eritmadagi zarrachalarning issiqlik harakati tezligi va demak diffuziya tezligi ham kichik boʻladi. Kolloid eritmalardagi diffuziya tezligi bilan zarrachalarning oʻlchamlari orasidagi bogʻlanishni dastlab rus olimi

I.G. Borshchov topgan. I.G. Borshchov diffuziya tezligi zarracha radiusiga teskari proporsional ekanligini ko'rsatdi

Diffuziya tezligi Fik aniqlagan qonuniyatlarga bo'ysunadi. Fikning birinchi qonuniga muvofiq, eritmaning bir-biridan  $dx$  oraliqda turgan ikki joyi o'rtasidagi konsentratsiyalar ayirmasi  $dc$  bo'lsa, eritmaning katta konsentratsiyali joyidan kichik konsentratsiyali joyiga  $q$  yuza orqali  $dt$  sekundda o'tadigan modda miqdori  $dm$  ni (mol hisobida, 1 molda  $6,024 \cdot 10^{23}$  kolloid zarracha mavjud) quyidagi tenglama bilan hisoblab topish mumkin:

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

bu formulada  $\frac{dc}{dx}$  - cheksiz kichik diffuziya yo'li  $dx$  da konsentratsiyaning kamayishi bo'lib, u konsentratsiya gradienti deyiladi:  $D$  – gradient birga teng bo'lganda vaqt birligida (1 sek) yuza birligi ( $1\text{sm}^2$ ) orqali o'tgan modda miqdorini ko'rsatadi va diffuziya koeffitsienti deyiladi. Diffuziya jarayonida konsentratsiya o'zgargan sari uning gradienti  $\frac{dc}{dx}$  ham o'zgaradi. U holda konsentratsiyaning vaqt bo'yicha o'zgarishi Fikning II qonuni asosida topiladi:

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

SGS sistemada  $D$   $\text{sm}^2/\text{sek}$ , SI sistemada  $\text{m}^2/\text{sek}$  bilan o'lchanadi. Diffuziya koeffitsienti uchun Eynshteyn tomonidan 1908 yilda quyidagi formula chiqarilgan:

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

bu erda  $R$  – gaz konstantasi,  $T$  – absolyut temperatura,  $N$  – Avogadro soni,  $\eta$ -dispersion muhitning qovushqoqlik koeffitsienti,  $r$  – zarracha radiusi,  $k$  – Bolsman konstantasi ( $k=1,3806 \cdot 10^{-23}$  j/gradus).

Formuladan muhit temperaturasining ko‘tarilishi bilan diffuziya tezligining ortishi, muhit qovushqoqligining ortishi bilan esa diffuziya tezligining kamayishini ko‘rish mumkin. Zarracha radiusi va muhitning qovushqoqligi ma‘lum bo‘lsa, bu formula yordamida diffuziya tezligini hisoblab chiqarish mumkin va aksincha, diffuziya tezligi ma‘lum bo‘lganda kolloid zarrachalarning radiusini hisoblab topish mumkin. Bu metod – zarracha radiusini aniqlashning diffuzion metodi deb ataladi. Hozirgi vaqtda kolloid zarrachalarning radiuslarini topish uchun diffuzion metoddan keng foydalaniladi. Zarrachalarning hajmini hisoblab topgandan keyin uni zarrachalarning zichligiga va Avogadro soniga ko‘paytirib, kolloidning molekulyar massasini aniqlash mumkin:

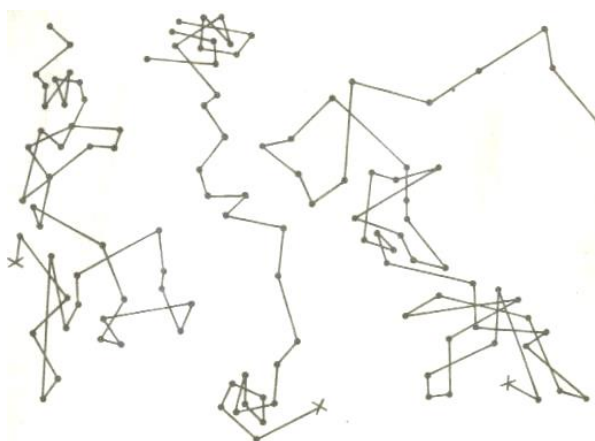
$$M = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho N \rho \quad - \text{zarracha moddasining zichligi, } M \text{ – kolloidning}$$

molekulyar massasi. Masalan, oqsillarning ana shu usulda topilgan molekulyar massasi (50 000 – 70 000) ularning krioskopik usulda topilgan taqribiy molekulyar massasiga yaqin keladi. Shunday qilib, diffuziya hodisasi kolloid zarrachalar o‘lchamlarini va molekulyar massasini aniqlashda katta ahamiyatga ega.

### **Kolloid eritmalarda Broun harakati**

Kolloid eritmalarini ul`tramikroskop orqali tekshirib, kolloid zarrachalar doimo harakatda ekanligini ko‘ramiz. Ul`tramikroskop kashf qilinishidan bir qancha vaqt ilgari (1827 yilda) ingliz botanigi R. Broun mikroskopdan foydalanib, suyuqlikka aralashgan gul changining to‘xtovsiz va tartibsiz harakatda bo‘lishini aniqladi. Keyinroq borib, bu harakat Broun harakati deb ataladigan bo‘ldi. Broun shu hodisani xilma-xil moddalarda kuzatib, bu tartibsiz

harakat moddaning tabiatiga bog'liq bo'lmay, temperaturaga, suyuqlikka aralashgan zarrachaning katta kichikligiga 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 molekulalari hamma vaqt harakatda bo'ladi, ular suyuqlikka tushirilgan zarrachaga kelib uriladi va uni bir tomondan ikkinchi tomonga siljitadi. Demak, Broun harakati suyuqlik molekulalarining issiqlik harakatidan kelib chiqadi. Kolloid zarrachaning harakat yo'li doimo o'zgarib turadi, uning 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.



**5-rasm. Mastika suspenziyasi zarralarining Broun harakati proektsiyasi.**



5-rasmda mastika suspenziyasining zarrachasi har 30 sekundda o'tgan yo'lining tekislikdagi proeksiyasi ko'rsatilgan. Zarrachaning siljishi Broun harakatining qanchalik sust yoki tez bo'layotganligi haqida fikr yuritishga imkon beradi.

### **Kolloid eritmalaridagi diffuziya tezligi bilan zarrachalarning o'lchamlari orasidagi bog'lanish**

1905 yilda Eynshteyn va 1906 yilda Smoluxovskiy (bir-biridan bexabar) Broun harakatining kinetik nazariyasini yaratdilar.

Eynshteyn Broun harakatiga gaz qonunlarini tadbiiq etib, zarrachaning  $\Delta t$  vaqt ichida o'rtacha siljishining kvadrat qiymatini aniqlash formulasini topdi:

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

bunda  $D$  – erigan moddaning diffuziya koeffitsienti bo'lib, quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$D = \frac{RT}{N} \cdot \frac{1}{6\pi r \eta}$$

bu erda  $N$  – Avogadro soni,  $R$  – gaz konstantasi,  $T$  – absolyut temperatura,  $\eta$  - suyuqlikning qovushqoqligi,  $r$  – sharsimon zarrachaning radiusi

Agar eynshteyn tenglamasiga  $D$  ning qiymatini qo'ysak:

$$\Delta x^2 = \frac{1}{3} \cdot \frac{RT}{N\pi r \eta} \cdot \Delta t$$

Eynshteyn-Smoluxovskiy tenglamasi kelib chiqadi. Tenglamadagi  $N$  dan boshqa barcha kattaliklarni tajribadan topish va ulardan foydalanib, Avogadro soni  $N$  ni hisoblab chiqarish mumkin. Perren bu formuladan foydalanib, mastika va gummigud suspenziyalari bilan o'tkazilgan tajribalarining natijalari asosida Avogadro soni  $6,85 \cdot 10^{23}$  ekanligini topdi, ya'ni hozirgi zamonda qabul qilingan songa ( $6,024 \cdot 10^{23}$  ga) juda yaqin natija oldi. Bu hol Broun harakatining tabiati to'g'ri hisoblab berilganligini yaqqol ko'rsatdi. Sedimentatsiya kolloid

zarrachalar tabiati qanday bo'lishdan qat'iy nazar og'irlik kuchi ta'siri ostida eritma tagiga cho'kadi va bu hodisa sedimentatsiya deyiladi. Sedimentatsiya tufayli kolloid eritmaning konsentratsiyasi o'zgaradi. Lekin 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 boradi. Lekin kolloid zarrachalarga markazdan qochuvchi kuch ta'sir ettirish bilan sedimentatsiyani kuchaytirish mumkin. Shu maqsad uchun dastlab 1913 yilda A.V. Dumanskiy tomonidan sentrifuga qo'llanildi. So'ngra 1923 yilda Svedberg sedimentatsiyani nihoyatda tezlashtiradigan juda kuchli ul'trasentrifugadan foydalanishni taklif qildi. Bunday sentrifugada gidrofob kolloid zarrachalargina emas, balki oqsillar va yuqori molekulyar moddalarning molekulalari ham cho'kadi. Sedimentatsiya tezligini o'lchash orqali kolloid zarrachalarning molekulyar massasini topish mumkin. Sedimentatsiya tezligi bilan muhitning qovushqoqligi va zichligi orasidagi bog'lanish quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:  $v = \frac{2}{9} \cdot \frac{r^2(D-d) \cdot q}{\eta}$  bu erda r-zarracha radiusi,  $\eta$ -dispersion muhitning qovushqoqligi, D-zarracha moddasining zichligi, d-dispersion muhit zichligi, q-og'irlik kuchi tezlanishi.

## § 6. KOLLOID ERITMALARNING OSMOTIK BOSIMI

*Tayanch so'z va iboralar:* Kolloid eritmalar, Mendeleev-Klapeyron tenglamasi, osmotik bosim, kolloidlarning molekulyar og'irligini topish, Donnaning membrana muvozanati.

Chin eritmalarda bo'lgani singari kolloid eritmalarda ham osmotik bosim bo'ladi. Eritmalarning osmotik bosimi hajm birligida bo'lgan molekulalar va ionlar soniga to'g'ri proporsionaldir. Kolloid eritmalarning hajm birligida zarrachalari soni kam bo'lgani uchun ularning osmotik bosimi (shuningdek,

ularda erituvchining muzlash temperaturasining pasayishi ham) juda kichik bo'ladi.

Xuddi chin eritmalaridagi kabi bu erda ham gaz qonunlarini tadbiiq etish mumkin. Kolloid eritmalar uchun Mendeleev-Klapeyron tenglamasi quyidagicha yoziladi:

$$P \cdot v = \frac{\nu}{N} RT \text{ yoki } P = \frac{\nu}{v} \cdot \frac{RT}{N}$$

bu erda  $\frac{\nu}{v}$  kolloid zarrachalarning konsentratsiyasi, ya'ni kolloid eritmaning hajm birligidagi zarrachalar soni, N – Avogadro soni, P – osmotik bosim.

Kolloid eritmalarining osmotik bosimini o'lchash va  $P = \frac{gRT}{mv}$  formuladan foydalanish natijasida kolloidlarning molekulyar massalari topiladi. Ana shunday usul bilan Zerensen tuxum al'buminining molekulyar massasi 43 400 ekanligini, Ader gemoglobinning molekulyar massasi 67000 ekanligini topgan.

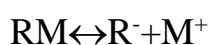
### **Donnaning membrana muvozanati haqidagi nazariyasi.**

Ma'lumki, haqiqiy eritmalarining osmotik bosimini o'lchashda devorlari yarim o'tkazuvchi pardadan iborat bo'lgan idishga eritma solinib, idish toza erituvchiga (suvga) botiriladi.

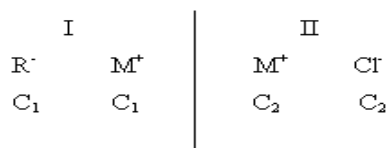
Yarim o'tkazuvchi pardaning bir tomonida eritma, ikkinchi tomonida toza erituvchi bo'ladi. Lekin kolloid eritmaning osmotik bosimini o'lchashda o'tkazgich parda (membra)ning bir tomonida bir necha bir elektrolit eritmasi bo'ladi. Elektrolit membrananing ikkala tomoniga tarqala oladi. Shuning uchun kolloid eritmaning osmotik bosimi faqat kolloid zarrachalar konsentratsiyasigagina emas, balki elektrolitni 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.

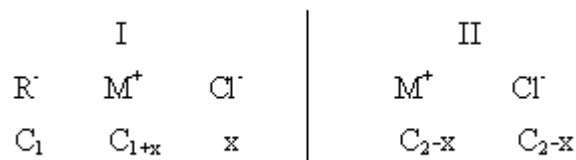
Donnaning fikricha, elektrolit membraning ikkala tomoniga bir xil tarqalmaydi: bir tomonda ko'p, ikkinchi tomonga kam bo'lishi mumkin. Masalan, kolloid eritma membraning bir tomoniga joylashgan bo'lsin, membrana shu xususiyatiga egaki, o'zi orqali kolloid eritmani o'tkazmaydi, lekin elektrolitni bemalol o'tkazaveradi. Masalani soddalashtirish maqsadida kolloid eritmaning kolloid elektrolit RM eritmasi deb qaraylik; bu elektrolit kolloid anioniga va metall kationiga dissotsilanadigan bo'lsin:



Membraning ikkinchi tomoniga haqiqiy elektrolit, masalan, MCl eritmasi solaylik. Protsess boshlanishidan avval sistemaning tarkibini quyidagicha deb tasavvur qilaylik:



bu erda C<sub>1</sub>-R<sup>-</sup> ionlarning dastlabki konsentratsiyasi, C<sub>2</sub>-Cl<sup>-</sup> ionlarning dastlabki konsentratsiyasi. M<sup>+</sup> va Cl<sup>-</sup> ionlar membraning I tomonidan II tomoniga va II tomonidan I tomoniga o'ta boshlaydi; lekin R<sup>-</sup> - anionlari har doim I tomonda qolaveradi. M<sup>+</sup> va Cl<sup>-</sup> ionlarning harakati asta-sekin muvozanat holatiga keladi; bunda membraning u tomonidan bu tomoniga, bu tomonidan u tomoniga o'tadigan ionlar soni vaqt birligida bir-biriga teng bo'lib qoladi. Ikkinchi tomondan birinchi tomonga o'tgan M<sup>+</sup> va Cl<sup>-</sup> ionlarning miqdorini x deb olaylik, u vaqtda muvozanat holatdagi sistema quyidagicha tasvirlanadi:



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 membrananing ikkala tomonida baravar taqsimlanmaganligi uchun eritmada qo'shimcha osmotik bosim (Donnaning osmotik bosimi) va elektr potentsiallar ayirmasi (membrana potentsiali) vujudga keladi.

Agar yuqoridagi tenglamadan x ni topsak, quyidagi ifoda chiqadi:

$$x = \frac{C_2^2}{C_1 + 2C_2}$$

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  $x = \frac{C_2}{3}$  ga tengdir:  $x = \frac{C_2^2}{C_1 + 2C_2} = \frac{C_2^2}{C_2 + 2C_2} = \frac{C_2}{3}$ . Demak,  $C_2 = C_1$  bo'lganida

membrananing II tomonidan I tomoniga dastlab olingan elektrolit ionlarining uchdan bir qismi o'tadi. Donnan effekti (ya'ni elektrolit ionlarining I va II tomonlarga baravar taqsimlanmasligi) biologiya sohasida ahamiyatga sazovordir.

Osmotik bosim erituvchining yarim o'tkazgich parda orqali o'z-o'zicha o'tish jarayoni osmos deb ataladi. Osmosni vujudga keltiradigan kuchning yarim o'tkazgich parda sathiga nisbati osmotik bosim  $\pi$  deyiladi.

Vant-Goff qonuniga binoan osmotik  $\pi = \nu kT$  tenglama bilan ifodalanadi. Bu erda:  $\nu$  – kontsentratsiya, ushbu tenglama suyultirilgan eritmalar (zollar) uchun xosdir. Kolloid eritmalarining osmotik bosimi " $\pi$ " chin eritmalarining osmotik bosimidan kam ahamiyatga ega va kolloid sistemalar agregativ jihatdan beqaror bo'lganligi uchun ularning osmotik bosimi doimiy emas. Osmotik bosim zarrachaning o'lchamiga ham, tabiatiga ham bog'liq emas. Osmotik bosimni " $\pi$ " bilgan holda zarracha o'lchamini " $r$ " topish mumkin. Vant-Goff qonuniga ko'ra

$\pi = CkT$ ,  $C = n/V$ ,  $n = m/M$  bo'lgani uchun  $M$  ni ham topish mumkin: " $n$ " qiymatini qo'yib  $C = m/MV$  topiladi va Vant-Goff tenglamasiga  $C$  ning qiymati qo'yilsa u holda  $\pi V = m kT / M$  ga ega bo'lamiz. Demak osmotik bosimni bilgan holda kolloidlarning molekulyar og'irligini hisoblab topish mumkin.

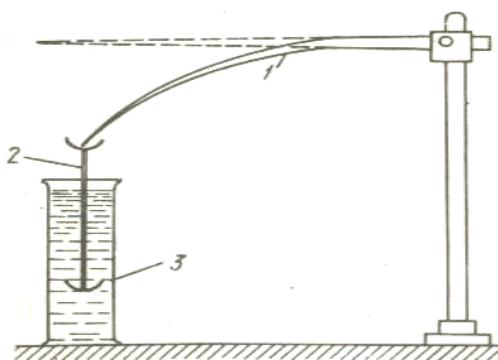
## § 7. SEDIMENTASIYA

*Tayanch so'z va iboralar:* Kolloid eritmalarining rangi, kolloid eritmalarda yorug'likning yoyilishi, kolloid eritmalarini o'rganishda nefelometr va ul'tramikroskopning ahamiyati, rentgenografiya, elektronografiya usullari.

Sedimentatsiya tezligining dispersion muhit qovushqoqligiga teskari proporsionalligi formuladan ko'rinib turibdi. Bir xil dispersion muhitda bo'lgan turli modda eritmalarining sedimentatsiya tezligi o'sha dispers fazaning radiusi kvadratiga, dispers faza va dispersion muhit moddalarning zichliklari ayirmasiga

to'g'ri proporsionaldir. Avval yirik zarrachalar, undan keyin esa mayda zarrachalar cho'kadi. Albatta  $D > d$  bo'lgan hollardagina cho'kish kuzatiladi. Agar  $D < d$  bo'lsa, aksincha dispers faza suyuqlik sirtiga qalqib chiqadi.

Sedimentatsiya tezligini aniqlash uchun N.A. Figurovskiyning sedimentator deb ataladigan asbobidan foydalaniladi (6-rasm).

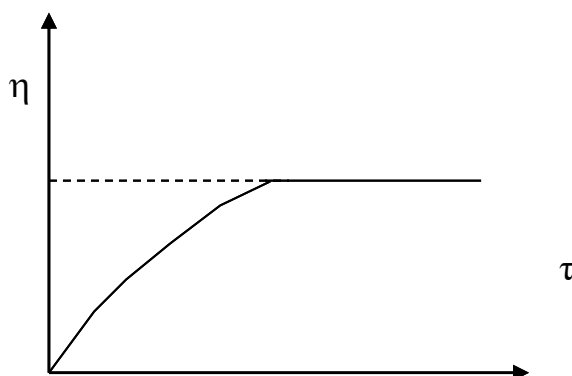


**6-rasm. Figurovskiy asbobi (sedimentator).**

1-kvarsdan yasalgan shayn; 2-shisha ip; 3-tarozi pallachasi.

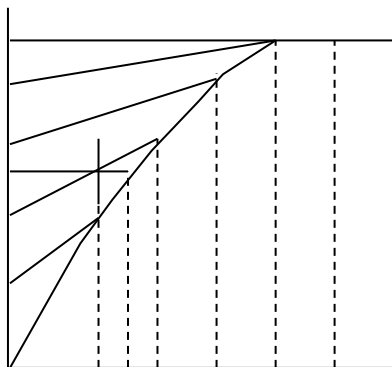
Bu usulning mohiyati shundaki, suspenziya ichiga joylashgan pallachaga (t) vaqt ichida cho'kkan modda massasi (m) aniqlanadi.

Tajriba natijalarini grafik orqali ham ifodalash mumkin. Buning uchun absissalar o'qiga vaqtni, ordinata o'qiga modda massasini qo'yib sedimentatsion diagrammasi hosil qilinadi (7-rasm).



**7-rasm. Sedimentatsion diagramma.**

Sedimentatsiya diagrammasining chiziqlari turli suspenziyalar uchun turlicha bo‘ladi. Bu chiziqlardan foydalanib, suspenziyadagi zarrachalarning o‘rtacha radiuslarini aniqlash mumkin. Shuningdek, agar sistema polidispers bo‘lsa, sedimentatsiya diagrammasidan foydalanib, suspenziyalarning qancha foizi qanday disperslikka ega ekanligini hamda suspenziya fraksiyalarining nisbiy miqdorlarini aniqlay olamiz (8-rasm).



**8-rasm. Polidispers suspenziyaning sedimentatsion diagrammasi.**

### **Perren tenglamasi**

Perren 1911 yilda gazlarning kinetik nazariyalari asosida qo‘lga kiritilgan xulosalarni dispers sistemalarga tadbiq etish natijasida dispers sistemaning balandliklari bilan bir-biridan farq qiladigan ikki zonasining 1 sm<sup>3</sup> hajmda bo‘lgan zarrachalarning soni orasidagi nisbat bilan zonalarining balandliklari  $h_1$  va  $h_2$  o‘rtasida quyidagi bog‘lanish borligini ko‘rsatdi:

$$2,303 \lg \frac{n_1}{n_2} = \frac{4}{3} \pi r^3 g (\rho - \rho_0) (h_2 - h_1) \frac{N}{RT}$$

Bu tenglama Perren tenglamasi deyiladi. Bu erda  $\rho$  - dispers zarracha moddasining zichligi,  $\rho_0$  - dispersion muhit moddasining zichligi,  $h_1$  - pastroqdagi zona balandligi,  $h_2$  - yuqoriroqdagi zona balandligi,  $n_1$  - pastroqdagi zonaning 1 sm<sup>3</sup> hajmida bo‘lgan zarrachalar soni,  $N$  - Avogadro soni,  $g$  - yerning tortish kuchi tezlanishi,  $r$  - zarracha radiusi,  $R$  - universal gaz konstantasi,  $T$  - dispers sistemaning absolyut temperaturasi.



Perren tenglamasi gazlarning kinetik nazariyasidan kelib chiqadigan gipsometrik (yoki barometrik) qonun formulasiga asoslanadi. Agar balandlik  $h$  bo'lsa, bu balandlikdagi havo bosimi  $P_1$  bilan yer sirtidagi havo bosimi  $P_0$  orasidagi gazlarning kinetik nazariyasiga ko'ra quyidagi bog'lanish (Laplas tenglamasi) mavjud:

$$2,303 \cdot RT \lg \frac{P_0}{P_1} = M \cdot g \cdot h$$

Agar bu tenglamadan  $h$  ni topsak:

$$h = \frac{2,303 \cdot RT}{M \cdot g} \cdot \lg \frac{P_0}{P_1} \quad \text{kelib chiqadi.}$$

Bundan foydalanib, qanday balandlikda havoning bosimi yer sirtidagi bosimidan ikki marta kamayishini hisoblab chiqishi mumkin. Bu holda  $\frac{P_0}{P_1} = 2$

bo'lgani uchun  $h$  quyidagicha hisoblanadi:

$$h = \frac{2,303RT}{M \cdot g} \lg \frac{P_0}{P_1} = \frac{2,303 \cdot 8,31 \cdot 10^7 \cdot 300}{29 \cdot 981} \lg 2 = 6 \cdot 10^5 \text{ sm} = 6 \text{ km}$$

Demak, havo bosimi  $27^\circ\text{C}$  da 6 km balandlikda ko'tarilgandan keyin ikki marta kamayadi. Bu balandlikni faqat havo uchun emas, balki har qanday molekulyar massaga ega bo'lgan gaz uchun ham hisoblab topish mumkin.

Perren o'z tenglamasida gipsometrik qonun formulasidagi  $\frac{P_0}{P_1}$  nisbatni  $\frac{n_1}{n_2}$

nisbat bilan almashtirdi. U o'z tenglamasini sinab ko'rish natijasida atom va molekulalarning realligini isbotlashga muvaffaq bo'ldi. Perren Afrikada o'sadigan gummi-gud nomli daraxt shirasidan chirk (mastika) tayyorlab, undan maxsus sentrifuga yordamida sharchalar hosil qildi. Ularni suvga solib dispers sistema tayyorladi. Bu sistemaga cho'kmay qoladigan sharchalarning radiuslari  $2,1 \cdot 10^{-5}$  sm chamasida edi. Perren mikroskop yordamida bir-biridan  $1/1 \cdot 10^{-2}$  sm farq qiladigan ikki balandlikdagi hajm birligida bo'lgan zarrachalar soni 100:12

nisbatida ekanligini topdi. Bu qiymatlarni o'z tenglamasiga qo'yib tajribalaridan birida Avogadro soni  $6,5 \cdot 10^{-23}$  ga teng ekanligini hisoblab chiqardi:

$$N = \frac{2,303 \cdot RT \cdot 3}{4\pi r^3 g(\rho - \rho_0)(h_2 - h_1)} \lg \frac{n_1}{n_2} = \frac{2,303 \cdot 8,31 \cdot 10^7 \cdot 293 \cdot 3}{4 \cdot 3,14 \cdot (2,1 \cdot 10^{-5})^3 (1,19 - 1) 981} \times \frac{1}{1,1 \cdot 10^{-2}} \lg \frac{100}{12} = 6,5 \cdot 10^{23}$$

(bu erda 1,19 – dispers zarracha moddasining zichligi, 1 – suvning zichligi).

Perren hisoblab chiqargan Avogadro sonining qiymatlari boshqa metodlar asosida topilgan qiymatlarga nihoyatda yaqinligi Perrenning kolloid zarrachalar zolda gaz molekulariga o'xshash harakatlanadi, degan taxmini tasdiqladi.

Broun harakatini yanada batafsil va chuqur tekshirish natijasida **fluktuatsiyalar nazariyasi** yaratildi. Fluktuatsiya deganda, ayni sistemaning mikroobektlardagi zichlik, konsentratsiya yoki boshqa parametr qiymatlarining o'rtacha muvozanat qiymatlaridan chetga chiqish hodisasi tushuniladi.

Masalan, Svedberg ma'lumotlariga ko'ra oltin zolining  $1000 \text{ nm}^3$  hajmida dispers faza zarrachalarining o'rtacha soni 1,545 ga teng, lekin ayrim vakillarda bu qiymat 0 bilan 7 orasida bo'ladi. O'rtacha qiymatdan chetga chiqishning sababi shundaki, zarrachalarning betartib harakati natijasida sistemaning mikrohajmiga kelib qoladigan zarrachalar soni ba'zan ko'p, ba'zan esa kam bo'lishi mumkin. Shunday qilib, fluktuatsiya diffuziyaga qarama-qarshi jarayon ekanligiga ishonch hosil qilamiz, lekin bu ikkiala jarayon – zarrachalar issiqlik harakatining oqibati ekanligini unutmash kerak. Diffuziya o'z-o'zicha sodir bo'ladigan jarayon ekanligi sababli, termodinamikaning ikkinchi qonuniga muvofiq, qaytmas holda sodir bo'ladi, fluktuatsiyalarning 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. Demak diffuziya va fluktuatsiya hodisalarning mavjudligi – dialektik materializmning qarama-qarshiliklar birligi haqidagi qonunining to'g'ri ekanligini ko'rsatuvchi isbotlardan biridir, deb xulosa chiqara olamiz.

## § 8. DISPERS SISTEMALARNING OPTIK XOSSALARI

**Tayanch soʻz va iboralar:** *Kolloid eritmalarning rangi, kolloid eritmalarda yorugʻlikning yoyilishi, kolloid eritmalarni oʻrganishda nefelometr va ulʻtramikroskopning ahamiyati, rentgenografiya, elektronografiya usullari.*

Optik xossalarga: yorugʻlikning kolloid eritmalarda tarqalishi, kolloid eritmalarning rangi, yorugʻlikning kolloidlarga yutilishi, ultramikroskop, elektromikroskopik va rentgenografik xossalari kiradi.

**Rangi:** Yorugʻlik nuri qismlarining yutilish xossasi bilan difraktsiya yaʼni yorugʻlik zarrachani oʻrab oʻtishi hodisasining birga qoʻshilishi natijasida kolloid eritmada biror rang hosil boʻladi. Zollarning oʻtayotgan yorugʻlikdagi rangi disperslik darajasiga, zarrachalarning kimyoviy tabiatiga va shakliga bogʻliq holda oʻzgaradi. Masalan: kumush zoli dispers darajasiga koʻra rangi:

Zarracha oʻlchami	Zolʻning rangi
79 nm	Toʻq sariq
90 nm	Qizil
110 nm	Koʻk binafsha
160 nm	Koʻk

**Kolloid sistemada yorugʻlik yoyilishi:** Jism zarrachalarining oʻlchamlari tushayotgan yorugʻlikning toʻlqin uzunligidan ancha kichik boʻlsa yorugʻlikni yoyilishi kuzatiladi. Shuning uchun kolloid sistemalar yorugʻlik nuri bilan yoritilganda dispers faza zarrachalari tushayotgan yorugʻlik nurlarini yoyib yuboradi. Dispers sistemadan intensiv yorugʻlik nuri oʻtkazib sistemaga yorugʻlik nuri yoʻnalishiga nisbatan biror burchak bilan qaraganimizda sistema ichida yorugʻlik konusni koʻramiz. Bu hodisani Faradey – Tindal effekti deyiladi. Sababi kolloid zarrachaga tushgan yorugʻlik zarrachalar tomonidan yoyiladi. Natijada har qaysi zarracha xuddi yorugʻlik beruvchi nuqtadek boʻlib koʻrinadi.

Mayda zarrachalarni yorug'likni yoyilish hodisasi opalestsentsiya deyiladi. Chin eritmalar va toza suyuqliklarda yorug'lik nihoyatda kam yoyiladi.

Faradey–Tindal effekti intensivligi zolning disperslik darajasi ortishi bilan kuchayadi. Kolloid zarrachalardan nurning yoyilishi hodisasi o'sha nurning to'lqin uzunligiga bog'liq bo'ladi. Dag'al dispers sistemalarda muhit bilan zarracha chegarasida yorug'likning tartibsiz qaytishi va betartib sinishi natijasida yorug'likning yoyilishi hodisasi kuzatiladi. Lekin kolloid eritma zarrachalarining o'lchamlari yorug'likning to'lqin uzunligidan kichik bo'lgani uchun difraktsiya, ya'ni yorug'lik zarrachani "o'rab o'tib", o'z yo'nalishini o'zgartirish hodisasi vujudga keladi.

Reley qonunlariga muvofiq kolloid zarrachadan yoyilayotgan nurning intensivligi:

$$I = k I_0 \cdot v V^2 / \lambda^4 \cdot (n_1^2 - n_2^2 / n_1^2 - 2n_2^2)^2$$

$J_0$ - yorituvchi nurning intensivligi

$v$  – sistemaning hajm birligidagi zarrachalar soni

$v$  – har qaysi zarrachaning hajmi

$n_1$ –kolloid zarracha xosil qilgan moddaning yorug'likni sindirish koeffitsienti

$k$  – proporsionallik koeffitsienti

bu formula zarrachaning o'lchamlari 40 – 70 nm dan katta bo'lmagan sistemalar uchungina qo'llaniladi.

Dispers faza va dispers muhit moddalarining yorug'likni sindirish koeffitsientlari o'rtasidagi farq qancha katta bo'lsa, Faradey – Tindal effekti shuncha ravshan ko'rinadi.

To'lqin uzunliklari kichik bo'lgan binafsha va havorang nurlar kolloid sistemalarda yaxshi yoyiladi, lekin to'lqin uzunligi katta bo'lgan qizil nur yaxshi yoyilmaydi. Faradey – Tindal effekti zolning konsentratsiyasi haqida fikr yuritishga imkon beradi. Kolloid eritmani konsentratsiyasini aniqlovchi asbobga nefelometr deyiladi. Nefelometrning ishlashi sinaladigan zolda

yoyilgan yorug'lik intensivligining standart zolda yoyilgan intensivligi bilan solishtirib ko'rishga asoslangan.

Ul'tramikroskopiya yordamida ma'lum hajmdagi zarrachalarning soni hisoblab topiladi, lekin zarrachaning shakl va o'lchamlarini bevosita aniqlab bo'lmaydi.

Bu usulda zarrachaning shaklini aniqlasa bo'ladi, masalan: kolloid zarrachalar tayoqcha shakliga ega bo'lsa ul'tramikroskopiyada ko'radigan yorug' nuqtalarning ravshanligi o'zgarib turadi.

Kolloid zarrachalar shaklini elektromikroskop yordamida aniq ko'rish mumkin. Bu asbobdan foydalanib kolloid zarrachalarni va hatto polimer molekulalarini, 0,5–1nm kattalikdagi zarrachalarni ko'rish mumkin. Kolloid zarrachalarning ichki sferasi va uning turli jarayonlar vaqtidagi o'zgarishi rentgenografiya va elektronografiya usullarida aniqlanadi. Rentgenografiya usulida kolloid zarrachani ichki tuzilishi haqida ma'lumot olish mumkin. Bu usulda turli kolloidlarning ko'pchiligi kristall tuzilishga ega ekanligi aniqlandi. Kolloid sistemalarda dispers faza sirtini tekshirishda elektronografiya usulidan foydalaniladi. Bu usulda sirt qatlamda turuvchi atomlararo masofalarni bevosita aniqlash mumkin va ayniqsa adsorbsion qavatlarni puxta o'rganish mumkin.

**1. Kolloid eritmalarda yorug'likning tarqalishi. Tindal-Faradey effekti.** Kolloidlarning optik xossalari qatoriga yorug'likning kolloid eritmalarda tarqalishi, kolloid eritmalarning rangi, yorug'likning kolloidlarga yutilishi, qutblangan yorug'lik tekisligining aylanish hamda ultramikroskopik, elektronmikroskopik va rentgenoskopik xossalar kiradi. Zollarga rangdorlik xossalari xos. Zollarning o'tayotgan yorug'likdagi rangi ularning darajasiga, zarrachalarning kimyoviy tabiati va shakliga bog'liq holda 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. Projector nuri, tuman, tutun havo ranglidir. Osmonning ko'k tusda bo'lishiga sabab quyosh nurining havo qavatlarida to'lqin uzunligiga qarab turli darajada tarqalishidir.

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 nurning to'lqin uzunligidan ancha kichik (masalan, uning 0,1 qismi qadar) bo'lsa, bu holda sodir bo'ladigan optik hodisalar ichida yorug'likning tarqalishi asosiy o'rinni tutadi. Shuning uchun kolloid dispers va dag'al sistemalar ko'zga ko'rinadigan yorug'lik nuri bilan yoritilganda, dispers faza zarrachalari tushayotgan yorug'lik nurlarini tarqatib yuboradi. Dispers sistemadan intensiv yorug'lik nuri o'tkazib, sistemaga yorug'lik nuri qo'nalishiga nisbatan biror burchak ostida qaraganimizda, uning 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 (kyuvetaga) dispers sistema (C) solinadida, qora parda oldiga qo'yilib, proeksion fonar (A) bilan yoritiladi (8-rasm). Bu tajribada yorug'lik 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 opalestsensiya deyiladi. chin eritmalarida, toza suyuqliklar aralashmasida yorug'lik nihoyatda kam tarqaladi va Tindal-Faradey effekti yuz bermaydi. Uni faqat maxsus asboblarda yordamida ko'rish mumkin. ba'zan tashqi ko'rinishiga qarab kolloid eritmani chin eritmada ajratib bo'lmaydi, ayni sistemani kolloid yoki chin eritma ekanligini aniqlashda Tindal-Faradey effektidan foydalaniladi. Tindal-Faradey effektining intensivligi zolning disperslik darajasi ortishi bilan kuchayadi, disperslik ma'lum darajaga borganda maksimumga etadida, 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 diapers sistemalarda to'lqin uzunliklari turlicha bo'lgan nurlar bir xilda tarqaladi. Agar sistemaga oq nur tushsa, sistemadan tarqalgan nur ham oq bo'ladi.

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:

$$J = kJ_0 \frac{vV^2}{\lambda^4} \left( \frac{n_1^2 - n_2^2}{n_1^2 + 2n_2^2} \right)^2$$

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 koeffitsienti,  $n_2$  – dispersion muhitni hosil qilgan moddaning yorug'likni sindirish koeffitsienti,  $k$ –mutanosiblik koeffitsienti,  $\lambda$ –tushayotgan nur to'lqin 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 koeffitsientlari 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, ya'ni zarrachalarning o'lchami 40-70 nm dan katta bo'lmagan, kolloid eritmalar uchungina qo'llanila oladi. Tenglamadan ko'rinib turibdiki, yoyilgan nurning to'lqin uzunligi tushyotgan nur to'lqin uzunligining to'rtinchi darajasiga nomutanosib bo'lganligi sababli yoyilish natijasida polixromatik nur

ancha qisqa to'liqin uzunligiga ega bo'lgan bo'laklarga ajraladi. Shu sababli kolloid eritmani yon tomondan polixromatik (ya'ni oq) nur bilan yoritilganda kolloid eritma zangoriroq tusga ega bo'ladi.

Ultramikroskop va elektronmikroskop ishlash prinsiplari, rentgenografiya, elektronografiya metodlari.

Kolloid eritma zarrachalarining o'lchami 100 nm dan kichik bo'ladi; ammo ko'zga ko'rinadigan yorug'lik to'liqinining 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 (9-rasm). 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. manbadan chiqqan nur kolloid zarrachaga tushirilganda, zarracha bu nurnu tarqatadi va natijada zarracha yorug'lik manbai sifatida xizmat qiladi.

Ultramikroskopda zarrachaning o'zi emas, shu zarracha tomonidan tarqatilgan nur ko'rinadi. Bunday mikroskop yordamida faqat ma'lum hajmga ega bo'lgan 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  $d$ , zarrachalar soni  $n$  va kolloid eritmaning massa konsentratsiyasi  $C$  ma`lum bo`lsa, zarracha hajmini  $v$  hisoblab topish qiyin emas:

$$v = \frac{C}{nd}$$

Agar zarrachani sfera shaklga ega deb faraz qilsak, uning hajmi  $\frac{4}{3}\pi r^3$  ga teng bo`ladi (bunda  $r$  – zarrachalarning o`rtacha radiusi); binobarin  $\frac{4}{3}\pi r^3 = \frac{C}{nd}$ ; kub shaklidagi zarracha uchun  $V=1^3$  yoki  $1 = \sqrt[3]{V}$ ; sferik zarracha uchun  $V = \frac{4}{3}\pi r^3$  yoki  $r = \sqrt[3]{\frac{3V}{4\pi}}$  bo`ladi.

Kolloid zarrachalarning shaklini elektron mikroskop yordamida aniqlash mumkin.

1943 yilda elektron mikroskop kashf qilindi. elektron mikroskopda yorug`lik nuri o`rnida elektronlar oqimidan foydalaniladi, chunki ularni elektromagnitlar yordamida boshqarish qulay. Bu mikroskopda katoddan chiqqan elektronlar oqimi elektromagnit g`altakning magnit maydoniga kiradi. Bu maydon elektronlarni zichlashtiradi, 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 rentgenograf va elektronograf usullari yordamida aniqlanadi. Kolloid sistemalarni tekshirishda bu usullarning biri roentgen nurlarining, ikkinchisi esa elektronlar oqimining qo`llanilishiga asoslangan. Rentgenograf usulidan foydalanib, kolloid zarrachalarning ichki tuzilishi haqida ma`lumot olish mumkin. kolloid zarracha o`lchamlari nihoyatda kichik bo`lganligi uchun kolloid sistemalarning rentgenograf yordamida olingan monokristallar qo`llanilishiga 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 tuzilishga ega ekanligini aniqlash mumkin bo‘ldi. Ayniqsa o‘gir metallarning zollari va ularning birikmalaridan hosil bo‘lgan zollarni tekshirish samarali natijalar berdi. Buning sababi shundaki, rentgen nurlari og‘ir metall atomlariga tushganda nur nihoyatda kuchli yoyiladi. Bu hodisaga dispersion muhit u qadar halal bermaydi.

### **Nefelometriya usuli**

“Opalestsensiya” hodisasiga asoslanib, kolloid eritmalarning kontsentratsiyasini va kolloid zarrachalarning o‘rtacha o‘lchamini aniqlaydigan asbob – nefelometr deb ataladi (10-rasm). Agar ma`lum nur manбайдan foydalanilsa, aniq dispers faza va aniq dispersion muhitlar uchun Reley tenglamasiga kiradigan ba`zi kattaliklar ( $n_1$ ,  $n_2$ ,  $\lambda$ ,  $\rho$ ) o‘zgarmay qoladi. Shundan Reley tenglamasi quyidagi qisqa shaklni oladi:

$$I = K \cdot C \cdot V \cdot I_0$$

$$\text{bu erda: } K = \frac{24\pi^3}{p\lambda^4} \left( \frac{n_1^2 - n_2^2}{n_1^2 + 2n_2^2} \right)^2 = \text{const}$$

Nefelometrik tekshirishlar uchun ikkita bir xil tsilindrik idish olib (4,5), ularning biriga kontsentratsiyasi ma`lum (standart) kolloid eritma, ikkinchisiga tekshirish uchun berilgan kolloid eritma solinadi. Ikkala idish bitta yorug‘lik manбайдan yoritiladi (1). Bu vaqtda ikkala idishda Tindal effekti vujudga keladi. Kolloid eritmalardan tarqalgan nur asbobning tepa qismidagi okulyarga tushadi (10). Sinaladigan kolloid eritmaning kontsentratsiyasi standart kolloid eritma kontsentratsiyasiga teng bo‘lmasa, ikkala kolloid eritmalardan tarqalgan yorug‘likning intensivligi har xil bo‘ladi. Natijada okulyarda ko‘rinadigan ikkita yarim doiraning biri yorug‘roq va ikkinchisi qorong‘iroq bo‘ladi. Kolloid eritmalardan tarqalgan yorug‘likning intensivligi zolning kontsentratsiyasiga proporsional bo‘lgani uchun sinaladigan va standart kolloid eritmaga tushgan nurlar bir xil sonli zarrachalardan tarqalgandagina okulyardagi ikkala yarim

doira bir xilda yoritiladi. Silindrik shisha idishlardan birini (2,3) (maxsus moslama yordami bilan) yuqoriga ko‘tarish yoki pastga tushirish orqali idishdagi kolloid eritmalarining yoritiladigan balandliklarini 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:

$$I_1=I_2=K \cdot C_1 \cdot I_{01}=K \cdot C_2 \cdot I_{02}$$

tenglikka ega bo‘lamiz. Bu erda  $I_{01}$  – 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:

$$C_1 = C_2 \frac{I_{02}}{I_{01}} = C_2 \frac{h_2}{h_1}$$

demak,  $C_1 = C_2 \frac{h_2}{h_1}$  asosida  $C_1$  ni hisoblay olamiz.

## § 9. DISPERS SISTEMALARNING SIRT HODISALARI

**Tayanch so‘z va iboralar:** *Disperslik, disperslik darajasi, erkin va solishtirma sirt energiyalari, suyuqlikning sirt tarangligi, to‘liq sirt energiya.*

Kolloid kimyoda fazalararo sirtlarda sodir bo‘ladigan jarayonlarni o‘rganish muhim vazifa deb qaraladi, chunki dispers sistemalarning geterogenlik yoki ko‘p fazalik belgisi kolloid kimyoda fazalararo sathlar, sath qavatlar mavjudligini ta‘minlovchi belgi sifatida namoyon bo‘ladi Kolloid zarrachalar juda katta sathga ega, shuning uchun ular sathiy energiyaga ega. Sath o‘zgarishi bilan sathiy energiya ham o‘zgaradi. Fazalararo sath kattaligining ayni faza hajmiga bo‘lgan nisbati solishtirma sath deb ataladi:  $S_{\text{sol}} = S/V$ . Masalan hajmi 1  $\text{sm}^3$  bo‘lgan kubning har qaysi sirti 1 $\text{sm}^2$  dan, jami 6  $\text{sm}^2$  ga teng bo‘ladi. Agar

uni 10 bo'lakka bo'lsak, uning hajmi o'zgarmaydi, lekin uning sirti  $60 \text{ sm}^2$  bo'lib qoladi, bu esa liofob kolloidlarning xarakterli xususiyatlaridan biridir.

Fazalararo sathning mavjudligi sirt taranglik birligidan xabar beradi. Suyuqlik o'z sirtini mumkin qadar kamaytirishga intiladi. Demak, suyuqlik sirtini kattalashtirish uchun ish sarf qilish kerak. Suyuqlik sirti kamayganda energiya ajralib chiqadi. Demak, suyuqlikning sirt qavati ma'lum energiya zapasiga ega va uni suyuqlikning sirt energiyasi deyiladi.

Suyuqlik sirtini  $1 \text{ sm}^2$  kattalashtirish uchun sarf bo'lgan energiya miqdori shu suyuqlikning sirt taranglik koeffitsenti yoki sirt tarangligi deyiladi. Sirt taranglikning o'lchamligi sirt birligiga to'g'ri keladigan energiya miqdori bilan ifodalanadi: SGS sistemasida  $\text{erg}/\text{sm}^2 = \text{din}\cdot\text{sm}/\text{sm}^2 = \text{din}/\text{sm}$  bilan, SI sistemasida  $\text{Dj}/\text{m}^2 = \text{N}\cdot\text{M}/\text{m}^2 = \text{N}/\text{M}$  bilan ifodalanadi.  $1 \text{ Dj}/\text{m}^2 = 1000\text{erg}/\text{sm}^2 = 1\text{N}/\text{M} = 1000\text{din}/\text{sm}$  ekanligini nazarda tutish kerak. Sirt tarangligining kelib chiqish sababi suyuqlik molekullari orasidagi bog'lanishdir. Ayni modda molekulari orasidagi bog'lanish qancha kuchli bo'lsa, ularning sirt tarangligi shuncha katta qiymatga ega bo'ladi.

Ma'lumki, kolloid sistemalarning barcha xossalarini geterogenlik va disperslikka bog'lash mumkin. Dispers sistemalarning geterogenlik yoki ko'p fazalik belgisi kolloid kimyoda fazalararo sirtlar, sirt qavatlar mavjudligini ta'minlovchi belgi sifatida namoyon bo'ladi.

Dispers sistemalarning disperslik darajasi (D) deganda, dispers zarrachaning o'lchami a ga teskari qiymat tushuniladi. Bu o'rinda yana uchinchi termin – solishtirma sirt  $S_{\text{sol}}$  tushunchasi ham ishlatiladi. U quyidagicha ta'riflanadi: fazalararo sirt kattaligi S ning ayni faza hajmi V va nisbati shu fazaning solishtirma sirti deb ataladi:

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

Bu uch kattalikda a kichraysa,  $1/a$  va  $S_{\text{sol}}$  kattalashadi.

Disperslik darajasining kattalashishi sistemada sirt hodisalar rolining ahamiyatini oshiradi. Shunday qilib, kolloid sistemalarning miqdor belgisi disperslik darajasi bo'lib, uning sifat belgisi geterogenlikdir. Bu ikkala belgi sirt hodisalar bilan chambarchas bog'liqdir. Fazalararo sirtning mavjudligi sirt taranglik borligidan darak beradi. Sirt taranglik ayni sistemaning geterogenlik darajasini xarakterlaydi. Fazalararo sirt kattaligining sirt taranglik koeffitsientiga ko'paytmasi ayni sirtning erkin energiyasi qiymatini ko'rsatadi:

$$A = \sigma \cdot S$$

bu erda:  $\sigma$  – sirtning 1 sm<sup>2</sup> kattalashtirish uchun sarflanadigan ish bo'lib, u sirt taranglik koeffitsienti deb ataladi.

### **Sirt hodisalarning sinflarga bo'linishi**

Sirt hodisalarni sinflarga bo'lishda sirt qavat qanday ekanligiga e'tibor beriladi. O'zaro bir-biriga tegib turgan fazalar orasidagi chegara sirt qavatlar moddalarning agregat holatiga qarab quyidagi sinflarga bo'linadi:

1. Gaz-suyuqlik; 2. Gaz-qattiq jism. 3. Suyuqlik-suyuqlik. 4. Suyuqlik-qattiq jism. 5. Qattiq jism – qattiq jism.

Sirt hodisalarni sinflarga ajratishda termodinamikaning 1- va 2-qonunlarining birlashgan tenglamasidan foydalanish ancha qulaylik tug'diradi. Darhaqiqat, bu tenglamani sirt qavat uchun quyidagi ko'rinishda ifodalash mumkin:

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

bu erda  $\Delta G$ –izobar potentsial (Gibbs energiyasining o'zgarishi),  $S$ –entropiya,  $V$ – hajm,  $\sigma$  – sirt taranglik,  $\mu_i$ –komponent  $i$  ning kimyoviy potentsiali,  $n_i$ -komponent  $i$  ning mol sonlari,  $\varphi$  – elektr potentsial,  $q$ –zaryad miqdori. Bu tenglama issiqlik, mexanik, sirt, kimyoviy va elektr energiyalar o'zgarishining algebraik yig'indisi ekanligini ko'rsatadi. Bu tenglamadan yana shuni ko'rish mumkinki 1) sirt energiyasi Gibbs energiyasiga; 2) issiqlikka; 3) mexanik energiyaga; 4) kimyoviy energiyaga; 5) elektr energiyaga aylana oladi. Demak,

sirtida besh tur hodisa sodir bo'lish imkoniyati mavjud. Bularning barchasida sirt energiya boshqa tur energiyaga aylanishi mumkin. Energiyaning bu aylanishlari – disperslik darajasi o'zgargan sari moddaning kimyoviy reaksiyalarga kirishish qobiliyatining adgeziya (yani turli xil shakldagi moddalarning molekulari orasidagi o'zaro tortishuv kuchlarining namoyon bo'lishi) va kogeziya (ya'ni bunda bir tur fazaga oid modda molekulari orasidagi o'zaro tortishish kuchlari) o'zgarishi bilan, kappilyarlik hodisalari bilan, adsorbsiya va elektr potentsiallarning o'zgarishi bilan birgalikda sodir bo'ladi.

Ikki faza orasida barqaror chegara sirt mavjudligining asosiy sharti – erkin sirt energiyasining musbat ishorali bo'lishidir. Agar bu energiyaning qiymati manfiy ishorali (yoki nol) bo'lsa, chegara sirt mavjud bo'lmaydi, bunda tasodifiy fluktatsiyalar tufayli bir faza ikkinchi fazaga tarqalib ketadi.

### **Sirt qavatning umumiy xarakteristikasi**

Suyuq va qattiq jismlardan iborat sistemalardagina fazalararo sirtlar mavjud bo'la oladi. Suyuq va qattiq gomogen fazalarning ichki tuzilishi o'zgarishi bilan sirt qavat shakli va xossalari o'zgaradi.

Suyuqlik molekulari doimo harakatda bo'lganligi tufayli unda bug' bosimi paydo bo'lib, sirtida bug'lanish, kondensatlanish kabi hodisalar to'xtovsiz sodir bo'lib turadi, binobarin suyuqlik sirti doimo yangilanib turadi.

Molekulalararo kuchlar mavjud bo'lgani uchun suyuqlik ma'lum qalinlikdagi sirt hosil qilib turadi. Suyuqlik sirt qavatning ichki chegarasi sirtidan boshlab suyuqlikning hajmidagi tuzilishi boshlanadigan chuqurlikka qadar davom etadi. Sirt qavatining qalinligi bir necha molekula diametri kattaligiga teng.

Qattiq jism sirti dastlab qanday shaklda bo'lsa, uzoq vaqt o'sha shaklda qoladi. Suyuqlik – suyuqlik (2 ta suyuqlik) orasidagi sirt qavat 2 qismdan iborat: uning bir qismi 1 – suyuqlikda, ikkinchisi esa 2 – suyuqlikda bo'ladi.

## Suyuqlikning sirt tarangligi va to'liq sirt energiya

Suyuqlikning ichki qismidagi molekulani boshqa molekulalar hamma tomondan bir xilda tortib turadi va barcha kuchlar bir-birini muvozanatlaydi. Lekin suyuqlik sirtida turgan molekulalarni suyuqlik ichidagi qo'sh molekulalar kuchliroq tortadi, gaz fazadagi molekulalar o'sha molekulani juda o'z kuchi bilan tortadi. Shu sababli suyuqlik sirtida turgan molekulalar mumkin qadar suyuqlik ichiga kirishga intiladi. Boshqacha aytganda, suyuqlik o'z sirtini kattalashtirish uchun ish sarf qilishi kerak. Aksincha, suyuqlik sirti kamayganida energiya ajralib chiqadi. Demak, suyuqlik sirt qavati ma'lum energiya zahirasiga ega. U suyuqlikning sirt energiyasi deyiladi.

*Suyuqlik sirtini 1 sm<sup>2</sup> ga kattalashtirish uchun sarf qilish kerak bo'lgan energiya miqdori shu suyuqlikning sirt taranglik koeffitsienti yoki to'g'ridan-to'g'ri sirt tarangligi deyiladi.*

Sirt taranglikning kelib chiqish sababi suyuqlik molekulalari orasidagi bog'lanishdir. Ayni modda molekulalari orasidagi bog'lanish qancha kichik bo'lsa, ularning sirt tarangligi shuncha katta qiymatga ega bo'ladi. Bundan quyidagi xulosa kelib chiqadi: qutbli suyuqlikning suyuq-gaz chegarasidagi sirt tarangligi qutbsiz suyuqliklarning sirt tarangligidan katta bo'ladi.

Suyuqliklar ichida simob eng katta sirt taranglikka ega, undan keyin suv va organik moddalar turadi, siqilgan gazlar eng kichik sirt taranglik namoyon qiladi.

Suyuqliklarda sirt taranglikning temperatura koeffitsienti  $\frac{d\sigma}{dT}$  to kritik temperaturagacha deyarli o'zgarmas qiymatga ega bo'ladi. Kritik temperaturaga etganda suyuq va gaz fazalar orasidagi farq yo'qolib sirt taranglik nolga teng bo'ladi. Suyuqlik – suyuqlik sistemada ham, kritik erish temperaturada (yani ikkala suyuqlik bir – birida cheksiz eruvchan bo'lib qolgan temperaturadan keyin) sirt taranglik nolga teng bo'lib qoladi.

## § 10. QATTIQ JISMLARNING SIRT TARANGLIGI VA TO`LIQ SIRT ENERGIYA

*Tayanch soʻz va iboralar:* erkin va solishtirma sirt energiyalari, suyuqlikning sirt tarangligi, qattiq jism sirtining suyuqlik bilan hoʻllanishi, kogeziya va adgeziya, hoʻllanish issiqligi va kapillyar bosim.

Qattiq jismlarning sirt tarangligi faqat bevosita usullar bilan aniqlana oladi. Qattiq jismda molekulararo tortishish kuchlari suyuqlikdagi molekulararo tortishish kuchlaridan ancha ortiq boʻlgani uchun qattiq jismlarning sirt tarangligi kattaroq qiymatlar bilan xarakterlanadi. 1-jadvalda baʼzi kristallarning I.I. Jukov topgan sirt taranglik qiymatlari keltirilgan.

1-jadvaldagi  $\sigma$  qiymatlarini aniqlashda V.Tomson (Kelvin) ning eruvchanlik metodidan foydalanilgan.

*1-jadval*

### Baʼzi kristall moddalarning sirt tarangliklari

Modda	Temperatura, °C	$\sigma$ , erg/sm <sup>2</sup>
SaF <sub>2</sub>	30	2500
SrSO <sub>4</sub>	30	1400
BaSO <sub>4</sub>	25	1250
PbF <sub>2</sub>	25	900
AgCrO <sub>4</sub>	26	575
CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	30	270
PbJ <sub>2</sub>	30	130

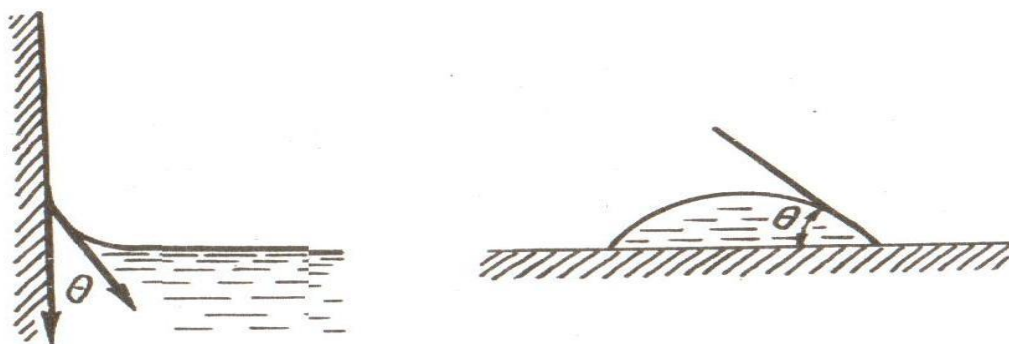
### Qattiq jism sirtining suyuqlik bilan hoʻllanishi

Suyuqlik va qattiq jism chegarasida boʻladigan hodisalarni, jumladan, qattiq jism sirtining suyuqlik bilan hoʻllanishini tekshirishda ikki kuchni: suyuqlik molekularining oʻzaro va suyuqlik molekulari bilan qattiq jism molekulari orasidagi tortishish kuchlarini hisobga olish kerak boʻladi.



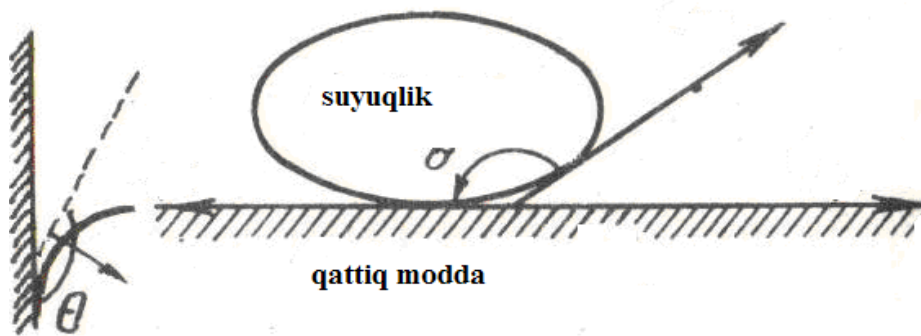
1. Agar suyuqlik molekularining o'zaro tortishish kuchi suyuqlik molekulari bilan qattiq jism molekulari orasidagi tortishish kuchidan kam bo'lsa, suyuqlik qattiq jismni ho'llaydi.

Suyuqlik sirtiga o'tkazilgan urinma bilan qattiq jism sirtiga o'tkazilgan urinma orasidagi burchak chet burchak (yoki ho'llanish burchagi) deb ataladi va  $\theta$  harfi bilan ifodalanadi. Agar suyuqlik qattiq jismni ho'llasa, chet burchak o'tkir, ya'ni  $\theta \leq \pi/2$  bo'ladi. Agar  $\theta=0$  bo'lsa, suyuqlik qattiq jismni to'la ho'llagan bo'ladi. 6-rasmda vertikal qattiq jismni ho'llayotgan suyuqlik va suyuqlikning gorizontaal qattiq jism sirtiga tushirilgan tomchisi tasvirlangan.



**9-rasm. Vertikal qattiq jismni ho'llayotgan suyuqlik va bunday suyuqlikning gorizontaal qattiq jism sirtiga tushirilgan tomchisi.**

Agar suyuqlik molekularining o'zaro tortilish kuchi suyuqlik molekulari bilan qattiq jism molekulari orasidagi tortilish kuchidan ortiq bo'lsa, suyuqlik qattiq jismni ho'llamaydi. Qattiq jismni ho'llamaydigan suyuqlik tomchisi qattiq jism sirtida ellipsoid shaklini oladi. 1-rasmda qattiq jismni ho'llamaydigan suyuqlik tomchisi va suyuqliklarning idish devori yonidagi sirti ko'rsatilgan. Bu holda chet burchak o'tmas (ya'ni  $\theta > \pi/2$ ) ekanligi 10-rasmda aniq ko'rsatilgan.



### 10-rasm. Qattiq jismni ho‘llamaydigan suyuqlik.

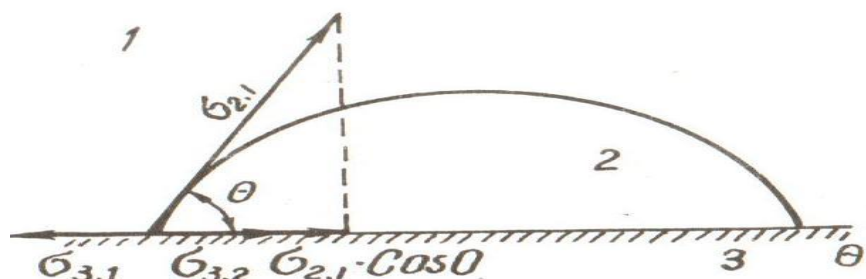
Agar chet burchak  $180^\circ$  ga teng (ya`ni  $\theta=\pi$ ) bo‘lsa, suyuqlik qattiq jismni sira ham ho‘llamaydi. Lekin amalda bunday moddalar uchramaydi, juda o‘z bo‘lsa ham suyuqlik qattiq jismni ho‘llaydi. Shuni ham aytib o‘tish kerakki, har bir suyuqlik ba`zi qattiq jismlarni ho‘llaydi, ba`zilarini ho‘llamaydi. Masalan, suv toza shisha sirtini ho‘llaydi, ammo parafin sirtini ho‘llamaydi; simob shisha sirtini ho‘llamaydi, lekin toza temir sirtini ho‘llaydi. Suv bilan ho‘llanadigan qattiq jism sirti gidrofil sirt deb ataladi, ho‘llanmaydigan sirt gidrofob yoki olefil sirtlar deyiladi. Parafin, talk, grafit, oltingugurt sirtlari shular jumlasiga kiradi.

Sirtlarni sun`iy ravishda biror suyuqlik bilan ho‘llanadigan yoki ho‘llanmaydigan qilish mumkin. Masalan, biror qattiq uglevodorodning sirtiga sirt-faol modda surkab, uni suv bilan ho‘llanadigan holatga keltirish mumkin.

Ho‘llanish turli texnologik harayonlarda chunonchi, ruda va ko‘mirlarni boyitishda katta rol o‘ynaydi. Suvda “kambag’al ruda” suspenziyasi tayyorlab, unda maxsus sirt-faol modda qo‘shilganida, qimmatbaho rudaning sirti gidrofoblanadi, bo‘sh jins, ya`ni kvarts, silikatlar, ohaktoshlar ho‘llanib, suv tagiga cho‘kadi. Suspenziya orqali havo oqimi o‘tkazilganida sirti gidrofoblangan ruda zarrachalari ko‘pik holida suyuqlikning yuziga chiqadi. Bu jarayon rudaning flotatsiyasi (boyitilishi) deb ataladi. Keyingi vaqtlarda flotatsiya sanoatning boshqa sohalarida ham qo‘llaniladigan bo‘ldi.

## Ho‘llanishning miqdoriy ifodasi

Agar qattiq jism ustiga bir tomchi ho‘llovchi suyuqlik tushirsak, qattiq jism sirt energiyasi o‘z qiymatini kamaytirishga intilib, suyuqlik tomchisini yoyiltirib yuboradi (11-rasm).



**11-rasm. CHet burchak bilan  $\sigma_{3,1}$ ,  $\sigma_{3,2}$  va  $\sigma_{2,1}$  orasidagi bolanish. 1-havo, 2-suyuqlik, 3-qattiq jism.**

Qattiq jismning gaz (havo) bilan chegarasidagi surt tarangligini  $\sigma_{3,1}$  orqali ifodalaylik. Qattiq jism bilan suyuqlik chegarasidagi fazalararo sirt energiya  $\sigma_{1,2}$ , suyuqlik tomchisini siqish yo‘li bilan o‘zining qiymatini kamaytirishga intiladi. Tomchi ichidagi molekulalararo kuchlar ham suyuqlik tomchisining yoyilib ketishiga qarshilik ko‘rsatadi. Bu kuch rasmda  $\sigma_{2,1}$  bilan ko‘rsatilgan. Bu 3 ta o‘rtasida muvozanat qaror topishining sharti Yung tomonidan chiqarilgan quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$\sigma_{3,1} = \sigma_{2,3} + \sigma_{2,1} \cdot \cos \theta \quad (16)$$

Bu tenglamadan foydalanib, ho‘llanishning miqdoriy xarakteristikasi chet burchak kosinusi ekanligini aniqlaymiz:

$$\cos \theta = \frac{\sigma_{3,1} - \sigma_{2,3}}{\sigma_{2,1}} \quad (17)$$

Tenglama (17) Yung qonuni deb ataladi; undan quyidagi xulosa kelib chiqadi: suyuqlik bilan qattiq jism o‘rtasida muvozanat qaror topganida ho‘llanish chet burchagi  $\theta$  faqat sirt chegaraning molekulyar tabiatiga bog‘liq, lekin tomchining katta -kichikligiga bog‘liq emas (bu tenglamadagi  $\sigma_{3,1}$  va  $\sigma_{2,3}$  larni bevosita o‘lchab bo‘lmaydi, faqat ular orasidagi ayirma haqida fikr yuritish mumkin.)

Tenglama (17) dan ko‘ramizki,  $\cos\theta$  qanchalik katta bo‘lsa, ho‘llanish shunchalik kuchli bo‘ladi, agar  $\theta$  o‘tkir burchak bo‘lsa,  $\cos\theta > 0$ ; bu holda qattiq jism ayni suyuqlik bilan yaxshi ho‘llanadi; bunday sirt liofil sirt hisoblanadi. Agar  $\theta$  o‘tmas burchak bo‘lsa,  $\cos\theta < 0$  bo‘lib, bu sirt ayni suyuqlik bilan yomon ho‘llanadi u liofob sirt deyiladi. Demak,  $\theta = 90^\circ$  yoki  $\cos\theta = 0$  bo‘lgan holat sirtining liofillik yoki liofoblik chegarasini ifodalaydi.

*2-jadval*

**Har qaysi modda o‘zining chet burchagi qiymatiga ega**

Modda	kvars	malaxit	galenit	grafit	talk	Oltinugurt	Parafin
$\Theta$	$0^\circ$	$17^\circ$	$47^\circ$	$55-60^\circ$	$69^\circ$	$78^\circ$	$105^\circ$

Bu qatorda kvardan parafinga o‘tgan sari suv bilan ho‘llanilish intensivligi kamaya boradi. Bu erda ham tanlab ta‘sir etish kuzatiladi: har qaysi suyuqlik qutblanganligi jihatdan o‘ziga yaqin qattiq jism sirtini ho‘llyadi.

**Kogeziya va adgeziyaning miqdoriy xarakteristikasi**

Ayni fazadagi modda zarrachalari (atom va molekula) orasidagi o‘zaro tortishish kuchlarining namoyon bo‘lishi kogeziya deb ataladi. Kogeziya moddaning uzilishiga bo‘lgan qarshiligini, ichki bosimi va hokazo xossalarini xarakterlaydi. Kogeziyani yengish uchun sarflanadigan energiya modda ko‘ndalang kesimi yuzining  $1 \text{ sm}^2$  ga tog‘ri keladigan ish miqdori bilan ifodalanadi. Agar kesim yuzi  $1 \text{ sm}^2$  bo‘lgan jism uzilsa,  $2 \text{ sm}^2$  yangi sirt hosil bo‘ladi. Shu sababli kogeziyani yengish uchun bajarilgan ish:

$$A_k = 2\sigma \quad (18)$$

formula bilan ifodalanadi (bu erda  $\sigma$  sinaladigan jismning havo bilan chegarasida sirt tarangligi).

Agar modda bug‘ holatga o‘tsa, bu holda modda ichidagi molekulyar bog‘lanishlar uziladi va uzilish energiyasi ayni moddaning bug‘ga aylanish entalpiyasiga teng bo‘ladi:

$$\Delta H_{\text{bug}'} = \Delta G_{\text{bug}'} + T\Delta S_{\text{bug}'} \quad (19)$$

Bu erda  $\Delta G_{\text{bug'}}$  –moddaning bug'ga aylanish izobar potentsiali,  $\Delta S_{\text{bug'}}$  - moddaning bug'ga aylanish entropiyasi,  $T$  –absolyut temperatura. Qattiq jismlarning bug'ga aylanish energiyasi ayni modda kristallik panjara energiyasiga teng bo'ladi.

$R$ ,  $T$  o'zgarmaydigan sharoitda muvozanat qaror topgandan keyin  $\Delta G = 0$  bo'ladi; binobarin:

$$\Delta H_{\text{bug'}} = T \Delta S_{\text{bug'}} \quad (20)$$

Demak, moddaning bug'ga aylanish entalpiyasi qanchalik katta bo'lsa, uning entropiyasi ham shunchalik katta bo'ladi.

Agar

$$\Delta S_{\text{bug'}} = \Delta S_0 - R \ln p \quad (21)$$

ekanligini nazarga olsak, suyuqlikning bug'lanish entalpiyasi qancha katta bo'lsa, uning ayni temperaturadagi bug' bosimi shuncha kichik bo'ladi, degan xulosaga kelamiz. Suyuqliklarning qaynash temperaturasida  $p=1$  atm bo'lgani uchun (20) va (21) tenglamalar asosida

$$\frac{\Delta H_{\text{bug'}}^0}{T_{\text{qayn}}} - \Delta S_0 \quad (22)$$

tenglamani olamiz (bunda  $\Delta H_{\text{bug'}}^0$  suyuqlikning bug'ga aylanish entalpiyasi,  $T_{\text{qayn}}$  – uning absolyut qaynash temperaturasi;  $\Delta S_0$  bug'ga aylanish vaqtida entropiya o'zgarishi). Truton qoidasiga muvofiq  $\Delta S_0 = 87,86$  kJ/mol (21 kkal/mol) (22) tenglamadan ko'ramizki, kogeziyani suyuqlikning qaynash temperaturasi va bug'ga aylanish issiqliklari qiymatlari bilan xarakterlash mumkin.

Endi adgeziyani qarab chiqamiz. Turli fazalardagi moddalar zarrachalari orasida o'zaro ta'sir kuchlarining namoyon bo'lishi adgeziya deb ataladi. Bir moddaning sirti boshqa modda sirtiga tekkanda va bir-biriga tortilganida adgeziya hodisasi sodir bo'ladi. Demak, adgeziyada bajarilgan ishni fazalararo sirt qavatni bir-biridan ajratish uchun zaruriy energiya deb qarash mumkin. Bu holda 2 ta faza mavjud bo'lgani uchun fazalararo yangi sirt hosil bo'ladi.

Natijada sistemaning dastlabki erkin energiyasi adgeziyada bajarilgan ish qiymati qadar kamayadi. Shunga ko‘ra Dyupre adgeziyada bajarilgan ish uchun quyidagi tenglamani taklif qildi:

$$A_a = \sigma_{2,1} + \sigma_{3,1} - \sigma_{2,3} \quad (23)$$

Bu erda:  $A_a$  – adgeziyada bajarilgan ish;  $\sigma_{2,1}$  – birinchi faza bilan havo chegarasidagi sirt taranglik;  $\sigma_{3,1}$  – ikkinchi faza bilan havo orasidagi sirt taranglik,  $\sigma_{2,3}$  – birinchi va ikkinchi fazalararo sirt taranglik.

Dyupre tenglamasi energiya saqlanish qonunining adgeziya uchun tatbiq etilishini ifodalaydi. Tenglamadan ko‘rinib turibdiki, dastlabki komponentlarning sirt tarangliklari qancha katta va fazalararo sirt taranglik qancha kichik bo‘lsa, adgeziya bajariladigan ish shunchalik katta qiymatga ega bo‘ladi. Suyuqliklar bir-biriga cheksiz erigan sharoitda fazalararo sirt taranglik nolga teng bo‘lib qoladi. Binobarin, ikki moddaning bir-biriga erish sharti:

$$A_a \geq \sigma_{2,1} + \sigma_{3,1} \quad (24)$$

ekanligini ko‘ramiz. Kogeziya entalpiyasi  $2\sigma$  ga tengligini nazarga olib:

$$A_a \geq \frac{2\sigma_{2,1} + 2\sigma_{3,1}}{2} = \frac{A'_k + A''_k}{2} \quad (25)$$

ni olamiz. Bu erda  $A'_k$  – birinchi moddaning kogeziya entalpiyasi,  $A''_k$  – ikkinchi moddaning kogeziya entalpiyasi. Agar (17) (18) va (23) tenglamalaridan foydalansak, adgeziya bajarilgan ish uchun quyidagi tenglama kelib chiqadi:

$$A_a = \sigma_{2,1}(1 + \cos\theta) \quad (26)$$

Bu tenglamada  $A_a$  ni suyuqlikning sirt tarangligi  $\sigma_{2,1}$  va ho‘llanish burchagining kosinusidan hisoblab chiqarish mumkin. Adgeziya qancha kuchli namoyon bo‘lsa,  $\cos\theta$  shuncha katta qiymatga ega bo‘ladi. (25) tenglamadan ko‘ramizki, o‘zaro muvozanatda turgan ikki faza bir –birida erib ketishi uchun adgeziyada bajariladigan ishning qiymati ayni fazalar kogeziya entalpiyalari yiindising yarmiga teng yoki undan katta bo‘lishi kerak.

Adgeziya hodisasi fazalararo sirt taranglikning o‘z-o‘zicha kamayishi natijasida kelib chiqadi. Binobarin, adgeziya termodinamik jihatdan o‘z-o‘zicha

sodir bo'la oladigan jarayonlar jumlasiga kiradi. Adgezion o'zaro ta'sirning kattaligi Van-der-Vaals kuchlari qiymatlaridan tortib, to sof kimyoviy bog'lanish energiyalariga qadar bo'lishi mumkin.

### **Ho'llanish issiqligi**

Ho'llanish sirt energiyaning kamayishi bilan sodir bo'ladigan o'z –o'zicha boruvchi jarayondir. Biror adsorbent suyuqlikka tushirilganida ho'llanish issiqligi ajralib chiqadi. Uning qiymati:

$$Q=S_{\text{sol}}(E_1-E_2) \quad (27)$$

bilan ifodalanadi. Bu erda  $S_{\text{sol}}$  adsorbentning solishtirma sirti;  $E_1$  – adsorbentning adsorbent-havo chegarasidagi to'liq sirt energiyasi;  $E_2$  – adsorbentning adsorbent-suyuqlik chegarasidagi to'liq sirt energiyasi. Differensial va integral ho'llanish issiqliklari bo'ladi. Bu issiqliklarning qiymatlari qattiq jismni ho'llaydigan suyuqlik miqdoriga bog'liq. Differensial ho'llanish issiqligini quyidagicha ta'riflash mumkin. *Ma'lum (x) miqdor zarrachalarni adsorblab olgan suyuqlik sirtiga cheksiz kam miqdor suyuqlik qo'shilganda ajralib chiqadigan issiqlik miqdori  $Q_{xd}$  – differensial ho'llanish issiqligi deb ataladi.* Uning kattaligi  $\text{J mol}^{-1} \text{ m}^2$  lar bilan ifodalanadi. Qattiq jism sirtiga qo'yilgan tomchi ustiga yana tomchilar qo'shila borganida sistemaning differensial ho'llanish issiqligi kamaya boradi. Binobarin differensial ho'llanish issiqligining maksimal qiymati qattiq jism sirtidagi suyuqlik miqdori nolga teng bo'lgan holatdagi ho'llanishga, ya'ni fazalarning ajralish chegarasiga muvofiq keladi. Bu qiymat ekstrapolyatsiya usulida aniqlanadi. Differensial ho'llanish issiqligi doimo musbat qiymatga ega, chunki ho'llanish paytida har doim issiqlik ajralib chiqadi. Sirt suyuqlikning yakka-yakka molekullari qavati (monomolekulyar qavat) bilan to'lganida  $Q_{xd}$  nolga teng bo'ladi.

Termodinamik mulohazalar yuritish natijasida differensial ho'llanish issiqligi sof adsorbsiya issiqligiga teng ekanligi aniqlandi.

Integral ho'llanish  $Q_i$  issiqligi deganda sirt birligiga x miqdor suyuqlik berilganida ajralib chiqadigan issiqlik miqdorini tushunmoq kerak. Ayni sirt

bilan qancha ko'p miqdor suyuqlik o'zaro ta'sirlashsa, shuncha ko'p integral issiqlik ajralib chiqadi. Integral ho'llanish issiqligi bilan differentsial ho'llanish issiqligi orasida quyidagi bog'lanish bor:

$$Q_i = \int_0^x Q_d dx \quad (28)$$

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 deb yuritiladi. Sirtida monomolekulyar qavat hosil bo'lganida  $Q_i$  to'liq ho'llanish issiqligiga teng bo'ladi. Umumiy sirti katta bo'lgan sistemalar (kukun va g'ovak jismlarning) ho'llanish issiqligi  $J/m^2$  yoki  $J/g$  bilan ifodalanadi. Ko'pincha uning qiymatlari 5-1000  $J/g$  atrofida bo'ladi. Ho'llanish vaqtida issiqlik chiqarishi sababli suyuqlik hajmi kattalashishiga asoslanib tajribada ho'llanish issiqligini aniqlash mumkin. Buning uchun Dyuar idishi olib uning ichiga kapillyar naychaga ulangan probka tushiriladi, bu probkaga bir-biridan ajratilgan sanaladigan suyuqlik va qattiq jism joylangan bo'ladi.

Kapillyar naychaga hajmi issiqdan kattalashadigan suyuqlik (masalan, toluol) solingan va naycha darajalangan bo'ladi. Probka chayqatilganda ho'llovchi suyuqlikka ho'llanuvchi qattiq jism (odatda kukun holatda) tekkanida ho'llanish issiqligi chiqishi tufayli kapillyar naychadagi toluolning sathi balandlashadi. Bu balandlikni o'lchab, ho'llanish issiqligini hisoblab chiqarish mumkin.

Temperatura ortishini maxsus termometr yoki termopara yordamida o'lchaydigan maxsus kalorimetrlar yordami bilan ham ho'llanish issiqligini aniqlash mumkin.

Quyidagi jadvalda floridinning turli erituvchilarda ho'llanish issiqliklari keltirilgan.



**Floridinning turli erituvchilarda ho‘llanish issiqliklari**

Ho‘llanuvchi modda	Erituvchi	Ho‘llanish issiqligi J/ g hisobida
Floridin	Atseton	114,2
Floridin	Etilatsetat	77,4
Floridin	Xloroform	35,2
Floridin	Benzol	23,4
Floridin	Tetraxlormetan	19,4
Floridin	Ligroin (60 <sup>0</sup> dan 80 <sup>0</sup> gacha bo‘lgan fraksiya)	17,6

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

Moddalarning ho‘llanish issiqligiga uning solishtirma sirti nihoyatda katta ta‘sir ko‘rsatishini nazarda tutib, 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  $\alpha$  dan foydalanishni taklif etdi:

$$\alpha = \frac{Q_1}{Q_2} \quad (29)$$

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

Qattiq jismning suyuqlik bilan ho‘llanishiga oid turli jarayonlarda gaz faza (yoki bo‘shliq) bilan suyuqlik chegarasidagi sirt sferik (do‘ng yoki botiq) shaklga ega bo‘lganligi tufayli kapillyar bosim yuzaga chiqadi. Suyuqlikka kapillyar naycha tushirilganida naycha ichidagi sirt do‘ng bo‘lsa, sirtida turgan molekulani suyuqlik ichiga tortadigan molekulalar soni tekis sirtidagiga qaraganda kamroq bo‘ladi. Lekin botiq sirtida turgan molekulani suyuqlik ichiga

tortadigan molekular soni tekis sirtidagiga qaraganda ko'proq bo'ladi. Binobarin, botiq sirt bo'lgan holda molekular orasidagi o'zaro tortishuv kuchliroq ifodalanadi. Shu sababdan qattiq jism ho'llanganida suyuqlik sirtining tekis holati bilan sferik holatida namoyon bo'ladigan bosimlar orasida kapillyar bosim deb ataladigan ayrim bosim yuzaga chiqadi. Uni  $\Delta P$  bilan ifodalasak, quyidagi tenglamaga ega bo'lamiz:

$$\Delta R = R_{\text{sfer.sirt}} - R_{\text{tekis sirt}} \quad (30)$$

(bunda  $R_{\text{sfer.sirt}}$  –sferik sirtli suyuqlik bosimi,  $R_{\text{tekis sirt}}$  –tekis sirt hosil qiluvchi suyuqlik bosimi).

Laplas o'zgarmas temperaturada bu masalani tekshirib, kapillyar bosim ikki kattalikka bog'liq ekanligini ko'rsatdi. Ulardan biri suyuqlikning sirt tarangligi, ikkinchisi suyuqlik qattiq jismni ho'llaganida hosil bo'ladigan sferik sirtning radiusidir. Laplas topgan tenglama quyidagidan iborat:

$$\Delta P = \frac{2\sigma}{R} \quad (31)$$

Bu erda  $\sigma$  –sirt taranglik,  $R$  –sferik sirt radiusi. Bu tenglamadan ko'ramizki, tekis sirt hosil bo'lganida  $\Delta R=0$  bo'ladi (chunki  $P = \infty$ ;  $\frac{1}{\infty} = 0$ ), do'ng sirtli holat uchun  $\Delta R > 0$ ;  $\Delta R$  musbat qiymatga, botiq sirtli holatda manfiy qiymatga ega bo'ladi.

Laplas tenglamasining ko'rsatishicha, hajmiy fazalar orasida kapillyar bosim  $\Delta R$  sirt taranglik  $\sigma$  ortishi bilan ortadi, lekin sferik radius ortganda  $\Delta R$  kamayadi. Yana shuni ham aytib o'tish kerakki, Laplas tenglamasiga asoslanib, suyuqliklarning sirt tarangligini o'lchash uchun pufakchalarning eng katta bosimini aniqlash metodi yaratilgan.

**Misol.** Bu fazada suv tomchisining radiusi  $R=10^{-3}$  sm bo'lsa, kapillyar bosim qanday bo'ladi?

**Echish.** Laplas formulasi  $\Delta P=2\sigma/R$  dan foydalanib  $\Delta P$ ni hisoblaymiz:

$$\Delta P = \frac{2 \cdot 73}{10^{-3}} = 73,2 \cdot 10^3 \text{ dina/sm}^2 \text{ yoki } 114 \text{ mm simob ust. Demak, bu bilan}$$

muvozanatda turgan suv tomchisi ichidagi bosim bu fazadagi bosimdan 114 mm simob ustuni balandligi qadar katta ekanligini topdik.

## § 11. ADSORBSIYA

*Tayanch soʻz va iboralar:* Adsorbsiya haqida umumiy tushuncha, qattiq jism sirtidagi adsorbsiya, Freyndlix formulasi, Lengmyurning monomolekulyar adsorbsiya nazariyasi, Polyanning polimolekulyar adsorbsiya nazariyasi.

Suyuqlik yoki qattiq jism sirtida boshqa modda molekulalari, atomlari yoki ionlari yigʻilishiga adsorbsiya deyiladi. Yutilish xajm boʻyicha ketsa absorbtsiya deyiladi. Oʻz sirtiga boshqa modda zarrachalarini yutgan modda adsorbent, yutilgan modda esa adsorbktiv deyiladi. Adsorbsiya jarayoni satx yuzasida ketadigan hodisa boʻlib u liozollarning koagullanishi, kolloid choʻkmalarni peptizatsiyasi, zarracha zaryadining oʻzgarishi, ularni xoʻllanishi va boshqalar bilan bogʻliqdir.

Adsorbsiya ikki xil – fizikaviy va kimyoviy boʻladi. Birinchisi qaytar boʻlib, u molekulalararo kuchlar taʼsiriga bogʻliq, adsorbsiyada bir – biriga qarama-qarshi ikki jarayon sodir boʻladi: biri yutilish boʻlsa, ikkinchisi yutilgan moddaning desorbtsiyasidir. Har qanday qaytar jarayondagi kabi, yutilish va ajralib chiqish jarayonlarining tezliklari tenglashib, sistema adsorbsion muvozanat holiga keladi. Bu esa sistemada moddaning issiqlik harakati tufayli bir tekis tarqalishiga olib keladi.

Yutilgan modda miqdorini aniqlash uchun tajribada adsorbktivning adsorbsiyadan oldingi va keyingi kontsentratsiyalari topiladi. Adsorbentning 1  $\text{sm}^2$  sirtiga yutilgan moddaning  $\text{g/mol}$  hisobidagi miqdoridan adsorbsiyani  $\text{mol}/\text{sm}^2$  yoki  $\text{mol}/\text{m}^2$  ifodalanadi va  $G$  bilan belgilanadi:

$G = \frac{X}{S}$ , bunda  $X$  – yutilgan modda miqdori;  $S$  – adsorbent sirti.

Adsorbsiyani quyidagicha xarakterlash mumkin:

Yutilgan modda miqdorini temperaturaga bogʻliqligi:

$G = f(T)$   $R = \text{const}$  (izobara) yoki  $S = \text{const}$  (izopika)

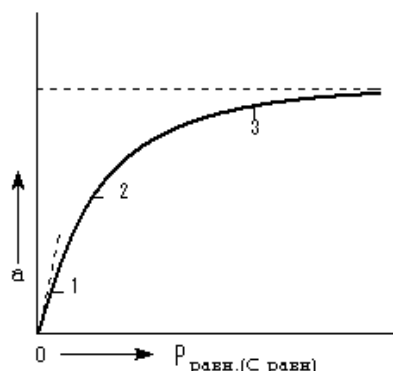
Bosim yoki kontsentratsiyani temperaturaga bogʻliqligi:

$R = f(T)$ ,  $S = f(T)$  ( $R$  va  $S$  – muvozanatda)  $G = \text{const}$  (izoterma)

Yutilgan modda miqdori bosim yoki temperaturaga bogʻliq:

$G = f(R)$ ,  $G = f(S)$  ( $R$  va  $S$  – muvozanatda)  $T = \text{const}$  (izoterma)

Bulardan ko‘pincha adsorbsiya izotermasida foydalaniladi.



**12-rasm. Adsorbsiya izotermasi.**

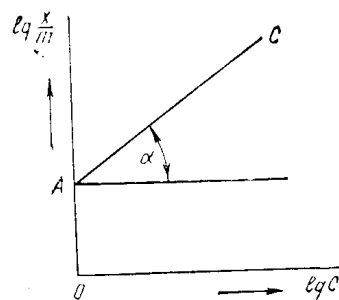
Adsorbsiya izotermasi (rasm-1) 3 ta qismdan iborat bo‘lib, birinchi qismda grafikni boshidagi to‘g‘ri chiziqda adsorbsiya  $R$  va  $S$  ga proporsional ravishda o‘zgaradi. Ikkinchi egri qism va abtssisa o‘qiga parallel to‘g‘ri chiziq maksimal miqdordagi adsorbsiyani ifodalaydi.

**Qattiq-gaz chegara sirtidagi adsorbsiya.** Freyndlix formulasi o‘zgarmas temperaturada qattiq adsorbent sirtiga yutilgan gaz yoki erigan modda miqdori bilan adsorbent og‘irligi orasidagi bog‘lanish Freyndlixning adsorbsiya tenglamasi bilan ifodalanadi:

$G = \frac{X}{m} = K \cdot S^{1/n}$ , bu erda  $X$  – yutilgan modda miqdori;  $m$  – adsorbentning massasi;  $S$  – eritmaning adsorbsion muvozanat vaqtidagi kontsentratsiyasi;  $K$  va  $1/n$  - tajribadan topiladigan o‘zgarmas qiymatlar.  $K$ -adsorbilanuvchi modda tabiatiga bog‘liq. Uning fizik ma‘nosi shuki, agar  $S = 1$  va  $m = 1$  bo‘lsa  $K = X$  teng bo‘ladi.  $n$ – ning qiymati 1.5 bilan 5 orasida bo‘ladi. Freyndlix formulasi asosida  $G$  ni hisoblash uchun formuladagi  $K$  va  $n$  konstantalarning son qiymatlarini topish kerak.

Buning uchun grafik usulidan foydalanamiz va formulani Logorifm shaklda yozamiz:

$\frac{\lg X}{m} = \lg K + \frac{1}{n} \lg C$ ,  $\frac{\lg X}{m}$  билан  $\lg C$  orasidagi bog‘lanish grafikda to‘g‘ri chiziqni beradi.



**13-rasm. Freyndlix formulasi logarifmik koordinatalarda chizilgan grafigi.**

Shunday qilib bir necha konsentratsiyada  $x/m$  ni aniqlab grafikdan  $K$  va  $n$  ni topamiz. Bu formula o'rtacha konsentratsiya va bosimlarda to'g'ri natija beradi.

### **Lengmyurning monomolekulyar adsorbsiya nazariyasi**

1916 yil Lengmyur bu nazariyani yaratganda quyidagilarga asoslangan: Adsorbsion kuchlar ma'lum atomlar atrofida lokallangan bo'lib, ularning tabiati ximiyaviy kuchlar tabiatiga yaqin bo'ladi. Adsorbsiya jismning hamma joylarida emas, balki uning adsorbsion markazlar deyiladigan qismlarida ketadi. Adsorbsion sirtga yutilgan modda monomolekulyar qavat hosil qiladi. Adsorbsion molekulalar bir-biriga ta'sir qiladi. Adsorbilangan molekulalar bir-biri bilan ta'sirlashmaydi. Qattiq jism va gaz chegara sirtidagi adsorbsiya uchun

$$\frac{Kp}{1 + Kp}$$

Lengmyur formulasi:  $G = G_{\infty}$

Bu tenglama kichik va katta bosimlarda adsorbsiyani to'g'ri aks ettiradi. Bosim juda kichik bo'lsa, bu formuladagi  $1 + kr$  ni hisobga olmasa ham bo'ladi va u izotermadagi birinchi to'g'ri chiziqni ifodalaydi, katta bosimlarda esa  $Kr = 1$  bo'ladi, unda  $G = G_{\infty}$  bo'ladi, yani adsorbiya maksimumga etgandan keyin bosim ortsa ham adsorbsiya o'zgarmay qoladi. Eritmalar uchun esa bu formula:  $G =$

$$\frac{Kc}{1 + Kc}$$

$G_{\infty}$  — solishtirma adsorbsiya;  $G_{\infty}$  - maksimum solishtirma adsorbsiya;  $S$  – eritmaning adsorbsion muvozanat vaqtidagi kontsentratsiyasi;  $K$  – konstanta.

Lengmyur nazariyasini pog'onali adsorbsiya uchun qo'llash mumkin (rasm-3):

1 – pog'ona kam kontsentratsiya yoki bosimda eng aktiv markazlarni to'lishini;  
2 – pog'ona yuqori kontsentratsiya yoki bosimda aktivligi kam bo'lgan markazlarni to'lishini va xokazolarni ko'rsatadi.

Lekin yuqori kontsentratsiyalarda g'ovakli adsorbentlarda adsorbsiya izotermasi uchun monomolekulalar nazariyani qo'llab bo'lmaydi.

## § 12 . ADSORBSIYA ISSIQLIGI

*Tayanch so'z va iboralar:* Adsorbsiya issiqligi haqida umumiy tushuncha, qattiq jism sirtidagi adsorbsiya,, sirt faol va sirt passiv moddalar, Gibbs va Shishkovskiy tenglamalari, ionlar adsorbsiyasi

### Suyuq-gaz chegara sirtidagi adsorbsiya

Suyuqlik sirtiga adsorbsiyalanganda suyuqlikning sirt tarangligini kamaytiruvchi moddalar sirt faol moddalar deyiladi. Masalan, suvga organik kislota yoki spirt (aldegid, keton, murakkab efir, oqsil va h.k.) aralashtirilsa ular suvning qavatida ko'p yig'ilib suvning sirt tarangligini kamaytiradi. suyuqlikning sirt tarangligini oshiruvchi moddalar esa sirt noaktiv moddalar deyiladi. Suyuqlikning sirt tarangligini o'zgartirmaydigan moddalar sirt farqsiz moddalar deyiladi. Bularga disaxarid va polisaxaridlar kiradi.

Sirt faol moddalar assimetrik tuzilishdagi molekula bulganligi sababli ular suv -xavo (suv — bug'), suv- uglevodorod (suv-yog'), suv - qattiq jism kabi sirtlarga adsorbilanadi. Sirt faol moddani O— shaklida (yoki O~ shaklda) belgilanadi. Bu shaklning doira qismi qutubli gruppalarni to'g'ri chiziq qismi

esa uglevodorod radikallarini bildiradi. Molekulaning gidrofil' qismi suvda, gidrofob qismi qutbsiz fazada bo'lganida izobar potentsial minimal qiymatga ega bo'ladi.

Sirt faol moddalar suvdagi eritmalarida dissotsilanish qobiliyatiga qarab ionlanmaydigan va ionlanadigan (kation, anion, amfoter) sirt faol moddalarga bo'linadi. Kation sirt faol moddalarga birlamchi, ikkilamchi, uchlamchi alifatik va aromatik aminlarning tuzlari, va alkilga alkilga almashingan ammoniy asoslarining tuzlari kiradi. Musbat zaryadli zarrachalarga ega bo'lgan dispers sistemalar hosil qilishda kation sirt faol moddalardan foydalaniladi. Ular yaxshi flokulyant – koagulyant sifatida suvlarni tozalash va qurilish ishlarida qo'llaniladi. Anion sirt faol moddalar suvda sirt faol anionlar hosil qiladi. Ular jumlasiga: a) ba`zi karbon kislotalar va ularning tuzlari ( $C_{17}H_{35}COONa$ -natriy steorat (sovun),  $C_{17}H_{33}COONa$ -natriy oleat,  $C_{15}H_{31}COONa$ -natriy palmitat), b) alkilsulfatlar –  $ROSO_2OMe$ , alkilarilsulfonatlar, g) boshqa tipdagi anion gidrofil gruppalari bo'lgan moddalar (fosfatlar, tiofosfatlar va h.k) kiradi. Xozirgi vaqtda tarkibida  $C_{10}$  dan  $C_{17}$  gacha uglerod atomlari bo'lgan sintetik yog' kislotalarning tuzlari anion sirt faol moddalar sifatida keng qo'llanilmoqda, ular o'simlik va hayvonlardan olinadigan organik yog' kislotalarining o'rnini bosmoqda. Bunday moddalar O'zFA UNKI xodimlari tomonidan olinib, halq xo'jaligining turli sohalarida keng qo'llanilmoqda. Ionlanmaydigan sirt faol moddalar suvda eriganida ionlarga parchalanmaydi. Ularni olish uchun etilen oksid spirtlarga, karbon kislotalarga, aminlarga, alkilfenollarga va boshqa organik moddalarga ta'sir ettiriladi. Alkilfenollarning polioksietillangan efirlari kir yuvishda ishlatiladi. P.A. Rebinder barcha difil sirt faol moddalarni xaqiqiy eruvchan sirt faol moddalar va kolloid sirt faol moddalar degan ikki guruxga bo'ldi. Haqiqiy eruvchan sirt faol moddalar jumlasiga-kichik radikalga ega bo'lgan difil' eruvchan organik birikmalar (quyi spirtlar, fenollar, organik kislotalar, ularning tuzlari, aminlar va x.k.) kiradi. Kolloid sirt faol moddalar termodinamik jihatdan barqaror kolloid (liofil') dispers geterogen sistemalar

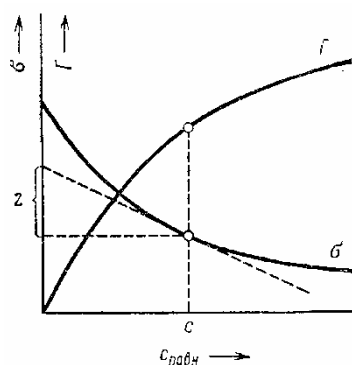


hosil qiladi va ularning asosiy xossalari: a) sirt faolligi yuqori, b) mitsellalar hosil bo'ladigan kritik konsentratsiyadan yuqori konsentratsiyalarga ega bo'lgan liofil'-kolloid eritmalar hosil qila oladi, v) ularning eritmalarida solyubilizatsiya hodisasi kuzatiladi.

Kolloid sirt faol moddalar kuchli adsorbilanish xossasiga ega. Dyuklo Traube organik kislotalar bilan suv orasidagi bo‘ladigan ta’sirni o‘rganish natijasida, kislota tarkibida bitta - CH<sub>2</sub> guruhining ortishi bilan kislota bilan suv sirtidagi adsorbilanishi taxminan 3,2 marta ortishini aniklagan. Sirt-faollikni aniqlashda cheksiz suyultirilgan eritma asos qilib olingan.

Suyuqlik sirtidagi adsorbsiya bilan suyuqlikning sirt tarangligi orasida miqdoriy bog‘lanish borligini 1876 yilda V.Gibbs ko‘rsatib berdi va ushbu bog‘lanishni quyidagi tenglama asosida ifodaladi:  $\Gamma = -\frac{C}{RT} \cdot \frac{d\sigma}{dc}$  bu erda  $\Gamma$  - erigan moddaning suyuqlik sirt birligiga yig‘ilgan miqdori;  $C$  - eritma konsentratsiyasi;  $R$  - gaz konstantasi;  $T$  - absolyut temperatura;  $d\sigma/dc$  - konsentratsiya o‘zgarganda sirt tarangligining o‘zgarishi.  $d\sigma/dc$  ni Rebiner sirt aktivlik deb atadi. eritma konsentratsiyasi oshganda sirt tarangligi kamaysa,  $d\sigma/dc$  manfiy, lekin adsorbsiya  $\Gamma$  musbat qiymatga ega bo‘ladi, ya’ni modda suyuqlik sirtida adsorbilanadi. Agar konsentratsiya ortishi bilan suyuqlikning sirt tarangligi ko‘paysa,  $d\sigma/dc$  musbat qiymatga ega bo‘ladi, unda adsorbsiya sodir bo‘lmaydi. Sirt tarangligi  $\sigma$  izotermasi orqali adsorbsiya izotermasini chizish mumkin. Izoterma orqali  $-\frac{d\sigma}{dc}$  ni topib Gibbs tenglamasiga qo‘ysak

$\frac{z}{c} = -\frac{d\sigma}{dc}$ ;  $\Gamma = -\frac{c}{RT} \cdot \frac{d\sigma}{dc} = \frac{z}{RT}$  bo‘ladi. Bir necha sirt tarangligi  $\sigma$  nuqtalarini topib adsorbsiya izotermasini chizish mumkin (rasm 5).



### **14-rasm. Sirt tarangligi izotermasi orqali adsorbsiya izotermasining o'zgarishi.**

Dyuklo Traube organik kislotalar bilan suv orasidagi bo'ladigan ta'sirni o'rganish natijasida, kislota tarkibida bitta - CH<sub>2</sub> guruhining ortishi bilan kislotalarning suv sirtidagi adsorbilanishi taxminan 3,2 marta ortishini aniqlagan.

Eritmalarning sirt tarangligi bilan konsentratsiyasi orasidagi boglanish Shishkovskiy B. A. tenglamasi orqali ifodalanadi:  $\sigma_0 - \sigma = B \ln(1+AC)$ ; bundagi  $\sigma_0$  — toza erituvchining sirt tarangligi;  $\sigma$  — eritmaning sirt tarangligi; A — va V emperik konstantalar.

Qattiq jism sirtida suyuqliklarning adsorbsiyasi katta ahamiyatga ega, chunki u zollarning xosil bo'lishi, barqarorligi va ularni buzish asosida yotadi.

**Eritmadan moddaning adsorbilanishi.** Tajribada qattiq jism sirtiga yutilgan erigan modda miqdorini aniqlash uchun, uning konsentratsiyasini kamayishi yoki adsorbent og'irligining ortishi o'lchanib quyidagi tenglama orqali topiladi.

$$\Gamma = \frac{(C_0 - C_1) \cdot V}{m} \cdot 1000$$

C<sub>0</sub> va C<sub>1</sub> - moddaning adsorbsiyaga qadar va adsorbsiyadan keyingi konsentratsiyalari, mol'/l; V – eritmaning xajmi, l; m – adsorbent og'irligi g; 1000 – perevodnoy mnojitel' (dlya perevoda izmeryaemoy velichini v mmol'/g).

Adsorbilanish darajasi yutuvchi va yutiluvchi moddalarning tabiatiga, haroratga, gazning bosimiga yoki eritmaning konsentratsiyasiga, shuningdek, adsorbentning solishtirma sirtiga bog'liqdir.

**Ionlar adsorbsiyasi.** Molekulyar adsorbsiya bilan bir katorda ionlar adsorbsiyasi ham mavjud. Ionlar adsorbsiyasi ko'pincha qaytmas protsessdir. eritmani suyultirish bilan desorbtsiya ketmaydi, temperatura oshishi bilan ko'pincha ionlar adsorbsiyasi oshadi. Bu esa erigan modda zarrachalarining

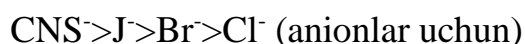
suyuklik sirtida va uning xajmida baravar bir tekis tarkalmaganligi natijasida suyuq fazada sirt chegara xosil bulishiga olib keladi va eritmaning sirt kavatida ionlar kontsentratsiyasining eritmadagiga karaganda kam bo'lishiga sababchi bo'ladi. Ya`ni bu erda manfiy adsorbsiya kuzatiladi. Natijada eritmaning sirt kavati manfiy zaryadga ega bulib qoladi. Ionlarning eritma sirtida manfiy adsorbilanishiga sabab, ionlarning gidratatsiyasi energiyasi suv molekularining bir-biri bilan birikish energiyasidan katta bo'ladi. Bu hol sirt tarangligining ko'payishiga olib keladi. Sirt tarangligi katta ekan, demak manfiy adsorbsiya bo'ladi.

Ba`zi vaqtlarda ionlar adsorbsiyasi molekulyar xarakterga ega bo'ladi. elektrolit eritmasidagi ham anion va ham kation bir xil ekvivalent miqdorda yutilsa molekulyar adsorbsiya bo'ladi.

Ionlar adsorbsiyasining molekulyar adsorbsiyadan farqi, bunda tanlab ketish va almashinish adsorbsiyasi ketadi. Tanlab ketish adsorbsiyada yoki kationlar yoki anionlar adsorbilanadi. Bunda adsorbsiya yutuvchi modda tabiatiga, ion zaryadining ishorasiga, yutiluvchi modda tabiatiga ham bog'liq bo'ladi (valentlik, zarrachalar radiusi, sol'vatlanish darajasi).

Kationlarning adsorbsiyasida valentlikni ta`siri katta. Kationning valentligi qancha katta bo'lsa, uning adsorbsiyasi shuncha ko'p bo'ladi. bir xil valentlikka ega bo'lgan ionlar xar xil adsorbilanadi, bunga sabab, ionlarning razmeri va gidratlanish darajasining xar xil bo'lishidir. Radius qancha katta bo'lsa ionlar shuncha kam gidratlanadi va adsorbsiya shuncha ko'p bo'ladi.

Bir xil valentli ionlar adsorbilanish jihatdan quyidagi qatorga joylashadi:



Bu qatorda xar bir keyingi element, o'zidan oldin kelgan elementdan kam adsorbilanadi. Bunday qatorni Liotrop qatori deyiladi.

Ionlar kolloid zarracha sirtida ayniqsa yaxshi adsorbilanadi. SHuning uchun kolloidlarda elektr zaryadining miqdori va ishorasi shu ionlarning borligiga bog'liq bo'ladi.

**Almashinish adsorbsiyasi.** Qattiq jismga birinchi navbatda shu jismning kristallik panjarasi tarkibida bo'lgan ionlar adsorbilanadi. Masalan:  $\text{Al}(\text{OH})_3$  ga birinchi bo'lib  $\text{Al}^{3+}$  yoki  $\text{OH}^-$  ionlar adsorbilanadi. Ba`zan adsorbent o'z tarkibidagi ionlardan birini elektrolit ionlariga almashtiradi. Bunga almashtirish adsorbsiyasi deyiladi.

Almashtirish adsorbsiyasini masalan, elektrolit eritma adsorbsiyasi natijasida bentonit sirtidagi  $\text{N}^+$  ionlari  $\text{K}^+$  va  $\text{Na}^+$  hamda boshqa ionlarga almashinadi. Natijada bentonitning disperslik darajasi o'zgaradi. Agar tarkibida bir necha modda aralashmasi bo'lgan eritma qalin adsorbent ustunidan (masalan, adsorbent to'ldirilgan ustundan) o'tkazilsa aralashmadagi xar qaysi modda adsorbentning ma`lum qismlariga adsorbilanadi. Natijada adsorbent qavatida bir zona xosil bo'ladi. bu hodisani rus botanigi T. Svet 1903 yilda topgan va rangli modda xlorofilni adsorbent ustunidan o'tkazilganda turli rangli zonalar xosil bo'lgan va aralashmaning komponentlari bir-biridan ajratilgan. Bu usul xromatografik adsorbsion usul deyiladi.

Ion almashish xromatografiyasida ion almashish jarayoni permutit v seolit deyilgan anorganik adsorbentlar yordamida amalga oshiriladi. Permutit  $\text{Na}_2[\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}]\cdot 5\text{H}_2\text{O}$  tarkibli alyumosilikat bo'lib, u kaolin, ortoklaz va soda aralashmasini qizdirib suyuqlantirish natijasida olinadi. Permutit eritmaga tushsa, uning Na ionlari Ca, Mg, Fe kabi ionlar bilan almashinadi. Suvlarni texnikada permutit orqali tozalashadi.

### **§ 13. KOLLOID SISTEMALARNING ELEKTR XOSSALARI**

*Tayanch so'z va iboralar: Qo'sh elektr qavat haqida tushuncha, qo'sh elektr qavat tuzilishi haqidagi nazariyalar, elektrokinetik hodisalar, elektroforez va elektroosmos.*

**Elektrokinetik hodisalar.** Ularga elektroforez, elektroosmos, Dorn effekti va oqib chiqish potentsiallari kiradi.

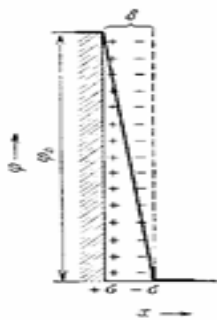
**Elektroforez** - kolloid zarrachalarning tashqi elektr maydon taʼsirida harakat qilish hodisasidir (1808 yilda prof. Reyss tomonidan kashf etilgan).

**Elektroosmos** – suyuqlikning elektr maydonida gʻovak jism orqali elektrodlar tomon harakat qilishi elektroosmos deyiladi. Bu ikkala hodisa asosida qattiq va suyuq fazalarning turli zaryadga ega ekanligi yotadi.

**Dorn effekti** (choʻkish potentsiali) - bu hodisa elektroforezga qarama – qarshi hodisa boʻlib u 1878 yilda Dorn tomonidan kashf etilgan. Ogʻirlik kuchi taʼsiri ostida qattiq faza kolloid eritmadan choʻkkanida qattiq faza bilan suyuqlik chegarasida elektr potentsial paydo boʻlishi choʻkish potentsiali deyiladi.

**Oqib chiqish potentsiali** – elektroosmosga qarama-qarshi hodisa boʻlib, 1859 yilda Kvinke tomonidan kashf etilgan. Suyuqlik bosim taʼsiri ostida kapillyar naydan oqib chiqish joyida elektr potentsial – “oqib chiqish” potentsiali paydo boʻladi.

**Qoʻsh elektr qavatning tuzilishi.** Qoʻsh elektr qavat hosil boʻlishi haqidagi tasavvurni dastlab Kvinke ilgari surdi. Qoʻsh elektr qavatning tuzilishini birinchi marta Gel'mgol'ts va Perren tushuntirib berdilar. Ularning fikricha, qoʻsh elektr qavat xuddi yassi kondensator kabi tuzilgan boʻlib, zaryadlar fazalar chegarasida ikkita qarama-qarshi ionlar qatori shaklida joylashadi. Ikki qavatning biri qattiq jism sirtiga bevosita yopishib turadi, ikkinchisi (yaʼni birinchisiga nisbatan qarama-qarshi zaryadli qavat) esa suyuqlik muhitida boʻladi. Qavatlar orasidagi masofa juda kichik boʻlib, uning qalinligi molekulalarning (yoki solʻvatlangan ionlarning) radiuslari kattaligiga yaqin boʻladi. Qattiq faza sirtiga musbat va manfiy ionlar adsorbilanadi.



**15-rasm.**  
**Gel'mgol'ts va**  
**Perren tasavvur**  
**qilgan qo'sh**  
**elektr qavatnig**  
**tuzilish cxemasi**

Bu qavat potentsial belgilovchi qavat deyiladi. Natijada oralig'i 1 – 2 molekula radiusiga teng bo'lgan qarama-qarshi zaryadli ionlardan iborat qo'sh elektr qavat paydo bo'ladi. Bunday qo'sh elektr qavat ichida elektr potentsialning qiymati xuddi kondensatordagi kabi (to'g'ri chiziq bo'ylab) keskin o'zgarishi lozim. (rasm 1)

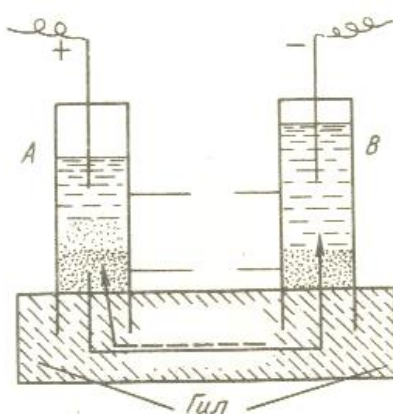
Rasmning shtrixlanmagan qismi eritmani ifodalaydi.  $+q$  va  $-q$  sirtlar orasidagi punktir chiziq elektr potentsiallar qiymatini ko'rsatadi. Bu qiymat qattiq faza bilan eritma orasidagi potentsiallar ayirmasini ham ko'rsatadi. Bu sxemaning asosiy kamchiligi ionlarning suyuqlik ichidagi Broun xarakati xisobga olinmaydi hamda qavatlar orasidagi masofani juda kichik deb faraz qilganlar.

**Gui – Chepmen nazariyasi.** 1913 yilda Gui-Chepmen qo'sh elektr qavat tuzilishi haqida nazariyani yaratdilar. Bu nazariyaga ko'ra qo'sh elektr qavat hosil bo'lishida bir tomondan qarama – qarshi zaryadlarni ikki qavat shaklida yig'ishga intilgan elektrostatik tortishuv kuchi va ikkinchi tomondan ionlarni suyuqlik ichida tarqatuvchi Broun harakat kuchi borligi katta ahamiyatga ega. Gui – Chepmen qo'sh elektr qavat tartibidagi qarshi ionlar qavati diffuz (yoyiq) tuzilishga ega deb faraz qildilar.

### **Elektroforez va elektroosmos**

Kolloid zarrachalar ma'lum 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 kataforez deyiladi. Bu hodisani 1807 yilda Moskva universitetining professori Reyss birinchi bo'lib kashf etgan. Reyss bir parcha loyga ikki nayni (A va B naylarni) o'rnatib, bu naylarga tozalab yuvilgan qum soldi va ikkala nayga bir xil balandlikda suv qo'ydi (16-

rasm). Soʻngra bu suvga oʻsha vaqtda elektrning birdan-bir manbai boʻlgan Volʼt ustuni elektrodlarini tushirdi. Tok yuborilgandan bir oz vaqt oʻtgach, musbat elektrod tushirilgan naydagi suv loyqalandi: loy zarrachalari sekin-asta koʻtarilib, suvda suspenziya hosil qila boshladi. Lekin shu bilan bir vaqtda bu naydagi suv kamaya bordi, manfiy elektrod tushirilgan nayda esa suv koʻtarila boshladi. Reyss bu tajribasi bilan loy zarrachalari manfiy zaryadli ekanligini isbotladi. Spu yoʻl bilan elektroforez usulida kolloid zarrachalarning zaryadlarini aniqlash mumkin boʻldi.



**16-rasm. Reyss tajribasining sxemasi.**

Reyss tajribasida biz ikki hodisani koʻramiz: bulardan biri loy zarrachalarining musbat elektrod tomon harakati boʻlsa, ikkinchisi suyuqlikning manfiy elektrod tomon harakat qilishidir. Suyuqlikning elektr maydonida gʻovak jism (diafragma) orqali elektrodlar tomon harakat qilishi *elektroosmos* deyiladi. Elektroosmos yoʻnalishiga qarab suyuqlik zaryadi ishorasini aniqlash mumkin. Rus olimlari I. Jukov va B. Nikolʼskiy elektroosmos hodisasidan foydalanib suvni tozalash usulini topdilar.

Elektroforezning chiziqli tezligi:

$$u = \frac{\varepsilon \cdot \varepsilon_0 \cdot E \cdot \zeta}{\eta}$$

bu erda  $\varepsilon$  - dielektrik kontantasi,  $\varepsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12}$  F/m yoki  $\varepsilon_0 = 8,854 \cdot 10^{-12}$  kl<sup>2</sup>m<sup>-1</sup> joul<sup>-1</sup> boʻlib, dielektrik konstantasining vakuumdagi qiymatini SI sistemasida



ko'rsatiladi; SGS sistemasida  $\varepsilon_0$  ning qiymati 1 ga teng.  $\eta$  - qovushqoqlik. Tenglama (1) – Gel'mgol's-Smoluxovskiylar tenglamasi deb ataladi.

Elektroforez metodidan foydalanib, kolloid sistemalarning dzeta-potentsialini aniqlash mumkin. Dzeta-potentsialni hisoblab topish uchun quyidagi formuladan foydalansa bo'ladi:

$$\zeta = \frac{K\pi \cdot \eta u l}{\varepsilon \cdot E} \quad (2)$$

bu erda  $\zeta$  – dzeta-potentsial,  $\eta$  - suyuqlikning qovushqoqligi,  $u$  – kolloid zarrachaning elektroforezdagi chiziqli tezligi,  $E$ - berilgan potentsiallar ayirmasi,  $l$ -ikki elektrod oralig'i, ya'ni kapillyar uzunligi,  $K=4$  (silindrik shakldagi zarrachalar uchun),  $K=6$  (kichik sferik zarrachalar uchun),  $\varepsilon$  - suyuqlikning dielektrik kontantasi.

Elektroforezni tekshirish natijasida kolloid zarracha qanday zaryadga ega ekanligini va dzeta-potentsial qiymatini aniqlash mumkin. Silindrik shakldagi zarrachalarning dzeta-potentsialini aniqlash uchun  $\zeta = \frac{4\pi\eta\mu}{\varepsilon H}$  dan yoki sferik shakldagi zarrachalar uchun  $\zeta = \frac{6\pi\eta\mu}{\varepsilon H}$  dan foydalanamiz. Bu erda  $H=E/l$  ( $E$ - potentsiallar ayirmasi;  $l$ -elektrodlararo masofa,  $\eta$  - qovushqoqlik  $\pi a \cdot s$  hisobida;  $1\pi a \cdot s=10$  puaz). Dzeta-potentsial qiymati eritmadagi elektrolit ionlari konsentratsiyasiga va ularning zaryadiga bog'liq. Elektrolit konsentratsiyasi qanchalik katta bo'lsa, dzeta-potentsial qiymati shunchalik kichik bo'ladi. Diffuzion qavatdagi barcha qarshi ionlar adsorbsion qavatga o'tib ketsa, dzeta-potentsial qiymati nolga teng bo'lib qoladi. Laboratoriya ishlarida dzeta-potentsialni aniqlash uchun solishtirma elektr o'tkazuvchanlikni o'lchashdan foydalanish qulay bo'lganligi sababli Gel'mgol's-Smoluxovskiylar formulasini quyidagi shaklga keltiradi:

$$\zeta = \frac{\eta \cdot \omega \cdot k}{l \cdot \varepsilon \cdot \varepsilon_0} \quad (3)$$

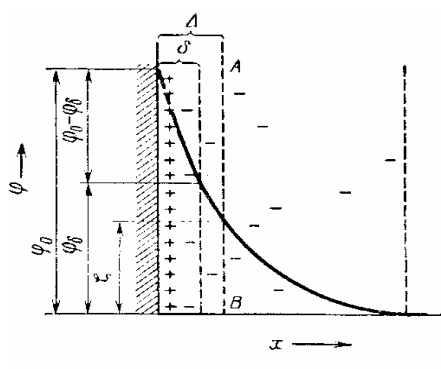
bu erda  $k$ - solishtirma elektr o'tkazuvchanlik,  $\omega$  - hajmiy tezlik

$$\omega = \pi r^2 u$$

## § 14. ELEKTROKINETIK POTENTIAL VA UNGA TA`SIR ETUVCHI OMILLAR

*Tayanch so‘z va iboralar:* Mitsellyar nazariya va intermitsellyar suyuqlik tushunchasi, elektrokapillyar hodisalar, Lippman tenglamasi.

Qo‘sh elektr qavatning tuzilishi haqidagi 1924 yilda Shtern taklif qilgan nazariyada Gel’mgol’ts-Perren va Gui–Chepmen nazariyalari birlashtiriladi. U quyidagi faraziyalarni ilgari suradi: birinchidan, har qanday ion o‘ziga xos aniq o‘lchamga ega; ikkinchidan, ionlar Van–der–Vaals kuchlari ta’sirida o‘ziga xos ravishda – qattiq faza sirtiga adsorbilana oladi. Lekin qarshi ionlar qattiq faza sirtiga ion radiusidan kattaroq masofaga qadar yaqinlasha olmaydi, chunki Van–der–Vaal’s kuchlari elektrik tabiatga ega bo‘lmaganidan ularning ta’siri masofa kattalashishi bilan tezda susayib ketadi; bu kuchlar sirdan taxminan 0,1-0,3 nm uzoq masofalarga qadargina o‘z ta’sirini ko‘rsata oladi. Shtern fikriga muvofiq, qarshi ionlarning faqat bir qismi qattiq faza yaqinida 1-2 molekula radiusiga teng masofada Gel’mgol’ts qavatini hosil qiladi.



**17-rasm. Shternning qo‘sh elektr qavat sxemasi.**

Sirdagi ionlar zaryadini batamom kompensatsiyalash uchun zarur bo‘lgan qarshi ionlarning qolgan qismi esa diffuzion qavatda joylashadi (17-rasm).

Shunday qilib qo‘sh elektr qavatning tuzilishi qattiq faza sirtida zaryadning hosil bo‘lish mexanizmiga emas, balki zaryadlarning sirda joylashishiga bog‘liq ekan.

Rasmda -  $\varphi_0$  qattiq faza sirtidagi barcha ionlar potentsiali,  $\varphi_\delta$  – Gel’gol’ts qavati ichida  $\varphi_0$ ning pasayishi,  $(\varphi_0 - \varphi_\delta)$  esa  $\varphi_0$ ning diffuz qavatda pasayishi:

$$\varphi_0 = \varphi_\delta + (\varphi_0 - \varphi_\delta)$$

AV – siyqalanish tekisligi.

Shtern nazariyasi kolloid zarrachalarning qayta zaryadlanish hodisasini tushuntira oldi, chunki Shtern fikricha, qo'sh elektr qavatning tuzilishiga qarshi ionlar tabiati katta ta'sir ko'rsatadi. Agar eritmaga elektrolit qo'shilsa, diffuz qavat qisqarib qarshi ionlar adsorbsiya qavatga ko'proq yig'ila boshlaydi, buning natijasida qo'sh elektr qavat Gel'mgol'ts va Perren sxemasiga yaqin tuzilishga ega bo'lib qoladi, bunda (dzeta-potentsial)  $\xi$  – potentsial qiymati kamayadi. Agar eritma suyultirilsa, diffuz qavat, aksincha kattalashadi va  $\xi$  – potentsial ko'payadi.

Qo'sh elektr qavat tuzilishiga qarshi ionlarning xilma xil valentlikka ega ekanligi ham katta ta'sir ko'rsatadi, chunki Shtern fikricha diffuz qavatning qalinligi va adsorbsiya qavatdagi ionlar soni ularning valentligiga bog'liqdir. Qarshi ionning valentligi qancha katta bo'lsa, diffuz qavat shuncha yupqa va  $\xi$  – potentsial shu qadar kichik qiymatga ega bo'ladi.

**Elektr – kinetik potentsial** kolloid zarrachaning sirti katta bo'lgani uchun ionlar ularga oson yopishadi, ya'ni adsorbilanadi. Bu ionlar kolloid eritmalarning barqarorligiga ta'sir etadi.

Kolloid eritma ichidagi barcha zarrachalar musbat va manfiy zaryadga ega bo'lib, ular bir – biridan qochadi, bu esa kolloid eritmani barqaror bo'lishiga olib keladi. Suyuqlik qattiq zarrachaga nisbatan (yoki zarracha suyuqlikka nisbatan) harakat qilganda qo'sh elektr qavatning adsorbsion va diffuz ion qavatlari chegarasida hosil bo'ladigan potentsial elektr-kinetik potentsial deyiladi va  $\xi$  – bilan belgilanadi.

Termodinamik potentsialning kattaligi sirtga adsorbilangan barcha anionlar bilan suyuqlikning adsorbsion va diffuzion qavatlaridagi o'shancha kationlar orasidagi umumiy potentsiallar ayirmasini ko'rsatadi. Elektrokinetik potentsialning kattaligi esa sirtga adsorbilangan anionlar sonidan adsorbsion qavat tarkibidagi kationlar sonini olib tashlaganda qoladigan kationlar soni bilan

sirtning anionlari orasidagi potentsiallar ayirmasini ko'rsatadi. Demak elektrokinetik potentsial termodinamik potentsialning faqat ma'lum qismini tashkil etadi.

Eritmada ionlar konsentratsiyasi kamaysa, ular qattiq zarracha sirtidan uzoqlashgani sababli qo'sh elektr qavatning qalinligi ortadi, bunda qarshi ionlarning bir qismi adsorbsion qavatdan diffuzion qavatga o'tadi va  $\xi$  potentsial ortadi. Agar diffuzion qavatdagi ionlarning hammasi adsorbsion qavatga o'tsa, unda qo'sh elektr qavat qalinligi adsorbsion qavat qalinligiga teng bo'lib qoladi va  $\xi$  - potentsial nolga teng bo'lib, termodinamik potentsial esa o'zgarmaydi.

### **Elektr-kinetik potentsialga turli omillarning ta'siri.**

#### **Elektr-kinetik potentsialga potentsialga indifferent elektrolit ta'siri.**

Indifferent elektrolitlar – bularning tarkibida kolloid zarrachasini kristallik panjarasiga ta'sir etuvchi ionlar yo'q. Amaliyotda indiferent elektrolitlar ta'sirida kolloidlarni koagullanishi o'rganiladi.

Bu elektrolitlar kolloid zarrachaning umumiy potentsialiga hech qanday ta'sir ko'rsatmaydi. Elektrokinetik potentsial esa qarama-qarshi ionlarning konsentratsiyasi oshishi bilan va ikkilamchi elektr qavatning siqilishi bilan kamayadi.

Indifferent elektrolitlar qo'shilganda ikki ko'rinishni ajratish lozim:

Sistemaga qarama – qarshi ioni bilan bir xil ionli elektrolit qo'shish.

Termodinamik potentsial kattaligi sirtga adsorbilangan barcha anionlar bilan suyuqlikning adsorbsion va diffuzion qavatlaridagi o'shancha kationlar orasidagi umumiy potentsiallar ayirmasini ko'rsatadi. Elektrostatik potentsialning kattaligi esa sirtga adsorbilangan anionlar sonidan adsorbsion qavat tarkibidagi kationlar sonini olib tashlaganda qoladigan kationlar soni bilan sirtning anionlari orasidagi potentsiallar ayirmasini ko'rsatadi. Sistemaga elektrolit – stabilizator bilan ionlari umumiy bo'lmagan elektrolit qo'shish.

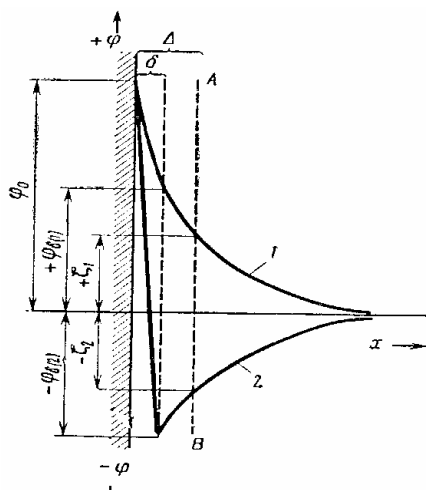
Birinchi holatda – agar barcha qarshi ionlarning valentliklari bir xil bo'lgan ikkilamchi elektr qavat, qalinligi diffuz qavatning siqilishi natijasida

adsorbsion qavat qalinligiga tenglashishga xarakat qiladi. Natijada  $\xi$  – potensial nolga tenglashguncha kamayadi, bu esa sistemani izoelektrik holatiga olib keladi (ya`ni musbat va manfiy zaryadlar tenglashadi).

Ikkinchi holatda, ya`ni elektrolit stabilizatorning ikkala ionidan bo`lmagan elektrolit qo`shilganda kolloid zarrachaning qarshi ionlari ekvivalent miqdorda qo`shilganda elektrolit ionlari bilan almashinadi. Almashinish ionlarning valentligiga bog`liq bo`ladi.

### **Elektr-kinetik potensialga noindiferent elektrolit ta`siri.**

Bunday elektrolitning bitta ioni dispers fazasining kristallik panjarasini tuzilishida qatnashadi, bu elektrolitning potensial aniqlovchi ioni  $\varphi_0$  potensialni oshirishi mumkin. Uning yonidagi ion, qarshi ion zaryadi bilan bir xil bo`lgan ion esa ikkilamchi elektr qavatni siqa boshlaydi. elektrolitning kichik konsentratsiyada ion sirtga ta`sir etib, kristallik panjara tuzilib bo`lgandan so`ng, ikki holat yuz beradi. Shuning uchun sistemada noindiferent elektrolitning konsentratsiyasi oshishi bilan  $\xi$  – potensial avval oshib so`ng kamayadi.



**18-rasm. Qo`sh elektr qavatning qayta zaryadlanishi. 1-qayta zaryadlanishdan avvalgi egri; 2-qayta zaryadlangandan so`nggi egri.**

Sistemaga qoʻshilgan noindifferent elektrolitning ioni kristallik panjarasiga taʼsir eta boshlaganda  $\xi$  – potentsial oshadi, elektrolitning konsentratsiyasi oshganda esa ikkilamchi elektr qavat siqilib,  $\xi$  – potentsial kamayadi va maksimumga oʻtadi.

Noindifferent elektrolit qoʻshilganda kolloid zarracha qayta zaryadlanishi mumkin.

Masalan, buni AgJ zolini misolida koʻrish mumkin. Zolni stabilizatori sifatida AgNO<sub>3</sub> olingan boʻlsin. Elektrolit qoʻshishdan oldin zolning potentsiali aniqlangan ioni Ag<sup>+</sup>, qarshi ioni NO<sub>3</sub><sup>-</sup> boʻlib, zolimiz musbat zaryadga ega. Sistemaga KJ ni ortiqcha miqdorda qoʻshilsa, potentsiali aniq ion J<sup>-</sup> boʻlib, qarshi ion esa K<sup>+</sup> boʻladi, zol manfiy zaryadga ega boʻlib qoladi.

Dispersion muhitdagi AgNO<sub>3</sub> qoʻshilgan KJ bilan reaksiyaga kirishib, sistemada qoʻshimcha miqdorda manfiy zaryadli dispers faza hosil boʻladi. Zolning bunday qayta zaryadlanishida nafaqat  $\xi$  – potentsial, balki  $\varphi_0$  – potentsial ham oʻzgaradi. Sistemaga begona ionli elektrolit qoʻshilganda faqat  $\xi$  – potentsial oʻzgaradi.

**Elektr-kinetik potentsialga pH taʼsiri.** Dispersion muhitning pH qiymati  $\xi$  – potentsialga katta taʼsir koʻrsatadi, chunki N<sup>+</sup> va ON<sup>-</sup> ionlar kuchli adsorbilanish qobiliyatiga ega. H<sup>+</sup> – ionlari oʻzlarining kichik radiuslari hisobiga ON<sup>-</sup> - ionlari esa katta dipol momentiga ega boʻlgani uchun qattiq faza sirtiga yaqinlasha oladi.

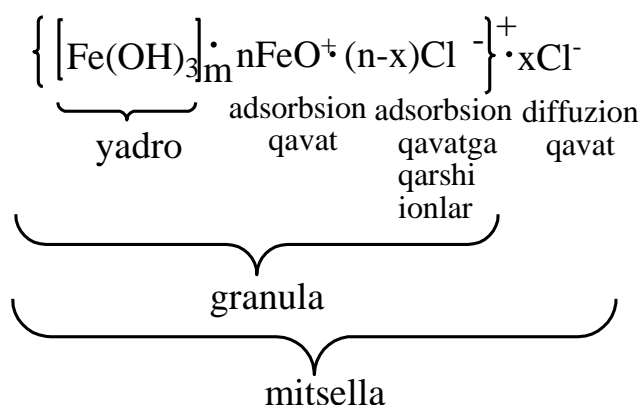
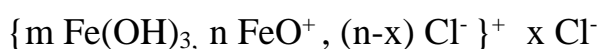
**Kolloid sistema konsentratsiyasining taʼsiri.** Har qanday kolloid sistemani suyultirish natijasida ikkilamchi elektr qavatning qalinligi oshib, eritmada qarshi ionlarning konsentratsiyasi kamayib,  $\xi$  – potentsial oshadi. Shu bilan birga suyultirish natijasida dispers faza sirtidan potentsial aniqlovchi ionlarning desorbilanishi kuzatiladi va  $\xi$  – potentsial,  $\varphi_0$  – potentsial kamayadi. Konsentrlangan kolloid sistemalarda buning aksi kuzatiladi.

**Haroratning taʼsiri.** Harorat koʻtarilishi hamda issiqlik harakatining intensivligi oshishi bilan qarshi ionlarning harakati ortib,  $\xi$  – potentsial ham

ortishi kerak, lekin potentsial aniqlovchi ionlarning desorbtsiyasi ham oshishi mumkin, bu holda  $\xi$  – potentsial va  $\varphi_0$  – potentsial kamayadi. Harorat pasayishi bilan bu holning aksi kuzatiladi.

### **Kolloid zarrachalarning tuzilishi haqidagi mitsellyar nazariya**

Qo`sh elektr qavat nazariyasi asosida dispers sistema zarrachalarining tuzilishi haqidagi mitstsellyar nazariya yaratildi. Mitsellyar nazariyaga muvofiq, har qanday liofob (gidrofob) kolloid eritma ikki qismdan iborat: ularning biri – mitsellalar bo`lib ikkinchisi intermitsellyar suyuklikdir. Mitsellalar – alohida kolloid zarrachalar bo`lib, ular zolning dispers fazasini tashkil etadi. Intermitsellyar suyuklik esa o`sha zolning dispersion muhitidan iborat. Uning tarkibida erituvchidan tashqari yana boshqa erigan moddalar (elektrolit va elektrolitmaslar) bo`ladi. Mitsella oddiy molekullarga qaraganda ancha murakkab tuzilishga ega. Unda ikki qism – neytral modda – yadro va qo`sh qavatdan iborat sirtqi ionogen qism mavjud. Mitsella agregati juda ko`p atom yoki molekullardan tarkib topgan bo`lib unga adsorbsiyalangan ionlar bilan birgalikda mitsella yadrosini tashkil etadi. Mitsella yadrosini qarama qarshi ishoraga ega bo`lgan ionlar qurshab turadi. Yadro va unga adsorbilangan ionlar birgalikda granula yoki kolloid zarracha deyiladi. Kolloid zarrachasi ma`lum zaryadga ega bo`ladi, ya`ni mitsella agregat, adsorbsion qavat qarama qarshi ionlar (diffuzion kavat) dan tashkil topgan bo`ladi. Masalan  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  gidrozolning tuzilishini quyidagi shaklda yozish mumkin:



Kolloid zarracha hosil bo'lish mexanizmi ikki bosqichda boradi: dastlab sharsimon amorf kolloid zarrachalar hosil bo'ladi, so'ngra kolloid sistemaning eskirishi natijasida bu zarrachalar ichida mayda kristallchalar vujudga keladi. Natijada amorf zarracha ichida ma'lum kuchlanish paydo bo'lib, zarracha kristallanadi va bu kristallar mitsellaning yadrosini tashkil etadi.

Kolloid eritmalar oddiy elektrolitlar kabi elektr o'tkazuvchanlik qobiliyatiga ega. Ularning elektr o'tkazuvchanligi ikkita tarkibiy qismdan tashkil topadi. Biri kolloid zarrachalarning harakatidan kelib chiqqan elektr o'tkazuvchanlik, ikkinchisi dispers sistemalardagi elektrolitlar tufayli vujudga keladigan elektr o'tkazuvchanlikdir.

### **Elektrokapilyar hodisalar**

Agar biror suyuq fazaning hech qanday narsa bilan band bo'lmagan bo'sh sirtiga elektr zaryad bersak, suyuqlik o'zining sirt tarangligini kamaytirib yuboradi. Buning sababi shundaki, sirdagi o'zaro qo'shni zarrachalar bir xil ishorali zaryad qabul qilganidan keyin bir-biridan uzoqlashib, ular orasidagi o'zaro tortishuv kuchlari (binobarin, suyuqlikning sirt tarangligi), kamayib ketadi. Agar suyuqlik sirti bo'sh bo'lmay, avval, masalan, musbat zaryadga ega bo'lgan bo'lsa, bunday sirtga manfiy zaryad berganimizda suyuqlik sirt tarangligining kamayishi qarama-qarshi zaryadlar miqdorlari orasidagi nisbatga bog'liq bo'ladi.

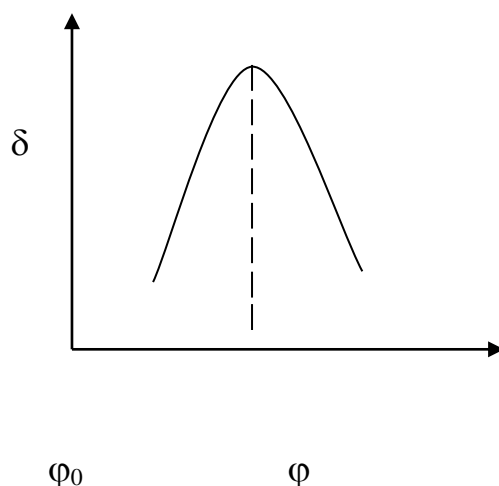
*Fazalar chegarasida bo'lgan zaryadning (potensiallar ayirmasining) sirt tarangligiga ta'sirini ifodalovchi hodisalar – elektrokapilyar hodisalar deb ataladi.* Ular qo'sh elektr qavatda sodir bo'ladi. Bu hodisalarni o'rganish natijasida zaryad qiymati bilan sirt taranglik orasida bog'lanish borligi aniqlanadi, ana shu bog'lanishning grafik tasviri elektrokapilyar egri chiziqlardan iborat. Elektrokapilyar hodisalarni eng avval elektrolitlarning suvdagi eritmaları bilan simob chegarasidagi sirtlar misolida 1873 yilda



Lippman o'zi yaratgan kapilyar elektrometr yordamida tekshirdi. Keyinchalik uning tadqiqotlari Gui (1910 yil), A.N. Frumkin (1919 yil) va boshqa olimlarning ishlarida rivojlantirildi.

Faraz qilaylik, simob metali simob tuzining suyultirilgan eritmasiga tushirib qo'yilgan bo'lsin. Simob ionlarini suvning qutbli molekulalari o'ziga tortib olishi sababli simobning sirt tarangligi kamayib ketadi. endi simob tuzi eritmasidagi simob sirtiga manfiy elektr zaryad berib bu sirtni qutblay borsak, simobning sirt tarangligi bilan simob sirtining zaryadi orasida bog'lanish borligini kuzata olamiz. Simob sirtidagi musbat zaryad kamaygan sari simob bilan eritma chegarasida sirt taranglik orta boradi. Simob sirtidagi barcha musbat zaryadlar neytrallanib bo'lganidan keyin, ya'ni simob sirtining zaryadi nolga teng bo'lganida sirt taranglik kattaligi maksimal qiymatga erishadi. Simob sirtida manfiy zaryad oshirilaversa, simob bilan eritma chegarasidagi sirt taranglik kamaya boshlaydi.

Agar abstsissalar o'qiga simob sirtidagi elektr zaryad qiymatlari, ordinatalar o'qiga simob bilan eritma orasidagi sirt taranglik qo'yilsa, parabola shaklidagi diagramma hosil bo'ladi (19-rasm elektrokapilyar diagramma).



Bu diagrammada simob bilan eritma orasidagi sirt taranglikning maksimal qiymati kuzatiladigan nuqtada simob sirtining elektr zaryadi nolga teng ( $\varphi_0$ ) bo'ladi. Bu nuqtada sirt taranglik zaryadga bog'liq bo'lmaydi, binobarin, bu

erda  $\frac{d\sigma}{d\varphi} = 0$  bo'ladi. Lekin bu nuqtada elektr potensialning haqiqiy qiymati nolga teng bo'lmaydi, bu erda faqat sirdagi potensial qarama-qarshi tashqi potensial bilan tenglashadi xolos.

### **Lippman tenglamasi**

Fazalararo sirtning erkin energiyasi kamayishi natijasida uning elektr energiyasi ortadi. Termodinamika qonunlari asosida sirt energiya bilan elektr energiya orasidagi bog'lanishni topish uchun Gibbs tenglamasini keltirib chiqarganimiz kabi mulohaza yuritamiz.  $G = -\frac{C}{RT} \cdot \frac{d\sigma}{dC}$ ; bu erda  $G$  – erigan moddaning suyuqlik sirti birligiga yig'ilgan miqdori,  $C$  – eritma konsentratsiyasi,  $R$  – gaz konstantasi,  $T$  – absolyut temperatura,  $\frac{d\sigma}{dC}$  – konsentratsiya o'zgarganda sirt tarangligining o'zgarishi. U erda biz sirt energiya bilan kimyoviy energiya orasidagi bog'lanish (Gibbs tenglamasini) chiqargan edik. Endi sirt energiya bilan elektr energiya orasidagi bog'lanishni topamiz.

Elektr energiyani  $\varphi dq$  orqali belgilaylik (bu erda  $\varphi$  - elektr potensial,  $q$  – zaryadi); so'ngra kimyoviy energiyani e'tiborga olmagan holda termodinamikaning birinchi va ikkinchi qonunlari tenglamasini yozaylik:

$$dG = -SdT + VdP + \sigma ds + \varphi dq \quad (1)$$

bu erda  $S$  – entropiya,  $T$  – temperatura,  $V$  – hajm va  $P$  – bosim,  $s$  – sirt,  $\sigma$  - sirt taranglik. Tenglama (1) dagi  $\sigma ds$  sirt energiya o'zgarishini ifodalaydi. Agar bosim va temperatura o'zgarmas qiymatga ega bo'lsa, tenglama (1) quyidagi ko'rinishni oladi:

$$dG = \sigma ds + \varphi dq \quad (2)$$

$G$  ning to'liq differensial:

$$dG = \sigma ds + s d\sigma + \varphi dq + q d\varphi \quad (3)$$

dan iborat. Agar (3) tenglamadan (2) tenglamani ayirib tashlasak:

$$sd\sigma + qd\varphi = 0 \quad (4)$$

ni olamiz. Agar (4) tenglamadagi hadlarning har birini qo'sh elektr qavat sirti kattaligi  $s$  ga bo'lsak va  $q/s$  nisbatni  $q_s$  bilan ifodalasak:

$$\frac{d\sigma}{d\varphi} = -q_s \quad (5)$$

ifoda kelib chiqadi. Bu tenglama *Lippmanning tenglamasi (1)* deb ataladi. Bu tenglamadagi  $q_s$  kattalik  $1\text{sm}^2$  sirtga to'g'ri keladigan sirt zaryad kattaligini ko'rsatadi; elektrokapilyar egri chiziqqa tushirilgan urinma bilan egri chiziq orasidagi burchakning tangensi  $q_s$  ga teng: qo'sh elektr qavatning differensial sig'imi ( $C$ ) ushbu nisbat bilan aniqlanadi:  $C = \frac{dq}{d\varphi}$ . Bu qiymatni (5) ifodaga qo'ysak quyidagi tenglama olinadi:

$$C = -\frac{dq_s}{d\varphi} = \frac{d^2\sigma}{d\varphi^2}. \quad (6)$$

Lippman tenglamasi ko'rsatishicha, elektrokapilyar egri chiziqning ko'tarilish sohasi (diagrammaning chap qismi) uchun  $\frac{d\sigma}{d\varphi} > 0$  uning pasayish (o'ng) qismi uchun  $\frac{d\sigma}{d\varphi} < 0$  dir. Agar  $q_s = 0$  bo'lsa, bunday nuqta *nol zaryadli nuqta* deb ataladi; uning joylashish nuqtasi sistemaning izoelektrik nuqtasiga yaqin turadi. Tenglama (6) Lippmanning ikkinchi tenglamasi deyiladi. Bu tenglama  $\sigma$  ning  $\varphi$  ga bog'liqligi ma'lum bo'lganda qo'sh elektr qavatning sig'imini aniqlashga imkon beradi. Lippman tenglamalarini Gibbsning adsorbsiya tenglamasi asosida ham keltirib chiqarish mumkin. Darhaqiqat,  $\mu = \mu_0 + RT \ln C$  dan foydalanib Gibbs tenglamasi  $G = \frac{Cd\sigma}{RTdc}$  yoki  $RTG = \frac{d\sigma}{d \ln C}$  ning o'rniga  $-\frac{d\sigma}{dM} = G$  (7) ni yoza olamiz. Adsorblangan ionlar  $1\text{sm}^2$  sirtga  $q_s = G \cdot n \cdot F$  qadar zaryad bera oladi (bu erda  $nF$  – bir mol ionning zaryadi). Agar (7) tenglamaning ikkala tomonini  $F$  ga ko'paytirsak,

$-\frac{d\sigma}{d\mu} = G \cdot nF = q_s$ , kelib chiqadi. Agar  $d\mu$  ning qiymati bir mol ion metallardan

eritmaga o'tganidagi erkin energiyaning o'zgarishi bo'lib,  $nFd\phi = d\mu$  ga teng ekanligini nazarga olsak:

$$-\frac{d\sigma}{d\phi} = g_s \quad (8)$$

## § 15. DISPERS SISTEMALARNING BARQARORLIGI VA KOAGULYATSIYA

*Tayanch so'z va iboralar:* Kolloidlarning koagulyatsiyasi, liofil kolloidlarning koagulyatsiyasi, zolga elektrolit qo'shish bilan vujudga keladigan koagulyatsiya, kolloidlarning barqarorligi va koagulyatsiyasi haqida fizik nazariya.

Modda kolloid holatga o'tganida uning sirti juda ortib ketishi haqida yuqorida aytib o'tildi. Shuning uchun kolloid eritmalarida dispers faza bilan dispersion muhit o'rtasida chegara sirtning potentsial energiyasi katta bo'ladi. Erkin minimumga intiladi degan prinsipga muvofiq, kolloid eritma fazalar o'rtasidagi sirt energiyani kamayishga intiladi. Shu sababli kolloid zarrachalar yiriklashib umumiy sirtini kamaytiradi. Kolloid eritma zarrachalarining bir-biri bilan qo'shib, yiriklashish hodisasi koagulyatsiya (koagullanish) deyiladi. Yiriklashgan zarrachalar og'irlik kuchi ta'siri ostida eritmaning yuqori qismlaridan past qismlariga tusha boshlaydi, nihoyat zarrachalar eritmadan ajraladi. O'z-o'zicha bo'ladigan koagulyatsiya ancha uzoq vaqt davom etadi. Koagulyatsiyani turli vositalar yordamida tezlatish mumkin. Koagulyatsiya uch xil yo'l bilan: zolga elektrolit qo'shish, zolga boshqa kolloid qo'shish va zolni qizdirish yo'li bilan tezlashtiradi.

### **Liofil kolloidlarning koagulyatsiyasi**

Liofil (suvdagi kolloidlarda – gidrofil) kolloidlarning koagulyatsiyasi o'zining bir necha xususiyatlari bilan liofob kolloidlar koagulyatsiyasidan farq qiladi. Gidrofil kolloid gidrofob kolloidga qaraganda elektrolitlar ta'siriga kam

beriladi. 1 l gidrofob kolloidni cho'ktirish uchun bir necha millimol elektrolit sarf etilsa etarli, lekin bir litr gidrofil kolloidni cho'ktirish uchun bir necha mol elektrolit kerak bo'ladi. Bu vaqtda elektrolitning faqat birgina ioni emas, balki ikkala ioni ham koagulyatsiya uchun xizmat qiladi.

Umuman gidrofil kolloidlarni barqarorligi ikki omilga bog'liq:  
birinchi omil – kolloid zarrachaning elektr zaryadi;  
ikkinchi omil – kolloid zarrachaning sol'vat qavat bilan qoplanganligi.

Demak, bu holda koagulyatsiyani amalga oshirish uchun kolloidni zaryadsizlash va sol'vat qobiqni yemirish zarur bo'ladi. Buni amalga oshirish uchun avval kolloidga elektrolit qo'shib, uni neytral holatga keltiriladi; bu holda cho'kma hosil bo'lmaydi (ya'ni koagulyatsiya jarayoni bo'lmaydi); so'ngra sol'vat qobiqni emirish uchun spirt, atseton yoki tannin kabi moddalar qo'shiladi faqat shundan keyingina liofil kolloid cho'kmaga tushishi mumkin.

Gidrofil kolloidlarning koagulyatsiyasi shu tarzda sodir bo'lishi ham mumkin; cho'kmaga tushgan liofil zol qo'shimcha erituvchi qo'shilganida qaytadan eritma holatiga aylanadi. Lekin oqsillardan kelib chiqqan ba'zi liofil kolloidlardan cho'kmaga tushgan oqsil qayta erimasligi mumkin. Bunday koagulyatsiya qaytmas koagulyatsiya deb yuritiladi.

### **Zolga elektrolit qo'shish bilan vujudga keladigan koagulyatsiya**

Kolloid kimyo sohasida dastlab ishlagan olimlar Sel'mi, Grem va Faradey metallarning gidrozollariga elektrolit qo'shilganida koagulyatsiya ro'y berishini kuzatganlar. Faradey bu hodisani oltin gidrozolida kuzatdi. Elektrolit qo'shilganda vujudga keladigan koagulyatsiyani mukammal o'rganish quyidagi xulosalarga olib keldi:

1. Agar kolloid eritmaga har qanday elektrolitdan yetarli miqdorda qo'shilsa, koagulyatsiya sodir bo'ladi. Koagulyatsiya sodir bo'lganligini bevosita ko'rish mumkin bo'lsa, u ochiq koagulyatsiya, ko'rish mumkin bo'lmasa, yashirin koagulyatsiya deyiladi.

2. Ochiq koagulyatsiya bo'lishi uchun elektrolit konsentratsiyasi koagulyatsiya konsentratsiyasi (koagulyatsiya chegarasi) qiymatidan ortiq bo'lishi kerak.

3. Koagulyatsiyaga elektrolitning faqat bir ioni (kolloid zarracha zaryadiga qarama-qarshi zaryadli ioni) sabab bo'ladi. Musbat zaryadli kolloidlar anionlar ta'siridan, manfiy zaryadli kolloidlar esa kationlar ta'siridan koagulyatsiyalanadi.

4. Ayni kolloidning koagulyatsiya chegarasi birinchi navbatda koagulyatsiyalayotgan ion valentligiga bog'liq bo'ladi. Koagulyatsiyalayotgan ionning valentligi katta bo'lsa, uning koagulyatsiyalash xususiyati ham kuchli bo'ladi. Tajriba ko'rsatishicha, agar bir valentli kationning koagulyatsiyalash xususiyatini 1 desak, ikki valentli kationniki taxminan 70, uch valentli kationniki esa taxminan 550 bo'ladi. Elektrolitning koagulyatsiya konsentratsiyasi (koagulyatsiya chegarasi) 1 litr zolga qo'shilgan elektrolitning milli mol miqdorlari bilan ifodalanadi. 1-jadvalda  $As_2S_3$  va  $Fe(OH)_3$  gidrozollarini koagulyatsiyalovchi elektrolitlarning konsentratsiyalari ko'rsatilgan.

#### 4-jadval

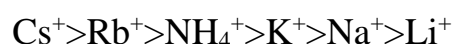
$As_2S_3$  zolini (konsentratsiyasi 1,86 g/l) va  $Fe(OH)_3$  zolini (konsentratsiyasi 0,823 g/l) koagulyatsiyalovchi elektrolitlar konsentratsiyasi

$As_2S_3$			$Fe(OH)_3$		
Elektrolit	koagulyatsiya- lovchi ion	elektrolitning konsentratsiyasi	elektrolit	koagulyatsiya- lovchi ion	elektrolitning konsentratsiyasi
NaCl	$Na^+$	51,0 mmol/l	KCl	$Cl^-$	9,0 mol/l
KCl	$K^+$	49,5 mmol/l	$KNO_3$	$NO_3^-$	12,0 mol/l
$CaCl_2$	$Ca^{2+}$	0,65 mmol/l	$K_2SO_4$	$SO_4^{2-}$	0,205

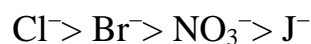
					mol/l
BaCl <sub>2</sub>	Ba <sup>2+</sup>	0,69 mmol/l	K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> <sup>2-</sup>	0,195 mol/l
AlCl <sub>3</sub>	Al <sup>3+</sup>	0,093 mmol/l			
Ce(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	Se <sup>3+</sup>	0,080 mmol/l			

Shul'tse va Gardi elektrolit ionining valentligi bilan uning koagulyatsiyalash kuchi orasidagi bog'liqlikni aniqladilar. Shul'tse-Gardi qoidasi deyiladigan bu bog'liqlik quyidagicha ta'riflanadi:

koagulyatsiyalovchi ionning valentligi qancha katta bo'lsa, uning koagulyatsiyalash kuchi shuncha ko'p va koagulyatsiya konsentratsiyasi shuncha kam bo'ladi. Bu qoida tarkibiy xarakterga ega; masalan, ba'zi bir valentli organik asoslar ionlarining (morfin ioni va boshqa ionlarning) koagulyatsiyalash ta'siri ikki valentli ionlarnikidan yuqori bo'ladi; bir xil ionlar (masalan, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) bilan birikkan Li<sup>-</sup>, Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Rb<sup>+</sup>, Cs<sup>+</sup> kationlarning manfiy kolloidlarni koagulyatsiyalash ta'siri quyidagi tartibda o'zgaradi:



Cl<sup>-</sup>, Br<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, J<sup>-</sup> ionlarning musbat kolloidlarni koagulyatsiyalash ta'siri (kation bir xil bo'lganida):



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

Ilgari kolloid eritmaga elektrolit qo'shilganda kolloid zarrachalarning zaryadi nolga teng bo'lib qoladi deb faraz qilinardi. Lekin Povis va Ellis tekshirishlarining ko'rsatishicha, bu xulosa tajribada tasdiqlanmadi. Povis koagulyatsiya sodir bo'lishi uchun granulaning zaryadi va dzeta-potentsiali batamom nolga teng bo'lishi shart emasligini As<sub>2</sub>S<sub>3</sub> zoli misolida ko'rsatdi;

dzeta-potentsial ma`lum qiymatga ega bo`lganda ham koagulyatsiya vujudga kelaveradi. Zol sezilarli tezlik bilan koagulyatsiyalana boshlagan vaqtdagi dzeta-potentsial kritik dzeta-potentsial deyiladi. Ko`pchilik zollar uchun kritik dzeta-potentsialning qiymati 25-30 millivol`tga teng. Ko`pincha, dzeta-potentsialning qiymati koagulyatsiya vaqtida 70 mv dan 30-25 mv gacha pasayadi. Lekin dzeta-potentsialning pasayishi koagulyatsiyaning asosiy sababi emas: ba`zan dzeta-potentsial koagulyatsiya vaqtida kam o`zgaradi.

### **Koagulyatsiya va dzeta potentsial**

Kollid eritmalarning barqaror bo`lishiga sabab shuki, ularning barcha zarrachalari bir xil zaryadli bo`ladi. Kolloid eritmaga elektrolit qo`shilganda kolloid zarrachalar qarama-qarshi zaryadli ionlar bilan neytrallanib, o`z zaryadlarini yo`qotadi. Gardining fikricha kolloid zarrachalarning zaryadi bu vaqtda nolga teng bo`lib qolishi kerak. Lekin Povis va Ellis tekshirishlarning ko`rsatishicha, bu xulosani tajribada isbot qilib bo`lmas emas. Povis  $As_2S_3$  zoli misolida ko`rsatishiga qaraganda, koagulyatsiya sodir bo`lishi uchun granulaning zaryadi va dzeta-potentsial batamom nolga teng bo`lishi shart emas, ma`lum dzeta potentsial bo`lganda ham koagulyatsiya vujudga kelaveradi. Zol sezilarli tezlik bilan koagullana boshlagan vaqtdagi dzeta-potentsial kritik dzeta-potentsial deyiladi. Ko`pchilik zollar uchun kritik dzeta potentsial qiymati 25-30 millivol`t ga teng.

## **§ 16. KOLLOIDLARNING BARQARORLIGI HAQIDA FIZIK**

### **NAZARIYA**

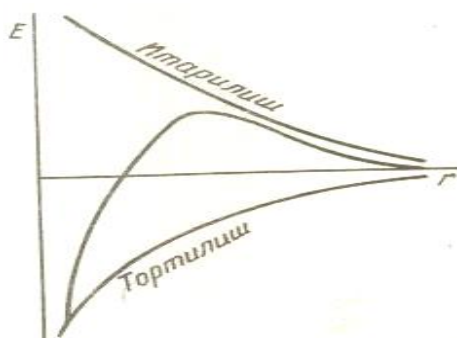
*Tayanch so`z va iboralar: elektrolitlar aralashmalari ta`sirida bo`ladigan koagulyatsiya, DLFO nazariyasi, antagonizm, additivlik, sinergizm, kolloidlarning o`zaro koagullanishi.*

### **Kolloidlarning barqarorligi va koagulyatsiyasi haqida fizik nazariya**

Kolloid sistemalarning agregativ barqarorligi va koagulyatsiyasi haqidagi hozirgi nazariya 1945 yilda rus olimlari B.V. Deryagin va L.D. Landau



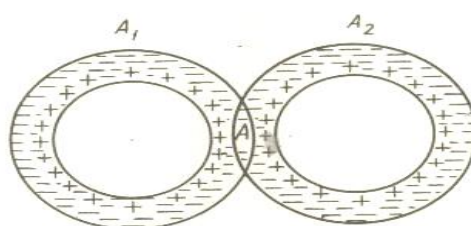
tomonidan taklif qilindi. Bu nazariyaga muvofiq, zarrachalar orasida o‘zaro tortishish va o‘zaro itarilish kuchlari ta’sir etadi. Zarrachalararo masofa o‘zgarganida sistemadagi potentsial energiyaning o‘zgarishini aniqlash uchun absissalar o‘qiga masofa, ordinatalar o‘qiga sistemaning potentsial energiyasini qo‘yib, “potentsial energiya diagrammasi” hosil qilinadi. 20-rasmda ana shunday diagramma keltirilgan.



**20-rasm. Potentsial energiya diagrammasi.**

Bunday diagramma tuzishda o‘zaro itarilish energiyalari musbat, o‘zaro tortishish energiyalari esa manfiy ishora bilan olinadi. Qaysi masofadan boshlab ikki kolloid zarracha o‘zaro tortila boshlaydi? Degan savolga: “Van-den-Vaal’s kuchlari tufayli tortilish kuchi broun harakati kuchidan ortgan masofadan boshlab zarrachalar tortishadi” deb javob berish mumkin.

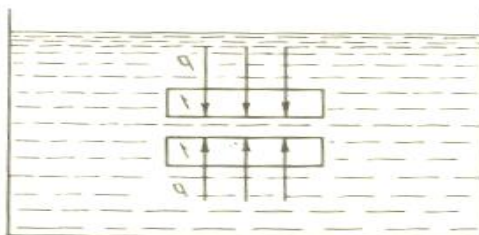
O‘zaro elektrostatik itarilish kuchlariga kelganda, B.V. Deryagin ko‘rsatishicha, itarilish  $A_1$  va  $A_2$  kolloid zarrachalarning ion atmosferalari bir-birini qurshab olgan masofadan boshlanadi (21-rasm).



**21-rasm. Kolloid zarrachalar orasida o‘zaro itarish kuchlarining bunyodga kelish sxemasi.**

Kolloid zarracha (mitsella) lar orasidagi o‘zaro ta’sir kuchlari odatdagi kulon kuchlaridan farq qiladi: B.V. Deryagin bu zarrachalar orasida

kengaytiruvchi  $R$  deyiladigan alohida kuchlar taʼsir etishini koʻrsatishiga muvaffaq boʻldi. Kengaytiruvchi bosim keltirib chiqaruvchi itarilish kuchlarini juda katta rezervuarga tushirilgan ikkita parallel plastinkalar misolida koʻrib chiqamiz. Faraz qilaylik, suyuqlik ichiga botirilgan ikki plastinka orasida yupqa suyuqlik qavati bor va bu plastinkalar bosim  $R$  taʼsirida oʻz vaziyatini saqlab turgan boʻlsin (22-rasm).



**22-rasm. Solvat qavat bilan bir-biridan ajralgan ikki plastinka orasidagi masofa qisqartirilganda yoruvchi bosimning bunyodga kelishi.**

Suyuqlikning ikki qavati bir-biri bilan mexanik muvozanatda turishi uchun quyidagi shart bajarilishi lozim: kengaytiruvchi  $R$  kuchi  $dP$  sirt birligi uchun hisoblangan elektrostatik oʻzaro taʼsir kuchi -  $qd\varphi$  ga teng boʻlishi kerak (minus ishora qoʻyilishining sababi shundaki, bu ikkala kuch qarama-qarshi yoʻnalishga ega):

$$dP = -qd\varphi \text{ yoki } dP + qd\varphi = 0 \quad (1)$$

(bu erda  $q$ -zaryad zichligi,  $\varphi$ -potentsial). Plastinkalar orasidagi har bir plastinkadan  $l$  masofada turuvchi tekislikdagi bosimni  $P_1$  bilan, plastinkalar tashqarisidagi suyuqlik hajmining bosimini  $P_0$  bilan belgilaylik. Bu holda kengaytiruvchi  $P$  bu ikkala bosim orasidagi ayirmaga teng boʻladi:

$$\pi = P_1 - P_0 \quad (2)$$

Oʻrta qavatdagi elektr potentsiallar  $\varphi_e$  ga; plastinkalardan tashqarida elektr potentsial esa nolga teng boʻlsin. Endi (1) tenglamani integrallasak, quyidagi ifodaga ega boʻlamiz:

$$\pi = P_1 - P_0 = \int qd\varphi \quad (3)$$

Zaryad zichligi  $q$  ni topish uchun Gui va Chempen tenglamasi

$$q = F \cdot z(C_+ - C_-) = F \cdot C_\infty \cdot z(e^{-\frac{F\varphi}{RT}} - e^{+\frac{F\varphi}{RT}}) \quad (4)$$

dan foydalanish mumkin. Agar suyuqlikni ion zaryadlari  $z$  ga teng binar elektrolit eritmasi deb faraz qilsak, Gui va Chempen tenglamasi quyidagi ko‘rinishni oladi:

$$q = -2zF \cdot C_\infty \cdot \frac{ZF}{RT} \varphi \quad (5)$$

U holda yoruvchi bosim uchun

$$\pi = -\int_0^{\varphi_s} 2Z \cdot F \cdot C_\infty \frac{zF}{RT} d\varphi = \left(\frac{zF\varphi \cdot l}{RT}\right)^2 \cdot C_\infty \quad (6)$$

kelib chiqadi. O‘zaro itarilish energiyasi  $U_0$  ni esa:

$$U_0 = 2 \int_i^\infty \pi dl \quad (7) \text{ ga muvofiq hisoblash mumkin.}$$

B.V. Deryagin va uning shogirdlari elektrolitlarning suvdagi eritmaları bilan olib borgan tajribalarida (6) tenglamani suyultirilgan eritmalar uchungina tatbiq etish mumkinligini ko‘rsatdilar. B.V. Deryagin ikkita sferik zarracha orasidagi o‘zaro itarilish energiyasini hisoblab topishga ham muvaffaq bo‘ldi.

Zolning barqarorligiga ta‘sir ko‘rsatuvchi ikkinchi kuch – zarrachalar orasida o‘zaro tortilish kuchlaridir. Bu kuchlar tabiati jihatidan xuddi ikki neytral zarracha orasida ta‘sir etuvchi kuchlarga o‘xshaydi. Molekulalararo kuchlarning kelib chiqish sabablaridan biri dipollar orasidagi o‘zaro ta‘sir (Debye effekti), ikkinchisi bir molekulaning ikkinchi molekula ta‘sirida qutblanishi (Keezom effekti) va uchinchisi – maxsus dispersion kuchlarning (F. London kuchlarining) paydo bo‘lishidir.

### **Van-der-Vaal`s kuchlari yoki molekulalararo kuchlar**

Neytral atomlararo yoki molekulalararo (ularning radiuslaridan kattaroq masofalarda) ta‘sir etadigan juda zaif o‘zaro tortishuv kuchlari Van-der-Vaal`s kuchlari yoki zarrachalararo kuchlar deb ataladi. Bitta modda molekulalari yoki atomlari orasida o‘zaro tortishish kuchlarining namoyon bo‘lishi kogeziya, turli

xil moddalarning molekulari orasidagi tortishish kuchlarining namoyon bo'lishi esa adgeziya deb ataladi.

Molekulalararo kuchlar uch xil: orientatsion, induksion va dispersion kuchlar ko'rinishida bo'ladi; molekulalararo ta'sirning umumiy energiyasi bu uch effekt energiyalari yig'indisiga teng:

$$U=U_{or}+U_{ind}+U_{dis} \quad (8)$$

Orientatsion effekt faqat qutbli molekulari orasida yuzaga chiqadi. Qutbli molekulari bir-biriga yaqinlashganida ularning bir xil ishorali qutblari bir-biriga tortiladi. Natijada qutbli molekular fazoda ma'lum tartibda joylashadi (orientatsiyalanadi). Orientatsion effekt energiyasi ayni moddaning qutblanuvchanligiga va molekulalararo masofaga to'g'ri proporsional bo'ladi; temperatura ko'tarilganda zarrachalarning tartibsiz harakati kuchayib, qutbli zarrachalarning batartib orientatsion vaziyati o'zgaradi va orientatsion effekt kamayadi. Keezom (1912 y) oddiy orientatsion effekt energiyasini hisoblash uchun quyidagi formulani taklif qildi:

$$U_{or} = -\frac{2\mu^4 \cdot N}{3R \cdot T \cdot r^6} = -\frac{A}{r^6} \quad (9)$$

$\mu$  - dipol moment,  $U_{or}$  – orientatsion ta'sir energiyasi,  $r$  – dipollarning markazlararo masofasi,  $N$  – Avogadro soni,  $R$  – gaz doimiysi,  $T$  – absolyut temperatura. Orientatsion effekt energiyasi katta dipol momentga ega bo'lgan moddalar (masalan, suv, ammiak) orasida kuchli namoyon bo'lib, uglerod(II)-oksid kabi moddalar zarrachalari orasida (ularning dipol momenti kichik bo'lganligi sababli) kuchsizdir.

Induksion kuchlar qutbli va qutbsiz molekular orasida vujudga keladi. Qutbsiz molekula yaqiniga qutbli molekula kelganida qutbsiz molekula qutblanadi. Uning qutbli molekulaga yaqin qismida qarama-qarshi, uzoq qismida esa bir xil ishorali zaryadlar hosil bo'ladi. Natijada qutbsiz molekula induksion dipolga aylanadi. Ikkita qutbli molekula orasida ham induksion effekt vujudga kelishi mumkin, chunki ular bir-biriga yaqinlashganda o'zaro

induksiya tufayli ularning qutblanuvchanligi ortadi. Qutblanuvchanliklari bir-birinikiga teng bo'lgan ikki molekula orasida vujudga keladigan induksion effekt energiyasini Debay taklif etgan quyidagi formula bilan hisoblash mumkin:

$$U_{ind} = \frac{-2\mu^2 \cdot \alpha}{r^6} = -\frac{B}{r^6} \quad (10)$$

bu erda  $\alpha$  - molekulaning qutblanuvchanligi (deformatsiyalanuvchanligi),  $r$  – molekulalararo masofa,  $\mu$ -dipol moment,  $U_{ind}$ —induksion effekt energiyasi.

Induksion effekt energiyasi orientatsion effekt energiyasidan deyarli 10-20 marta kam. Debay formulasiga ko'ra induksion ta'sir energiyasi temperaturaga bog'liq emas, bu formulani chiqarishda ikkinchi molekula izotrop deb faraz qilingan.

Dispersion kuchlar. Qutbsiz, kam qutbli va qutbli moddalarning molekulalari orasida dispersion kuchlar ham vujudga keladi. Shu tufayli masalan, azot, vodorod, metan kabi qutbsiz molekulalar hatto inert gazlarning atomlari ham o'zaro tortishadi. Bu kuchlarning tabiatini 1930 yilda ingliz olimi F. London aniqladi. Uning fikricha, molekulani atomlardagi elektron bulutlar zichligining fluktuatsiyasi tufayli bir lahzada o'zining kattalik va yo'nalishini o'zgartirib turadigan mikrodipol deb tasavvur qilish mumkin. Bir molekulada vujudga kelgan mikrodipol qo'shni molekula mikrodipoli bilan o'zaro tortishishi mumkin. Shuning uchun zarrachalar o'zaro yaqinlashganda bir-biri bilan tortishadi.

Dispersion o'zaro ta'sir energiyasini hisoblash uchun quyidagi tarkibiy formula taklif qilingan:

$$U_{dis} = -\frac{3\alpha^2 h \cdot \gamma^0}{4r^6} = -\frac{C}{r^6} \quad (11)$$

Bu erda  $h$  – Plank doimiysi,  $\gamma_0$  – “nolinchi” energiyaga muvofiq keladigan tebranish chastotasi,  $\alpha$  - qutblanuvchanlik. Agar  $h\gamma_0 = J$  ekanligini nazarga olsak (bu erda  $J$  – molekulaning ionlanish potentsiali):

$$U_{dis} = -\frac{3\alpha^2 I}{4r^6} = -\frac{C}{r^6} \quad (11.1)$$

Dispersion kuchlar additivlik xossaga ega. Masalan, adsorbent va adsorbktiv molekulalarida paydo bo‘lgan dispersion kuchlar o‘zaro jamlanib adsorbent va adsorbktiv molekulalarining bir-biriga ko‘proq tortilishini ta‘minlaydi. Dispersion kuchlar additivligini e‘tiborga olib, adsorbentda  $x$  masofa uzoqda bo‘lgan gaz molekulalarining potentsial energiyasini hisoblash uchun quyidagi formula chiqarilgan:

$$U_r = -\frac{\pi \cdot N_A \cdot A_1}{6V_m \cdot x^3} \quad (12)$$

bu erda  $U_r$  – potentsial energiya,  $N_A$  – Avogadro soni,  $V_m$  – adsorbentning molyar hajmi,  $A_1$  – konstanta (u adsorbktiv va adsorbent molekulalararo dastlabki o‘zaro ta‘sirni ifodalaydi). Polimolekulyar adsorbsion qavat hosil bo‘lishini talqin qilishda,  $U_r$  e‘tiborga olinadi.

Agar orientatsion, induksion va dispersion kuchlar uchun taklif qilingan ifodalarni bir-biriga qo‘shsak, ikki molekula orasidagi tortishish kuchlar energiyasi  $U$  uchun quyidagi tenglamaga ega bo‘lamiz:

$$U = -\frac{2\mu^4 N}{3RT r^6} - \frac{2\mu^2 \alpha}{r^6} - \frac{3\alpha^2 I}{4r^6} = -\frac{D}{r^6} \quad (13)$$

yoki  $U = -\frac{A}{r^6} - \frac{B}{r^6} - \frac{C}{r^6} = -\frac{D}{r^6}$  bu erda  $D=A+B+C$ . Molekulalararo kuchlar fizik va kolloid ximiyada katta ahamiyatga ega, chunki moddalarning fizik xossalari (suyuqlanish temperaturasi, kattaligi, issiqdan kengayish koeffitsienti, mustahkamligi va hokazo) molekulalararo kuchlarga bog‘liq.

Molekulalararo kuchlar faqat tortishish kuchlari ekanligini alohida ta‘kidlab o‘tamiz. Ular kimyoviy ta‘sir kuchlaridan prinsipial farq qiladi

(kimyoviy kuchlarda tortishish va itarishish mavjud). Molekulararo ta`sir energiyasi kichikligi (0,4-4,2 kJ/mol) bilan ham kimyoviy bog`lanish energiyasi (80-1500 kJ/mol) dan keskin farq qiladi. Molekular orasida o`zaro itarilish kuchlari ham mavjud. Ularning energiyasi  $\frac{1}{r^{12}}$  ga proportsional ravishda o`zgaradi.

## § 17. BARQARORLIK HAQIDAGI HOZIRGI ZAMON DLFO NAZARIYALARI

*Tayanch so`z va iboralar: elektrolitlar aralashmalari ta`sirida bo`ladigan koagulyatsiya, DLFO nazariyasi, antagonizm, additivlik, sinergizm, kolloidlarning o`zaro koagullanishi.*

### Elektrolitlar aralashmalari ta`sirida bo`ladigan koagulyatsiya

Kolloid eritmalarga elektrolitlar aralashmasi qo`shilganda uch hol bo`lishi mumkin:

1. Bir elektrolitning koagulyatsiyalash qobiliyati ikkinchi elektrolitnikiga qo`shiladi. Bu hodisa elektrolit ta`sirining *additivligi* deyiladi. Masalan, bir zolni koagulyatsiyalash uchun birinchi elektrolitdan  $C_{0,1}$  millimol/l, ikkinchi elektrolitdan  $\frac{C_{0,1}}{2}$  millimol/l kerak bo`lsa, bu ikkala elektrolit aralashmasidan

$\left(\frac{C_{0,1}}{2} + \frac{C_{0,2}}{2}\right) \frac{\text{millimol}}{l}$  kerak bo`ladi.

2. Bir elektrolitga ikkinchi elektrolit qo`shilganda birinchi elektrolitning koagulyatsion ta`siri kuchayadi. Bu hodisa *sensibilizatsiya* deyiladi. Bunda zolga birinchi elektrolitdan  $\frac{C_{0,1}}{2}$  mmol/l qo`shilgan bo`lsa, koagulyatsiyani

vujudga keltirish uchun ikkinchi elektrolitdan  $\frac{C_{0,2}}{2}$  mmol/l emas, masalan,  $\frac{C_{0,2}}{3}$   $\frac{\text{mmol}}{l}$  qo`shish kerak bo`ladi.

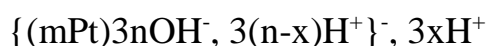
3. Bir elektrolitning koagulyatsiyalash ta`siri boshqa elektrolit qo`shilganida kamayadi. Bu hodisa *antagonizm* deb ataladi.

Yu.M. Glazman HgS gidrozolining elektrolitlar aralashmasi ta`siridan koagulyatsiyalanishini tekshirib,  $\text{LiCl}+\text{CaCl}_2$  aralashma ta`siridan *sensibilizatsiya* (yoki sinergizm),  $\text{LiCl}+\text{CoCl}_2$  aralashma ta`siridan *antagonizm*,  $\text{NH}_4\text{Cl}+\text{SrCl}_2$  aralashma ta`siridan esa *additivlik* bo`lishini kuzatdi. Zollar koagulyatsiyalanganida, ko`pincha, sensibilizatsiya va antagonizm hodisalari sodir bo`ladi. Additivlik hodisasi kam uchraydi.

### **Kolloidlarning qayta zaryadlanishi**

Kolloid eritmalarning elektrolitlar ta`siridan koagulyatsiyalanishini o`rganish natijasida kolloidlarning *qayta zaryadlanishi* deb atalgan hodisa aniqlandi. Biz bu hodisani platina zolining temir(III)-xlorid ta`siridan koagulyatsiyalanishi misolida ko`rib chiqamiz.

Platina gidrozoli manfiy zaryadli; uning tuzilishini quyidagicha tasvirlasa bo`ladi:



Ana shu zolga temir (III)-xlorid eritmasidan qo`shib boramiz. Agar qo`shilgan elektrolitning konsentratsiyasi 0,0833 mmol/l dan kam bo`lsa, zolda koagulyatsiya bo`lmaydi, u manfiy zaryadligicha qoladi. Agar qo`shilgan elektrolitning konsentratsiyasi 0,0833 mmol/l dan ortiq (masalan, 0,2222 mmol/l) bo`lsa, platina zoli batamom koagulyatsiyalanadi.

Agar qo`shilgan elektrolitning konsentratsiyasi yanada katta masalan, 0,3333 mmol/l yoki 6,667 mmol/l bo`lsa, zolda koagulyatsiya tamomila sodir bo`lmaydi. Bunda zol musbat zaryadli bo`lib qoladi, chunki koagulyatsiya chegarasidan ortiq miqdorda qo`shilgan musbat zaryadli  $\text{Fe}^{3+}$  ionlari kolloid zarracha sirtiga adsorbilanib oladi. Temir ionlari uch valentli bo`lganligi uchun adsorbsiya juda tez sodir bo`ladi. Natijada platina zolining zarrachalari musbat zaryadga ega bo`lib qoladi. Endi zol zarrachasining tuzilishini quyidagi formula bilan ifodalash mumkin:





bu erda m, n va g ma`lum sonlar. Agar qo`shilgan FeCl<sub>3</sub> ning konsentratsiyasi 16,3300 mmol/l ga etsa, zol yana koagulyatsiyalanadi va elektr maydonining hech qaysi qutbga tomon harakat qilmaydi; endi koagulyatsiya manfiy zaryadli Cl<sup>-</sup> ionlar ta`siridan vujudga keladi (2-jadval).

### 5-jadval

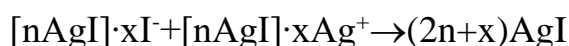
Platina zolining temir (III)-xlorid ta`sirida koagulyatsiyalanishi

FeCl <sub>3</sub> ning konsentratsiyasi, mmol/l hisobida	Koagulyatsiyaning sodir bo`lish-bo`lmasligi	Elektroforez vaqtida zolning harakati
0,0208	Sodir bo`lmaydi	Anodga tomon
0,0557	Sodir bo`lmaydi	Anodga tomon
0,0883	To`la sodir bo`ladi	Harakat kuzatilmaydi
0,2222	To`la sodir bo`ladi	Harakat kuzatilmaydi
0,3333	Sodir bo`lmaydi	Katodga tomon
6,6670	Sodir bo`lmaydi	Katodga tomon
16,3300	To`la sodir bo`ladi	Harakat kuzatilmaydi

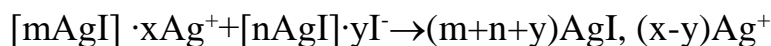
Zolga qo`shiladigan elektrolit konsentratsiyasi oshirib borilganida koagulyatsiya sodir bo`lishi bilan bo`lmasligining almashinib kelishi *koagulyatsiya zonalari*, boshqacha aytganda, *noto`g`ri qatorlar* deb ataladi.

***Kolloidlarning kolloidlar ta`siridan koagulyatsiyalanishi.*** Kolloid eritmaning qarama-qarshi zaryadli boshqa kolloid bilan ham koagulyatsiyalanishi yuqorida aytib o`tildi. Kolloidlarning kolloidlar bilan koagulyatsiyalanishi (o`zaro koagulyatsiya) ularning zaryadiga va konsentratsiyasiga bog`liq bo`ladi.

Masalan, AgI ning musbat va manfiy zollari o`rtasida (ular ekvivalent miqdorda olinganda) bo`ladigan o`zaro koagulyatsiyani quyidagi sxema bilan ko`rsatish mumkin:



Agar musbat zaryadli zoldan ortiq miqdorda qo‘shilgan bo‘lsa, zol musbat zaryadli bo‘lib qoladi va koagulyatsiyalanmaydi:



Billiter  $As_2S_3$  zoli bilan  $Fe(OH)_3$  zolining o‘zaro koagulyatsiyasini tekshirib, ularning zaryadini elektroforez yordami bilan aniqladi. 6-jadvalda bu tekshirish natijalari ko‘rsatilgan.

### 6-jadval

$As_2S_3$  va  $Fe(OH)_3$  zollarining o‘zaro koagulyatsiyasi

10 ml aralashmadagi modda miqdori (mg hisobida)		Natija	Zolning elektroforezdagi harakati
$Fe_2O_3$	$As_2S_3$		
0,61	20,30	Loyqalanadi	Anodga tomon
6,08	16,60	Tez cho‘kadi	Anodga tomon
9,12	14,50	To‘liq cho‘kadi	Harakat kuzatilmaydi
15,30	10,40	Tez cho‘kadi	Katodga tomon
24,30	4,14	Bir oz vaqtdan keyin loyqalanadi	Katodga tomon
27,40	2,07	O‘zgarish kuzatilmaydi	Katodga tomon

Kolloidlarning qizdirish ta‘siridan koagulyatsiyalanishi. Kolloid eritmalar qizdirilsa, ba‘zan tez koagulyatsiyalanadi, ba‘zan qizdirish kam ta‘sir etadi. Umuman kolloidlar qaynatilganida koagulyatsiya tezlashadi. Buning sababi shundaki, eritma qaynatilganda zolning zaryadi kamayadi, eritmada zarracha va ionlar o‘rtasidagi muvozanat buziladi; eritma qizdirilganda kolloid zarrachalar ionlarni yomon adsorbilaydi, natijada ularning zaryadi kamayadi va bunday zarrachalar bir-biri bilan uchrashib, zol koagulyatsiyalanadi.

Kolloidlarning mitsellalari ikki xil shaklda bo‘ladi:

- 1) Simmetrik mitsellalar (masalan, sharsimon mitsellalar);

2) Asimmetrik mitsellalar (masalan, tekis plastinkasimon, cho‘ziq tayoqchasimon va hokazo shakllardagi mitsellalar). Mitsellaning shakli mitsella yadrosining kristallik tuzilishiga bog‘liq bo‘ladi, chunki yadro tarkibiga kiruvchi atom yoki molekulalar ma`lum tipidagi kristallik panjaraga egadir.

Assimmetrik zarrachalardan iborat kolloid sistemalar alohida xususiyatga ega: bu sistemalar ichida to‘rsimon struktura hosil bo‘ladi.

Asimmetrik zarrachalar shu bilan farq qiladiki, ularni qurshab olgan sol`vat qobiq ya`ni erituvchi molekulalaridan iborat qobiq bir tekis taqsimlangan emas: zarrachaning bir qismi ko‘proq, bir qismi esa kamroq solvatlangan bo‘ladi. Zarrachalar o‘zaro to‘qnashganda ular o‘zlarining kamroq solvatlangan qismlari bilan bir-birini tortadi. Ana shunday tortishuv natijasida sistemada xuddi ko‘pikka o‘xshash to‘rsimon struktura hosil bo‘ladi.

### **Koagulyatsiyaga oid eng muhim qoidalar**

“Koagulyatsiya qoidalari” deyiladigan qonuniyatlar quyidagilardan iborat:

1. Zolga ma`lum miqdor elektrolit qo‘shilganida kolloid sistemalar koagulyatsiyalanadi.

2. Har qaysi kolloid eritma “koagulyatsiya chegarasi” deb ataladigan miqdordagi elektrolit ta`siridan koagulyatsiyaga uchraydi.

3. Koagulyatsiya kolloid sistemaning “izoelektrik holatiga” yaqin sharoitdan boshlab sodir bo‘ladi.

4. Kolloid zarracha ishorasiga qarama-qarshi zaryadli ion koagulyatsiyani paydo qiluvchi ion hisoblanadi.

5. Ionlarning valentligi ortishi bilan koagullash ta`siri kuchayadi. Bu munosabat Schul`se-Gardi qoidasiga bo‘ysunadi. Agar bir valentli ionning koagulyatsiyalash chegara konsentratsiyani bir deb ( $C_{el}^+ = 1$ ) qabul qilsak,  $As_2S_3$  zoli uchun Schul`se-Gardi qoidasi quyidagi nisbat shaklida yoziladi:

$$C_{el}^+ : C_{el}^{2+} : C_{el}^{3+} = 1 : \frac{1}{70} : \frac{1}{500}$$

bu erda  $C_{el}^+$ ,  $C_{el}^{2+}$  va  $C_{el}^{3+}$  elektrolit eritmasidagi bir, ikki va uch valentli ionlarning zolini koagulyatsiyalash chegarasiga muvofiq keladigan konsentratsiyalari. Ionning valentligi oshganida uning zolni koagulyatsiyalash taʼsirining kuchayishini yuqori valentli ionlar taʼsirida kolloid zarrachalardagi qoʻsh elektr qavatning siqilish effekti ortishi bilan izohlash mumkin.

7-jadvalda turli elektrolit eritmalari taʼsiridan  $As_2S_3$  zolining turli koagulyatsiya chegarasi qiymatlari Freyndlix ishi asosida keltirilgan.

### 7-jadval

$As_2S_3$  zolining koagulyatsiyalanish chegaralari

Elektrolit	$\gamma$ (mmol/l)	Elektrolit	$\gamma$ (mmol/l)
CH <sub>3</sub> COOK	110,0	BaCl <sub>2</sub>	0,69
LiCl	58,0	ZnCl <sub>2</sub>	0,68
NaCl	51,0	CaCl <sub>2</sub>	0,65
KNO <sub>3</sub>	50,0	UO <sub>2</sub> (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	0,64
KCl	49,5	SrCl <sub>2</sub>	0,68
HCl	31,0	Al(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	0,095
MgSO <sub>4</sub>	0,81	AlCl <sub>3</sub>	0,093
MgCl <sub>2</sub>	0,71	Ce(NO <sub>3</sub> ) <sub>3</sub>	0,080

### DLFO nazariyasi

1941 yilda Deryagin, Londau, Fervey – Overbek (DLFO) koagulyatsiyaning fizik nazariyasini yaratdilar. Unga koʻra koagullanish ikki kuchga bogʻliq: molekulyar tortilish va elektrostatik itarish kuchlariga bogʻliq.

Bu ikki kuch ikki kolloid zarracha orasidagi yupqa suyuqlik qavatida birlashib taʼsir etib, «yoruvchi bosimni» vujudga keltiradi.

Agar ularning taʼsirlashuvi natijasida musbat yoruvchi bosim paydo boʻlsa, bu bosim zarrachalarining bir-biri bilan birlashib ketishiga yoʻl qoʻymaydi, binobarin koagullanish sodir boʻlmaydi. Agar manfiy yoruvchi

bosim paydo bo'lsa, zarrachalar orasidagi suyuqlik qavati torayib zarrachalar bir- biri bilan birlashib ketadi va koagulyatsiya sodir bo'ladi.

Elektrolit ta'sirida koagullanishda ikki holat kuzatiladi:

*Neytrallanish koagullanishi:* bunda koagullanish kolloid zarrachaning zaryadsizlanish va  $\phi$  potentsialni kamayishi natijasida.

*Kontsentratsion koagullanish:* bunda qo'sh elektr qavatning siqilishi natijasida sodir bo'ladi.

Kolloid zarrachalarning elektr potentsiali o'rtacha qiymatga ega bo'lgan hollarda elektrolit ionining koagullash chegarasiga bog'liq ravishda o'zgaradi va quyidagi formulani taklif qilindi:

$$v = C \cdot \frac{\varepsilon(KT)^5}{A^2 e^6 z^6}$$

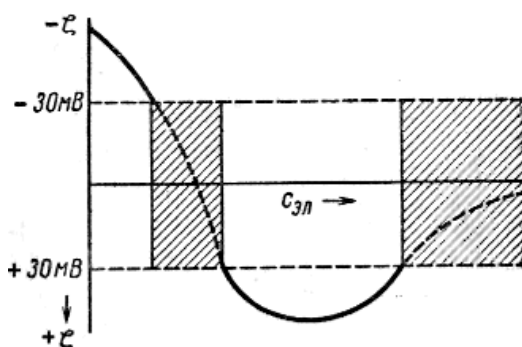
bu erda A- tortishish konstantasi, C- konstanta, e- elektron zaryadi,  $\varepsilon$ - erituvchining dielektrik konstantasi, z- ionning zaryadi. v- koagullanish chegarasi.

DLFO nazariyasiga muvofiq Shul'tse–Gardi qoidasi quyidagi nisbat ko'rinishini oladi:

$$S_{el}^+ : S_{el}^{2+} : S_{el}^{3+} = 1 : 1 : 1 \text{ yoki}$$

$$S_{el}^+ : S_{el}^{2+} : S_{el}^{3+} = 729 : 11 : 1 \frac{\text{ммоль}}{\text{л}}$$

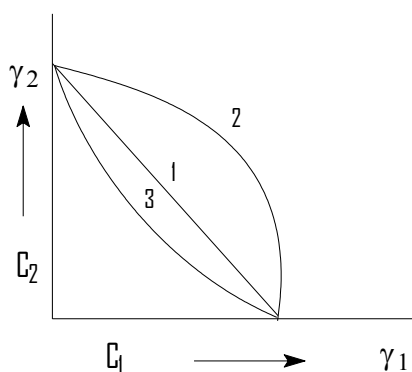
Dispers sistemalarning elektrolitlar ta'sirida koagullanishini o'rganish natijasida zarrachalarning qayta «zaryadlanishi» deb atalgan hodisa aniqlandi. Shu bilan birga zolga qo'shilayotgan elektrolit kontsentratsiyasiga bog'liq koagullanish sodir bo'lishi bilan bo'lmasligining almashinib kelishi, ya'ni koagullanish zonalari, boshqacha aytganda noto'g'ri qatorlar deb nomlanuvchi jarayonlarning mavjudligi ko'rsatildi (23-rasm)



**23-rasm. Barqarorlik zonalarining oralab o'zgarish sxemasi.**

Koagulanish bir necha xil elektrolitlar aralashmalari ta'sirida ham vujudga keladi va uch hil bo'lishi mumkin.

1. Bir elektrolitning koagullash qobiliyati ikkinchi elektrolitnikiga qo'shiladi. Bu hodisa elektrolit ta'sirining «additivligi» deyiladi.
2. Bir elektrolit ikkinchi elektrolit ta'sirini kuchaytiradi, bu hodisa «sinergizm» yoki «sensibilizatsiya» deyiladi.
3. Bir elektrolitning koagullash ta'siri ikkinchi elektrolit qo'shilganda kamayadi, ya'ni antogonizm hodisasi vujudga keladi (24-rasm).



Zollar koagullanganda ko'pincha antogonizm va sinergizm hodisalari sodir bo'ladi, additivlik esa kamroq uchraydi.

**24-rasm. Elektrolitlar aralashmalari ta'siridagi koagullanish.**

Ma'lumki dispers sistemalarning faqat elektrolitlar ta'sirida koagullanmasdan balki kolloid eritmaga qarama - qarshi zaryadli boshqa kolloid qo'shilganda ham koagullanish jarayoni vujudga keladi, ya'ni «o'zaro koagullanish» uchraydi. Temperatura ta'sirida koagullanish tez o'zgaradi, chunki eritma qaynaganda zolning zaryadi kamayadi va zarrachalar birikib koagullanadi. Umuman dispers sistemalarning barqarorligi va koagulyatsiya

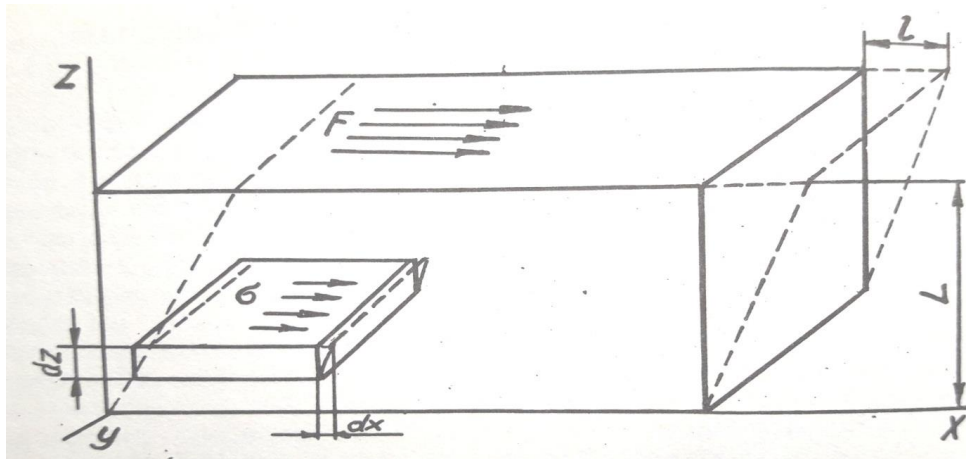
nazariy va amaliy jihatdan kolloid kimyoning markaziy muammolari bo'lib hisoblanadi.

## **§ 18 DISPERS SISTEMALARNING STRUKTUR-MEXANIK**

### **XOSSALARI**

*Tayanch so'z va iboralar: Elektrolitlar, Reologiyaning asosiy tushuncha va qonunlari, dispers sistemalarning reologik xossalari va ularda strukturalar hosil bo'lishi.*

Reologiya materiallarning deformatsiyalanish xossalari, deformatsiya bilan kuch, deformatsiya bilan vaqt orasidagi mavjud qonuniyatlar haqidagi fandir. Reologik xossalar jumlasiga qovushoqlik, elastiklik, mustahkamlik va boshqa xossalar kiradi. Reologiyaning vazifasi oddiy (suyuq va qattiq) hamda murakkab materiallarga tashqaridan kuch berilganda ularning reologik xossalari orasida qanday bog'lanish borligini ko'rsatishdan iborat. Kolloid kimyoda reologiya metodlaridan dispers sistemalarning strukturasini va qovushoqlik-oquvchanlik xossalarini bayon qilishda foydalaniladi. Kolloid sistemalarda qo'sh elektr qavatning potentsial qiymati ham, uning holati ham kolloid sistema moddalarning tarkibiga qarab o'zgaradi. Kolloid sistemalarning strukturasini, binobarin ularning reologik xossalari zarrachalararo ta'sir etuvchi kuchlarga, zarrachalar konsentratsiyasiga va ko'pincha, kolloid eritmaning yangi-eskiligiga bog'liq bo'ladi. Shuning uchun ham sirt hodisalar haqidagi ta'limot va dispers sistemalarning barqarorlik nazariyalari bilan tanishib o'tilganidan keyingina kolloid sistemalarning reologik xossalarini o'rganish maqsadga muvofiqdir. Jism shaklining biror kuch ta'sirida o'zgarishi deformatsiya deb yuritiladi.



**25-rasm. Siljish deformatsiyasi.**

25-rasmda tasvirlangan parallelepiped shaklidagi jismga urinma bo‘ylab kuch  $F$  ta‘sir etganida uning ustki (sirti  $s$  bo‘lgan) qirrasida siljish deformatsiyasi yuzaga chiqadi. Kuch  $F$  ning sirt  $s$  ga nisbati  $\tau = \frac{F}{s}$  siljish kuchlanishi deb

ataladi. Nisbiy deformatsiya  $v = \frac{l}{L}$  bilan ifodalanadi. Uning qiymati jism

ichidagi hajm elementining nisbiy siljishi  $\frac{dx}{dz}$  ga teng;  $v = \frac{dx}{dz}$ . Guk qonuniga muvofiq *elastik jismdagi deformatsiya jismga ta‘sir etgan siljish kuchlanishiga to‘g‘ri proporsionaldir:*

$$v = k \cdot \tau \text{ yoki } \tau = G \cdot v.$$

bu erda  $k$ -proporsionallik koeffitsienti,  $G = \frac{1}{k}$  lar elastiklik (yoki YUng) moduli deb ataladi. *Elastik deformatsiya qaytar xarakterga ega:* jismga kuch berilishi to‘xtatilganida jism o‘zining eski shakliga keladi, ya‘ni  $\tau=0$  bo‘lganda deformatsiya ham nolga teng bo‘ladi.  $G$  ning qiymati ayni jism moddasining tashqaridan beriladigan kuchlanish ta‘siriga ko‘rsatadigan qarshilik qobiliyatini xarakterlaydi. Agar  $G=0$  bo‘lsa, jism tashqi kuchlanishga hech qanday qarshilik ko‘rsatmaydi. Bu holda jismga berilgan kuchlanish ( $\tau$ ) nolga teng bo‘lmasa, jismda deformatsiya ro‘y beradi va u vaqt o‘tishi bilan kattalashuvi mumkin. Bu



sharoitda material moddasi oqa boshlaydi, boshqacha aytganda, jism suyuqlik xossasiga ega bo'lib qoladi. Bunday sharoitda nisbiy deformatsiya  $\gamma$  materialning holatini belgilamaydi. Endi material holatini xarakterlovchi kattalik sifatida modda harakati (oqish) tezligining uzunlik bilan o'zgarishi-tezlik gradienti  $\gamma = \frac{du}{dx}$  ahamiyatga ega bo'lib qoladi.

*I. N'yuton qonuniga muvofiq, tashqi kuch ta'sirida vujudga kelgan kuchlanish siljish tezligi gradientiga proporsional bo'lib, suyuqlik qavatlar orasidagi qovushoqlikni engish uchun sarflanadi:*

$$\tau = \eta \cdot \gamma \text{ yoki } \tau = \eta \frac{du}{dx}$$

bu erda  $\tau = \eta \cdot \gamma$  suyuqlikning qovushoqligi (yoki ichki ishqalanishi).

Moddalarning qovushoqligi bir-biridan keskin farq qiladi. Masalan, suvning qovushoqligi 20<sup>0</sup>S da 10<sup>-2</sup> puazga ( $\tau$  [CM<sup>1</sup> c/Γa yoki 10<sup>-3</sup> Pa·s ga teng. Qattiq jismlarning qovushoqligi 10<sup>15</sup>-10<sup>20</sup> Pa·s ga qadar katta bo'lishi mumkin.

## **§ 19. KOLLOID SISTEMALARDA HOSIL BO`LADIGAN STRUKTURALAR VA ULARNING XOSSALARI**

*Tayanch so'z va iboralar: Elektrolitlar, Reologiyaning asosiy tushuncha va qonunlari, Dispers sistemalarning reologik xossalari va ularda strukturalar hosil bo'lishi*

Dispers sistemalarning struktura-mexanik xossalari, yuqorida aytib o'tilgandek, ayni sistemani hosil qiluvchi moddalarning kimyoviy tabiatiga, agregat holatiga, zarrachalarning konsentratsiyasiga, ularning shakliga, dispersion muhit zarrachasi bilan dispers faza zarrachasi orasidagi molekulyar va elektrostatik o'zaro ta'sir kuchlariga bog'liq. Agar dispers faza zarrachalari bir-biri bilan bo'sh bog'langan bo'lsa, dispersion muhitning mexanik xossalari dispers faza ishtirok etishidan kam o'zgaradi. SHunga ko'ra barcha dispers

sistemalar: 1) strukturalangan va 2) strukturalanmagan sistemalar deb ikki turkumga bo‘linadi. Strukturalanmagan sistemalar jumlasiga odatdagi suyultirilgan zollar, suspenziya va emulsiyalar kiradi. Bu sistemalar mexanik mustahkamlikka ega emas. Lekin ularning qovushoqligi toza dispersion muhit moddasining qovushoqligidan salgina ortiq: uni Eynshteyn tenglamasi

$$\eta = \eta_0 \cdot (1 + k\varphi)$$

bu erda:  $\varphi$ -dispers fazaning hajmiy konsentratsiyasi,  $\varphi = \frac{v}{v_0}$  bunda:  $v$ -dispers faza zarrachalarining hajmi,  $v_0$ -dispersion muhit hajmi,  $\eta_0$ -muhit qovushoqligi,  $k$ -zarracha shakliga bog‘liq bo‘lgan koeffitsient. Sferik zarrachalar uchun  $k$  ning qiymati 2,5 ga teng. Dispers sistema qovushoqligining dispers faza konsentratsiyasiga proporsional ekanligi yuqoridagi tenglamadan ko‘rinib turibdi.

Strukturalangan sistemalar (masalan, konsentrlangan suspenziya, konts. zol’, konts. emulsiya, anizodiametrik zarrachalardan tuzilgan dispers sistema, uzunchoq makromolekulalar eritmaları) elastiklik va plastiklik xossalar namoyon qiladi. Bu sistemalarda dispers faza zarrachalari molekulalararo kuchlar hisobiga, sol‘vat qavatlar orqali fazalarning o‘zaro yondashishi orqali bir-biri bilan bog‘lanib, butun sistema hajmiga tarqaladigan yagona umumiy struktura hosil qiladi. Polimerlarning eritmaları Eynshteyn qonuniga bo‘ysunmaydi.

P.A. Rebinder ta‘limotiga ko‘ra, tutunish kuchlari tabiatiga qarab, barcha strukturalar ikki turkumga bo‘linadi:

- 1) koagulyatsion strukturalar;
- 2) kondensatsion-kristallizatsion strukturalar.

Koagulyatsion strukturalar koagulyatsiya jarayoni vaqtida zarrachalarning suyuq qavatlar orqali Van-der-Vaal’s kuchlari hisobiga bir-biri bilan tortishuvi natijasida vujudga keladi. Koagulyatsion strukturalar hosil bo‘lishining asosiy

sharti – sirtning bir jinsli emasligi, zarrachalarning liofillashgan sirtlarida nisbatan liofob sohalarning (polimerlarning eritmalarida gidrofob sohalari) bo‘lishidir. Ana shunday sohalarda strukturaning dastlabki zvenolari-*nuqtaviy kontaktlar* paydo bo‘la boshlaydi. Nuqtaviy kontaktlar zarrachaning chekkalarida paydo bo‘ladi, chunki zarracha chekkalarida qattiq fazaning kuch maydoni zaiflashgan bo‘ladi. Nuqtaviy kontaktlarning paydo bo‘lishiga ayniqsa, anizometrik shakldagi uzunchoq yoki zanjirsimon zarrachalar ( $V_2O_5$  zoli, uzunchoq polimerlar eritmaları) yaxshi sharoit yaratadi. Nuqtaviy kontaktlar o‘zaro birlashib, strukturalar hosil qiladi. Bunday jarayon hatto o,1% dispers fazasi bo‘lgan sistemalarda ham amalga oshadi.

Sistemaga sirtni modifikatsiya qiluvchi moddalar (sirt-aktiv moddalar yoki elektrolitlar) qo‘shish yo‘li bilan sistemaning xossalarini o‘zgartirib, strukturalar hosil bo‘lishini kuchaytirish yoki susaytirish mumkin. Masalan, suvda hosil qilingan dispers sistemaga elektrolit qo‘shilganda zarracha sirti qisman degidratlanib, strukturalanish kuchayadi. Elektrolitlardan yana ortiqcha miqdorda qo‘shilganda zarrachalar sirti batamom degidratlanadi, natijada zol koagulyatsiyaga uchraydi va strukturalar hosil bo‘lmay qoladi. Elektrolit miqdorining keskin ko‘payishi ba‘zan strukturalar hosil bo‘lishiga yordam beradi.

Agar dastlabki sistemadagi zarrachalar amorf tuzilishga ega bo‘lsa, bunday dispers sistemalarda (metastabil eritma yoki qotishmalarda) kondensatsiya tufayli yangi faza ajralib chiqishi hisobiga hosil bo‘ladigan strukturalar *kondensatsion strukturalar* deb ataladi. Kristall zarrachalardan iborat dispers sistemalarda sodir bo‘ladigan strukturalar *kristallizatsion strukturalar* deyiladi. Agar strukturalanish ayni sistemadagi zarrachalarning bir-biri bilan bevosita qo‘shilishi hisobiga sodir bo‘lsa, sistemaning avvalgi va keyingi mexanik xossalarida deyarli o‘zgarish yuz bermaydi.

Turmushda ishlatiladigan ko‘pchilik qattiq materiallar kondensatsion-kristallizatsion strukturalarga ega. Bular jumlasiga metallar, kulollik buyumlari,

beton va hokazolar kiradi. Sanoatning xom ashyo va oraliq mahsulotlari ko‘pincha, suyuq va quyuk moddalardan iborat bo‘lib, ular koagulyatsion strukturalarga ega. Xom ashyo va oraliq mahsulotlardan asosiy buyum tayyorlash jarayonida koagulyatsion strukturalar kondensatsion – kristallizatsion strukturalarga aylanib ketadi.

Moddalarni reologik xossalari asosida ham sinflarga bo‘linishi mumkin. Shunga ko‘ra, barcha haqiqiy jismlar *suyuqsimon* ( ya`ni oqishi uchun berilishi kerak bo‘lgan kuchlanishning qiymati nolga teng) va *qattiqsimon* (ya`ni oqishi uchun berilishi kerak bo‘lgan kuchlanishning qiymati noldan katta) moddalarga bo‘linadi. Suyuqsimon moddalar *n’yutoncha suyuqlik* va *non’yutoncha suyuqliklar* deb ikki turkumga ajratiladi.

N’yutoncha suyuqlik N’yuton qonuniga bo‘ysunadi; ularning qovushqoqligi siljitivchi kuchlarga bog‘liq emas va o‘zgarmasdir. Non’yutoncha suyuqliklar N’yuton qonuniga bo‘sunmaydi; ularning qovushqoqligi siljitivchi kuchlanishi o‘zgarishi bilan o‘zgaradi, bular ham o‘z navbatida statsionar va nostatsionar suyuqliklarga bo‘linadi: statsionar suyuqliklarning reologik xossalari vaqt o‘tishi bilan o‘zgarmaydi; nostatsionar suyuqliklarning reologik xossalari vaqt o‘tishi bilan o‘zgarib ketadi.

*Kuchlanishning relaksatsiya vaqti (davri) haqida tushuncha.* Moddiy sistemalarning molekulari yoki boshqa struktura birliklari harakatchanlik bilan tavsiflanadi. Ular bir-biriga nisbatan siljiy oladi. Shu sababli jismda deformatsiya tufayli vujudga kelgan kuchlanish jismdan yuk olib tashlanganidan so‘ng kamayib ketadi. Kuchlanishning ma`lum vaqt ichida tarqalib yo‘qolib ketish hodisasi *relaksatsiya* deb ataladi. Relaksatsiya zarrachalarning issiqlik (broun) harakati tufayli sodir bo‘ladi; shuning uchun bu hodisa barcha moddalarda uchraydi. Maksvell bu hodisani elastik qovushqoq jismlarda o‘rganish natijasida quyidagi tenglamani chiqarishga muvaffaq bo‘ldi:

$$\frac{d\tau}{dt} = G \frac{d\gamma}{dt} - \frac{\tau}{\tau^*}$$

Bu tenglamadagi  $\tau^*$  relaksatsiya vaqti yoki *relaksatsiya davri* deb ataladi. Maksvellning bu tenglamasidan o'zgarmas temperaturadagina foydalanish mumkin. Agar jismning deformatsiyalanishini bir qiymatda o'zgarmas bo'lishiga ( $d\gamma=0$ ) erishsak,  $\frac{d\gamma}{dt} = 0$  bo'ladi. U holda Maksvell tenglamasi quyidagi shaklni oladi:

$$\frac{d\tau}{dt} + \frac{\tau}{\tau^*} = 0$$

Bu tenglama integrallanganda quyidagi formula kelib chiqadi:

Kolloid sistemalarda struktura hosil bo'lishida quyidagi struktur - mexanik xossalarni namoyon bo'ladi: qovushqoqlik, plastiklik, mustahkamlik. Bu xossalarga reologik xossalarni deyiladi (reologiya – bu materiallarning oquvchanligi yoki deformatsiya haqidagi fan).

Kolloid sistemalarning strukturasi zarrachalararo ta'sir kuchlariga, zarrachalar konsentratsiyasiga, dispers faza va muhit tabiatiga bog'liq. Dispers faza zarrachalari bir-biri bilan bog'lanishiga ko'ra ikkiga bo'linadi:

**Strukturlanmagan sistemalar:** suyultirilgan zollar, suspenziya, emulsiyalar kiradi. Ular mexanik mustahkamlikka ega emas.

**Strukturlangan sistemalar:** konsentrlangan suspenziyalar, zollar, emulsiyalar kiradi va ular elastiklik, plastiklik xossalarini namoyon qiladi.

Rebinder ta'limotiga ko'ra kolloid sistemadagi strukturalar ikki turkumga bo'linadi:

- 1) Koagulyatsion struktura;
- 2) Kondensatsion–kristallizatsion struktura.

**Koagulyatsion struktura** – kolloid sistemalarning agregativ barqarorlikning kamayishi natijasida, zarrachalar butunlay barqarorligini yo'qotganida cho'kmalar hosil bo'lishiga asoslanadi (koagel', koagulyant).

Zarrachalararo agregativ barqarorlik qisman kamaysa fazoviy struktura hosil bo'ladi. Bunday struktura sistemaning butun hajmini egallab fazalararo

dispersion muhit saqlanadi. Bunda hosil bo‘lgan gel’ning mustahkamligi kichik bo‘lib, u plastiklik, elastiklik xossalarini namoyon qiladi. Anizodiametrik shaklga ega zarrachalarning konsentratsiyasi ortishi bilan gel hosil bo‘lishi va uning mustahkamligi oshadi. Temperatura oshishi bilan gel hosil bo‘lishi kamayadi, yuqori temperaturada esa gelning strukturasi buziladi. Koagulyatsion strukturalarda tiksotropiya hodisasi kuzatiladi, ya`ni hosil bo‘lgan strukturalar mexanik ta`sir ostida buzilib, yana vaqt o‘tishi bilan o‘z holiga qaytishidir. Koagulyatsion strukturaga ega sistemalar vaqt o‘tishi bilan o‘z hajmini kichraytiradi, ya`ni dispersion muhitni siqib chiqara boshlaydi. Bu hodisaga *sinerezis* deyiladi va hosil bo‘lgan quruq gel’ kserogel’ deyiladi.

**Kondensatsion–kristallizatsion strukturalar** zarrachalararo kimyoviy ta`sirlar natijasida (kondensatsion struktura) yoki kristall zarrachalardan iborat yangi faza (kristaliz struktura) hosil bo‘lishiga asoslanadi. Bunday strukturalar qattiqsimon – sinuvchan tiksotropiya xossalarini namoyon qilmaydi. Kondensatsion strukturalar ko‘pchilik qattiq materiallar, qotishmalar, kulolchilik buyumlar, beton va hokazolar hosil qiladi.

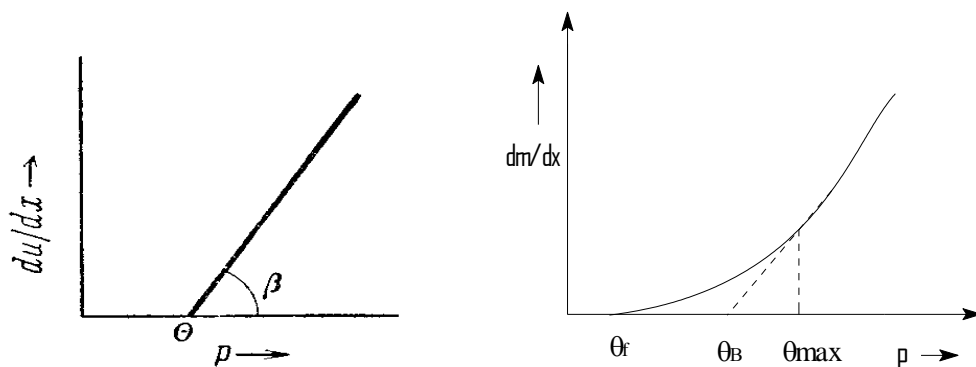
Dispers sistemalarning bosim o‘zgarishi bilan o‘zgaradigan qovushqoqligiga struktur qovushqoqlik deyiladi. Sababi eritmada hosil bo‘ladigan ichki struktura suyuqlikning oqishini qiyinlashtiradi.

Moddalar plastik holatda ham bo‘lishi mumkin. Bunday moddalar ma`lum kuch ta`siridan so‘ng asl shakliga kelmaydi. Unda qoldiq deformatsiya hosil bo‘ladi. Shvedov – Bingam qoidasiga muvofiq tashqaridan berilayotgan kuchlanish plastik oqish uchun zarur bo‘lgan chegara qiymatga tenglashguncha plastik oqish sodir bo‘lmaydi.  $\eta'=(P-\theta)/(du/dx)=ctg\beta$  bo‘lganda plastik oqish boshlanadi va quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$P-\theta=\eta'(du/dx)$$

$\eta^*$  - plastik qovushqoqlik;  $(du/dx)$  – tezlik gradienti,  $\theta$ - siljish kuchlanishi. R- deformatsiya kuchi.

Ko'pchilik kolloid sistemalar uchun  $du/dx$  ni  $P$  ga bog'liqlik egrisi quyidagicha, ya'ni strukturalar sekinlik bilan buziladi .



**26-rasm. Plastik sistemalar uchun Bingam bo'yicha  $du/dx$  ni  $R$  ga bog'liqligi.**  
**27-rasm. Plastik sistemalarning  $du/dx$  ni  $R$  ga bog'liqligi.**

$\theta_f$ - oquvchanlikni boshlanishi yoki oquvchanlikning kichik qiymati;  $\theta_v$ - Bingam bo'yicha;  $\theta_{max}$ - oquvchanlikning yuqori qiymati, bunda struktura to'liq buziladi.

Bingam suyuqliklarining oqish egrisi to'g'ri chiziqdan iborat bo'lib, abtsissa o'qini burchak bilan kesadi. Bu kesma  $\theta_f$  - bilan belgilanadi. Bingam tenglamasiga bo'ysunmaydigan jismlar, surilish kuchlanishi  $\theta$  dan kam bo'lganda oqmaydi va bu oraliqda ular qattiq jism deb hisoblanadi. Shuning uchun  $\theta$  maksimal boshlang'ich surilish kuchlanishi deyiladi.  $R > 0$  bo'lganda jism o'zini suyuqlikdek tutib, Bingam turg'unligi yoki plastik qovushqoqlik kabi oqadi.

Moddalarni reologik xossalari asosida barcha haqiqiy jismlar suyuqsimon (ya'ni oqishi uchun berilishi kerak bo'lgan kuchlanishning chegara qiymati nol'ga teng) va qattiqsimon (kuchlanish qiymati nol'dan katta) moddalarga bo'linadi.

Suyuqsimon moddalar N'yutoncha suyuqliklar deyiladi va ular N'yuton qonuniga bo'ysunadi. Ularning qovushqoqligi siljituvchi kuchlanishga bog'liq

emas va o'zgaras. N'yuton qonuniga bo'ysunmaydigan suyuqliklarning qovushqoqligi siljish kuchlanishi o'zgarishi bilan o'zgaradi.

## § 20. DISPERSION MUHITI GAZ, SUYUQ VA QATTIQ MODDADAN IBORAT BO'LGAN KOLLOID SISTEMALAR

*Tayanch so'z va iboralar:* Sinerezis hodisasi, gellar, emulsiyalar, aerozollar, suspenziyalar, tuproq kolloidlari.

Dispers faza zarrachalarining katta-kichikligi oddiy mikroskopda ko'rinadigan dispers sistemalar mikroeterogen sistemalar deyiladi.

Mikroeterogen sistemalar tabiatda, qishloq xo'jaligida, oziq-ovqat sanoatida va boshqa sohalarda keng tarqalgan.

**Emulsiyalar** bir-biri bilan aralashmaydigan ikki suyuqlikdan tashkil topgan mikroeterogen sistemalardir. Emulsiya hosil bo'lishi uchun suyuqliklar bir-birida juda oz erishi kerak. Masalan emulsiya hosil qiluvchi suyuqliklardan biri sifatida suv olinsa, oz eriydigan suyuqlik shartli ravishda "moy" deb ataladi. Suyuqliklarning qaysi biri dispers faza bo'lishiga qarab, ular ikki turga bo'linadi. Birinchi tur emulsiyalarga, agar "moy" tomchilari suv ichida tarqalgan bo'lsa, moyning suvdagi (M/S) emulsiyasi deyiladi, ikkinchi tur emulsiyalarga, agar suv tomchilari "moy" ichida tarqalgan bo'lsa, suvning moydagi (S/M) emulsiyasi deyiladi.

Agar emulsiyada dispers fazaning miqdori 0,1% ni tashkil etsa, ularni **suyultirilgan emulsiyalar** deyiladi. Dispers faza miqdori 74% gacha bo'lsa, kontsentrlangan, 74% dan ortiq bo'lsa, o'ta **kontsentrlangan emulsiyalarga** bo'linadi. Vaqt o'tishi bilan dispers faza tomchilari bir-biri bilan birlashib, ikki qavtga ajralishi **koalestsentsiya** deyiladi.

Barqaror emulsiyalar hosil qilish uchun sistemaga suyuqliklarning sirt tarangligini kamaytiruvchi, suyuqliklar sirtida mustahkam parda hosil qilib dispers faza zarrachalarini bir-biri bilan yopishib ketishiga yo'l qo'ymaydigan uchinchi modda-emul'gatorlar qo'shish kerak. emulgator sifatida ishlatiladigan



sirt-aktiv moddaning tarkibida gidrofil va gidrofob gruppalar bo'lishi kerak. Kuchli gidrofil' xususiyatga ega emul'gator M/S tipidagi emulsiyalar olish uchun xizmat qiladi. Girofob xossaga ega bo'lgan emul'gatorlar S/M tipidagi emulsiyalar olishda ishlatiladi.

Bir tipdagi emulsiyaning ikkinchi tipdagi emulsiyaga o'tish hodisasi emulsiya fazalaring almashinuvi deyiladi.

Qattiq dispers faza va suyuq dispersion muhitdan iborat dag'al dispers sistemalar **suspenziyalar** deyiladi.

Suspenziya va emulsiyalar kolloid eritmalaridan quyidagi xossalari bilan farq qiladi;

a) suspenziya bilan emulsiya optik jihatdan bir jinsli emas, sedimentatsion beqaror;

b) suspenziya bilan emulsiya ikki va uch qavatga bo'linishi va ularning tarkibiy qismlari bir-biridan ajralishi mumkin. Dispers sistemalarning bu xossalariidan foydalanib texnologiyada bir modda boshqa moddalardan ajratib olinadi.

Emulsiyalar ma'lum qovushqoklikka ega, ularning qovushqoqligi dispers faza konsentratsiyasiga, dispresion muhit tabiatiga va boshqa omillarga bog'liq ravishda o'zgaradi.

Tabiatda va sanoatda ko'p uchraydigan dispers sistemalariga **kukunlar** kiradi. Ular jumlasiga chang holiga qadar maydalangan ko'mir (chang holatidagi yoqilg'i), qurum, turli qurilish materiallarini kiritish mumkin. Kukun zarrachalari bir biriga yopishib mushtlashib (yiriklashib) qolishi ham mumkin. Kukunlarning yiriklashib granulalar holatiga o'tishida sistemalarning sirt energiyasi kamayadi, shu sababli granulyatsiya hodisasi o'z-o'zicha sodir bo'ladigan hodisalar jumlasiga kiradi. Lekin kukun qo'llanganda bu jarayon aktivlashadi, chunki uning natijasida katta qovushqoqlikka ega bo'lgan chegara qavat paydo bo'lganida zarrachalar orasidagi o'zaro adgezion ta'sir kuchayib zarrachalar bir-biri bilan birlashib ketadi.

Dispers muhit suyuq emas qattiq moddadan iborat bo'lgan ul'tramikroeterogen sistemalar **qattiq zollar** deb ataladi. Bunday dispers sistemalarning dispers fazasi gaz, suyuqlik va qattiq moddalardan iborat bo'lishi mumkin. Dispersion muhiti qattiq va dispers fazasi gazdan iborat bo'lgan sistemalar **qattiq ko'piklar** deb ataladi. Bunda gaz puffakchalarining katta kichikligiga qarab qattiq ko'piklar mikroeterogen, makroeterogen yoki dag'al dispers sistemalar shaklida bo'ladi.

Qattiq dispersion muhitli va suyuq dispers fazali sistemalar **qattiq emulsiyalar** deyiladi.

Dispers sistemalarning alohida bir turiga **yarim kolloidlar** mansubdir. Yarim kolloiddarning asosiy xususiyati shundaki, bu sistemalar ko'p suyultirilganda chin eritma xossalariga ega bo'lib qoladi, lekin moddaning konsentratsiyasi ortib xarorat pasaytirilsa, eritmada mitsellalar hosil bo'ladi. Yarim kolloidlar, molekulalar va turli disperslik darajasiga ega bo'lgan mitsellalar borligi uchun polidispers sistemalar hisoblanadi.

Ko'pchilik yarim kolloidlar elektrolitlar bo'lib, ular yakka ionlarga va assotsilangan (murakkab) ionlarga ajrala oladi. Agar yarim kolloidlarning assotsilangan ioni anion bo'lsa, bunday yarim kolloidlar anion-faol yarim kolloidlar deyiladi. Agar assotsilangan ion kation bo'lsa u holda kation-faol yarim kolloidga ega bo'lamiz. Masalan, sovun eritmasi anion-faol yarim kolloid, alkolloidlarning eritmaları esa kation-faol yarim kolloidlardir. Yarim kolloidlar nixoyatda yaxshi emul'gatorlar hisoblanadi.

Suyuqlik yoki qattiq jism zarrachalarining gaz muhitida (masalan, havoda) tarqalishi natijasida hosil bo'lgan mikroeterogen dispers sistemalar **aerozollar** deb ataladi. Barcha aerozollar tabiiy va texnik aerozollar deb ikkiga bo'linadi. Tabiiy aerozollar yer atmosferasida sodir bo'ladigan turli tuman jarayonlar natijasida kelib chiqadi. Texnik aerozollar insonning ishlab chiqarish faoliyati tufayli paydo bo'ladi. Sanoatda paydo bo'ladigan aerozollar, ko'pincha inson salomatligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi va tabiatga ham zarar etkazadi. Shu

sababli texnik aerozollarni yo‘qotish ilm va fan hamda jamiyat oldida turgan aktual masalalardan biri bo‘lib xisoblanadi. Lekin qishloq xo‘jaligida ekinlarga sepiladigan, sanoatda bo‘yoq sifatida ishlatiladigan sun‘iy aerozollar ko‘pchilik holda mehnat unumdorligini oshiradi. Masalan, sun‘iy aerozollar ba‘zi kasalliklarni ingalyatsiyalash yo‘li bilan davolashda qariyb 100 yildan beri ishlatilib kelinadi.

Aerozollar ham xuddi boshqa dispers sistemalar singari disperslash va kondensatlash usullari bilan hosil qilinadi.

Aerozollarni suyuq kolloid sistemalardan ajratib turadigan asosiy ko‘rsatkichi shundan iboratki, gaz muhitda molekularning erkin harakat uzunligi aerazol dispers faza zarrachalari diametridan katta bo‘lishi mumkin.

Aerozollar ham ma‘lum elektrokinetik xossalarga ega. Chunki qutbli suyuqlik havoda sachratilganida uning mayda tomchilari havodagi manfiy yoki musbat ionlarni ham o‘ziga olib, tomchi musbat yoki manfiy zaryadli bo‘lib qoladi.

Aerozollar optik hossalari jihatidan liozollar bo‘ysungan qonunlarga bo‘ysunadi. Aerozollarning dispersion muhiti bilan liozollarning dispersion muhiti zichligi va yorug‘likni sindirish koeffitsenti jihatidan bir-biridan keskin farq qiladi.

Aerozollar zarrachalarining issiq jism atrofida sodir bo‘ladigan harakati *termoforez* deb ataladi.

Aerozol kuchli ravishda yoritilganda sodir bo‘ladigan hodisa *fotoforez* deb ataladi. Fotoforez musbat va manfiy bo‘lishi mumkin. Musbat fotoforezda zarrachalarining harakati yorurlik manбайдan boshlanadi, manfiy fotoforezda esa aksincha, zarrachalar harakati yorug‘lik manbai tomon yo‘nalgan bo‘ladi.

Aerozol dispers fazasi zarrachalarining sovuq jismlar sirtiga qamralib qolishi termopretseptatsiya deb ataladi. Ana shu hodisa tufayli pech, radiator yaqinidagi devorlarda chang-to‘zon o‘tirib qoladi.

Tuproq kolloidlari yerning 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 muhit 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 hossalari, tuproqning tipiga, yerga o'g'it solingan solinmaganligiga bog'liq. Sho'rmas tuproqlarning eritmasida kal'tsiy bikarbonat ancha miqdorda bo'ladi, lekin sul'fat, nitrat va fosfatlar oz miqdorda uchraydi. Bunday tuproq eritmasining osmotik bosimi 10 atm dan oshmaydi. Sho'r tuproqlardagi tuproq eritmasida sul'fat, xlorid va sodaning miqdori juda ko'p bo'lganligi uchun bunday eritmaning osmotik bosimi 30-40 atm. gacha yetadi. 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. Yengil tuproqlarda kolloidlar kam, og'ip tuproqlarda ko'p uchraydi.

Tuproq kolloidlari uch guruhga 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 nihoyatda katta. Chunki tuproq kolloidlarining miqdori va tarkibi tuproqning shimish qobiliyatiga, tuproqda qumoq-qumoq zaruriy strukturalar hosil bo'lishiga, hamda tuproqning boshqa xossalari 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.Gedroyts

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 molekulalarining 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 kal`tsiy 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 jihatdan akad. K.S. Axmedov va uning shogirdlari taklif etgan suvda eruvchi yuqori polimer moddalar katta ahamiyatga egadir.

Ishlab chiqarish jarayonida va tabiatni muhofaza qilishga oid muammolarni yechishda qator dispers sistemalarga duch kelinadi. Shu sababli dispers sistemalarning rolini bilish va ularni boshqarish masalasi ishlab chiqarishda, qishloq xo`jaligida uchraydigan konkret masalalarni hal qilishda va tabiatni muhofaza qilishda katta ahamiyatga ega.

Masalan, sanoatning deyarli barcha sohalarida turli hil ishlab chiqarishlarda aerezollar hosil bo`ladi. Shu kabi zararli gaz va chang holdagi

aerozollardan havoni tozalash zarur. Bunga erishishda asosan ikki usul ishlatilishi mumkin: 1. Tarkibida zararli qo'shimchalar bo'lgan aerozolning hosil bo'lishini tuxtatish. 2. Aerozolni yemirilishga majbur qilish.

Shu bilan birga tabiatni muhofaza qilishda 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 qonuniyatlarini bilish va undan oqilona foydalanish muhim. Suvda uchraydigan (va uni bulg'atuvchi) moddalarning hammasini uch guruhga bo'lish mumkin:

1. Oksidlanadigan moddalar.
2. Oksidlanmaydigan moddalar.
3. Mikroeterogen va ul'tramikroeterogen dispers sistemalar ham suvni iflos qiluvchi moddalarga kiradi.

Shuning uchun asosan vodoprovod uchun kerakli ichimlik suv tayyorlashda oqar suvni 5 ta ketma-ket jarayon yordamida tozalanadi. Bular mexanik fil'trlash, tindirish, shag'al va qum orqali asta-sekin fil'trlash, aeratsiya, nihoyat xlor qo'shib suvni sterillashdan iborat.

Oqava suvlarni suv havzalariga tashlashdan avval suvga ishlov berish lozim. Oqava suvlarga uch marta ishlov berish tavsiya etiladi. Birlamchi ishlovda oqava suvni fil'trlab 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 havzasiga tushirilib yuboriladi. Bundan tashqari oqava suvlarni tozalashda adsorbsiya, mexanik, texnik, kimeviy, biokimyoviy usullar ishlatiladi.

Turli ishlab chiqarish jarayonlarida ko'pincha dispers sistemalar hosil bo'ladi. Masalan, ruda boyituvchi fabrika pul'pasi asosan suspenziyadan iborat, shuning uchun rudani boyituvchi fabrikalarning oqava suvlaridan qayta

foydalanishda koagulyatsiya, flokulyatsiya va peptizatsiya muhim ahamiyatga ega.

Ishlab chiqarish jarayonida gel' hosil bo'lishi katta ahamiyatga ega. Gel' hosil bo'lishiga yordam beruvchi qo'shimcha sifatida difil molekulalardan tuzilgan moddalar qo'llaniladi.

Kimyo sanoatining rivojlanishi chiqindi moddalarning miqdorini ko'payib borishiga, ya'ni havo, tuproq va suvning ifloslanishiga olib kelmoqda. Shuning uchun chiqindilarni qayta ishlash va ulardan tuproqni, havoni, suvni tozalashda yuqori molekularli koagullovchi, flokullovchi va gel' hosil qiluvchi moddalarning yangi yuqori unumli turlarini yaratishda O'zbekistonda ma'lum ishlar amalga oshirilib, ishlab chiqarishga qo'llanilmoqda. Ya'ni O'zbekistonda mavjud xom ashyolar asosida har hil barqarorlashtiruvchi moddalar yaratishda o'zbek olimlari va muhandislarining tinimsiz izlanishlari natijasida yuqori unumli barqarorlashtiruvchi moddalar, o'simliklarni himoyalovchi yangi preparatlarning yaratilishiga va ishlab chiqarishga tadbiiq etilishiga olib keldi.

Kolloid kimyo fani kelajakda yanada ko'proq rivojlanadi va uning yutuqlari mustaqil O'zbekistonning xalq xo'jaligini tarmoqlarida qo'llanilaveradi.

**Ko'pik** gaz va suyuqlikdan iborat yuqori kontsentrangan mikrogetorogen sistemadir. Ko'pikning disperslik darajasi juda past bo'ladi va shuning uchun ko'piklar dag'al dispers sistemalar jumlasiga kiradi.

Kontsentrangan ko'piklar hosil qilish uchun xuddi emulsiyalardagi kabi stabilizator kerak bo'ladi. Bunda stabilizatorlar suyuqlikning sirt tarangligini kamaytirib, mexanik jihatdan mustahkam pardalar hosil bo'lishini ta'minlaydi. Faqat pishiq va elastik pardalardan iborat ko'piklar uzoq vaqt tura oladi.

Amaliy jihatdan qaraganda ko'pikning ikki ko'rsatkichi, ya'ni stabillanishi va emirilish vaqti katta ahamiyatga ega. Ko'pikka turli moddalar ko'shish bilan bu ikki jarayonning tezligiga katta ta'sir ko'rsatish mumkin.

Ko'pik umrining uzoq-qisqaligiga xarorat va eritmaning pH qiymati ham katta ta'sir ko'rsatadi.

Hozirgi vaqtda struktura to'rlari qattiq moddalardan iborat qattiq ko'piklar **aerogellar** nihoyatda katta ahamiyatga ega. Konditer ko'piklar (tort va boshqa noz ne'matlar) ham qattiq ko'piklar jumlasiga kiradi.



**II BOB. KOLLOID KIMYO FANIGA DOIR LABORATORIYA  
MASHG'ULOTLARI  
LABORATORIYA ISHI №1**

**KOLLOID SISTEMALARNI OLINISH USULLARI.**

**Ishning maqsadi.**

A) Kondensatsion va disperslash usullari yordamida kolloid eritmalar hosil qilish.

B) Kolloid eritmalar hosil bo'lish sxemalarini va reaksiya tenglamalarini yozish.

**A. Kondensatsion usul**

**Ish uchun kerak bo'ladigan asbob va reaktivlar** 100 ml li o'lchov silindri, ikkita tagi yassi kolba, kanifolning etil spirtidagi 2% li eritmasi, oltingugurtning etil spirtidagi to'yingan eritmasi, distillangan suv, temir xloridning 2% li eritmasi, 0,05n li kaliy yodid, 0,05n li kumush nitrat eritmalari; kristallik natriy tiosulfat, oltingugurt kukuni.

**Ishning bajarilishi**

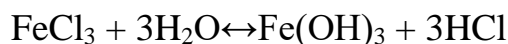
**1-tajriba. Oltingugurt va kanifol gidrozollarining olinishi**

Distillangan suvni chayqatib turib, unga oltingugurtning absolyut etil spirtidagi to'yingan eritmasi tomchilab quyiladi. Sutdek oppoq shaffof zol olinadi. 100 ml li distillangan suvni qattiq chayqab turib, unga kanifolning spirtidagi 2% li eritmasidan tomchilab 5–10 ml qo'shiladi. Sutdek oppoq va ancha barqaror zol hosil bo'ladi.

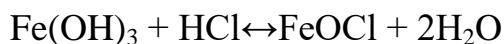
**2-tajriba. Gidroliz yo'li bilan temir(III) zolini hosil qilish**

100 ml distillangan suv qaynaguncha isitiladi. So'ngra qaynab turgan suvga temir(III) xloridning 2% li eritmasidan tomchilab, 5- 10 ml qo'shiladi. Natijada tiniq qizil – qo'ng'ir rangli temir(III) gidroksid kolloid eritmasi hosil bo'ladi.

Temir (III) gidroksid kolloid eritmasini olish reaksiya sxemasi quyidagi tarzda yoziladi:



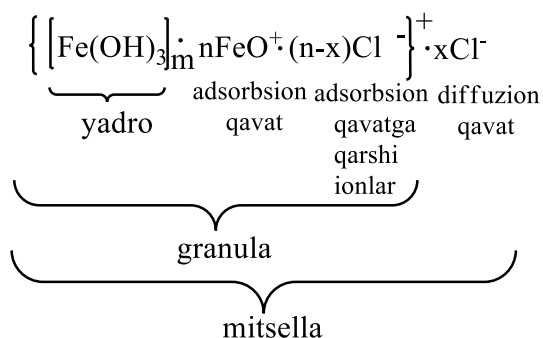
$\text{Fe}(\text{OH})_3$  ning sirdagi molekulari  $\text{HCl}$  bilan reaksiyaga kirishib, ionli stabillovchi  $\text{FeOCl}$  molekularni hosil qiladi:



$\text{FeOCl}$  molekulari dissotsialanib,  $\text{FeO}^+$  va  $\text{Cl}^-$  ionlarni hosil qiladi:



Tarkibi jihatdan kolloid yadro tarkibiga yaqin bo'lgan ionlar kolloid zarrachalar sirtiga adsorbilanadi degan empirik qoidadan foydalanib, temir(III)-gidroksid mitsella tuzilishini quydagicha yozish mumkin:

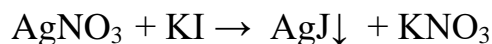


### 3-tajriba. Kumush iodid zolining olinishi

**3.1-tajriba.** Konussimon kolbadan uchta olib, ularning har biriga kaliy iodidning 0,05 n li eritmasidan 20 ml quyiladi, so'ngra kolbani qattiq chayqatib turib, ularning birinchisiga 0,05 n li kumush nitrat eritmasidan 16 ml, ikkinchisiga 10 ml va uchinchisiga 20 ml ohistalik bilan qo'shiladi.

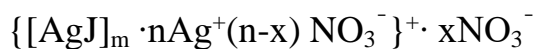
**3.2-tajriba.** Oldingi tajriba qaytadan bajariladi, ammo bunda dastavval kolbaning har qaysisiga 20 ml dan kumush nitrat eritmasi quyiladi, so'ngra kaliy yodidning 0,05 n li eritmasidan muvofiq ravishda 16, 18 va 20 ml dan qo'shildi.

Kumush iodid zoli hosil bo'lish reaksiyasi quyidagi tenglama bilan ifoda etiladi:

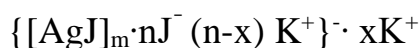


Kumush yodid suvda yomon eriydi.

Agar eritmada kumush nitratning miqdori ortiqcha bo'lsa, ko'p miqdor kumush yodid molekulalaridan tarkib topgan zarracha yadrosi (granula) kumush ionlarini adsorbilaydi. Uning mitsellasi quyidagi tuzilishga ega bo'ladi:



Eritmada kaliy yodid miqdori ortiqcha bo'lsa, mitsella boshqacha ko'rinishda bo'ladi:



## B. Disperslash usuli

### Ish uchun kerak bo'ladigan asbob va reaktivlar.

30 ml li ikkita stakan, uch oyoqli o'choq, asbestlangan to'r, shtativga o'rnatilgan oltita probirka, tomizgich, pipetka, shisha tayoqcha, 100 ml li kolba, 100 ml li o'lchov silindri, mayda ulushlarga bo'lingan pipetka.

Eritmalar: 1 n li qalay (IV) xlorid, 1 n li o'yuvchi natriy 0,1 n li xlorid kislota, 0,1 n li kumush nitrat, ammoniy xloridning 1% li eritmasi, ammiakning suvdagi 5 - 10% li eritmasi.

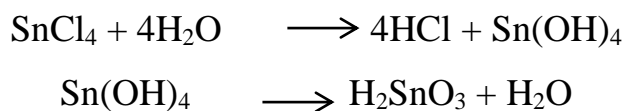
### Ishning bajarilishi

**1-tajriba.** Ishqor yoki kislota yordamida peptizlab, stannat kislota hamda alyuminiy (III) gidroksid zoli hosil qilish.

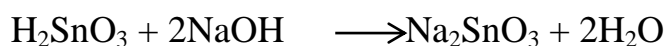
200 ml qaynab turgan suvga qalay(IV)-xlorid eritmasi tomchilab qo'shiladi. Hosil bo'lgan cho'kma distillangan qaynoq suv yordamida to'xlor ionlari batamom yuvilgunicha dekantatsiya qilinadi. Bunda xlor ionlarining bor yoki yo'qligi kumush nitrat eritmasi yordamida tekshiriladi.

Yuvilgan cho'kmaga bir necha tomchi natriy gidroksid yoki xlorid kislota qo'shiladi. So'ngra ko'p suv qo'shib suyultiriladi va chayqatiladi. Natijada stannat kislota zoli hosil bo'ladi.

Qalay(IV)-xlorid suvli eritmalarida quyidagi tenglamaga muvofiq gidrolizlanadi:

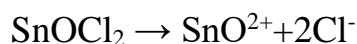


Cho'kma ya'ni stannat kislota ishqor yoki kislota ta'sirida kolloid eritmaga o'tishi mumkin. Agar cho'kmaga natriy gidroksid eritmasi qo'shilsa, quyidagi tenglamaga muvofiq natriy stannat tuzi hosil bo'ladi.

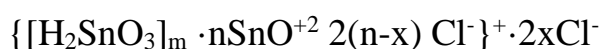


Stannat kislota kislotalar tasirida (masalan, xlorid kislota) ham stannat kislota tuzi hosil bo'ladi.  $\text{H}_2\text{SnO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{SnOCl}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$

$\text{SnOCl}_2$  molekulari dissotsialanib,  $\text{SnO}^{2+}$  va  $2\text{Cl}^-$  ionlarni hosil qiladi:



Mitsellaning umumiy ko'rinishi, quyidagicha bo'ladi:



Kolloid eritma disperslash usulida tayyorlanadigan bo'lsa, qattiq moddaga stabilizator qo'shib hovonchada yaxshilab maydalanadi. Iviq yoki g'ovak cho'kmalarga tegishli moddalar ta'sir ettirish yo'li bilan zollar hosil qilish jarayoni *peptizatsiya* deb ataladi; bunday moddalar kolloid zarrachalar sirtiga yaxshi adsorbilanadi va zarrachalarning zolga o'tishiga yordam beradi.

Ammo yuqorida aytib o'tilgan usullarning har qaysisida ham kolloid sistema hosil bo'lishi uchun dispersion faza dispersion muhitda juda kam eruvchan bo'lishi shart. Aks holda molekulyar eritmalar hosil bo'lishi mumkin. Bundan tashqari, zarrachalar bilan muhit o'rtasida o'zaro bog'lanish bo'lib, bu bog'lanish zarrachalar bir-biri bilan qo'shilib ketishga qo'ymay turish zarur.

### Nazorat savollari

1. Kolloid sistemalar boshqa sistemalar orasida qanday o'rin tutadi?
2. Kolloid eritmalar chin eritmalaridan nimalari bilan farq qiladi?
3. Disperslik darajalariga qarab sistemalar necha guruhlarga bo'linadi?
4. Kolloid sistemalar hosil qilish uchun qo'llaniladigan qanday usullar ma'lum? Ularning mohiyati nimadan iborat?
5. Kolloid sistema hosil qilish uchun modda dispersligini oshirish kifoya qiladimi?
6. Peptizatsiya jarayonining qanday alomati bor?

## LABORATORIYA ISHI №2

### KOLLOID SISTEMALARNI TOZALASH USULLARI

**Ishning maqsadi:** Zollarni tozalash usuli, gidrofob va gidrofil kolloid eritmalar qanday dializ qilinishi bilan tanishish.

**Ish uchun kerak bo'ladigan asbob va reaktivlar:**  $\text{FeCl}_3$ -2% li,  $\text{AgNO}_3$ -1n,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ -1n,  $\text{BaCl}_2$ -2% li eritmaları, tannin-1%, jelatin-1% zollar; yod eritmasi, kraxmall kukuni, HCl-0,1n eritmasi, temir(III)-gidroksid zoli.

#### **1-tajriba. Jelatina zolini dializ qilish.**

Kollodiydan tayyorlangan xaltachaga jelatinaning 1% li eritmasi quyiladi, unga ozgina natriy xlorid qo'shiladi va distillangan suvga botirib quyiladi. Oradan ikki soat o'tgandan keyin tozalovchi suvdan ozgina namuna olib tekshiriladi, bunda xlor ionini bor-yo'qligi esa tanninning 2% li eritmasi yordamida sinab ko'riladi. Tannin bilan jelatina aralashmasi o'ziga xos rang beradi. So'ngra yarim soatdan keyin namuna olib sinab ko'riladi va tajriba natijalari yozib boriladi.

#### **2-tajriba. Kraxmal zolini dializ qilish.**

Texnik tarozida 2g kraxmall tortib olinib chinni kosachaga solinadi, 5-10ml suv qo'shib shisha tayoqcha yordamida yaxshilab aralashtiriladi.

Suvga kraxmallni aralashtirib turib, qaynab turgan 100ml distillangan suvga tez quyiladi. Hosil qilingan tiniq kraxmall zoliga 1n li kaliy sulfat eritmasidan ozgina qo'shiladi va aralashmaning hammasi suvli dializatorga botirib qo'yilgan kollodiy xaltachaga quyiladi. Har yarim soat o'tgandan keyin dializatoridan suyuqlikdan namuna olinib, unda sul'fat ioni va kraxmall bor-yo'qligi sifat reaksiyasi yordamida tahlil qilinadi.

#### **3-tajriba. Temir (III) gidroksid zolini dializ qilish.**

Temir(III) gidroksidning kolloid eritmasi dializatorga yoki kollodiydan tayyorlangan xaltachaga quyiladi va distillangan suvli idish ichiga botirib quyiladi. Xaltachaga botirilgan suyuqlikdan har yarim soatda namuna olib, xlor

ioni bor-yo'qligi sinab ko'riladi. Eritmada xlor ionlari miqdori (sifat jihatdan) kamayib borishi va xaltachadagi kolloid eritma o'zgarishi kuzatib boriladi.

### **Nazorat savollar.**

1. Aralashmalardan kolloid eritmalar qanday tayyorlanadi?
2. Dializ nima va u qanday maqsadlarda qo'llaniladi?
3. Kolloid elektrolit eritmaları yarim o'tkazgich pardalar orqali bir xil tezlikda diffuzlanib o'tadimi?
4. Kolloidlarni unga aralashgan elektrolitlardan dializ yordamida batamom tozalab bo'ladimi?
5. Dializ vaqtida kolloid eritmalar qanday o'zgarishlar yuz beradi?
6. Dializ tezligi qanday omillarga bog'liq?

### **LABORATORIYA ISHI №3**

#### **DISPERS SISTEMALARNING ELEKTR XOSSALARI. ZARRACHA ZARYADINI ANIQLASH. ELEKTROFOREZ, ELEKTROOSMOS**

##### **Ishning maqsadi:**

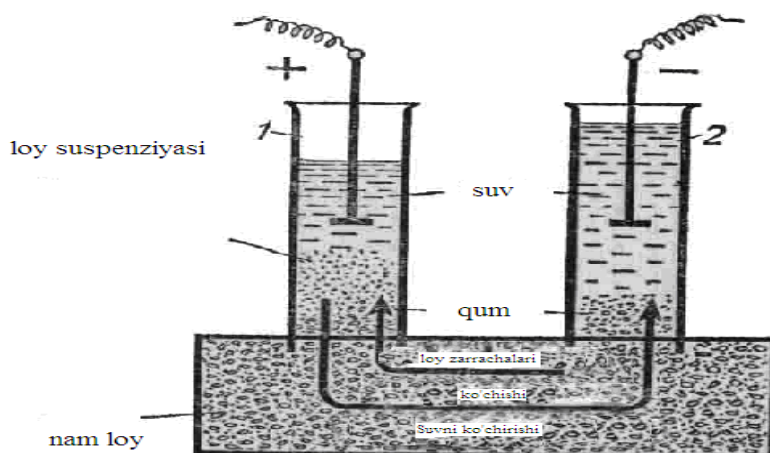
1. Elektroforez hodisasini o'rganish.
2. Kolloid zarrachalar zaryadining ishorasini va harakat tezligini aniqlash usuli bilan tanishish.

**Ish uchun kerak bo'ladigan asbob va reaktivlar:** 100 ml li silindr, gil, shisha nay, distillangan suv, misdan yasalgan elektrodlar, batareya, 0,05n li kaliy yodid, 0,05n li kumush nitrat eritmaları.

##### **1-tajriba. Elektroforezni kuzatish.**

Ishning borishi: O'lchami 8x15 sm va 4 sm qalinlikdagi loy parchasiga 2 dona 1,5 –2 sm diametrli shisha nay tiqiladi. Shisha naylarga yaxshilab yuvilgan qumdan 0, 5 sm qalinlikda solinadi. So'ngra qum yuzasidan 2 –3 sm yuqori balandlikda turadigan qilib suv solinadi. Ikkala nayga misdan iborat elektrod tushiriladi va ular batareyaga (2V) ulanadi. Bir necha minut o'tar –o'tmas elektroforez hodisasi kuzatiladi. Musbat elektrod tushirilgan naydagi suv

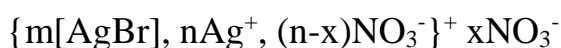
loyqalanadi. Chunki loy zarrachalari sekin-asta ko'tarilib, suvda suspenziya hosil qiladi. Bu nayda suv kamaya boradi. Loy zarrachalarining manfiy ekanligidan dalolat beradi.



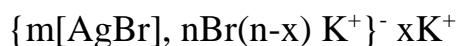
**28-rasm. Zaryadlangan zarrachalarni harakatlantirish: 1,2-naylar.**

2-tajriba. Kolloid zarracha zaryadining ishorasini topish. AgBr ning zaryad ishoralari har xil bo'lgan zollar olinadi. Ular quyidagicha tayyorlanadi.

1) KBr ning kolbaga quyilgan 3 ml 0,1n li eritmasiga distillangan suv qo'shib hajmi 10 ml ga yetkaziladi va kolbani chayqatib turib eritmaga AgNO<sub>3</sub> ning 0,1n li eritmasidan 5 ml ni 40 ml gacha suyultirib hosil qilingan eritmadan asta-sekin quyiladi. Bunda zol hosil bo'ladi:



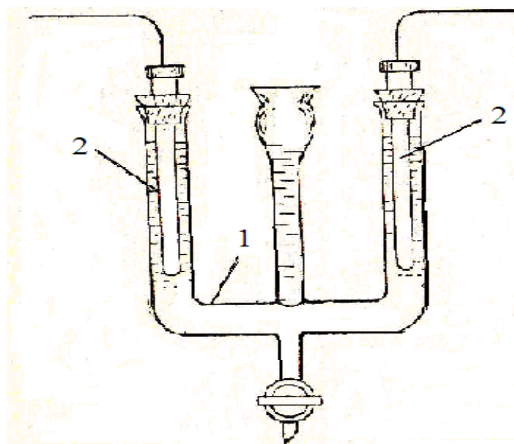
2) KBr ning 0,1n li eritmasidan 5 ml ni suv bilan 40 ml gacha suyultiriladi. Hosil bo'lgan eritmaga AgNO<sub>3</sub> ning 4 ml 0,1n eritmasini 15 ml gacha suyultirib tayyorlangan eritmadan tomchilatib qo'shiladi. Bunda zol hosil bo'ladi:



Tayyorlangan eritmalar kolloid zarrachalari zaryadining ishorasini elektroforez yordamida aniqlash mumkin. Elektroforezni 3-rasmda ko'rsatilgan asbobchada kuzatish mumkin, u o'simtali U-simon naydan iborat bo'lib, voronkasi hamda jo'mragi bor. Asbobga voronka orqali kolloid eritma

to'ldiriladi. Tirsaklarga probka yordamida elektrodlar o'rnatiladi. Tok kenotron to'g'rilagichdan (kuchlanishi 100 v) beriladi.

Tok ulangandan bir necha minut o'tgach elektrodlardan birinchi kolloid zarrachalar yig'iladi. Elektrod zaryadining ishorasiga qarab, kolloid zarrachalarning ishorasi topiladi.

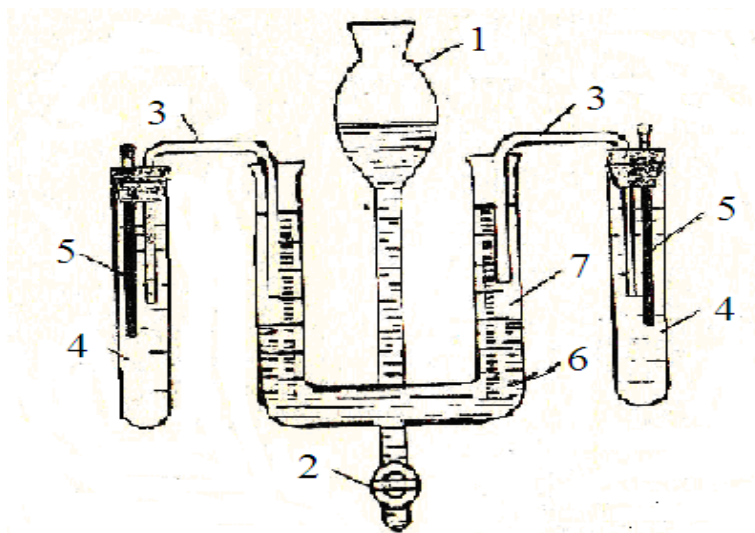


**29-rasm. Kolloid zarracha zaryadining ishorasini aniqlash uchun ishlatiladigan asbob:**

**1-zol eritmasi solingan idish; 2 - elektrodlar.**

**2-tajriba. Kolloid zarrachalarning harakatchanligini aniqlash.** Tajriba 4-rasmda ko'rsatilgan asbobda bajariladi. Asbobning U-simon nayining ikkala tirsagi, balandligining uchdan bir qismigacha distillangan suv bilan to'ldiriladi. Keyin voronka (1) ning jo'mragi (2) ni asta-sekin ochib, tirsaklarga o'qituvchi bergan kolloid eritma quyiladi. Zol suvni siqib chiqaradi. Zol U-simon nayning o'lchamlarga bo'lingan tirsagining uchdan bir qismigacha ko'tarilgandan keyin jo'mrak (2) berkitiladi. Nay tirsaklariga, tekshirilayotgan sistemani mis kuporosi eritmasi (4) bilan tutashtiruvchi agar-agarli ko'prikchalar (3) qo'yilgan. Mis kuporosi solingan idishga o'zgarmas kuchlanishli tok manbaiga ulangan mis elektrodleri (5) tushirilgan, kolloid eritmaga elektrodleri to'g'ridan-to'g'ri tushurish yaramaydi, chunki ular qutblangandir.





**30-rasm. Elektroforezni o'tkazish uchun ishlatiladigan asbob:**

**1-zol eritmasi solingan voronka; 2-zolni U-simon nayga o'tkazuvchi jo'mrak; 3-tuz (agar-agar) ko'prikcha; 4-mis kuporosi eritmasi; 5-tok manbaiga ulanadigan mis elektrodlar; 6-zol; 7-suv.**

Tirsaklardagi suv va zolning sathi belgilab olingandan keyin, kenotron to'g'rilagichdan elektr toki ulanadi. Bir oz vaqt o'tgandan keyin suv va zol sathining santimetrlarda o'zgarishi va minutlar bilan ifodalangan tok o'tish vaqti yozib olinadi. Shundan keyin kolloid zarrachalarning harakatchanligi  $U$  quyidagi formula yordamida hisoblab topiladi:

$$U = \frac{S \cdot l}{t \cdot v}$$

Bu yerda  $v$ -*kuchlanish*, (tok zanjirga vol'tmetr ulangan)  $l$ -*agar-agarli ko'prikchaning bir uchidan ikkinchi uchigacha*,  $U$ -*simon nay bo'yicha o'lchangan masofa*, sm,  $t$ -*tok o'tish vaqti*, min,  $S$ -*zol zarrachalarining bosib o'tgan yo'li (suyuqlikning tajriba boshlanmasdan oldingi va keyingi sathining farqi)*, sm.

Nazorat savollari

1. Elektroforez va elektroosmos haqida nimalar bilasiz?

2. Kolloid zarrachalar qanday tuzilgan? Yadro, agregat, granula, mitsella, adsorbsion qavat, diffuzion qavat, intermitsellyar suyuqlik tushunchalariga ta'rif bering.

3. Temir(III) gidroksid, mishyak(III) sul'fid, kumush bromid zollarining tuzilish sxemalarini chizib bering.

4.  $AlCl_3$  tuzi eritmasiga mo'l miqdorda vodorod sulfid yuborib,  $Al_2S_3$  ning zoli hosil qilingan. Reaksiya sharoitini nazarga olib, hosil bo'lgan zol mitsellasining zaryadi qanday ishorali ekanligini aniqlang, uning tuzilish sxemasini yozing.

## **LABORATORIYA ISHI №4**

### **KOLLOID ERITMALARNING KOAGULLANISHI**

#### **Ishning maqsadi.**

A) Hidrofil zollarni koagullash usullari bilan tanishish.

B) Hidrofob zollar qanday koagullanishi bilan tanishish.

**Ish uchun kerak bo'ladigan asbob va reaktivlar:** 25 ml li 9 ta probirka terib qo'yilgan shtativ, 25 ml li to'rtta byuretkka, 2 ml li ikkita pipetka, mum qalam. Suvsiz etil spirt, 0,1 N li natriy atsetat, 1 N li va 0,1 N li sirka kislotalar, 1 % li jelatina eritmasi.

#### **Ishning bajarilishi**

##### **1- tajriba. Jelatinani degidratlash yo'li bilan koagullash.**

25 ml li quruq toza probirkadan to'qqizta olib, yog'och shtativga terib qo'yiladi. Probirkalarning raqamlashni unutmang.

Kerakli aralashmalarni tayyorlash uchun sirka kislota eritmasi hamda distillangan suv har qaysi suyuqlikka xos byuretkalardan probirkalarga birin - ketin quyib chiqiladi. Qanday tarkibli aralashmalar tayyorlash jadvalda ko'rsatilgan.

Natriy atsetat va jelatina eritmaları pipetkalar yordamida o'lchab olinadi. Suyuqliklardan jadvalda ko'rsatilgan miqdorda olib tayyorlangan har qaysi

aralashmaning hajmi 8 ml ga teng. Demak, hamma probirkalardagi jelatinaning konsentratsiyasi bir xil bo'ladi.

Bu tajriba gidrofil kolloidlarning barqarorlik nazariyasini namoyon qiladi. Ularning barqarorligi ikkita faktorga, ya'ni zaryadiga va gidratlanishiga bog'liq. Bu tajribada kolloidlar izoelektrik nuqtada zaryadsiz bo'ladi. Demak, uning shu paytdagi barqarorligi faqat gidratlangan zarrachalarning mavjudligiga teng.

### 8–jadval

Aralashmaning tarkibi	Probirkalar raqami								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,1 n sirka kislota, ml	0,12	0,25	0,5	1	2	4	-	-	-
0,1 n natriy atsetat, ml	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1,0 n sirka kislota, ml	-	-	-	-	-	-	0,8	1,6	3,2
Suv, ml	3,88	3,75	3,5	3	2	-	3,2	2,4	0,8
Jelatinaning 1% li eritmasi	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Aralashmaning pHi	6	5,6	5,3	5	4,7	4,1	4,1	3,8	3,5

Probirkalardagi suyuqlikni aralashtirib turib, mumkin qadar suvsiz etil spirt byuretkadan quyiladi. Bunda spirt dastavval 5 probirkadagi suyuqlikka qo'shiladi (pH = 4,7 bo'lgan izoelektrik holatdagi jelatina). Suyuqlik sal loyqalanadi deguncha spirt qo'shish to'xtatiladi. Shundan keyin qolgan probirkalarning hammasiga ham yana shunchadan spirt qo'shib chiqiladi (suyuqlik chayqatilib turiladi). Oradan yarim-bir soat o'tgandan keyin 5 probirkadagi suyuqlik loyqalanishi sezilarli darajada kuchayib, boshqa probirkadagi suyuqliklar loyqalana boshlagach, tajriba natijalarini kuzatish mumkin. Vaqt o'tishi bilan iviqlar pag'a-pag'a bo'lib cho'kmaga tushadi.

Izoelektrik holatga yaqinroq turgan kolloid degidratlangandan keyin ham barqarorligini bir oz saqlab turadi, ammo eritmadagi elektrolitlar ta'sirida ko'p vaqt o'tmay cho'kmaga tushadi (3, 4, 6 va 7 probirkalar). Shu qatorda kolloid

zarrachalari hali ancha katta zaryadga ega bo'lgan eritmalar degidratlovchi xossaga ega bo'lgan spirt ta'sirida ham koagullanmaydi (1 va 9 probirkalar). Bu tajribada kolloidlar izoelektrik nuqtada zaryadsiz bo'ladi.

## **LABORATORIYA ISHI №5**

### **GIDROFIL ZOLLARNING KOAGULLANISHI**

**Ish uchun kerak bo'ladigan asbob va reaktivlar:** Kolba va so'rib filtrlash uchun voronka (Byuxner voronkasi), suv purkash nasosi, distillangan suv quyilgan kolba, 100<sup>0</sup>C gacha o'lchab bo'ladigan termometr, filtr qog'oz, tuxum oqsili, kristallik ammoniy sulfat.

#### **Ishning bajarilishi**

##### **1-tajriba. Tuxum oqsilini qayta koagullanishi.**

Bitta yoki ikkita tuxum oqsili 100 ml distillangan suvda ishlanadi. Byuxner voronkasiga (so'rib filtrlash voronkasiga) qog'oz filtr quyilib, u distillangan suv bilan namlanadi va suv purkash nasosi ishga tushirilib oqsil eritmasi so'rib olinadi. Olingan eritmada 40–50 ml ga ammoniy sulfat kukuni oz – ozdan qo'shib boriladi. Eritma to'yingandan keyin albumin pag'a – pag'a yoki bo'lib ajralib chiqadi. Filtrlab olingan albumin cho'kmasi filtr qog'oz yordamida quritiladi va toza suvga solinadi, bunda albumin yana erib ketadi.

**2- tajriba. Tuxum oqsilining qaytmas koagullanishi.** Tuxum oqsilidan ajratib olingan albumin eritmasining oldingi tajribadan ortib qolgan qismi ohista isitilib, harorat asta-sekin ko'tariladi. Harorat 50-60<sup>0</sup> C gacha ko'tarilgan eritmada oq quyqa paydo bo'ladi. Isitish davom ettirilsa, albumin pag'a-pag'a bo'lib ajralib chiqadi. Cho'kma va uning ustidagi eritma sovigungacha turadi.

Hosil bo'lgan cho'kma suvda erimaydi, chunki qizdirish natijasida oqsilda qaytmas jarayonlar yuz beradi.

1-tajribada tuxum oqsili *qaytar koagullanish* hodisasiga uchraydi, 2- tajribada esa *qaytmas koagullanish* hodisasi kuzatiladi.

## LABORATORIYA ISHI №6

### GIDROFOB ZOLLARNING KOAGULLANISHI

**A) Mishyak(III) sulfid yoki surma(III) sulfid (elektromanfiy) va temir(III) gidroksid zollariga elektrolitlar qo'shib koagullash.**

**Ish uchun kerak bo'ladigan asbob va reaktivlar.** Oltita 100 ml li konussimon kolba, 2 ta 25 ml li pipetka, 0,1 ml li ulushlarga bo'lingan 50 ml li byuretka, yozish uchun mum qalam.

**Zollar:** temir(III) gidroksid, mishyak (III) sulfid yoki surma (III) sulfidlari.

**Eritmalar:** 2 n li natriy xlorid, 0,01 n li kalsiy xlorid, 0,001 n li alyuminiy xlorid, 0,01 n li natriy sulfat, 0,001 n li kaliy ferrosianid eritmaları.

#### Ishning bajarilishi

**1- tajriba.** 100 ml quruq konussimon kolba mishyak(III) sulfid yoki surma (III) sulfid gidrolizlardan pipetka bilan 25 ml dan quyiladi. Shundan keyin zol solingan har qaysi kolbaga, har xil elektrolit eritmalaridan byuretka yordamida ehtiyotlik bilan tomchilab to koagullanishning dastlabki belgilari ko'ringunga qadar qo'shiladi. Olingan natijalar jadvalga yozib boriladi. Koagullanish boshlanganini zol loyqalanishidan ko'rish mumkin.

#### 9-jadval

As <sub>2</sub> S <sub>3</sub>			Fe(OH) <sub>3</sub>		
Elektrolit	Kons. C <sub>n</sub>	Koagullash uchun elektrolit miqdori, ml	Elektrolit	Kons. C <sub>n</sub>	Koagullash uchun elektrolit miqdori, ml
NaCl	2,0		NaCl	2,0	
CaCl <sub>2</sub>	0,01		Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,01	
AlCl <sub>3</sub>	0,001		K <sub>3</sub> [Fe(CN) <sub>6</sub> ]	0,001	

Shunday qilib, koagullovchi ion zaryadlari soni kamayib borgan sari, koagullash uchun zarur bo'lgan elektrolit miqdori qanday ko'payib borishi to'g'risida tasavvur hosil qilish mumkin.

**B. Temir(III) gidroksid zolining koagullanish ostonasini aniqlash.**

**Ish uchun kerak bo'ladigan asbob va reaktivlar.** O'n ikkita probirka, 1 N li KCl, 0,01 N K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 0.001N K<sub>3</sub>Fe(CN)<sub>6</sub> eritmaları; Fe(OH)<sub>3</sub> zoli.

**1-tajriba.** O'n ikkita toza probirkalarga temir(III) gidroksid zoldan 5 ml dan quyiladi, so'ngra jadvalda ko'rsatilgan miqdorda distillangan suv va elektrolit eritmasi qo'shiladi. Probirkalardagi aralashma yaxshilab aralashtiriladi va bir soatdan keyin qaysi probirkada loyqalanish yoki sedimentatsiya sodir bo'lganligi belgilanadi. Kuzatish natijalari jadvalga yoziladi.

**10-jadval**

Eritmalar	Probirkalar raqami			
	1	2	3	4
Temir(III)-gidroksid zoli, ml	5	5	5	5
Distillangan suv, ml	4,5	4	3	1
Elektrolit eritmasi	0,5	1	2	4
Bir soatdan so'ng koagullanish				

Turli elektrolitlarning aniqlangan koagullanish ostonasini solishtirib, koagulyator-ionining belgisini hamda tekshirilayotgan zolning kolloid zarracha zaryadining belgisi (ishorasi) aniqlanadi.

**Ikki kolloidlarning o'zaro koagullanishi**

**Ish uchun kerak bo'ladigan asbob va reaktivlar.**

O'n bitta probirka terib qo'yilgan yog'och shtativ, 25 ml li ikkita byuretk, yozish uchun mum qalam.

Zaryadlar musbat hamda manfiy zaryadlangan kumush yodid zollari, temir(III) gidroksid, mishyak(III) sulfid yoki surma(III) sulfid zollari.

## Ishning bajarilishi

### 1-tajriba. Temir(III) gidroksid, mishyak(III) sulfid yoki surma(III) sulfid zollarining o'zaro koagullanishi.

Oltita quruq probirka tayyorlanadi va ularning har qaysisiga temir(III) gidroksid, mishyak(III) sulfid yoki surma(III) sulfid zollaridan jadvalda ko'rsatilgan miqdorda qo'yib chiqiladi.

11 – jadval

Eritmalar	Probirkalar raqami					
	1	2	3	4	5	6
Temir(III) gidroksid zoli, ml hisobida						
Mishyak(III) yoki surma(III) sulfid zoli, ml hisobida						
Cho'kma ustidagi eritmaning rangi						

Har qaysi probirka chayqatiladi va ikki soat tinch quyiladi. Shundan keyin har bir probirkadagi eritmadan tushgan cho'kmaning rangi qanday ekanligi yoziladi.

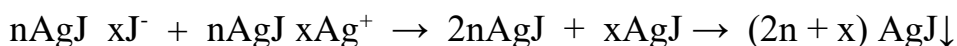
### 2- tajriba. Kumush iodid zolining o'zaro koagullanishi.

O'n bitta quruq probirka tayyorlanadi va ularning har qaysisiga zarrachalari manfiy zaryadlangan kumush yodidning kolloid eritmasidan qo'yib chiqiladi. Bunda birinchi probirkaga 1 ml, ikkinchisiga 2 ml eritma quyiladi va hakoza. Ya'ni har qaysi keyingi probirkaga oldingiga quyilgandan 1ml ko'p eritma solinadi. O'ninchi probirkaga 10 ml eritma quyiladi. O'n birinchisi bo'sh qoldiriladi. Shundan keyin probirkalarga zarrachalar musbat zaryadlangan kumush yodidning kolloid eritmasidan quyib chiqiladi. Unda har qaysi probirkadagi suyuqlik 10 ml ga teng bo'lishi kerak. O'n birinchi probirkaga shu zoldan 10 ml quyiladi. Shunday qilib, uchinchi va o'n birinchi kontrol (nazorat) probirkalar hisoblanadi. Boshqa probirkalarda koagullanish jarayonini qanday

borishi kuzatilib boriladi. Teskari zaryadli zollar qo'shilgandan keyin har qaysi probirkadagi suyuqlikni yaxshilab chayqatish lozim.

Tajriba vaqtida dispers faza tez cho'kkan probirkaga tegishli raqamlar jadvaldan topib, ramkaga olib qo'yiladi. Musbat va manfiy zaryadlangan zarrachali kolloid eritmalar manfiy (-) va musbat (+) ionlari bilan belgilanadi.

Ikkala ionning o'zaro ta'siri quyidagi sxema bilan ko'rsatilishi mumkin:



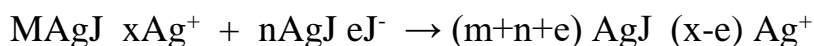
Qarama-qarshi zaryadga ega bo'lgan kolloid zarrachalar ekvivalent miqdorda o'zaro ta'sir etishi natijasida zaryadsizlangan kumush yodid cho'kmaga tushadi.

## 12 - jadval

Kuzatish natijalari quyidagi tartibda yoziladi:

	Probirkalarning raqami										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Zaryadlari manfiy zaryadlangan zol, ml hisobida	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0
Zaryadlari musbat zaryadlangan zol, ml hisobida	9	8	7	6	5	4	3	2	1	9	10
Zollar aralashtirilgandan keyin zarrachalar zaryadi											

Zolning birortasi ortiqcha olinsa, zolning yangi misellalari vujudga keladi. Bu holni quyidagi sxema yordamida ko'rsatish mumkin.



Bunday sharoitda musbat zaryadlangan zarrachalari bor zol uchun barqaror bo'lmaydi. Agar  $x < e$  bo'lsa, u holda kolloid zarrachalar manfiy zaryadga ega bo'ladi.



## Nazorat savollari

1. Qanday hodisa kaogullanish hodisasi deb aytiladi?
  - 1.1. Sekin va tez kaogullanish nima?
2. Qaysi faktorlar natijasida kolloid sistemalar kaogullanadi?
  - 2.1. Koagullanish ostonasi tushunchasiga izoh bering.
3. Hidrofil zollarning barqarorligi nimaga bog'liq ?
  - 3.1. 10ml  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  gidroliziga 2 ml 0,00125M  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  eritmasi qo'shilganda kaogullanish sodir bo'ldi. Ushbu elektrolit uchun kaogullanish ostonasini hisoblab toping?
4. Hidrofob zollarning kaogullanishidan koagullovchi ion zaryadining roli bormi?
5. Elektrolitlar gidrofil va gidrofob zollarga qanday ta'sir ko'rsatadi ?
6. Qaysi hollarda qaytar va qaytmas kaogullanish yuz beradi?
  - 6.1. Agar zolda elektrolitlar ta'sirida quyidagi kaogullanish ostonasi qiymatlari olingan bo'lsa, kolloid zarrachasining zaryad belgisini aniqlang:

$$C_{\text{NaCl}} = 300\text{mmol/l}$$

$$C_{\text{MgCl}_2} = \text{mmol/l}$$

$$C_{\text{Na}_3\text{PO}_4} = 0,6\text{mol/l}$$

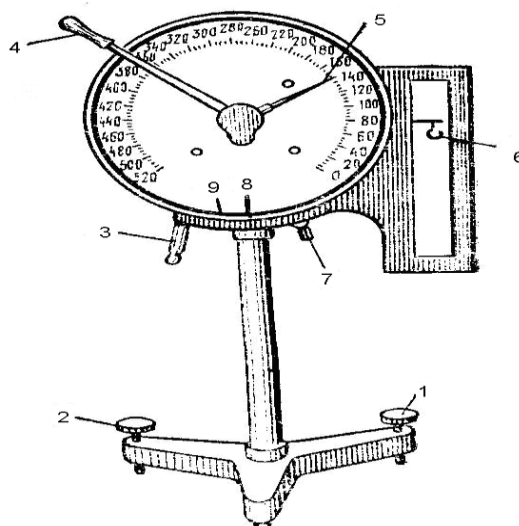
$$C_{\text{Na}_2\text{SO}_4} = 20\text{mmol/l}$$

## LABORATORIYA ISHI №7

### SEDIMENTATSION ANALIZ. ZARRACHANING CHO'KISH TEZLIGINI VA O'LCHAMINI TOPISH

**Ishni bajarish.** Dastlab tarozini tayanch vintlar (1 va 2) orqali sozlash lozim. O'lchov tarozisiga maxsus yukni osamiz. Vintni bo'shatib, moslashtirgich (3) ni o'ngga joylashtiramiz. Richag (4) yordamida strelka (5) ni nolga keltiramiz. Strelka 9 (muvozanat ko'rsatgich) esa 8 bilan mos kelishi kerak. Agar nol bilan o'xshashlik bo'lmasa, ko'rsatgichni vint (7) yordamida shu holatga keltirish kerak. O'rnatilgan tarozini moslashtirish lozim. Kukundan (masalan, tal'kdan) 0,5% li suspenziya tayyorlang. Buning uchun kukun namunasini chinni hovonchaga solib, miqdori uncha ko'p bo'lmagan suv

ishqalang. Sedimentatsiya uchun stakanga solib, qolgan miqdor (11) suvni qo'shib aralashtiring. Boshqa stakanga shuncha miqdor suv soling, uning sathi suspenziyali stakandagidek bo'lishi kerak. Stakanga ilgak (6) ka ilingan kosachani solamiz va uni o'lchaymiz. Bu uchun vintni bo'shatib, moslashtirgich (3) ni o'ngga joylashtiramiz va richag yordamida strelka 5 ni ko'rsatgich 9 bilan 8 chiziqlar moslashguncha harakatlantiramiz.



**32-rasm. Vintli tarozi**

Tarozi sozlanadi. Kosacha massasi  $p_0$  ni strelka 5 ga qarama-qarshi shkala bo'yicha hisoblang. Bir vaqtning o'zida kosacha tubidan suyuqlik sathigacha bo'lgan masofa  $H$  (sm) ni o'lchang. Bunda stakanni shunday tanlash lozimki, uning tubidan kosacha tubigacha bo'lgan masofa 2-3 sm, kosacha tubidan suyuqlik sathigacha 10-12 sm va kosacha sathidan stakan devorlarigacha masofa 2-3sm bo'lishi lozim.

Tajribadan oldin stakandagi suspenziyani 2-3 minut shisha tayoqcha bilan yaxshilab aralashtirish lozim. Stakanni asbobga o'rnatib, zudlik bilan unga vintni ilgagiga o'rnatilgan kosachani joylashtirish lozim. Bir vaqtning o'zida sekundomerga start bering. Moslashtirgichni o'ngga harakatlantirish orqali vintni bo'shashtirib, 15 sek dan so'ng birinchi natija olinadi. So'ngra hisoblash 30 sek da olinadi. Vaqt o'tishi bilan cho'kish pasayishi sababli natijalar har 1-2

minutda oxirida 5 minutda olinadi. Har bir interval uchun 2-3 marta o'lchovlar olinadi va o'rtacha qiymati hisoblanadi. Agar har 5 minutdagi natijalar o'xshash bo'lsa, tajribani tugating. Olingan natijalarni jadvalga kiriting va cho'kish egri chizig'ini koordinatalarini tuzing.

**13-jadval**

Vaqt oralig'i, minut	Tajriba boshlangandan cho'kish vaqti, min	Cho'kma bilan birga kosacha massasi $p_1$ , mg	Cho'kkan zarrachalar massasi, $p$ , mg	Cho'kmaning nisbiy massasi, %

Taqsimlanish egri chizig'ini tuzish uchun quyidagilarni bilish lozim:

1)  $K = \sqrt{\frac{9\eta}{2(d-d_1)g}}$  tenglama bo'yicha  $K$  ni hisoblang.

$g$  - og'irlik kuchini tezlashtirish ( $m/s^2$ )

$\eta$  – suyuqlikning qovushqoqligi;  $n \cdot s/m^2$

$d$  va  $d_1$  – zarracha va suyuqlik zichliklari,  $kg/m^3$

2) sedimentatsiya egri chizig'i bo'yicha  $t_{min}$  va  $t_{max}$  ni aniqlang;

3)  $r = k\sqrt{\frac{H}{t}}$  formula bo'yicha  $r_{max}$  va  $r_{min}$  ni hisoblang.

4) fraksiyalar sonini belgilang (odatda 5,6) va  $r_{max}$  va  $r_{min}$  ni har bir fraksiya uchun aniqlang.

5) belgilangan nuqtalarda o'tkazilgan chiziq bo'yicha har bir fraksiya uchun nisbiy massani aniqlang.

6)  $\Delta r$  va  $p/\Delta r$  ning qiymatini har bir fraksiya uchun hisoblab, jadvalni to'ldiring.

## 14-jadval

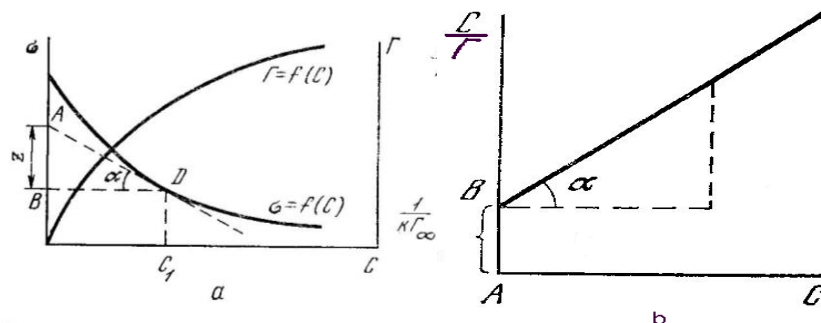
Fraksiya nomeri	t <sub>maks,</sub> min	t <sub>min,</sub> min	r <sub>min,</sub> 10 <sup>6</sup> ,m	r <sub>maks,</sub> 10 <sup>6</sup> , m	Δr 10 <sup>6</sup> ,m	r <sub>o'rt</sub> 10 <sup>6</sup> ,m	Kesim uzunligi, sm	Fraksiya tarkibi, p, %	p/ Δr

Jadvaldagi ma'lumotlarga asoslanib, differensial taqsimlanish egri chizig'ini tuzing. Suspenziyadagi zarrachalar o'lchamini aniqlang.

### LABORATORIYA ISHI №8

#### SUYUQ-GAZ CHEGARA SIRTIDAGI ADSORBSIYA

**1-tajriba. Suyuq-gaz chegarasidagi izoamil spirt adsorbsiyasini o'rganish.** 0,2M li izoamil spirt eritmasini suv bilan suyultirib, 0,15; 0,1; 0,05 va 0,025M li eritmalarini tayyorlash. Kam konsentratsiyadan yuqori konsentratsiyaga o'tgan holda, suvning va 5 xil eritmaning sirt tarangligini o'lchash. O'lchovlarni stalagmometr yoki ayni haroratda pufakning yuqori bosimini o'lchash usulida o'tkazish mumkin. Har bir eritmani 4-5 marta o'lchab, o'rtacha qiymatni toping. Eritmalarning izotermasini hisoblang. Suv uchun berilgan haroratdagi izotermaning qiymatini spravochnikdan oling. Ordinata o'qiga izoterma ( $\sigma$ ), absissa o'qiga esa konsentratsiya (C) ni qo'ygan holda, sirt taranglik izotermasi egri chizig'ini tuzing.



### 33-rasm. Sirt taranglik izotermasi bo'yicha adsorbsiya izotermasi (a) ni tuzish va Lengmyur tenglamasidagi konstanta (b) ni aniqlash

Shu izotermadan foydalangan holda Gibbs tenglamasidan  $G$  ni hisoblang.

$G = -\frac{c}{RT} \frac{d\sigma}{dc}$  Buning uchun  $\sigma=f(c)$  egri chizig'iga bir necha nuqtalarni belgilab,

ordinata o'qi bilan kesishguncha tutashtiring. Xuddi shunday absissa o'qiga parallel chiziqlarni ordinata o'qi bilan kesishgunga o'tkazing. (33-rasm a) ABD

uchburchagidan  $\operatorname{tg} \alpha = \frac{AB}{BD}$ ;  $\operatorname{tg} \alpha = -\left(\frac{d\sigma}{dc}\right)$  topiladi. Har bir konsentratsiyaga

ordinata o'qidan  $Z$  kesma to'g'ri keladi. Kesmaning uzunligi  $z = -c_1 \left(\frac{d\sigma}{dc}\right)$  va

$-\left(\frac{z}{c_1}\right) = \frac{d\sigma}{dc}$  sirt tarangligiga teng bo'ladi.  $G = -\frac{c}{RT} \frac{d\sigma}{dc}$  tenglamaga  $z$  ning olingan

qiymatini qo'yib,  $G = \frac{z}{RT}$  ni olamiz.  $Z$  ning qiymatidan foydalanib, adsorbsiya

$G$  ni hisoblang. Absissa o'qiga konsentratsiyani, ordinata o'qiga esa adsorbsiyani qo'yib, adsorbsiya izotermasini chizing. 0,2-0,15mol/l

konsentratsiya oralig'ida grafikni chizish qiyinchilik keltirib chiqaradi, shuning

uchun  $\Delta\sigma = \sigma_2 - \sigma_1$  va  $\Delta c = c_2 - c_1$  hisoblanadi va  $-\frac{\Delta\sigma}{\Delta c}$  qiymati 0,175M li o'rtacha

konsentratsiya uchun aniqlanadi. Quyidagi jadval to'ldiriladi:

**15-jadval**

C	$\sigma$ , n/m	z, n/m	G, mol/sm <sup>2</sup>	c/G

$\frac{c}{G} = \frac{1}{RT_\infty} + \frac{1}{G_\infty} c$  to'g'ri chizig'i tenglamasini hosil qilgan holda, Lengmyur

tenglamasi bo'yicha  $G_\infty$  ning qiymati grafik ko'rinishda topiladi. (6-rasm. b)  $\alpha$

absissa o'qiga chiziqning burchagi,  $G_\infty = \operatorname{ctg} \alpha$ , AB kesma  $\frac{1}{kG_\infty}$  ga teng bo'ladi.

$G_{\infty}$  ni aniqlagan holda,  $k$  ni toping.  $s_{\infty} = \frac{1}{G_{\infty} N_A}$  va  $l = \frac{G_{\infty} M}{d}$  tenglamalardan  $G_{\infty}$  qiymatidan  $l$  va  $s_{\infty}$  ni hisoblang.

**LABORATORIYA ISHI №9**  
**QATTIQ JISM SIRTIDAGI ADSORBSIYA. ADSORBENTNING**  
**SIRT YUZASINI ANIQLASH**

**Ishning maqsadi.**

- a) Qattiq fazada adsorbsiyani kuzatish.
- b) Adsorbsiya izotermasini tuzish.
- v) Freyndlix tenglamasidagi  $a$  va  $n$  qiymatlarini topish.

**Ish uchun kerak bo'ladigan asbob va reaktivlar.** Og'zi po'kak bilan berkitilgan 250 ml li kolba 150 ml li oltita konussimon kolba, 50 ml li pipetka, 20 ml li pipetka, 10 ml li p

Pipetka, 5 ml li pipetka, 0,1 ml ulushlarga bo'lingan 50 ml li byuretka, filtrlash uchun 6 ta voronka, filtr qog'oz, hayvon suyagi ko'miri.

Eritmalar: 2 n li sirka kislota, 0,1 n li o'yuvchi natriy, fenolftalein eritmalari.

**Ishning bajarilishi**

**1-tajriba. Sirka kislotaning hayvon suyagi ko'miri sirtiga qanday adsorbsiyalanishini o'lchash.**

Sirka kislotaning 2 n li eritmasini suyultirib, oltita kolbada taxminan tubandagicha konsentratsiyali eritmalardan shu ko'rsatilgan miqdorda tayyorlanadi.

**16-jadval**

Kolbalar raqami	1	2	3	4	5	6
Eritma miqdori, ml hisobida	150	150	150	125	110	105

Normal konsentrasiya hisobida	0,012	0,025	0,05	0,1	0,2	0,4
-------------------------------	-------	-------	------	-----	-----	-----

Eritmada bo'ladigan sirka kislotaning miqdori natriy gidroksidning 0,1 n li eritmasi yordamida titrlanib topiladi. Buning uchun 1, 2 va 3- kolbalardan 50 ml dan, 4 kolbadan 25 ml, 5 kolbadan 10 ml va 6 kolbadan esa 5 ml eritma pipetka bilan o'lchab olinadi. Kolbaning har biridan 100 ml eritma qoladi. Har qaysi kolbaga 3 g dan hayvon suyagi ko'miri solinib, 10 minut davomida yaxshi chayqatiladi. Har qaysi kolbadagi aralashma alohida - alohida qog'oz filtr orqali filtrlanadi. Filtratning har qaysidan pipetka bilan avval olingancha miqdorda namuna olib titrlanadi va unda har qaysi sirka kislota bor ekanligi topiladi. Titrlashdan chiqqan natijalar 100 ml eritmaga hisoblanib, keyin ular orasidagi farq topiladi.

Sirka kislota eritmasi ko'mir qo'shilmasidan oldin titrlanib, uning dastlabki konsentratsiyasi  $C$  va filtrat titrlanib, uning adsorbiyanganidan keyingi konsentratsiyasi  $C_1$  topiladi, ya'ni:

$$X = C - C_1$$

Chiqqan natijalardan foydalanib grafik chiziladi. Buning uchun  $S_1$  ning qiymatlari absissa o'qiga  $x/m$  ning qiymatlari esa ordinata o'qiga qo'yib chiqiladi. Hosil qilingan egri chiziq adsorbsiya izotermasi bo'ladi:  $a$  bilan  $n$  qiymatlarini grafik tuzish yo'li bilan topish uchun yuqorida ko'rsatilgan kabi  $\lg C_1$  ning qiymatlari absissa o'qiga  $\lg x/m$  ning qiymatlari esa ordinata o'qiga qo'yib chiqiladi. Shu yo'l bilan topilgan nuqtalar bir to'g'ri chiziqda yotishi kerak;  $m$  – erituvchining og'irligi.

Topilgan to'g'ri chiziqning absissa o'qiga nisbatan qiyaligi burchagining tangensi o'lchanadi, bu  $n$  qiymatni beradi; to'g'ri chiziq ordinata o'qi bilan kesishgan nuqtadan to koordinata boshigacha bo'lgan masofa  $\lg a$  ning qiymatiga to'g'ri keladi.

Kuzatish natijalarini yozish tartibi:

17 - jadval

Kolba raqamlari	Taxminiy konsentratsiya	S	$s_1$	$s - s_1 = x$	$x/m$	$\lg c_1$	$\lg x/m$
1							
2							
3							
4							
5							
6							

#### Nazorat savollari.

1. Adsorbsiya deb qanday hodisaga aytiladi ?
2. Adsorbsiya bilan absorbsiya o'rtasida qanday farq bor ?
3. Adsorbsiya izotermasi nimani ko'rsatadi ?
4. Adsorbsiya hodisasi qaysi faktorlarga bog'liq ?
5. Freyndlax tenglamasidagi  $a$  va  $n$  konstantalar real fizikaviy mohiyatga egami ?
  - 5.1. Freyndlax tenglamasidagi "K" doimiylikning fizik ma'nosi qanday va u adsorbentning solishtirma sirtini ortishi bilan qanday o'zgaradi?
6. Lengmyurning adsorbsiya izotermasi nimani bildiradi ?
7.  $-78,3$  °C da argonning bosimi  $75,8$  s. u ga,  $a = 3,698$  ga,  $1/n = 0,6024$  ga teng bo'lganda, uning ko'mir ustidagi adsorbsiya kattaligini aniqlang.
8. Freyndlaxning empirik tenglamasi va Lengmyur tenglamasi orasida bog'liqlik bormi ?
9. Eritmadan bo'ladigan adsorbsiyani qanday hisoblash mumkin?



## LABORATORIYA ISHI №10

### BO'KISH. GELLAR VA ULARNING BO'KISHI

#### Ishning maqsadi:

A. Jelatinaning bo'kish darajasi bilan eritma pH orasidagi bog'lanishni o'rganish.

B. Rezina iplar organik suyuqliklarda bo'ktirilganda vaqt o'tishi bilan ular qancha o'zgarishini o'lchash.

**Ish uchun kerak bo'ladigan asbob va reaktivlar.** Og'zini zich berkitish uchun silliqlangan shisha probirka o'rnatilgan, shkalaga bo'lingan 15 ml li oltita probirka; oltita oddiy probirka; o'n ikkita probirka terib qo'yish uchun yog'och yoki metall shtativ; uchta byuretka; shishaga yozish uchun mum qalam.

Maydalangan quruq jelatina; 0,1n sirka kislota; 0,1n natriy atsetat eritmalari.

**1-tajriba. Jelatinaning bo'kish darajasi bilan eritma pH orasidagi bog'lanish.** Oddiy probirkalarda tubandagicha eritmalar tayyorlanadi. Bu eritmalar har qaysisi uchun pH qiymatlari hisoblab chiqariladi.

#### 18-jadval

Eritmalar Tartibi	Probirkalar raqami					
	1	2	3	4	5	6
0,1 n CH <sub>3</sub> COOH, ml hisobida	9	7	5	3	1	-
0,1 n CH <sub>3</sub> COONa ml hisobida	1	3	5	7	9	-
Distillangan suv, ml hisobida	-	-	-	-	-	10

Shkalalarga bo'lingan, probirkalarning har qaysisiga 1 g dan quruq jelatina poroshogi solinadi, probirkalar raqamlanadi, ulardagi jelatina hajmi aniq yozib olinadi. Probirkalarga tayyorlangan bufer eritmalar qo'yib chiqiladi, bunda jelatina solingan birinchi probirkaga birinchi probirkadagi eritmadan, jelatina solingan ikkinchi probirkaga ikkinchi probirkadagi eritmadan qo'shiladi va hokazo. Probirkalarni silkitib, uning ichidagi moddalar aralashtiriladi. Bir

soatdan keyin probirkalarni olib, bo'kish natijasida jelatina hajmi qancha kengaygani o'lchanadi. Bo'kish darajasi hisoblab chiqariladi va jelatinaning bo'kish darajasi eritma pH ga qanday bog'liq ekanini ko'rsatadigan grafik chiziladi.

Ish natijalari jadvalga yozib boriladi:

**Eslatma.** Jelatina quruqmi, bo'kkanda bundan qat'iy nazar uning hajmini o'lchash uchun avval probirkalarni bir-ikki chertib, sathi tekislanishi kerak.

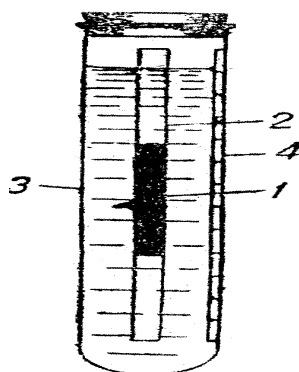
**19 - jadval**

Eritmalar Tartibi	Probirkalar raqami					
	1	2	3	4	5	6
0,1 n CH <sub>3</sub> COOH, ml hisobida	9	7	5	3	1	-
0,1 n CH <sub>3</sub> COONa ml hisobida	1	3	5	7	9	-
Distillangan suv, ml hisobida	-	-	-	-	-	10
Eritmalar pH hisobida						
Jelatinaning bo'kishdan avvalgi hajmi, V <sub>0</sub> ml hisobida						
Jelatinaning bo'kishdan keyingi hajmi, V ml hisobida						
Bo'kish darajasi, % hisobida $K_v = [(V - V_0) * 100] / V_0$						

**2-tajriba. Rezina iplar organik suyuqliklarda bo'ktirilganda vaqt o'tishi bilan ular qancha o'zgarishini o'lchash.** Bo'yi 4-5 sm keladigan rezina lenta qirqib olinadi rezinadan ingichka lenta qirqib olinsa ham bo'ladi va bo'yi 12-15 sm, ichki diametri rezina enidan sal kattaroq bo'lgan ingichka shisha nay ichiga joylanadi. Rezina lenta shisha nayning o'rtasida turishi kerak, chunki shunday qilinganda lenta har ikki tomonga uzayishi mumkin. Ichiga rezina lenta solingan nay esa bo'yi uzun tor probirka ichiga qo'yiladi. Kauchuk lentaning

bo'yini o'lchash uchun probirka millimetrlarga bo'lingan qog'oz lenta yopishtirib qo'yiladi.

Ichiga rezina lenta solingan nay probirka ichiga joylashtirilgandan keyin, rezina lentaning uzunligi millimetrlarga bo'lingan qog'oz yordamida o'lchanib, yozib olinadi, probirkaga benzol yoki benzin qo'yiladi va probka bilan bekitiladi. Rezina lenta bo'kishi to'xtaguncha, har 5 minut ichida lentaning bo'yi qancha uzaygani yozib boriladi. Olingan natijalar grafikka qo'yiladi, bunda bo'kayotgan lenta uzunligi ordinata o'qiga, vaqt esa absissa o'qiga qo'yib chiqiladi.



**34- rasm. Rezina bo'kkanda qancha o'zgarishidan foydalanib bo'kish darajasini o'lchash.**

Qilingan ish haqida hisobot:

1. a) bo'kish darajasi muhit pH ga qanday bog'liq ekanini:  
b) rezina lenta organik suyuqliklarda bo'ktirilganda lentaning uzayishi vaqtga qanday bog'liq ekanini ko'rsatadigan grafiklar tuzish.
2. Anionlarning bo'kish darajasiga ta'siri kamayib borishiga qarab, ularning bir qatorga terish va bu bog'lanishga izohlab berish.

**Nazorat savollar.**

1. Iviqlar bo'kish qobiliyatiga qarab qanday klassifikatsiyalanadi?
2. Bo'kish jarayonida yana qanday hodisalar yuz beradi?
3. Muhitning pH qiymati bo'kishga ta'sir qiladimi?
4. Bo'kish darajasi deb nimaga aytiladi?
5. Anionlar bo'kish darajasiga qanday ta'sir qiladi?

**LABORATORIYA ISHI №11**  
**EMULSIYALARNI OLINISHI VA ULARNI TIPLARINI**  
**ANIQLASH**

**Ish uchun kerak bo'ladigan asbob va reaktivlar.** 100 ml li kolba, silliqlangan tiqinli 100 ml o'lchov silindri, mayda ulushlarga bo'lingan 5 ml li pipetka. Benzol va paxta moyi, sovunning spirtidagi 2% li eritmasi, kristallik bura.

**1-tajriba.** Og'zi tiqin bilan berkitiladigan silindrga 50 ml suv quyiladi va 10 ml benzol qo'shiladi, qattiq chayqatiladi va bir oz vaqt tinch quyiladi. Emulsiya hosil bo'lmaydi, suyuqliklar tezda ikki qavatga ajralib ketadi. Shundan keyin sovunning 2 n li eritmasidan 10 ml qo'shiladi va qattiq chayqatiladi, bunda benzol emulsiyasi hosil bo'ladi. Tarozida 4-5 g bura tortib olinadi va u 95 ml distillangan suvga solib isitilib eritiladi. Hosil bo'lgan eritma silliqlangan tiqinli o'lchov silindiriga qo'yiladi. 2-3 ml paxta moyi qo'shiladi va qattiq chayqatilishi natijasida barqaror emulsiya hosil bo'ladi.

Bajarilgan ishning hisoboti.

Kolloid sistemalar hosil bo'lish sxemalarini yozish.

**2-tajriba. Ko'piklar hosil qilish va ularning asosiy xususiyatlarini aniqlash.** Havo yoki biror gaz bilan to'ldirilgan va bir-biridan suyuqlik pardasi bilan ajratilgan 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  $K_1$  ko'pik hajmi  $V$  ning shu ko'pikda bo'ladigan suyuqlik hajmiga  $V_1$  ga nisbatiga teng.  $K = V/V_1$ . Toza suyuqliklar ham ko'pirishi mumkin, lekin toza suyuqlik ko'pigi tez uchib 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'pik hosil qilish mumkin.

Odatda ko'piklar sirt-faol moddalarning eritmalaridan hosil bo'ladi. Sirt tarangligining kamayishi bunday eritmalar uchun faqat ko'pik pardasi hosil bo'lishini yengillashtiradigan omillargina emas, balki ko'pikni buzishdan ham saqlovchi omillardir.

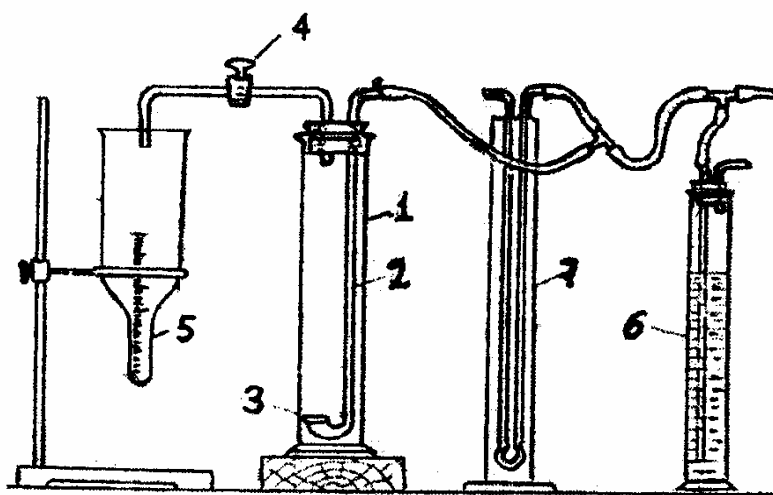
Ko'pik pardalari yorildi deguncha u yemiriladi, lekin ko'pikdan suyuqlik ajralib chiqqanda pardalar yupqalashadi va ko'pikning hajmi o'zgarmagan holda bo'm-bo'sh fazoviy struktura hosil bo'ladi.

**Ish uchun kerak bo'ladigan asbob va reaktivlar.** Ko'pik hosil qilish uchun ishlatiladigan asbob, havo puflagich, soat.

Eritmalar: agar-agarining va nekalning (butilsulfonaftalinning natriyli tuzi) 0,2% li eritmaları (ko'pik hosil qiluvchilar).

Ko'pik hosil qilishga mo'ljallangan eritma silindriga quyiladi. Shu maqsadda nekalining 2 % li eritmasini olishi mumkin. Silindrning og'zi ikki teshikli tiqin bilan bekitiladi. Probkaning bitta teshigidan shisha nay o'tkazilgan, nayning uchi esa g'ovak shisha plastinka bilan berkitilgan. Silindrda hosil qilingan ko'pik jo'mragi bor shisha nay orqali mayda ulushlarga bo'lingan yig'gichga oqib o'tadi. Tajriba quyidagi tarzda olib boriladi. Jo'mrak yopiq turganda asbob ichida havo bosimi ma'lum daraja orttiriladi. Havo bosimini tartibga solib turish uchun havo puflagich bilan monometr o'rtasiga ulangan idishdan foydalaniladi. Bu idish silindrdan iborat bo'lib, uning ichiga shisha nay tushirilgan. Sistemadagi bosim shu nay silindrdagi suyuqlikka qancha botirib turilganiga qarab, tartibga solinadi. Tajriba qanday bosimda olib borilishiga qarab, silindrga har xil zichlikdagi suyuqliklar quyiladi. Havo bosimi doimiy

qiymatga ega bo'lgandan so'ng jo'mrak ochiladi. Dastlab hosil qilingan ko'pik boshqa idishga yig'ib olinishi kerak. Ko'pik bir tekisda oqib chiqa boshlagandan keyin nayning uchi yig'gichga tushirilib, uning yuqorigi belgisigacha ko'pik yig'ib olinadi. Yig'gich to'lgandan keyin havo berish to'xtatiladi va ma'lum vaqt, masalan: har 10 sekund ichida ko'pikdan qancha suyuqlik ajralib chiqishi o'lchay boshlanadi. Keyinroq 10 sekunddan ko'proq vaqt ichida qancha suyuqlik chiqishini o'lchash kerak, chunki bunda ko'pikdan suyuqlik ajralib chiqishi juda sekinlashib qoladi. Shu bilan bir vaqtda ko'pik ustunining balandligi qanday o'zgarishi kuzatib boriladi. Buning uchun ko'pik uchgan sari, uning yuqorigi sathi qancha pasayishi belgilanadi.



**35-rasm. Ko'pik hosil qilish uchun ishlatiladigan asbob.**

Tajriba "oyna" quriguncha, ya'ni ko'piklar batamom uchib, suyuqlikning sirti quriguncha davom ettirish tavsiya qilinadi. Tajriba boshlangan paytdan to "oyna" quriguncha o'tgan vaqt, ko'pikning yashash davri deb shartli ravishda qabul qilinadi. Takrorlashni topish uchun ko'pikning hajmi va xuddi shu paytda ko'pik ichida qancha suyuqlik bor ekanini bilish zarur. Ko'pikda hosil bo'ladigan suyuqlik miqdori bilan xuddi shu paytda ko'pikdan ajralib chiqadigan suyuqlik miqdori orasidagi farqqa teng.

Pardalarga gel strukturasi berib turadigan moddalar qanday rol o'ynashini ko'rsatish uchun, tarkibida 0,2 % agar-agar va 0,2 % nekal bo'ladigan eritmalar olinib tajribalarni takrorlash tavsiya etiladi.

Qilingan ishning hisoboti.

1. Ko'pik hajmining vaqt o'tishi bilan qanday o'zgarishini ko'rsatuvchi egri chiziq chizish.
2. Vaqt o'tishi bilan takrorlanish qanday o'zgarishini ko'rsatuvchi egri chiziq chizish.

### **Nazorat savollari.**

1. Boshqa dispers sistemalar orasida kolloid sistemalar qanday o'rin tutadi?
2. Kolloid sistemalar hosil qilish uchun qo'llaniladigan qanday usullar ma'lum? Ularning mohiyati nimadan iborat?
3. Peptizlash jarayonining qanday alomatlari bor?
4. Peptizatorlar nima?
5. Emulgatorlar emulsiya hosil qilishda qanday rol o'ynaydi? Barqarorlovchilar nima?
6. Emulsiya va ko'piklar kolloid sistemalardan nima bilan farq qiladi?
7. Ko'piklarning yashash davri deb nimaga aytiladi?

## Adabiyotlar

1. Сумм Б.Д., Иванова Н.И. Объекты и методы коллоидной химии в нанохимии. Интернет. Сайт МГУ, 2006.
2. Т.М. Boboev, X.R.Raximov. Fizikaviy va kolloid kimyo. Toshkent, 2004.
3. K.S. Axmedov, X.R. Raximov. Kolloid kimyo. - O'zbekiston. Toshkent, 1993.
4. Axmedova M.A. Kolloid kimyo fanidan laboratoriya mashg'ulotlari. Uslubiy ko'rsatma Toshkent, O'zMU, 2005, 2006.
5. Grigorenko O.N. Руководство к практическим занятиям по коллоидной химии.



## MUNDARIJA

<b>I BOB</b>		<b>NAZARIY QISM</b>	
	<b>Soʻz boshi</b>		<b>3</b>
§ 1	Kirish. Kolloid kimyo tarixi.....		<b>5</b>
§ 2	Kolloid kimyo zamonaviy kimyoning nazariy asosi.....		<b>10</b>
§ 3	Dispers sistemalar. Kolloid sistemalarning klassifikatsiyasi..		<b>16</b>
§ 4.	Kolloid sistemalarning olinishi usullari.....		<b>22</b>
§ 5.	Kolloid eritmalarning molekulyar-kinetik xossalari.....		<b>29</b>
§ 6.	Kolloid eritmalarning osmotik bosimi.....		<b>34</b>
§ 7.	Sedimentasiya.....		<b>38</b>
§ 8.	Dispers sistemalarning optik xossalari.....		<b>42</b>
§ 9.	Dispers sistemalarning sirt hodisalari.....		<b>51</b>
§ 10.	Qattiq jismlarning sirt tarangligi va toʻliq sirt energiya.....		<b>55</b>
§ 11.	Adsorbsiya.....		<b>66</b>
§ 12.	Adsorbsiya issiqligi.....		<b>69</b>
§ 13.	Kolloid sistemalarning elektr xossalari.....		<b>75</b>
§ 14.	Elektrokinetik potensial va unga taʼsir etuvchi omillar.....		<b>79</b>
§ 15	Dispers sistemalarning barqarorligi va koagulyatsiya.....		<b>89</b>
§ 16	Kolloidlarning barqarorligi haqida fizik nazariya.....		<b>94</b>
§ 17	Barqarorlik haqidagi hozirgi zamon DLFO nazariyalari .....		<b>100</b>
§ 18	Dispers sistemalarning struktur-mexanik xossalari.....		<b>108</b>
§ 19	Kolloid sistemalarda hosil boʻladigan strukturalar va ularning xossalari.....		<b>111</b>
§ 20	Dispersion muhiti gaz, suyuq va qattiq moddadan iborat boʻlgan kolloid sistemalar.....		<b>117</b>
<b>II BOB</b>	<b>KOLLOID KIMYO FANIGA DOIR LABORATORIYA MASHGʻULOTLARI</b>		
§ 1	Laboratoriya mashgʻuloti № 1.Kolloid sistemalarni olinish usullari.....		<b>126</b>
§ 2	Laboratoriya mashgʻuloti № 2. Kolloid sistemalarni tozalash usullari.....		<b>130</b>
§ 3	Laboratoriya mashgʻuloti № 3. Dispers sistemalarning elektr xossalari. Zarracha zaryadini aniqlash.....		<b>131</b>
§ 4.	Laboratoriya mashgʻuloti № 4. Kolloid eritmalarning koagullanishi.....		<b>135</b>
§ 5.	Laboratoriya mashgʻuloti № 5. Hidrofil zollarning koagullanishi.....		<b>137</b>

§ 6.	Laboratoriya mashg'uloti № 6. Gidrofob zollarning koagullanishi.....	138
§ 7.	Laboratoriya mashg'uloti № 7. Sedimentatsion analiz. Zarrachaning cho'kish tezligini va o'lchamini topish.....	142
§ 8.	Laboratoriya mashg'uloti № 8. Suyuq-gaz chegara sirtidagi adsorbsiya.....	144
§ 9.	Laboratoriya mashg'uloti № 9. Qattiq jism sirtidagi adsorbsiya. Adsorbentning sirt yuzasini aniqlash.....	146
§ 10.	Laboratoriya mashg'uloti № 10. Bo'kish. Gellar va ularning bo'kishi.....	149
§ 11.	Laboratoriya mashg'uloti № 11. Emulsiyalarni olinishi va ularni tiplarini aniqlash.....	153
	<b>Adabiyotlar</b>	<b>157</b>
	<b>Mundarija</b>	<b>158</b>

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>I ВОВ</b>	<b>Теоретическая часть</b>	
	<b>Предисловие</b>	<b>3</b>
§ 1	Введение. История коллоидной химии .....	<b>5</b>
§ 2	Коллоидная химия – теоретическая основа современной химии .....	<b>10</b>
§ 3	Дисперсные системы. Классификация дисперсных систем.....	<b>16</b>
§ 4.	Методы получения коллоидных систем .....	<b>22</b>
§ 5.	Молекулярно-кинетические свойства коллоидных систем	<b>29</b>
§ 6.	Осмотическое давление коллоидных систем.....	<b>34</b>
§ 7.	Седиментация .....	<b>38</b>
§ 8.	Оптические свойства дисперсных систем .....	<b>42</b>
§ 9.	Поверхностные явления дисперсных систем .....	<b>51</b>
§ 10.	Поверхностное натяжение и полная поверхностная энергия твердых тел .....	<b>55</b>
§ 11.	Адсорбция.....	<b>66</b>
§ 12.	Теплота адсорбции.....	<b>69</b>
§ 13.	Электрические свойства коллоидных систем .....	<b>75</b>
§ 14.	Электрокинетический потенциал и факторы, влияющие на него .....	<b>79</b>
§ 15	Устойчивость дисперсных систем и коагуляция .....	<b>89</b>
§ 16	Физическая теория устойчивости коллоидов .....	<b>94</b>
§ 17	Современные теории устойчивости ДЛФО .....	<b>100</b>
§ 18	Структурно-механические свойства дисперсных систем..	<b>108</b>
§ 19	Структуры, образующиеся в коллоидных системах и их свойства .....	<b>111</b>
§ 20	Коллоидные системы, в которых дисперсионная среда состоит из газообразных, жидких и твердых веществ.....	<b>117</b>
<b>II ВОВ</b>	<b>Лабораторные работы по коллоидной химии</b>	
§ 1	Лабораторная работа № 1. Методы получения коллоидных систем .....	<b>126</b>
§ 2	Лабораторная работа № 2. Методы очистки коллоидных систем .....	<b>130</b>
§ 3	Лабораторная работа № 3. Электрические свойства коллоидных систем. Определение заряд частицы	<b>131</b>
§ 4.	Лабораторная работа № 4. Коагуляция коллоидных растворов .....	<b>135</b>
§ 5.	Лабораторная работа № 5. Коагуляция гидрофильных золей .....	<b>137</b>
§ 6.	Лабораторная работа № 6. Коагуляция гидрофобных	

	золей .....	<b>138</b>
<b>§ 7.</b>	Лабораторная работа № 7. Седиментационный анализ. Определение скорости и размер частицы .....	<b>142</b>
<b>§ 8.</b>	Лабораторная работа № 8. Адсорбция на границе жидкость-газ .....	<b>144</b>
<b>§ 9.</b>	Лабораторная работа № 9. Адсорбция на поверхности твердого тела. Определение площади поверхности адсорбента .....	<b>146</b>
<b>§ 10.</b>	Лабораторная работа № 10. Набухание. Гели и их набухание.....	<b>149</b>
<b>§ 11.</b>	Лабораторная работа № 11. Получение эмульсий и определение их типов .....	<b>153</b>
	<b>Литература</b>	<b>157</b>
	<b>Содержание</b>	<b>158</b>