

**S.E.Məmmədov, T.O.Qəhrəmanov,
S.E.Mirzəliyeva, N.T.Şəmilov**

KOLLOİD KİMYADAN PRAKTİKUM

Bakı-2018

Elmi redaktor:

Prof E.İ.Əhmədov

Rəyçilər:

Prof. Ə.İ.Yaqubov

Dos. A.H.Mustafayeva

Kitabda kolloid kimyanın nəzəri məsələləri, praktiki işlər, onların yerinə yetirilməsi qaydaları verilmişdir.

Dərs vəsaiti universitetlərin kimya və kimya texnologiya ixtisasları üzrə təhsil alan tələbələr üçün nəzərdə tutulmuşdur. Dərs vəsaitindən elmi-tədqiqat institutlarında müvafiq istiqamətdə tədqiqat işləri aparan elmi işçilər, magistrant və doktorantlar da yararlı bilərlər.

© *“Bakı universiteti nəşriyyatı”*.2018

MÜNDƏRİCAT

Giriş.....	7
KOLLOİD KİMYANIN PREDMETİ.....	9
1.1. Dispers sistemlərin təsnifatı	11
1.2. Kolloid kimyanın əhəmiyyəti	19
ADSORBSIYA	
Laboratoriya işi № 1	22
I.Səthi gərilmə metodu ilə hava-su sərhəddində SAM-ın adsorbsiyasının tədqiqi	38
II.Səthi gərilmənin ölçülməsi üsulu ilə aktivləşdirilmiş kömür üzərində sulu məhlullardan SAM adsorbsiyasının tədqiqi.....	44
LABORATORİYA İŞİ № 2	
Sabit temperaturda kömürün səthində sirkə turşusunun adsorbsiyasının qatılıqdan asılılığının öyrənilməsi	49
LABORATORİYA İŞİ № 3	
İsənmə istiliyinə əsasən kömürün aktivliyinin təyini	65
Təcrübə 1. Balezin-Feldt cihazı vasitəsilə kömürün aktivliyinin təyini	73
Təcrübə 2. Termometr vasitəsilə kömürün isənmə istiliyinin təyini.	74
LABORATORİYA İŞİ №4	
Adsorbsiyanın seçiciliyi. Həllədicinin adsorbsiyaya təsiri	77
Təcrübə 1. Adsorbentin səthindən bir maddənin digəri ilə sıxışdırılıb çıxarılması.....	84
Təcrübə 2. Kalsium və qurğuşun ionları saxlayan məhlullardan adsorbsiya.....	86
Təcrübə 3. Həllədicinin adsorbsiyaya təsiri (adsorbsiyanın seçiciliyi).....	86
Təcrübə 4. Turşu və əsasi boyaların kaolinlə seçici adsorbsiyası	87
Təcrübə 5. Yunun boyanması.....	87
LABORATORİYA İŞİ 5	
İON MÜBADİLƏSİ ADSORBSIYASI	89
Təcrübə 1. Adsorbentin səthindən bir maddənin digəri ilə sıxışdırılıb çıxarılması.....	94
Təcrübə 2. Suyun duzsuzlaşdırılması (mineralsızlaşdırılması)	95
Təcrübə 3. Mis ionlarının kationitlə udulması.....	96
LABORATORİYA İŞİ № 6	

Kağız xromatoqrafiyası Kağız üzərində çöküntü xromatoqrafiyası metodu ilə Cu^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} kation qarışığının vəsfi analizi.....	98
LABORATORİYA İŞİ № 7	
Kağız xromatoqrafiyası Kağız üzərində çökmə xromatoqrafiyası metodu ilə nikelin miqdarı təyini	101
DİSPERS SİSTEMLƏR	
LABORATORİYA İŞİ №8	
Liofob kolloid məhlulların alınması	105
I. Kondensləşmə metodu ilə kolloid məhlulların alınması	110
Təcrübə 1. Həllədicinin dəyişdirilməsi metodu ilə kükürd və kanifol hidrozollarının alınması.....	110
Təcrübə 2. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ zolunun hidroliz reaksiyası ilə alınması	111
Təcrübə 3. Gümüş yodid zolunun mübadilə reaksiyası ilə alınması	112
II. Kolloid məhlulların dispesləşmə metodu ilə alınması	113
Təcrübə 1. Qələvi və ya turşu iştirakında peptidləşmə metodu ilə stannat turşusu zolunun alınması.....	114
Təcrübə 2. Peptidləşmə metodu ilə alüminium zolunun alınması	115
LABORATORİYA İŞİ №9	
Kolloid məhlulların əmələgəlmə prosesinə reaksiyaya girən maddələrin qatılığının təsiri.....	117
Təcrübə 1. Berlin abısı zolunun alınması	118
Təcrübə 2. Berlin abısı çöküntüsünün alınması.....	118
Təcrübə 3. Berlin abısı gəlinin alınması	118
Laboratoriya işi № 10	
Hidrofil zolların alınması və onların xassələri	118
Təcrübə 1. Nişasta zolunun alınması	119
Təcrübə 2. Jelatin zolunun alınması	119
Təcrübə 3. Yumurta albumini zolunun alınması	119
Təcrübə 4. Kazein zolunun alınması	120
Təcrübə 5. Hidrofil kolloid məhlulların (zolların) istiyə və elektrolitlərə davamlılığı	120
Laboratoriya işi №11	
Koaqulyasiya.....	122
I. Dəmir (III) hidrosid zolunun koaqulyasiyahəddinin təyini.....	128

Təcrübə 1. Vizual metodla dəmir (III) hidroksid zolunun koaqulyasiya həddinin təyini.....	128
Təcrübə 2. Optiki metodla dəmir (III) hidroksid zolunun koaqulyasiya həddinin təyini.....	130
Təcrübə 3. Gümüş yodid zolları məhlullarının qarşılıqlı koaqulyasiyası	131
Təcrübə 4. Gümüş yodid və dəmir (III) hidroksid zollarının qarşılıqlı koaqulyasiyası	134
Laboratoriya işi №12	
Emulsiyaların alınması və xassələri	136
Təcrübə 1. Toluolun emulsiyasının alınması.....	141
Təcrübə 2. Bitki yağının emulsiyasının alınması	142
Təcrübə 3. Elektrik qarışdırıcının tətbiqi ilə y/s tipli emulsiyanın alınması və davamlılığının təyini:	142
Təcrübə 4. Emulsiyanın növünün təyini.....	143
Laboratoriya işi № 13	
Kolloid sistemlərin elektrik xassələri	146
I. Elektroforezin müşahidəsi	
Təcrübə 1. Elektroforezin müşahidəsi	
II. Kolloid hissəciklərin yükünün işarəsinin təyini.....	148
Təcrübə 2. Hissəciklərin yükünün təyini.....	150
Təcrübə 3. Kolloid hissəciklərin yükünün işarəsinin təyini	151
Təcrübə 4. Boyaların hissəciklərinin yükünün işarəsinin təyini.....	151
Təcrübə 5. Müsbət yüklənmiş kağızla kapilyar analiz	152
Təcrübə 6. Elektroforez sürətinin təyini	153
Laboratoriya işi №14	
Zolların təmizlənməsi və diffuziyası	156
Təcrübə 1. Jelatin zolunun dializi	160
Təcrübə 2. Nişasta zolunun dializi	160
Təcrübə 3. Dəmir (III) hidroksid zolunun dializi	161
Təcrübə 4. Ultradializ.....	161
Təcrübə 5. Zolların diffuziya sürətinin tədqiqi.....	161
Təcrübə 5a.....	162
Təcrübə 5 b.....	163
Təcrübə 5 c.....	163
Təcrübə 5 ç.....	163
Laboratoriya işi №15	
Özlülüyün ölçülməsi	
Yüksəkmolekullu birləşmələrin ümumi xarakteristikası.....	165
YMB məhlullarının xassələri. Şişmə.....	167

Şişmə təzyiqi	170
YMB məhlullarının özlülüyü	171
Gellər və həlməşiklər.....	174
İş № 1. Aqar-aqar məhlulunda özlülüyün ölçülməsi	178
İş № 2. Kürəcikli viskozimetr vasitəsi ilə polistirol məhlulunda özlülüyün təyini.....	182
İş № 3. Kauçuk məhlullarında özlülüyün ölçülməsi.	186
İş № 4. Viskozimetriya üsulu ilə poliizobutilenin molekul çəkisinin təyini	189
İş № 5. Nişasta və metilsellüloza məhlulu suspensiyalarının özlülüyünə qızdırılmanın təsiri	190
Əlavələr	192
Ə D Ə B İ Y Y A T	194

GİRİŞ

Kolloid kimya sərbəst bir elm kimi kimyaçılar tərəfindən qəbul edilir, elm və texnikada geniş istifadə olunur. Kolloid kimya sahəsində İtaliya alimi Françesko Selminin və ingilis alimi Tomas Qremin gördüyü işləri xüsusilə qeyd etmək lazımdır.

Təqdim olunan dərs vəsaiti kolloid kimyanın müxtəlif sahələrini əhatə edir. Bu dərs vəsaitində kolloid kimyanın əsas nəzəri məsələləri şərh olunmuş və həmin bölmələrə aid praktiki işlər verilmişdir. Vəsait laboratoriya işlərinə həsr olunmuş və işlərin yerinə yetirilməsi haqqında məlumat verilmişdir. Hər bir fəsil müəyyən qədər nəzəri materiallarla əhatə olunmuşdur. Bu nəzəri materiallar laboratoriya işlərini yerinə yetirməyə, seminar, kollokvium və imtahanlara hazırlıq mərhələsində tələbələrə kömək olur.

Praktikumun əsas məqsədi tələbələri kursun nəzəri əsasları ilə tanış etməkdən, onlara təcrübə işlərini sərbəst aparmaq vərdişləri aşılamaqdan, praktika ilə nəzəriyyənin əlaqəsinin göstərməkdən ibarətdir. Bu məqsədlə laboratoriya işləri fəsilər üzrə verilmiş və hər fəslin əvvəlində nəzəri bilikləri daha da möhkəmləndirmək üçün fiziki və kolloid kimyanın nəzəri əsasları qısa şəkildə şərh olunmuşdur.

Bu dərs vəsaiti universitetlərin kimya fakültələrinin bakalavr pilləsində təhsil alan tələbələr üçün nəzərdə tutulmuşdur. Həmçinin magistrantlar, aspirantlar, müəllimlər

üçün də faydalı ola bilər. Eyni zamanda kolloidal kimyanın eksperimental üsulları ilə maraqlanan daha geniş kütlə üçün də mühüm əhəmiyyət daşıya bilər.

Dərs vəsaiti, şübhəsiz ki, nöqsanlardan azad deyildir. Bununla əlaqədar oxucuların irad və təklifləri müəlliflər tərəfindən minnətdarlıqla qəbul ediləcəkdir.

KOLLOİD KİMYANIN PREDMETİ

Kolloid kimya səth hadisələri və dispers sistemlər haqqında elmdir. Kolloid kimya çox az sayda elmlərdən biridir ki, adı məzmununa uyğun gəlmir («colla» - yunanca yapışqan deməkdir). Bu ad kolloid kimya müstəqil elm kimi formalaşanaqək qəbul edilmişdir. Bir sıra ölkələrdə bu fənn «Səth hadisələri», «Səth hadisələri və kolloidlər», «Səthlərin fiziki kimyası» və s. adlanır.

Qeyd etmək lazımdır ki, əvvəllər kolloid kimya fiziki kimyanın bölmələrindən biri idi. Sonralar kolloid kimya sürətlə inkişaf etmiş, təcrübi faktları izah edən ideyaları və kolloid-kimyəvi tədqiqat metodları olan müstəqil elmə çevrilmişdir.

Fazaların bölgü sərhəddindəki fazalararası səthi təbəqədə qonşu fazaların qarşılıqlı təsiri nəticəsində baş verən proseslər səth hadisələri adlanır. Səth hadisələri fazalararası sərhəddəki səthi təbəqələrdə təmasda olan fazaların tərkib və quruluşunun müxtəlif olması ilə əlaqədar və uyğun olaraq səthdə atomların və molekulların qonşu fazalarla əlaqəsinin fərqli olması səbəbindən atomlararası, molekullararası qüvvələrin doymamış sahəsi mövcuddur. Bu səbəbdən səthi təbəqədəki atomlar və molekullar xüsusi quruluş əmələ gətirir, maddə isə öz xassələrinə – ərimə temperaturu, qaynama temperaturu, reaksiya qabiliyyəti və s. xassələrinə görə fazaların həcmindəki halından fərqli olan xüsusi halda olur. Maddələrin

səthi təbəqələrindəki xüsusi xassələrlə xarakterizə olunan halı kolloid halın daha ümumi tərifidir. Ona görə də kolloid kimyanı maddənin kolloid halı haqqında elm kimi də qəbul etmək olar.

Səthində səth hadisələri baş verən hər bir cisim məhdud səthə malik olduğundan istənilən ölçülü cisim kolloid kimyanın obyektinə ola bilər. Lakin səth hadisələri böyük səthə malik olan cisimlərdə özünü daha kəskin biruzə verir, çünki bu cisimlərdə maddənin çox hissəsi kolloid halında olur.

İnkişaf etmiş geniş səthə malik olan cisimlərə plyonkalar, liflər, kapilyarlar, kiçik hissəciklər aiddir. Bu disperslər toplusu onların paylandığı mühitlə birlikdə dispers sistemi təşkil edir («dispersus» – latınca xırdalanmış, səpələnmiş deməkdir).

Dispers sistemlər heterogen olub, ən azı iki fazadan ibarətdir. Bu fazalardan biri bütöv olub dispers mühit adlanır, digər faza isə xırdalanmış halda olub birinci fazada paylanır və dispers faza adlanır.

Dispers sistemlər kolloid kimyanın ən səciyyəvi və həm də mürəkkəb obyektləridir, çünki onlarda bu sistemlərin xüsusi həcmi xassələrini formalaşdıran səth hadisələri özünü tam müxtəlifliyi ilə göstərir.

Bizi əhatə edən real cisimlərin çoxu dispers sistemlərə aiddir, ona görə də səth hadisələri və dispers sistemlər haqqında elmi real cisimlərin fiziki kimyası adlandırmağa da əsas vardır. Bütün cisimlər, adətən, polikristallik, lifvari, plyonka-

şəkilli, məsaməli və səpələnən maddələrdir. Bu maddələr də doldurucu və bərkidicidən ibarət olub, suspenziya, pasta, emulsiya, köpük, toz və s. halında olur. Torpaq, bitki və heyvanlar aləmi cisimləri, duman və buludlar, sənaye istehsalı məhsullarının çoxu, o cümlədən, tikinti materialları, metallar, polimerlər, kağız, gön, parçalar, yeyinti məhsulları dispers sistemlərdir, onların xassələrini kolloid kimya öyrənir. Mübalığəsiz demək olar ki, kolloid kimya real cisimlərin kimyasıdır. Bundan əlavə insanın öz bədəni maddənin kolloid halına misaldır. Rus alimi İ.İ.Jukovun fikrincə «insan – hərəkətdə olan kolloiddir».

Beləliklə, kolloid kimya cisimlərin təbiətdə ən geniş yayılmış halını – dispers halını və onun çevrilmələrini öyrənir.

Səth təbəqələrində fiziki və kimyəvi qarşılıqlı təsirlərin öyrənilməsi bir sıra elm sahələrinin və praktikanın inkişafı üçün zəruridir.

1.1. Dispers sistemlərin təsnifatı

Dispers sistemləri müxtəlif əlamətlərə görə təsnifata ayırırlar.

Dispersliyə görə təsnifat. Dispers sistemlərin ən sadə təsnifatının əsasını dispers faza hissəciklərinin ölçüsü təşkil edir. Şəkil 1.1-dən görüldüyü kimi xüsusi səthin dispers faza hissəciyinin ölçüsündən asılılığı qrafik olaraq bərabər tərəfli hiperbola ilə ifadə olunur. Qrafikdən görüldüyü kimi hissəciyin en kəsiyinin ölçüsü azaldıqca xüsusi səthin qiyməti nə-

zərəçarpacaq dərəcədə artır. Əgər tili 1m olan kubu tili 10^{-8} m olan kiçik kublara bölsək, onda fazalararası ümumi səthin sahəsi 6 m^2 -dan $6 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2$ -dək artar.

Dispers faza hissəciyinin ölçüsü $a \leq 10^{-9} \text{ m}$ olduqda hiperbola qırılır, hissəciklər ayrı-ayrı molekul ölçüsünə qədər azalır və sistem homogen olur. Bu halda fazalararası səth mövcud olmur.

Dispersliyə görə sistemlər aşağıdakı kimi bölünür:

- kobud dispers sistemlər, $a \geq 10^{-5} \text{ m}$ (yağış damcısı, yarma);
- mikroheterogen sistemlər, $10^{-7} \leq a \leq 10^{-5} \text{ m}$ (həll olan \ kofe, şəkər pudrası, his, bağırsağ çöpü);
- kolloid dispers sistemlər və ya kolloid məhlullar (ultra-mikroheterogen sistemlər), $10^{-9} \leq a \leq 10^{-7} \text{ m}$ (qızıl zolu, rubin şüşəsi, silikat turşusunun zolu); əgər dispers faza hissəciklərinin ölçüsü 1-10 nm olarsa, belə dispers sistemlər nanosistemlər adlanır.
- həqiqi məhlullar, $a \leq 10^{-9} \text{ m}$; (şəkərin suda məhlulu xörək duzunun suda məhlulu).

Qeyd etmək lazımdır ki, yalnız kolloid məhlullarda dispers faza hissəcikləri ən böyük xüsusi səthə malik olur və bu halda da «faza» və «heterogenlik» anlayışları saxlanılır.

Qeyd edildiyi kimi, disperslik – dispers sistemlərin əsas xassələrinə: kinetik, optik, katalitik və s. təsir edir. Dispers sistemlərin xassələri cədvəl 1.1-də verilmişdir.

Cədvəl 1.1

Müxtəlif növ dispers sistemlərin xassələri

Kobud dispers və mikroheterogen (orta dispers) sistemlər	Kolloid (ultramikroheterogen və ya yüksəkdispers) sistemlər	Həqiqi (molekulyar və ion) məhlullar
Şəffaf olmayıb, işığı əks etdirir	Şəffaf olub, işığı səpələyir və Tindal konusu verir	Şəffaf olub, işığı səpələmir, Tindal konusu müşahidə olunmur
Hissəciklər kağız filtdən keçmir.	Hissəciklər kağız filtdən keçir	Hissəciklər kağız filtdən keçir
Hissəciklər ultrafiltri (sellofan, perqament) keçmir	Hissəciklər ultrafiltri (sellofan, perqament) keçmir	Hissəciklər ultrafiltri keçir
Heterogendir	Heterogendir	Homogendir
Kinetik və termodinamik davamsızdır	Nisbətən kinetik davamlıdır	Kinetik və termodinamik davamlıdır
Qocalır	Qocalır	Qocalmır
Optik mikroskopda hissəciklər görünür	Hissəciklər elektron mikroskopda görünür, ultramikroskopda isə müşahidə olunur	Müasir mikroskoplarda hissəciklər görünür

Dispers faza hissəciklərinin formasına görə təsnifat.

Hissəciklərin formasına görə təsnifat topoqrafik təsnifat adlanır. Bu əlamətə görə aşağıdakı dispers sistemləri fərqləndirirlər:

korpuskulyar (üçölçülü) sistemlər – tozlar, ovuntular, damcılar, qabarcıqlar;

- lifvari (fibrilyar və ya ikiölçülü) sistemlər – iplər, liflər, kapilyarlar, məsamələr;

- plyonkaşəkilli (laminar və ya birölçülü) sistemlər – plyonkalar, membranlar.

Əgər sistemin hissəciklərinin ölçüləri bir-birinə yaxın olarsa, onda onların xüsusi səthlərinin qiymətləri də yaxın olar. Tutaq ki, hissəciklərinin ölçüləri $1 \times 1 \times 10^{-7} m$ olan laminar sistem, hissəciklərinin ölçüləri $1 \times 10^{-7} \times 10^{-7} m$ olan fibrilyar sistem və hissəciklərinin ölçüləri $10^{-7} \times 10^{-7} \times 10^{-7} m$ olan korpuskulyar sistem vardır. Bu sistemlərin xüsusi səthləri uyğun olaraq $2 \cdot 10^7 m^{-1}$ (ikitarəfli plyonka nəzərdə tutulur), $4 \cdot 10^7 m^{-1}$ və $6 \cdot 10^7 m^{-1}$ – dir.

Fazaların aqreqat halına görə təsnifat.

Bu təsnifatı ilk dəfə V.Ostvald vermişdir. Dispers sistemi təşkil edən fazaların aqreqat halına görə təsnifat geniş yayılmışdır (cədvəl 1.2).

Cədvəl 1.2 Dispers sistemlərin növləri

Dispers faza	Dispers mühit	Sistemin şərti işarəsi	Sistemin növü	Bəzi misallar
Bərk	Maye	B/M	Zollar, suspenziyalar	Bulanıq sular, bakteriyalar
Maye	Maye	M/M	Emulsiyalar	Süd, neft, yağlar
Qaz	Maye	Q/M	Qaz emulsiyaları, köpüklər	Sabun köpüyü
Bərk	Bərk	B/B	Zollar, bərk heterogen sistemlər	Ərintilər, minerallar, rəngli şüşə
Maye	Bərk	M/B	Bərk emulsiyalar, məsaməli cisimlər, kapilyar sistemlər, gellər	Torpaq, nəm süxurlar, adsorbentlər, bəzi minerallar (mirvari, opal)
Qaz	Bərk	Q/B	Bərk köpüklər, məsaməli və kapilyar sistemlər, kserogellər	Aktiv kömür, silikagel, pemza
Bərk	Qaz	B/Q	Aerozollar (tozlar, tüstülər)	Tütün tüstüsü, kömür tozu
Maye	Qaz	M/Q	Aerozollar (dumanlar)	Duman, bulud
Qaz	Qaz	Q/Q	Sıxlığı fluktuasiya edən sistemlər	Hava

Dispers mühit maye (M), bərk cisim (B) və ya qaz (Q) ola bilər. Dispers faza da üç aqreqat halında ola bilər. Dispers sistemlərin 9 növü mümkündür. Hər bir sistemin öz şərti işarəsi və adı var: surətdə dispers fazanın aqreqat halı, məxrəcdə isə dispers mühitin adı göstərilir. Məsələn, M/M sistemi emulsiya adlanır.

Qazlar bir-birində həll olduğu üçün, adətən, Q/Q növü sistemə baxılır. Lakin qaz fazasında qatılığın fluktuasiyası nəticəsində heterogenliyin yaranması mümkündür.

Ümumi halda yüksək dispersli sistemlər zollar («solution» – latınca məhlul deməkdir) dispers mühitin xarakterindən asılı olaraq isə liozol, aerosol, bərk zol adlanır. «Lios» – yunanca maye deməkdir. Maye dispers mühitin təbiətindən asılı olaraq liozollar hidrozollar (su), orqanozollar (üzvi mühit) və ya daha konkret olaraq alkozollar (spirtlər), eterozollar (efirlər) və s. adlanır. Mikroheterogen sistemlərə suspenziyalar (B/M), emulsiyalar (M/M), köpüklər (Q/M), ovuntular və tozlar (B/Q) aiddir. Kəbud dispers sistemlərdən ən geniş yayılanları B/Q növlü sistemlərdir (qum, çınqıl və s.).

Dispers fazanın kinetik xassələrinə görə təsnifat.

Dispers faza hissəcikləri arasında qarşılıqlı təsirin olub olmasına görə dispers sistemlər iki sinfə bölünür:

- 1) sərbəst dispers sistemlər (quruluşsuz dispers sistemlər);
- 2) bağlı dispers sistemlər (quruluşlu dispers sistemlər).

Sərbəst dispers sistemlərdə dispers faza hissəcikləri bir-birilə bağlı olmur və dispers mühidə sərbəst hərəkət edir. Bu sinfə aeroxollar, emulsiyalar, suspenziyalar və s. aiddir. Bağlı dispers sistemlərdə isə dispers faza hissəcikləri bir-birilə molekullararası qarşılıqlı təsir qüvvələrilə bağlı olub, dispers mühidə fəza quruluşları əmələ gətirir və sərbəst yerlərini dəyişə bilmir. Bu sinfə gellər, həlməşiklər, köpüklər, kapilyar məsaməli cisimlər (diafraqmalar), bərk məhlullar və s. aiddir.

Bağlı dispers sistemlər, daha dəqiq deyilsə, məsaməli cisimlər M.M.Dubininə görə aşağıdakı kimi təsnifata bölünür:

- mikroməsaməli sistemlər, məsamələrin ölçülü $\leq 2nm$;
- keçid məsaməli (mezoməsaməli) sistemlər, məsamələrin ölçüsü 2-200 nm;
- makroməsaməli sistemlər, məsamələrin ölçüsü $\geq 200nm$.

Fazalararası qarşılıqlı təsirə görə təsnifat.

Bu təsnifat maye dispers mühitli sistemlər üçün yararlıdır. Q.Freyndlix dispers faza hissəcikləri ilə dispers mühit arasında qarşılıqlı təsirə görə dispers sistemləri iki növə bölməyi təklif etmişdir:

- 1) liofil dispers sistemlər («lios» – yunanca maye, «phileo» – sevirəm deməkdir);
- 2) liofob dispers sistemlər («lios» – yunanca maye, «phobos» – sevmirəm deməkdir)

Birincilərdə dispers faza ilə dispers mühit arasında molekullararası təsir güclü, ikincilərdə isə zəif olur. Belə qarşılıqlı təsir nəticəsində dispers faza hissəcikləri ətrafında dispers mühit molekullarından ibarət olan solvat təbəqəsi (dispers mühit su olduqda hidrat təbəqəsi) əmələ gəlir və bu proses həqiqi məhlullarda olduğu kimi solvatlaşma (hidratlaşma) adlanır.

Liofil sistemlər termodinamik baxımdan davamlıdır ($\Delta G < 0$) və özbaşına dispersləşməyə məruz qalır. Bu isə o vaxt mümkündür ki, səthin böyüməsi zamanı sərbəst enerjinin artması solvatlaşma hesabına entalpiyanın azalması və entropiyanın artması ilə kompensə olunsun. Məsələn, sabun və bəzi gillər (məsələn, bentonit) suda özbaşına yayılır. Elə yüksəkmolekullu birləşmələr vardır ki, onlar müəyyən həlledicilərdə özbaşına həll olur.

Bu baxımdan dispersləşməsi özbaşına getməyən sistemləri liofob sistemlər adlandırmaq olar ($\Delta G > 0$). Bu növ sistemlərə tipik kolloid məhlullar – metalların (Au, Ag və s.), gümüş halogenidlərin, arsen sulfidinin və s. zolları aid edilir. Hidrofob zollar kolloid məhlulların əsas sinfi sayılır.

Fazaların fərqlənməsinə görə təsnifat.

Yüksəkmolekullu birləşmələr və onların məhlulları kolloid-kimyəvi təsnifatda xüsusi yer tutur. Yüksəkmolekullu birləşmələrin məhlulları mahiyyətcə həqiqi məhlul

olmaqla bərabər, həm də kolloid hala xas olan bir çox xassələrə malikdir. Onlar həlledicidə makromolekullara qədər dispersləşərək homogen, birləşməli və davamlı sistemlər əmələ gətirir. Prinsipcə bu məhlullar həqiqi məhlullardan seçilmir, lakin makromolekulların ölçüsü böyük olub, kolloid hissəciklərin ölçüsünə yaxınlaşdığından bir sıra xassələrinə görə (məsələn, diffuziya, optiki və elektrik xassələri, yeni quruluş əmələ gətirmək meyl) həqiqi məhlullara nisbətən kolloid məhlullara daha yaxındır.

Yüksəkmolekullu birləşmələrin məhlulları özlərində həm həqiqi, həm də kolloid məhlulların xassələrini cəmləşdirdiyindən onlara molekulyar kolloidlər adı verilmişdir. Homogen sistem olan molekulyar kolloidlərdən fərqli olaraq hissəcikləri atomlar və molekullar toplusundan ibarət olan və mühtədən hər hansı sərhədlə ayrılan yüksək dispers heterogen sistemlər suspensoidlər adlanır. Dispers sistemlərin bu əlamətə görə iki sinfə – molekulyar kolloidlər və suspensoidlərə bölünməsinə faza müxtəlifliyinə əsaslanan təsnifat kimi də baxılır.

1.2. Kolloid kimyanın əhəmiyyəti

Kolloid kimya dispers sistemlərin alınması və istifadə olunması ilə əlaqədar olan çoxsaylı texnoloji proseslərin elmi əsasını təşkil edir. Bunlardan bəziləri aşağıdakılardır:

- müasir kompozisiya və tikinti materiallarının, sili-katların (keramika, şüşə və s.) istehsal texnologiyası;
- dispers, məsaməli katalizatorların və sorbentlərin alınması;
- plastik kütlələrin, rezin, təbii və sintetik liflərin, yapışqanların, lak-boya materiallarının istehsalı;
- qida məhsulları istehsalı texnologiyası;
- filizlərin flotasiyası texnologiyası;
- səthi-aktiv maddələrin: flotoreagentlər, isladıcılar, köpüklər və emulsiyaların stabilizatorları, köpük söndürənlər və deemulqatorlar, yağlar və soyuducu mayələrin komponentləri, yuyucu vasitələrin alınması və tətbiqi;
- ayrılmanın membran prosesləri və su təhizatı.

Kolloid kimyanın obyektlərinin və onun həll etdiyi məsələlərin müxtəlifliyi bu elmin bəzi bölmələrinin ayrılmasına və kolloid-kimyəvi metodların isə qonşu elm sahələrində istifadəsinə səbəb olur. Belə ki, kolloid kimyadan polimer məhlulların fiziki kimyası ayrılmış, aerosollar, səth kimyası bölmələri isə nəzərə çarpacaq dərəcədə müstəqil inkişaf edir. Bioloji membranların öyrənilməsi, biofizika, biokimya və s. kolloid-kimyəvi problemlərlə bağlıdır.

Son 15-20 ildə kolloid kimyanın bir sıra yeni istiqamətləri yaranmışdır:

- 1) yüksəktəşkilli dissipativ quruluşların özbaşına əmələ gəlməsi – öz-özünə təşkili;
- 2) nanodispers hissəciklərin quruluşu və xassələri;

- 3) mikroemulsiyalar;
- 4) çəkisizlik şəraitində kolloid sistemlər;
- 5) kolloid-kimyəvi proseslərin kompüterlə model-
ləşdirilməsi metodlarının tətbiqi;
- 6) yeni səthi-aktiv maddələrin sintezi və tətbiqi;
- 7) kolloid-kimyəvi metodların tibbdə tətbiqi.

ADSORBSIYA

Laboratoriya işi № 1

Maye – hava, maye-bərk maddə sərhəddində maddənin adsorbsiyasının təyini. Səthi gərilmənin ölçülməsi

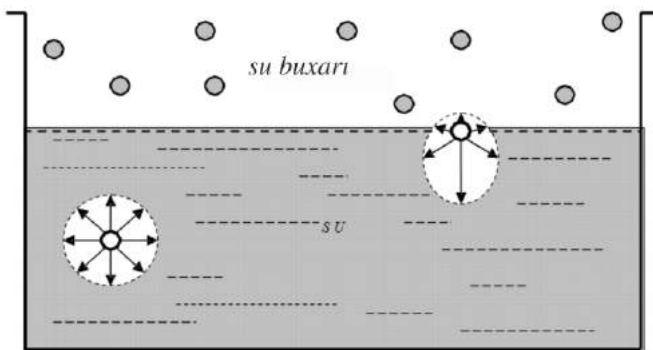
NƏZƏRİ HİSSƏ

Adsorbsiya hadisəsi həmişə fazaların ayırıcı kəsiyinin sərhəddi ilə əlaqədardır. Adsorbsiya fazaların istənilən ayırıcı səthində baş verə bilər: «maye-qaz», «bərk cisim-məhlul», «maye-maye».

Səthində adsorbsiya baş verən maddə adsorbent, adsorbentin səthində udulan maddə isə adsorbtiv və ya adsorbat adlanır. Səthi təbəqədə fazaların ayırıcı sərhəddində yerləşən maddənin halı onun həcmi fazada yerləşən halından əsaslı surətdə fərqlənir. Məsələn: «su-su buxarı», (şəkil 1) birkomponentli iki fazalı sistemdə həcmi fazada yerləşən su molekuluna qonşu molekullar tərəfindən təsir edən molekullarası qüvvələr bərabər paylanmışdır. Fazaların ayırıcı səthində yerləşən molekullar maye faza tərəfindən daha çox molekullarası qüvvəyə məruz qalır və demək olar ki, qaz fazanın molekulları ilə qarşılıqlı təsirdə olmur. Belə ki, qaz fazasında vahid həcmdə maddənin miqdarı onun mayenin vahid həcmdəki miqdarından çox azdır və qaz fazasında molekullar bir-birindən uzaq məsafədə yerləşdiyindən onlar arasında Van-derVaals qüvvələri çox

zəifdir. Ona görə də mayenin səthində olan hər bir molekul həcmi fazada olan («dərində») molekula nisbətən izafi enerjiyə - səthin Gibbs enerjisinə malikdir. Bu molekul tarazlıqda olmur və mayenin həcminə cəzb olunmağa çalışır. Fazaların vahid bölgü səthinə düşən, səthi təbəqədə olan bütün molekulların izafi enerjiləri cəmi səthi gərilmə adlanır. Səthi gərilməni adətən σ ilə işarə edirlər və C/m^2 və ya N/m ilə ölçürlər, belə ki, səthi gərilməni, həmçinin, vahid uzunluğa təsir edən qüvvə kimi də ifadə etmək olar.

Maye fazanın səthini artırmaq üçün həcmdə olan molekulları səthə gətirmək lazımdır, yəni iş görmək lazımdır. Aydındır ki, səthin artması ilə fazanın sərbəst səthi enerjisi də artacaqdır. Ona görə səthi gərilməni fazanın səthini $1 m^2$ - artırmaq üçün lazım olan xüsusi iş kimi də təyin etmək olar.



Şəkil 1. Mayenin həcmində və maye-qaz səthində molekullararası qarşılıqlı təsir

Səthi gərilmə həm mayenin özünün təbiətindən, həm də təmasda olduğu qaz fazasının təbiətindən asılıdır. Ona görə də müxtəlif maddələrin səthi gərilməsini yalnız o halda müqayisə etmək olar ki, bu maddələr eyni bir mühtilə sərhədlənsin. Adətən, səthi gərilməni «maddə-hava» sərhəddində təyin edirlər.

Sərbəst səthi enerjini (E) səthi gərilmənin (σ) fazalar bölgü səthinə (S) olan hasilindən hesablamaq olar:

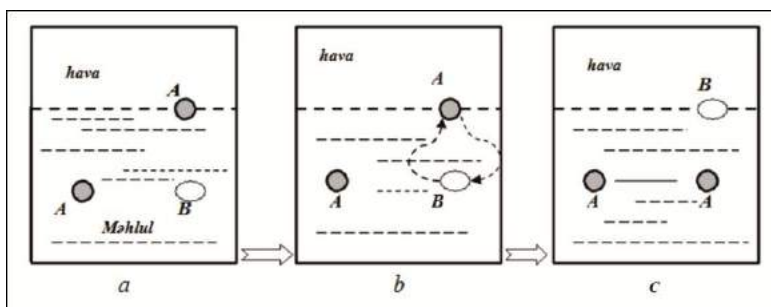
$$E = \sigma S$$

Fazaların bölgü səthinin artması həmişə sistemin sərbəst səthi enerjisini artırır. Termodinamikanın ikinci qanununa əsasən istənilən sistemin sərbəst enerjisi (ΔG) özbaşına minimuma cəhd edir. Baxdığımız halda bu, səthin (S) azalması və səthi gərilmənin (σ) azalması ilə, həmçinin hər ikisinin eyni zamanda azalması ilə də mümkündür. Maye damcısının kürəyəbənzər formalı olması (bütün həndəsi cisimlərdən kürə daha kiçik səthə malikdir), təmas zamanı damcıların özbaşına qovuşması, kapilyarlarda mayenin qalxması və sərbəst səthi enerjinin azalması ilə izah olunur. Ona görə yüksək sərbəst səthi enerjiyə malik və fazaların bölgü səthi böyük olan kolloid məhlullar bu nöqteyi-nəzərdən termodinamiki davamsız sistemlərdir.

Mayədə digər maddə hissəciklərinin həll olması sistemin halının dəyişməsinə səbəb olur. Tutaq ki, A hissəciklərindən ibarət mayenin həcmində A hissəcikləri ilə əhatə

olunmuş B hissəcikləri (şəkil 2,a) vardır. Tutaq ki, A hissəcikləri arasındakı qarşılıqlı təsir enerjisi (E_{A-A}) həll olmuş B hissəcikləri ilə A hissəcikləri arasında qarşılıqlı təsir enerjisindən (E_{A-B}) böyükdür, yəni:

$$E_{A-A} > E_{A-B}$$



**Şəkil 2. Məhlulda hissəciklərin qarşılıqlı təsir sxemi:
a- başlanğıc hal; b-aralıq hal; c-son hal**

Yüksək enerjiyə malik olan mayenin səthdəki hissəcikləri (A) mayenin həcminə keçməyə cəhd göstərilir. Belə ki, A-A hissəcikləri arasında qarşılıqlı təsir enerjisi A-B hissəcikləri arasındakı əlaqə enerjisindən böyük olduğundan səthdəki A hissəcikləri mayenin həcminə keçərək oradan B hissəciklərini mayenin səth təbəqəsinə çıxaracaqdır (şəkil 2.b,c). Aydın ki, B hissəciklərinin qatılığı mayenin həcmində tədricən azalacaq, səthi təbəqədə isə artacaqdır.

Səthi təbəqədə (fazalar sərhəddində) maddənin qatılığının dəyişməsi hadisəsi adsorbsiya adlanır.

Səthi təbəqədə B hissəciklərinin qatılığının artması mayenin səthi xassələrinin dəyişməsinə, daha doğrusu səthi gərilmənin dəyişməsinə səbəb olacaq, belə ki, səthi gərilmə səhtdəki hissəciklərin öz aralarında qarşılıqlı təsiri ilə təyin olunur. Baxılan halda səthi gərilmə azalacaq, çünki A-B hissəciklərinin səthi qarşılıqlı təsir enerjisi (E_{A-B}) A-A hissəciklərinin (ilkin başdanğıc fərziyyəyə görə) qarşılıqlı təsir enerjisindən kiçikdir.

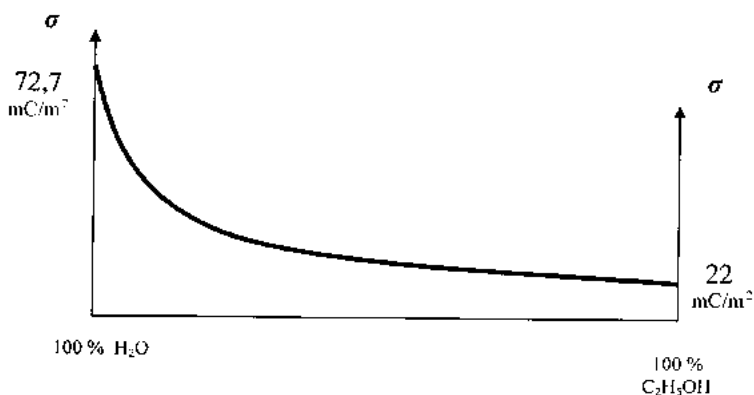
Əgər həll olmuş B-nin hissəcikləri ilə A mayesinin hissəcikləri arasında qarşılıqlı təsir enerjisinin (E_{A-B}) həlledicinin hissəcikləri A arasındakı qarşılıqlı təsir enerjisindən (E_{A-A}) böyük olduğu halı nəzərdən keçirsək, yəni

$$E_{A-B} > E_{A-A}$$

onda səthi təbəqədə B-nin hissəciklərinin qatılığı az olacaq və səthi gərilmə nisbətən yüksək olacaqdır.

Misal olaraq «su-etil spirti» sistemində səthi gərilmənin dəyişməsinə baxaq. Etil spirtinin səthi gərilməsi 22 mC/m^2 , suyun səthi gərilməsi isə $72,7 \text{ mC/m}^2$ -dir. Ona görə suya spirtin ilkin damcılarının əlavə edilməsi spirt molekullarının əsasən suyun səthi təbəqəsində yayılmasına səbəb olacaq, bu da suyun səthi gərilməsini kəskin aşağı salmaq (şəkil 3). Spirtin sonrakı əlavə olunmuş miqdarı suyun səthi təbəqəsində onun qatılığını artıracaq, eyni zamanda həcmdə də onun qatılığı artacaqdır. Ona görə də məhlulun səthi gərilməsinin azalması davam edəcək, lakin proses yavaş gedəcəkdir. Nəhayət, sonda səthi gərilmə etil

spirtinin səthi gərilməsinə, yəni, 22 mC/m^2 -na bərabər olacaq, bu isə onu göstərir ki, məhlulun səthi təbəqəsi yalnız spirt molekullarından ibarətdir.



Şəkil 3. «Su-etil spirti» sistemində səthi gərilmənin dəyişməsi

Verilmiş halda spirt özünü səthi gərilməni aşağı salan səthi aktiv maddə (SAM) kimi aparır. Əgər suyu spirtə əlavə etsək, yəni, hər şeyi əks ardıcılıqla aparsaq, onda adsorbsiya prosesi əks (dönər) xarakter daşıyacaq. Spirtə əlavə olunmuş ilk su damcıları su molekullarının spirtin həcmində paylanmasına (mənfi adsorbsiya) səbəb olacaq, bu isə praktiki olaraq spirtin səthi gərilməsinə təsir etməyəcək (şəkil 3). Suyun sonradan əlavə edilmiş miqdarı səthi təbəqədə su molekullarının qatılığını artıracaq və buna

müvafiq olaraq səthi gərilmə artacaq. Bu halda spirt səthi inaktiv maddə (SIAM) rolunu oynayacaqdır.

Əgər həll olan maddənin qatılığı səthi təbəqədə həcmə nisbətən çox olarsa, adsorbsiya müsbət, həll olan maddənin qatılığı səthi təbəqədə həcmə nisbətən az olarsa, adsorbsiya mənfi hesab olunur. Müsbət adsorbsiyaya səbəb olan maddələr (səthi gərilməni azaldan) səthi aktiv maddələr (SAM), səthi gərilməni artırən maddələr isə səthi inaktiv maddələr (SAM) adlanır.

«Sulu məhlul-hava» heterofazalı sistemində bütün qeyri-üzvi elektrolitlər: turşular, qələvilər, duzlar səthi inaktiv maddələrdir.

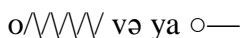
Difil quruluşlu molekullara malik üzvi birləşmələr səthi aktiv maddələrdir, yəni, onlar molekullarında eyni zamanda hidrofob və hidrofil qruplar saxlayır. Hidrofob qrup kimi çox vaxt xətti quruluşlu və tərkibində 10-18 karbon atomu saxlayan karbohidrogen radikalı götürülür. Hidrofil qruplara aşağıdakı qruplar aiddir:

-COOH, -COONa, -SO₃Na, -OH, -NH₂ və s. Ona görə də belə molekullar difil adlanır, yəni, bu maddələr eyni zamanda polyar və qeyri- polyar qruplar saxladığından ikili hərisliyə malik olur.

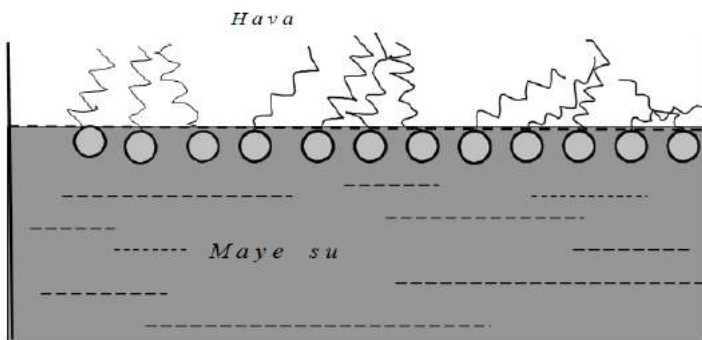
Əgər hidrofob qruplar suda həll olursa və ondan «kənarlaşmağa» çalışırsa, hidrofil qruplar əksinə, onunla asanlıqla qarşılıqlı təsirdə olur. Bununla əlaqədar səthi aktiv maddə molekulları fazaların bölgü sərhəddində (səthi təbə-

qədə) elə paylanır ki, bu zaman hidrofilyar qruplar suya doğru istiqamətlənir və onda həll olur, hidrofob qruplar isə sudan itələnir.

Şəkillərdə çox vaxt difil SAM molekullarını quyruğa (hidrofob, karbohidrogenli hissə) malik dairəvi başlıq (hidrofil hissə) şəklində təsvir edirlər:



Onda SAM molekullarının fazalar sərhəddində yerləşməsini aşağıdakı kimi təsvir etmək olar (şəkil 4):



Şəkil 4. Fazaların bölgü sərhəddində difil molekulların orientasiyası

Difil molekullar suya düşərkən fazaların bölgü sərhəddində polyar qrupları (hidrofil) ilə suya, qeyri-polyar

karbohidrogen radikalları ilə (hidrofob) isə havaya yönəlmiş şəkildə orientasiya olunur, belə ki, hidrofob qrupların suya nisbətən havaya hərisliyi daha çoxdur. Qazda molekullarası qüvvələrin intensivliyi azdır, ona görə qazı və ya buxarı şərti olaraq qeyri-polyar faza hesab etmək olar. Sulu məhlullarda SAM molekullarına bir çox üzvi birləşmələri misal göstərmək olar: kifayət qədər uzun karbohidrogen radikalına malik yağ turşuları, həmin yağ turşularının duzları, sulfoturşular və onların duzları, amin turşuları, yüksəkmolekullu spirtlər, aminlər. Bütün bu birləşmələrdə karbohidrogen radikalı hidrofob qrup (suda pis həll olur) rolunda, polyar qruplar isə hidrofil qrup rolunda çıxış edir.

Bütün səthi aktiv maddələr iki qrupa bölünür: ionogen və qeyri – ionogen. Öz növbəsində ionogen SAM-ı suda məhlullarda dissosiasiya zamanı əmələ gələn uzun zəncirli ionların xarakterindən asılı olaraq anion aktiv və kation aktiv maddələrə bölürlər. Bundan başqa molekulunda iki aktiv qrup – anion və kation saxlayan amfolit SAM da vardır.

Fazaların bölgü səthində qatılaraq difil SAM molekulları, məsələn, etil spirtinin molekulları səthi gərilməni azaldır, belə ki, etil spirti suya nisbətən kiçik səthi gərilməyə malikdir.

Beləliklə, SAM ilə sulu məhlulların səthi gərilməsinin özbaşına azalması SAM-ın qatılığının fazaların bölgü səthində artmasının, yəni, adsorbsiyanın nəticəsidir.

Qeyd edək ki, həllolan maddənin səthi təbəqə və məhlulun həcmi arasında tam bölünməsi baş vermir. Səthi təbəqədə və məhlulun həcmində həllolan maddənin qatılıqlarında əmələ gələn fərq hissəciklərin səthi təbəqədən məhlulun həcminə (və əksinə) diffuziyasına səbəb olacaq. Bir müddətdən sonra verilmiş temperatura müvafiq səthi təbəqədə həll olan maddənin tarazlıq qatılığı ilə məhlulun həcmində olan tarazlıq qatılığı arasında mütəhərrik adsorbsiya tarazlığı yaranır. Adsorbsiyanın yaranması həmişə fazaların bölgü sərhəddi ilə əlaqədardır.

Adsorbsiya səthi gərilmənin azalması hesabına sərbəst səthi enerjinin azalması ilə müşayiət olunan özbaşına gedən prosesdir və nəticədə sistem dayanıqlı tarazlıq halına keçir.

Adsorbsiya olunmuş maddənin miqdarı adətən, maddənin tarazlıq miqdarı ilə müqayisədə fazalar sərhəddində maddə artıqlığı müəyyən olunur. 1m^2 (və ya 1sm^2) səthə düşən maddənin mollarla artığı adsorbsiya adlanır. Çox vaxt adsorbsiya Q hərfi ilə işarə edilir və aşağıdakı formula hesablanır:

$$\Gamma = \frac{C_0 - C_p}{S} \text{ mol/m}^2$$

burada C_0 və C_p - müvafiq olaraq həll olan maddənin məhluldakı başlanğıc və tarazlıq qatılıqlarıdır, mol; S - adsorbentin səthidir, m^2 .

Adsorbsiyanı çox vaxt sabit temperaturda adsorbsiya olunmuş maddənin miqdarının onun məhluldakı tarazlıq qatılığından (və ya tarazlıq təzyiqindən) asılılığı kimi ifadə edirlər, yəni

$$\Gamma = f(C_p) \text{ və ya } \Gamma = f(P_p) \quad T = \text{const}$$

olduqda

adsorbsiya izotermələri (şəkil 5,a) qurulur.

Adsorbsiyanın qiyməti (Γ) ilə səthi gərilmənin məhlulun qatılığının dəyişməsi $\left(\frac{d\sigma}{dc}\right)$ arasındakı əlaqə Gibbsin adsorbsiya tənliyi ilə verilir.

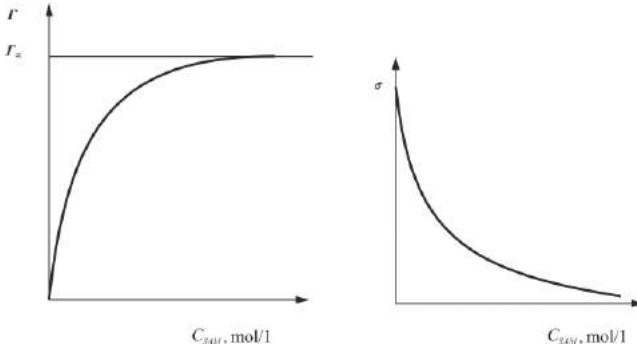
$$\Gamma = -\frac{C}{RT} \frac{d\sigma}{dC} \text{ mol / cm}^2$$

burada C-SAM-ın məhluldakı qatılığı, mol/l

R-universal qaz sabiti, 8,31 kC/(mol.K)

T-mütləq temperaturdur, K.

Gibbs tənliyinin və səthi gərilmənin dəyişməsinin qrafiki təsviri şəkil 5 də verilmişdir.



Şəkil 5 .İzotermələr: a-Gibbs adsorbsiyasının; b- səthi gərilmənin

Gibbs tənliyindəki $G = -\frac{d\sigma}{dC}$ nisbəti P.A.Rebinderin təklifinə görə səthi aktivlik adlanır.

$\frac{d\sigma}{dC}$ -ni Gibbsin şərafinə “G” ilə işarə edir və Gibbs adlandırırılar:

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

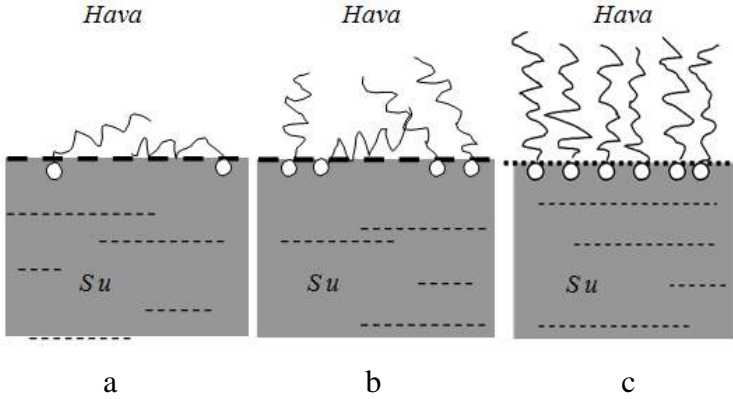
SAM məhlulları üçün; $\frac{d\sigma}{dC} > 0$ olduğundan səthi aktivlik (G) və adsorbsiya (Γ) kəmiyyətləri müsbətdir.

Səthi inaktiv maddə məhlulları üçün $\frac{d\sigma}{dC} > 0$ olduğundan, aydındır ki, səthi aktivlik və adsorbsiya kəmiyyətləri mənfidir.

Praktiki məqsədlər üçün ($T = \text{const}$ olduqda) səthi gərilmənin SAM-nin qatılığından asılı olaraq dəyişməsi öyrənilir və $\sigma = F(C_{\text{SAM}})$ izotermi qurulur. Sonra bu izotermə əsasən qrafiki üsulla adsorbsiyanın miqdarı hesablanır və Gibbs tənliyinə əsasən adsorbsiya izotermi qurulur. Hesablama metodu işin yerinə yetirilmə metodikasında verilmişdir.

Sulu məhlulların səthi gərilməsini tədqiq edərək Traube (1884-1888-ci illər) müəyyən etmişdir ki, yağ turşularının homoloji sırasının kiçik üzvləri üçün karbohidrogen zəncirində – CH – metilen qruplarının sayı artdıqca eyni molyar qatılıqda turşuların səthi aktivliyi 3-3,5 dəfə artır (Traube qaydası).

Bu qayda digər homoloji sıralar, məsələn; spirtlər və aminlər üçün də gözlənilir. Amerikalı fiziki-kimyəçi İ. Lənqmür müəyyən etmişdir ki, Traube qaydası yalnız məhlulda SAM-in kiçik qatılığı, adsorbsiya olunmuş SAM molekullarının fazaların bölgü sərhəddində sərbəst olaraq paylandığı hal üçün doğrudur (şəkil 6,a).



Şəkil 6. Fazaların bölgü sərhəddində adsorbsiya olunmuş molekulların paylanması: a-kiçik qatılıqlarda, b-orta qatılıqlarda, c-maksimal adsorbsiyanın qatılıq təbəqəsində (Lənqmür çəpəri)

Traube qaydasının Lənqmür tərəfindən molekulyar-kinetik nöqteyi-nəzərdən izahı adsorbsiya təbəqəsinin quruluşu haqqında təsəvvürü dəqiqləşdirməyə imkan verir. Adsorbsiya olunmuş SAM molekullarının polyar, hidrofilyar COOH , $-\text{OH}$, $-\text{NH}_2$, $-\text{CN}$ və s. qrupları su ilə güclü, karbohidrogen radikalı ilə isə zəif əlaqədə olur və qatılıq az olduqda molekullar fazalar sərhəddində «uzanıqlı» şəkildə olur. Məhz bele hal üçün Traube qaydası tətbiq olunur, belə ki, SAM molekullarının karbohidrogen radikalının uzunluğunun artması səthi gərilməyə təsir göstərir.

SAM-ın qatılığının artması ilə adsorbsiya təbəqəsinin sıxılması baş verir, karbohidrogen radikalları sudan ayrılır və fazaların ayırıcı səthində qaz fazasına doğru əyilmiş vəziyyətini alır, lakin maksimal mümkün adsorbsiya halında molekullar fazaların ayırıcı səthinə perpendikulyar yerləşərək Lənqmür çəpəri əmələ gətirir (şəkil 6: a,b, c).

Bütün yağ turşuları üçün ümumi polyar qrup-COOH qrupdur. Ona görə də aydındır ki, təcrübi nəticələrdən qrafiki yolla tapılmış maksimal adsorbsiya Γ_{∞} (şəkil 6 a) məhz polyar qrupun ölçüləri ilə təyin olunur və bu zaman adsorbsiya olunmuş təbəqə monomolekulyardır. Burada adsorbsiya təbəqəsində bir polyar qrupa düşən (S_0) hesablamaq olar:

$$S = S_0 N_A \Gamma_{\infty} \text{ və ya } S_0 = \frac{S}{\Gamma_{\infty} N_A}$$

Burada N_A – Avoqadro ədədidir.

Yağ turşuları üçün S_0 -ın qiyməti 20 \AA^0 təşkil edir. Əgər Lənqmür çəpərindən kənara çıxılsa, onda adsorbsiya təbəqəsinin qalınlığı molekulun uzunluğu ilə müəyyən olunur və karbohidrogen zənciri $-\text{CH}_2^-$ qrupu qədər uzandıqda təbəqənin qalınlığı $1,3 \text{ \AA}^0$ artır. Homoloji sırada qonşu olan iki yağ turşusu üçün (məsələn, yağ və valerian və ya propion və yağ) adsorbsiya təbəqəsinin qalınlığının təcrübi göstəriciləri $1,3-1,5 \text{ \AA}^0$ intervalında fərqlənir.

Adsorbsiya təbəqəsinin qalınlığı δ maksimal adsorbsiya (Q_{∞}), molyar kütlə $M(x)$ və SAM məhlullarının sıxlığına əsasən hesablanır.

$$\delta = \frac{\Gamma_{\infty} \cdot M}{\rho}$$

İŞİN MƏQSƏDİ

Əsas anlayışları mənimsəmək: sorbsiya, adsorbsiya, absorbsiya, adsorbsiyanın növləri. Damcıların sayılması üsulu ilə su-hava və məhlul-kömür sərhədlərində səthi aktiv maddə məhlullarının səthi gərilməsini təyin etmək. Təcrübi olaraq səthi gərilmənin həll olan maddənin (SAM) qatılığından asılılığını təyin etmək, adsorbsiyanın qatılıqdan asılılıq qrafikini qurmaq və hesablamaq, adsorbsiya təbəqəsinin qalınlığını və SAM-in 1 molekulunun tutduğu səthin sahəsini müəyyənləşdirmək, kömürün aktiv xüsusi səthini təyin etmək.

TƏCRÜBİ HİSSƏ

Avadanlıq və reaktivlər: səthi gərilməni ölçmək üçün cihaz; analitik tərəzi; texniki tərəzi; məhlulu çalxalamaq üçün aparat; 10-25 ml-lik 5-6 kolba və ya stəkan; 50 ml-lik 5-6 ölçü kolbası; 25 ml-lik pipet; 100 ml-lik 5-6 kolba; 50 ml-lik 5-6 kolba; süzmək üçün qıf; filtr kağızı; şüşə çubuq; aktivləşdirilmiş kömür; SAM məhlulları; 2 M etil

spirti məhlulu; 1,5 M n-propil spirti və izopropil spirti məhlulu; 0,5 M n-butil spirti məhlulu ; 0,2 M izoamil spirti məhlulu; 0,1 M n-amil spirti məhlulu; 2M sirkə turşusu məhlulu; 1 M propion turşusu məhlulu; 0,5 M yağ turşusu məhlulu; 0,01 M n-heptan turşusu məhlulu və s.

Verilmiş işdə səthi gərilmənin təyini üçün istifadə olunan üsul ona əsaslanır ki, hava ilə sərhəddə mayenin səthi gərilməsi böyük olduqca şaquli borunun ucundakı kapilyardan ağırlıq qüvvəsinin təsiri altında tədricən qopan damcının kütləsi də böyük olur.

Hər bir SAM üçün ilkin məhluldan ikiqat ardıcıl durulaşma yolu ilə 5-6 durulaşmış məhlul hazırlanır. Bunun üçün 50 ml tutumlu ölçü kolbasına 25 ml məlum qatılıqlı ilkin SAM məhlulu tökülür və onun həcmi distillə suyu ilə 50 ml-ə çatdırılır və intensiv qarışdırılır. Hazırlanmış məhluldan (№ 1) 25 ml götürülüb digər ölçü kolbasına (№2) tökülür, məhlulun həcmi distillə suyu ilə ölçü xəttinə qədər çatdırılır. Sonuncu kolbadan artıq qalan 25 ml məhlul atılır.

I. Səthi gərilmə metodu ilə hava-su sərhəddində

SAM-ın adsorbsiyasının tədqiqi

Səthi gərilmənin ölçülməsi aşağıdakı kimi aparılır. Analitik tərəzidə çox da böyük olmayan (təqribən 15-25 ml) quru kolba və ya stəkan çəkilir və nəticə qeyd edilir.

Büretə əvvəlcədən yaxşı yuyulmuş 3 ml distillə suyu, sonra isə məlum qatılıqlı (ən kiçik qatılıqdan başlayaraq)

SAM məhlulu tökülür. Damcıların götürülməsindən əvvəl büret tədqiq olunan məhlulla yuyulur. Kranın köməyi ilə tədqiq olunan məhlulun sabit sürətlə axması təmin edilir (5-10 saniyəyə təqribən 1 damcı) . Əvvəlcədən çəkilmiş, quru kolbaya 20 damcı məhlul yığılır, kran bağlanır. Məhlulla dolu kolba çəkilir və bir damcının kütləsi ($m_{damcı}$) hesablanır. Səthi gərilmə aşağıdakı formul ilə təyin edilir:

$$\sigma = k \cdot m_{damcı}$$

Burada k -kapilyar sabitidir. Bu sabit kapilyarın diametri və materialından asılıdır. Kapilyar sabiti distillə suyunun $\tau_{H_2O} = 72,7 \text{ mC/m}^2$ bərabər olan səthi gərilməsindən və bir damcı kütləsindən $m_{damcı}$ hesablanır:

$$k = \frac{\sigma_{H_2O}}{m_{damcı}} = \frac{72,7}{m_{damcı}}$$

Damcının kütləsinin hər ölçülməsini üç dəfədən az olmamaqla təkrar edilir və verilmiş qatılıqlı SAM məhlulun səthi gərilməsinin orta qiymətini tapılır. Alınmış nəticələr cədvəl-də yazırlar.

SAM məhlulunun səthi gərilməsi

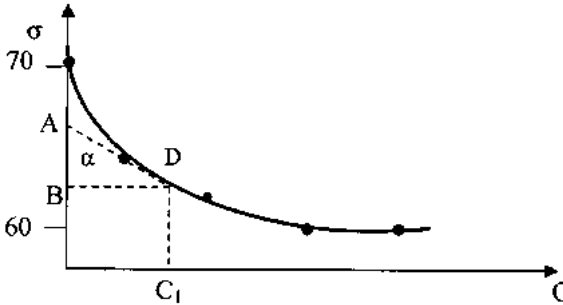
t^0 təcrübə =... ^0C	Kapilyar sabiti k =...				Səthi gərilmə, mC/m^2
SAM məhlulunun Qatılığı mol/l	Bir damcının kütləsi, mC			Orta kütlə	
	1	2	3		

--	--	--	--	--	--

Alınmış nəticələr əsasında səthi gərilmənin qatılıqdan asılılıq $\sigma = f(C)$ qrafiki qurulur (şəkil 7).

Səthi gərilmənin SAM-ın qatılığından asılılıq əyrisi (izoterm) ordinat oxundan, təcrübənin temperaturu şəraitindəki suyun səthi gərilməsini göstərən nöqtədən başlayır və SAM məhlulunun qatılığının artması ilə azalır.

A) $\sigma - c$ əyrisinə əsasən səthi təbəqədə səthi-aktiv maddənin adsorbsiyasının hesablanması və adsorbsiya izotermının qurulması.



Şəkil 7. Səthi gərilmənin SAM-ın qatılığından asılılığı

$\sigma = f(c)$ qrafikindən istənilən qatılıq üçün adsorbsiyanın qiymətini hesablamaq olar və deməli, Gibbs tənliyindən $\Gamma = f(c)$ adsorbsiya izotermi qurmaq olar. Duru məhlullar üçün adsorbsiyanın qiyməti təyin edilir:

$$\Gamma = -\frac{C}{RT} \cdot \left(\frac{d\sigma}{dc} \right)$$

Alınmış əyrinin (şəkil 7) müxtəlif nöqtələrinə (izotermin başlanğıc hissəsindən) toxunanlar çəkilir və onlar ordinat oxunu kəsənə qədər uzadılır. ABD üçbucağından AB parçası tapılır.

Məlumdur ki,

$$\operatorname{tg} \alpha = -\frac{d\sigma}{dc}$$

Aydınır ki,

$$-\frac{AB}{BD} = \frac{d\sigma}{dc}$$

AB-ni z işarə edək. BD parçası OC_1 parçasına bərabərdir, onda yaza bilərik:

$$-\frac{z}{c} = \frac{d\sigma}{dc}, \quad \text{buradan } z = -c \frac{d\sigma}{dc}$$

Hər bir qatılığa ordinat oxunda toxunan ilə toxunma nöqtəsindən çəkilən üfüqi xətt arasında yerləşən müəyyən parça uyğun gələcək. Z - parçasının uzunluğu səthi gərilmə vahidi ilə ifadə olunmalıdır, Z -in ifadəsini Gibbs tənliyində yerinə qoysaq,:

$$\Gamma = \frac{Z}{RT} \text{ alarıq.}$$

Əyrinin üzərində götürülmüş nöqtələrə uyğun gələn qatılıqlar üçün Q kəmiyyəti bu yolla hesablanır. Hesablaşmanın nəticələri cədvəl-də yazılır.

Təcrübi və hesablanmış nəticələr

Sıra №-si	C, mol/l	z	Q, mol/cm ²
1			
2			
...			

Qrafikdə $Q = f(c)$ adsorbsiya izotermi əyrini $S=0$, $Q=0$ koordinatlarından başlamaqla qurulur. Q-nin qiymətləri üçün öz miqyası götürülür.

B) Maksimal adsorbsiyanın (Γ_∞) qiymətinin hesablanması

Maksimal adsorbsiya səthi təbəqənin tam tutulmasına uyğundur.

Γ_∞ təyin etmək üçün Ləngmür tənliyi aşağıdakı şəkllə salınır:

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

Burada Γ_∞ maksimal adsorbsiya kəmiyyəti

B-adsorbsiya olunan maddənin adsorbentin səthinə hərisliyini xarakterizə edən sabitidir.

Vahidi tənliyin hər iki tərəfinə bölsək:

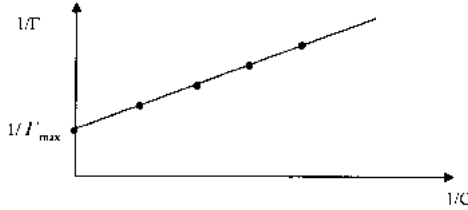
$$\frac{1}{\Gamma} = 1 + \frac{bc}{\Gamma_\infty} \cdot bc \quad \text{və ya}$$

$$\frac{1}{\Gamma} = \frac{1}{\Gamma_\infty} \cdot bc + \frac{bc}{\Gamma_\infty} \cdot bc \quad \text{və ya}$$

$$\frac{1}{\Gamma} = \left(\frac{1}{\Gamma_{\infty}} \cdot b \right) \left(\frac{1}{c} + \frac{1}{\Gamma_{\infty}} \right)$$

alarıq.

Onda $1/\Gamma$ və $1/c$ (şəkil 8) koordinatlarında düz xəttin tənliyi alınacaq.



Şəkil 8. Γ_{∞} kəmiyyətinin qiymətini təyin etmək üçün qrafik

C) Adsorbsiya təbəqəsinin qalınlığının və 1 molekulun tutduğu sahənin hesablanması

Əgər maksimal adsorbsiya (Γ_{∞}) məlum olarsa, onu N_A -ya (Avoqadro ədədi) vurmaqla 1 m^2 -də adsorbsiya olunmuş molekulların sayını tapmaq olar. Onda 1 molekula düşən sahə:

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

Adsorbsiya təbəqəsinin qalınlığını aşağıdakı ifadədən hesablayırlar:

$$\delta = \frac{\Gamma_{\infty} \cdot M(x)}{d}$$

olacaq.

Burada $\Gamma_{\max}-1 \text{ sm}^2$ -də adsorbsiya olunan maddənin miqdarı;

$M(x)$ -həll olan maddənin molyar kütləsi, q/mol;

d -həll olan maddənin sıxlığıdır, q/m³.

II. Səthi gərilmənin ölçülməsi üsulu ilə aktivləşdirilmiş kömür üzərində sulu məhlullardan SAM adsorbsiyasının tədqiqi

SAM-ın durulaşma üsulu ilə hazırlanmış məhlulundan 25 ml tutumlu pipet ilə götürülüb 100 ml-lik nömrələnmiş yastıdıbli quru kolbaya tökülür. Məhlulların götürülməsinə eyni pipetdən istifadə etməklə daha duru məhluldan başlanılır. Məhlullara bərabər miqdarda adsorbent əlavə edilir. Bunun üçün texniki tərəzidə kalka kağızında aktivləşdirilmiş kömürdən hər biri 0,5 q olmaqla altı nümunə çəkilir və eyni anda hazırlanmış məhlullara əlavə olunur. Adsorbent kimi, hər kolbaya bir həb atmaqla, aktivləşdirilmiş kömür həblərindən də istifadə etmək olar. Kolbalar tıxacla bağlanır, 10-15 dəqiqə qarışdırmaq üçün çalxalama qurğusunda yerləşdirilir, sonra məhlulun adsorbsiya tarazlığının yaranması, 1-2 saat ərzində durulması və adsorbsiya üçün masanın üzərində saxlanılır. Durulmadan sonra kolbanın içərisindəki məhlul kömürlə birlikdə distillə suyu ilə yuyulmuş nəm filtr üzərinə keçirməklə süzülür. Kömür üzərində

SAM-ın adsorbsiyasından sonra məhlulların səthi gərilməsi kiçik qatılığında başlayaraq böyük qatılıqlarına qədər təyin edilir. Ölçmələrin və hesablamaların nəticələri cədvəldə yazılır.

SAM-in sulu məhlullarının aktivləşdirilmiş kömür üzərində adsorbsiyasından sonra səthi gərilməsi

$t^0_{\text{təcrübə}} = \dots \text{ } ^0\text{C}$					Kapilyar sabiti $k = \dots$				
Kömür nümunəsi $m = \dots \text{ q}$					Məhlulun həcmi $V = 25 \text{ ml}$				
Adsorbsiyaya qədər		Adsorbsiyadan sonra							
sıra №-si	Məhlulun qatılığı $(C_0) \text{ mol/l}$	Bir damcının kütləsi, mq				Səthi gərilmə mC/m^2	Məhlul un qatılığı $(C_p), \text{ mol/l}$	Z	Q, mol/q
		1	2	3	orta kütlə				
1									
2									
...									

Səthi gərilmə izotermi qurmaq və ona əsasən SAM-ın məhlulda tarazlıq qatılığını təyin etmək, sonra sulu məhlul–kömür sərhəddində adsorbsiya kəmiyyətini, Q yəni, 1q kömürlə adsorbsiya olunmuş SAM-ın miqdarını tənlikdən hesablamaq olar:

$$\Gamma = \frac{(C_0 - C_p) \cdot V}{m} \text{ mol/q}$$

Burada C_0 və C_p – adsorbativin başlanğıc və tarazlıq qatılıqlarıdır, mol/l; V -adsorbsiya baş verən məhlulun həcmi; m -adsorbentin kütləsidir.

Alınan nəticələrə əsasən kömür üzərində SAM-ın adsorbsiya izotermi qurmaq, qrafik olaraq 1q kömürə düşən Q_∞ -u mollarla təyin etmək, Q_∞ -nı və SAM-ın 1 molekuluna düşən S_{0-1} bilməklə kömürün xüsusi aktiv səthini hesablamaq olar:

$$S_{\text{xüs}} = \Gamma_\infty N_A \cdot S_0, \text{ sm}^2$$

Burada N_A – Avoqadro ədədidir.

YOXLAMA SUALLARI

1. Adsorbsiya nədir? Maddənin adsorbsiya qabiliyyətini hansı səbəblər sərtləndirir? Sənayedə və məişətdə adsorbsiya proseslərinə misallar göstərin.
2. Adsorbent, adsorbat nədir? Adsorbsiya prosesinin mahiyyəti nədir? «Absorbsiya» anlayışı «adsorbsiya» anlayışından nə ilə fərqlənir?
3. Heterogen kataliz. Heterogen kataliz proseslərində adsorbsiyanın rolunu izah edin. Aktivləşmə enerjisinə katalizatorun təsiri necədir?
4. Adsorbsiya və desorbsiya nədir? Adsorbsiyanı miqdarı necə ifadə edirlər? Adsorbsiya tarazlığı nədir və o nə ilə xarakterizə olunur?
5. Fiziki adsorbsiya prosesi kimyəvi adsorbsiyadan nə ilə fərqlənir? Sabit təzyiqdə fiziki və kimyəvi adsorbsiya

- üçün adsorbsiya olunan maddənin miqdarının temperaturdan asılılıq qrafikini qurun.
6. Adsorbsiya tarazlığını necə dəyişmək olar?
 7. Hansı hallarda səthi aktivlik SAM molekulunun polyar qrupunun təbiətindən, SAM molekulunun qeyri-polyar hissəsinin (hidrofob) ölçülərindən və təbiətindən asılıdır?
 8. Homoloji sırada maddənin səthi aktivliyinin onun molyar kütləsindən asılılığı necədir? Dyuklo–Traube qaydasının qrafiki təsvirini verin.
 9. Sulu və susuz mühitdən uyğun adsorbentlərdə SAM-ın adsorbsiyası zamanı adsorbsiya təbəqəsinin quruluşunu göstərin.
 10. Səthi gərilmənin məhlulun tərkibindən asılılığını bilərək adsorbsiya təbəqəsinin qalınlığını və SAM molekulunun adsorbentin səthində tutduğu sahəni necə hesablamaq olar?
 11. Lənqmürün izoterm tənliyində: $\Gamma = \Gamma_{\infty} + bP/(1+bP)$ əmsalının fiziki mənası nədən ibarətdir? $T_1 < T_2$ şərti daxilində T_1 və T_2 temperaturları üçün adsorbsiya olunan maddənin miqdarının (Q) zamandan asılılıq qrafikini qurun.

LABORATORİYA İŞİ № 2
Sabit temperaturda kömürün səthində sirkə
turşusunun adsorbsiyasının qatılıqdan
Asılılığının öyrənilməsi

Nəzəri hissə

Bərk cisim-məhlul sərhəddində adsorbsiya ümumi halda bərk cisim səthində qazın adsorbsiyasına oxşardır. Lakin göstərilən halda adsorbsiya hadisəsi üçüncü komponentin – həlledicinin varlığı ilə çətinləşir. Həlledicinin molekulları da adsorbentın səthində adsorbsiya olunur və aydındır ki, adsorbentiv molekulları ilə rəqabətdə olur. Eyni zamanda bərk cisim-məhlul sərhəddində adsorbsiya adsorbentiv molekulları ilə həlledici molekullarının qarşılıqlı təsiri hesabına mürəkkəbləşir.

Məhluldan adsorbsiya hadisəsinə baxarkən 2 halı fərqləndirirlər: qeyri-elektrolitin (adsorbentivın molekulları adsorbsiya olunur) adsorbsiyası və elektrolitin ionlarından biri seçici adsorbsiya olunduqda adsorbsiyası.

Adsorbsiya qabiliyyəti həlledici, adsorbent və adsorbentivın təbiətindən, temperaturundan və qatılıqdan asılıdır.

Məhluldan adsorbsiya zamanı adsorbentiv və həlledici molekulları rəqabətdə olur, aydındır ki, həlledici adsorbent səthində nə qədər pis adsorbsiya olunursa, həll olan maddə bir o qədər yaxşı adsorbsiya olunur.

Bərk cisim səthində adsorbsiya olunan maddənin (həlledici və ya həll olan maddənin) adsorbsiya olunma kriteriyası onun səthi gərilməsi ola bilər. Məlumdur ki, SAM kiçik səthi gərilməyə malikdir. Ona görə mühitin özünün (həlledicinin) səthi gərilməsi nə qədər böyük olarsa, həlledicinin molekulları bərk cisim üzərində bir o qədər az adsorbsiya olunur və onun üzərində həll olan maddə (SAM) bir o qədər yaxşı adsorbsiya olunur. Bərk cisim üzərində SAM-ın adsorbsiyası adətən, sulu məhlullardan yaxşı, müqayisə olunacaq dərəcədə kiçik səthi gərilməyə malik üzvi həlledici məhlulundan isə zəif baş verir.

Adsorbsiya üçün mühit kimi həlledicinin yararlığının digər kriteriyası adsorbentin bu həlledici ilə islanma istiliyidir. İslanma istiliyi nə qədər çox olarsa, həlledicinin adsorbentlə enerji cəhətdən qarşılıqlı təsiri də bir o qədər çox olur və ona görə verilmiş həlledici adsorbsiya üçün az yararlı mühit olur. Beləliklə, ümumi qayda vermək olar: əgər götürülmüş həlledici adsorbentin bərk səthini pis isladarsa, onda həll olan maddənin belə həlledicidən adsorbsiyası yüksək olur.

Polyar molekullardan ibarət olan bərk maddələrin (alümosilikatlar) polyar mayelərlə (su ilə) islanma zamanı istilik effekti böyük olur. Qeyri-polyar hissəciklərdən ibarət maddələr (kömür) qeyri-polyar mayelərlə (karbohidrogenlərlə) islandıqda böyük istilik ayrılır. Qeyri-polyar adsorbentlər bir qayda olaraq qeyri-polyar adsorbentləri,

polyar adsorbtiylər isə polyar adsorbtiyləri yaxşı adsorbsiya edir.

Dielektrik nüfuzluluğu ϵ müəyyən dərəcədə maddənin polyarlığının meyarı olduğundan, onun bu mayelərdə müxtəlif adsorbtiylərin adsorbsiya qabiliyyəti ilə əlaqəsi mövcuddur. Adsorbtiyin kimyəvi təbiətinin onun bərk cismin səthində adsorbsiya olunmaq qabiliyyətinə təsiri P.A.Rebinder tərəfindən verilmiş qaydaya uyğun gəlir:

Maddə-fazaların (A və C) ayırıcı sərhəddində o zaman adsorbsiya oluna bilər ki, o bu fazaların polyarlıqlarını bərabərləşdirsin.

Aydındır ki, su ($\epsilon_{su} = 78,3$) - kömür ($\epsilon_{k\ddot{m}ur} \approx 1$) sərhəddində sirkə turşusu ($\epsilon_{sirk\ddot{e} turşusu} \approx 6$), butil spirti ($\epsilon_{butil spirti} \approx 18$), anilin ($\epsilon_{anilin} \approx 7$) və s. Maddələrin adsorbsiyası gedə bilər. Daha doğrusu aşağıdakı şərt ödənməlidir:

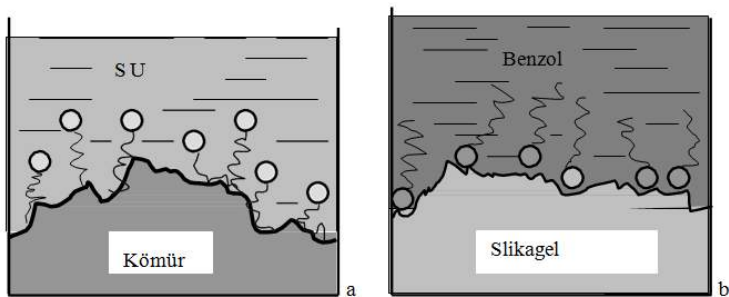
$$\epsilon_A > \epsilon_B > \epsilon_C \text{ və ya } \epsilon_A < \epsilon_B < \epsilon_C$$

Polyarlığın bərabərləşməsi üçün Rebinder qaydası istənilən faza sərhəddi üçün doğrudur. Məsələn, su ($\epsilon \approx 78,3$)-toluol ($\epsilon \approx 2,4$) sərhəddində anilin ($E \approx 7$) SAM rolunda çıxış edir və fazaların bölgüsü sərhəddində adsorbsiya oluna bilər. Toluol-hava ($\epsilon_{hala} \approx 1$) sərhəddində anilin adsorbsiya oluna bilməz. Toluol isə anilin-hava sərhəddində SAM rolunu oyna-

ya bilər, belə ki, o anilin və havanın polyarlıqlarını bərabərləşdirəcəkdir.

Polyarlıqların bərabərləşdirilməsi qaydasından alınır ki, həll olan maddə ilə həlledicinin polyarlığı arasında fərq nə qədər çox olarsa və aydındır ki, maddənin həll olması nə qədər az olarsa, onda həllolan maddə bir o qədər yaxşı adsorbsiya olunur. Və əksinə-həlledici adsorbtiivi nə qədər yaxşı həll edərsə, onun məhluldan adsorbsiyası bir o qədər zəif baş verir.

Rebinder qaydasından alınır ki, SAM-ın difil molekulları sərhəddə elə orientasiya olunmalıdır ki, bu zaman molekulun polyar hissəsi polyar fazaya, qeyri-polyar hissəsi isə qeyri-polyar fazaya istiqamətlənsin (şəkil 9).



Şəkil 9. Bərk cisim-məhlul sərhəddində difil molekulların orientasiyasının sxemi:

a-qeyri-polyar adsorbent-polyar həlledici;

b-polyar adsorbent-qeyri polyar-həlledici

Həllolan maddənin bərk səth üzərində molekulyar adsorbsiyasının ümumi qanunauyğunluqlarına onun temperaturdan asılılığı və dönərliliyi aiddir. Belə ki, təbiətinə görə adsorbsiya fiziki xarakter daşıyır.

Adsorbativin təbiətinin adsorbsiyaya təsirinin ümumi qanunauyğunluqlarından başqa bir sıra fərdi qaydalar da mövcuddur. Belə ki, molyar kütlənin artması ilə adsorbsiya olunmaq qabiliyyəti artır. Verilən üzvi birləşmələr sinfində adsorbsiya qabiliyyəti ikiqat rabitələrin və hidrosil qruplarının sayının artması ilə artır. Üzvi birləşmələri adsorbsiya qabiliyyətinin azalması üzrə aşağıdakı kimi təsnifata ayırmaq olar:

turşular>spirtlər, aldehidlər, ketonlar> doymamış karbohidrogenlər>doymuş karbohidrogenlər.

Aromatik birləşmələr alifatiklərə, doymamış birləşmələr isə doymuşlara nisbətən daha yaxşı adsorbsiya olunur. Nəhayət, məhlul-hava sərhəddində adsorbsiyada olduğu kimi, bərk maddələr üzərində yağ turşuları və spirtlərin adsorbsiyası zamanı da Dyuklo–Traube qaydası gözlənilir.

Adsorbsiya olunmuş maddənin miqdarı onun tarazlıq miqdarı ilə müqayisədə fazalar sərhəddindəki izafi miqdarı ilə təyin olunur. Adsorbentin $1 m^2$ (və ya $1 sm^2$) səthinə düşən maddənin izafi mol sayına adsorbsiya deyilir.

Əgər adsorbentin səthi məlum deyilsə (məsaməli bərk adsorbentlər), adsorbsiya olunmuş maddənin miqdarını adsorbentin 1 q-na (və ya 1 kq) aid edirlər.

$$\Gamma = \frac{C_0 - C_t}{m} \quad \text{mol/q}$$

Adsorbsiyanı çox vaxt sabit temperaturda adsorbsiya olunan maddənin miqdarının adsorbktivin tarazlıq qatılığın-
dan (və ya tarazlıq təzyiqindən) asılılığı kimi ifadə edirlər,
yəni sabit temperaturda ($T=\text{const}$), $\Gamma = f(C_t)$ və ya
 $\Gamma = f(P_t)$ qrafikləri qururlar.

Bu qrafiki asılılıqlar adsorbsiya izotermələri adlanır.

Adsorbsiya prosesini təsvir edən bir neçə nəzəriyyə
mövcuddur. Ləngmürün sadələşmiş adsorbsiya modelinə
baxaq. Adsorbentın səthində adsorbktivin hissəciklərinin ad-
sorbsiya olduğu 1m^2 ölçüdə sahə seçək. Qəbul edək ki,

a) adsorbentın səthi bircinslidir, yəni, hissəciklərin
adsorbsiya olduğu mərkəzlər bütün səth boyu bərabər
paylanmışdır;

b) adsorbsiya olunmuş hissəciklər bir-biri ilə qarşılıqlı
təsirdə deyildir.

Adsorbenti adsorbktiv fazası ilə təmasa gətirək. Belə
olduqda adsorbsiya prosesi baş verəcək və sahənin (1m^2)
bir hissəsi adsorbat hissəcikləri ilə tutulacaq, onun payı θ -
ya bərabər olacaqdır. Adsorbsiyanın sürəti səthin sərbəst
qalan hissəsinin $(1-\theta)$ və adsorbktivin qatılığına (C) hasili
ilə mütənasib olacaqdır:

$$g_{\text{ad}} = k_{\text{ad}} \cdot c \cdot (1 - \theta)$$

burada k_{ad} -adsorbsiyanın sürət sabitidir.

Lakin adsorbsiya prosesindən başqa əks proses—bu sahədən ($1m^2$) adsorbsiya olunmuş hissəciklərin desorbsiya prosesi də mövcuddur. Desorbsiya prosesinin sürəti sahənin dolu hissəsinə θ mütənasib olacaqdır, yəni,

$$\mathcal{G}_{desorb} = k_{desorb} \cdot \theta$$

burada K_{desor} -desorbsiyanın sürət sabitidir.

Sistemdə dinamik adsorbsiya tarazlığı yarandıqda adsorbsiyanın sürəti desorbsiyanın sürətinə bərabər olur :

$$\mathcal{G}_{ad} = \mathcal{G}_{desorb} \text{ və ya } K_{ad} \cdot c \cdot (1 - \theta) = K_{desorb} \cdot \theta$$

Verilmiş ifadəni maddənin adsorbsiya olunmuş hissəsinə θ görə həll etsək:

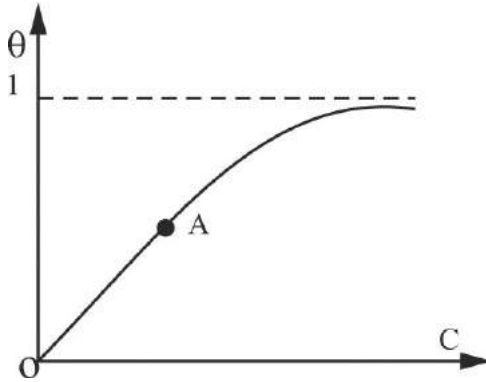
$$\theta = \frac{K_{ad} \cdot c}{K_{desorb} + K_{ad} \cdot c} \text{ və ya } \theta = \frac{c}{\frac{K_{desorb}}{K_{ad}} + c}$$

alırıq.

İki sabitin nisbətində K_{desorb}/K_a , sabitdir, onu «b» ilə işarə edək. Onda sonuncu ifadə öz əvvəlki formasını dəyişəcək və adsorbsiya olunmuş maddə ilə tutulmuş səthin hissəsi aşağıdakı kimi hesablanacaq:

$$\theta = \frac{c}{b + c}$$

Bu, Lənqmürun izoterm tənliyidir. Bu tənlik adsorbsiyanın adsorbtivin tarazlıq qatılığından asılılığını ifadə edir. İzoterm qrafiki ifadəsi şəkil 10-da verilmişdir.



Şəkil10. Adsorbsiya izotermi

Bərabərlik göstərir ki, əgər «c» qatılığı «b» ilə müqayisədə çox kiçikdirsə, onda tənlik xətti forma alar:

$$\theta = \frac{1}{b} \cdot c$$

yəni, qatılıq ilə adsorbsiya arasında xətti asılılıq mövcuddur (OA hissəsi, şəkil 10).

Əgər «c» qatılığı b-dən böyükdürsə, onda «b» kəmiyyətini məxrəcdə nəzərə almamaq olar. Bu halda adsorbsiya olunmuş maddənin miqdarı maksimal həddə çatır və bütün səth adsorbatla tutulmuş olur:

$$\theta = \frac{C}{C} = 1$$

Lənqmür tənliyi adsorbsiya olunmuş hissəciklər arasında qarşılıqlı təsiri, adsorbentin səthinin real quruluşunu,

həmçinin adsorbtiyin bir neçə təbəqədə adsorbsiyanın mümkünlüyünü nəzərə almır.

Daha mürəkkəb adsorbsiya halı üçün Freyndlix tərəfindən empirik tənlik alınmışdır:

$$\Gamma = \beta \cdot c^{1/n}$$

burada β və n -sabitlərdir.

β sabitinin fiziki mənası ondan ibarətdir ki, tarazlıq qatılığı vahidə bərabər olduqda, β adsorbsiya kəmiyyətinə bərabərdir. (əgər $C=1$ mol/l olarsa, onda $\beta = \Gamma$), β sabiti, adsorbent və adsorbatın təbiətindən asılıdır. Adsorbsiya göstəricisinin $1/n$ qiyməti $0,1 \div 1$ intervalında olur, temperatur və adsorbatın təbiətindən asılıdır.

Təcrübə göstərir ki, kiçik və orta qatılıq sərhəddində Freyndlix tənliyi bəzən Lənqmür tənliyinə nəzərən daha üstündür, ona görə də çox vaxt ondan təcrübi məqsədlər üçün istifadə edirlər.

Bərk adsorbentlər tərəfindən həll olan maddələrin udulması zamanı xüsusi adsorbsiya Gibbs tənliyi ilə hesablanı bilməz. Belə ki, bərk maddə-maye sərhəddində səthi gərilməni ölçmək üçün münasib üsullar yoxdur. Bərk adsorbentlər üçün xüsusi adsorbsiya kəmiyyəti 1 kq (və ya 1q) adsorbentin səthində adsorbsiya olunmuş maddə

miqdarıdır ($\Gamma = \frac{V(x)}{m}$). Adsorbsiya olunmuş maddənin miqdarını onun məhlulda qatılığının dəyişməsinə görə təyin edirlər. Sabit temperaturda adsorbsiya və məhlulun tarazlıq qatılığı Freyndlixin empirik izoterm tənliyi ilə əlaqəlidir:

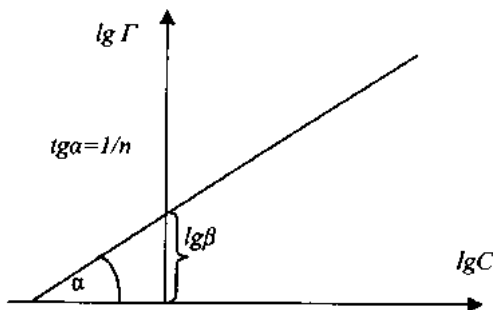
$$\Gamma = \frac{V(x)}{m} = \beta \cdot c^{1/n}$$

Hər iki sabiti: β və $1/n$ -i asanlıqla qrafiki təyin edirlər. Bunun üçün Freyndlix tənliyini loqarifmləyərək xətti şəkildə gətirirlər.

$$\lg \frac{V(x)}{m} = \lg \Gamma = \lg \beta + 1/n \lg c$$

Təcrübi olaraq $\frac{V(x)}{m}$ kəmiyyəti təyin edilib $\lg \Gamma - \lg c$

koordinatlarında qrafik qurulur (şəkil 11) .



Şəkil 11. Loqarifmik koordinatlarda adsorbsiya izotermi

Düz xəttin ordinat oxundan kəsdiyi parça $lg\beta$ kəmiyyəti, düz xəttin meyl bucağının tangensi isə $1/n$ kəmiyyətini ifadə edir. Freyndlix tənliyi üzrə hesablamalar zamanı xüsusi adsorbsiyanın qiyməti və ölçüsü tarazlıq qatılığının ifadə üsulundan asılıdır. Məhlulun qatılığını çox vaxt ekvivalent molyar qatılıq və ya molyallıqla ifadə edirlər. Bərk adsorbent üzərində adsorbsiya apararkən məhlulda adsorbatın başlanğıc və tarazlıq qatılıqları müəyyənləşdirilir. Qatılığın təyin edilmə üsulu SAM-in qatılığından və laboratoriyada cihazların (potensiometrlər, konduktometrlər, interferometrlər və s.) mövcudluğundan asılıdır. Üzvi turşular üçün çox vaxt fenolftalein iştirakında qələvi məhlulu ilə titrləməni tətbiq edilir. Konduktometriya və potensiometriya yalnız ionogen SAM-ların (turşular, əsaslar, duzlar) analizi üçün istifadə olunur. Mayeli interferometr vasitəsilə istənilən təbiətli SAM məhlulunun qatılığını təyin etmək olar. Sirkə turşusunun adsorbsiyasının öyrənilməsi zamanı fiziki-kimyəvi analiz üsullarını tətbiq etməmək olar, çünki bu turşu pH-ın kifayət qədər böyük sıçrayışı ilə titrlənir və titrləmənin son nöqtəsinin təyini çətinlik törətmir.

İşin məqsədi: sabit temperaturda kömürün səthində sirkə turşusunun adsorbsiyasının qatılıqdan asılılıq xarakterini miqdarı öyrənmək. Təcrübi nəticələrə əsasən adsorbsiya izotermi qurmaq. Freyndlix tənliyinin sabitlərini qrafi-

ki təyin etmək və kömürün səthində məhlulda sirkə turşusunun adsorbsiyasını tədqiq etmək.

Təcrübi hissə

Avadanlıq və reaktivlər: kolbadakı məhlulları çalxalamaq üçün aparat; tərəzi; 250 ml-lik konik kolbalar; 100 ml-lik ölçü kolbaları, pipetlər; 25 ml-lik iki filtr; süzmək üçün qıf; farfor həvəngdəstə; kağız filtrlər; şüşə çubuq; BAU markalı aktivləşdirilmiş kömür və ya karbolen həbləri; 0,8 M sirkə turşusu məhlulu; 0,1 M natrium hidroksid məhlulu; fenolftalein məhlulu; distillə suyu.

Başlanğıc sirkə turşusu məhlulundan 0,2M; 0,1 M; 0,05 M; 0,025 M molyar qatılıqlı (mol/l) məhlullar hazırlanır. Bunun üçün əvvəlcədən su və ilkin turşu ilə yuyulmuş büretdən 0,8 M sirkə turşusu məhlulundan aşağıda göstərilən həcmdə nömrələnmiş ölçü kolbalarına tökülür: 25 ml; 12,5 ml ; 6,2 ml; və 3,1 ml (0,05 ml dəqiqliklə). Kolbalara distillə suyu əlavə etməklə məhlulun həcmi nişan xəttinə qədər çatdırılır və məhlul yaxşı qarışdırılır. Hazırlanmış turşu məhlulundan 4 konik kolbanın hər birinə 50 ml hazırlanmış məhlul tökülür, həvəngdəstədə əvvəlcədən narınlaşdırılmış kömürdən hər kolbaya 1 q əlavə edilir. Kömür olan məhlullar yaxşı qarışdırılır və ya 15-20 dəqiqə ərzində yaxşı qarışdırmaq üçün çalxalanma aparatına yerləşdirilir, sonra məhlul adsorbsiya tarazlığının alınmasını sürətləndirmək üçün 30 dəqiqə ərzində dövrü olaraq çalxalanır. Adsorbsiya prosesi baş verənə qədər sirkə

turşusu məhlulunun başlanğıc qatılığı ($C_{\text{baş}}$) təyin edilir. Bunun üçün konik kolbaya titrləmək üçün 10 ml başlanğıc məhluldan tökülür və fenolftalein iştirakında 0,1 mol/l qatılıqlı NaOH məhlulu ilə titrlənir. Titrləməyə sərf olunmuş qələvinin orta həcmi təyin edir və turşunun ilkin qatılığı hesablanır:

Adsorbsiya başa çatdıqdan sonra kömürün suspenziyası su ilə isladılmış filtrlər vasitəsilə konik kolbalara süzülür. Filtrlətin ilk hissələri (5-10) atılır, belə ki, onlarda turşunun qatılığı onun filtr kağızı ilə adsorbsiyası hesabına azala bilər. Titrlənmiş məhlulda turşunun qatılığı (C_t)da onun başlanğıc qatılığı kimi təyin edilir. Titrləmənin nəticələrini Cədvəl-də qeyd edilir.

$$C_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{C_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}}}{V_{\text{CH}_3\text{COOH}}}$$

**Adsorbsiya nəticəsində sirkə turşusunun
qatılığının dəyişməsi**

Məhlulun №-si	Başlanğıc məhlulun tərkibi		CH ₃ COOH ekvivalent molyar qatılığı mol/l			
	0,8MC H ₃ COO H məhlulu -nun həcmi, ml	Turşunun ekvivalent i molyar qatılığı mol/l	Adsorbsiyaya qədər		Adsorbsiyadan sonra	
			Titrlənmə-yə sərf olunmuş NaOH-in həcmi, ml	Turşunun başlanğıc qatılığı, mol/l	Titrlənmə-yə sərf olunmuş NaOH-in həcmi, ml	Turşunun tarazlıq qatılığı, mol/l
1	25	0,2				
2	12,5	0,1				
3	6,2	0,5				
4	3,1	0,025				

Məhlulda sirkə turşusunun başlanğıc və tarazlıq qatılıqları (adsorbsiyadan əvvəl və sonra) aşağıdakı formulla hesablanır:

$$C_{\text{CH}_3\text{COOH}} = \frac{C_{\text{NaOH}} \cdot V_{\text{NaOH}}}{V_{\text{CH}_3\text{COOH}}}$$

Sonra hər bir turşu məhlulu üçün turşunun adsorbsiyası tapılır:

$$\Gamma = \frac{v(x)}{m} = \frac{[C_{\text{baş}} - C_{\text{tar}}] \cdot V_{\text{məh}}}{m} \cdot 10^3 \text{ (mol/q)}$$

burada $C_{\text{baş}}$ və C_{tar} – sirkə turşusunun başlanğıc və tarazlıq qatılıqları (adsorbsiyadan əvvəl və sonra), mol/l; m-

kömürün kütləsi, q ; $V_{\text{məh.}}$ – turşusunun adsorbsiya olunduğu məhlulun həcmi; l .

Cədvəl 5-də verilən təcrübi və hesablanmış nəticələrə əsasən adsorbsiya izoterminin $Q=f [C(\text{tar})]$ qrafiki qurulur.

Freyndlix tənliyinin sabitləri β və $1/n$ təyin etmək üçün Γ və C (tar) loqarifmlərin qiyməti tapılır və $\lg\Gamma - \lg C$ (tar) koordinatlarında izoterm xətti formalı qrafiki qurulur. Qrafik olaraq sabitlər və verilmiş növ adsorbsiyada Freyndlix tənliyinin tətbiq olunduğu sahə təyin edilir.

Cədvəl 5

Sirkə turşusunun adsorbsiyası üzrə təcrübi və hesablanmış nəticələr

Məhlulun №-si	$C_{(\text{tar})}$, mol/l	Γ , mol/l	$\lg C_{(\text{tar})}$	$\lg \Gamma$	$\lg \Gamma$ (hesablanmış)	$\lg C(\text{tar})$ (hesablanmış)
1						
2						
3						
4						

Verilmiş növ adsorbsiyada Freyndlix tənliyinin tətbiq sahəsini müəyyən etmək üçün izoterm tənliyinin xətti formasına $1/n$ və $\lg\beta$ sabitlərinin qiymətlərini yerinə qoyulur:

$$\lg\Gamma = \lg\beta + 1/n \lg C$$

və $lg\Gamma$ -nin qiymətini turşunun tarazlıq qatılığının 5-6 qiyməti üçün hesablanır [(qatılığı $\Gamma = f(C)$ qrafikində qatılığın geniş intervalından götürülür)]. $lg\Gamma$ -nin hesablanmır qiymətlərini $lg\Gamma = f(lgC)$ qrafikinə köçürülür.

Tapılmış nöqtələrin xətti asılılıq verdiyi sahələrdə Freyndlix tənliyi tətbiq oluna bilər.

Yoxlama sualları

1. Hansı faktorlar adsorbsiyaya təsir edir?
2. Nə üçün adsorbsiya özbaşına gedən prosesdir?
3. Lənqmür və Freyndlixin izoterm tənliklərinin fərqi nədədir?
4. Freyndlix tənliyinin sabitlərinin qrafiki üsulla təyininin mahiyyəti nədir?
5. Adsorbsiyanın növünü təcrübi necə təyin etmək olar?
6. Sirkə turşusunun kömürün səthində adsorbsiyası prosesinin izobar-izotermik potensialının dəyişilməsi sıfırdan kiçikdir. Bu nə deməkdir?
7. Sirkə turşusu molekullarının hansı hissəsi ilə onun kömürün, silisium oksidin, yağ damcısının üzərində adsorbsiyası baş verir?
8. Hansı üsulla verilmiş növ adsorbsiya Freyndlix tənliyinin tətbiq sahəsi ilə müəyyən olunur?

LABORATORİYA İŞİ № 3

İslandma istiliyinə əsasən kömürün aktivliyinin təyini

Nəzəri hissə

Adsorbsiyanın baş verməsi həmişə fazaların bölgü sərhəddi ilə əlaqədardır. Adsorbsiya istənilən fazalar bölgü səthində gedə bilər: «maye-qaz», «bərk cisim-qaz», «bərk cisim-məhlul», «maye-maye». Səthində adsorbsiya gedən maddə adsorbent, udulan maddə isə adsorbktiv və ya adsorbat adlanır.

Adsorbsiya özbaşına gedən proses olduğundan səthi enerjinin azalması ilə xarakterizə olunur ($\Delta G < 0$) Adsorbsiya zamanı adsorbsiya olunmuş molekulların vəziyyətinin nazik səthi təbəqə şəklində məhdudlaşması ilə adsorbsiya olunmuş molekulların bəzi sərbəstlik dərəcələri itir və nəticədə sistemin nizamlılığı artır, ona görə də ($\Delta S < 0$) olur. Onda Gibbs tənliyindən:

$$\Delta G_{\text{ads}} = \Delta H_{\text{ads}} - T \Delta S_{\text{ads}}$$

alınır ki, adsorbsiya zamanı entalpiya azalmalı ($\Delta H < 0$) adsorbsiya istiliyi isə artmalıdır ($Q_{\text{ads}} > 0$). Beləliklə, adsorbsiya həmişə ekzotermik prosesdir.

1 mol maddənin adsorbsiyası zamanı ayrılan istilik miqdarı molyar adsorbsiya istiliyi (entalpiya) adlanır. Adsorbsiya prosesi zamanı müşahidə olunan istilik effekti adsorbentlə adsorbktiv arasında qarşılıqlı təsiri xarakterizə edir.

Adsorbsiya olunmuş hissəciklərlə səthin hissəcikləri arasında əlaqənin xarakterinə görə fiziki və kimyəvi adsorbsiyanı fərqləndirirlər. Birinci növ adsorbsiya molekullararası qarşılıqlı təsir qüvvələri ilə (Van-der-Vaals qüvvələri ilə) əlaqədardır. Bu zaman adsorbsiya olunmuş molekullar, atomlar öz kimyəvi xassələrini saxlayır. Temperaturun artması ilə desorbsiya prosesi güclənir, temperaturun azalması ilə isə adsorbsiya prosesi sürətlənir, yəni fiziki adsorbsiya dönəndir.

Adsorbsiyanın bu növünə misal olaraq qışda küçədən otağa gətirilmiş dəmir parçasını göstərmək olar. Onun üzərində dərhal havadakı su buxarının adsorbsiyası baş verir, bu da vizual olaraq dəmir parçası üzərində kondensləşmə işi su pilyonkasının yaranması ilə müşahidə olunur. Dəmir parçasını otaq temperaturuna qədər qızdırdıqda isə su buxarının desorbsiyası baş verir və dəmir parçası bir növ quruyur.

Kimyəvi adsorbsiya zamanı adsorbsiya olunmuş hissəciklərin səthin hissəcikləri ilə davamlı kimyəvi əlaqəsi yaranır, yəni yeni səthi birləşmələrin yaranması prosesi baş verir. Temperatur artdıqca adsorbentin səthində adsorbsiya olunmuş maddənin miqdarı da artır, yəni proses müəyyən enerji həddi-aktivləşmə enerjisi ilə gedir. Kimyəvi adsorbsiya bir qayda olaraq dönməyən prosesdir. Məsələn, yüksək temperaturlarda dəmirin səthində həmin su molekulları dəmir hidroksidinin əmələ gəlməsinə səbəb olur.

Kimyəvi və fiziki adsorbsiya arasındakı fərq ondan ibarətdir ki, kimyəvi adsorbsiya zamanı adsorbentlə adsorbat arasında elektron keçidi baş verir, lakin fiziki adsorbsiya zamanı belə hal müşahidə olunmur.

Kimyəvi adsorbsiya zamanı adsorbat molekulları adsorbentin səthində dəyişmə edə bilmir, belə ki, onunla möhkəm kimyəvi əlaqədə olur, yəni, kimyəvi adsorbsiya lokal xarakter daşıyır-adsorbsiya olunmuş molekullar adsorbentin müəyyən aktiv mərkəzlərlə əlaqələnmiş olur. Xemosorbsiyadan fərqli olaraq fiziki adsorbsiya zamanı həm qeyri-lokal adsorbsiya (adsorbtiv molekulları adsorbentin səthində bərabər paylanır) həm də lokal adsorbsiya mövcud olur. Əgər adsorbentin səthi bircinsli (eyni atomlardan ibarət və hamar) olarsa, onda fiziki adsorbsiya qeyri-lokal olacaq, yəni, adsorbsiya olunmuş hissəciklər bütün səth boyunca yerini dəyişə biləcək. Əgər adsorbentin səthi hamar olmazsa (mikroprofilə malik olarsa), yəni adsorbatın hissəcikləri ilə müxtəlif növ qarşılıqlı təsirdə olan müxtəlif atom, molekul və ya ionlardan ibarət olarsa, bu halda fiziki adsorbsiya lokallaşmış ola bilər. Adsorbentin səthində adsorbtiv hissəciklərinin hərəkət etməsi üçün onlar səthdəki müxtəlif potensial enerji baryerlərini aşmalıdır.

Adsorbsiyanın bir növünü digərindən fərqləndirən ən yaxşı kriteriya adsorbsiya istiliyinin qiymətidir. Fiziki adsorbsiya ilə müqayisədə kimyəvi adsorbsiyanın adsorbsiya istiliyi daha yüksəkdir. Fiziki adsorbsiya zamanı ad-

sorbsiya istiliyinin qiyməti kondensləşmə istiliyinə yaxın olur. Digər kriteriya adsorbsiyanın baş verdiyi temperatur intervalıdır. Fiziki adsorbsiya ilə kondensləşmə bir- biri ilə əlaqəli olduğundan birinci verilən təzyiqdə (qatılıqda) adsorbatın qaynama temperaturundan aşağı və ya ona yaxın temperaturlarda baş verir. Əksinə, xemosorbsiya qaynama temperaturunda daha yüksək temperaturlarda baş verir.

Adsorbentin səthində eyni zamanda adsorbsiyanın hər iki növü mövcud ola bilər, bu adsorbentin səthinin təbiəti və adsorbentin təbiəti, temperatur və qatılıqla müəyyən olunur.

Ən geniş yayılmış uduculara (adsorbentlərə) bərk ağac növlərindən alınan ağac kömürünü misal göstərmək olar. Yumşaq ağac növlərindən (məsələn, şam ağacından) alınan kömür davamsızdır və asanlıqla ovularaq toza çevrilir. Adsorbsiya üçün yaxşı kömür növünü kakos fındığının qabığından və ərik çəyirdəyindən alırlar. Adi (xam) kömür nisbətən kiçik adsorbsiya qabiliyyətinə malikdir, belə ki, onun xüsusi səthi böyük deyil, məsələləri əsasən kömürün alınması zamanı əmələ gələn natamam yanma məhsulları və qatranla tutulmuş olur. Xam kömürün keyfiyyətindən və onun emal üsulundan asılı olaraq müxtəlif aktivliyə malik kömürdə alırlar.

Ağac və bəzi daş kömürün adsorbsiya qabiliyyəti onların yüksək temperaturda buxar və müxtəlif reaktivlərlə işlənməsi ilə artırılır. Belə emal nəticəsində kömürün xüsusi

səthi əhəmiyyətli dərəcədə artır, eyni zamanda natamam yanma məhsulları (xüsusi ilə qətran) yanır və uçar, bu isə məsamələrin azad olunmasına və aktiv səthin artmasına səbəb olur. Yanma nəticəsində yüksək itkilərdən qaçınmaq üçün kömürün termiki işlənməsi 750° - 950° C temperaturda, karbon-2 oksid və ya su buxarı mühitində aparılır. Aktiv kömürün xüsusi səthi 300-dən 1000 m^2/q intervalında, məsamələrin diametri isə 30-dan 90 A^0 arasında dəyişir. Belə kömürlər aktivləşdirilmiş (və ya aktiv) kömürlər adlanır.

Aktivləşdirilmiş kömürdən kənar qatışıqlarla rənglənmiş mayələrin rəngsizləşdirilməsində, məhluldan həll olmuş kənar maddələrin çıxarılmasında, qazların udulmasında, xoşa gəlməz iylərin aradan qaldırılmasında tətbiq edilir. Ona görə aktivləşdirilmiş kömür spirtli içki sənayesində, şəkər təmizləmə zavodlarında, tibbdə zəhər əleyhinə vasitə kimi, dezinfeksiyaedici kimi geniş tətbiq sahəsi tapmışdır. Aktivləşdirilmiş kömürdən bəzi istehsal sahələrində havadan həlledicilərin buxarlarının benzol, benzin və s. udmaq üçün istifadə edilir. Aktivləşdirilmiş kömürdən zəhərləyici maddələrdən müdafiə olunmaq üçün geniş istifadə olunur. O qaz sığınacaqlarında filtr uducunun və ya istənilən əleyhqazın əsas tərkib hissəsini təşkil edir. Kömürdən əleyhqaz, qaz sığınacaqları və ya sənaye məqsədləri üçün istifadə edərkən onun aktivliyini, yəni, adsor-

bsiya qabiliyyətini bilmək vacibdir. Torf və ya torpaq kimi nəm uducular zəhərləyici maddələrdən inamlı və təhlükəsiz müdafiəni aktivləşmiş kömür kimi təmin edə bilmir.

Kömürün udma qabiliyyəti (adsorbsiya) onun hədsiz dərəcədə geniş səthi ilə əlaqədardır. Uducunun mayeyə daxil edilməsi zamanı mayenin onun səthində (adsorbentin) adsorbsiyası nəticəsində istilik ayrılır. Bu istilik effekti *islanma istiliyi* adlanır.

İslanma istiliyi həlledici molekulları ilə sorbentin səthi arasındakı qarşılıqlı təsiri, yəni, onun sorbentlə udulma (adsorbsiya olunmaq) qabiliyyətini əks etdirir. Həlledicinin adsorbsiyasını öz növbəsində uducunun xarakteristikası, onun aktivliyinin göstəricisi də adlandırmaq olar.

Adətən, islanma istiliyinə görə kömürün aktivliyinin təyində isladıcı maye (həlledici) kimi benzol götürülür. Benzol adsorbsiya istiliyi hesabına çoxlu miqdarda istiliyin ayrılması ilə kömürdə kifayət qədər yaxşı sorbsiya olunur.

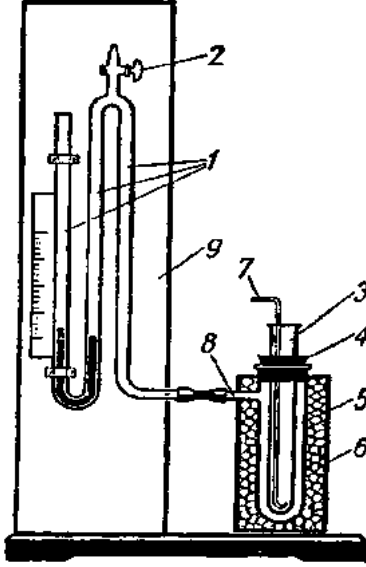
İşin məqsədi: Termometrik üsul və Balezin-Feldt cihazının köməyi ilə kömürün aktivliyinin (onun toluolla islanma istiliyinə görə) təyini metodu ilə tanışlıq.

Təcrübi hissə

Avadanlıq və reaktivlər: Balezin-Feldt cihazı; 0,1 dərəcəli bölgüyə malik, -10°C -dən $+50^{\circ}\text{C}$ -yə qədər şkalası olan iki termometr; 200 ml-lik stəkan; 300 ml-lik iki stəkan; dəstəklə farfor həvəngdəstə; ağac kömürü (xam-kömür); toluol; 1:1000 nisbətdə metilen abısı məhlulu; aktiv kömür-

lər; torflu; AQ markalı (aktiv dənəvərcəkli) çəyirdəkli, heyvani, digər markalı aktiv kömürlər.

Cihazın quruluşu. Cihazın quruluşu sxematik olaraq şəkil-12 də göstərilmişdir. O içərisində sınaq şüşəsi (3) olan qabın (5) birləşdiyi krana (2) malik əyilmiş kapilyardan (1) (manometrdən) ibarətdir. Boru (1) şkalalı ştativə (9) bərkidilmişdir; o, yarıya qədər rəngli maye ilə doldurulmuş olur (metilen abısından ibarət məhlul 1:1000). Boru həmçinin bütöv–üçqollu boru və krandan ibarət ola bilər; kran əvəzinə yaylı sıxıcıdan istifadə etmək olar. Sınaq şüşəsi(3) rezin tıxac ilə 1,5 sm diametrə və 15 sm uzunluğa malik sınaq şüşəsi (3) rezin tıxac ilə (4) qaba (5) yerləşdirilmişdir; yaxşı olar ki, qab (5) üçün seçilmiş tıxaclara yerləşdirilən bir neçə eyni ölçülü sınaq şüşələri olsun. Qab (5) onun termoizolyasiyasını təmin edən silindrik termosə (6) yerləşdirilmişdir (divarlararası material kimi pambıqdan istifadə etmək olar). Sınaq şüşəsinə (3) qarışdırıcı (7) yerləşdirilmişdir (əyilmiş metallik və ya şüşə çubuq). Cihazın ölçüləri təxminən belədir: ümumi hündürlük 40-45 sm, əyilmiş kapilyar borunun hündürlüyü 20-25 sm, xarici sınaq şüşəsinin (qabın) diametri 30 mm, daxili sınaq şüşəsinin diametri isə 15 mm-dir. Cihaz kip olmalıdır.



Şəkil 12. Kömürün aktivlik dərəcəsinə təyin etmək üçün Balezin-Feldt cihazı: 1-əyilmiş kapilyar boru; 2-kran; 3-sınaq şüşəsi; 4-tıxac; 5- çıxış borusuna malik qab; 6- termos; 7- qarışdırıcı; 8- çıxış borusu; 9- şkalalı ştativ.

Təcrübə 1. Balezin-Feldt cihazı vasitəsilə kömürün aktivliyinin təyini

Cihaz yığılır və onun hermetikliyi yoxlanılır; bunun üçün sınaq şüşəsi yavaşca sıxılır; kran bağlı olduqda manometrik boruda (1) olan maye bir azca qarışmalıdır. Tədqiq olunacaq kömür nümunəsi saxsı həvəngdəstədə xırdalanır. Sınaq şüşəsinə 3 - 5 ml toluol tökülür və o açıq kran (və ya sıxıcı) şəraitində qabda (5) yerləşdirilir. Kran açılır ki, səviyyə sıfır vəziyyətinə gəlsin. Cihaz yığıldıqdan və monometrə mayenin səviyyəsi məlum olduqdan sonra kran yenidən bağlanır və bütün təcrübə boyu bağlı saxlanır. 5 ml toluol olan sınaq şüşəsinə (3) həmin miqdarda (həcmə görə) tədqiq olunan kömür tökülür. Kömür müəyyən olunmuş bölgüyə malik xüsusi sınaq şüşəsi ilə ölçülür. Sınaq şüşəsinin içərisindəkilər qarışdırıcıyı (7) yuxarı və aşağıya doğru yüngül hərəkət etdirməklə qarışdırılır. Monometrik boruda (1) rəngli mayenin səviyyəsinin nisbətən qalxdığı müşahidə edilir. Təyinatdan sonra kran (2) açılır və yalnız ondan sonra sınaq şüşəsi (3) qabdan (5) çıxarılır.

Hər təcrübədən sonra sınaq şüşəsində olan qarışıq etiketində kömürün markası yazılmış xüsusi hazırlanmış qablara boşaldılır, sınaq şüşəsi isə su ilə yaxalanır və qurudulur. Digər markalı kömürlərin aktivliyi də belə təyin edilir. Təcrübədən sonra yığılmış kömürü havasız şəraitdə

közərdilir, bundan sonra ondan növbəti təcrübələrdə istifadə etmək olar.

Kömür o vaxt keyfiyyətli hesab olunur ki, onun aktivliyi aktivləşmiş ağcaqayın ağacının aktivləşmiş kömürünün aktivliyinə bərabər olsun (manometrik boruda kapilyar üzrə qalxma 18-20 mm)

Təcrübə 2. Termometr vasitəsilə kömürün islanma istiliyinin təyini. 200 ml tutumlu stəkan xam kömürlə doldurulur; bütün nümunə saxsı həvəngdəstəyə tökülür və toz halına qədər əzilir. 300 ml tutumlu iki stəkan götürülür, onlardan birinə tədqiq olunan kömür elə tökülür ki, stəkanın 1/3-ni tutsun, digərinə isə həmin miqdar toluol tökülür. Termometr vasitəsi ilə stəkanlardakı temperaturların eyniliyi yoxlanılır. Temperaturlar fərqi 0,3 dərəcədən çox olmamalıdır.

Kömür olan stəkana toluol cəld tökülüb qarışdırılır və temperaturun qalxması izlənilir. Temperatur yüksəlişi dayandıqdan sonra qarışdırma dayandırılır.

İlkin və son temperaturlar arasındakı fərq tədqiq edilən kömürün keyfiyyəti haqqında məlumat verir: əgər temperaturun artımı 7 dərəcə və ondan çox olarsa, onda tədqiq olunan kömür yüksək keyfiyyətli, əgər temperatur 4-7 dərəcə intervalında olarsa, kömür orta keyfiyyətli; 3,5 dərəcədən az olduqda isə kömür aşağı keyfiyyətli hesab olunur.

Digər markalı aktivləşdirilmiş kömürlə də belə tədqiq edilir.

Uducunun xüsusiyyəti

№-	Uducunun adı	Monometrin göstərişi	Temperatur, °C	Uducunun xarakteristikası

Birinci və ikinci təcrübədən alınmış nəticələri müqayisə edin. İslanma istiliyinin təyində və Balezin-Feldt cihazının kapilyarında səviyyənin qalxması təcrübələrində tədqiq edilmiş kömürün aktivlik diaqramını qurun.

Yoxlama sualları

1. Kolloid kimya hansı səth hadisələrini öyrənir? Sorbsiya, absorbsiya, və desorbsiya anlayışlarının tərifini verin.
2. Nə üçün adsorbsiya özbaşına gedən prosesdir?
3. Molekullararası əlaqənin hansı növlərini tanıyırsınız?
4. Adsorbsiyanın təbiəti necədir? Fiziki adsorbsiyanın xemosorbsiyadan fərqi nədədir? Hansı faktorlar adsorbsiyaya təsir edir?
5. Kimyəvi və fiziki adsorbsiya zamanı temperaturun artması ilə nə baş verir?
6. Adi kömürü aktivləşdirilmiş kömürə çevirmək üçün nə etmək lazımdır?
7. Benzol, toluol buxarlarının udulması, məhluldan boyaq maddələrinin udulması və zəhərləyici maddələrin

udulmasında tətbiq olunan aktivləşdirilmiş kömürə hansı tələblər qoyulur?

8. Nə üçün islanma istiliyinə görə kömürün aktivliyi haqqında fikir yürütmək olar?
9. Verilmiş işdə siz hansı növ adsorbsiya ilə işləmişiniz?

LABORATORİYA İŞİ №4

Adsorbsiyanın seçiciliyi. Həlledicinin adsorbsiyaya təsiri

Nəzəri hissə

Adsorbsiya nəinki həlledicinin təbiətindən, eyni zamanda udulan maddənin təbiətindən də asılıdır. Əgər məhlulda bir deyil, bir neçə maddə olarsa, onda onlar adsorbsiya qabiliyyətlərinə müvafiq olaraq adsorbentdə adsorbsiya olunacaq. Lakin əgər əvvəlcə bir adsorbsion aktiv maddə adsorbsiya olunursa və sonra məhlula digər daha adsorbsion aktiv maddə əlavə olunursa, onda birinci maddə ikincisi tərəfindən səthdən sıxışdırılıb çıxarılır. Belə olduqda həlledici tərəfindən adsorbsiya olunan maddələrin miqdarlarının nisbəti onların adsorbsiya qabiliyyətlərinə uyğun olacaqdır. Məsələn, ağır metal kationları eyni valentli yüngül metal kationlarına nisbətən daha yaxşı adsorbsiya olunur.

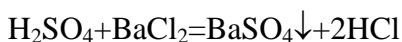
Əgər hər hansı bir maddənin adsorbsiyası digər maddələrin adsorbsiyasından xeyli üstün olarsa, onda həmin maddənin verilmiş adsorbent tərəfindən seçici adsorbsiya olunduğu deyilir. Uyğun adsorbentlər seçməklə mürəkkəb tərkibli qarışıqlardan müəyyən maddələr ayırmaq olar. Müxtəlif adsorbsiya olunma qabiliyyətinin kriteriyalarından biri adsorbsiya və ya islanma istiliyinin qiymətidir.

Adsorbentlər iki əsas qrupa bölünür: polyar və qeyri-polyar. Polyar adsorbentlər ion rabitəsinin payı kifayət qədər yüksək (məsələn, alümosilikatlar) olan polyar molekulardan, qeyri-polyar adsorbentlər isə qeyri-polyar

molekullardan, atomlardan (məsələn, kömür) ibarətdir. Pol-yar maddələrin qeyri-polyar adsorbentlərə adsorbsiya hərisliyi polyar maddələrin polyar adsorbentlərə adsorbsiya hərisliyindən daha yüksəkdir.

Seçici adsorbsiyaya misal ion adsorbsiyası –sulu məhlulardan qüvvətli elektrolitlərin adsorbsiyasıdır. Elektrolit məhlulundan ionlar polyar molekul və ya ionlardan ibarət olan adsorbentin səthində adsorbsiya olunur. Belə səthdə demək olar ki, həmişə bir ion seçici adsorbsiya olunur. Ona görə də ion adsorbsiyanı çox vaxt polyar adsorbsiya da adlandırırlar. Kation və anionlar öz təbiətlərinin müxtəlifliyinə görə müxtəlif adsorbsiya qabiliyyətinə malikdir.

K.Fayans, F.Panet və N.P.Peskov tərəfindən verilmiş birinci qanuna görə bərk adsorbentin səthində adsorbentin tərkibinə daxil olan və ya verilən səthlə eyni ümumi atom qrupuna (və ya onunla izomorf olan) malik olan ionlar adsorbsiya olunur. Belə ki, məsələn,

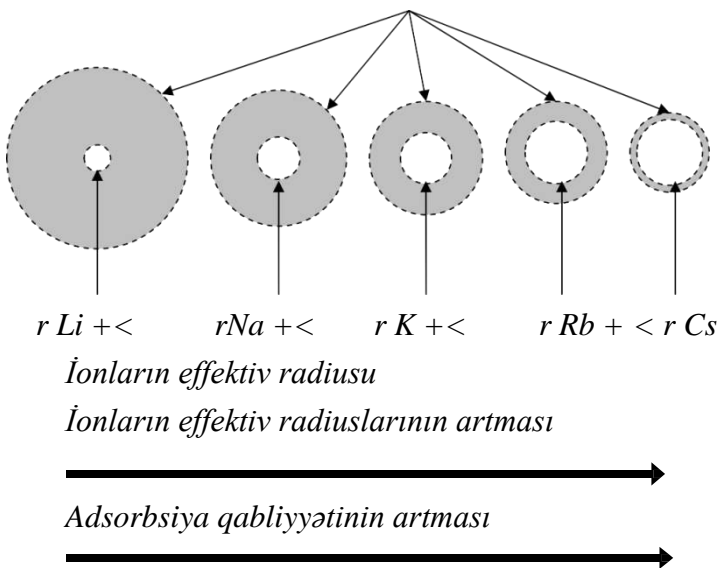


reaksiyası zamanı əmələ gələn BaSO_4 kristallarında ya SO_4^{2-} ya da Ba^{2+} ionları adsorbsiya olunur, əgər məhlulda H^+ , Cl^- , K^+ və ya NO_3^- ionları iştirak edərsə, onlar adsorbsiya olunmur. Belə adsorbsiyaya kristallaşma, yəni, adsorbentin kristal qəfəsinin qurulmasının davamı kimi baxmaq olar.

Polyar molekullardan əmələ gəlmiş adsorbentin səthinin elektrolit məhlullarında elektrik yükünə malik olması ionların seçici adsorbsiya və ya adsorbentin ion qruplarının dissosiasiyası hesabına baş verir. Adsorbentin səthinin müəyyən yükə malik mikro sahələri elektrolitin əks işarəli ionlarını adsorbsiya edir, bu Fayans–Panet–Peskovun ikinci qanunudur. Bu zaman əks işarəli elektrolit ionları adsorbsiya olunmur, lakin elektrostatik cəzibmə qüvvələrinin təsiri ilə adsorbsiya olunmuş ionların yaxınlığında qalaraq adsorbentin səthində ikiqat elektrik təbəqəsi yaradır.

İonların radiusu onların adsorbsiya olunma qabiliyyətinə güclü təsir göstərir. Eyni yüklü ionlar ionun effektiv radiusu (kristallik qəfəsdəki radiusu) nə qədər böyük olarsa, onun adsorbsiyası da bir o qədər çox olar. Bunun səbəbi ondadır ki, ionların ölçüsü nə qədər kiçik olarsa, onların polyarlaşdırıcı təsiri də bir o qədər böyük olar. Bu da öz növbəsində ionların müxtəlif dərəcədə hidratlaşmasına gətirir. Böyük radiuslu ionlar (eyni yüklü) az hidratlaşmaya malik olurlar, buna görə onların hidrat örtüyü adsorbsiyaya az mane olur, belə ki, o, elektrik qarşılıqlı təsiri azaldır. Şəkildə (şəkil 13) qələvi metalların kationlarının effektiv radiusu ilə onların hidratlaşmış halda olan radiusları arasındakı nisbət göstərilmişdir.

İonların hidrat örtüklərinin ölçüsü

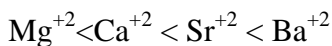


Şəkil 13. Qələvi metalların kationlarının effektiv radiusları ilə hidratlaşmış halda olan kationlarının radiusları arasındakı əlaqə

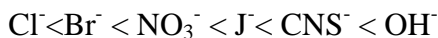
Adsorbsiya qabiliyyətinin artması (və ya azalması) istiqamətində yerləşmiş ionlar liotrop sıra (və ya Zofmeyster sırası) adlanan sıralar əmələ gətirirlər. Qələvi metalların hidratlaşmış ionlarının liotrop sırası belədir:



İkivalentli kationlar üçün liotrop sıra belə olacaq:



Bir sıra birvalentli anionlar üçün liotrop sıra belə olacaq :



Bu sıralarda hər bir növbəti ion özündən əvvəlki iondan yaxşı adsorbsiya olunur.

Çox valentli ionlar adsorbentın təbiətindən asılı olmayaraq bir valentli ionlara nəzərən daha yaxşı adsorbsiya olunur:



Bu kolloid -dispers sistemlərin elektrolitlərdə koagulyasiyasında böyük əhəmiyyət kəsb edir. Koagulyasiya edən ionun valenti nə qədər böyük olarsa, onun adsorbsiyası bir o qədər yaxşı olar və koagulyasiya tez baş verir.

Ola bilər ki, eyni bir adsorbentdə müxtəlif seçiciliyə malik aktiv mərkəzlər olsun, ona görə bir sıra maddələr bir sıra mərkəzlərdə, digərləri isə başqa mərkəzlərdə yaxşı adsorbsiya olunacaq.

Eyni zamanda müsbət yüklənmiş və mənfi yüklənmiş ionlar adsorbsiya olunarsa, onda adsorbsiya ekvivalent adsorbsiya adlanır. Adsorbsiya həmçinin dəyişdirici də ola bilər. Bu o vaxt müşahidə olunur ki, hər hansı yüklü ion əks yüklü iona nəzərən yaxşı adsorbsiya olunur. Eyni zamanda məhlulun elektroneytrallığı adsorbentdən məhlula adsorbsiya olunmuş ionlarla eyni yükə malik ekvivalent sayda ionların sıxışdırılıb çıxarılması ilə təmin olunur.

Dəyişdirici adsorbsiya yaradan adsorbentlərə tipik nümunə kimi təbii seolitləri (sulu natrium və kalium alümoslikatları) və ya həmin tərkibli süni perümutitləri misal göstərmək olar. Onlar kalsium və maqnezium ionlarını

yaxşı udaraq məhlula ekvivalent sayda natrium ionları verirlər. Seolit və permutitlərin bu xüsusiyyətindən suyun codluğunun azaldılmasında istifadə olunur, belə ki, buxar qazanlarında ərpən əmələ gəlməsini aradan qaldırmaq üçün suyun codluğunu artıran kalsium və maqnezium duzlarını kənarlaşdırmaq lazımdır. Ondan həmçinin rənglənmə texnologiyasında da və s. istifadə olunur.

Hər hansı bir iona və ya digərləri ilə müqayisədə xüsusiyyətcə oxşar olan ionlar qrupuna seçici olan adsorbentləri spesifik adsorbentlər adlandırırlar. Eyni növ hissəciklərin (molekul, ionların) adsorbentlə daha yaxşı udulması seçicilik adlandırılır. Adsorbentin seçiciliyi, seçiciliyi-məhluldan tələb olunan maddələrin effektiv kənarlaşdırılmasını təmin edən əhəmiyyətli xassəsidir. Lakin maddənin seçiciliyi nə qədər yüksək olarsa, onu adsorbentdən çıxarmaq- desorbsiya etmək bir o qədər çətin olur, belə ki, o adsorbentlə davamlı əlaqədə olur.

Maddənin adsorbsiyası əhəmiyyətli dərəcədə həlledicinin təbiətindən də asılıdır. Həlledicinin seçilməsi götürülmüş adsorbentin təbiətindən sıx asılı olduğu kimi, analiz olunan mühitin komponentlərinin xassələrindən də asılıdır. Həlledicilər ilk növbədə aşağıdakı əsas şərtlərə cavab verməlidir: onlar analiz olunan qarışıqın bütün komponentlərini yaxşı həll etməli, seçilmiş adsorbentdə minimum adsorbsiya olunmalı, analiz olunan maddələrlə və adsorbentlə kimyəvi reaksiyaya girməməlidir.

Analitik təcrübədə çox vaxt, desorbsiya etmə qabiliyyəti tədricən artan həlledicilər iştirakında, adsorbentin səthindən maddələrin ardıcıl yuyulmasından (başqa sözlə, adsorbsiya olunmuş maddələrin həlledici ilə qarşılıqlı təsirinin artmasından) istifadə olunur. Bununla əlaqədar Trappenin elüotrop sırası maraqlı kəsb edir, burada tez-tez istifadə olunan həlledicilər polyar adsorbentlərdən desorbsiya etmə qabiliyyətlərinin azalması ardıcılığı ilə yerləşdirilmişdir (cədvəl). Həlledicinin desorbsiya etmə qabiliyyəti onların dielektrik sabiti ϵ ilə əlaqədardır. Aydındır ki, qeyri-polyar adsorbentlər üçün cədvəldə göstərilmiş həlledicilərin desorbsiya qabiliyyəti əks ardıcılıqla dəyişir.

Həlledicilərin elüotrop sırası

Həlledici	Dielektrik sabiti ϵ	Həlledici	Dielektrik sabiti ϵ
Su	81,0	Dioksan	-
Metil spirti	31,2	Xloroform	5,2
Etil spirti	25,8	Metilen xlorid	-
n-Propil spirti	22,8	Benzol	2,3
Aseton	21,8	Toluol	2,3
Dixloretan	10,4	Trixloretilen	3,4
Etilasetat	6,1	Karbon 4- xlorid	2,2
Amilasetat	-	Tsikloheksan	2,0
Etil efiri	4,4	Petroley efiri	1,9

İşin məqsədi: Maddələr qarışığından ibarət məhlullardan adsorbsiyanı müşahidə etmək. Ağır və yüngül metalların kationlarının adsorbsiya qabiliyyətlərini müqayisə

etmək. Adsorbentin seçiciliyi anlayışını və onun necə təyini təyin olunmasını mənimsəmək.

Təcrübi hissə

Avadanlıq və reaktivlər. Həlqəli və tutqaclı ayaqlı ştativ; sınaq şüşələri üçün ştativ; altı sınaq şüşəsi; onlardan ikisi qabıq tıxaclıdır; texniki kimyəvi tərzilər; 200-300 ml-lik altı konik kolba; 100 ml-lik üç konik kolba; içərisində distillə suyu olan yuyucu; 0,1 ml bölgülü 25 ml-lik büret; 20;10 və 2 ml-lik pipetlər; 5-7 sm diametrli üç tava; filtr kağızı; şüşə üçün şam karandaş,ağ yun iplər; heyvan mənşəli (sümük) kömür; aseton; məhlullar; 0,1n CH_3COOH ; 0,1n və 0,2 n NaOH ; 0,1n $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$; 0,02n CaCl_2 ; 0,1n $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$; 0,05% $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$; fenolftalelinin spirtdə 2Nəli məhlulu; kaolin (gil); etil spirti.

Təcrübə 1. Adsorbentin səthindən bir maddənin digəri ilə sıxışdırılıb çıxarılması

Şam karandaşla nömrələnmiş, 200-300 ml həcmli üç konik kolbaya 20 ml 0,1 n sirkə turşusu məhlulu tökülür, 1 və 2 kolbalarına 20 ml distillə suyu, 3 kolbasına isə 20 ml aseton əlavə edilir. 1 kolbası müqayisə kolbasıdır, 2 və 3 kolbalarına 1,0 q heyvani kömür daxil edilir və hər bir kolbadakı maye 5 dəqiqə ərzində çalxalanır. Birinci üç kolbanın arxasına əvvəlcədən nömrələnmiş qıf və quru filtrə malik üç eyni cür kolba qoyulur və onlara birinci sıradakı kolbaların içərisində olan məhlullar süzülür (birinci

kolbadan birinciyə, ikinci kolbadan ikinciyə və s.) Birinci üç kolba kənara çəkilib, onların yerinə üç kiçik kolba (№1, № 2, № 3) qoyulur və onlar hər birinə pipetlə filtratdan 10 ml eyni ardıcılıqla tökülür (birincidən birinciyə və s) . Filtrat olan üç kolbanın hər birinə 2 damcı fenolftalein əlavə edilir və sirkə turşusu ilə titrlənir. Hər bir titrləməyə sərf olunan 0,1 n natrium hidroksid məhlulunun millilitrlərlə miqdarı qeyd edilir.

Cədvəl 8

Təcrübi və hesablanmış nəticələr

Kolbalardakı maddələr	Kolbanın №-si		
	1	2	3
Götürülmüş 0,1 n sirkə turşusu məhlulunun həcmi ml	20	20	20
Əlavə olunan suyun həcmi, ml	20	20	-
Əlavə olunan asetonun həcmi, ml	-	-	20
Məhlulə daxil edilən kömürün kütləsi, q	-	1	1
Məhlulun titrlənməsinə sərf olunan 0,1n natrium qələvi məhlulunun həcmi, ml			
Kömürlə adsorbsiya olunmuş (birinci və digər kolbalar arasındakı fərqə görə) məhlulə uyğun 0,1 n NaOH məhlulunun həcmi, ml			
2 və 3 kolbalarında adsorbsiya olunmuş sirkə turşusunun miqdarı (100% kimi 1 kolbasında turşunun titrlənməsinə sərf olunan Natrium Qələvi məhlulunun millilitrlərinin miqdarı (ml-lə) qəbul olunur)			

Təcrübə 2. Kalsium və qurğuşun ionları saxlayan məhlullardan adsorbsiya

Sınaq şüşəsinə təqribən 5 ml 0,05 % qurğuşun – nitrat məhlulu tökülür. Sınaq şüşəsindən götürülmüş məhlulun 2-3 damcısına 2-3 damcı kalium xromat məhlulu əlavə edilir, bu zaman sarı rəngli PbCrO_4 çöküntüsü əmələ gəlir. Məhlulun sınaq şüşəsində qalan hissəsinə təqribən 0,1 q aktivləşdirilmiş kömür əlavə edilir, ağzı tıxacla bağlanır və 3 dəqiqə çalxalandıqdan sonra təmiz sınaq şüşəsinə süzülür və məhlulda Pb^{2+} ionlarının olmadığına əmin olunur (K_2CrO_4 -lü nümunə).

Analoji təcrübə 0,02 n kalsium-nitrat məhlulu ilə də aparılır. Kalsium ionlarını ammonium -oksalatla olan keyfiyyət reaksiyasından təyin edirlər.

Təcrübə 3. Həlledicinin adsorbsiyaya təsiri (adsorbsiyanın seçiciliyi)

Bir sınaq şüşəsinə fuksinin zəif rəngli sulu məhlulundan 5 ml, digərinə isə fuksinin zəif rəngli spirtli məhlulundan 5 ml tökülür, hər birinə 0,1 q kömür toz əlavə edilir, qarışdırılıb süzülür. Fuksin spirtli məhluldan adsorbsiya olunmur.

Təcrübə 4. Turşu və əsasi boyaların kaolinlə seçici adsorbsiyası

Sınaq şüşəsinə eozin (və ya flüoressein) və metilen abısının duru məhlullarından 2 ml tökülür üzərinə təqribən 0,2 q kaolin əlavə edilir, qarışdırılır və süzülür. Metilen abısı adsorbsiya olunur, eozin isə (flüoressein) kaolinlə adsorbsiya olunmur.

Təcrübə 5. Yunun boyanması

Üç sınaq şüşəsinin hər birinə 3 ml 0,05%-li metilen abısı məhlulu, ikincisinə 5 damcı 2 n HCl məhlulu, üçüncüsünə isə 5 damcı 2 n NaOH məhlulu tökülür. Hər bir sınaq şüşəsinə bir neçə ağ rəngli yun sap daxil edilir, 20-30 dəqiqə saxlanır, sonra məhlullar tökülür və saplar soyuq su ilə yaxşı yuyulur. Yun qələvi məhlulda intensiv boyanır, neytral məhlulda zəif, turş məhlulda isə ümumiyyətlə boyanmır. Turş və qələvi məhlullarda yun hansı elektrik yükünə malik olur? Yun turşu və ya qələvi məhlulunda turş boya ilə, məsələn, eozinlə boyanacaqmı? Yoxlayın.

Yoxlama sualları

1. Nə üçün təcrübə 1-də sirkə turşusunun eyni qatılığında adsorbsiya olunmuş turşunun miqdarı 2 və 3 kolbalarında müxtəlifdir.
2. Nə üçün kaolində eozin adsorbsiya olunmur, metilen abısı isə adsorbsiya olunur?
3. Nə üçün kömürdə fuksin sulu məhluldan adsorbsiya olunur, spirtli məhluldan isə adsorbsiya olunmur?
4. Yunun qələvi və neytral məhlullarda boya ilə boyanmasını, turş məhlulda isə boyanmamasını necə izah etmək olar?

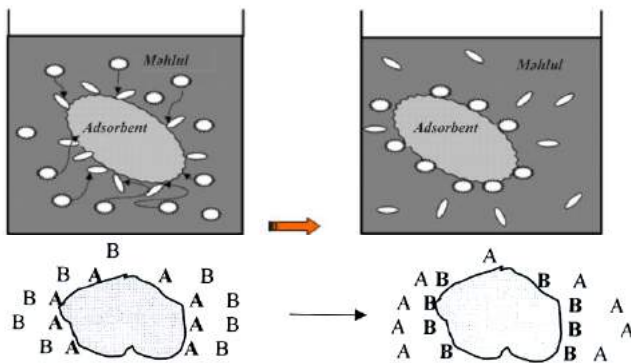
LABORATORİYA İŞİ №5

İON MÜBADİLƏSİ ADSORBSİYASI

Nəzəri hissə

İon mübadiləsi adsorbsiyası dedikdə adsorbentın səthində bir maddənin xarici mühitdə yerləşən digər maddə ilə əvəz olunması başa düşülür. Daha sadə halda bu zəif əlaqəli adsorbentın daha qüvvətli adsorbent tərəfindən sıxışdırılmasıdır. Adsorbentın aktiv mərkəzləri uğrunda belə rəqabət nəticəsində adsorbentın səthindəki adsorbentının miqdarı onların adsorbsiya qabiliyyətinə mütənasib olur.

Mübadilə adsorbsiyasının növlərindən biri də ion-mübadiləsi adsorbsiyasıdır. Bu adsorbsiyanın mahiyyəti belədir: bəzi adsorbentların səthində ionlar və ya funksional qruplar, ion saxlayan molekullar olur. Bu molekullar elektrolit məhlulunun təsiri ilə dissosiasiya edir və məhlulda olan eyni yüklü ionlarla əvəz olunur (şəkil 14).



Şəkil 14. Mübadilə adsorbsiyasının sxemi

Məsələn, əsasi xassəyə malik olan metilen abısı boyasında müsbət yüklənmiş ion elektromənfi (turşu xassəli) adsorbentlərdə, xüsusilə də silikageldə adsorbsiya olunur, mənfi yüklənmiş ion isə (xlorid ionu) məhlulda qalır. Məhlulda bu anionun yükünü tarazlaşdırmaq üçün silikageldə həmişə az miqdarda mövcud olan müsbət natrium ionu məhlula keçir.

Adsorbentdən uyğun ionun sıxışdırılması ilə müşayiət olunan, məhlulun ionlarının adsorbent tərəfindən belə seçici adsorbsiyası *polyar mübadilə* və ya *ion mübadiləsi* adlanır.

Mübadilə adsorbsiyası zamanı ionların ekvivalent miqdarda dəyişməsi baş verir, ona görə məhlulun elektroneytrallığı pozulmaz qalır. Həmin səbəbdən adsorbentin səthində də elektroneytrallıq dəyişməz qalır. Mübadilə adsorbsiyası adi adsorbsiyaya nisbətən daha yavaş gedir.

Mübadilə adsorbsiyası hadisəsi kimya texnologiyasında və torpaqda gedən proseslərdə mühüm rol oynayır. Belə ki, permutirləri və təbii seolitləri (natriumun sulu alümosilikatları) suyun təmizlənməsi (yumşaldılması) prosesində tətbiq edilir. Onlar sudan kalsium və maqnezium ionlarını udaraq əvəzində suya ekvivalent miqdarda natrium ionları verir, bununla da onun codluğunu azaldırlar.

Əgər mübadilə adsorbsiyası zamanı adsorbent məhlula duzun adsorbsiya olunmuş kation və ya anionu əvəzinə

hidrogen və ya hidrosil ionu verirsə, onda məhlul uyğun olaraq turşu və ya əsasi reaksiyaya malik olur. Belə mübadilə adsorbsiyası *hidrolitik* adlanır.

İonmübadilə adsorbsiyası elektrolit məhlulundan ionların udulması, eyni zamanda onların mürəkkəb qarışıqlarının ayrılmasında böyük praktiki əhəmiyyət kəsb edir.

Kationlar və ya anionlarla mübadilə baş verməsindən asılı olaraq kation mübadiləsi və ya anion mübadiləsi sorbsiyalarını fərqləndirirlər. Hal-hazırda kationlar və ya anionları mübadilə xassələrinə malik çoxlu sayda maddələr məlumdur. İon mübadiləsi adsorbsiyasının praktiki əhəmiyyətini nəzərə alaraq sənayedə xüsusi ion mübadilə qətranları istehsal edilir, onların köməkliliyi ilə tədqiqlənən məhlulun ionlarının tərkibini dəyişdirmək olar.

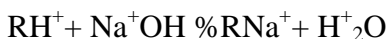
İon mübadilə qətranları və ya ionitləri 2 qrupa bölürlər: öz kationlarını duzun kationları ilə mübadilə etmək qabiliyyətinə malik olan kationitlər və öz anionlarını məhlulda iştirak edən duzların anionları ilə mübadilə etmək qabiliyyətinə malik olan anionitlər. Kationitlər öz tərkibində aktiv turşu qrupları saxlayır:



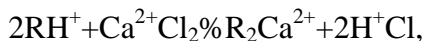
Bu qrupların hidrogeni digər kationlarla əvəz olunur.

Kation mübadilənin mahiyyətini aşağıdakı sxemlə ifadə etmək olar:

a)qələvi ilə

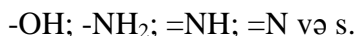


b) duzla



Burada R-sintetik qətranın mürəkkəb anionudur. İonun müsbət yükü nə qədər böyük olarsa, kationit tərəfindən bir o qədər yaxşı udular.

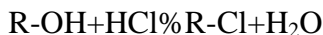
Anionitlərin tərkibində aktiv əsasi qruplar mövcuddur:



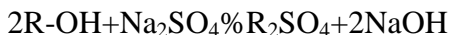
Bu qətranlarda anion mübadiləsinin mexanizmi hələ tam öyrənilməmişdir. Görünür ki, mübadilə anionları qətranın hidratlaşması zamanı onun səthində əmələ gələn hidrəksil ionları ola bilər.

Ümumi halda anion mübadiləsinin mahiyyətinin əsasını aşağıdakı sxemlə göstərmək olar:

a) turşu ilə



b) duzla



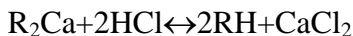
Kation mübadiləsi qətranlarını adətən fenolsulfaturşuların formaldehidlə kondensləşməsindən alırlar. Hazır kationitlər qara və ya tünd boz rəngli, hissəciklərinin diametri 0,5 mm-dən 2 mm-ə qədər olan dənəvər maddələrdir.

Anion mübadiləsi qətranlarını anilin və p-fenildiaminin formaldehidlə, həmçinin sidik cövhərinin formaldehidlə kondensləşməsindən alırlar.

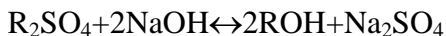
İon mübadiləsi qətranları istifadə olunmamışdan əvvəl emal edilir. Kationitlərin üzərinə su tökülür və şişmək üçün bir-iki gün saxlanır, sonra suyu kənar edilir. Şişmiş qətrana 2 n xlorid turşusu məhlulu tökülür və turşu ilə birlikdə 1 gün saxlayırlar, bundan sonra turşu süzülür və qətran dənələri neytral reaksiya alınana qədər yuyulur (metil narıncısı nümunə). Belə emal nəticəsində H-formalı kationit alınır.

Üzərinə su tökülmüş anionit də şişmək üçün 1-2 gün ərzində saxlanır, sonra suyu atılıb bu qətrana 1 n NaOH (natrium qələvisi) məhlulu tökülür və bir gün saxlanır, anion dənələri su ilə neytral reaksiya alınana qədər yuyulur (fenolftaleinli nümunə). Beləliklə, OH- formalı anionit alınır.

Hər hansı bir ionun adsorbsiyasına sərf olunmuş kationitlər və ya anionitlər regenerasiya edilir. Kationitin regenerasiyası ondan 2 n xlorid (və ya sulfat) turşusu məhlulu keçirməkdən ibarətdir. Belə ki, məsələn, əgər kationitlər kalsium kationunu adsorbsiya etmişlərsə, onda onun regenerasiyasını aşağıdakı sxemlə təsvir etmək olar:



Anioitin bərpası onun 1 n qələvi məhlulu ilə emalından ibarətdir. Belə ki, məsələn, əgər anionit əvvəl SO_4^{2-} ionları udmuşsa, onda onun qələvi ilə regenerasiyasını belə bir sxemlə təsvir etmək olar:



İon mübadiləsi adsorbsiyası vəsfi və miqdarı analizdə ionların ayrılması və ya qatılaştırılmasında, suyun

codluğunun aradan qaldırılması, kimyəvi təmizlənməsi və deminerallaşmasında tətbiq edilir.

Biologiyada ion mübadiləsindən üzvi turşuların, amin turşularının və karbohidrogenlərin ayrılması, vitaminlərin və antibiotiklərin çıxarılması, fermentlərin və digər maddələrin təmizlənməsində istifadə edilir.

İşin məqsədi: İon mübadiləsi adsorbsiyasını öyrənmək və bəzi ionmübadiləsi qatranları ilə tanış olmaq.

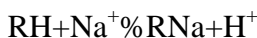
Təcrübi hissə

Avadanlıq və reaktivlər:H-formalı (məsələn, SBS, KU-2 və s.) kationit; OH-formalı (məsələn AH-1 və ya AH-2F və s) anionit; 5%-li NaCl məhlulu; 5%-li $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ məhlulu; indikatorlar (metil narincisi, fenolftalein); distillə suyu; pambıq; ştativdə bərkidilmiş kranlı iki büret; iki stəkan; 4 sınaq şüşəli ştativ; 10 ml –lik pipet.

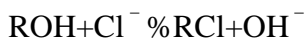
Təcrübə 1. Kationitlər və anionitlərlə mübadilənin müxtəlif xarakteri ilə tanışlıq

Kationitli və anionitli kalonkaların hazırlanması. Ştativə krana malik 50 ml-lik büretlər bərkidilir, bürətin dar hissəsinə pambıq tampon yerləşdirilir, sonra büret kationitli suspenziya ilə doldurulur. Bürəti yüngül döyməklə çalışırlar ki, kationit təbəqəsi sıxlaşsın və 20 sm hündürlüyə malik kalonka əmələ gətirsin. Sonra kran açılır və su elə hesabla boşaldılır ki, suyun meniski kalonkanın ən yuxarı bölgü səviyəsində olsun. Anionitli

kalonkada eyni qaydada hazırlanır. Hər iki büretin altına təmiz stəkanlar qoyurlar. Hər bir büretə 10 ml 5%-li natrium xlorid məhlulu tökülür, kran açılır və maye tədricən, damcılarla qətran-dan stəkana axıdılır. Büretdəki mayenin meniski ionit təbəqəsinə çatdıqda kran bağlanır. Sonra hər büretə 10 ml su tökməklə qətran yuyulur. Stəkanlardan bu və digər filtratdan nümunələr götürülüb onlarda uyğun ionların olması yoxlanılır. Kationitdən natrium xlorid məhlulunun keçirilməsi nəticəsində alınan filtrat turşu xassəli olur, bu isə natrium kationlarının udulmasını və onların əvəzinə məhlula hidrogen ionlarının keçməsinə göstərir:

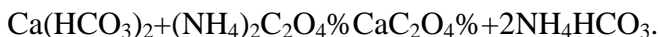


Anionitdən natrium xlorid məhlulunun keçirilməsi nəticəsində alınan filtrat isə qələvi xassəli olur, belə ki, anionit xlor anionlarını udur və məhlula hidrosil anionlarını verir:



Təcrübə 2. Suyun duzsuzlaşdırılması (mineralsızlaşdırılması)

İki sınaq şüşəsinin hər birinə 3-5 ml su xəttindən məişət suyu doldurulur. Onlardan birinə ammonium oksalat məhlulu tökülür; ağ rəngli kalsium-oksalat CaC_2O_4 çöküntüsü əmələ gəlir:

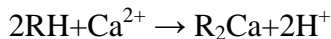


Digər sınaq şüşəsinə bir neçə damcı gümüş-nitrat məhlulu tökülür. Gümüş-xlorid çöküntüsünün əmələ

gəlməsi suda xlor ionlarının artıqlığını göstərir əgər məişət suyuda xlor ionu (xlor ionunun təyin oluna biləcəyi səviyyədə) yoxdursa, onda suya bir-iki damcı HCl məhlulu əlavə edilir.

İçərisində ionitlər olan iki kalonkadan (biri kationit, digəri anionit) 10 ml məişət suyu və yuyulmaq üçün 10 ml distillə suyu keçirilir. Filtratlar stəkanlara yığılır. Stəkanlardan kationitdən keçmiş filtratların hər birindən 5 ml götürülür, kalsium ionunu təyin etmək üçün hər nümunəyə bir neçə damcı ammonium –oksalat məhlulu əlavə edilir.

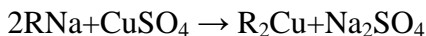
Kalsium iolarının kationit tərəfindən udulma reaksiyası belədir:



Anionit qətranının filtratı olan digər sınaq şüşəsində xlor ionlarını təyin etmək üçün nümunə götürülür və filtrata bir neçə damcı gümüş-nitrat əlavə edilir.

Təcrübə 3. Mis ionlarının kationitlə udulması

Kationitli kalonkadan 10 ml 5%-li mis kuporosu məhlulu, sonra isə yuyulmaq üçün 10 ml distillə suyu keçirilir. Filtratın mavi rənginin itməsinə diqqət yetirin. Sınaq şüşəsinə 5 ml filtrat tökülür və onun metil narıncısı indikatoruna münasibəti tədqiq edirlər. Mis ionlarının udulma prosesi aşağıdakı tənliklə ifadə olunur:



Yoxlama sualları

1. İon mübadilə adsorbsiyasının əsasını nə təşkil edir? Onun praktiki əhəmiyyəti nədədir?
2. Hansı maddələr kationitlər və anionitlər adlanır? İon mübadilə adsorbentlərinə nümunə göstərin. Onların aktiv qruplarını sadalayın.
3. Hidrolitik adsorbsiyanın mahiyyətini nə təşkil edir?
4. Kationlar və anionlardan təmizlənmiş suyu dərhal necə almaq olar?
5. Qətranın ion tutumu nəyi xarakterizə edir?
6. COOH aktiv qrupuna malik kationitin mübadilə qabiliyyəti Hansı mühitdə: pH=2 və ya pH=8 mühitində daha çox olacaq?

LABORATORİYA İŞİ № 6

Kağız xromatoqrafiyası Kağız üzərində çöküntü xromatoqrafiyası metodu ilə Cu^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} kation qarışığının vəsfi analizi

İşin məqsədi: Qarışığın vəsfi tərkibini təyin etmək və uyğun ionların paylanma zonalarının ardıcılığını müəyyən etmək. Kağız xromatoqrafiyası üsulu ilə kation qarışığını komponentlərə ayırmaq.

Mürəkkəb qarışıqların mühüm analiz metodunun xromatoqrafiyanın əsasını adsorbsiya hadisəsi təşkil edir. Xromatoqrafiyanın bütün metodları üç fiziki prosesə əsaslanır: molekulyar adsorbsiya, ion mübadiləsi və maye fazalar arasında paylanma.

Quruluşca oxşar olan maddələrin ayrılması üçün daha effektiv ayrılma metodu xromatoqrafiya və ona yaxın metodlarıdır: kağız üzərində elektroforez və gel xromatoqrafiyası.

Adətən maddələr qarışığının ayrılması və analizi eyni zamanda maddənin fərdiliyini təyin etmək məqsədi üçün istifadə olunan kolonka xromatoqrafiyası və kağız xromatoqrafiyasını fərqləndirirlər.

İon qarışığının analizi üçün çökmə kolonka xromatoqrafiyası ilə yanaşı kağız üzərində çökmə xromatoqrafiyasından da istifadə olunur. Bu halda daşıyıcı rolunu, üzərinə əvvəlcədən seçilmiş çökdürücü məhlulu hopdurulmuş

filtr kağızı oynayır. Rəngsiz çöküntüləri uyğun reagentlərlə aşkarlamaq olar. Qalan hallarda kağız üzərində çökmə xromatoqrafiyasının alınması prinsipi onun kalonkada alınmasından fərqlənir.

Çox vaxt xromatoqrafiya prosesi üçün dairəvi filtr kağızdan istifadə olunur, filtr kağızının mərkəzinə analiz olunan məhluldan bir neçə damcı tökülür. Bu zaman rəngli çöküntü zonaları konsentrik həlqələr şəklində paylanır.

Kağız üzərində çökmə xromatoqrafiyasının kalonka xromatoqrafi variantından üstünlüyü ondan ibarətdir ki, keyfiyyətli nəticələr daha sürətlə alınır və rəngsiz çöküntülər daha asan aşkarlanır.

Təcrübi hissə

Avadanlıq və reaktivlər: «göy lent»-markalı filtr kağızı; 10-100 mm diametrli dairə; yumşaq fırça; çökdürücü Na_2SiO_3 (5% məhlul) məhlulu; ammonyak məhlulu (10% məhlul); aşkarlayıcı məhlul (diamid-ditiooksalat turşusu-hidrogen rubeonat turşusu $-\text{H}_2\text{NCl(S)-C(S)NH}_2$ məhlulu)-(0,2q, 100 ml etil spirtində tədqiq olunan mis sulfat, nikel sulfat və kobalt xlorid məhlulları (hər duzun 0,1 n məhlulu).

70-100 mm diametrli dairəvi filtr kağızına 5%-li natrium silikat məhlulu hopdurulub havada qurudulur. Belə

hazırlanmış kağızın ortasına tədqiq olunan məhlulun bir damcısı tökülür. Bu damcı hopduqdan sonra 3-4 damcı su tökülür, belə ki, hər bir damcı əvvəlcədən hopmalıdır. Sonra mərkəzə iki damcı ammonyak məhlulu tökülüb havada qurudulur. Quruduqdan sonra kağızın ortasına bir neçə damcı aşkarlayıcı məhlulu tökülür. Bu zaman konsentrik düzülmüş sahələr aydın görünməyə başlayır:

Mərkəzə yaxında misin zeytuni-yaşıl sahəsi;

Ortada-kobaltın sarı sahəsi;

Nisbətən kənarında-nikelin mavi sahəsi;

Sahələrin rənginə və onların yerləşmə ardıcılığına görə qarışıqın vəsfi analizi aparılır.

LABORATORİYA İŞİ № 7

Kağız xromatoqrafiyası. Kağız üzərində çökmə xromatoqrafiyası metodu ilə nikelin miqdarı təyini

İşin məqsədi. Kağız üzərində çökmə xromatoqrafiyası vasitəsilə qeyri-üzvi kationların miqdarını yalnız vəsfi deyil, həm də miqdarı təyin etmək olar. Tədqiq olunan məhlulda nikel ionlarının miqdarını təyin etmək.

Əgər filtr kağızı əvvəlcə çökdürücü ilə hopdurularsa, sonra isə qurumuş kağız üzərinə çökdürücü ilə həll olmayan çöküntü əmələ gətirən ion saxlayan məhlulun damcısı damızdırılırsa, onda məhlulun damcısı düşən hissədə rəngli və ya rəngsiz çöküntünün ləkələri əmələ gələcəkdir. Əgər məhlulun damcısında ionun miqdarı artıq olarsa, onda bu artıq kağız üzərində qalır. Belə ləkənin həlledici ilə yuyulması zamanı artıq qalan ionlar kağız üzərində daşınır və çökdürücünün yeni payları ilə reaksiyaya girir. Bu zaman həlledicinin kağız üzərində hərəkətinin arxasınca çöküntünün pik şəklində rəngli və ya rəngsiz izi əmələ gəlir. Müşahidələr göstərir ki, pikin hündürlüyü məhluldakı ionun miqdarından asılıdır. Sonuncu xassə məhlulda kağız üzərində çökmə xromatoqrafiyası metodu ilə ionların miqdarı təyininə əsas rola malikdir.

Etibarlı nəticələrin alınması məqsədilə miqdarı təyinetməni tədqiq olunan məhlul üçün alınmış piklərin

hündürlüyünün həmin şəraitdə standart məhlullar üçün alınmış piklərin hündürlüyü ilə müqayisə etməklə aparılır.

Avadanlıq və reaktivlər: 8 sm enə və 22 sm uzunluğa malik «göy lent» markalı filtr kağızı və ya B markalı xromatoqrafik kağız parçası, kağız üçün tutucu; 0,002-0,005 ml-lik şüşə kapilyar; 500 ml-lik kimyəvi stəkan; əşya şüşəsi; saat şüşəsi; Petri kasası; ölçü xətkəsi; dimetilqlioksimin sulu məhlulu, (0,12%); qliserinin sulu məhlulu (12%); nikelin etalon məhlulları 100 ml 0,1 n xlorid turşusu məhlulunda 0,4005 q $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ -nun aşınmamış kristallarını həll edilir. Bu məhlulun 1 ml də olan nikelin miqdarı 1,0 mq-dır. Həmin məhluldan durulaşdırmaqla uyğun etalon məhlullar hazırlanır; nikelin tədqiq olunan məhlulu (~150 mkq/ml).

Kağız parçasına əvvəlcə dimetilqlioksim məhlulu hopdurulur sonra isə havada qurudurulur. Analiz olunan və standart məhlul damcılarını kağız üzərinə damızdırmaq üçün xüsusi kapilyar hazırlamaq lazımdır. 0,5 mm diametrli kapilyar boru konus şəklinə salınır və 25-30 mm uzunluqlu kapilyarlar kəsilir. Kapilyarın aşağı ucu cilalanır. Sonra kapilyar efir, etil spirti və distillə suyu ilə yaxşıca yuyulur. Təmiz kapilyar su ilə dərhal dolur. Əgər bu baş verməzsə, yuma prosesi təkrarlanır. Kapilyarı distillə suyunda saxlayırlar.

Kapilyarı dərəcələmək üçün onu distillə suyu ilə doldurur, xarici divarlarını filtr kağızı ilə silir və analitik tərəzidə çəkirlər. Sonra su kapilyardan filtr kağızının vasitəsi ilə təmizlənir və yenidən çəkilir. Nəticələrin fərqi görə kapilyarın tutumu təyin edilir.

Kapilyar tədqiq olunan məhlulla bir neçə dəfə yuyulur və sonra 1,5-2 sm məsafədə kağız parçasının kənarına onun künclərindən birində 1-2 sm məsafədə tədqiq olunan məhlul damcısı damızdırılır. Eyni bir xətt boyunca birinci damcıdan 1,5 sm məsafədə ikinci damcını və həmin məsafədə ikinci damcıdan sonra üçüncünü damızdırırlar. Bundan sonra kağız havada qurudulur. 500 ml-lik stəkana 25 ml aşkarlayıcı məhlul–qliserinin suda 12%-li məhlulu tökülür. Kağız parçası xüsusi ştativə bərkidilir və stəkana elə yerləşdirilir ki, kağızın məhlul damcısı salınmış hissəsi aşkarlayıcı məhlula daxil olsun, lakin damcı ləkələri aşkarlayıcının səviyyəsindən yuxarıda olmalıdır. Stəkana Petri kasası ilə örtüb 20-25 dəq, gözləyirlər.

Aşkarlayıcı məhlul kağızın kapilyarları ilə yuxarı qalxır və nikel ionlarının reaksiyaya girməyən hissəsini özü ilə aparır, nəticədə rənglənmiş sahələr yayılır və pikəbənzər forma alır.

20-25 dəqiqədən sonra xromatoqram stəkandan çıxarılıb qurudulur və ləkələrin pikin mərkəzindən sonuna qədər olan hündürlüyü ölçülür. Üç ölçmənin orta ədədi

qiyməti həqiqi qəbul edilir. Üsulun dəqiqliyi təcrübənin aparılmasından asılıdır.

Standart məhlulun piklərinin alınması üçün eyni şəraitdə və eyni kapilyar kağız üzərinə qatılığı tədqiq olunan məhlulun qatılığına yaxın olan (~150 mq/ml) standart məhlulun damcısı tökülür. Xromatoqramı aşkarlayıb, piklərin hündürlüyü, ölçü və standart məhlul üçün alınan nəticələri analiz olunub məhlul üçün alınan nəticələrlə müqayisə edilir.

Ölçmənin nəticələri cədvəldə qeyd edilir.

Məhlulda nikelin miqdarı təyini

№	Pikin hündürlüyü, mm		Nikelin miqdarı , mq/ml	
	Standart məhlul üçün	Tədqiq olunan məhlul üçün	Standart məhlulda	Tədqiq olunan məhlulda
1				
2				
3				
Orta				

Alınan göstəricilərə görə tədqiq olunan məhlulda nikelin qatılığı hesablanır. Bu zaman hesab edilir ki, əgər standart məhlulun qatılığı tədqiq olunan məhlulun qatılığına yaxındırsa, onda piklərin hündürlüyü qatılıqlarla mütənasibdir. Məhlulun qatılığı üçün alınmış göstəriciləri nikelin məhluldakı həqiqi miqdarı ilə müqayisə edib, metodun dəqiqliyi haqqında nəticə çıxarırlar.

DİSPERS SİSTEMLƏR

LABORATORİYA İŞİ №8

Liofob kolloid məhlulların alınması

Nəzəri hissə: Liofob zolları həm qeyri-üzvi və həm də üzvi maddələrdən almaq olar, belə ki, bu maddələr dispers mühitdə praktiki həll olmamalıdır. Dispers fazanın hissəcikləri zolun alınma şəraitindən asılı olaraq mürəkkəb quruluşa malikdir. Kolloid məhlullar bir-birinə əks 2 metodla alınır.

a) böyük hissəciklərin kiçik hissəciklərə parçalanma və ya dispersləşdirilməsi ilə, $10^{-7} \div 10^{-9}$ m (latınca dispergere-səpələnmək)

b) molekul və ionların daha iri hissəciklərə kondensasiyası və ya aqreqasiyası (latınca aqreqere-birləşdirmə) ilə.

Kolloidlərin maddənin, hissəciklərinin parçalanmasından alınması metodları dispersləşdirmə metodları adlanır. Molekul və ya ionların daha iri hissəciklərə aqreqasiyası ilə əlaqəli metodlar isə kondensasiya metodları adlanır.

Davamlı kolloid sistemlərin alınmasının vacib şərti kolloid hissəciklərin səthində adsorbsiya olunmaqla hissəciklərlə onu əhatə edən mühit arasında kifayət qədər intensiv qarşılıqlı təsir yaranan maddələrin olmasıdır. Kolloid məhlulların davamlılığını təmin edən maddələr stabilizatorlar adlanır.

Kolloid məhlulları (zollar) stabilizator iştirakında bərk maddənin həvəngdəstədə və ya kolloid dəyirmanında dispersləşdirmə ilə və həmçinin peptidləşmə yolu ilə alırlar.

Peptidləşmə prosesi yumşaq və ya həlməşik çöküntülərdən kolloid hissəciklərin səthində yaxşı adsorbsiya oluna bilən və onlara zola keçmə qabiliyyəti verən bir sıra maddələrin təsiri ilə zolların alınma prosesidir.

Peptidləşmə zamanı həlməşik və ya çöküntünü təşkil edən hissəciklərin dispersilik dərəcəsi dəyişmir, yalnız onların ayrılması baş verir. Peptizatorlar çöküntünün hissəciklərinin səthində ikiqat ion təbəqəsi yaratmaqla zolun aqreqativ davamlılığını təmin edir. Parçalanmazdan əvvəl hissəciklərin səthində əlavə edilmiş maddənin (stabilizatorun) və ya onun maddə hissəcikləri ilə qarşılıqlı təsir məhsulunun adsorbsiya olunmasından asılı olaraq bilavasitə və dolayı peptidləşməni fərqləndirirlər.

Bilavasitə peptidləşməyə misal olaraq $\text{Fe}(\text{OH})_3$ zolunun alınmasını göstərmək olar. Hissəciklərin səthində adsorbsiya olunan ionlar peptidləşmədən əvvəl $\text{Fe}(\text{OH})_3$ həlməşik çöküntüsü ilə duru xlorid turşu arasındakı kimyəvi qarşılıqlı təsir nəticəsində yaranır. Bu zaman $\text{Fe}(\text{OH})_3$ səthində yerləşən molekullarının bir hissəsi HCl ilə qarşılıqlı təsirdə olub çöküntünü peptidləşdirən FeOCl molekullarını əmələ gətirir.

Kondensləşmə metodlarına kolloid sistemlərin aşağıdakı alınma üsulları aiddir:

a) buxarlanan maddənin molekullarının soyuma zamanı kiçik hissəciklər şəklində kondensləşməsi;

b) mühitin dəyişdirilməsi, bu zaman həll olan maddə həll olmayan və ya az həll olan hala keçir (həllədicinin dəyişməsi);

c) kimyəvi kondensləşmə bu zaman verilmiş dispers mühitdə kimyəvi reaksiya nəticəsində çətin həllolan birləşmələr əmələ gəlir;

Kimyəvi kondensləşmə ilə zolların əmələ gəlməsinin əsas şərtləri bunlardır: a) ilkin məhlulların kiçik qatılıqları; b) kristallik hissəciklərin səthində ikiqat ion təbəqəsinin əmələ gəlməsini təmin edən reagentlərdən hər hansı birinin digərlərindən artıq olması. İkiqat ion təbəqəsi onunla əlaqəli olan solvat örtüyü ilə zolun aqreqativ davamlılığını təmin edir. Kollid hissəciklərin yükünün işarəsi zolun alınma reaksiyasında reagentlərin nisbətindən asılıdır.

Lakin bütün bu hallarda kolloid sistemlər o vaxt alınır ki, dispers faza dispers mühitdə çox kiçik həllolmaya malik olsun. Həmçinin hissəciklərlə mühit arasında hissəciklərin birləşməsinə mane olan qarşılıqlı təsir olmalıdır. Bu şəraitin gözlənilməsi zamanı molekulyar məhlullar əmələ gəlməsi mümkündür.

Yüksək dispersli kolloid məhlul xarici görünüşünə görə həqiqi (molekulyar məhlul) məhluldan fərqlənmir. Onları optik xassələrinə görə fərqləndirmək olar. Zollar işığı səpələmək qabiliyyətinə malikdir ki, bunun nəticə-

sindədə aşağıdakılar müşahidə olunur: a) həqiqi məhlul olan qabdan işıq şüasının keçməsi zamanı Tindal konusu əmələ gəlmir; b) opalesensiya–kolloid məhlulun rənginin keçən və əks olunan şüada müxtəlifliyi.

Əgər qaranlıqda şəffaf kolloid məhluldan işıq şüası keçirilərsə, onda zolda işıq dəstəsinin parıldayan konusu (Tindal konusu) görünəcək. Həqiqi məhlullarda və ya təmiz mayələrdə bu müşahidə edilmir.

Zolların opalesensiyasının rəngi əsasən mavi rənglidir. Bu onunla izah edilir ki, sarı və qırmızı şüalar (böyük dalğa uzunluqlu) az səpələnir və sistemdən keçir, göy və mavi rənglər isə (kiçik dalğa uzunluqlu) yaxşı səpələnir.

Bəzən xarici görünüşünə görə kolloid məhlullar həqiqi məhlullardan çətin seçilir, ona görə alınan məhlulun kolloid təbiətini məhlulla dolu paralel yastı divarlara malik kvetdən keçən qüvvətli işıq şüasını müşahidə etməklə təsdiq edirlər. Işıq mənbəyi kimi fonar və ya istiqamətlənmiş istənilən işıq dəstəsi götürülə bilər.

Zolların kolloid hissəciklərinin yükünün işarəsini elektroforez metodu, rənglənmiş zollarda isə kapilyar analiz metodu ilə müəyyən etmək olar.

İşin məqsədi: Kolloid məhlulların alınma üsullarını öyrənmək: a) kondensləşmə metodu; b) dispesləşdirmə metodu. Müxtəlif metodlarla bir neçə zol hazırlamaq, kolloid hissəciklərin yükünün işarəsini təyin etmək, mitselin formulunu yazmaq.

Təcrübi hissə

I. Kondensləşmə metodu ilə kolloid məhlulların alınması

Təcrübə 1. Həlledicinin dəyişdirilməsi metodu ilə kükürd və kanifol hidrozollarının alınması

Avadanlıq və reaktivlər: 100 ml-lik ölçü silindri; 100 ml-lik və tıxaca malik iki yastıdıbli kolba; kanifolun etil spirtində 2%-li məhlulu; kükürdün etil spirtində doymuş məhlulu; distillə suyu.

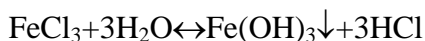
Kükürd və ya kanifol etil spirtində həll olaraq həqiqi məhlul əmələ gətirir. Suda kükürd və kanifol praktiki olaraq həll olmur, ona görə onların spirtdə məhluluna su əlavə edən zaman molekullar daha iri aqreqlərə kondensləşir.

Yarıya qədər distillə suyu ilə doldurulmuş sınaq şüşəsinə çalxalamaqla damcı-damcı 0,5 ml kükürdün spirt-də doymuş məhlulu tökülür. Süd (ağ) rəngli opalessensiya edən zol alınır.

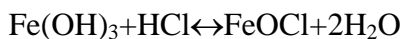
İçərisində 25 ml distillə suyu olan sınaq şüşəsinə intensiv çalxalamaqla damcı-damcı 1-2 ml kanifolun spirt-də 2%-li məhlulundan əlavə olunur. Kifayət qədər davamlı süd (ağ) rəngli, opalessensiyaedici şəffaf zol əmələ gəlir. Alınan zolu iridispersli hissəciklərdən təmizləmək üçün su ilə islanmış filtirdən keçirirlər. Kanifol ilə bərabər həlledici kimi əlavə olunan spirt zolun davamlılığına mənfi təsir edir. Kanifol hissəcikləri mənfi yüklü olur.

Təcrübə 2. Fe(OH)₃ zolunun hidroliz reaksiyası ilə alınması

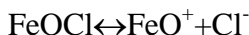
Avadanlıq və reaktivlər: Elektrik sobası; asbest tor; 150 ml-lik konik kolba; damcı pipeti; FeCl₃-ün 2%-li məhlulu; distillə suyu. Dəmir III hidroksidin alınma reaksiyası aşağıdakı sxem üzrə gedir:



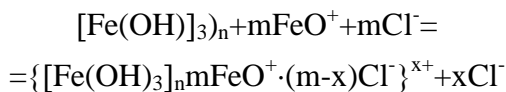
Dəmir III hidroksid aqreqatının səthindəki Fe(OH)₃ molekulları HCl ilə kimyəvi qarşılıqlı təsirdə olur:



Əmələ gələn FeOCl molekulları dissosiyasiya edərək FeO⁺ və Cl⁻ ionları əmələ gətirir:



Fayans –Panet qaydasına görə məhluldan kolloid hissəciklərin səthində təbiətinə görə nüvənin tərkibinə uyğun gələn (qohum) ionlar və ya molekullar adsorbsiya olunur. Onda dəmir (III) hidroksid zolunun mitselinin əmələ gəlməsini sxematik olaraq belə göstərmək olar:



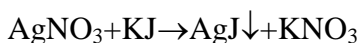
50 ml distillə suyu qaynayana qədər qızdırılır, sonra qaynayan suya təqribən 5 ml 2%-li FeCl₃ məhlulundan damcı-damcı əlavə edilir. Bu zaman intensiv qırmızı-

qəhvəyi rəngli dəmir (III) hidrokسيدin kolloid məhlulu alınır.

Təcrübə 3. Gümüş yodid zolunun mübadilə reaksiyası ilə alınması

Avadanlıq və reaktivlər: 100 ml-lik altı konik kolba; 20 ml-lik iki pipet; 0,1 ml-bölgülü 25 ml-lik iki büret; məhlullar; 0,05 n KJ; 0,05 n AgNO₃.

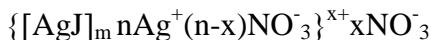
Gümüş yodidin əmələgəlməsi aşağıdakı reaksiya üzrə baş verir:



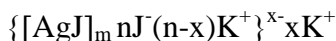
Gümüş yodid suda az həll olur, ona görə əmələ gələn kiçik AgJ kristalları səthində ətraf mühitin–sulu məhlulun hissəcikləri adsorbsiya olunan gələcək kolloid hissəciklərin nüvəsi funksiyasını yerinə yetirir.

Mitsellin hissəciyinin (dənəsinin) yükü kolloid əmələ gəldikdə məhlulda izafi miqdarda olan müəyyən növ ionla təyin olunur. Bu mühakiməni nəzərə alsaq, onda AgJ zolunun müxtəlif işarəli yükə malik hissəciklərini almaq olar. Məhlulda AgNO₃ artıq olduqda əmələ gələn AgJ hissəciyi müsbət yükə malik olur, belə ki, verilmiş halda Fayans-Panet qaydasına görə Ag⁺ ionu seçici adsorbsiya olunur. Eyni ilə KJ məhlulunun izafi miqdarında mənfi yüklü hissəcikləri almaq olar.

AgNO₃-ün izafi miqdarında çoxlu sayda AgJ molekullarından ibarət olan nüvə Ag⁺ ionlarını adsorbsiya edir və mitselin sxemini belə göstərmək olar:



KJ-un izafi miqdarında mitselin formulu belə olur:



A)-kalium yodid artıq götürüləndə. Üç sınaq şüşəsinin hər birinə pipetlə 0,05 n KJ məhlulundan 2,0 ml tökülür və sonra tədricən, güclü çalxalamaqla büretdən birinci sınaq şüşəsinə 1,6 ml, ikinciyə -1,8 ml və üçüncüyə -2,0 ml 0,05 n gümüş nitrat məhlulu əlavə edilir.

B)-gümüş nitrat artıq götürüləndə. Əvvəlki təcrübə təkrar edilir, fərq yalnız ondadır ki, əvvəlcə sınaq şüşələrinə 2,0 ml AgNO₃ məhlulu tökülür, sonra büretdən hər sınaq şüşəsinə 1,6 ml, 1,8 ml və 2,0 ml KJ məhlulu əlavə edilir.

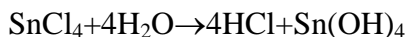
Elektroforetik zondun köməyiylə hansı halda müsbət yüklənmiş, hansı halda isə mənfi yüklənmiş hissəciklərin alınmasını yoxlamaq olar.

II. Kolloid məhlulların dispesləşmə metodu ilə alınması

Avadanlıq və reaktivlər: 100 ml'lik kolbalar və ya kimyəvi stəkanlar; ştativdə altı sınaq şüşəsi; damcı pipetləri; şüşə çubuq; elektrik qızdırıcısı; məhlullar: 1n SnCl₄; 0,1 n HCl; 0,1 n AgNO₃; 20%-li AlCl₃ məhlulu; 10%-li (NH₄)₂CO₃ məhlulu.

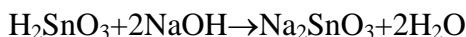
Təcrübə 1. Qələvi və ya turşu iştirakında peptidləşmə metodu ilə stannat turşusu zolunun alınması

Sulu məhlullarda qalay IV xlorid hidroliz olunur:



H_2SnO_3 çöküntüsü qələvi və ya turşuların (peptizatorların) köməyi ilə kolloid məhlula keçə bilir. Peptidləşmənin xarakterik xüsusiyyəti ondadır ki, peptidləşən maddənin miqdarından dəfələrlə (çox hallarda 1000 dəfə) azdır.

H_2SnO_3 məhluluna NaOH əlavə etdikdə natrium stannat əmələ gəlir:

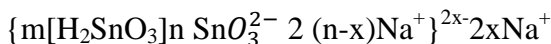


Məhlulda Na_2SnO_3 dissosiasiya edir:

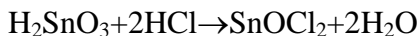


Bu zaman əmələ gələn mənfi yüklü SnO_3^{2-} ionları H_2SnO_3 molekullarından ibarət çöküntünün aqreqatının səthində adsorbsiya olunaraq onu mənfi yükləyir. Belə ki, mitselin hissəcikləri əmələ gəlir və çöküntü zola keçir.

Mitselin ümumi formulu aşağıdakı kimi olur:

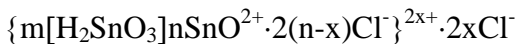


Stannat turşusunun peptidləşməsi turşuların təsiri altında da gedə bilər, bu zaman müsbət yüklü zol alınır:





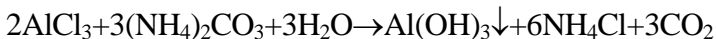
Mitselin ümumi formulu aşağıdakı şəkildə olar:



50 ml qaynayan suya damcı-damcı SnCl_4 məhlulu əlavə olunur. Əmələ gələn çöküntüdə Cl^- ionunları itənə qədər isti distillə suyu ilə yuyurlar. Yuyulmuş çöküntüyə bir neçə damcı NaOH və ya HCl əlavə edir, su ilə durulaşdırır və çalxalayrlar; stannat turşusunun zolu əmələ gəlir.

Təcrübə 2. Peptidləşmə metodu ilə alüminium zolunun alınması

a) 20 ml suya 15 damcı 20%-li AlCl_3 məhlulu əlavə edilir, intensiv qarışdırmaqla 10%-li olan $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ məhlulundan alüminium hidroksidin çətin həll olan çöküntüsü əmələ gələnə qədər damcı-damcı əlavə edilir. Reaksiyaya girməyən alüminium xloridin artıqı peptizator rolunu oynayır:



b) Məhlullar əks ardıcılıqla qarışdırıldıqda işarəcə əks yükə malik zol əmələ gəlir. 5 ml $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ məhlulu dörd dəfə durulaşdırılır və alınmış duru məhlul çalxalanmaqla 2-3 damcı AlCl_3 məhlulu əlavə edilir. $\text{Al}(\text{OH})_3$ çöküntüsü reaksiya zamanı əmələ gələn NH_4OH ilə peptidləşir.

Hesabatda alınmış bütün zolların alınma üsulunu və zolun alınma prosesinin mexanizmini göstərin, zolun rəngini nəzərə almaqla mitselin formulunu tərtib edin.

Yoxlama sualları

1. Zolları hansı üsullarla almaq olar?
2. Müsbət və mənfi yüklənmiş kolloid hissəcikli berlin abısı zolunun mitselinin formullarını yazın.
3. Gümüş bromid zolu 0,008 mol/l qatılıqlı 20 ml gümüş nitrat məhlulunun 0,006 mol/l molyar qatılıqlı 30 ml KBr məhlulu ilə qarışmasından alınmışdır. Zolun mitselinin formulunu yazın.
4. AgJ zolu 0,05 mol/l qatılıqlı 8 ml KJ məhlulun 0,02 mol/l qatılıqlı 10 ml AgNO₃ məhluluna əlavə edilməsindən alınmışdır. Əmələ gələn zolun mitselinin formulunu yazın.

LABORATORİYA İŞİ №9

Kolloid məhlulların əmələgəlmə prosesinə reaksiyaya girən maddələrin qatılığının təsiri

İşin məqsədi. Kolloid məhlulların əmələgəlməsinə reaksiyaya girən maddələrin qatılıqlarının təsirini müəyyən və izah etmək.

Həll olmayan məhsulların əmələ gəldiyi mübadilə reaksiyaları zamanı dispers hissəciklərin ölçüləri reaksiyaya girən maddələrin qatılığından asılı olur. Reagentlərin çox yüksək və çox kiçik qatılıqlarında yüksək dispersli (kolloid) sistemlər almaq olur. Bu birinci halda eyni vaxtda çoxlu sayda kristallaşma mərkəzlərinin (rüşeymlərinin) əmələ gəlməsi ilə izah olunur, buna səbəb isə reaksiyaya girən maddələrin tam sərf olunmasıdır.

Reagentlərin kiçik qatılıqlarında isə maddənin bütün mümkün izafi miqdarı nisbətən az saylı kristallaşma mərkəzlərinin yaranmasına sərf olunur və bununla da hissəciklərin sonrakı böyüməsi dayanır. Reaksiyaya girən maddələrin orta qatılıqlarında kobud dispers hissəciklər əmələ gəlir ki, onlar da çökür.

Təcrübi hissə

Avadanlıq və reaktivlər: 100 ml-lik üç stəkan; 50 ml-lik büretlər; məhlullar; 0,005n , 0,1n və doymuş FeCl₃; 0,005n , 0,1n və doymuş sarı qan duzu K₄[Fe(CN)₆].

Təcrübə 1. Berlin abısı zolunun alınması

100 ml-lik stəkana 5 ml 0,005 n dəmir (III) xlorid məhlulu daxil edib , 5ml 0,005 n sarı qan duzu $K_4[Fe(CN)_6]$ məhlulu əlavə edilir.

Alınmış məhlul 50 ml distillə suyu ilə durulaşdırılır. Berlin abısının $Fe_4[Fe(CN)_6]_3$ tünd göy rəngli kolloid məhlulu alınır.

Təcrübə 2. Berlin abısı çöküntüsünün alınması

0,1 n qatılıqlı sarı qan duzu və dəmir (III) xlorid məhlulları götürülərək, təcrübə 1-də olan proses eynilə yerinə yetirilir. Bulanıq məhluldan Berlin abısı çöküntüsü ayrılır.

Təcrübə 3. Berlin abısı gelinin alınması

100 ml-lik stəkana 5 ml qatılmış dəmir (III) xlorid məhlulu və 10 ml qatı sarı qan duzu məhlulu tökülür. Həlməşik şəkilli qalıq əmələ gəlir. Alınmış çöküntünün bir hissəsi içərisində 100 ml distillə suyu olan stəkana keçirilir. Berlin abısının davamlı zolu alınır.

LABORATORİYA İŞİ № 10

Hidrofil zolların alınması və onların xassələri

İşin məqsədi: təcrübi yolla bir neçə liofil zolları almaq və onların xassələri ilə tanış olmaq.

Liofil zollar yüksəkmolekullu maddələrin uyğun həlledicilərdə: zülalların suda, kauçukun benzolda, sellülozanın efirdə və s. həll olması ilə alınır. Bu maddələrdən ən çox karbohidratların, nişastanın və s. suda həll olan (hidrofil) zolları bioloji əhəmiyyətə malikdir.

Yüksəkmolekullu birləşmələrin məhlulları olan liofil zollar liofob zollara nisbətən yüksək davamlılığa malikdir, ona görə də onlar müqayisə olunacaq dərəcədə böyük qatılıqlarda alınır və aydındır ki, yüksək osmotik təzyiqə və özlülüyə malikdir. Liofil məhlulların qatılığının artırılması onların həlməşikləşməsinə –gelə keçməsinə gətirib çıxarır. Sonuncular dönərlilik xassəsinə malikdir.

Təcrübi hissə

Avadanlıq və reaktivlər: Həvəngdəstə; farfor kasa; qum hamamı; texniki tərəzi; 100 və 50 ml-lik ölçü kolbaları; 100 və 200 ml-lik kimyəvi stəkanlar; 50 ml-lik büret; nişasta; yeyinti jelatini, kazein tozu ; toyuq yumurtası albumini tozu, 0,1n CH_3COONa məhlulu; Berlin abısı zolu – $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$; $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ –ün doymuş məhlulu.

Təcrübə 1. Nişasta zolunun alınması

0,5 q nişastanı farfor həvəngdəstədə yaxşıca əzir, sonra stəkana keçirir və 10 ml distillə suyu ilə qarışdırdıqdan, sonra yenə 90 ml su əlavə edilir. Nişastanın suda alınmış qarışığını fasiləsiz qarışdırmaqla qaynama temperaturuna çatdırılır. Qaynamadan bir neçə dəqiqə sonra nişastanın 0,5 %-li opalessensiya verən zolu alınır.

Təcrübə 2. Jelatin zolunun alınması

Hissələrə parçalanmış 0,5 q jelatin 200 ml-lik stəkana töküb üzərinə 50 ml distillə suyu əlavə edilir və şişmək üçün 6-8 saat saxlanır. Şişmədən sonra stəkana yenə 50 ml su əlavə edilir və 40^0 - 50^0 C temperaturda su hamamında şişmiş jelatini tam həll olana qədər qızdırılır. Jelatinin alınmış zoluna bir neçə damcı formaldehid (konservləşmə üçün) əlavə edilir.

Təcrübə 3. Yumurta albumini zolunun alınması

100 ml-lik ölçü kolbasına əvvəlcədən həvəngdəstədə əzilmiş yumurta albumini tozu və ya toyuq yumurtasının ağından 10 q tökülür. Üzərinə 40-50 ml soyuq distillə suyu töküb tam həll olana qədər çalxaladıqdan sonra kolbaya ölçü olan yerə qədər su əlavə edilir. Yumurta ağının zolu alınır.

Təcrübə 4. Kazein zolunun alınması

50 ml-lik ölçü kolbasına 5 ml 0,1 n natrium asetat məhlulu, 10 ml su tökülür 0,2 q kazein tozu əlavə edilir. Sonra məhlul kazein tam həll olana qədər qarışdırılıb 40⁰-50⁰ temperaturda qızdırılır. Kazeinin yüngül opalesensiya verən məhlulu alınır.

Təcrübə 5. Hidrofil kolloid məhlulların (zolların) istiyə və elektrolitlərə davamlılığı

Dörd sınaq şüşəsinin hər birinə 5 ml hidrofil zolların alınmış məhlullarından töküüb qaynamaya qədər qızdırırlar. Tədqiq olunan zollardan hansının istiyə davamlı olduğu qeyd olunur.

Sınaq şüşəsinin birinə əvvəlki işdə alınmış Berlin abısı zolundan 5 ml, qalan dörd sınaq şüşəsinin hər birinə isə 5 ml hidrofil zollar: nişasta, jelatin, yumurta albumini və kazein tökülür. 5 sınaq şüşəsinin hər birinə kolloid məhlulun koagulyasiyası baş verənə qədər büretdən damcı-damcı doymuş alüminium sulfat məhlulu tökülür və bununla da hər məhlulun koagulyasiyası üçün lazım olan elektrolitin miqdarı ölçülür. Alınmış nəticələr cədvəldə yazılır.

Cədvəl 10**Hidrofil zolların elektrolitlərə davamlılığı**

№	Zol	Zolun koagulyasiyasına sərf olunan $Al_2(SO_4)_3$ damcılarının (ml) miqdarı
1	Berlin abısı	
2	Nişasta	
3	Yumurta albumini (ağı)	
4	Kazein	

LABORATORİYA İŞİ №11

Koaqulyasiya

Nəzəri hissə

Hidrofob kolloid sistemlərin fərqli xüsusiyyəti onların davamsızlığıdır ki, bu da çox hallarda cüzi miqdarda elektrolitlərin əlavə olunması nəticəsində çöküntünün əmələ gəlməsilə müşayiət olunur. Bu zaman çöküntülər dispers fazanın kimyəvi tərkibini saxlayır. Hidrofob zolların davamsızlığının səbəbi onların dispersliyinin sabit olmaması ilə əlaqədardır.

Prof.N.P.Peskov kolloid sistemlər haqqında elmə bu anlayışları daxil etmişdir: aqreqativ və molekulyar-kinetik davamlılıq. Aqreqativ davamlılıq sistemi təşkil edən mitsellərin öz disperslilik dərəcəsini bu və ya digər dərəcədə saxlamaq qabiliyyətindən asılıdır. Kinetik davamlılıq dispersləşdirilmiş hissəciklərin öz disperslik dərəcəsini dəyişmədən, zoldan mitselin ayrılmasına səbəb olan ağırlıq və ya mərkəzəqaçma qüvvələrinin təsirinə müqavimət göstərmək qabiliyyətindən asılıdır.

Bir tərəfdən aqreqativ davamlılıq belə izah olunur ki, kolloid hissəciklərin eyni adlı yüklərə malik olması onların daha böyük aqreqatlar halında birləşməsinə mane olur. Digər tərəfdən kolloid sistemlərin aqreqativ davamlılığını kolloid hissəciklərin ətrafında həlledici molekullarından onunla sıx əlaqədə olan solvat təbəqələri əmələ gəlməsi ilə izah etmək olar.

Kolloidlərin həqiqi məhlula keçidi dispersliyin artması ilə müşayiət olunur, kolloid hissəciklərin ölçülərinin böyüməsinə səbəb olan əks proses isə mitsellərin yarışması hesabına gedir. Bu sonuncu hadisə *koaqulyasiya* adlanır.

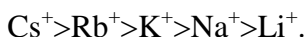
Hissəciklər əvvəlcə mikroskopla görünür, sonra böyüyərək elə iri olur ki, onlar çöküntüyə keçir. Zahirən koaqulyasiya bulanıqlığının yaranması, kolloid məhlulların rənginin dəyişməsi və, nəhayət, çöküntünün əmələ gəlməsi ilə müşayiət olunur. Ağırlyq qüvvəsinin təsiri altında dispers faza hissəciklərinin çökməsi hadisəsi *sedimentasiya* (*çökmə*) adlanır.

Kolloid sistemlərdə koaqulyasiya təbiətə müxtəlif faktorların uzun müddətli dializ (zolların təmizlənməsi), elektrolit məhlulların əlavə edilməsi, mexaniki təsir (qarışdırma və ya çalxalama), güclü soyudulma və ya qızdırılma, elektrik cərəyanının keçməsi və nəhayət şüa enerjisinin təsiri ilə baş verə bilər.

Liofob zolların koaqulyasiyası bütün elektrolitlərin məhlullarının təsiri ilə baş verə bilər. Koaqulyasiyanı elektrolitin ionlarından biri törədə bilər. Elektrolitin qatılığı koaqulyasiya həddi adlanan minimal qiyməti keçdikdə aşkar koaqulyasiya baş verir.

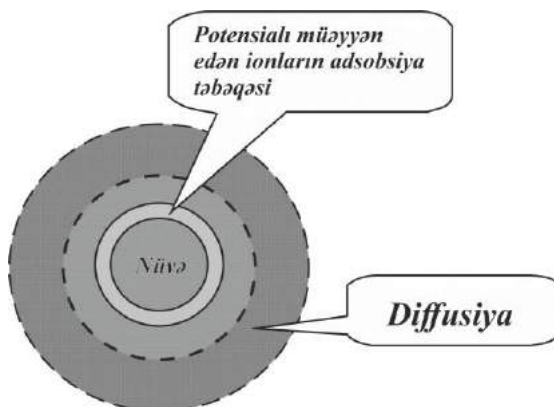
Koaqulyasiyaedici təsir yükü kolloid hissəciyin yükünün işarəsinə əks olan ionun yükü ilə təyin olunur. Koaqulyasiyaedici ionun yükü artıqca verilmiş elektrolitin koa-

qulyasiyaedici təsiri də artır. Bu müddət Sults-Qardi qaydası adı ilə məlumdur. Eyni yüklü ionların koaqulyasiya etmə qabiliyyəti onların radiusunun artması ilə (və ya hidratlaşmış ionun radiusunun azalması ilə) artır. Məsələn, qələvi metalların kationlarını koaqulyasiya etmə qabiliyyətlərinə görə aşağıdakı liotrop sıraya düzmək olar:



Bütün hallarda koaqulyasiyanın səbəbi mitselin onları əhatə edən dispers mühitlə əlaqəsinin azalması ilə əlaqədardır.

Tipik liofob kolloid sistemlərdə zolların aqreqativ davamlılığı onların hissəciklərinin səthində adsorbsiya olunan ionlardan asılıdır. Adətən, mitselin nüvəsinin səthində nüvəni təşkil edən molekulların tərkibinə daxil olan hər hansı ionla eyni və ya ona oxşar olan ionlar adsorbsiya olunur (bax şəkil 15). İşarəsi adsorbsiya olunan ionlara əks olan ionlar əks ionlar adlanır. Bunlara potensial əmələgətirici ionlarda (PƏİ) deyilir.



Şəkil 15. Mitselinin quruluşunun sxemi.

Əks ionların bir hissəsi adsorbsiya olunmuş ionlara elektrik qüvvələri ilə əlaqəlidir və onlarla birlikdə nüvə ətrafında adsorbsiya təbəqəsini əmələ gətirir. Nüvə əks ionların adsorbsiya təbəqəsi ilə birlikdə kolloid hissəcik və ya (qranul) dənəvər adlanır. Əks ionların digər hissəsi ətraf mühitə diffuziya edərək diffuziya təbəqəsini əmələ gətirir. Kolloid hissəcik diffuziya təbəqəsi ilə birlikdə mitseli təşkil edir. Diffuziya təbəqəsi mitselin qalan hissəsilə zəif əlaqədə olur. Adsorbsiya təbəqəsinin əks ionları adsorbsiya olunmuş potensial əmələgətirici ionlara nəzərən kiçik elektrik yükünə malikdir, ona görə də kolloid hissəciyin yükünün işarəsi PƏİ-nin yüklərin işarəsi ilə eyni olur.

Xarici elektrik sahəsində kolloid hissəcik bir istiqamətdə, diffuziya təbəqəsinin ionları isə əks istiqamətdə hərəkət edir. Kolloid sistemlərin davamlılığı nüvəni əhatə

edən təbəqələrin halından asılıdır; onun qalınlığı azaldıqca, davamlılığı aşağı düşür.

Liofil (sulu məhlullar üçün-hidrofil) kolloidlərin koagulyasiyası bu kolloidlərin bir sıra digər xassələri kimi bir çox xüsusiyyətlərlə xarakterizə olunur. Belə hidrofil kolloidlər elektrolitlərin təsirinə qarşı daha davamlıdır.

Hidrofil kolloidlərin yüksək davamlılığı iki faktorla –elektrik yükünün mövcudluğu və kolloid hissəciklərin nitrətləşməsi ilə müəyyən olunduğundan hidrofil kolloidin koagulyasiyası üçün nəinki kolloid hissəciyin yükünü neytrallaşdırmaq, həm də digər kolloid hissəciyi əhatə edən maye təbəqəsini dağıtmaq lazımdır. Bu məqsədlə əvvəlcə elektroliti daxil etməklə yükü neytrallaşdırmaq olar, bu zaman koagulyasiya müşahidə olunmur; sonra hər hansı dehidratlaşdırıcı maddə, məsələn, spirt, aseton və ya tanin əlavə etməklə liofil kolloid su təbəqəsini dağıtmaq olur. Bundan sonra koagulyasiya prosesi başlayır. Ardıcılıq başqa cür də ola bilər: əvvəlcə dehidratlaşma, sonra isə yükün neytrallaşması.

Koagulyasiyanın sürətinin elektrolitin qatılığının artması ilə mütənəsb olaraq yüksələn ilk mərhələni *yavaş koagulyasiya* adlandırırlar. Sonra aqreqasiya prosesinin sürəti əlavə olunan elektrolitin qatılığından asılı olmayaraq maksimal olur. Bu mərhələni *sürətli koagulyasiya* adlandırırlar. Koagulyasiya zolun bulanması ilə müşayiət olunur, sonra dispers faza çökür və ya gel əmələ gəlir.

Elektrolitin sürətli koaqulyasiyasının baş verdiyi hala uyğun gələn minimal qatılığını *koaqulyasiya həddi* (C_k) adlandırırlar.

Koaqulyasiya həddinin tərs qiyməti *koaqulyasiya qabiliyyəti* adlanır ($P=1/C_k$).

Koaqulyasiyanı ionların yüklərinin işarəsi kolloid hissəciklərin yükünün işarəsinə əks olan elektrolitin ionları törədir. Şultse-Qardi qaydasına uyğun olaraq koaqulyasiya həddi koaqulyasiyaedici ionun yükünün artması ilə kəskin azalır.

Koaqulyasiya həddi elektrolitin bir litrinə düşən millimollarla (mmol/l) ifadə olunur. Koaqulyasiya həddi həm elektrolitin təbiətindən, həm də koaqulyasiyaedici ionun yükündən asılıdır. Koaqulyasiya həddini aşağıdakı formul üzrə hesablayırlar:

$$C_k = \frac{C_{el} \cdot V_{el} \cdot 1000}{V_{zol} + V_{el}}, \text{ (mmol/l)}$$

burada C_{el} - elektrolitin molyar qatılığı, mol/l; V_{zol} - zolun həcmi; ml; V_{el} - elektrolit məhlulunun zolun koaqulyasiyası üçün minimum lazım olan həcmidir.

İşin məqsədi. Hidrofob zolların koaqulyasiyası metodları ilə tanış olmaq. Zol hazırlamaq və tərkibində müxtəlif yüklü ion-koaqulyatorlar saxlayan elektrolitlərin

təsiri ilə koaqulyasiyasını aparmaq. Müxtəlif yüklü əks ionlar saxlayan hər bir elektrolit üçün koaqulyasiya həddini hesablamaq. Şultse-Qardi qaydasının ödənilməsini yoxlamaq. Zolların müdafiə olunma və yenidən yüklənmə hadisələrini öyrənmək.

Təcrübi hissə

I. Dəmir (III) hidroksid zolunun

Koaqulyasiya həddinin təyini

Avadanlıq və reaktivlər: on iki sınaq şüşəsi; 1n KCl məhlulu; 0,01n K_2SO_4 məhlulu; 0,001 n $K_3[Fe(CN)_6]$ məhlulu; dəmir (III) hidroksid $Fe(OH)_3$ zolu.

Təcrübə 1. Vizual metodla dəmir (III) hidroksid zolunun koaqulyasiya həddinin təyini

On təmiz sınaq şüşəsinin hər birinə 5 ml dəmir hidroksid zolu və cədvəldə göstərilmiş miqdarda distillə suyu və elektrolit məhlulu (elektrolit məhlulu müəllimin göstərişi ilə götürülür) tökülür. Sonra sınaq şüşəsinin içərisindəkilər intensiv qarışdırılır və 30 dəqiqədən sonra hansı sınaq şüşələrində əvvəl dəqiq koaqulyasiyanın (bulanmanın) və sonra isə sedimentasiyanın baş verdiyi qeyd edilir. Məhlulun bulanması baş verərsə, cədvəldə «+» işarəsi qoyulur.

Cədvəl 11

Sınaq şüşələrinin nömrələri	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Zolun həcmi, ml	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Suyun həcmi, ml	5	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1	0,5
Elektrolitin həcmi, ml	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5
Qarışıqın ümumi həcmi, ml	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
30 dəqiqədən sonra bulanma										

Koaqulyasiya həddi aşağıdakı formulla hesablanır:

$$K_K = \frac{C_{el} \cdot V_{el}}{V_{zol} \cdot V_{el}} \cdot 10^3, \text{ mmol/l}$$

burada C_k -koaqulyasiya həddi, mmol/l; C_{el} -elektrolitin qatılığı, mol/l; V_{zol} -zolun həcmi, ml; V_{el} - elektrolit məhlulunun koaqulyasiya üçün lazım olan minimal həcmi, ml.

Hər bir elektrolit üçün koaqulyasiya həddi hesablanır və nəticələr cədvələ yazılır.

Cədvəl 12

Elektrolit	Koaqulyasiyaedici ion	Koaqulyasiya həddi

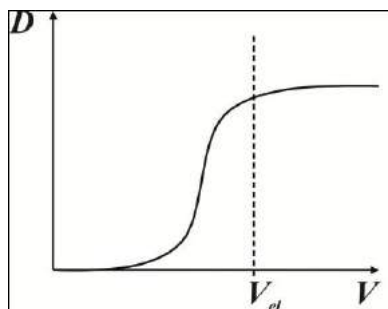
Təcrübə 2. Optiki metodla dəmir (III) hidrokسيد zolunun koaqulyasiya həddinin təyini

Koaqulyasiya həddini təyin etmək üçün kolba və ya stəkanlarda cədvəl 12-də yazılanlara uyğun olaraq zol, su və elektrolitin (müəllimin göstərişi üzrə) verilmiş həcmələri qarışdırılır. Məhlulları qarışdırdıqdan sonra alınan qarışıq optiki sıxlığı (D) ölçülmək üçün kuvetə tökülür və elektrolitin zolun üzərinə əlavə edildiyi andan bir dəqiqə sonra optiki sıxlıq təyin edilir.

Cədvəl 13

Sınaq şüşələrinin nömrəsi	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Zolun həcmi,ml	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Suyun həcmi,ml	5	4,5	4	3,5	3	2,5	2	1,5	1	0,5
Elektrolitin həcmi, ml	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5
Qarışıqın ümumi həcmi,ml	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Optiki sıxlıq (D)										

Cədvəlin göstəricilərinə əsasən optiki sıxlığın (D) elektrolitin həcmindən (V_{el}) asılılıq qrafiki qurulur.



Şəkil 16. Optiki sıxlığın elektrolitin həcmindən asılılığı

Hər bir tədqiq olunan elektrolit üçün koaqulyasiya həddi tapılır, qatılığın bu qiymətlərində zolun optiki sıxlığı maksimal qiymət alır və elektrolitin sonradan əlavə edilməsi ilə dəyişmir (şəkil 16).

Koaqulyasiya həddi aşağıdakı formül üzrə hesablanır:

$$C_{kl} = \frac{C_{el} \cdot V_{el} \cdot 10^3}{V_{zol} + V_{el}}$$

Təcrübə 3. Gümüş yodid zolları məhlullarının qarşılıqlı koaqulyasiyası

Əks yüklü kolloid hissəciklərə malik iki zolun qarışdırılması zamanı tam koaqulyasiya o zaman baş verir ki, bir kolloid hissəciklərinin yükünün ümumi sayı digər kolloid

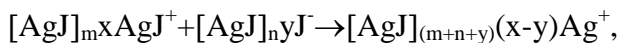
hissəciklərinin əks işarəli yüklərinin ümumi sayını neytrallaşdırır.

Başqa nisbətlərdə hissəciklər artıq qalan kolloid hissəciklərin yükünün işarəsini daşıyacaq. Əvvəlki təcrübələrdə alınmış və hissəciklərinin quruluşu haqqında məlumat verilmiş, bir-birinə əks işarəli yüklənmiş gümüş yodid zollarının qarşılıqlı təsirini aşağıdakı sxemlə göstərmək olar:



Əks yüklənmiş kolloid hissəciklərin bu cür qarşılıqlı təsiri nəticəsində ekvivalent miqdarda yüksüz AgJ çöküntüsü əmələ gəlir və qarşılıqlı koagulyasiya baş verir.

Bu və ya digər zolun artığında zolun yeni mitselləri yaranır, lakin AgJ molekullarının sayı ilə iongen kompleksin sayının digər nisbəti başqa olur. Bunu belə bir sxemlə ifadə etmək olar:



burada $x > y$.

Bu şəraitdə müsbət yüklü hissəciklərə malik zol nisbətən az davamlı olacaq, belə ki, $x \text{Ag}^+$ -in yükü $(x-y) \text{Ag}^+$ -in yükündən çoxdur. $x < y$ olduqda kolloid hissəciklər mənfi yükə malik olacaqdır.

Avadanlıq və reaktivlər: on bir sınaq şüşəli (taxta) ştativ; 25 ml-lik iki büret; şüşə üçün şam karandaş; müsbət və mənfi yüklənmiş hissəciklərə malik AgJ zolları; $\text{Fe}(\text{OH})_3$ hidrozolu.

On bir quru sınaq şüşəsinin hər birinə mənfi yüklənmiş hissəcikli gümüş yodid kolloid məhlulu tökülür; birinci sınaq şüşəsinə 1 ml, ikinciyə -2 ml və s, yəni, hər sonrakı sınaq şüşəsinə əvvəlkinə nisbətən 1 ml məhlul artıq əlavə edilir. Onuncuya 10 ml məhlul tökülür, on birinci isə boş saxlanılır. Sonra on bir sınaq şüşəsinin hər birinə ehtiva etdiyi miqdarda müsbət yüklənmiş gümüş yodid kolloid məhlulu tökülür ki, hər bir sınaq şüşəsində mayenin ümumi həcmi 10 ml olsun; on birinci sınaq şüşəsinə bu zoldan 10 ml tökürlər.

Beləliklə, müqayisə üçün onuncu və on birinci sınaq şüşələri nəzərdə saxlanılır, digərlərində isə koagulyasiya prosesi müşahidə olunur. Sınaq şüşələrinə əks yüklənmiş zol əlavə edildikdən sonra yaxşı çalxalanır. Nəticələr cədvələ yazılır.

Cədvəl

Zol	Sınaq şüşələrinin nömrəsi										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Mənfi yüklənmiş hissəciyə malik zol, ml	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	0
Müsbət yüklənmiş hissəciyə malik, zol ml	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	10
Qarışdırıldıqdan sonra hissəciklərin yığılması											

Qurulmuş cədvəldə dispers fazanın sürətli çökdüyü sınaq şüşələri çərçivə ilə ayrılır. Müsbət və mənfi yüklənmiş hissəcikli kolloid məhlullar müsbət(+) və mənfi (-) işarələri ilə qeyd olunur.

Təcrübə 4. Gümüş yodid və dəmir (III) hidrokسيد zollarının qarşılıqlı koaulyasiyası

Altı quru sınaq şüşəsinə cədvəl-də göstərilmiş miqdarda gümüş yodid və dəmir (III) hidrokسيد zolları tökülür.

Hər bir sınaq şüşəsi qarışdırılır və iki saat saxlanır. Sonra hər bir sınaq şüşəsində koaulyasiya dərəcəsi qeyd olunur və çöküntü üzərindəki məhlulun rəngi yazılır.

Cədvəl

Zol	Sınaq şüşələrinin nömrəsi					
	1	2	3	4	5	6
Dəmir(III) hidrokسيد hidrozu,ml	0,1	0,5	1	3	5	5,5
Gümüş yodid hidrozu, ml	5,9	5,5	5	3	1	0,5
Çöküntü üzərindəki məhlulun rəngi						

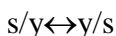
Yoxlama sualları

1. Koaqulyasiya həddi nədir? Koaqulyasiya törətmə qabiliyyəti nədir? Bu kəmiyyətlər öz aralarında necə əlaqəlidir?
2. Şultse-Qardi qaydası necə ifadə olunur?
3. Elektrolitin koaqulyasiya qabiliyyəti nədən asılıdır?
4. Əgər dəmir (III) hidroksid zolunun aşağıdakı məhlullardan: KCl -9,6 ml, qatılığı 2,5 mol/l; K_2CrO_4 -0,5 ml, qatılığı 0,01 mol/l birinin 10 ml əlavə edilməsi ilə sürətli koqulyasiyası baş verirsə onda hansı elektrolitin daha yüksək koaqulyasiya qabiliyyəti böyükdür ?

LABORATORİYA İŞİ №12

Emulsiyaların alınması və xassələri

Nəzəri hissə: Emulsiyalar- iki bir-birində qarşılıqlı həll olmayan mayelərdən birinin digərində kiçik damcılar şəklində paylanmasından ibarət dispers sistemlərdir. Emulsiyanın hər iki maye fazası təbiətinə görə fərqlənir. Əgər bir faza polyar mayedən əmələ gəlsə, digəri qeyri-polyar mayedən əmələ gəlir. Emulsiyanın iki əsas növünü fərqləndirirlər-yağın suda dispersiyası (y/s) və suyun yağda dispersiyası (s/y). Birincilər düz və ya birinci növ emulsiyalara, ikincilər isə əks növ və ya ikinci növ emulsiyalara aiddir. Alınma şəraitindən asılı olaraq düz və ya əks emulsiya əmələ gələ bilər, şərait dəyişdikdə emulsiyanın bir növü digərinə keçə bilər:



Bu hadisə emulsiyaların fazalarının çevrilməsi adlanır. Dispers fazanın miqdarından asılı olaraq emulsiyalar duru (dispers fazanın miqdarı 0,1% həcmi faizindən az), qatı (74% həcmi faizə qədər) və yüksək qatı (74 % həcmi faizdən yüksək) kimi təsnif olunur.

Emulsiyaları kondensləşmə və ya dispersləşdirmə metodları ilə almaq olar. Dispersləşdirmə metodlarının müxtəlif formalarına homogenizatorlar, rotorpulsasion aparatlarının köməyi ilə həyata keçirilən mexaniki dispersləşdirmə və fasilələrlə çalxalama və s. aiddir.

Emulsiyalaşdırmanın sərhəddi o an hesab olunur ki, mayenin əlavə olunmuş növbəti hissəsi dispersləşmir, lakin emulsiyanın həcmində iri damcılar və bağlar (bəndlər) yaradır.

Emulsiyalar-tipik liofob dispers sistemlərdir. Onların aqreqativ davamlılığının itməsi izotermiki qovulma və koaqulyasiya (damcıların koallessensiyası) prosesləri ilə əlaqədar ola bilər və, adətən, sedimentasiya davamlılığının itməsi (sistemin təbəqələşməsi) ilə müşayət olunur. Emulsiyanın davamlılığının meyarı olaraq müəyyən həcm emulsiyanın tam təbəqələşməsinə sərf olunan vaxtı qəbul etmək olar.

Emulsiyaların davamlılığı sistemə elektrolit, SAM və yüksəkmolekullu birləşmələr kimi stabilizatorlar (emulqatorlar) əlavə etməklə artırılır. Emulsiyaların aqreqativ davamlılığı digər liofob dispers sistemlərin koaqulyasiya davamlılığını təmin edən faktorlarla təyin olunur.

Duru emulsiyalar elektrolit kimi zəif emulqatorların iştirakında kifayət qədər davamlı ola bilər. Bu emulsiyaların davamlılığı əsasən dispers fazanın hissəcikləri üzərində ikiqat elektrik təbəqəsinin mövcudluğu ilə əlaqədardır. Qatı və yüksək qatı emulsiyaların davamlılığı bir çox hallarda emulqatorun adsorbsiya təbəqəsi əmələ gəldikdə quruluş-mexaniki baryerin təsiri ilə təyin olunur. Əmələ gələn fazalararası adsorbsiya təbəqələri iki maye fazanın sərhəddində yaranan keçid zonasının xassələrinin tədricən dəyişməsini dispers fazanın hissəciklərinin liofilliyini artırmaqla

təmin edir. Yüksəkmolekullu birləşmələr və kolloid SAM (sabun, qeyri-ionogen SAM) sabitləşdirmə qabiliyyətinə malikdir, çünki onların adsorbsiya təbəqələri geləbənzər quruluşa malik olur və çox hidratlaşmış olur.

Emulsiyanın mexaniki dispersləşmə zamanı əmələ gələn növü fazaların həcmələrinin nisbətindən əhəmiyyətli dərəcədə asılıdır. Daha çox həcmə malik maye, adətən, dispers mühit olur. İki mayenin bərabər həcmində dispersləşdirmə zamanı hər iki növ emulsiya əmələ gəlir, onlardan daha yüksək aqreqativ davamlılığa malik olanı və emulqatorun təbiəti ilə müəyyən olunan növü saxlanılır. Emulsiyaların yüksək dispersli tozlarla stabilizasiyası xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Belə stabilləşmə tozların məhdud seçici islanması zamanı mümkündür (islanma bucağı θ 0° -dən böyük, 180° -dən kiçik olduqda). Bu zaman tozlar pis islanan fazanı yaxşı stabilizə edir. Belə ki, hidrofil təbaşir tozu yağ fazasını əhatə edir və sulu dispers mühitdə yağ damcılarının koalesensiya etməsinə imkan vermir.

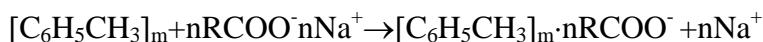
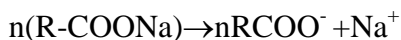
Təcrübədə emulsiyaların növünü aşağıdakı üsullarla müəyyən edirlər. Durulaşma metoduna görə emulsiya damcısı su olan sınaq şüşəsinə tökülür. Əgər damcı suda bərabər paylanırsa, - bu y/s emulsiyasıdır. S/y emulsiyası damcısı suda dispersləşməyəcəkdir. Fasiləsiz fazanın rənglənməsi metoduna əsasən suda həll olan boyanın, məsələn, metiloranj (metil narıncı) və ya metilen abısının bir neçə kristalları y/s emulsiyasını bütün həcmi bərabər

boyayır. Emulsiyanın növünü həmçinin onun elektrikkeçiriciliyinə (elektrikkeçirmə metodu) görə də müəyyən etmək olar. Elektrikkeçiriciliyinin yüksək qiyməti onu göstərir ki, polyar maye dispers mühitdir, emulsiya isə y/s növünə aiddir. Elektrikkeçiriciliyin kiçik qiyməti əks emulsiyanın (s/y növünün) əmələ gəlməsini göstərir.

Toluolun su ilə çalxalanması zamanı sürətlə təbəqələşən emulsiya əmələ gəlir. Emulsiyaya davamlılıq vermək üçün çalxalanmanı emulqator, baxılan halda–sabun iştirakında aparmaq lazımdır. Emulsiyanın əmələ gəlməsi zamanı sabunun stabilləşdirici təsiri iki faza sərhəddində yaranan adsorbsiya təbəqələrinin quruluşu ilə təmin edilir. Elektrik cəhətdən polyar maddələrin molekulları (sabun molekulları) sərhəd təbəqəsində dəqiq müəyyən ardıcılıqla paylanır. Molekulun elektrik cəhətdən polyar hissəsi (yük daşıyan) həmişə suya doğru istiqamətlənmiş olur. Sabun molekulları aydın ifadə olunmuş polyar xarakterə malikdir, onların quruluşunu R-COONa formulu ilə göstərmək olar, burada R karbohidrogen radikalını göstərir. Sabun molekullarına polyarlığı elektrolitik dissosiasiya qabiliyyətinə malik -COONa qrupu verir: R-COO⁻ və Na⁺ ionları alınır.

Toluolun su ilə çalxalanması zamanı sabun molekulları damcıların səthində adsorbsiya olunur və -COONa qrupları ilə suya oriyentasiya olunur.

-COONa qrupundan Na^+ ionu ayrılır və damcı yüklənmiş olur, bu da emulsiyanın davamlılığını təmin edir. Toluolun suda emulsiyasında hissəciklərin quruluşunu sxematik olaraq belə göstərmək olar:



Analoji sxemlə bura $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ iştirakında yağın suda davamlı emulsiyasının əmələ gəlməsini izah etmək olar.

Təcrübədə tez-tez emulsiyadan onun tərkib hissələrini ayırmaq, yəni, emulsiyanı dağıtmaq lazım gəlir. Emulsiyanın dağılması üç proses nəticəsində baş verə bilər: sedimentasiya, koalesensiya və inversiya (fazalar çevrilməsi).

Sedimentasiya–dispers fazanın damcılarının səthdə üzməsi və ya çökməsidir. Bu zaman emulsiyanın tam dağılması baş vermir, lakin iki emulsiya əmələ gəlir ki, bunlardan biri digərinə nəzərən dispers faza ilə daha zəngin olur. Məsələn, bu proses süddən qaymağın ayrılması zamanı baş verir.

Koalesensiya emulsiyanın hər iki maye fazasının təmiz halda ayrılmasına səbəb olan tam dağılmasıdır (damcıların qovuşmasıdır).

İnversiya (fazaların çevrilməsi)– intensiv qarışdırmaqla böyük miqdarda digər növ emulqatorun əlavə olunması ilə bir növ emulsiyanın digər növ emulsiyaya çevrilməsidir. Bu zaman dispers faza dispers mühit, dispers mü-

hit isə–dispers fazaya çevrilir. Məsələn, natrium oleat (hidrofil emulqator) ilə stabilizə olunan düz emulsiyanın inversiyasını kalsium oleat (hidrofob emulqator) əlavə etməklə aparmaq olar. Belə bir effekt intensiv qarışdırmaqla emulsiyaya kalsium xlorid əlavə edilməsi zamanı da müşahidə olunur, o natrium oleatla qarşılıqlı təsirdə olaraq kalsium oleat əmələ gətirir.

İşin məqsədi: bir sıra emulsiyaları (toluol suda və bitki yağı suda) təcrübi yolla almaq, onların növünü müəyyən etmək, quruluşunu və davamlılığını izah etmək.

Təcrübi hissə

Avadanlıq və reaktivlər: gərginlik tənzimləyicisinə malik mikroxırdalayıcı (homogenizator); 50-100 ml-lik stəkanlar; 50-100 ml-lik kolbalar; 100 ml-lik, kipi tıxaclı ölçü silindri; 50 ml-lik büret; 5-10 ml-lik dərəcələnməmiş pipet; əşya şüşəsi; sınaq şüşələri; filtr kağızı; toluol; bitki yağı; 0,1 mol/l qatılıqlı SAM məhlulu (məsələn, natrium oleat və ya natrium dodesilsulfat); sabunun spirtə 2%-li məhlulu; kristallik bura $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$; metilen abısı.

Təcrübə 1. Toluolun emulsiyasının alınması

Tıxaclı silindrə 50 ml su töküb 10 ml toluol əlavə edilərək, intensiv qarışdırılır və saxlanılır. Emulsiya əmələ gəlmir-mayenin tez bir anda təbəqələşməsi baş verir. Təbəqələşmə vaxtı qeyd olunur. Bundan sonra 10 ml 2%-li sabun məhlulu əlavə olunur və intensiv çalxalanır. To-

luolun suda emulsiyası əmələ gəlir. 10 ml emulsiya sınaq şüşəsinə tökülür və təbəqələşmə vaxtı qeyd olunur.

Təcrübə 2. Bitki yağının emulsiyasının alınması

4-5 q bura çəkilir və 95 ml distillə suyunda qızdırılmaqla həll edilir. Alınmış məhlul kip tıxaclı ölçü silindirinə tökülür, 2-3 ml bitki yağı əlavə olunur və güclü çalxalanır. Davamlı emulsiya alınır. Silindrdən 10 ml emulsiya sınaq şüşəsinə tökülür və təbəqələrə ayrılma vaxtı müəyyən edilir.

Təcrübə 3. Elektrik qarışdırıcının tətbiqi ilə y/s tipli emulsiyanın alınması və davamlılığının təyini

Cədvələ uyğun olaraq SAM-ın suda ilkin məhlulunun əlavə edilməsi yolu ilə 40 ml həcmli SAM məhlulları hazırlanır.

Cədvəl

Kolbaların nömrələri	1	2	3	4
SAM məhlulunun həcmi,ml	40	30	20	10
Suyun həcmi,ml	-	10	20	30

Homogenizatorun köməyi ilə emulsiya alınır. 50-100 ml tutumlu stəkan elə yerləşdirilir ki, qarışdırıcı stəkanın mərkəzində olsun və sərbəst fırlansın. Stəkana kolba 1-dən 12,5 ml SAM məhlulu tökülür. Bu məhlul emulsiyanın dispers mühitini təşkil edir. Mühərrik işə salınır və büretdən stəkana 37,5 ml yağ (dispersiya olunan maddə) 10 dəqiqə ərzində tökülür. Yağ töküldükdən sonra yenə də 10 dəqiqə

qarışdırılır. Eyni ilə digər SAM məhlulları ilə emulsiyalar hazırlanır. Emulsiya alındıqdan dərhal sonra onun 10 ml silindrdən sınaq şüşəsinə töküüb iki fazaya təbəqələşmə vaxtı təyin olunur. Emulsiyanın növü təyin edilir. Alınmış göstəricilər cədvəl-də yazılır.

Cədvəl

Emulsiyaların növünün və davamlığının təyininin təcrübi nəticələri

SAM-ın qatılığı, mol/l	Emulsiyanın qatılığı, % (həcmi)	Təbəqələşmə vaxtı, dəq.	Emulsiyanın növü

Təcrübə 4. Emulsiyanın növünün təyini.

1. Əşya şüşəsi üzərinə bir damcı emulsiya və bir damcı su yerləşdirilir, şüşə elə əyilir ki, damcılar toqquşsun. Əgər damcılar qovuşarsa, onda dispers mühit sudur, yox, əgər qovuşmasa onda dispers mühit yağdır.

2. Filtr kağızına bir damcı emulsiya tökülür. Əgər mühit su olarsa, onda damcı kağız ilə sorulur islanılır, və kağız üzərində yağ ləkəsi qalır. s/y emulsiyasında damcılar kağızla sorulmur.

3. Emulsiya sınaq şüşəsinə tökülür və üzərinə suda həll edilmiş metilen abısı boyasından bir neçə damcı əlavə olunur. Y/s emulsiyası göy rəngə boyanır, s/y emulsiyası boyanmır.

Tipik asılqan, zol və həqiqi məhlulların xassələrini müqayisə edərək cədvəl-i doldurun. Kolloid sistemlərin əmələgəlmə sxemini yazın.

Cədvəl

Dispers sistemlərin xassələri

Sıra №-si	Xassələr	Kobud asılqan	Kolloid məhlul(zol)	Həqiqi məhlul
1	Hissəciklərin orta ölçüsü			
2	Filtr kağızından keçmə qabiliyyəti			
3	Yarım nüfuzetdirici membranlardan (sidik kisəsi, perqament, kollodium plyonkası) və keçmə qabiliyyəti			
4	Optiki xassələr			
5	Ultramikroskop, mikroskopun köməyi ilə hissəcikləri müşahidə etməyin mümkünlüyü			
6	Osmos təzyiqi			

Yoxlama sualları

1. Dispers sistemlər arasında kolloid sistemlər hansı yeri tutur?
2. Kolloid məhlulların hansı alınma metodlar məlumdur? Onların mahiyyəti nədədir?
3. Kolloid sistemlərin alınması üçün yalnız dispersliyin artması kifayətdirmi?
4. Kənar qatılıqlar qaydasının əsası nədir?
5. Peptidləşmə prosesini hansı əlamətlər xarakterizə edir?
6. Peptizator nədir?
7. Stabilizator nədir?
8. Davamlı emulsiyanı necə hazırlamaq olar?
9. Hidrofob zolların hidrofil zollardan fərqi nədədir? Hidrofil zollar necə alınır?

Laboratoriya işi № 13

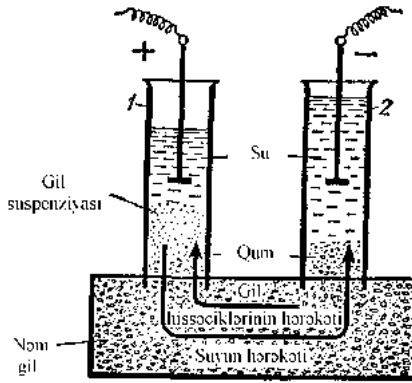
Kolloid sistemlərin elektrik xassələri

İşin məqsədi: Elektroforez hadisəsini öyrənmək. Kolloid hissəciklərin hərəkət sürətinin və yükünün işarəsinin təyini metodu ilə tanış olmaq.

Avadanlıq və reaktivlər: Elektroforezi müşahidə etmək üçün cihazlar; elektroforetik zond; akkumulyator batareyaları; təqribən 20 mm diametrə malik iki şüşə boru; beş sınaq şüşəsi; 50 ml-lik on stəkan; gil parçası; kvars qum; filtrlər; şüşə çubuqlar; filtr kağızı; $\text{Fe}(\text{OH})_3$ və AgJ zolları; məhlullar: 10%-li CuSO_4 ; 0,001n NaOH ; 1-2%-li boya (fuksin, safranin, metilen abısı, eozin, flüoressin və qırmızı konqo) məhlulları; 1%-li AlCl_3 ; 5-10% NH_4OH ; 0,1n HCl .

Kolloid –dispers sistemlər heterogen sistemlərdir. Fazalararası bölgü sərhəddində eyni yüklü ionların seçici adsorbsiyası nəticəsində potensiallar fərqi yaranır. Dispers mühitin, dispers fazanın təbiətindən və alınma üsullarından asılı olaraq kolloid məhlulların mitsellərinin kolloid hissəcikləri bu və ya digər işarəli yük alırlar.

Xaricdən elektrik sahəsi verildikdə yüklü kolloid hissəciklər (dənəciklər) dispers mühidə elektrodlara; katod və ya anoda tərəf hərəkət edir.



Şəkil 17. Yüklü hissəciklərin yerdəyişməsinin təcürübi sxemi:

1,2-borular

Xarici elektrik sahəsinin təsiri altında kolloid hissəciklərin dispers mühitə nəzərən hərəkəti *elektroforez* adlanır.

Kolloid hissəciklərin hərəkəti ilə eyni vaxta mayenin diffuziya təbəqəsinin hidratlaşmış əks ionlarının da əks istiqamətdə yerdəyişməsi baş verir. Bu vizual olaraq elektrodlar salınmış borularda mayenin səviyyələrinin dəyişməsi (artması) ilə ifadə olunur. Xaricdən potensiallar fərqinin verilməsi ilə dispers mühitin məsələli membran dan daşınması hadisəsi *elektroosmos* adlanır.

Beləliklə, əgər kolloid məhluldan sabit cərəyan keçirilərsə, onda kolloid hissəciklər elektrodlardan birinə

tərəf hərəkət edəcəkdir. Diffuziya təbəqəsinin əks ionları isə digər elektroda doğru yerini dəyişəcək.

Elektroforez hadisəsini müşahidə etməklə verilmiş elektrik sahəsində hissəciklərin hərəkət sürətini və onların yükünün işarəsini təyin etmək olar.

I. Elektroforezin müşahidəsi

Təcrübə 1. Elektroforezin müşahidəsi

8x15 sm ölçülü və 4 sm qalınlığa malik nəm gil parçasına 1,5 -2 sm diametrli iki şüşə boru yeridilir. Borulara 0,5 sm qalınlığa malik, yaxşı yuyulmuş kvars qum təbəqəsi səpilir. Borulara su elə tökülür ki, onun yuxarı səviyyəsi qum təbəqəsindən 2-3 sm yüksəkdə olsun. Hər iki boruya platin və ya mis elektrodlar yerləşdirilir və onlar 2V gərginliyə malik akkumulyator batareyasına qoşulur. Cərəyanın verilməsindən bir neçə dəqiqə sonra elektroforez müşahidə olunur; müsbət elektrod olan boruya qum təbəqəsindən gil hissəciklər keçir və tədricən bulanlıq suspenziya əmələ gəlir. Katod borusunda isə mayenin səviyyəsinin yüksəlməsi baş verir.

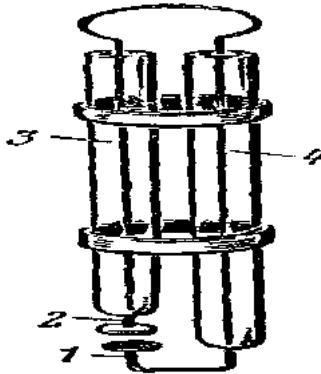
II. Kolloid hissəciklərin yükünün işarəsinin təyini

A) elektroforetik zondun köməyi ilə.

Kolloid hissəciklərin (dənələrinin) yükünün işarəsini elektroforetik zondun köməyi ilə müəyyən etmək olar.

Elektroforetik zondun təsviri.

Naumovun elektroforetik zonu (şəkil 18) diametri 5 mm olan dairəvi lövhə şəkilli mis və sink elektrodlardan ibarətdir; (1 və 2) lövhələr 2-3 mm məsafədə biri digərinin üzərində üfüqi yerləşmişdir. Bu elektrodlar şüşə borularda əridilmiş olan platin naqillərə (3 və 4) qaynaq edilmişdir. Şüşə boruların içərisində əridilmiş platin naqillərə mis naqillər çölə çıxarılmış və yuxarıda bir-biri ilə mis naqillər qaynaq edilmişdir. Sınaq şüşəsindəki kolloid məhlula salındıqdan sonra zond özünü qısa qapanmış qalvanik element kimi aparır (mis-müsbət yüklənmiş, sink-mənfi yüklənmiş elektrod). Zondun zola salınmasından bir neçə dəqiqə sonra kolloid hissəciklərlə eyni yükə malik elektrodun yaxınlığında işıqlı nazik zolaq əmələ gəlir.



**Şəkil 18. Elektroforetik zond: 1,2 –elektrodlar,
3,4 –şüşə borular**

Elektroforetik zonda daha sadə də düzəltmək olar. 7-10 sm uzunluğa və 1 sm qalınlığa malik iki lövhə-biri mis, digəri isə sink elə qaynaq edilir ki, onlar (qaynaq edilməmiş uclar) arasında məsafə 1-2 sm olsun. Mis və sink lövhələrin sərbəst ucu zola daxil edilir. Qısa qapanmış element alınır ki, onda sink mənfi, mis isə müsbət yüklənmiş olur.

Təcrübə 2. Hissəciklərin yükünün təyini

Üç sınaq şüşəsinin hər birinə 5-6 ml dəmir(III) hidroksid, gümüş yodid və Berlin abısı zolları tökülür. Elektroforetik zondun köməkliyi ilə zol hissəciklərinin yükü təyin edilir.

B) Kapilyar analiz metodu ilə kolloid hissəciklərin yükünün işarəsinin təyini.

Bəzi maddələr suya salınarkən mənfi yüklənir (selüloza, yun, şüşə, qum və s.) Kapilyar analiz üsulu bu hadisəyə əsaslanır. Suyun bir ucu suya salınmış filtr kağızı parçası üzrə bu cür qalxması səthi gərilmə qüvvələrinin hesabına baş verir. Əgər suda mənfi yüklənmiş kolloid hissəciklər olarsa, onda onlar kağızın mənfi yüklənmiş səthi kapilyarları ilə cəzb olunmayıb yuxarıya doğru hərəkət edəcəkdir. Əgər hissəciklər müsbət yüklü olarsa, onlar yuxarıya doğru hərəkət etməyib kağızın səthində çökəcəkdir.

Beləliklə, zolun hissəciklərinin yükünün işarəsinin təyin etmək olar. Boyaların hissəciklərinin yükünü onların zolunda təyin etmək üçün kapilyar metod daha əlverişlidir.

Kapilyar metodu hissəciklərin yükünün işarəsini təyin etməklə yanaşı müxtəlif boyaq maddələrinin qarışığının analizi və ayrılması üçün də tətbiq etmək olar. Məsələn, flüoressin və metilen abısı qarışığı olan məhlula filtr kağızı parçasının ucunu saldıqda kağız parçası boyunca yalnız sarı rəngli boyaq –flüoressin yuxarıya doğru qalxacaq.

Kapilyar qalxmanın hündürlüyü və sürəti filtr kağızının keyfiyyətindən asılıdır. İş üçün eni 1,5-2 sm olan uzun parçalara bölünmüş qalın, boş filtr kağızını götürmək məsləhətdir.

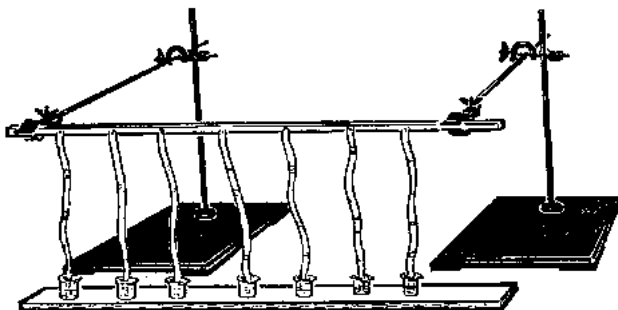
Təcrübə 3. Kolloid hissəciklərin yükünün işarəsinin təyini

İçərisində berlin abısı və dəmir (III) hidroksid zollarının məhlulları olan stəkanlara filtr kağızı parçası salınır(şəkil 19). Bir saatdan sonra kağız üzrə hissəciklərin qalxma hündürlüyü ölçülür və tədqiq olunan zolların hissəciklərinin yükü təyin olunur.

Təcrübə 4. Boyaların hissəciklərinin yükünün işarəsinin təyini

Boyaların- fuksin, şafraninin, metilen abısı, eozin, pikrin turşusu, flüoressinin və qırmızı konqonun əvvəlcədən hazırlanmış 1 və ya 2%-li məhlulları stəkana tökülür; onların içərisinə yuxarı ucları ştativə bərkidilmiş, çubuğa birləşdirilmiş filtr kağızının parçaları (eyni) yerləşdirilir (şəkil 19) Təcrübənin başlanmasından bir saat sonra

müxtəlif boyaların qalxma hündürlüyü ölçülür və hissəciklərin yükünün işarəsi barədə nəticə çıxarılır.



Şəkil 19. Kapilyar analiz cihazının sxemi

Təcrübə 5. Müsbət yüklənmiş kağızla kapilyar analiz

Müsbət yüklənmiş kağız onun alüminium hidroksid - $\text{Al}(\text{OH})_3$ zolu ilə işlənməsindən alınır. Alüminium hidroksid zolunu hazırlamaq üçün 1%-li AlCl_3 məhluluna ammonyak əlavə olunur:



Çöküntü bir neçə dəfə isti su ilə əvvəlcə dekontasiya ilə, sonra isə filtrdə yuyurlar. Yuyulmanın sonuna yaxın çöküntü çox özüllü olur. Çöküntü 500 ml-lik təmiz, böyük stəkana keçirilir, stəkanın hündürlüyünün $\frac{3}{4}$ -nə qədər distillə suyu əlavə edilir və 0,1 n HCl məhlulu damcı-damcı

əlavə edilərək qaynadılır. Çöküntü tədricən zola keçir (peptidləşir).

Alınan zolla filtr kağızı işlənir, bu zaman filtr kağızı 1-2 saat məhlulda saxlanılır. Sonra kağız havada qurudulur və ondan parçalar kəsilir. Belə hazırlanmış kağız parçaları ilə əvvəlki işdə göstərilmiş boyalardan istifadə etməklə təcrübə aparılır. Hər üç təcrübədə alınmış nəticələr cədvəldə qeyd olunur.

Cədvəl 19

Kolloid hissəciklərin yükünün təyini

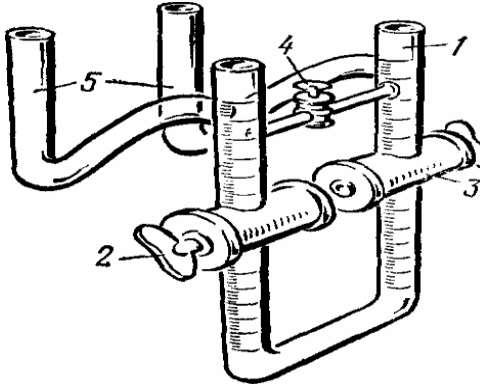
Zolun və ya boyanın adı	Qalxma hündürlüyü, mm	Kolloid hissəciklərin yükünün işarəsi	
		müsbət yüklənmiş kağız parçaları ilə təyin	mənfi yüklənmiş kağız parçaları ilə təyin

III. Dəmir (III) hidroksid zolunun elektroforez sürətinin təyini.

Təcrübə 6. Elektroforez sürətinin təyini

Elektroforez sürətini ölçmək üçün Rabinoviç-Fodiman cihazından istifadə etmək olar (şəkil 20). O yuxarıdan kranlı körpü ilə (4) birləşmiş U-şəkilli borudan (1) ibarətdir. U şəkilli borunun yuxarı hissələri içərisinə elektrodlar salınmış əyri borulardan (5) ibarətdir. U şəkilli

borunun qollarının ortasında deşiyinin diametri boruların diametrinə bərabər olan kranlar (2 və 3) vardır .



Şəkil 20. Rabinoviç-Fodiman cihazı; 1-U şəkilli boru; 2-3 kranlar; 4- körpünün kranı; 5-əyilmiş borular

Xrom qarışığı və distillə suyu ilə yaxşıca yuyulmuş və sonra qurudulmuş Robinoviç-Fodiman cihazına dializ olunmuş dəmir(III) hidroksid zolu elə tökülür ki, cihazın bütün aşağı hissəsi və kranlar məhlulla dolsun. Kranlar bağlanan zolun artığı (kranların üzərindəki) süzülür və cihazın hər iki qolu(yuxarı hissəsi) distillə suyu ilə bir neçə dəfə yuyulur. Sonra U-şəkilli borunun bütün yuxarı hissəsi distillə suyu ilə doldurulur və cihaz ştativə bərkidilir.

Sonra yan boruların (5) dibinə kapilyar uclu şüşə boru vasitəsilə az miqdarda mis sulfat məhlulu tökülür (5). Çıxıntılarına mis elektrodlar yerləşdirilir və kran (4) qısa vaxt ərzində açılır ki, cihazın hər iki qolunda mayelərin

səviyyələri bərabərləşsin. Elektrodlar cərəyan mənbəyi ilə birləşdirilir, 2 və 3 kranları ehtiyatla açılır və zolların sərhədlərinin yerdəyişməsi müşahidə olunur. Sonra dispers fazanın yükünün işarəsi təyin olunur və kolloid hissəciklərin mütəhərrikliliyi aşağıdakı formulla hesablanır:

$$U = \frac{s \cdot l}{t \cdot V}$$

burada s – zol hissəciklərinin keçdiyi yol, sm;

l - mis sulfat məhlulunun sərhədləri arasındakı məsafə, sm;

t - cərəyanın verilmə vaxtı, dəq;

V - akkumulyator batareyalarının gərginliyi, V.

Yoxlama sualları

1. Elektroforez nədir?
2. Elektroforez hadisəsi elektrolizdən nə ilə fərqlənir?
3. Hansı hadisə elektroosmos adlanır?
4. Kolloid hissəciklərin yükünün işarəsi necə təyin olunur?
5. Nə üçün müsbət yüklənmiş hissəciklər filtr kağızı parçası boyunca yuxarıya doğru qalxmır?
6. Mənfi yüklənmiş hissəciklər kapilyarlarla həlledicinin ardınca həmişəmi qalxacaqdır?

LABORATORİYA İŞİ №14
Zolların təmizlənməsi və diffuziyası
Nəzəri hissə

Kolloid məhlulları ionların qarışığından təmizləmək üçün tətbiq olunan metod *dializ* adlanır. Dializin mahiyyəti ondadır ki, tərkibində ionlar olan kolloid məhlul təmiz həlledicidən (sudan) yarımkeçirici arakəsmə ilə (membranla) ayrılır. Belə arakəsmədən molekullar və ionlar həllediciyə keçir, bu proses arakəsmənin hər iki tərəfində molekullar və ionların qatılıqları arasında tarazlıq yaranana qədər davam edir. Həlledicini tez-tez təzələməklə zolun qarışıqlardan təmizlənməsinə nail olunur.

Dializ üçün, adətən, kolloid plyonkalardan, asetilsellüloza, sellofan və digər materialların plyonkalarından hazırlanmış yarımkeçirici arakəsmələrdən istifadə olunur. Bunlarla yanaşı donuz və ya öküz mənşəli sidik kisələri kimi təbii yarımkeçirici arakəsmələrdən də istifadə olunur. Qeyd etmək lazımdır ki, süni alınmış plyonkaların təbii plyonkalardan üstünlüyü ondadır ki, onları istənilən keçiricilikli hazırlamaq olar. Plyonkanın daha davamlı olması üçün onu yuxarıda sadalanmış materiallardan hər hansı bərk məsaməli özül üzərində hazırlayırlar. Belə özül kimi filtr kağızı və ya məsaməli keramik (şüşə və ya gil) qablar götürülür.

Plyonka hazırlamaq üçün şüşə qab kollodium məhlulu (təqribən 11% azot saxlayan nitrosellulozanın spirt-efir məhlulu)

ilə doldurulur. Sonra qabı fırlatmaqla məhlul tədricən elə tökülür ki, kollodium divar boyunca bərabər paylansın və spirt və efir isə havada buxarlansın. Efirin iyi yox olduqdan sonra qabı distillə suyu ilə bir neçə dəfə yaxalayırırlar ki, buxarlanmayan həlledici kənar edilsin. Divarlarda alınmış nazik plyonka küncündən yüngülcə kəsilir və şüşə ilə plyonka arasına su əlavə edilir. Plyonka tədricən divardan aralanır və alınmış torba götürülür. Kollodium plyonkasını civə üzərinə kollodium tökməklə də almaq olar.

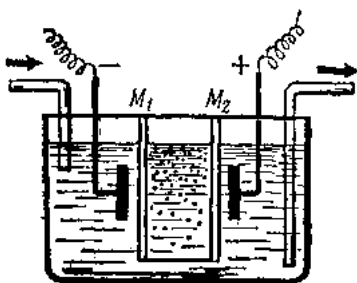
Daha davamlı filtrlər (elektrodializ və ultrafiltrasiya filtrləri) hazırlamaq üçün adi filtr kağızı məsaməli yastı dibli farfor qıfa yerləşdirilir. Qıfa qaynar distillə suyu tökülür və onun axıb qurtarması gözlənilir. Yaş filtr üzərinə 10-15ml su hamamında qızdırılmış kollodium tökülür və qıfı fırladılaraq filtrin səthi boyunca kollodiumun bərabər paylanması təmin olunur.

Kollodiumun artığı süzülür. Kollodium plyonkanın qurudulmasından sonra (5-6 dəqiqə) onun üzərinə kollodiumun ikinci təbəqəsi də eyni ilə tökülür və yenə də havada qurudulur (20-30 dəqiqə). Qurumuş filtr qıfdan çıxarılaq distillə suyu ilə yuyulur.

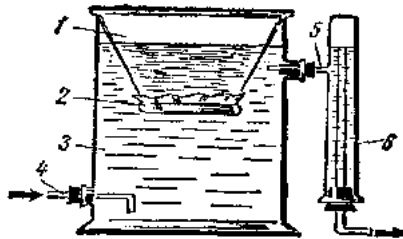
Zolun elektrolitlərdən təmizlənməsi zamanı dializi sürətləndirmək məqsədilə ya ultradializ–xarici və daxili təzyiqlər (membranın hər iki tərəfində) fərqli olan haldakı dializ, ya da elektrodializ tətbiq olunur, sonuncu halda dializ sabit elektrik cərəyanının təsiri altında aparılır.

Elektrodializator qurğusu şəkil 21-də göstərilmişdir. Yarımqeçirici membran qismində yuxarıda qeyd olunan kimi kollodiumdan hazırlanmış ultrafiltrərdən istifadə olunur. Cərəyan mənbəyi kimi 120-220 V sabit elektrik cərəyanından istifadə edilir; cərəyanın sıxlığı 10 mA/sm^2 -dan çox olmamalıdır.

Avadanlıq və reaktivlər: Dializator; ultrafiltrasiya üçün cihaz; 2%-li FeCl_3 ; 1n AgNO_3 ; 1n K_2SO_4 ; 1n BaCl_2 ; 2% və 10%-li tanin zolu; 1% və 3%-li jelatin zolu; yodun sulu məhlulu; nişasta tozu; fenolftalein; 10%-li NaCl ; 0,1 n NaOH ; 2n CuSO_4 ; dəmir(III) hidroksid; Berlin abısı və kolloid boyası(məsələn, qırmızı konqo) zolları.



Şəkil 21. Elektrodializatorun sxemi:



Şəkil 22. Dializator.1-qıf; 2-yarımkeçirici M_1 və M_2 membranları. arakəsmə; 3-şüşə qab;4- suyun qaba verilməsi üçün boru;5- suyun qabdan axıdılması üçün boru; 6-sifon.

Dializ cihazının təsviri. Kolloid məhlullarının təmizlənməsi üçün dializator adlanan cihazdan istifadə olunur (şəkil 22). Aşağıdan yarımkeçirici arakəsmə ilə kəp (2) bağlanmış qıf (1) kolloid məhlul tökülür;qıf distillə suyu ilə dolu qaba (3) salınır. Su bu qabda (3) axar olur. Qabdakı (3) mayenin səviyyəsini sabit saxlamaq üçün avtomatik sifondan (6) istifadə olunur.

Vaxtaşırı xarici məhluldan nümunə götürməklə zolda olan və arakəsmədən keçən və maddənin analitik mövcudluğunu yoxlamaqla dializin gedişini müşahidə etmək olar.

Məsələn, dəmir(III) xloridin hidrolizindən alınmış dəmir(III) hidroksid zolunun dializi zamanı qarışıqlardan zolun təmizlənməsi sürətini xlor ionlarını vəsfi təyin etməklə müşahidə etmək olar. Dializ o zaman sona çatmış hesab olunur ki, kənar olunan maddələrin vəsfi reaksiyası mənfi nəticə versin.

İşin məqsədi. Zolların təmizlənmə metodları və diffuziya sürəti ilə tanış olmaq.

Təcrübə 1. Jelatin zolunun dializi

Dializ üçün cihaza 1%-li jelatin məhlulu tökülür, ona az miqdarda natrium xlorid əlavə edilir və distillə suyuna salınır, 2 saatdan sonra xarici təbəqədən suyun xüsusi nümunələri götürülür və xlor ionu gümüş nitrat, jelatinə isə 10%-li tanin məhlulu ilə təyin edilir. Sonuncu halda məhlulda jelatinin mövcudluğu zamanı tanin və jelatin qarışığı xarakterik rəng verir. Hər yarım saatdan bir nümunə götürülür və təcrübənin nəticələri qeyd olunur.

Təcrübə 2. Nişasta zolunun dializi

Texniki tərzidə 2 q nişasta çəkilib kasaya tökülür, üzərinə 5-10 ml su əlavə edilir və şüşə çubuqla yaxşı qarışdırılır. Su ilə isladılmış nişasta qarışdırılmaqla 100 ml qaynar suya tökülür. Şəffaf nişasta zolu alınır. Alınmış zola 1n K_2SO_4 məhlulu əlavə edilir və suya salınmış və ya dializatora, kollodiumdan hazırlanmış torbaya tökülür.

30-60 dəqiqədən sonra dializatorndan maye götürülür və SO_4^- ionları və nişasta təyin edilir.

Təcrübə 3. Dəmir (III) hidrokسيد zolunun dializi

Dializator və ya kollodiumdan hazırlanmış torbaya dəmir (III) hidrokسيد kolloid məhlulu tökülür və torba distillə suyuna salınır. Hər 30 dəqiqədən bir torbanı əhatə edən suda xlorid ionlarının azalması və torbada olan kolloid məhlulun dəyişməsi vəsfi müşahidə olunur.

Təcrübə 4. Ultradiyaliz

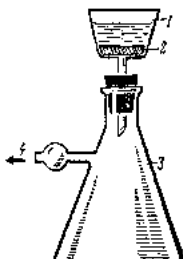
Ultradiyaliz və ya ultrafiltrasiya süni olaraq məhlul üzərində təzyiqlər fərqi yaratmaqla və ya filtr altında havanın seyrəkləşdirilməsi ilə həyata keçirilir. Yuxarıda qeyd olunduğu kimi hazırlanmış və əvvəlcədən distillə suyu ilə isladılmış ultrafiltr Büxner qıfının dibinə qoyulur, qıf tıxacla Bunzen kolbasının boğazına möhkəm birləşdirilir.

Sonuncu nasosa (güclü su nasosundan istifadə etmək olar, şəkil 23) birləşdirilir. Filtr qıfa qoyulduqdan sonra nasos işə salınır ki, filtr qıfın dibinə daha da sıxılsın, sonra qıfa tədqiq olunan kolloid məhlulu tökülür. Gözləmə müddətində məhlula distillə suyu tökülür. Müəyyən zaman nümunə götürülür, elektrolitin uyğun ionlarının filtratda olduğu təyin edilir.

Təcrübə 5. Zolların diffuziya sürətinin tədqiqi

Həqiqi məhlullardan fərqli olaraq kolloid məhlullar işığı səpələmək xassəsinə, onlara əlavə olunan elektrolitin təsiri ilə koagulyasiya etmə qabiliyyətinə malikdir və

yarımkeçirici membrandan diffuziya etmir kiçik qatılıqlı diffuziya sürəti təmiz həlledicidə (dispersion mühitdə) olan sürətdən az fərqlənir.



Şəkil 23. Ultradiyalizator:

1-Büxner qığı; 2-membran; 3-Bunzen kolbası; 4- nasos.

Təcrübə 5a

Üç sınaq şüşəsinin hər birinə 8 ml 3%-li qaynar jelatin zolu tökülür. Zol olan sınaq şüşələrindən birinə 3 damcı fenolftalein və jelatin zolu çəhrayı rəng alana qədər 0,1 n NaOH məhlulları tökülür, sonra jelatin donmaq üçün sınaq şüşəsi kənara qoyulur.

Donmadan sonra həlməşiyin üzərinə tökülür: çəhrayı həlməşikli birinci sınaq şüşəsinə- 2 ml 0,1 n kolloid boyası ilə (qırmızı konqo və ya digəri) boyanmış xlorid turşusu, ikincisinə- 2ml 10%-li mis kuporosu, üçüncüyə- Berlin abısı zolu tökülür. Sınaq şüşələri bir sutka saxlanılır, sonra təcrübənin nəticələri müşahidə olunur.

Daha yüksək diffuziya sürəti hidrogen ionlarında (H^+) müşahidə olunur, bu rəngsizləşmiş jelatin sütununun qiymətindən görünür. Mavi mis ionları (Cu^{2+}) yavaş və berlin abısı zolu və kolloid boyası zolu hiss olunmayacaq dərəcədə diffizuya edir.

Təcrübə 5 b

Kolloidium torbaya 2%-li tanin məhlulu tökür və torba dəmir (III) xlorid məhlulu olan stəkana salınır. Artıq 30-40 dəqiqədən sonra dəmir (III) xloridin taninlə qarşılıqlı təsiri nəticəsində torbada olan tanin məhlulu bulanır, bu zaman , stəkandakı dəmir xlorid məhlulu dəyişməz qalır.

Təcrübə 5 c

Təcrübə eyni qaydada aparılır. Kolloid torbaya 0,5 %-li nişasta zolu (tanin əvəzinə) tökülür və yodun suda məhluluna salınır. 20-30 dəqiqədən sonra torbada nişastanın göyərməsi və stəkanda yodun rənginin olmadığı qeyd olunur.

Təcrübə 5 ç

Ultrafiltrasiya üçün olan cihazdan (şəkil 23) istifadə etməklə təzə hazırlanmış, dializ olunmamış dəmir (III) hidroksid zolu filtrasiya edilir. Şəffaf filtratda xlorid ionları (bir neçə damcı $AgNO_3$ əlavə edilməklə) təyin olunur. Ultrafiltrə kağız filtrlə əvəz etməklə dəmir (III) hidroksid zolunun ondan sərbəst keçməsi müşahidə edilir.

Yoxlama sualları

1. Zolların təmizlənməsi üçün hansı üsullar tətbiq olunur?
2. Yarımqeçirici membran nədir?
3. Hansı proseslər dializ, elektrodializ adlanır?
4. Ultrafiltrasiya nədir?
5. Kolloidlərin və elektrolitlərin yarımqeçirici pərdədən diffuziya sürətləri eynidirmi?
6. Dializin köməyi ilə kolloidləri elektrolitlərin qarışığından təmizləmək olarmı?
7. Dializ zamanı kolloid məhlullarda hansı dəyişikliklər müşahidə olunur?

LABORATORİYA İŞİ №15

Özlülüğün ölçülməsi

Nəzəri hissə

Yüksəkmolekullu birləşmələrin ümumi xarakteristikası

Yüksəkmolekulu birləşmələrin (YMB) məhlulları termodinamik davamlı, dönən və stabilizatora ehtiyacı olmayan həqiqi məhlullardır. YMB-yə nisbi molekulyar kütləsi $10^4 - 10^6$ və daha böyük, ölçüsü 400-800 nm olan maddələr aiddir. YMB məhlullarında hissəciklər molekullar toplusundan deyil, böyük ölçülü ayrı-ayrı molekuldan ibarətdir. Polimerlər mənşəyinə görə 2 növə bölünür: təbii və sintetik.

Təbii YMB-yə zülallar, ali polisaxaridlər, təbii kauçuk, sintetik YMB-yə isə sintetik kauçuklar, polietilen, polisiloksanlar, polimetilmetakrilat, poliamidlər, politetraflüoretin və s. aiddir. Sintetik polimerlər polimerləşmə, polikondensləşmə və birgə polimerləşmə reaksiyaları ilə alınır.

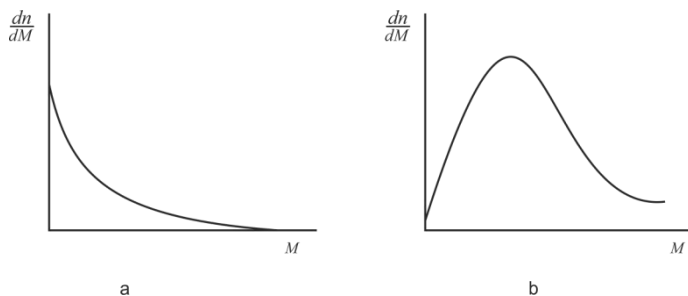
Üzvi polimerlərdən əlavə qeyri-üzvi polimerlər də mövcuddur: «plastik» kükürd, alümosilikatlar, kalsium hidrosilikatlar və s.

Makromolekullarının həndəsi formasına görə polimerlər əsasən üç növ olur: xətti, şaxəli və fəza. Fəza polimerlərindən xüsusi qrup kimi tikilmiş polimerləri ayırırlar. Polimerlərin səciyyəvi xassələri polimer zəncirlərinin çəvikliyi və makromolekullar arasındakı əlaqələrlə bağlıdır.

YMB-nin xassələri makromolekulun ölçü və formasından asılıdır. İzodiametrik molekullu YMB (məsələn, qlikogen, hemoqlobin) ovuntudan ibarət olur, həllolma zamanı praktik olaraq şişmir. Bu məhlulların özlülükləri böyük olmur və Puazeylin özlülük, Eynşteynin diffuziya və

Vant-Hoffun osmos təzyiqi qanunlarına tabe olur. Əgər YMB asimmetrik uzun molekulalara malik olarsa (məsələn, sellüloza, təbii və sintetik kauçuklar), onda onlar həll olduqda qeyri-məhdud şişir və YMB məhlulları əmələ gətirir. Bu məhlullar kiçikmolekullu birləşmələr məhlullarının qanunlarına tabe olmur. Bu YMB-nin xarakterik xüsusiyyətləri: lifvari quruluş, xassələrin anizotropluğu və yüksək mexaniki möhkəmlikdir.

Polimerləşmə və polikondensləşmə zamanı texnoloji şəraitlər müxtəlif olduğundan alınan polimerin ölçüsü eyni olmur. Ona görə də YMB makromolekullarının ölçülərini və onların molekul kütləsini, adətən, makromolekulların sayına (şəkil 24, *a*) və kütləsinə (şəkil 24, *b*) görə paylanma əyriləri ilə xarakterizə edirlər.



Şəkil 24. YMB fraksiyalarının paylanma əyriləri: *a*-hissəciklərin sayına görə; *b*-hissəciklərin kütləsinə görə

Əyrilərinin müxtəlif formalı olması reaksiya məhsullarında kiçik makromolekulların sayının çox olması, lakin onların kütləsinin isə nisbətən az olması ilə əlaqədardır.

YMB-nin molyar kütləsini kimyəvi, termodinamik, molekulyar-kinetik və optiki metodlarla təyin edirlər. Adətən, polimerlərin molekul kütləsini orta ədədi (\bar{M}_n) və orta

kütlə (\bar{M}_m) qiymətləri ilə ifadə edirlər. Orta ədədi molekül kütləsi aşağıdakı düsturla təyin edilir:

$$\bar{M}_n = \frac{\sum n_i M_i}{\sum n_i} \quad (1)$$

burada, n_i – molekül kütləsi, M_i – olan molekulların sayıdır.

Molekül kütləsinin orta kütlə qiyməti aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$\bar{M}_m = \frac{\sum m_i M_i}{m_i} = \frac{\sum n_i M_i^2}{\sum n_i M_i} \quad (2)$$

burada, m_i – molekül kütləsi M_i – olan fraksiyanın kütləsidir.

Monodispers YMB üçün $\bar{M}_n = \bar{M}_m$, polidispers YMB üçün

isə $\bar{M}_n < \bar{M}_m$. $K = \frac{\bar{M}_n}{\bar{M}_m}$ kəmiyyəti polidisperslik göstəricisi

və ya əmsalıdır.

YMB mühüm xassələrə: elastiklik və plastikliyə malikdir.

YMB məhlullarının xassələri. Şişmə

Yüksəkmolekullu birləşmələr həm həqiqi, həm də kollid məhlullar əmələ gətirə bilər. Məhlulun xarakteri YMB-nin həllediciyə hərisliyindən asılıdır. YMB və həlledicinin polyarlıqları yaxın olduqda həllolma baş verir və həqiqi məhlul əmələ gəlir. YMB və həlledicinin polyarlıqları uyğun gəlmədikdə zollar və ya dispersiyalar əmələ gəlir.

Polimerlərin həqiqi həllolmasından əvvəl onların şişməsi baş verir. Şişmə həlledicinin udulması ilə polimerin həcmnin və kütləsinin artmasıdır. Polimer həlledici ilə təmasda olduqda qarşılıqlı diffuziya baş verir. Həlledicinin

polimerə diffuziya sürəti polimerin həllediciyə diffuziya sürətindən böyük olduğundan YMB şişir.

Şişmənin miqdarı meyarı şişmə dərəcəsidir. Şişmə dərəcəsi (α) verilən temperaturda şişmənin müəyyən mərhələsində polimer tərəfindən udulmuş həlledicinin kütləsinin (həcmnin) polimerin kütləsinə (həcminə) olan nisbətinə bərabərdir:

$$\alpha = \frac{m - m_0}{m_0} \text{ və ya } \alpha = \frac{V - V_0}{V_0} \quad (3)$$

burada, m_0 , V_0 – polimerin şişmədən əvvəlki kütləsi və həcmi; m , V – isə polimerin şişmədən sonrakı kütləsi və həcmidir.

Polimerin kütləsinə əsasən hesablanmış şişmə dərəcəsi daha dəqiqdir, çünki bu halda ölçmənin nəticələri kontraksiya hadisəsindən asılı deyildir. Bu hadisənin mahiyyəti ondan ibarətdir ki, iki maye qarışığının həcmi onların həcmələrinin cəmindən fərqlidir (kiçikdir).

Polimerin quruluşu və temperaturdan asılı olaraq şişmə məhdud və qeyri-məhdud ola bilər (şəkil 25). Məhdud şişmə zamanı (şəkil 25, 1 əyrisi) şişmə dərəcəsi maksimal qiymətə çatır, sonra isə şişmə zamandan asılı olmur (məsələn, rezin benzolda məhdud şişir). Qeyri-məhdud şişmədə (şəkil 25,2 əyrisi) şişmə dərəcəsi maksimumdan keçir və polimerin tədricən həll olması hesabına sıfıra qədər azalır (məsələn, kauçuk benzində qeyri-məhdud şişir).



Şəkil .25 Şişmənin kinetik ayrılırları: 1-məhdud şişmə;

2-qeyri-məhdud şişmə

Şişmənin məhdud və ya qeyri-məhdud olması polimerdə rabitə enerjisi ilə solvatlaşma enerjisi və entropiya faktoru arasındakı nisbətdən asılıdır. Xətti və şaxəli polimerlərdə makromolekullararası əlaqə Van-der-Vaals qüvvələri ilə bağlıdır. Bu əlaqələrin enerjisi kiçik olduğundan otaq temperaturunda solvatlaşma enerjisi və entropiya faktoru ondan böyük olur. Belə şəraitdə şişmə qeyri-məhdud olur. Əgər polimer zəncirləri arasında kimyəvi əlaqələr olarsa, onda onların qırılması üçün solvatlaşma enerjisi və entropiya faktoru kafi deyildir. Ona görə də şişmə məhdud olur və polimer həlməşiyə çevrilir. Bəzi hallarda şəraiti dəyişməklə məhdud şişməni qeyri-məhdud şişməyə çevirmək olar. Məsələn, temperaturun artması ilə aqar-aqar və jelatin məhlullarında məhdud şişmə qeyri-məhdud şişməyə keçir. Beləliklə, polimerlərin şişməsi fiziki-kimyəvi prosesdir. Şişmə prosesi özbaşına gedir və iki mərhələdən ibarətdir. $T = const$ və $p = const$ üçün yaza bilərik:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S < 0 \quad (4)$$

Şişmənin birinci mərhələsində YMB-nin solvatlaşması baş verir və istilik ayrılır ($\Delta H < 0$), entropiyanın dəyişməsi isə sıfıra yaxın olur ($\Delta S \approx 0$), ona görə də $\Delta G < 0$.

Şişmənin ikinci mərhələsində solvatlaşma istiliyi demək olar ki, müşahidə olunmur ($\Delta H \approx 0$), lakin polimerin karkasının dağılması hesabına azad olunan (həllolan) makromolekulların konfigurasiyaları artdığından entropiya artır ($\Delta S > 0$). Ona görə də $T\Delta S > 0$, $\Delta G = -T\Delta S < 0$.

Şişmə prosesinin kinetikasi birinci tərtib dönməyən reaksiyanın kinetik tənliyinə uyğun düsturla ifadə olunur:

$$v_v = \frac{dV_t}{dt} = k(V_\infty - V_t) \quad (5)$$

burada, v_v – şişmə sürəti; V_t – nümunənin t anındakı həcmi; V_∞ – nümunənin maksimal şişmə halındakı həcmi; k – polimerin və həlledicinin təbiətindən asılı olan sabitdir. Şişmənin kinetikasını şişmə dərəcəsinin dəyişmə sürətilə də ifadə etmək olar:

$$v_\alpha = \frac{d\alpha_t}{dt} = k(\alpha_\infty - \alpha_t) \quad (6)$$

burada, α_t – t anındakı şişmə dərəcəsi; α_∞ – maksimal şişmə dərəcəsidir.

Şişmə təzyiqi

Şişmə zamanı polimerlərin həcmi 10-15 dəfə artdığından şişmə təzyiqi yaranır. Bu təzyiq nümunənin həcmnin artmasına hər hansı maneə olduqda daha asan müşahidə olunur. Şişmə təzyiqi osmos təzyiqinə uyğundur. Şişmə təzyiqi (π) ədədi qiymətcə maddənin şişməsinin qarşısını almaq üçün tələb olunan təzyiqə bərabərdir:

$$\pi = -\frac{RT}{\bar{V}_m} \ln a_1 = -\frac{RT}{\bar{V}_m} \ln \frac{p}{p_0} \quad (7)$$

burada, \bar{V}_m – həlledicinin parsial molyar həcmi; a_1 – həlledicinin aktivliyi; p_1 , p_0 – uyğun olaraq məhlul və təmiz həlledici üzərindəki buxar təzyiqidir.

Şişmə təzyiqi şişmə dərəcəsinin artması ilə kəskin azalır. Şişmə təzyiqini Pöziyanın empirik düsturu ilə hesablamaq olar:

$$\pi = kc^n \quad \text{və ya} \quad \ln \pi = \ln k + n \ln c \quad (8)$$

burada, k və n – YMB və həlledicinin təbiətindən asılı olan sabitləri; c – şişmiş həlməşikdə quru YMB-nin qatılığıdır.

(8) tənliyi qrafik olaraq k və n sabitlərini tapmağa imkan verir. $\ln \pi = f(\ln c)$ koordinatlarında xətti asılılıq möv-

cuddur. Sabitlərin qiymətləri məlum olduqda verilən qatılıq üçün şişmə təzyiqini hesablamaq mümkündür.

YMB məhlullarının özlülüyü

YMB məhlullarının xarakterik xüsusiyyəti onların özlülüyünün təmiz həlledicilərə nisbətən yüksək olmasıdır. Xətti polimerlərin məhlulları eyni molekul kütləli qlobulyar YMB məhlullarının özlülüyündən böyükdür. Buradan belə nəticə çıxır ki, polimer məhlullarının özlülüyü onların molekullarının asimmetrikliyi ilə mütənasibdir. Polimer məhlullarının özlülüyü makromolekulların molekul kütləsi, qatılığı və molekullarası qarşılıqlı təsir qüvvələrinin artması ilə artır.

Yalnız çox duru YMB məhlulları (0,1-0,01%) Nyuton və Puazeyl qanunlarına tabe olur. Eynşteyn tənliyini YMB məhlullarına tətbiq etmək olmur, çünki onların özlülüyü qatılığın artması ilə xətti deyil, daha sürətlə artır. Temperatur və durulaşmanın artması ilə Nyuton və Puazeyl qanunlarından kənaraçıxma azalır. Orta qatılıqlı YMB məhlulları özünü anomal-özlü qeyri-Nyuton mayeləri kimi aparır. Sürüşmə gərginliyinin artması ilə onların özlülüyü sabit qalmır, kəskin azalır və özlülüyün yalnız kiçik qiymətlərində sabit qalır. YMB məhlullarında özlülüyün anomalığı polimer molekullarının assosiatlar və asan dağıla bilən quruluşlar əmələ gətirməsi ilə izah edilir. Quruluşlu YMB məhlulları Binqam tənliyi ilə təsvir olunan plastik sistemlərə uyğundur. Belə sistemlər plastik özlülüyün və maksimal sürüşmə gərginliyinin kiçik qiymətləri ilə xarakterizə olunur .

Eynşteyn nəzəriyyəsinə görə polimer məhlulunun nisbi özlülüyü η_{nis} aşağıdakı ifadəyə bərabərdir:

$$\eta_{nis} = \frac{\eta}{\eta_0} = 1 + K\varphi \quad (11)$$

burada, K – dispers faza hissəciyinin formasından asılı olan sabit; φ – dispers fazanın həcmi hissəsidir.

(11) tənliyindən xüsusi özlülüyn ifadəsini tapaq:

$$\frac{\eta}{\eta_0} - 1 = K\varphi = \frac{\eta - \eta_0}{\eta_0} = \eta_{xus} \quad (12)$$

burada, c – polimerin kütlə qatılığdır.

Ştaudinger göstərmişdir ki, çubuqvarı molekulları olan duru polimer məhlulu üçün

$$\eta_{xus} = KMc \quad (13)$$

burada, K – polimerlərin homoloji sırasının verilən həlledicidəki sabiti; M – polimerin molekul kütləsidir.

(13) tənliyini aşağıdakı kimi yazı bilərik:

$$\frac{\eta_{xus}}{c} = KM \quad (14)$$

burada, $\frac{\eta_{xus}}{c}$ – gətirilmiş özlülük adlanır.

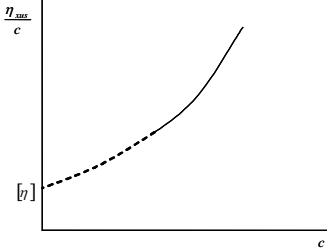
Gətirilmiş özlülük polimer məhlulunun qatılığından asılı olmayıb, onun molekul kütləsi ilə mütənasibdir. K sabitini asılı olmayan metodlarla tapırlar. Məsələn, konduktometrik metodla polimerlərin homoloji sırasının molekul kütləsini təyin edib K -nı hesablayırlar ($K = \frac{\eta_{xus}}{Mc}$).

(14) tənliyinə əsasən gətirilmiş özlülük qatılıqdan asılı olmamalıdır, lakin təcrübə göstərir ki, $\frac{\eta_{xus}}{c}$ qatılığın artması

ilə artır (şəkil 26). Gətirilmiş özlülüyn qatılığın artması ilə artması makromolekullar arasında qarşılıqlı təsirin güclənməsi ilə əlaqədardır. Bu təsiri aradan götürmək üçün əyrini sıfır qatılığa ekstrapolyasiya etmək lazımdır. Ordinat oxundan kəsilən parça xarakteristik özlülük $[\eta]$ adlanır:

$$[\eta] = \lim_{c \rightarrow 0} \frac{\eta_{\text{vis}}}{c} \quad (15)$$

(14) tənliyində xarakteristik özlülüyün qiymətindən istifadə etməklə molekul kütləsini hesablayırlar. Çox hallarda tənliyindəki K sabiti polimerin molekul kütləsinin artması ilə azalır. Bunu belə izah etmək olar: polimer molekulları uzandıqca onların çəvikliyi artır və axında polimer molekullarının hərəkətinin xarakteri dəyişir.



Şəkil 26. Gətirilmiş özlülüyün polimerin qatılığından asılılığı

Makromolekulların qarşılıqlı təsirini və K sabitinin molekulun uzunluğundan asılı olaraq dəyişməsinə nəzərə alaraq hal-hazırda polimerlərin molekul kütləsini təyin etmək üçün Mark-Kuk-Xauvink tənliyindən geniş istifadə olunur:

$$[\eta] = KM^a \quad (16)$$

burada, K və a – verilən homoloji sıra və həlledici üçün sabit kəmiyyətlərdir. a kəmiyyəti məhlulda makromolekulun formasını xarakterizə edir və zəncirlərin çəvikliyi (elastikliyi) ilə əlaqədardır. a -nın qiyməti 0,5-1,0 intervalında olur. Yaxşı həlledicidə makromolekullar açılmış vəziyyətdə çəvik zəncirlər şəklində olur və məhlulların özlülülükləri böyük olur. Bu halda a -nın qiyməti kiçik olur. Pis həlledicidə makromolekullar bərk yumaq şəklində olur və məhlulun özlülüyü eyni qatılıqda kiçik olur.

Ümumi halda makromolekulun bərkliyi artdıqca, a vahidə yaxınlaşır ($a \rightarrow 1$). $a=1$ olduqda (16) tənliyi Ştau-

dingər tənliyinə çevrilir və gətirilmiş özlülük makromoleklun formasından asılı olmur.

Viskozimetrik üsulla təyin edilmiş molekul kütləsi orta ədədi və orta kütlə molekul kütlələrindən fərqləndiyindən, ona orta özlü molekul kütləsi deyilir.

Gellər və həlməşiklər

Kolloidlərin və polimerlərin mövcudluq formalarından biri maye və bərk hallar arasında keçid təşkil edən həlməşik halıdır. Kolloid məhlulların həlməşikləşməsi aqreqativ davamlılığın pozulması nəticəsində quruluş əmələ gəlməsidir. Həlməşikləşməyə məhlulun qatılığı, hissəciklərin və ya molekulların forması, temperatur, elektrolitlər və SAM təsir göstərir. YMB məhlulları ərimə temperaturundan bir qədər aşağıda müəyyən temperatur intervalında həlməşikləşir və əriyir (histerezis mövcuddur). Zollarda quruluşəmələgəlmə elektrolitlərin yalnız müəyyən qatılığında baş verir. YMB məhlullarının həlməşikləşməsini elektrolitlərin kiçik qatılıqları sürətləndirir. SAM-ın böyük qatılıqları həlməşikləşməyə mane olur, çünki onların iştirakında hissəciklər arasında əlaqə tam qırılır.

Quruluşlu sistemləri adlandırmaq üçün gel və həlməşik terminlərindən istifadə olunur. Gel və gələmələgəlmə liofob dispers sistemlərin (zolların, suspenziyaların) özlü dispers hala keçməsinə aid edilir. Gellər də zollar və suspenziyalar kimi heterogen, iki fazlı sistemlərdir. Polimer məhlullarının axmayan elastiki formaya keçməsini həlməşikləşmə və həlməşik anlayışları ilə ifadə edirlər. Polimerlərin həlməşikləri həm homogen (I növ), həm də heterogen (II növ) sistemlər ola bilər.

P.A.Rebinderin təsnifatına görə gellər dispers faza hissəciklərinin qarşılıqlı təsirlərinin xarakterinə görə iki

qrupa bölünür: 1) koaqulyasiyon quruluşlar; 2) kondensasiyon-kristallizasiyon quruluşlar .

Quruluşun dağılması dispers faza hissəcikləri arasında kontaktların qırılması, tiksotropiya isə mühitin mütəhərrikliyi və hissəciklərin Broun hərəkəti hesabına bu kontaktların yaranmasıdır. Bəzi hallarda sistemin quruluşunun əmələ gəlməsi mexaniki gərginlik hesabına baş verir. Bu hadisə reopeksiya adlanır.

Koaqulyasiyon quruluşlar dispers faza hissəciklərinin koaqulyasiyası zamanı əmələ gəlir. Belə quruluşlar yarandıqda hissəciklərin qarşılıqlı təsiri dispers mühit təbəqəsi vasitəsi ilə baş verir və Van-der-Vaals təbiətli olur.

Koaqulyasiyon quruluşlar az davamlıdır. Bu sistemlərdə dispers faza hissəcikləri arasında dispers mühit təbəqəsi olur. Bu təbəqə sistemə bir qədər plastiklik və ya hətta elastiklik verir. Dispers mühit təbəqəsi nazik olduqca, quruluş bir o qədər mexaniki möhkəm və kövrək olur.

Koaqulyasiyon quruluşların səciyyəvi xassəsi tiksotrop çevrilmə qabiliyyəti, yəni $gel \leftrightarrow zol$ izotermiki keçidi-dir. Bu hadisənin mahiyyəti xarici gərginliyin təsiri ilə gəlin hissəcikləri arasında əlaqələrin bərpasının güclənməsi və yenidən quruluş əmələ gəlməsidir. Gəllərin digər xassələrindən «sürünmə» qabiliyyətini – fəza quruluşu dağılmadan yavaş axmasını və sinerezisi – dispers mühitin sistemdən özbaşına ayrılması hesabına gəlin quruluşunun tədricən sıxlaşmasını qeyd etmək olar.

Koaqulyasiyon quruluşun əmələ gəlməsinin əsas şərti hissəciklərin səthinin qeyri-bircinsli olmasıdır, yəni hissəciklərin liofil səthində nisbətən liofob sahələrin mövcudluğu. Bu sahələrdə nöqtəvi kontaktlar – quruluşun ilk zvenosu yaranır. Əgər hissəciyin səthi tamamilə solvat təbəqəsi ilə örtülmüşsə davamlı kontaktlar yaranmır. Əgər

hissəcik tam liofob olarsa, onda onlar bütün səthləri ilə təmasda olur və dönməyən koaqulyasiya baş verir.

Əgər quruluşmələgəlmə amorf hissəciklərin iştirakında baş verirsə, belə quruluşlar kondensasiyon, kristal hissəciklərin iştirakında baş verirsə, bunlara kristallizasiyon quruluşlar deyilir.

Kondensasiyon-kristallizasiyon quruluşlar əsasən bərk dispers mühitli bağlı dispers sistemlər üçün xarakterikdir.

Kondensasiyon-kristallizasiyon quruluşlar (kövrək gellər) hissəciklər arasında kimyəvi rabitələrin əmələ gəlməsi, ya da bərk faza kristallarının bitməsi yolu ilə əmələ gəlir. Beləliklə, dispers faza hissəcikləri arasında bilavasitə faza kontaktları yaranır. Bu quruluşlar bərk və kövrəkdir, onlar şişmir və onlarda sinerezis baş vermir. Bu quruluşlar koaqulyasiyon quruluşlara nisbətən möhkəmdir, lakin onlar mexaniki dağılıqdan sonra özbaşına bərpa olmur. Bu səbəbdən belə sistemlərdə tiksotrop xassələr, həmçinin elastiklik və plastiklik olmur. Kondensasiyon quruluşun tipik nümayəndəsi silikat turşusunun gelidir. Tikinti materialları: sement, gips, əhəng bərkidikdə kristallizasiyon quruluşlar əmələ gətirir.

Liofob kövrək gellər qurudulduqda, yəni dispers mühit tam kənar edildikdə karkas saxlanılır. Qurudulmuş gellər – kserogellər maye ilə təmasda olduqda yenidən özünə maye hopdurur. Quru gellər yaxşı adsorbentlərdir.

Homogen polimer həlməşiklər ya xətti və şaxəli YMB məhlullarının həlməşikləşməsi, ya da YMB-nin şişməsi nəticəsində alınır. Hər iki halda həlməşiyin özülünü polimer zəncirlərindən ibarət olan karkas təşkil edir. Həlməşiklərdə quruluş elementləri arasında əlaqə hidrogen rabitələri, elektrostatik qarşılıqlı təsir və kimyəvi rabitələr ola bilər.

Polimerlərin homogen həlməşikləri elastik quruluşlara aiddir. Termodinamik nöqteyi-nəzərdən bu həlməşiklər bir fazalı tarazlıqda olan davamlı sistemlərdir.

Heterogen həlməşiklər koaservasiya nəticəsində tikilməyən polimer məhlulunun iki fazaya parçalanması zamanı yarana bilər. Bu zaman iki fazalı tarazlıqda olmayan sistem yaranır, məsələn, bu hadisə sistem böhran temperaturundan aşağı temperaturlara soyudulduqda baş verə bilər. Polimer həlməşiyin karkasını əmələ gətirir. Karkasın boşluqlarında isə dispers mühit yerləşir. Əgər həlməşiyin karkasını əmələ gətirən faza xassələrinə görə bərk cismə yaxındırsa, onda bütün sistem dönmə deformasiyaya qabildir.

Həlməşiyin növünü termomexaniki ayrılmanın və bəzi digər xassələrin xarakterinə görə təyin etmək olar. Çox vaxt qarışıq növlü həlməşiklərə rast gəlinir.

Elastik gəllər və həlməşiklər üçün sinerezis hadisəsi xarakterikdir. Bu proses hissəciklər və ya makromolekullar arasında əlavə kontaktların yaranması hesabına fəza quruluş torunun (karkasın) sıxlaşması ilə müşayiət olunur. Bu zaman həlməşik və ya gelin həcmi ilkin forma saxlanmaq şərtilə azalır. Termodinamik nöqteyi-nəzərdən sinerezis ifrat doymuş sistemdən yeni makrofazanın ayrılması hesabına sistemin Gibbs enerjisinin azalması ilə əlaqədardır.

Sinerezis dönməyən proses olub, həlməşik və ya gelin qocalmasını göstərir. Sinerezis prosesini temperaturun artması və mexaniki vibrasiyanın azalması sürətləndirir.

Həlməşiklərdə diffuziya və kimyəvi reaksiyaların bəzi xüsusiyyətləri maraqlıdır. Sulu həlməşiklərdə (suyun miqdarı 99%-ə qədər ola bilər) diffuziyanın sürəti təmiz sudakı kimidir. Diffuziyanın sürəti hissəciklərin ölçüsündən asılıdır.

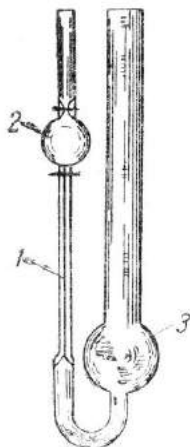
Həlməşiklərdə mayelərdən fərqli olaraq diffuziya prosesində qarışma və konveksiya cərəyanları olmur.

Həlməşiklərdə məhlullarda olduğu kimi müxtəlif kimyəvi reaksiyalar gedə bilər. Qarışma və konveksiya cərəyanlarının olmaması həlməşiklərdə gedən reaksiyalara səciyyəvi xarakter verir: həlməşiyin müxtəlif hissələrində reaksiyalar bir-birindən asılı olmadan gedə bilər.

İşin məqsədi. Viskozimetr vastəsilə məhlulda özüllüyün ölçülməsi və molekul çəkisinin təyini

Təcrübi hissə:

İş № 1. Aqar-aqar məhlulunda özülülüyün ölçülməsi



Şəkil 27. Ostvald viskozimetri.

Bu işi aparmaq üçün Ostvaldın kapilyar viskozimetrindən istifadə edilir (şəkil 27). Viskozimetrin sol dirsəyinə kapilyar (1) və içi boş kürə (2) lehirlənmişdir. Kürədən yuxarı və aşağıda nişan qoyulmuşdur. Cihazın dirsəyinə şüşə kran və ya sıxıcısı olan qısa rezin boru taxılır. Viskozimetrin sağ dirsəyi, aşağı hissəsində kürəciyi (3) olan geniş borudan ibarətdir.

Viskozimetri əvvəl xromlu qarışıq, sonra 2–3 dəfə adi su və nəhayət 3 dəfə distillə edilmiş su ilə yuduqdan sonra quruducu şkafda qurudurlar. Bundan sonra vis-

kozimetrin sağ dirsəyinə pipet vasitəsi ilə müəyyən miqdarda yoxlanılan maye yerləşdirilir. Maye o qədər olmalıdır ki, sol dirsəyi yuxarı nişana qədər doldurduqdan sonra aşağıdakı meniski kürəciyin (3) aşağı hissəsində olsun. Geniş istifadə olunan ölçüdəki viskozimetrlərə 5 ml maye tökülür. Viskozimetr su termostatına qoyularaq tam şaquli vəziyyətdə düzəldilir (şaqul ilə yoxlamalı). Termostat olaraq su ilə doldurulmuş qarışdırıcı, elektrik və ya qaz qızdırıcısı və termometri olan böyük kimya stəkanından istifadə etmək olar. Viskozimetri termostat elə salırlar ki, termostaddakı suyun səviyyəsi üstdəki nişandan 5–6 ml yuxarıda olsun. Ölçülməni aparmazdan əvvəl yoxlanılan maye, lazimi temperaturu almaq üçün cihazı 15–20 dəqiqə termostadda saxlayırlar.

Mayenin səviyyəsi üstdəki nişandan 2-3 mm hündürdə olmaq şərti ilə, rezin boru vasitəsi ilə viskozimetrin sol dirsəyinə sorulur. Sonra maye kapilyardan sakit axıdılır. Mayenin, iki menisk arasındakı məsafəni getdiyi vaxt saniyəölçənlə qeyd edilir. Viskozimetr elə seçilir ki, mayenin iki menisk arasındakı məsafəni getdiyi vaxt 60-dan 360 saniyəyə qədər olsun.

Ölçülmə zamanı maye menisklərinin fərqi ilə mayedəki sıxlığın hasilinə bərabər olan hidrostatik təzyiqlə altında axır. Mayeyə tətbiq edilən təzyiqlə təcrübə zamanı sabit olmur. Onun qiyməti aşağıdakı münasibətdən mümkün qədər dəqiq hesablanıla bilər.

$$p = H\rho \frac{h_1p + h_2p}{2}$$

burada p –təzyiqin orta fərqi: ρ –mayenin sıxlığı: h_1 –meniskin yuxarıdakı nişanın qarşısında olduqda

mayelərdəki səviyyələrin fəqri: h_2 –menisk aşağıdakı nişanın qarşısında olduqda maye səviyyələrinin fərqidir.

Ostvald viskozimetri kinematik özlüyünün təyində istifadə olunur. Yoxlanılan maye ilə təcrübə aparmaqdan əvvəl viskozimetrin sabitini təyin etmək lazımdır.

Viskozimetrdən çox vaxt dinamik özlüyü də təyin etmək üçün istifadə edilir. Bu halda yoxlanılan və standart mayelərin sıxlığı məlum olmalıdır, ya da ölçülməlidir. Mayeni viskozimetrin kapilyarından axıdan hidrostatik təzyiq həmin mayenin sıxlığı ilə düz mütənasib olduğuna görə

$$\frac{\eta_1}{\eta_0} = \frac{t_1 p_1}{t_0 p_0}$$

yazmaq olar.

Burada η_1, ρ_1 və t_1 –yoxlanılan mayenin dinamik özlülüyü, onun sıxlığı və axma müddəti: η_0, ρ_0 və t_0 standart maye üçün eyni göstəricilərdir.

Yoxlanılan mayenin təyin olunacaq dinamik özlülüyü aşağıdakı ifadəyə bərabərdir:

$$\eta_1 = \frac{\eta_1 t_1 \cdot p_1}{t_0 p_0}$$

Viskozimetrin sabiti:
$$C = \frac{v_0}{t_0} = \frac{\eta_0}{p_0 t_0}$$

buradan da:

$$\eta_1 = C t_1 \rho_1$$

Viskozimetrin sabitini təyin etmək üçün oraya özlülüyü məlum olan maye tökülür. Həmin mayenin viskozimetrdə axma müddəti beş dəfə ölçülür. Ölçülmələr arasındakı fərq 0.2 saniyədən artıq olmamalıdır. Axma müddətinin orta qiymətini təyin etdikdən sonra aşağıdakı münasibətə görə viskozimetrin sabitini hesablayırlar:

$$C = \frac{v_0}{t_0}$$

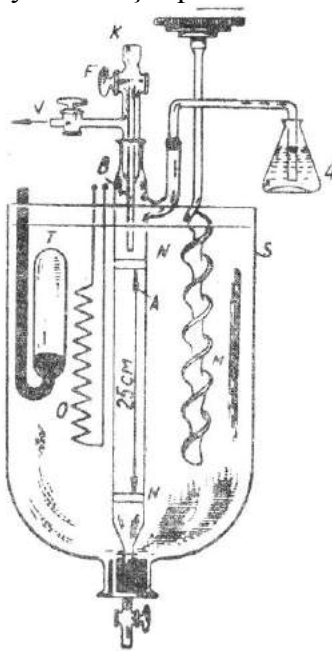
Beləliklə, viskozimetri kalibrlədikdən sonra mayeni bo.aldır, viskozimetri 3–4 dəfə distillə edilmiş su və ya müvafiq üzvi həlledici ilə (spirtlə, benzinlə) yuyaraq qurudurlar. Sonra viskozimetrə yoxlanılan maye töküb həmin temperaturda (və ya ona yaxın temperaturda) öyrənilən maye üçün də axma müddəti təyin edilir. Birinci dəfədə olduğu kimi, ölçülmələr arasındakı fərq 0.2 saniyədən artıq olmamalıdır. Viskozimetrin sabitini bildikdə mayenin özlülüyünü yuxarıdakı formula əsasən hesablayırlar.

Bu işi aparmaq üçün viskozimetri, temperaturu 35°C olan su ilə kalibrləyirlər ($\eta_{35} \text{H}_2\text{O} = 0.72$ santipuaza bərabərdir), sonra lazimi miqdarda quru aqar-aqarı isti suda həll edərək 0.05: 0.10: 0.20: $q/100 \text{ mm}$ qatılıqda dörd məhlul hazırlanır. Həmin məhlulların 35°C temperaturdakı sıxlığı və dinamik özlülüyünü təyin edirlər.

Məhlulların hamısını üçün nisbi, xüsusi və çevrilmiş özlülük hesablanır. Aqar-aqarın sudakı məhlulu üçün xarakterik özlülük hesablanmalıdır; bunun üçün çevrilmiş özlülüyün qatılıqdan asılılığını ifadə edən qrafik qururlar. Qrafikdə alınan düz xəttin koordinat oxları başlanğıcına tərəf davam etdirildikdə ordinat oxunda xarakterik özlülüyün qiymətinə bərabər olan hissə alınır.

İş № 2. Kürəcikli viskozimetr vasitəsi ilə polistirol məhlulunda özlülüyn təyini.

İşdə özlülüyn təyini 28-ci şəkildə təsvir edilmiş, düşən kürəcikli viskozimetrdə aparılır. Həmin cihaz, termostat kimi istifadə olunan geniş şüşə silindirdən *S* ibarətdir: termostatın içərisinə termolequlyator *T*, qızdırıcı spiral *O*, qarışdırıcı *M* və yoxlanılan maye ilə doldurulmuş uzun boru *A* salınmışdır. Boru, yuxarıdan, içərisindən nazik şüşə boru *B* keçən tıxacla qapanır: borunun kranı *V* olan yan deşiyi vardır. Boruyla, təcrübə zamanı yuxarıdakı *K* deşiyindən kiçik polad kürəciklər atılır.



Şəkil 28. Kürəcik üsulu ilə özlülüynü ölçmək üçün cihaz

Borunu yoxlanılan maye ilə doldurur və tıxacla qapayaraq silindrə (termostata) daxil edirlər (nazik borunun ucu silindirdəki mayenin səviyyəsindən 2–3 *sm* aşağıda olmalıdır). Nazik boruya kürəciyi salıb kranı F açır və kürəciyin iki *N,N* nişanları borunun bütün dairəsi boyu çəkilməlidir.

Boru, yoxlanılan maye ilə, kolbadakı L sifon vastəsi ilə doldurulur. Borunun aşağı ucundakı krana görə ölçülmədə eyni kürəcikdən istifadə etmək olar.

Düşən kürəcik üsulu yalnız özlülüyü nisbətən böyük olan mayelərdə istifadə olunduğundan ölçülmə mütləq yaxşı termostatda aparılmalıdır, çünki konveksiya hesabına temperaturu bərabərləşdirmək çətinləşir. Termostatdakı suyun və yoxlanılan mayenin temperaturu təcrübəyə qədər 30–40 dəqiqə müddətində sabit saxlanılmalıdır.

Özlülüyü aşağıdakı formulla hesablayırlar:

$$\eta_1 = \frac{2r^2}{9v} (\rho_1 - \rho_2)g$$

burada *r*–kürəciyin radiusu, *v*–kürəciyin düşmə sürəti, ρ_1 və ρ_2 kürəciyin və yoxlanılan mayenin sıxlığıdır.

İzah olunan üsul yalnız Stoks qanununun aşağıda göstərilən bütün şərtləri yerinə yetirildikdə tətbiq oluna bilər: 1) kürəcik sabit və az sürətlə düşür, bununla əlaqədar olaraq ölçülmə yalnız kürəcik 5 *sm*-dən az olmamaq şərti ilə məsafə getdikdən sonra aparılır, 2) kürəcik düz formalı olur, 3) borunu divarlarının kürəciyin düşməsinə təsiri olmamaq üçün onların arasındakı məsafə böyük olur (bunun üçün kürəciyin radiusunun borunun radiusuna olan nisbəti 0.1–dən az olmalıdır), 4) maye bircinsli olmalıdır.

Praktiki olaraq radiusu təxminən 1 *mm* olan polad kürəciklərdən istifadə etmək əlverişlidir. Belə kürəciyin sıxlığı 7.5–7.6 arasında olur.

Kürəciyin radiusunu 0.01 mm dəqiqliklə mikrometrlə ölçürlər.



Şəkil 29. Hava qabarcıqlarının qalxma sürətinə görə özlülüyü təyin edən cihaz.

Bərk kürəciklə yanaşı olaraq, özlülüyün ölçülməsində kürə şəklində olan maye və ya qaz qabarcıqlarından da istifadə etmək olar. 28-ci şəkildə hava qabarcıqlarının qalxma sürətini ölçməklə, özlülüyün təyini üçün A.Q.-Pasınskinin və A.İ.Rabinoviçin təklif etdikləri cihaz təsvir edilir. Yoxlanılan maye geniş sınaq şüşəsinə *A* tökülür. Bu sınaq şüşəsinin yan tərəfinə incə kapilyar ucu olan kranlı nazik boru *B* lehimlənmişdir. Boruya (*B*) rezin “armud” taxılır ki, bunun vasitəsilə də qabarcıqlar alınır. Kapilyar kifayət qədər incə olduqda çox kiçik və kürə şəkilli qabarcıqlar almaq mümkün olur. Qalxan qabarcığın ölçüsünü bilavasitə katetometr şkalası ilə təyin etmək olur, eyni zamanda katetometr vasitəsi ilə qabarcığın hərəkət sürətini də müəyyənləşdirirlər. Katetometr vintini şaquli istiqamətdə çevirərək təcrübəni bir neçə dəfə təkrar edirlər. Kürənin formasının düz olmamasından, borunun divarlarının təsiri və başqa bu kimi səbəblər ilə əlaqədar olan təcrübədəki səhvləri aradan qaldırmaq çətin olduğundan düşən (ya da qalxan) kürəli viskozimetrlərdən mütləq özlülüyün ölçülməsində yox, nisbi özlülüyün ölçülməsində istifadə et-

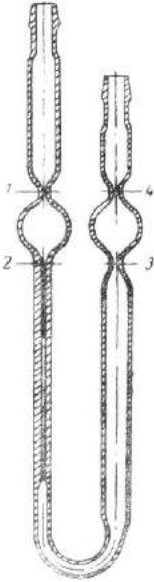
mək əlverişlidir. Bunun üçün özlülüyü η_x , sıxlığı ρ_2 olan, yoxlanılan mayedə kürənin düşmə sürəti v_2 və həmin kürənin özlülüyü η_1 , sıxlığı ρ_1 , olan standart mayedəki düşmə sürəti v_1 ölçülür. Axtarılan özlülük aşağıdakı formül ilə hesablanır:

$$\eta_x = \eta_1 \frac{(p-p_1)v_1}{(p-p_2)v_2}$$

İşi polistirolun toluolda 6,8, 10 və 12% -li məhlulları ilə aparılır. Bu məhlulların özlülüyü təyin edilir və özlülüynün qatılıqdan asılılığını ifadə edən qrafik çəkilir.

İş № 3. Kauçuk məhlullarında özlülüynün ölçülməsi.

Kauçuk məhlulunun özlülüynü Ubbelode viskozimet-rində ölçülür (şəkil 30) : bu viskozimetr, onun kapil-yarındakı təzyiqlər fərqi dəyişdirə bilən cihazla təmin edilmişdir. Viskozimetr, bir dirsəyinə kapilyar lehimlənmiş U-şəkilli borudan ibarətdir. Cihazın hər iki dirsəyinin yu-xarı hissəsində eyni səviyyədə tam bərabər həcmli genişlənmə vardır. Genişlənmələrin yuxarı və aşağı hissəsində girdə nişan vurulmuşdur. Ubbelode viskozimetrinin yuyulması, düzəldilməsi və termostatlaşdırılması birinci işdə olduğu ki-midir.

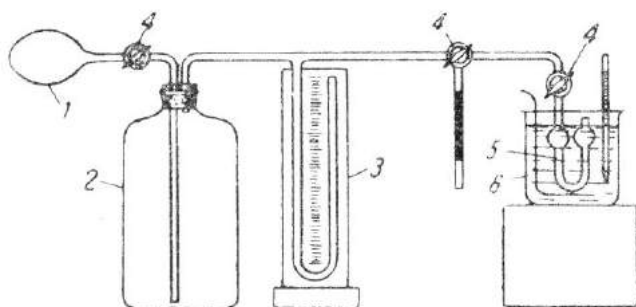


Şəkil 30. Ubbelode viskozimeri

Viskozimetrə pipetlə tam müəyyən həcmdə yoxlanılan maye tökülür. Mayenin miqdarı elə olmalıdır ki, onun yuxarı meniski 1 nişanının qarşısında, aşağı meniski isə 3 nişanının qarşısında olsun. Özlülüyü təyin etmək üçün mayenin axma müddəti ölçülür. Bunun üçün mayeni 1 nişanından 2–3 *mm* yuxarıda qaldırır və saniyəgəçən vasitəsi ilə mayenin 3 nişanından 4 nişanına qədər olan məsafənin qalxdığı müddəti qeyd edirlər.

Viskozimetr dinamik özlülüyün təyində istifadə edilir.

Viskozimetrdə mayenin bir dirsəkdən o biri dirsəyə axmasına səbəb xarici təzyiqdır. Ölçülən həcmnin birinci yarısı axdığı zaman cihazın içərisindəki maye səviyyələrinin fərqi xarici təzyiqə əlavə edilir, həcmnin ikinci yarısının axmasında göstərilən fərq isə xarici təzyiqdən çıxılır. Beləliklə, yoxlanılan maye stünunun hidrostatik təzyiqini nəzərə almamaq da olar.



Şəkil 31. Viskozimetrdə kapilyarın uclarında təzyiqlər fərqi yaradan qurğu

Xarici təzyiq 31-ci şəkildə göstərilən cihaza təzyiq yaradan mənbə (1) (əl nasosu, rezin “armud” və ya içərisindəki mayenin səviyyələri müxtəlif olan birləşmiş qablar), bufer şüşəsi (2) və təzyiqi ölçən su manometri (3) daxildir. Təzyiq mənbəyi viskozimetrin kapilyar olan dirsəyinə birləşdirilir.

Hava buraxmamaq üçün qurğunun bütün bəndləri sıx və möhkəm olmalıdır. Təcrübədən əvvəl cihazın kəmətikliyi yoxlanılır. Bunun üçün cihazı viskozimetrlə birləşdirən kranı (4) bağlayaraq işdə istifadə olunacaq maksimal təzyiq yaradılır. Təzyiqi monometrlə ölçdükdən sonra cihazı təzyiq mənbəyindən ayırır və 20 dəqiqə müddətində monometrin göstərməsini müşahidə edirlər. Temperatur sabit olduqda manometrdə meniskin vəziyyəti dəyişməməlidir. Şübhəli yerlərə sabunlu su sürtməklə buraxmasını yoxlamaq olar. Hava çıxan yerlərdə qabarcıqlar əmələ gəlir.

Ölçülmə texnikası belədir: cihaz viskozimetrdən ayrılır və cihazda lazimi təzyiq (və ya seyrəklik) yaradılır: təzyiqi ölçdükdən sonra cihazı təzyiq mənbəyindən ayırırlar. Havanı sormaqla viskozimetrdə maye yuxarıdakı nişandan 2–3 *mm* hündürlüyə qalxır, bundan sonra viskozimetri cihazla birləşdirib saniyəölçənlə

ikinci dirsəkdən, genişlənmənin aşağı nişanından yuxarı nişanına qədər dolması vaxtı ölçülür. Həm viskozimetr, həm də təzyiq elə seçilməlidir ki, genişlənmənin dolma müddəti 120–360 saniyə olsun.

Yoxlanılan maye ölçülmədən əvvəl viskozimetr, özlülüyü məlum olan maye ilə kalibrələnir. Puazeyl tənliyindən məlumdur ki,

$$\eta_0 = Cpt \quad \text{ya da} \quad C = \frac{\eta_0}{pt}$$

* Maye təzyiqlər fərqinin təsiri nəticəsində axdığına görə, təzyiq yaradan cihaz əvəzinə viskozimetrə seyrəklik yaradan cihaz da birləşdirə bilər. Bu cihaz viskozimetrin o biri dirsəyinə birləşdirilir. Seyrəklik, aspirator, su nasosu və ya Komovski nasosu vasitəsilə yaradılır. Viskozimetr ilə seyrəklik mənbəyi arasında kranlı bufer şüşəsi və differensial su manometri yerləşdirilir.

burada η_0 –kalibrələnmiş mayenin özlülüyü: p–təcrübə aparılan təzyiq (və ya seyrəklik –cm su sütunu ilə): y–nişanlar arasındakı qəbuledici genişlənmənin saniyələrlə dolma müddəti: C–viskozimetr sabitidir.

Kalibrələnmə iki təzyiq şəraitində üç dəfə aparılır. Kalibrələnmədən sonra viskozimetrdən standart maye boşaldılır, təmiz yuyulur və qurudulur. Sonra viskozimetri yoxlanılan maye ilə üç dəfə qəbuledicinin dolma müddətini və təzyiqi ölçülür. Viskozimetr sabitini bildikdə, yuxarıdakı formul üzrə özlülük hesablanır.

İşi aparmaq üçün təbii kauçukun benzolda 0.05: 0.2: 0.8%-li məhlulunu hazırlayırlar. qatılığın dəyişməməsi üçün məhlulları buxarlanmadan qoruyurlar. 20⁰ temperaturda benzolun və hazırlanmış məhlulların özlülüyünü ölçürlər.

Təcrübəni 10, 20, 40 və 60 *sm* su sütunu ilə ölçülən dörd təzyiqdə aparırlar.

Məhlullar və təzyiqin dörd qiyməti üçün nisbi özlülük hesablanır (η_0 —benzolun özlülüyüdür). Alınan nəticələri–nisbi özlülüyün təzyiqdən asılılığını ifadə edən qrafik şəklində göstərilər. Məhlullardan hansının Nyuton tənliyinə tabe olmasını qeyd etmək lazımdır.

İş № 4. Viskozimetriya üsulu ilə poliizobutilenin molekul çəkisinin təyini

Özlülüyün ölçülməsi Ubbelode viskozimetrində aparılır. Molekul çəkisi 10 000-dən yüksək olmayan poliizobutilen nümunəsini heksanda, benzolda və ya başqa müvafiq həlledicidə həll edirlər. Polimerin 0,05: 0,1: 1,2 və $0.3 \frac{\tau}{100 \text{ ml}}$ qatılıqda dörd məhlulu hazırlanır.

Həm həlledicinin, həm də məhlulların 20⁰-də özlülüyü ölçülür. Nyuton tənliyinin tədbiq oluna bilməsini yoxlamaq üçün (özlülüyün anomallığı olmadığı halda) məhlulların özlülüyünü üç cür təzyiqdə ölçürlər.

Xüsusi özlülüyü hesablayaraq Ştaudinker tənliyinin köməyi ilə axtarılan molekul çəkisini tapırlar. Bunu, dörd məhlulun hərəsi üçün edirlər. Özlülüyün anomallığı olmadıqda alınan nəticələr məhlulun qatılığından asılı olmalıdır.

İş № 5. Nişasta və metilsellüloza məhlulu suspenziyalarının özlülüyünə qızdırılmanın təsiri

İş, nişastanın 5%-li suda suspenziyası və ya metilsellülozanın 1,5%-li suda məhlul ilə aparılır. Həmin mad-

dələri soyuq suda həll edirlər. Özlülüyü Ostvald və ya Ubbelode viskozimetrində ölçürlər.

Temperatur dəyişildikdə hər iki sistemin özlülüyü kəskin dəyişilir: mayenin axma müddəti 100–360 saniyə arasında olması üçün müxtəlif en kəsikli kapilyarı olan iki viskozimetrdən istifadə etmək lazımdır.

Özlülüyü, 20⁰-dən başlayaraq, hər 5–10⁰-dən bir, metil selluloza məhlulu üçün 45⁰-yə qədər, nişasta suspenziyası üçün 50⁰-yə qədər ölçürlər. Bu temperaturlardan yüksək temperaturalarda metilselluloza üçün 55⁰-yə qədər, nişasta üçün, 60⁰-yə qədər özlülük hər 3⁰-dən bir ölçülür.

Temperatur artdıqca məhlulların özlülüyü əvvəl azalır, müəyyən minimuma çatdıqdan sonra isə artır. Temperatur yüksəldikcə nişasta suspenziyasında özlülüyün artması nişasta dənələrində qılafın və nişastanın xeyli şişməsi ilə izah olunur ki, bu da öz bövbəsində həll olmuş maddədə həcmnin böyüməsinə səbəb olur.

Metilselluloza məhlulunda özlülüyün artması həmin maddənin həll olmasını təmin edən oksonium birləşmələrinin dağılması ilə əlaqədardır. Metilsellulozanın həll olması azaldıqda o, məhluldan ayrılaraq yüksək dispersli suspenziya əmələ gətirir. Əmələ gəlmiş suspenziyada strukturlaşma hadisəsi gedir və bu da özlülüyü artırır.

Ölçülmənin nəticələrini özlülüyün temperaturdan asılılığını göstərən qrafiklə təsvir edirlər.

Nişastanın çirisləşmə, metilsellulozanın isə kimyavi çevrilmə temperaturunu qeyd edirlər.

Yoxlama sualları

1. YMB məhlullarının xassələrinə müxtəlif amillərin təsirini izah edin.

2. YMB məhlullarında şişmə, şişmə təzyiqinin təyin edin.
3. YMB məhlullarında şişmənin miqdari meyarı və şişmə dərəcəsi nədir?
4. YMB məhlullarının özlülüyü və gətirilmiş özlülüyün asılılığını ifadə edin.
5. Polimer məhlulların nisbi özlülüyü və xüsusi özlülüyün ifadə olunur.
6. Həlməşiklər, kolloid məhlulların həlməşikləşməsi prosesini izah edin.
7. Gel əmələgəlmə prosesini izah edin.

Əlavələr

Cədvəl 1

Hava ilə sərhdəddə suyun səthi gərilməsi

$t, ^\circ\text{C}$	$\sigma, 10^3, \text{C/m}^2$	$t, ^\circ\text{C}$	$\sigma, 10^3, \text{C/m}^2$
14	73,64	23	72,28
15	73,49	24	72,13
16	73,34	25	71,97
17	73,19	26	71,82
18	73,05	27	71,66
19	72,90	28	71,50
20	72,75	30	71,18
21	72,59	50	67,91
22	72,44	100	58,85

Cədvəl 2

20⁰-də hava ilə sərhdəddə bəzi mayelərin səthi gərilməsi

Maye	Səthi gərilmə, σ 10^3C/m^2	Maye	Səthi gərilmə, σ 10^3C/m^2
Benzol	28,9	Karbon-4-sulfid	32,3
Dietil efiri	17,0	Xloroform	27,1
Civə	~500	Etil spirti	22,3

Cədvəl 3

**Ağac kömürü səthində qazların adsorbsiyanın onların
fiziki xassələrindən asılılığı**

Qaz	Molyar kütlə, q/mol	Qaynama temperaturu, K	Böhran temperaturu, K	15 ⁰ C-də 1 qram kömürlə adsorbsiya olunmuş qazın həcmi (sm ³)
SO ₂	64	263	430	379,7
NH ₃	17	240	405	180,9
N ₂ O	44	183	309	54,2
C ₂ H ₂	26	189	308	48,9
CO ₂	44	195	242	47,6
CO	28	81	134	9,3
N ₂	28	77	126	8,0
H ₂	2	20	33	4,7

Ə D Ə B İ Y Y A T

1. Əhmədov E.İ. Kolloid kimya. Bakı, 2007, 274s.
2. Mirzai C.I., Muradxanlı V.Q. Kolloid kimya. Bakı, 2011,372s.
3. Hukin E.D., Perüev A.V., Amelina E.A. Kolloidnaə ximiə. M. : Vıss. şk., 2007.443 c.
4. Şiləeva L.P., Sudakova N.N., Belousova V.N., Minakova T.S., Mamontov Q.V. Praktičeskie rabotı po kolloidnoy ximii : uceb. posobie. – Tomsk : İzdatelġskiy Dom Tomskoqo qosudarstvennoqo universiteta, 2015. – 244 s.
5. Verejnikov V.N. İzbrannie qlavı kolloidnoy ximii. Voronej : İPÜ Voronej. un-ta, 2011. -187 s.
6. Praktikum po kolloidnoy ximii / pod red. V.Q. Kuliçixina. M. : Vuzovskiy ucebNIK: İNFRA-M, 2012.- 288 s.
7. Pisġmenko V.T., Kalökova E.N. Dispersnie sistemı Ç. 2. Kolloidno-dispersnie sistemı: ucebnoe posobie / V.T. Pisġmenko, E.N. Kalökova. – Ulġənovsk: UIQTU, 2005.- 157s.
8. A.A.Abramzon . Emulsii.2012.q. Moskva. 447c.
9. Qelman.M.İ. Kovaleviç.O.V, Östratov V.P. « Kolloidnaə Ximiə» İzdatelstvo «Lang» 2010.- 336s.
10. Voöükiy S.S. Kurs kolloidnoy ximii. M.: Ximiə, 1984.- 543s.
11. Summ B. D. Osnovı kolloidnoy ximii : uceb. Posobie dlə stud. vıss. uceb. Zavedeniy B. D. Summ. — 2-e izd., ster. - M. : İzdatelskiy üentr «Akademiə», 2007. -240 s.
12. Fridixsberq D.A.Kurs kolloidnaə ximə.-L.Ximiə,1995.-385 c
13. Praktikum po kolloidnoy ximii. Pod red. İ.S.Lavrova-M: Vıssaə.şk.,1983.-120 s.
14. Alxazov.T.H, Əcəmov.K.Y.,Lisovski.,A.Y. Fiziki və kolloid kimyadan praktikum.Bakı-1986.-267s.
15. Putilova İ.N. Kolloid kimyadan praktikum. Bakı-1964.-319 s

16. Voöükiy S. S. Kurs kolloidnoy ximii /S. S.Voöükiy, - M.; Xi- miə, 1976.-512c.
17. Malaxova A. Ə. Praktikum po fiziçeskoj i kolloidnoy ximii. A. Ə Malaxova,- Minsk: Vişşəə şkola, 1974.-304c.
18. Balezin S. A., Parfenov Q. S. Osnovi fiziçeskoj i kolloidnoy ximii, M., Prosvehenii e, 1964.- 440 c
19. Dispersnie sistemi: Metod. ukaz./ Sost. İ.V. Letenkova, – Velikiy Novqorod, 2014. – 83s.