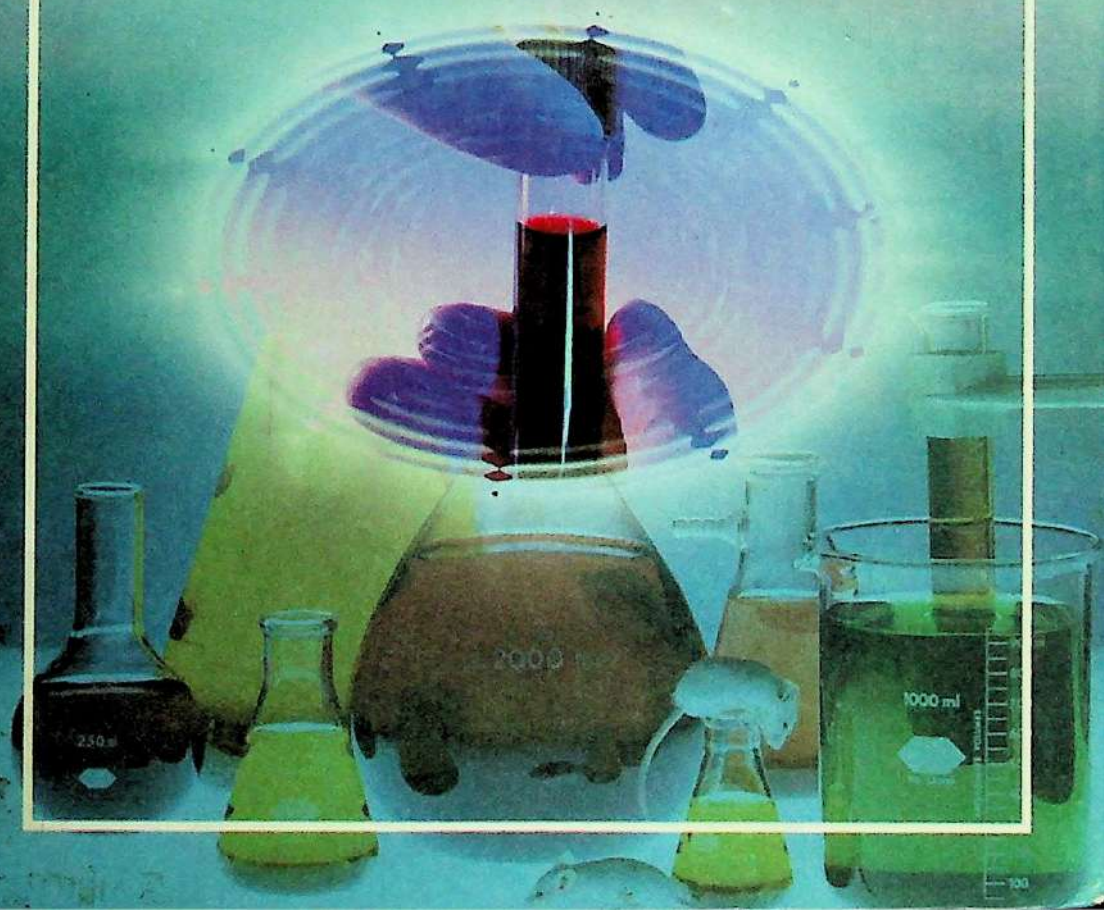


20/1
**T. DO'STMURODOV, A. NORQULOV,
T. OTAQO'ZIYEV**

FIZIK VA KOLLOID KIMYODAN LABORATORIYA ISHLARI



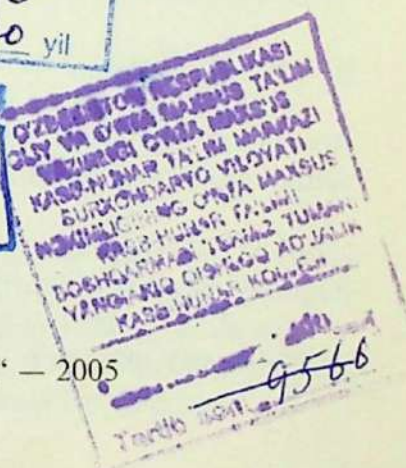
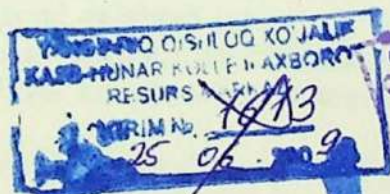
O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS
TA'LIM VAZIRLIGI

O'RTA MAXSUS, KASB-HUNAR TA'LIMI MARKAZI

T. DO'STMURODOV, A. NORQULOV,
T. OTAQO'ZIYEV

FIZIK VA KOLLOID KIMYODAN LABORATORIYA ISHLARI

Kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma



"M. ZIYO" — 2005

— ishda foydalaniladigan asboblarning tuzilishi, sxemasi, kerakli kimyoviy idishlar hamda reaktivlar ro'yxati hamda hisobot tuzish tartibi bilan tanishish;

— tajribani bajarish;

— ish yuzasidan hisobot yozish;

— nazorat savollariga javob berish lozim.

Bulardan tashqari o'quvchilar laboratoriya ishlarini bajarayotganlarida xavfsizlik texnikasi qoidalariga qat'iy rioya qilishlari talab etiladi.

Ushbu qo'llanma fizik va kolloid kimyo fanidan o'zbek tilida yozilgan dastlabki kitoblardan biri bo'lgani uchun, ayrim kamchiliklardan xoli emas. Shu sababli mualliflar qo'llanma to'g'risidagi fikrlar va mulohazalaringizni mamnuniyat bilan qabul qiladilar.

1-BO'LIM. FIZIK KIMYO

I BOB | MODDALAR AGREGAT HOLATINING MOLEKULAR—KINETIK NAZARIYASI

Tashqi sharoit (harorat va bosim)ga qarab har bir modda gazsimon, suyuq, qattiq va plazma holatida bo'lishi mumkin. Agregat holat ikki omil:

- molekulalararo o'zaro ta'sir kuchlari;
- issiqlik harakatining kinetik energiyasi bilan tavsiflanadi.

Plazma holatidagi modda musbat zaryadlangan elektronlardan tashkil topgan bo'ladi.

1-laboratoriya ishi. Gazsimon moddalarning molekular massasini aniqlash

Gazlarning molekular massasini aniqlash uchun Avogadro qonunidan foydalaniladi. Bu qonunga muvofiq *bir xil harorat va bir xil bosimda olingan teng hajmdagi har qanday gazda molekulalar soni o'zaro teng bo'ladi*. Har xil gazlarning 1 molidagi molekulalar soni bir xil bo'lganligi uchun teng hajmda bir xil sharoitda olingan ikki gazning massasi bir-biriga nisbatan ularning molekular massasini ifodalaydi.

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{M_1}{M_2}, \quad (1.1)$$

bu yerda: m_1 va m_2 — teng hajmdagi gazlar massasi; M_1 va M_2 — gazlarning molekular massasi.

Birinchi gazni ikkinchi gazdan necha marta og'irligini ko'rsatuvchi nisbat ($\frac{m_1}{m_2}$) birinchi gazning ikkinchi gaz bo'yicha zichligini ifodalaydi va ρ bilan belgilanadi, ya'ni:

$$\rho_{nisb} = \frac{M_1}{M_2}, \quad (1.2)$$

bu yerda: ρ_{nisb} — biror gazning ikkinchisiga nisbatan zichligi (1.2) formuladan $M_1 = M_2 \cdot \rho_{nisb}$, ya'ni birinchi gazning molekular massasi ikkinchi gazning molekular massasi bilan uning zichligining

ko'paytmasiga teng. Har qanday gazning bir moli normal sharoit (273 K va 101325 Pa)da $22,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ hajmni egallaydi. Bu kattalik normal molekular hajm deyiladi. Normal sharoit (V_0, T_0)da gaz hajmining massa (m) sonini bilgan holda, quyidagi nisbatga muvofiq gazning mol massasini aniqlash mumkin.

$$M : 22,4 = m_0 : V_0; \quad M = \frac{22,4 \cdot 10^{-3} m}{V_0}. \quad (1.3)$$

Gazning massasi (m) ni tajriba yo'li (tortish orqali) bilan, hajmi V_0 esa quyidagi nisbat bo'yicha topiladi.

$$V_0 = \frac{P_1 V_1 T_0}{T_1 P_0} \quad (1.4)$$

bu yerda: V_1 — gaz bilan to'ldiriladigan kolbaning hajmi;

T_0 — 273 K; $R = 101325 \text{ Pa}$; $T_1 = t + 273$; P_1 — barometr

bo'yicha bosim; t — tajriba bajarilayotgan paytdagi harorat.

Yo'l qo'yilgan xato quyidagi formula bo'yicha foizlarda aniqlanadi:

$$K = \frac{(M_t - M_n) 100}{M_n}, \quad (1.5)$$

bu yerda: M_t — molekular massaning topilgan qiymati; M_n — molekular massaning nazariy qiymati.

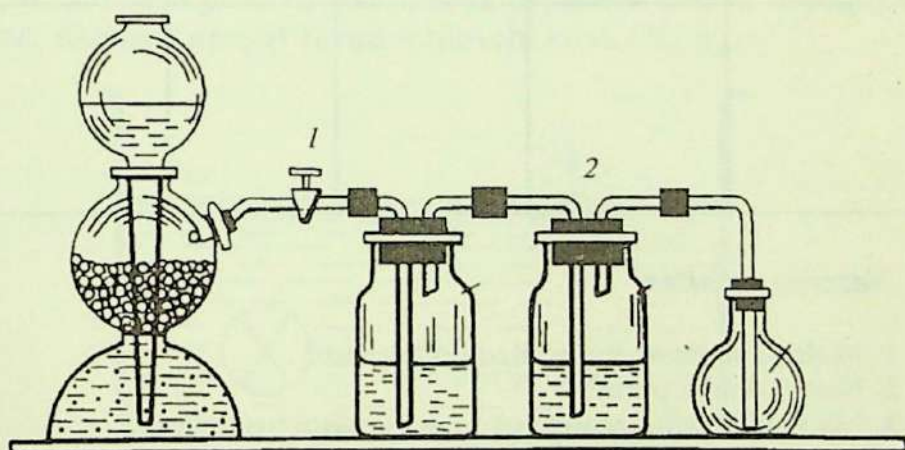
Asbob va reaktivlar. Kipp apparati, 250 ml hajmli kolba; uy termometri; barometr; marmar bo'laklari; xlorid kislota; natriy gidrokarbonat eritmasi; konsentrlangan sulfat kislota.

Ishni bajarish. Buning uchun 1- rasmda ko'rsatilgandek asbob yig'iladi. Kipp apparatining o'rta qismiga marmar bo'laklari solinadi va gaz o'tkazuvchi nayli tiqin bilan yaxshilab bекitiladi, nayga jo'mrak o'rnatilgan bo'lib, u berk holatda bo'ladi. Voronka orqali yuqoridan xlorid kislota quyiladi. Kipp apparati idishlar 1/2 ga ulangan. Idish 1 ning 1/3 hajmigacha natriy gidrokarbonat eritmasi, idish 2 ga esa shuncha hajmda konsentrlangan sulfat kislota quyiladi.

Uglerod (IV) oksid birinchi idish orqali o'tganda xlorid kislota qoldiqlaridan tozalanadi, ikkinchi idishda nami yo'qolib quriydi. Shu tariqa tozalanagan va quritilgan uglerod (IV) oksid kolbaga yig'iladi. Uning massasi, hajmi, harorati va bosimi aniqlangandan keyin molekular massasi hisoblab chiqariladi. Ish quyidagi tartibda

olib boriladi. Quruq va toza 250 sm³ hajmli kolba olib, uning og'zi rezina tiqin bilan berkitiladi. Kolbani tiqin bilan birga taroziga qo'yib, og'irligi aniqlanadi. Rezina tiqinning pastki sirti kolbaning qaysi yerida turgani shishaga yozadigan qalam bilan belgilab qo'yiladi. Gaz keladigan naycha uchini kolbaning tubiga qadar tushirib, Kipp apparat jo'mragi ochiladi va 2—3 minut davomida uglerod (IV) oksid gazi yuboriladi, kolbani gazga to'ldiriladi. Kolbani to'ldirishda gazni shunday tezlik bilan o'tkazish kerakki, yutgich idishlar orqali o'tayotgan gaz pufakchalari sonini sanash mumkin bo'lsin. Agar kolbaga gaz juda tez yuborilsa, gaz yaxshi tozalanmay kolbaga CO₂ bilan birga havo aralashmasi yig'iladi.

Kolba CO₂ ga to'ldirilgandan keyin uning og'zini dastlabki rezina tiqin bilan berkitiladi. Tiqinning pastki sirti kolbadagi belgiga yetishi kerak. Kolbani CO₂ bilan birga, 0,01 g anqlik bilan tortib, og'irligi (m_1) topiladi. Kolba CO₂ ga to'lganligiga batamom ishonch hosil qilish uchun kolbaga yana 5 min davomida CO₂ oqimi yuboriladi va yana tortiladi (m_2). Aniqlangan ikkala natija bir-biriga teng bo'lsa, kolbani gaz bilan qayta to'ldirishga zaruriyat bo'lmaydi. Agar og'irliklar orasida farq bo'lsa, to'ldirish ishi takrorlanadi. Laboratoriyadagi mavjud barometr bilan o'lchangan bosim va termometr ko'rsatgan harorat yozib olinadi. Uglerod (IV) oksidning tajriba sharoitidagi hajmi aniqlanadi. Buning uchun kolba bo'g'ziga chizilgan belgiga qadar suv bilan to'ldiriladi. So'ngra suvni kolbadan o'lchov silindriga qo'yib, suvning hajmi topiladi. Bu hajm uglerod (IV) oksid hajmiga tengligi ma'lum. 1 m³ havoning



1- rasm. Gazsimon moddaning molekular massasini aniqlash uchun qurilma.

og'irligi 1,29 kg ligini e'tiborga olib, kolbadagi havoning og'irligi (m_3) hisoblab topiladi. Kolbadagi karbonat angidrid gazining og'irligi quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$m_{\text{CO}_2} = m_2 - (m_1 - m_3).$$

Karbonat angidridning molekular massasini yuqorida keltirilgan formuladan foydalanib, olingan qiymatlarga asosan hisoblanadi. So'ngra nazariy topilgan qiymatga nisbatan qilingan ishning xatosi foiz hisobida topiladi. Buning uchun normal sharoitda 1 l vodorodning og'irligi 0,09 g ga tengligini bilgan holda, kolba hajmidagi vodorodning og'irligi (m_4) hisoblab topiladi. So'ngra

formuladan foydalanib $\left(D_n = \frac{m_{\text{CO}_2}}{m_4} \right)$ karbonat angidridning vodorodga nisbatan zichligi aniqlanadi.

Karbonat angidridning molekular massasini $M = 2 \cdot D$ formula bo'yicha hisoblanadi. Nisbiy xatolik topilgan qiymatlarga

asoslanib foizda aniqlanadi, ya'ni $\frac{M_{\text{nazar}} - M_{\text{tajr}}}{M_{\text{nazar}}} \cdot 100\%$ bo'ladi.

Natijalar quyidagi jadvalga yoziladi.

Kolbaning havo bilan birgalikdagi massasi m_1	Kolbaning CO_2 bilan birgalikdagi massasi m_2	Tajriba sharoitidagi kolba hajmi V_1	Bosim p_1	Tajriba paytidagi harorat $^{\circ}\text{C}$

? *Nazorat savollari*

1. Molekular massa nima bilan ifodalanadi?
2. Nisbiy zichlik nima?
3. Normal sharoit deganda qanday sharoitni tushunasiz?
4. Molyar hajm nima va u nimaga teng.
5. Gazning mol massasi qanday topiladi?

6. Gazning molekular massasini aniqlash asbobi qanday tuzilgan?
7. Normal sharoitda 2 g vodorod, 17 g vodorod sulfid, 3,5 g xlor, 2,4 g ozon qanday hajmni egallaydi?

2- laboratoriya ishi. Sirt taranglik va uni o'lchash usullari

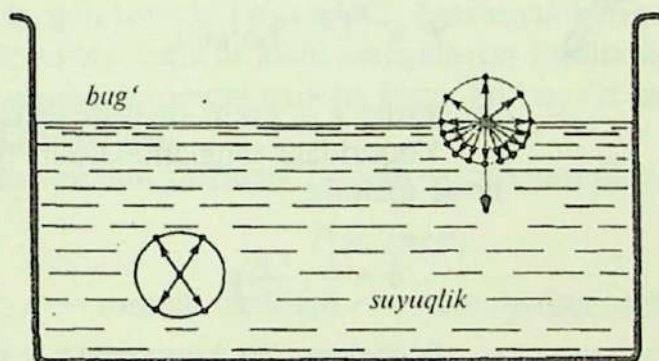
Suyuqliklarning sirtqi qatlami fizik-kimyoviy xossalari jihatidan ichki qatlamdan farq qiladi. Ichki qatlamdagi molekulalarning har biriga tevarak atrofdagi molekulalar bir xil tortilish kuchi bilan ta'sir qiladi. Shuning uchun suyuqlikdagi ichki molekulalarning kuchlanish maydoni simmetrik ravishda to'yingan bo'lib, molekulalararo ta'sirda bir xil ta'sir etuvchi kuchlar nolga tengdir (2- rasm).

Suyuqlikning sirtqi qatlamidagi molekulalarga faqat suyuqlik tarafidagi molekulalarning tortilish kuchlari ta'sir ko'rsatadi, suyuqlik tashqarisidagi ta'sir kuchlari juda kam bo'lib, ularni hisobga olmasa ham bo'ladi. Natijada bir xil ta'sir etuvchi kuchlar nolga teng bo'lmaganligi uchun, ular pastga yo'nalgan bo'ladi. Suyuqlik sirtidagi molekulalar, suyuqlik ichiga tortuvchi kuchlar ta'siri ostida bo'lib, har qanday suyuqlik sirti qisqarishga intiladi. Sirtqi molekulalarda to'yinmagan va sarflanmagan kuchlar ortiqcha bo'lganligi uchun, u ortiqcha sirtqi energiya manbayi hisoblanadi va u ham kamayishga intiladi.

Suyuqlikning sirtqi energiyasi shu muhit chegarasida miqdoran solishtirma sirt energiyasi yoki sirt taranglik δ bilan xarakterlanadi:

$$\delta = A/S = J/m^2 = N \cdot m/m^2 = N/m, \quad (1.6)$$

bu yerda: A — suyuqlik sirtini 1 m^2 oshirish uchun sarflanadigan ish (J) yoki sirt yuza (S) uzunligiga ta'sir etuvchi va suyuqlikni imkon darajada qisqartirishga intiluvchi kuch (N/m).



2- rasm. Sirtqi va ichki qatlamdagi molekulalarning tevarak-atrof molekulalari bilan o'zaro ta'siri.

Suyuqlikda eritilgan moddalar, uning sirt tarangligi qiymatini o'zgartiradi.

Suyuqliklarning sirt tarangligini kamaytiruvchi moddalarga **sirt-aktiv moddalar** deyiladi. Spirtlar, sovun, oqsil moddalar suvga nisbatan sirt-aktiv moddalar hisoblanadi.

Suyuqliklarning sirt tarangligini oshiruvchi moddalarga **sirt-noaktiv moddalar** deyiladi. Suvning sirt tarangligini mineral kislotalar, ishqorlar va ayrim noorganik tuzlar oshiradi.

Sirt taranglikni o'lchashning bir necha usullari bo'lib, ulardan **kapillar ko'tarilish stalagmometrik va Rebinder** usullari ko'p qo'llaniladi.

Stalagmometr usuli (yunonchadan *Stalagma* — tomchi) berilgan hajm suyuqlikdan hosil qilingan tomchilar (tomchilar shaklida uning erkin tushishi) va sirt tarangligiga bog'liqligiga asoslangan. O'lchov olib boriladigan asbobga stalagmometr deyiladi (3- rasm). U tomchilatgich ko'rinishida bo'lib, ikkita belgi 1 va 2 ga ega, ular bo'yicha tomchilar soni hisoblanadi. Stalagmometrning kengaygan qismidan kapillarga o'tiladi va pastki qismi bir xil tomchilar hosil bo'lishi uchun kengaytirib tekislangan. Uzilgan momentidagi tomchining og'irligi P sirt tarangligi δ ga proporsional bo'ladi:

$$P = k \delta, \quad (1.7)$$

bu yerda: k — stalagmometr koeffitsienti.

Agar tekshirilayotgan, zichligi ρ bo'lgan V hajmidagi suyuqlikdan n tomchi oqib tushsa, unda tomchi og'irligi

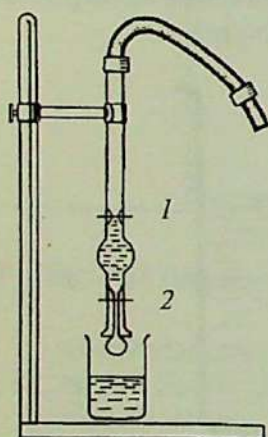
$$P = \frac{V\rho g}{n} \text{ bo'ladi,} \quad (1.8)$$

bu yerda: g — erkin tushish tezlashuvi.

Yuqoridagi tenglamalardan quyidagini hosil qilamiz.

$$\delta = \frac{1}{k} \cdot \frac{V\rho}{n} g. \quad (1.9)$$

Stalagmometr konstantasi k ni hisoblash uchun (1.9) tenglama suv (standart suyuqlik) uchun quyidagicha yoziladi:



3- rasm.
Stalagmometr.

$$\delta_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{1}{k} \frac{V_{\text{H}_2\text{O}} S_{\text{H}_2\text{O}}}{n_{\text{H}_2\text{O}}} \quad (1.10)$$

(1.9) tenglamani (1.10) ga bo'lib, quyidagini hosil qilamiz:

$$\frac{\sigma}{\sigma_{\text{H}_2\text{O}}} = \frac{\rho n_{\text{H}_2\text{O}}}{\rho_{\text{H}_2\text{O}} n},$$

undan $\delta = \delta_{\text{H}_2\text{O}} \frac{\rho n_{\text{H}_2\text{O}}}{\rho_{\text{H}_2\text{O}} n}$ kelib chiqadi, (1.11)

bu yerda: δ , n lar tajribadan aniqlanadi; $\delta_{\text{H}_2\text{O}}$, $\rho_{\text{H}_2\text{O}}$, ρ — tajribaning muayyan harorati uchun jadval ma'lumotlari.

1- tajriba. Suyuqliklarning sirt tarangligini stalagmometr usulida aniqlash

Asbob va reaktivlar. Stalagmometr; metall shtativ; 4 ta 100 ml hajmli stakanlar; rezina so'rg'ich metil, etil va amil spirtlarning 1 %li eritmalari.

Ishning maqsadi. Sirt tarangligi δ_0 ma'lum bo'lgan suvning tomchilari soni n ni va tekshirilayotgan sirt tarangligi δ_x bo'lgan suyuqlikning tomchilar soni (n_x) ni hisoblash.

Ishni bajarish. Bu usul oddiy va tez bajarilgani uchun kimyo laboratoriyalarida ko'p qo'llaniladi. Bu usul, asosan, naychadan tomchilab tushayotgan suyuqlik tomchisi massasini aniqlashga asoslangan. Kapillardan tushayotgan tomchining og'irligi kapillar diametriga va sirt tarangligiga bog'liq. Sirt tarangligi katta bo'lgan suyuqliklar og'ir tomchi hosil qiladi. Agar suyuqlikning sirt tarangligi kichik bo'lsa, tomchi kichikligidayoq kapillardan uzilib tushadi, shuningdek tomchi qancha katta bo'lsa, sirt tarangligi ham shuncha katta bo'ladi.

Bu usul uchun quyidagi ifodani yozish mumkin:

$$P = 2\pi r \sigma, \quad (1.12)$$

bu yerda: P — tomchi og'irligi; r — tomchining uzilish paytidagi radiusi.

Tomchi radiusini o'lchash qiyin, suyuqlikning sirt tarangligini aniqlash uchun esa uning tomchilari sonini (og'irligi), sirt tarangligi

ma'lum bo'lgan ikkinchi suyuqlikning tomchilar soni (og'irligi) bilan solishtiriladi. Buning uchun ikkala suyuqlik, kamida uch marta bir kapillar orqali tomchilab o'tkaziladi. Bunda har safargi tomchilar soni har bir suyuqlik uchun bir xil bo'ladi va tomchilarning o'rtacha og'irligi topiladi.

(1.12) formulaga asosan:

$$P_1 = 2\pi r \sigma_1 \quad \text{va} \quad P_2 = 2\pi r \sigma_2,$$

ularning o'zaro nisbati olinsa, $\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{m_1}{m_2}$ bo'ladi.

Bu usul tomchilarni tortib *sirt taranglikni aniqlash* usuli ham deb ataladi. Tomchini tortish o'rniga ma'lum hajmdagi suyuqlikdan hosil bo'lgan tomchilarni sanash mumkin. U holda suyuqlikning zichligi ham ma'lum bo'lishi kerak. So'ngra m o'rniga $\frac{V \cdot \rho}{n}$ qo'yiladi.

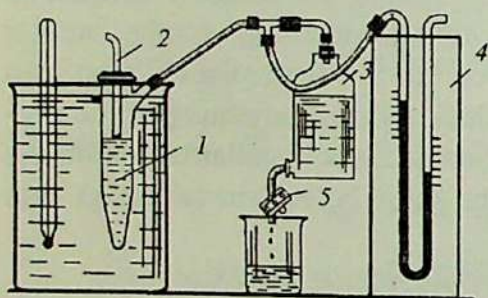
$$P_1 = \frac{V \rho_1}{n_1}, \quad P_2 = \frac{V \rho_2}{n_2},$$

u holda

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{V \rho_1 n_2}{n \rho_2} = \frac{\rho_1 n_2}{\rho_2 n_1}, \quad \text{bundan } \sigma_1 = \sigma_2 \cdot \frac{n_2 \rho_1}{n_1 \rho_2} \quad \text{bo'ladi,} \quad (1.13)$$

bu yerda: P_1 va P_2 — tekshirilayotgan suyuqlik va suv tomchilarining

og'irligi; n_1 va n_2 — tekshirilayotgan suyuqlik va suv tomchilarining soni; ρ_1 va ρ_2 — tekshirilayotgan suyuqlik va suvning zichligi; V — suyuqliklarning hajmi (ular bir xil); σ_1 — tekshirilayotgan suyuqlikning sirt tarangligi; σ_2 — suvning (yoki foydalanilgan boshqa suyuqlikning) sirt tarangligi.



4-rasm. Sirt tarangligini aniqlash uchun P.A. Rebinder qurilmasi: 1— tekshirilayotgan suyuqlik; 2— kapillar nay; 3— ospirator; 4— manometr; 5— jo'mrak.

4- rasmda P.A.Rebinder tomonidan ishlab chiqilgan sirt taranglikni aniqlash usuliga oid asbob sxemasi ko'rsatilgan. Tekshirilayotgan suyuqlik 1 ga kapil-

larli naycha 2 tushirilgan, u orqali tekshirilayotgan suyuqlik ustiga havo purkaladi (bu vaqtda suyuqlik usti havosi siyraklashtirib turiladi). Bunday siyraklashtirish aspirator 3 orqali suv quyish orqali amalga oshiriladi. Monometr 4 bilan o'lchanadigan bosim suyuqlikning sirt tarangligiga va kapillar radiusiga bog'liq.

$$rp = 2\delta, \quad (1.14)$$

bundan

$$\delta = \frac{1}{2}rp \quad \text{kelib chiqadi.} \quad (1.15)$$

Shunga muvofiq standart suyuqlik (suv) uchun

$$\delta_{H_2O} = \frac{1}{2}r \cdot p_{H_2O} \text{ to'g'ri keladi.} \quad (1.16)$$

(1.15) tenglamani (1.16) ga bo'lib, $\delta/\delta_{H_2O} = p/p_{H_2O}$ hosil qilinadi, undan

$$\delta = \delta_{H_2O} \frac{p}{p_{H_2O}} \text{ kelib chiqadi.} \quad (1.17)$$

Shunday qilib, p va p_{H_2O} ni manometr bo'yicha o'lchab, suv uchun δ_{H_2O} ni bilgan holda, suyuqlik tekshirilayotgan suyuqlikning havo chegarasidagi sirt tarangligini hisoblash mumkin.

2- tajriba. Suyuqliklarning sirt tarangligini P.A. Rebinder usulida aniqlash

Reaktivlar. Distillangan suv; metil va etil spirtlari.

Ishning maqsadi. Muayyan haroratda tajriba yo'li bilan suv uchun p_0 bosim va tekshirilayotgan suyuqlik bosimi p ni aniqlash.

Ishni bajarish. Idish 1 kapillarli nay o'rnatilgan rezina tiqin bilan mahkamlanadi (4- rasm). Idish manometr 4 va suv solingan aspirator 3 ga ulanadi. Jo'mrak 5 ochilganda aspiratordan suv tomchilab tusha boshlaydi. Bunda idish 1 da havo siyraklasha boshlaydi. Natijada atmosfera bosimi p_{atm} idish 1 dagi bosim p_1 dan yuqori bo'lib qoladi va $p = p_{atm} - p'$ ko'rinishga hamda manometr 4 da suyuqlik balandligi h ning proporsionallik farqiga teng bo'ladi:

$$p = h.$$

Idish 1 ga suv solinib, manometr ko'rsatishicha uning sirt tarangligi δ_0 yoziladi. Tajribani bir necha marta takrorlab, suyuqlikning o'rtacha arifmetik balandligi h_0 hisoblab chiqariladi. Shu yo'l bilan sirt tarangligi δ_x , noma'lum bo'lgan suyuqliklar uchun δ_x kattalik qiymati ham topiladi.

$\delta_x = \delta_0 \frac{h_x}{h_0}$ tenglama bilan tekshirilayotgan suyuqlikning sirt tarangligi topiladi. Tajriba natijalari quyidagi shaklda yoziladi.

Tajribalar t/raqami	h_0	$h_{0, o'rt}$	Tajribalar t/raqami	h_x	$h_{x, o'rt}$

3- tajriba. Doimiy haroratda sirt taranglikning konsentratsiyaga bog'liqligi

Asbob va reaktivlar. Stalagmometr; termometr; kimyoviy stakan; byuks; filtr qog'oz; distillangan suv; har xil konsentratsiyali (98, 48, 24, 12 va 80, 40, 20, 10 %li) etil spirt eritmaları.

Ishning maqsadi. Spirt eritmasi konsentratsiyalarining sirt taranglikka ta'sirini o'rganish, sirt taranglik izotermasi grafisini tajriba natijalariga ko'ra chizish.

Ishni bajarish. Tozalab yuvilgan stalagmometr ga distillangan suv quyilib uning yuqori belgisi bo'yicha meniski to'g'rılanadi. Oldindan analitik tarozida tortilgan toza va quruq, qopqoqli byuksga tomchilatib va ularni bir vaqtda sanab suyuqlik meniski stalagmometrning quyi belgisigacha keltiriladi. Byuks yopilib qopqog'i bilan birga tarozida tortiladi. Hamma tomchilar massasi (o'lchov bir necha bor takrorlangandan keyin) topiladi va u tomchilar soniga bo'linib, har bir tomchining o'rtacha massasi aniqlanadi. Suv va har xil konsentratsiyali spirt eritmalarining harorati o'lchanadi. Har bir tajribadan keyin eritma tegishli sklyankaga quyiladi va byuks filtr qog'oz bilan artib quritiladi. Stalagmometr har safar tekshiriladigan suyuqlik bilan chayqaladi. Suv bilan eritmalar harorati doimiy bo'lishi kuzatib turiladi. Stalagmometr kapillaridan sekin tomchilab tushayotgan suyuqlik har bir tomchisining uzilish og'irligi kuchi suyuqlik sirt tarangligini yengishga sarflanadi, unda:

$$m_s = 2\pi r \sigma_s \quad (1.18)$$

$$m_{H_2O} = 2\pi r \sigma_{H_2O} \quad (1.19)$$

bu yerda: m_s — tekshirilayotgan suyuqlik tomchisining massasi; m_{H_2O} — suv tomchisining massasi; σ_s , σ_{H_2O} — tekshirilayotgan suyuqlik va suvning sirt taranglik koeffitsienti.

(1.18) tenglamani (1.19) tenglamaga qismma-qism bo'lib

$\frac{m_s}{m_{H_2O}} = \frac{\sigma_s}{\sigma_{H_2O}}$ hosil qilinadi, undan $\sigma_s = \sigma_{H_2O} \frac{m_s}{m_{H_2O}}$ kelib chiqadi.

Berilgan haroratda suv va har xil konsentratsiyali spirt eritmaları tomchilarining o'rtacha massasi aniqlanib, eritmaların sirt taranglik koeffitsienti hisoblanadi. Olingan ma'lumotlar quyidagi jadvalga yoziladi.

Kattaliklar	Distillan- gan suv	Spirt eritmasi			
		1	2	3	4
Bo'sh byuksning massasi, g					
Byuksning suyuqlik bilan birga massasi, g					
Suyuqlik massasi, g					
Tomchilar soni					
Bitta tomchining o'rtacha massasi, g					
Harorat, °C δ , N/m					

Spirt eritmaların ma'lum konsentratsiyaları yuzasidan koordinatalarda, sirt taranglik (σ , N/m)-spirt eritmasi konsentratsiyasi

3- laboratoriya ishi. Suyuqliklarning ichki ishqalanishi yoki qovushoqlik

Suyuqlikning bir qismi harakatiga uning ikkinchi qismi ko'rsatadigan qarshilik suyuqlikning *qovushoqligi* yoki *ichki ishqalanish* deb ataladi. Masalan, paxta moyi, glitserin, qiyom kabi suyuqliklar qovushoq suyuqliklardir. Efir, suv, spirt kabi suyuqliklarning qovushoqligi juda kichik bo'ladi. Qovushoqlikni aniqlash uchun laminar (ya'ni, qavatlari bir-biriga parallel) oqayotgan suyuqlikni ko'z oldingizga keltiring. Suyuqlik ichida har qaysisining sirti S ga teng bo'lgan ikki qavatni tasavvur qiling. Bu qavatlar orasidagi masofa dx , qavatlarning tezliklari orasidagi ayirma du bo'lsin. Qavat idish devoriga qanchalik yaqin bo'lsa, uning harakat tezligi shuncha kichik bo'ladi, u holda $\frac{du}{dx}$ nisbat *tezlikning pasayishi* deyiladi. Suyuqlik qavatlari turli tezlikda harakat qilgani uchun ikkala qavat orasida qarshilik kuchi vujudga keladi. Bu kuch tezlikning pasayishi va sirtlar kattaligiga bog'liq:

$$F = \eta \frac{du}{dx} S,$$

bu yerda: η — suyuqlikning qovushoqlik koeffitsienti; S — bir-biriga tegib turgan suyuqliklar sirti; $\frac{du}{dx}$ — suyuqlik harakati tezligining pasayishi.

Agar $S = 1 \text{ sm}^2$, $\frac{du}{dx} = 1 \text{ sm/s}$ bo'lsa, $F = \eta$ bo'ladi, demak, suyuqlikning qovushoqlik koeffitsienti idish devoridan 1 sm uzoqdagi 1 sm^2 sirtga ega bo'lgan suyuqlik qavatiga 1 sm tezlik bera oladigan kuchga tengdir. Agar bu kuchning qiymati 1 dn ga teng bo'lsa, qovushoqlik koeffitsienti 1 puazga teng bo'ladi (qovushoqlik birligining o'lchami $\text{g} \cdot \text{sm}^{-1} \cdot \text{sek}^{-1}$; SI sistemada $\text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ dir). Puazning yuzdan bir bo'lagi santipuaz deb yuritiladi.

Suyuqliklarning qovushoqlik koeffitsienti

Suyuqlik	Harorat °C	Qovushoqlik koeffitsienti η , puaz	Suyuqlik	Harorat °C	η , puaz
Suv	0	0,018	Atseton	25	0,0033
	10	0,013	Xloroform	15	0,0060
	20	0,010	Benzol	20	0,0065
	30	0,0083	Etil spirti	20	0,012
Etil efiri	20	0,0023	Glitserin	30	6,29
			Kanakunjut moyi	17,5	12,25

Qovushoqlik koeffitsientiga teskari qiymat, ya'ni $\frac{1}{\eta}$ suyuqlik-ning *oquvchanligi* deyiladi.

Suyuqlikning qovushoqligi sharchaning cho'kish usuli bilan ham aniqlanadi. 5- rasmda sharchali viskozimetr tasvirlangan. Bunda maxsus materialdan yasalgan sharcha tortish kuchi ta'sirida qovushoq muhitda cho'kadi. Cho'kayotgan sharcha muayyan qarshilikka uchraydi, uning kattaligi Stoks qonuni bilan ifodalanadi.

$$f = 6 \pi r \eta u. \quad (1.20)$$

Suyuqlikda cho'kayotgan sharchaga yuqoridan f_1 tortish kuchi ta'sir qiladi, uning qiymati quyidagicha bo'ladi:

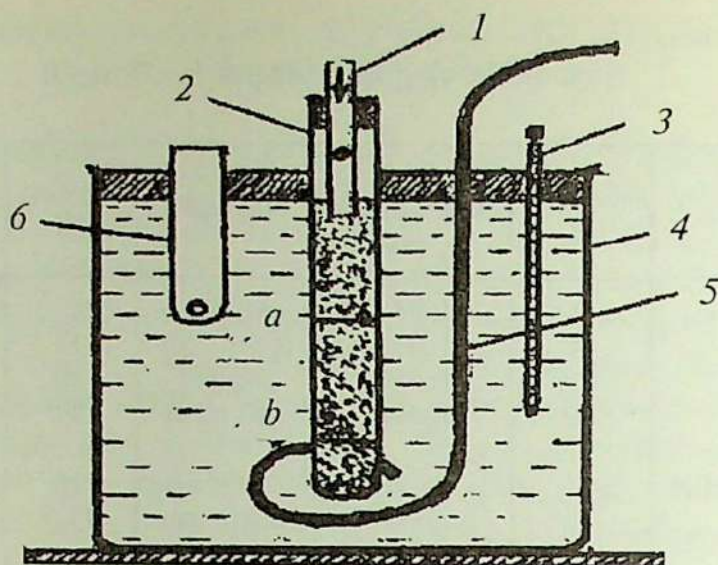
$$f_1 = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_1 g. \quad (1.21)$$

Pastdan sharchaga itarilish kuchi f_2 ta'sir qiladi, u Arximed qonuniga muvofiq quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$f_2 = \frac{4}{3} \pi r^3 \rho_2 g.$$

Sharchaning bir tekis tushishini hisobga olib quyidagi voziladi,

yoki

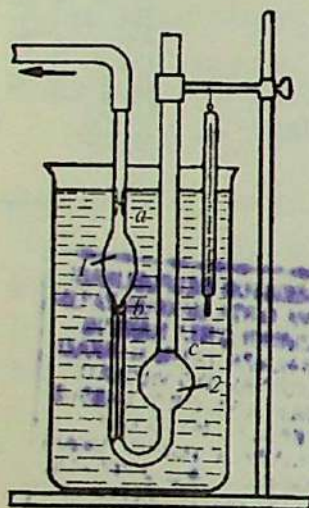


5- rasm. Sharchali viskozimetr:

1 — voronka (sharcha shisha nay bo'ylab bir tekis cho'kish uchun);
2 — shisha nay; 3 — termometr; 4 — termostat; 5 — aralashtirgich;
6 — sharchalar uchun probirka.

$$6 \pi \eta u = \frac{4}{3} \pi r^3 g (\rho_1 - \rho_2) \quad (1.22)$$

bundan



6- rasm. Kapillar viskozimetr.

$$\eta = \frac{2 \tau^2 g (\rho_1 - \rho_2)}{9u} \quad (1.23)$$

bu yerda: r — sharcha radiusi; ρ_1 — sharcha metalining zichligi; ρ_2 — suyuqlik zichligi; g — erkin cho'kish tezligi; u — a va b belgilar orasidagi cho'kish tezligi.

Muayyan og'irlikdagi sharchaning cho'kish tezligi va uning radiusini bilgan holda (1.23) formula bo'yicha, suyuqlikning qovushoqligi aniqlanadi.

Kapillar viskozimetrning tuzilishi. Qovushoqlik U-simon naydan iborat viskozimetr nomli asbob yordamida aniqlanadi (6-rasm). Nayning bir tarafida tirsagi kengaytirilgan 1 joyi bo'lib, uning

yuqori va pastki qismiga chiziqliq tortib a va b belgilar qo'yilgan. Nayning ikkinchi tirsagida ham kengaytirilgan joyi 2 bor, uning yuqori qismiga c belgisi chizilgan.

Ma'lum suyuqlik qovushoqligi suvning qovushoqligiga nisbatan aniqlanadi, buning uchun viskozimetr orqali bir xil hajmdagi suv va suyuqlik oqiziladi, ularning bosimi orqali oqish tezligi o'lchanadi. Qovushoqlikka harorat kuchli ta'sir qilgani uchun, o'lchash bir xil doimiy haroratda o'tkaziladi. Shuning uchun ham viskozimetr suv hammomiga yoki termostatga tushiriladi.

1- tajriba. Solishtirma va nisbiy qovushoqlikni viskozimetrik usulda aniqlash

Asbob va reaktivlar. Kapillar viskozimetr; sekundomer; analitik tarozi toshlari bilan; 10 ml li tomizgich; termostat; tekshirilayotgan suyuqlik; distillangan suv.

Ishning maqsadi. Muayyan haroratda etil spirt eritmasining solishtirma va nisbiy qovushoqliklarini aniqlash.

Ishni bajarish. Yuqor quritilgan viskozimetrning (6-rasm) ingichka tirsagi rezina nay orqali noxsimon sharchaga tutashtirilgan. Viskozimetr muayyan haroratli suvli katta stakanga tushiriladi va shtativga mahkamlanadi. Viskozimetrning a belgisi suvga botib turadigan qilib o'rnatiladi. Shundan so'ng asbobning yo'g'on nayi orqali c belgigacha yetadigan qilib distillangan suv quyiladi. 10 minutdan so'ng, suyuqlik termostatda bir xil temperaturaga ega bo'lgandan keyin rezina nay orqali suyuqlik asbobning ingichka tirsagiga so'rib o'tkaziladi. U a belgidan yuqoriroqda bo'lishi kerak. Rezina nayni qo'yvorib suyuqlik tushishi kuzatiladi va a belgiga yetishi bilan sekundomer ishga tushiriladi. Suyuqlik b belgiga yetishi bilan sekundomer ishlashi to'xtatiladi. Tajriba shu tariqa uch marta takrorlanadi va suvning o'rtacha oqish tezligi olinadi.

2- tajriba. Suyuqliklarning qovushoqligini sharchaning cho'kish (Stoks) usulida aniqlash

Asbob va reaktivlar. Shisha nay; termostat; shisha yoki metall shar; mikrometr; millimetrl qog'oz; sekundomer; glitserin (0,2-0,5 %li jelatina) eritmasi.

Ishning maqsadi. Glitserin yoki jelatina eritmasining qovushoqligini aniqlash.

Ishni bajarish. Stoks bo'yicha qovushoqlikni aniqlash asbobi (5-rasmga qarang) pastki qismi kavsharlangan shisha nay 2 dan iborat bo'lib, yuqori uchiga voronka 1 o'rnatilgan (nay sharcha harakatini yo'naltirish vazifasini bajaradi). Nayda ikkita nazorat belgilari *A* va *B* mavjud. Termostat 4 ga termometr 3, aralashtirgich 5 va sharlar uchun probirka 6 ham o'rnatilgan. Termostatga suv to'lg'izilgan bo'ladi. Shisha nayga tekshirilayotgan suyuqlik quyiladi va voronka orqali sharcha tushiriladi. Sharcha yo'nalishida, *A* belgiga yetishi bilan sekundomer ishga tushiriladi, *B* belgiga yetishi bilan u to'xtatiladi. Belgilar orasidagi masofa aniqlangandan keyin, sharchaning bir tekis cho'kish tezligi *V* quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi.

$$V = \frac{e}{t}, \quad (1.24)$$

bu yerda: *e* — *A* va *B* belgilar orasidagi masofa; *t* — sharchaning cho'kish vaqti.

Sharcha yasalgan modda zichligi ρ_{sh} ilovada berilgan jadvaldan topiladi. Suyuqlikning zichligi ρ esa piknometr yordamida aniqlanadi. Tajriba 4—5 marta takrorlanib, o'rtacha qiymati topiladi. Qovushoqlik (1.23) formuladan hisoblab topiladi. Olingan tajriba ma'lumotlari jadvalga yoziladi:

Tajribaning tartib raqami	<i>r</i>	<i>e</i>	<i>t</i>	<i>V</i>	ρ_{sh}	ρ	η
1							
2							
3							
4							
5							
o'rtacha							

3- tajriba. Qovushoqlikka har xil omillarning ta'siri

1-ish. Qovushoqlikka eritma konsentratsiyasining ta'siri.

1 %li jelatinaning qaynoq eritmasidan quyidagi eritmalar tayyorlanadi.

Tajriba	Eritmalar raqamlari			
	1	2	3	4
Jilatina zoli, ml...	20	15	5	2
Suv, ml.....	0	5	15	18

Tayyorlangan eritmalar uy haroratigacha sovitiladi va qovushoqligi o'lanadi. Konsentratsiya o'zgarishi bilan qovushoqlikning o'zgarish egri chizig'i chiziladi.

2- ish. Qovushoqlikka haroratning ta'siri.

0,5 %li jelatina zolining 0°C dagi qovushoqligi o'lanadi. Buning uchun jelatina zoli quyilgan viskozimetrni suv bilan muz aralashmasiga 20 minutga solib qo'yiladi. Shundan so'ng qovushoqlik o'lanadi. Keyin viskozimetrdan suyuqlikning oqish tezligini 20, 40 va 60°C da o'lanadi. Harorat o'zgarishi bilan qovushoqlikdagi o'zgarish egri chizig'i chiziladi.

3- ish. Qovushoqlikka tuzlar eritmalarining ta'siri.

Uchta probirkaga 5 ml dan 1 %li jelatina zolidan quyiladi. Keyin birinchi probirkaga 5 ml 1 n li KJ eritmasidan, ikkinchi probirkaga 5 ml 1 n li K_2SO_4 eritmasidan, uchinchi probirkaga esa 5 ml distillangan suv quyiladi. Uchala probirkadagi aralashmani yaxshilab chayqatib, bir soatga qoldiriladi, keyin ularning qovushoqligi aniqlanadi.

Olingan natijalarni quyidagi jadvalga yozib, anionlarning kolloid eritma qovushoqligiga ta'siri to'g'risida xulosa qilinadi.

Eritma	Qovushoqlik
Jelatinaning 1 % li eritmasi Jelatinaning 1 % li eritmasi + KJ Jelatinaning 1 % li eritmasi + K_2SO_4	

? Nazorat savollari

1. Boyle-Mariott, Avogadro qonunlarining matematik ifodasi va gazlar uchun holat tenglamasi qanday yoziladi?

2. Nima sababdan gazsimon moddalarning molekular massasini aniqlash qurilmasining 1- idishiga natriy gidrokarbonat eritmasi, 2- idishiga esa konsentrlangan sulfat kislota quyilgan bo'ladi?
3. Agar tajriba natijasida CO_2 ning mol massasi 43,5 ga teng deb topilgan bo'lsa, unda xato necha % ni tashkil etadi?
4. Nisbiy zichlik nima? CO_2 gazining havoga nisbatan zichligini hisoblang.
5. Normal sharoit, uy harorati, normal bosim, atmosfera bosimi, harorat selsiyda, Kelvinda tushunchalariga qisqacha izoh bering.
6. Nega suyuqlikning sirtqi va ichki qavatlaridagi energetik holatlar turlicha bo'ladi? Qisqacha ma'lumot bering.
7. Nega suyuqlik tomchisi shar shaklida bo'ladi?
8. Sirt taranglik nima va u qanday usullar bilan aniqlanadi?
9. Qanday moddalarga sirt-noaktiv va qanday moddalarga sirt-aktiv moddalar deyiladi?
10. Stalagmometrning kengaygan qismidan pastda nimalar joylashgan va ular qanday vazifani bajaradi?
11. Qanday sharoitda Rebinder asbobida pufakchalar hosil bo'ladi?
12. Nima uchun qovushoqlik tajriba termostatda o'tkazib aniqlanadi?
13. Qovushoqlikka qanday omillar ta'sir etadi?
14. Suvga nisbatan etil spirti qanday modda hisoblanadi: sirt aktiv moddami yoki sirt-noaktiv modda?
15. Suyuqlik konsentratsiyasi oshishi bilan sirt taranglik va qovushoqlik qanday o'zgaradi?

2.1. Umumiy tushunchalar

Fizik kimyoning termokimyo qismida termodinamikaning birinchi bosh qonunining kimyoviy reaksiyalarga tatbiqi o'rganiladi. Termodinamikaning birinchi qonuni bo'yicha turli jarayonlarda energiya bir turdan boshqa turga aylanganda, jarayonning qandayligi va bu jarayonda qanday moddalar ishtirok qilishidan qat'iy nazar, doimo energiyaning ma'lum miqdordagi bir turi energiyaning ma'lum miqdoridagi boshqa turiga aylanadi. Jarayonda issiqlik ajralsa yoki sistemaga issiqlik berilsa, termodinamikaning birinchi bosh qonunining matematik ifodasi quyidagicha bo'ladi:

$$Q = \Delta U + A \text{ yoki } bQ = dU + bA,$$

ya'ni sistemaga berilgan issiqlik energiyasi sistema ichki energiyasini (ΔU) oshirish va foydali ish (A) bajarishga sarf bo'ladi. Jarayonda ichki energiyaning o'zgarishi jarayonning dastlabki va oxirgi holatiga bog'liq bo'lib, jarayonning yo'liga bog'liq emas (to'liq funksiya); issiqlik va ish bundan tashqari jarayonning borgan yo'liga ham bog'liq (noto'g'ri funksiya). To'liq funksiyaning cheksiz kichik qiymati d belgisi, noto'liq funksiyaning b ishorasi bilan yuritiladi.

Hamma kimyoviy va erish jarayonlarida issiqlik yutiladi yoki ajraladi. Shunga ko'ra, fizik kimyoning termokimyo qismida jarayonning kimyoviy qonunlari fizikaning issiqlik to'g'risidagi qonuni bilan bog'liq holda o'rganiladi.

Erish jarayonida, kristall (qattiq) moddalar eriganda deyarli hamma vaqt issiqlik yutiladi, gazsimon moddalar eriganda aksincha, issiqlik ajraladi. Sistema tomonidan yutilgan issiqlik musbat(+), ajralgan issiqlik esa manfiy (—) ishora bilan belgilanadi, ya'ni $+Q$ va $-Q$. Erish jarayonida hosil bo'lgan issiqlik ikki xil issiqlik yig'indisidir.

$$Q = Q_1 + Q_2,$$

bu yerda: Q_1 — kristall modda panjarasini buzish uchun zarur bo'lgan issiqlik energiyasi ($+Q$);

Q_2 — eruvchi modda bilan erituvchi kimyoviy ta'sirlashganda ajralgan issiqlik energiyasi ($-Q$).

Odatda, $Q_1 > Q_2$ bo'ladi, shunga ko'ra issiqlik yutiladi. Gazlar eriganda: Q_1 — gaz suyuqlik hajmini qabul qilganda (ya'ni eriganda

yoki suyuqlanganda) ajralgan issiqlik ($-Q$); Q_2 — eruvchi gaz bilan erituvchining kimyoviy ta'sirlanishi natijasida ajralgan issiqlik ($-Q$), natijada gaz eriganda doimo issiqlik ajraladi.

2.2. Issiqlik effekti

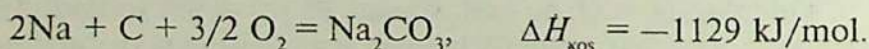
Ko'pchilik kimyoviy reaksiyalar issiqlik ajralishi bilan boradi (ekzotermik reaksiyalar). Yutilgan yoki chiqarilgan energiya miqdori reaksiyaning *issiqlik effekti* deyiladi. Fizika kimyoning va kimyoviy termodinamikaning reaksiya (jarayon)larning issiqlik effektini, moddalarning issiqlik sig'imini o'rganadigan bo'limi *termokimyo* deyiladi. Issiqlik effekti, odatda, reaksiyaga kirishayotgan 1 mol modda uchun olinadi va kilojoullar (kJ)da ifodalanadi. Issiqlik effekti tajribada kalorimetr deb nomlanuvchi asbob yordamida o'lchanadi.

Ekzotermik reaksiyalarda ajralib chiqadigan issiqlikdan kimyoviy ishlab chiqarishda foydalaniladi. Masalan, sulfat angidrid (SO_2) oksidlanganda chiqadigan issiqlikdan issiq almashtirgichlarda dastlabki moddalarni kerakli haroratgacha ($400-450^\circ\text{C}$) isitish uchun foydalaniladi; ammiak sintezida ajralib chiqadigan issiqlik sintez kolonnalariga kiradigan vodorod va azotni isitish uchun sarflanadi.

Agar reaksiya vaqtida issiqlikdan tashqari, boshqa xil energiya yutilmasa yoki ajralib chiqmasa, reaksiyaning issiqlik effekti energiyaning saqlanish qonuniga muvofiq reaksiya uchun olingan moddalarning energiya zaxirasi bilan reaksiya mahsulotlarining energiya zaxirasi orasidagi ayirmaga teng bo'ladi.

Issiqlik effektining bir necha turlari ma'lum, shulardan eng muhim va amaliy ahamiyatga ko'proq ega bo'lganlari bilan qisqacha tanishib chiqamiz.

Hosil bo'lish issiqlik effekti. Oddiy moddalardan 1 mol murakkab modda hosil bo'lgandagi reaksiya issiqlik effektiga *hosil bo'lish issiqlik effekti* deyiladi. Hosil bo'lish issiqligi ham reaksiya issiqlik effektiga o'xshash entalpiya o'zgarishi bilan sodir bo'lgani uchun, u ham ΔH_{xos} orqali 1 mol uchun kilojoul/molga beriladi. Masalan, natriy metalli, grafit shaklidagi uglerod va gazsimon kislorodlardan 1 mol natriy karbonatning hosil bo'lish issiqlik effekti quyidagicha bo'ladi:



Standart sharoit ($T=298^\circ\text{K}$, $p=1\text{ atm}$) da hosil bo'lish issiqligi aniqlansa, unga standart sharoitdagi hosil bo'lish issiqlik effekti deyiladi va $\Delta H_{\text{xos. 298}}$ (ko'pincha uni yozishda u yoki bu indeks ko'rsatilmaydi) bilan belgilanadi. Oddiy modda (O_2 , H_2 , N_2 , Fe , C va boshq.)larning standart sharoitdagi hosil bo'lish issiqliklari nolga teng deb, qabul qilingan (ilovadagi jadvalga qarang).

Hosil bo'lish issiqligidan reaksiyalarning issiqlik effektlarini hisoblashda foydalaniladi.

Erish issiqlik effekti. Bu effekt turli erish jarayonida, suyuq moddalar bir-biri bilan aralashganda, qattiq modda yoki gazlar suyuqlikda eriganda, ma'lum konsentratsiyadagi eritma suyultirilganda yoki konsentrlanganda issiqlik ajraladi yoki yutiladi. Bu xildagi erish issiqlik effektlari bevosita kalorimetrdagi o'lchanadi yoki hisoblab topiladi. Erish jarayoni turg'un harorat va bosimda boradi, deb faraz qilinadi.

Qattiq moddalar suvda eriganda yo isish, yo sovish hodisasi yuz beradi. Modda suvda eriyotgan paytda uning kristall panjarasi buzilib, zarrachalari eritmada bir tekis tarqaladi. Bu jarayon vaqtida issiqlik yutiladi, shuning uchun ham eritma soviydi. Modda erigan vaqtda uning zarrachalari eritmada solvatlanadi (erituvchi molekulalari bilan birikadi) Bunda issiqlik chiqadi.

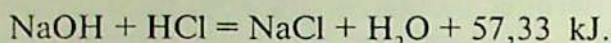
Bir mol modda 300—400 mol erituvchida eriganda ajralib chiqqan yoki yutilgan issiqlik *erish issiqligi* deyiladi. Erish issiqligi erigan modda bilan erituvchining nisbiy miqdoriga bog'liq bo'ladi.

Kristall modda suyuq erituvchidagi erish issiqlik effekti (Q) ni erish jarayonida sodir bo'ladigan ikki jarayonning issiqlik effektlari yig'indisi deb tasavvur qilish mumkin: $Q = Q_1 + Q_2$. Bu yerda: Q_1 —kristall panjarani buzish uchun sarflangan energiya (issiqlik), Q_2 —eruvchi modda bilan erituvchi fizik-kimyoviy ta'sirlanganda ajralgan issiqlik. Bu issiqliklarning nisbatiga qarab, erish jarayonida issiqlik ajralishi yoki yutilishi mumkinligi aniqlanadi. Ko'p hollarda qattiq moddalar eriganda $Q_1 > Q_2$ bo'ladi va issiqlik yutiladi, eritma soviydi.

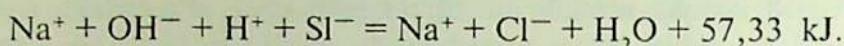
Neytrallanish issiqlik effekti. Kuchli kislotalarning suvli eritmalarini kuchli asoslar bilan neytrallashtirishda hamma vaqt bir xil miqdorda issiqlik chiqadi, bunda uning miqdori 1 g-ekv kislota yoki asosga (neytrallanish issiqligi doimiyligi qonuni) 13,65 kkal yoki 57,33 kJ ni tashkil etadi.

Elektrolitik dissotsiatsiya nazariyasiga muvofiq neytrallanish issiqligi doimiyligi qonuni quyidagicha tushuntiriladi, ya'ni

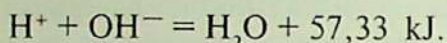
neytrallanish reaksiyasi vaqtida vodorod va gidroksil ionlari o'zaro ta'sirlashib kam dissotsilanuvchi suv molekulasini hosil bo'ladi. Masalan, xlorid kislotaning o'yuvchi natriy bilan neytrallanishi quyidagi reaksiya tenglamasi bilan ifodalaniladi:



Bu tenglamani ionlar orasidagi reaksiya tenglamasi shaklida yozsa ham bo'ladi:



Qisqartirilgan ionli tenglama shaklida olinsa, unda quyidagi ko'rinishni oladi:



Shunday qilib, qanday kislota va qanday asos olingan bo'lmasin, neytrallanish vaqtida faqat ikkita ion, ya'ni H^+ va OH^- ionlari ta'sirlashadi va suv molekulasini hosil qiladi. Uy temperaturasi 1 mol suv hosil bo'lishida doimo 57,33 kJ issiqlik ajraladi.

Kislota va asoslarning ekvivalent miqdorlarda ta'sirlashib neytrallanganida ajraladigan issiqlik miqdoriga *neytrallanish issiqligi* deyiladi.

Moddalarning yonish issiqlik effekti. Moddaning bir moli to'la yonganda ajralib chiqadigan issiqlik miqdori shu moddaning yonish issiqligi deb ataladi. Bunda modda tarkibidagi uglerod karbonat angidridga, vodorod suvga, oltingugurt sulfid angidridga, azot esa erkin holatga aylanishi shart.

Moddalarning yonish issiqligi ma'lum miqdor moddani kalorimetrik bombada yondirish orqali topiladi.

Organik moddalarning yonish issiqligini o'rganish natijasida uchta qonuniyat aniqlangan:

1. Organik moddalarning gomologik qatorida tarkibning bir metil guruhga o'zgarishi natijasida moddaning yonish issiqligi 659,4 kJga ortadi, masalan, etanning yonish issiqligi 1565,8 kJ, propanning yonish issiqligi 2225,6 kJ.

2. Organik moddaning hosil bo'lish issiqligi uning yonish issiqligi bilan modda tarkibidagi elementlarning yonish issiqligi yig'indisi orasidagi ayirmaga teng:

$$Q_{h.b.} = \sum Q_{el.yo.} = -Q_{yo.}$$

bu yerda: $Q_{h.b.}$ — ayni organik moddaning hosil bo'lish issiqligi:

Q_{yo} — moddaning yonish issiqligi; $\Sigma Q_{el.yo.}$ — modda tarkibiga kirgan elementlarning yonish issiqliklari yig'indisi.

3. Organik modda (masalan, yoqilg'i) yonganda sodir bo'ladi-gan reaksiyaning issiqlik effektini hisoblab topish uchun dastlabki moddalarning yonish issiqliklari yig'indisidan mahsulotlarning yonish issiqliklari yig'indisini ayirib tashlash kerak:

$$Q = \Sigma Q_{\text{dast. modda}} - \Sigma Q_{\text{maks.}}$$

4- laboratoriya ishi. Erish issiqlik effektini aniqlash

Asbob va reaktivlar. Kalorimetr asbobi (7-rasm); Bekman termometri; tuz uchun ampula (8-rasm); shisha tayoqcha; analitik tarozi; chinni hovoncha; texnik tarozi; 1 minutli qum soat; kaliy nitrat (KNO_3) tuzi mis kuporosi ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$); suvsiz mis sulfati (CuSO_4).

Ishning maqsadi.

1. Issiqlik effektini o'lchashning kalorimetrik usullari bilan tanishish.

2. Tuzlarning erish issiqligini aniqlash.

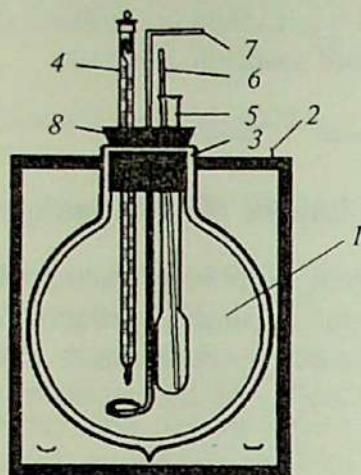
3. Suvsiz tuzlardan kristallgidratlarning hosil bo'lish issiqligini aniqlash.

Tuzlarning erish issiqligini aniqlash uchun **kalorimetrdan** foydalanish mumkin (7-rasm). Kalorimetrdan 500 ml hajmli Dyuar idishi 1, uning rezina tiqini 3, Bekman termometri 4, ampula (probirka) 5 va elektr aralashtirgich 7 dan tashkil topgan.

Kalorimetrdan o'tayotgan issiqlik effektini hisoblash uchun **kalorimetrning doimiyligini** bilish, ya'ni kalorimetrning termometri, aralashtirgichi, suvi va tuzini 1°C ga isitish uchun sarflangan issiqlik miqdorini hisoblash zarur bo'ladi. ΔT ga isitish uchun

$$Q = \frac{K \cdot \Delta T}{m} \text{ bo'ladi.}$$

Kalorimetr doimiyligi K ni erish issiqligi ma'lum bo'lgan biror tuz yordamida, masalan, kaliy nitratning erish issiqligi bo'yicha aniqlash mumkin. Buning uchun 6—7 g kaliy nitrat chinni hovonchada yaxshilab maydalaniladi, bo'sh ampulani (8-rasm) 0,01 g aniqlikda tarozida tortiladi. Unga taxminan 5 g (0,05 mol)



7- *rasm.* Kalorimetr sxemasi:

1 — Dyuar idishi; 2 — termostat qop-qog'i; 3 — rezina tiqin; 4 — Bekman termometri; 5 — ampula; 6 — shisha tayog'cha; 7 — elektr aralashtirgich; 8 — issiq saqlovchi po'kak.



8- *rasm.* Tuz, kislota yoki ishqor eritmalari uchun shisha tayog'chali ampula.

tuz solib yana tortiladi. Shunday qilib tuzning og'irligi aniqlanadi. Keyin Dyuar shisha idishi (7- *rasm*) tarozida 0,1 g aniqlikda tortiladi va unga 300 ml distillangan suv quyiladi. Suv temperaturasi 18°C bo'lishi kerak, keyin idish yana tortiladi. Shunday qilib, suvning og'irligi ham aniqlanadi. Kalorimetr rezina tiqin bilan yopilib, unga Bekman termometri, aralashtirgich va tuzli ampula o'rnatiladi. Keyin Bekman termometri yordamida avval suv harorati, keyin tuz eritmasi harorati o'lchanadi. Kaliy nitrat tuzining suvda erishida issiqlik yutilishini hisobga olib Bekman termometridagi simob meniski uning yuqori qismiga to'g'rilanadi. Kalorimetrni tevarak muhit bilan issiqlik almashuvini hisobga olish va tajriba vaqtida haroratning haqiqiy o'zgarishini aniqlash uchun kalorimetrik jarayon uch davrga bo'linadi:

- 1) dastlabki davr 5 minut davom etadi;
- 2) asosiy davr tuzning erish jarayoni;

3) oxirgi davr, bu ham 5 minut davom etadi.

Kalorimetrdagi suvni aralashtirib turib, haroratning o'zgarishi kuzatiladi, bunda tevarak muhit bilan harorat almashinadi. 5 minut davomida temperatura o'zgarishi kuzatilib, $0,002^{\circ}\text{C}$ aniqlikda, haqiqiy temperatura yoziladi. Shundan keyin, shisha tayoqcha yordamida ampula sindirilib tuz suvga tushiriladi. Aralashtirgich bilan suvni aralashtirib turib, tuz eritiladi va temperatura o'zgarishi kuzatiladi (bu asosiy davrga to'g'ri keladi) va oxirgi davr ham 5 minut davomida kuzatilib haqiqiy harorat yoziladi.

Kalorimetr doimiyligi quyidagi tenglama bo'yicha hisoblab topiladi:

$$K \frac{Q_{\text{erish}} \cdot m}{\Delta t}, \quad (2.2)$$

bu yerda: Q_{erish} — tuzning erish issiqligi; m — kaliy nitratning mollar soni; Δt — tuz erishi natijasida kalorimetrdagi aniqlangan issiqlik o'zgarishi.

Kaliy nitratning 18°C dagi erish issiqligi quyidagicha bo'ladi:

$$Q_{\text{erish}} = -35,3 \text{ kJ/mol.}$$

Ishni bajarish. Tuzning gidratlanish issiqligini aniqlash uchun 1 mol suvsiz tuzning va uning kristallgidratining erish issiqligini aniqlash kerak bo'ladi. Buning uchun muayyan miqdordagi tuzning suvda erishidagi temperatura o'zgarishini aniqlash lozim. Buning uchun 7-rasmda ko'rsatilganidek asbob yig'iladi. Taxminan 8 g tuyilgan mis kuporosidan tortib olib ampulaga joylashtiriladi. Bu miqdor tuzdagi suvning va suvsiz tuzning miqdori hisoblab topiladi. Avvaldan tortilgan stakanga 300 g suv solib yana tortiladi. Mis kuporosining erishida issiqlik yutilgani uchun Bekman termometri simobining meniski shkalaning yuqori qismiga to'g'rilanadi. Keyin, tuzli ampula asbob tiqiniga joylashtiriladi. Shundan so'ng dastlabki, asosiy va oxirgi davr temperatura o'zgarishlari grafik bo'yicha aniqlanadi.

9—10 g tuyilgan mis kuporosini bug'latish kosachasiga solib oq kukun, ya'ni suvsiz tuz hosil bo'lguncha qizdiriladi. Bu tuz darrov probirkaga solinib, tiqin bilan bekitiladi. Tuz sovigandan so'ng, undan 5 g tortib olinib, ampulaga joylanadi va 300 g suvda eritib (yuqorida keltirilganidek) temperatura o'zgarishi aniqlanadi.

Suvsiz mis sulfatning suvda erishida issiqlik chiqishini hisobga olib, Bekman termometri simob meniski shkalaning quyi qismiga to'g'rilanadi.

Kalorimetr doimiyligining topilgan qiymati bilan tajribada topilgan qiymatdan quyidagi tenglama bo'yicha suvsiz mis sulfat va uning kristallgidratining erish issiqligi topiladi:

$$Q_{erish} = K \frac{\Delta t}{m}$$

Tajriba natijalarini aniq ma'lumotlar bilan solishtirish uchun 1 mol tuzga to'g'ri keladigan suvning mollar sonini hisoblab topish zarur. Suvsiz tuzdan kristallgidratning hosil bo'lish issiqligi quyidagi tenglama bo'yicha topiladi:

$$Q = Q_{\text{suvsiz}} - Q_{\text{krist}}$$

O'lchash natijalari quyidagi jadvaldagi kabi yoziladi.

Og'irlik, g	KNO ₃	CuSO ₄	CuSO ₄ · 5H ₂ O
Bo'sh probirka			
Tuzli probirka			
Tuz			
Dyuar idishi (d_1)			
Suvli idish (d_2)			
Suv ($d_1 - d_2$)			

O'lchash (30 sekund oralig'ida) natijalari esa quyidagi jadvaldagi kabi yoziladi.

Temperatura	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Suv											
KNO ₃ etirmasi											
Kalorimetrdagi suv											
CuSO ₄ eritmasi											
Kalorimetrdagi suv											
CuSO ₄ · 5H ₂ O eritmasi											

Ishning **hisoboti** quyidagi tartibda yoziladi:

1. Kalorimetr sxemasi chizmasini chizish.
2. Vaqt bo'yicha issiqlik o'zgarishi grafigini tuzish.
3. Tuzning erish issiqligi va kalorimetr doimiyligini hisoblash.
4. Suvsiz tuzdan kristallgidratning hosil bo'lish issiqligini hisoblash.

? *Nazorat savollari*

1. Termokimyo asosiy qonunining fizikaviy mohiyati nimadan iborat?
2. Qanday hollarda termokimyoning asosiy qonuni issiqlik effektlarini hisoblashda qo'llaniladi?
3. Tuzlar suvda eriganda qanday jarayonlar kechadi?
4. Moddalarning erish issiqligi deb nimaga aytiladi?
5. Erish issiqligini o'lchashning kalorimetrik usulini tushuntiring?

5- laboratoriya ishi. Neytrallanish issiqligini aniqlash

1- tajriba. Neytrallanish issiqligini aniqlash

Asbob va reaktivlar. Kalorimetr (7-rasm); HCl (~ 4 n li); KON (~ 4 n li) eritmasi; distillangan suv.

Ishning maqsadi. Kalorimetr qismlari issiqlik sig'imi va konsentrlangan kislota eritmasining suyuqlashtirish issiqligi hamda ishqorning neytrallanish issiqligi yig'indilari bo'yicha kalorimetrning **issiqlik doimiyligini** aniqlash.

Ishni bajarish. ~ 4 n li HCl eritmasining konsentratsiyasini aniqlang, keyin kalorimetrda uning suyuqlashtirish issiqligini o'lchang. Buning uchun shisha tayoqchali ampulaga (u analitik tarozida oldindan tortilgan bo'ladi) 15 ml HCl quyung. Kislota namunasi m_1 ampulaning kislota bilan va kislotasiz massalari farqi bo'yicha aniqlanadi. m_1 va kislota zichligini bilgan holda uning hajmi V ni hisoblang. Kalorimetrik idishga 350 ml distillangan suv quyib, kalorimetr asbobini yig'ing (7-rasm) va asbob tiqinidagi maxsus teshikka ampulani joylashtiring. Kalorimetrik idishni termostatga joylashtiring, bunda Bekman termometrining simobi joylashgan rezervuar, ampulaning esa tekshirilayotgan suyuqlik joylashgan qismi suvga botib turishi lozim. Aralashtirgich parraklari esa idishning tubida joylashishi kerak. Aralashtirgich tezligi reostat yordamida (suvni sachratmaydigan darajada) to'g'rilanadi. Kalorimetr suvidagi

haroratning o'zgarishini kuzating, uning ko'tarilishi 0,04 grad/min dan oshmasligi lozim. Keyin har 30 sekundda, Bekman termometri bo'yicha 11 marta kuzatuvni yozib bo'lgandan keyin, ampulani o'tkir shisha tayoqcha bilan urib sindiring va aralashtirgich ishlab turgan holatda harorat o'zgarishi Δt ni aniqlang.

$$\Delta H_{\text{suyul}} = \frac{N \Delta t \cdot 1000}{VK}$$

tenglama bo'yicha 1 g-ekv kislolaning suyulish issiqligini hisoblang, tenglamada K — hisoblangan kalorimetr doimiyliги issiqligi; V — kislota hajmi; N — kislolaning normalligi. Shundan keyin, kalorimetr qismlarga ajratiladi, hamma qismlari distillangan suv bilan yuviladi. Keyin kalorimetrik idishga 350 ml 0,2 n li o'yuvchi kaliy eritmasi quyiladi (ehtiyot bo'ling, KOH o'yadi).

Ampulaga oldingi tajribadagi miqdorda kislota quyib, tajribani takrorlang. Issiqlik effekti yig'indisi

$$\Delta H = \Delta H_{\text{neyt}} + \Delta H_{\text{suyul, kon}} + \Delta H_{\text{suyul HCl}}$$

tenglama bo'yicha hisoblab topiladi. ΔH va ΔH_{suyul} farqi bo'yicha ΔH_{neytr} ni hisoblang. Neytrallanish issiqlik yig'indisidan ΔH_{suyul} qiymatni ayirish kerak, chunki suyultirish reaksiyasi endotermikdir.

2- tajriba. Sirka kislolaning neytrallanish issiqlik effektini aniqlash va uning dissotsilanish issiqligini hisoblash

Asbob va reaktivlar. Kalorimetr asbobi; o'yuvchi natriy bo'laklari; sirka kislota (muzlagani).

Ishning maqsadi. Kuchsiz kislota va kuchli asos orasida boradigan neytrallanish issiqlik effektini aniqlash.

Ishni bajarish. Kuchsiz kislota bilan kuchli asos o'rtasidagi neytrallanish issiqligini aniqlash uchun 7- rasmda berilganidek kalorimetr asbobi yig'iladi. Kalorimetr qopqog'iga elektr aralashtirgich, Bekman termometridan tashqari ishqor uchun ampula ham o'rnatiladi.

Reaksiya vaqtida issiqlik chiqishini hisobga olib, Bekman termometri simobining meniski shkalaning quyi qismiga to'g'ri- lanadi. Shundan so'ng kalorimetr doimiyliги aniqlanadi (bo'sh ampula ishtirokida). Keyin neytrallanish issiqligini topishga o'tiladi.

Oldindan tortilgan 500 ml hajmli o'lchov kolbasiga 6 g qattiq sirka kislota solinadi (g). Keyin kolba chizig'igacha distillangan

suv quyib kislota suyultiriladi. Kislota temperaturasi uy temperaturasi keltirib, kolbani eritmasi bilan birga yana tortiladi (g_2). g_2 dan g_1 ni ayirib, eritma massasi ($g = g_2 - g_1$) g topiladi. Keyin kislota kalorimetrga quyiladi. Texnik tarozida 4 g NaOH (qattiq) tortib olinib, 50 ml hajmli o'lchov kolbasiga solinadi, keyin oz-ozdan distillangan suv quyib eritiladi. Ishqor erib bo'lgandan so'ng, kolba chizig'igacha distillangan suv quyiladi va eritma uy temperaturasi gacha sovitiladi.

Eslatma. O'yuvchi natriyning suvda erishida juda ko'p issiqlik chiqadi, shuning uchun distillangan suvni oz-ozdan quyib, kolbani sovuq suv bilan sovutib turish lozim. Bu ishda texnika xavfsizligiga qat'iy rioya qilish lozim. Ishqor eritmasi badan terisiga, kiyimga tegmasligi kerak, u o'ta o'yuvchi moddadir!

Eritma sovigandan so'ng, oldindan o'lchab olingan shisha tayoqchali ampulaga ishqor eritmasi o'tkaziladi. Keyin ampula eritma bilan birga yana o'lchanadi. Shunday qilib, ishqor og'irligi topiladi.

Ampula kalorimetr qopqog'iga joylashtirilib shisha tayoqcha bilan ohista urib tubi sindiriladi. Shundan so'ng eritma elektr aralashtirgich bilan aralashtiriladi va temperatura o'zgarishi kuzatiladi, hamda Δt (temperatura ko'tarilishi) aniqlanadi. Neytrallanishi issiqligi quyidagi tenglama bo'yicha hisoblanadi:

$$Q = K \cdot \Delta t,$$

bu yerda: Q — neytrallanishda ajraladigan umumiy issiqlik miqdori; K — kalorimetrik doimiylik; Δt — tajribada kuzatilgan haroratning ko'tarilishi.

Neytrallanish uchun 0,1 mol kislota va 0,1 mol ishqor olingan edi. Bu miqdor uchun neytrallanish issiqligini topib, u gramm - ekvivalent kislotaga hisoblanadi (Q_1).

Kuchli kislota va kuchli asos neytrallanishida 57,33 kJ issiqlik ajralishini hisobga olib, Gess qonuniga muvofiq sirka kislotaning dissotsilanish issiqligi aniqlanadi.

$$Q_{\text{dis}} = 57,33 - Q.$$

Kuzatish natijalarini yozish tartibi.

Δt — qiymati; K — kalorimetr doimiysi; $Q = K \cdot \Delta t$ — sirka kislotaning ishqor eritmasi bilan neytrallanish issiqligi; $Q_{\text{dis}} = 57,33 - Q_1$ — sirka kislotaning dissotsilanish issiqligi.

Ishning **hisoboti** quyidagi tartibda yoziladi:

1. Dissotsiatsiya issiqligini aniqlovchi qurilma sxemasining chizmasini chizish.
2. Kalorimetr doimiyligini hisoblash.
3. Olingan miqdordagi moddalar bo'yicha, kuchsiz kislota va kuchli asosning neytrallanish issiqligini hisoblash.
4. Dissotsiatsiya issiqligini hisoblash.

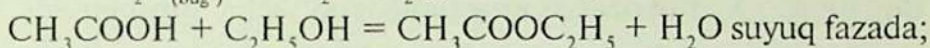
? *Nazorat savollari*

1. Neytrallanish issiqligi deb nimaga aytiladi?
2. Nega neytrallanish issiqligi doimiyligi qonuni faqat kuchli kislota va kuchli asos uchun qo'llaniladi?
3. Dissotsiatsiya issiqligi deb nimaga aytiladi?
4. Qanday qilib neytrallanish issiqligi doimiyligi qonunini bilgan holda, kuchsiz asos va kuchsiz kislota ning dissotsiatsiya issiqligini topish mumkin?
5. Nima uchun neytrallanish issiqlik effektida doimo bir xil (har qanday kislota va asosning 1 moli uchun) harorat, ya'ni 57,33 kJ issiqlik ajraladi?
6. Nima uchun kalorimetr doimiyligini topishda termometr, aralashtirgich, ampula eritmasi, tayoqchasi bilan kalorimetrga joylashgan bo'lishi talab qilinadi?
7. Nega kalorimetr sifatida Dyuar idishi ishlatiladi? Uni nima bilan almashtirish mumkin?

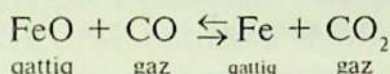
III BOB | KIMYOVIY MUVOZANAT

3.1. Umumiy tushunchalar

Kimyoviy reaksiyalar gomogen va geterogen reaksiyalarga bo'linadi. Bir xil faza chegarasida kechadigan reaksiyaga *gomogen reaksiya* deyiladi. Eritmalarda va gaz fazada kechadigan ko'pgina kimyoviy jarayonlar gomogen reaksiyalarga taaluqlidir, masalan:



Geterogen sistemalar uchun



misol bo'ladi. Har xil fazalar chegarasida amalga oshadigan reaksiyalarga *geterogen reaksiyalar* deyiladi.

Gomogen sistemada kechadigan reaksiyalarni ko'rib chiqamiz. Ba'zi reaksiyalar faqat bir tomonga boradi va dastlabki olingan moddalarning hammasi mahsulotga aylanadi. Ba'zan jarayon bir vaqtning o'zida ikki: to'g'ri va teskari tomonga boradi. Bunday jarayonlar *qaytar jarayon (reaksiya)*lar deyiladi. Bunday jarayonda dastlabki olingan moddalarning qanchasi mahsulotga aylanganini, ya'ni jarayonning chiqimini *muvozanat konstantasi* deb ataladigan kattalik (K) ko'rsatadi. Masalan, A modda B modda bilan ta'sirlashib, C va D moddalarni hosil qilsa, unda bu reaksiya tenglamasi quyidagicha yoziladi:



bu yerda: a, e, c, d — stexiometrik koeffitsientlar. Massalar ta'siri qonuniga muvofiq reaksiya tezligi darajalari stexiometrik koeffitsientlarga teng bo'lgan ta'sirlashuvchi moddalar konsentratsiyalariga mutanosib bo'ladi. To'g'ri reaksiya tezligi $v_1 = K_1[A]^a[B]^e$ jarayon kechishi bilan kamayadi, teskari reaksiya tezligi $v_2 = K_2[C]^c[D]^d$ esa orta boshlaydi, chunki oxirgi mahsulotlar konsentratsiyasi osha boshlaydi. To'g'ri va teskari reaksiyalar tezliklari tenglashganda sistema muvozanat holatni egallaydi. Muvozanat holatda

$$v_1 = v_2 = k_1[A]^a[B]^e = k_2[C]^c[D]^d$$

bo'ladi, undan

$$K = \frac{k_1}{k_2} = \frac{[C]^c [D]^d}{[A]^a [B]^b} \text{ kelib chiqadi,} \quad (3.1)$$

bu yerda: k_1 va k_2 — to'g'ri va teskari reaksiya tezliklari konstantalari; K — muvozanat konstantasi; $[A]$, $[B]$, $[C]$ va $[D]$ — ta'sirlashuvchi moddalar konsentratsiyalari.

Agar dastlabki moddalar va reaksiya mahsulotlari mol/litrda ifodalansa, K_s muvozanat konstantasi bo'yicha hisoblanadi. Agar ta'sirlashuvchi moddalar gazsimon moddalar bo'lsa va Paskallarda olingan bo'lsa, K_r bo'yicha hisoblanadi. Bu konstantalar orasida quyidagicha munosabat mavjud:

$$K_r = K_s (RT)^{\Sigma n}, \quad (3.2)$$

bu yerda: Σn — stexiometrik koeffitsientlarning algebraik yig'indisi. Muvozanat harakatchandir, ammo turg'un tarkibga egaligi bilan xarakterlanadi. Tashqi sharoit (temperatura, konsentratsiya, bosim) o'zgarishi bilan muvozanat buziladi. Le-Shatellye prinsipi ga muvofiq, muvozanat holatida bo'lgan kimyoviy sistemaga biror - bir ta'sir o'tkazilsa, shu ta'sirni kamaytiruvchi jarayonlar sistemada kuchayadi. Masalan, muvozanat holatidagi sistema qizdirilsa, muvozanat endotermik reaksiya tomonga sovitilganda esa — ekzotermik reaksiya tomonga siljiydi. Bosimni oshirish bilan muvozanatni hajm kam bo'lgan tomonga siljitadi, bosimni kamaytirib — hajm katta bo'lgan tomonga siljitish mumkin.

Muvozanat konstantasining temperaturaga bog'liqligi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

$$\left(\frac{d \ln K_p}{dT} \right)_n = \frac{\Delta H}{RT^2}; \quad \left(\frac{d \ln K_s}{dT} \right)_s = \frac{\Delta H}{RT^2},$$

bu yerda: ΔH — kimyoviy reaksiya entalpiyasi; K_r — parsial bosim orqali ifodalangan kimyoviy muvozanat konstantasi; K_s — konsentratsiya orqali ifodalangan kimyoviy muvozanat konstantasi; R — universal gaz doimiyligi, $8,314 \cdot 10^{-3} \text{ J / (kmol} \cdot \text{K)}$ ga teng.

6- laboratoriya ishi. Kimyoviy muvozanatni o'rganish

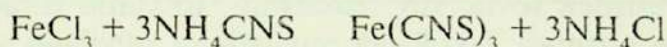
1- tajriba. Ta'sirlashuvchi moddalar konsentratsiyasining kimyoviy muvozanatning siljishiga ta'siri

Asbob va reaktivlar. 100—200 ml hajmli konussimon kolbalar; probirkalar. NH_4CNS ; FeCl_3 ; NH_4Cl ; NH_4CNS va NH_4Cl o'rniga KCNS va KCl larni ishlatish mumkin.

Ishning maqsadi. Tajriba natijalariga asoslanib, Le-Shatelye prinsipini qo'llab, tekshirilayotgan sistemada kuzatilayotgan o'zgarishlarni tushuntirish.

Ishni bajarish. FeCl_3 va NH_4CNS larning konsentrlangan hamda 0,1 n li eritmaları tayyorlanadi. Kolbada teng hajmdagi 0,1 n li FeCl_3 va 0,1 n li NH_4CNS eritmaları aralashmasi (20 ml FeCl_3 eritmasi + 20 ml NH_4CNS eritmasi) tayyorlanadi. Ranglangan eritmalar raqamlangan 4 ta probirkaga quyiladi. 1- raqamli probirkaga bir necha tomchi konsentrlangan FeCl_3 eritmasi, 2- probirkaga bir necha tomchi konsentrlangan NH_4CNS eritmasi, 3- probirkaga ozgina NH_4Cl tuzi kristallaridan solinadi. 4- probirka esa solishtirish uchun qoldiriladi. Probirkalar yaxshilab (tuzlar to'liq eriguncha) chayqatiladi va 1, 2, 3 probirkalardagi ranglar o'zgarishi kuzatiladi hamda 4 - probirkadagi aralashma rangiga solishtiriladi.

Temir (III) xlorid va ammoniy rodanidlarining o'zaro ta'sir reaksiyalari qaytardir:

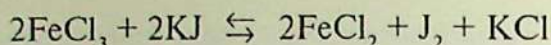


Ammoniy rodanid rangi intensivligining o'zgarishiga muvofiq, kimyoviy muvozanatning siljishi to'g'risida biror xulosaga kelish mumkin. Reaksiya o'ng tomonga siljiganda eritma rangi quyuqlashadi. Le-Shatelye prinsipini qo'llab, eritmalar rangida kuzatilgan o'zgarishlarni tushuntiring.

2-tajriba. Eritmada gomogen reaksiyalar muvozanatini o'rganish

Asbob va reaktivlar. 100 ml hajmli tiqinli kolbalar; termostat; 100 ml hajmli konussimon kolbalar; 15 ml li tomizgich; titri ma'lum bo'lgan giposulfit eritmasi; kraxmal eritmasi; muz; 0,03 M li FeCl_3 va KJ eritmaları.

Ishning maqsadi. Berilgan dastlabki konsentratsiyalar asosida



reaksiyasining muvozanat holatiga erishilgan momentini aniqlash. Tajriba natijalaridan kelib chiqib, muvozanat konstantasi K_s ni hisoblab toping.

Ishni bajarish. Quruq va raqamlangan 100 ml hajmli tiqinli kolbalarga konsentratsiyasi ma'lum bo'lgan KJ va FeCl_3 eritmalaridan belgilangan miqdorda quyiladi (2- jadval). Kolbalarni 30 min davomida saqlash uchun $25 \pm 0,2^\circ\text{C}$ li termostatga joylashtiriladi (o'qituvchining ko'rsatmasiga muvofiq o'quvchilarning bir qismi tajribani 40°C temperaturada o'tkazishadi).

Dastlabki mahsulotlar eritmaları quyidagi jadvalda keltirilgan.

2- jadval

0,03 M li eritma, ml	Kolbalar raqami			
	1	2	3	4
FeCl_3	50	—	55	—
KJ	—	50	—	45

8 ta konussimon kolbaga 35—50 ml dan distillangan suv quyib, sovitiladi, muzdek sovuq suv reaksiyani to'xtatib turadi.

1- kolba eritmasi 2-kolbaga quyiladi va quyilgan vaqt yozib qo'yiladi. 10 minut o'tgandan so'ng, 3-kolba eritmasi 4-kolbaga quyiladi, bunda ham vaqt belgilanadi. Kolbalar tiqin bilan bekitilib, termostatga joylashtiriladi. Reaksiyaning borishi, yod konsentratsiyasining oshishi bo'yicha kuzatiladi. J_2 ning turg'un konsentratsiyasi muvozanat qaror topganini bildiradi. J_2 konsentratsiyasi o'zgarishi quyidagicha nazorat qilinadi. 25 minut o'tgandan keyin (eritmalar aralashtirilgandan boshlab), har bir kolbadan, ularni termostatdan olmasdan turib, sovitilgan tomchilatgich yordamida 15 ml eritma olib, titrlash uchun mo'ljallangan sovuq kolbaga quyiladi. Namuna olish vaqti, tomchilatgichdan kolbaga eritmani quyish vaqti hisoblanadi. Vaqt 1 min gacha aniqlikda belgilanadi. Shu zahotiyoyq titri ma'lum bo'lgan 0,015 M giposulfit eritmasi bilan yodni titrlash boshlanadi. Titrlash eritmada och-sariq rang

paydo bo'lguncha davom ettiriladi. Keyin eritmaga bir necha tomchi kraxmal eritmasidan tomiziladi va ko'k rang yo'qolguncha titrlash davom ettiriladi. Ikkinchi namuna 30 minutdan so'ng titrlanadi, uchinchi esa 40 minutdan keyin va hokazo. Namuna olish, titrlashda bir xil miqdor giposulfit eritmasi sarflanguncha davom ettirilib, keyin to'xtatiladi. Bu sistemada muvozanat qaror topganini bildiradi.

Tajriba va hisoblash natijalari quyidagi ko'rinishda jadvalga yoziladi:

Namuna raqami	1-kolba		2-kolba		Modda	1-kolba		2-kolba	
	Namuna olingan vaqt, min	Titrlash uchun sarflan- gan gi posul- fit hajmi, ml	Namuna olingan vaqt, min	Titrlash uchun sarflan- gan gi posulfit hajmi, ml		Konsentratsiya, mol/l			
						bosh- lan- g'ich holat- dagi	mu- voza- nat ho- lat- dagi	bosh- lan- g'ich holat- dagi	muvo- zanat ho- lat- dagi
1									
2									
3									
4									
5									

O'rganilayotgan reaksiyaning muvozanat konstantasi quyidagi tenglama bo'yicha topiladi:

$$K_c = \frac{[KCl]^2 [FeCl_2]^2 [J_2]^2}{[KJ]^2 [FeCl_3]^2}.$$

Muozanat holatida yodning konsentratsiyasi C_{J_2}

$$C_{J_2} = C_r \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{V_1}{V_2},$$

bu yerda: C_r — giposulfit eritmasining molyarligi; V_1 — titrlash uchun sarflangan giposulfit eritmasining hajmi, ml; V_2 — olingan namuna hajmi, ml.

Fe^{2+} ionlarining konsentratsiyasi yodning ikki marta oshirilgan konsentratsiyasiga to'g'ri keladi, chunki reaksiya tenglamasida bir molekula yod hosil bo'lganda ikkita Fe^{2+} ioni hosil bo'ladi, demak $C_{\text{Fe}^{2+}} = 2C_{\text{J}_2}$ bo'ladi. Fe^{3+} ionining muozanat konsentratsiyasi, Fe^{3+} ionlarning boshlang'ich konsentratsiya bilan Fe^{2+} ionlarning muozanat konsentratsiyasi orasidagi farqqa teng, chunki reaksiya tenglamasi bo'yicha Fe^{2+} konsentratsiyasini ortishi Fe^{3+} konsentratsiyasining kamayishi teng bo'ladi, ya'ni $C_{\text{Fe}^{3+}} = C_{\text{FeCl}_3} - C_{\text{Fe}^{2+}}$ yoki $C_{\text{Fe}^{3+}} = C_{\text{FeCl}_3} - 2C_{\text{J}_2}$. FeCl_3 ning miqdori satflangan eritma konsentratsiyasi va eritmalar aralashtirilgandagi uning suyultirilgan darajasi bo'yicha hisoblab topiladi:

$$C_{\text{FeCl}_3} = C_{\text{FeCl}_3}^0 \cdot \frac{a}{a+b},$$

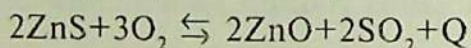
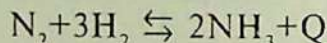
bu yerda: $C_{\text{FeCl}_3}^0$ — FeCl_3 eritmasining boshlang'ich konsentratsiyasi, mol/l; a va b — FeCl_3 va KJ eritmalarining miqdori, ml. J ion konsentratsiyasi quyidagi tenglama bo'yicha topiladi:

$$C_{\text{J}} = C_{\text{KCl}} - aC_{\text{J}_2}; \quad C_{\text{KJ}} = C_{\text{KJ}}^0 \frac{b}{a+b},$$

bu yerda: C_{KJ}^0 — kaliy yodining boshlang'ich konsentratsiyasi. K_{Cl} hisobi dastlabki aralashmalar uchun alohida o'tkaziladi.

? *Nazorat savollari*

1. Le-Shatellye prinsipini ta'riflang.
2. Muvozanat konstantasi haroratiga qanday bog'liq?
3. Quyidagi reaksiya uchun muvozanat konstantasi tenglamalarini yozing:



4. 445°C haroratda $\text{H}_2 + \text{J}_2 \rightleftharpoons 2\text{HJ} - Q$ reaksiyasining muvozanat konstantasi 50,1 ga teng. Agar reaksiyada 5,30 mol J_2 va 7,94 mol J_2 ishtirok etib, muozanat qaror topganda HJ ning mollar sonini hisoblang.

J a v o b: 9,523 g-mol mol/l HJ; 0,539 g-mol/l J va 3,178 g-mol/l H_2

5. Muvozanat qaror topganini qaysi belgilarga qarab bilsa bo'ladi?
6. Nega ammiak sintezida reaksiya ekzotermik bo'lishiga qaramasdan $N_2 + 3H_2 \rightleftharpoons 2NH_3 + 92 \text{ kJ}$ reaksiya yuqori harorat ($400-600^\circ\text{C}$)da o'tkaziladi?
7. Le-Shatelye prinsipidan foydalanib, haroratning muvozanat konstantasiga ta'sirini ko'rsating.
8. Har xil temperaturada (T_1 va T_2) K_s ni bilgan holda, qanday qilib reaksiyaning issiqlik effektini hisoblash mumkin?
9. Kimyoviy reaksiyaning muvozanat konstantasiga katalizator qanday ta'sir ko'rsatadi?
10. $N_2 + J_2 \rightleftharpoons 2KJ$ reaksiyaning muvozanat konstantasi 360°C da 66,67 ga, 445°C da esa 50,00 ga teng. Ko'rsatilgan haroratlar chegarasidagi reaksiya issiqlik effektining o'rtacha qiymatini hisoblab toping.

Javob: 12,79 kJ/mol

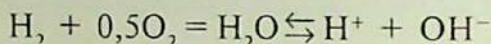
IV BOB | FAZALAR MUVOZANATI

4.1. Faza haqida tushuncha

Bir jinsli qismlari bir-biridan sirt yuza bilan ajralgan sistemalar *geterogen sistemalar* deyiladi. Bunday sistemalar suv — muz, suyuqlik — bug' va boshqa sistemalar misol bo'la oladi. Geterogen sistemalarni ko'rib chiqishda faza soni F , komponentlar soni K , erkin darajalar soni C kabi tushunchalar qo'llaniladi.

Faza deb, hamma nuqtalarida kimyoviy tarkibi va fizikaviy xossalari jihatidan bir jinsli bo'lgan va sistemaning boshqa gomogen qismlaridan chegara sirt bilan ajralib turadigan qismiga aytiladi. Turg'un haroratda suyuqlik o'z bug'i bilan yoki qattiq holat (muz) shu moddaning suyuq holdagisi bilan hamda bitta moddaning bir necha xil shakllari muvozanatda turishi mumkin, bu sohalar fazalardir.

Mustaqil ravishda mavjud bo'la oladigan moddalarga *tashkiliy moddalar* deyiladi. Masalan,



Bu sistemada hammasi bo'lib 5 ta modda bor, bundan 3 tasi tashkiliy moddadir, ya'ni H_2 , O_2 , H_2O bo'ladi.

Sistemadagi har qaysi fazaning kimyoviy tarkibini aniqlash uchun konsentratsiyasi ma'lum bo'lishi zarur bo'lgan tashkiliy moddalarning kichik soni *komponentlar soni* deyiladi. $\text{H}_2 + 0,5 \text{O}_2 = \text{H}_2\text{O}$ sistemasida ikki moddaning konsentratsiyasi ma'lum bo'lsa, uchinchi moddaning konsentratsiyasini hisoblash mumkin. Demak, bu sistemada komponentlar soni 2 ga teng.

T° , V , P — termodinamik parametrlarning qiymati, sistemaning termodinamik holatini belgilaydi. Sistemaning termodinamik xossasini aniqlash uchun (T° , V , P qiymatlarni aniqlash uchun) qiymati ma'lum bo'lishi zarur bo'lgan parametrlarning (mustaqil o'zgaruvchi parametrlarning) eng kichik soniga *erkin darajalar soni* C deyiladi. Fazalar soni (F), komponentlar soni (K) va erkin darajalar soni (C) o'rtasidagi bog'lanish Gibbsning fazalar qoidasida berilgan:

$$C + F = K + 2 \quad \text{yoki} \quad C = K - F + 2 \quad (4.1)$$

Tenglamadagi 2 soni sistemada ikkita parametr: temperatura va bosimning o'zgarishi mumkinligini ko'rsatadi. Bug' bosimi doimiy

bo'lgan kondensirlangan sistemalar uchun (4.1) tenglama quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$C = K - F + 1. \quad (4.2)$$

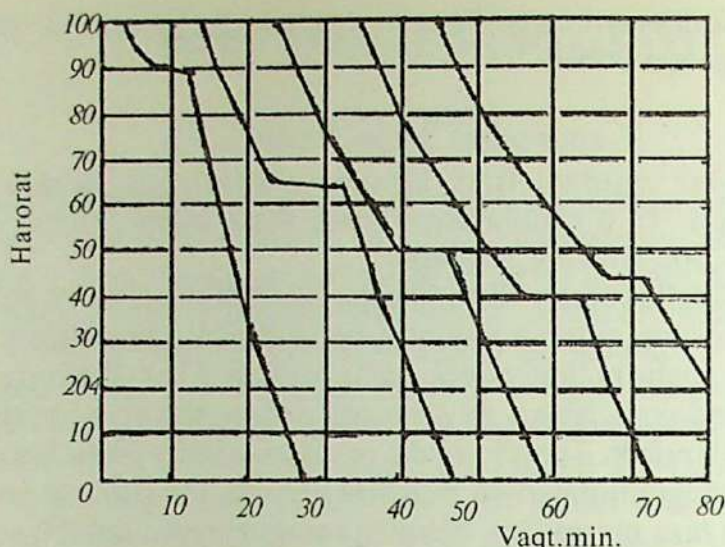
Fazalar qoidasi fizik-kimyoviy analiz usullarida keng qo'llaniladi. U o'rganilayotgan fizik xossa bilan sistema tarkibi orasidagi bog'lanishni belgilaydi.

Tekshirilayotgan sistemaning kristallanish yoki suyulish haroratlarining sistema tarkibiga bog'liqligini o'rganadigan fizik-kimyoviy analiz bo'limi *termik analiz* deyiladi. Fizik-kimyoviy analiz nazariy tadqiqot ishlari va sanoatda amaliy masalalar yechimida keng qo'llaniladi. Termik analiz natijalari amaliy ishlar hisobotida suyulish diagrammalari ko'rinishida beriladi. Diagramma bo'yicha u yoki bu faza mavjudligi, ularning soni, muayyan tarkibli aralashmaning kristallanish temperaturasini aniqlash mumkin.

Termik analizning ikkita asosiy uslubi mavjud: 1) shaffof va shaffof bo'lmagan sistemalar uchun qo'llaniladigan vizual — politermik usul; 2) vaqt — harorat egri chizig'ini tuzish usuli, universal usul bo'lib, uni har qanday haroratda qo'llash mumkin. Suyuq qotishmada kristallar paydo bo'lishida bir kristall modifikatsiyadan ikkinchisiga o'tishda issiqlik chiqishi tufayli sistemada issiqlik tushishi sekinlashishi kuzatiladi. Shunday qilib, sovish egri chizig'idagi har qanday burilish yoki sinish, qaysidir o'zgarishning boshlanishini ko'rsatadi. Vizual — politermik usulda, konsentratsiyasi ma'lum bo'lgan shaffof suyuqlanmani sekin sovitib, dastlabki kristallar hosil bo'lishini ko'z bilan ko'rib kuzatish mumkin va shu paytdagi harorat qayd qilinadi. Keyin suyuqlanma qizidirilsa, kristallar yo'qoladi. Shu vaqtdagi harorat ham belgilab qo'yiladi. Har xil konsentratsiyali bir necha tajribalar natijalariga asoslanib, suyuqlanish diagrammasi tuziladi, u kristallanish boshlanishi haroratini suyuqlanma tarkibiga bog'liqligini ko'rsatadi.

Sistema holatini aniqlovchi temperatura o'zgarishi qiymatlari, bosim konsentratsiya orasidagi bog'liqlikning grafik tarzda ifodalanishiga *holat diagrammasi* deyiladi.

Termik analiz usuli yordamida suyuqlanish harorati, erish harorati, issiqlik sig'imi va boshqa xossalarning sistema tarkibiga bog'liqligi o'rganiladi. Termik analiz asosida sistema sovishi yoki isishidagi temperatura o'zgarishi tezligini tekshirish yotadi. Agar sistema sovishida issiqlik yutilishi yoki chiqishi bilan bog'liq biror



9- rasm. Sovish egri chiziqlari.

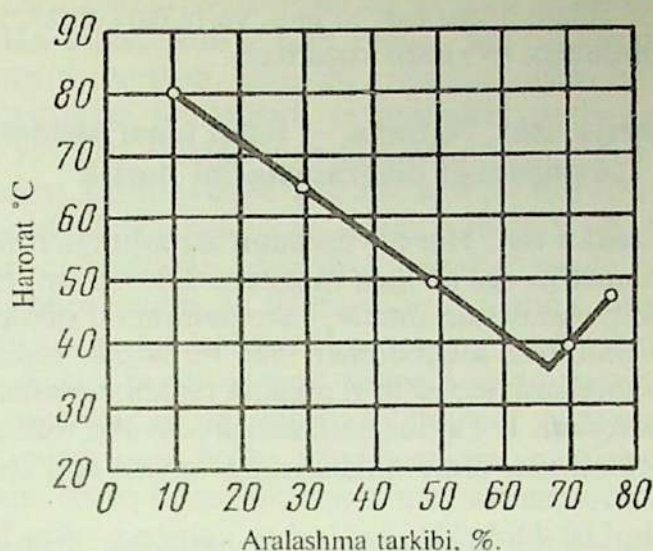
o'zgarish amalga oshmasa, bunda temperatura bir me'yorda quyidagi tenglamaga muvofiq o'zgaradi:

$$\frac{\Delta t_{mod}}{\Delta \tau} = k(t_{mod} - t_{muhit}),$$

bu yerda: $\frac{\Delta t_{mod}}{\Delta \tau}$ — modda sovishining o'rtacha tezligi; t_{mod} — muayyan vaqt oralig'idagi moddaning o'rtacha harorati; K — modda miqdori, uning issiqlik sig'imi, muhit va idish devorlarining issiqlik o'tkazishiga bog'liq bo'lgan koeffitsient; t_{muhit} — muhitning o'rtacha harorati.

Isitilgan modda harorati bilan muhit orasidagi farq qancha katta bo'lsa, sistemaning sovish tezligi shuncha yuqori bo'ladi. Ammo, qizdirilgan moddaning sovishida, uning harorati atrof-muhit haroratiga yaqinlashadi, shuning uchun vaqt o'tishi bilan sovish tezligi kamayadi. Natijada diagrammada sovish egri chizig'ida temperatura o'qiga tomon anchagina egilish sodir bo'ladi (9- rasm). Modda harorati va atrof-muhit haroratida tafovut qancha katta bo'lsa, sovish egri chizig'i shunchalik to'g'ri chiziq holatini egallaydi.

Agar sistema sovishida issiqlik chiqishi bilan bog'liq biror o'zgarish sodir bo'lsa, unda sovish egri chizig'ida modda temperaturasi tushishining to'xtashi yoki sekinlashishi bilan bog'liq bo'lgan sinish sodir bo'ladi (9- rasm). Sistemadagi o'zgarish (aylanish, o'tish) tugamaguncha, temperatura amaliy jihatdan o'zgarmaydi,



10- rasm. Fenol-naftalin sistemasining suyuqlanish diagrammasi.

issiqlik chiqishi to'xtamaydi. Shundan so'ng yana bir tekis sovish boshlanadi.

Berilgan moddaning yoki moddalar aralashmasining sovish egri chizig'ini tuzib, ya'ni abssissa o'qiga vaqtni, ordinata o'qiga temperaturani qo'yib, egri chiziq sinishiga qarab, berilgan modda yoki muayyan tarkibli aralashma bo'yicha fazaviy o'tish temperatura (masalan, suyuqlanish temperatura)si aniqlanadi.

Har xil foizdagi komponentlarga ega bo'lgan bir necha qotishmani tekshirish natijasida, tekshirilgan aralashmalar soniga teng bo'lgan bir necha egri chiziq hosil qilinadi.

Toza moddalarning va har xil tarkibli ular aralashmalarining suyuqlanish haroratini aniqlab, sistemaning suyuqlanish diagrammasini tuzish mumkin. Bunda, ordinata o'qiga aralashmalarining suyuqlanish harorati, abssissa o'qiga esa — shu aralashmadagi biror komponentning foiz tarkibi qo'yiladi.

Aralashma sovishidagi egri chiziqda sinish paydo bo'lsa, bu komponentlar birining kristallanishi boshlanganligini ko'rsatadi. Natijada suyuq fazada *evtektik nuqta* hosil bo'lmaguncha ikkinchi komponentning konsentratsiyasi oshib boradi (evtektik nuqta — bu eng past kristallanish haroratiga ega bo'lgan komponentlar aralashmasidir). Keyin, bir vaqtning o'zida aralashmadagi hamma komponentlarning kristallanishi boshlanadi. Agar, birdaniga evtektik konsentratsiyaga ega bo'lgan aralashma olinsa, unda chiziq toza mod-

dadagidek egri chiziqli turiga ega bo'ladi, ya'ni egri chiziqli harorat sovishining birdaniga to'xtashi kuzatiladi.

7- laboratoriya ishi. Naftalin — fenol binar sistemasining suyuqlanish diagrammasini qurish

Asbob va reaktivlar. Har qaysisi latun aralashtirgich va shkalasi 100°C li termometrga ega bo'lgan (diametri 2,5 — 3 sm) tiqinli 7 ta probirka; probirkalar uchun shtativ; havo hammomi sifatida ishlatiladigan katta probirka; sekundomer; 500 ml hajmli stakan; elektr plita yoki gaz gorelkasi; asbest to'r; analitik tarozilar; naftalin; fenol.

Ishning maqsadi. 1. Tajriba natijalariga muvofiq toza moddalar va har xil tarkibli ular aralashmalarining sovish egri chiziqlarini tuzish.

2. Naftalin—fenol sistemasining suyuqlanish diagrammasini tuzish.

3. Evtetika tarkibi va haroratini aniqlash. Fazalar qoidasi nuqtayi nazaridan olingan diagrammani tahlil qilish. Olingan suyuqlanish diagrammasidan foydalanib, nazorat ishlarini yechish.

Ishni bajarish. Raqamlangan 7 ta probirkaga 3-jadvalda berilganidek 8 g dan aralashma joylashtiriladi.

3-jadval

Sovish egri chiziqlarini tuzish uchun dastlabki aralashmalar tarkibi

Aralashma komponentlari, g (%)	Probirkalar raqami						
	1	2	3	4	5	6	7
Naftalin	8(100)	6(75)	5(62,5)	4(50)	3(37,5)	2(25)	0(0)
Fenol	0(0)	2(25)	3(37,5)	4(50)	5(62,5)	6(75)	8(100)

Probirkalar aralashtirgich va termometr o'rnatilgan rezina tiqinlar bilan bekitiladi. Tayyorlangan probirkalar shtativga, keyin navbati bilan suv hammomiga joylashtiriladi. Hammom suvi harorati, naftalinning suyuqlanish harorati (800°C) dan $15-20^{\circ}\text{C}$ yuqori bo'lishi kerak. Probirkadagi aralashma suyuqlangandan va qizigandan keyin probirkani hammomdan olib, quriguncha yaxshilab artiladi va yanada kattaroq probirka — havo hammomiga

q uyiladi. Dastlabki kristallar hosil bo'lguncha aralashmani aralash-tirgich bilan aralashtirib turgan holda har 30 sekundda uning harorati yozib boriladi. Birinchi kristallar paydo bo'la boshlashi bilan aralashtirish to'xtatiladi va haroratni yozib borish davom ettiriladi. Evtektik tarkibli moddalar va aralashmalar uchun 3—4 marta harorat tushishi qayd qilinadi, harorat tushishi to'xtaganiga ishonch hosil qilingandan so'ng, kuzatish to'xtatiladi. Aralashmalar sovish egri chiziqlarida dastlabki kristallar paydo bo'lishi bilan harorat tushishi vaqtincha to'xtaydi va u hamma sistemada to'liq kristallanish amalga oshguncha davom etadi. Agar evtektika kristallanishidan keyin harorat tushishi sekin davom etsa (3—4 marta kuzatgandan so'ng), tajriba to'xtatiladi. Agar evtetik harorat xona haroratiga yaqin bo'lsa, yanada aniqroq natijalar olish uchun probirkalarni sovuq suvga yoki erigan muz suviga joylashtirish tavsiya qilinadi. Tajriba natijalari jadvalda kiritiladi (4- jadval):

4- jadval

Vaqt (har 30 s.da)	Aralashma harorati, °C						
	1	2	3	4	5	6	7
1 nchi							
2 nchi							
3 nchi							

Tajriba natijalariga muvofiq millimetrli qog'ozda aralash-malarning sovish grafiqi tuziladi va undagi sinish (to'xtash) aniqlanib aralashma kristallanishining boshlanish va oxirgi haroratlari topiladi. Natijalar jadvalga kiritiladi (5- jadval):

5- jadval

Aralashma tarkibi, %		Kristallanish harorati, °C	
Naftalin	Fenol	Boshlanishi	Oxiri
100	0		
75	25		
62,5	37,5		
...	...		

Olingan natijalarga muvofiq naftalin — fenol sistemasining suyuqlanish diagrammasi tuziladi. Diagramma bo'yicha evtektik harorat va evtektik tarkib aniqlanadi va fazalar qoidasidan foydalanib, diagrammaning hamma hududlari tahlil qilinadi.

Olingan diagrammadan foydalanib, tarkibida 36 %li $C_{10}H_8$ va 64 %li C_6H_5OH bo'lgan aralashmaning $50^\circ C$ dagi sistema holatini aniqlang va bu haroratdagi fazalar sonini ko'rsating. Naftalinning suyuqlanish haroratini 10° ga pasaytirish uchun 90 g naftalinga necha gramm fenol qo'shish kerak?

? *Nazorat savollari*

1. Faza va komponentlar soni deb nimaga aytiladi?
2. Analizning qanday bo'limiga termik analiz deyiladi?
3. Termik analizning qanday asosiy usullari mavjud?
4. Holat diagrammasi deb nimaga aytiladi?
5. Termik analizning qanday asosiy usullari mavjud?
6. Aralashma sovishidagi egri chiziqda sinish paydo bo'lsa, bu o'zgarish nimani bildiradi?
7. „Evtektika“, „evtektik nuqta“ va „evtektik harorat“ tushunchalari bir-biridan nimasi bilan farq qiladi?

5.1. Eritmalar haqida tushunchalar

Ikki yoki bir necha komponentdan iborat qattiq yoki suyuq bir jinsli (gamogen) sistema *eritma* deb ataladi. Eritmalar tarkibi o'zgaruvchan bo'ladi, ularning xossalari (zichligi, qaynash harorati, muzlash harorati, qovushoqligi va boshq.) odatda, sekin o'zgaradi.

XIX asrning oxirlarida eritmalarini o'rganish bo'yicha ikkita, ya'ni fizikaviy va kimyoviy nazariyalar vujudga keldi. Eritmalarning fizikaviy nazariyasiga Arrenius va Vant-Goff tomonidan asos solingan. Bu nazariyaga muvofiq, erish jarayoni toza fizikaviy jarayon bo'lib, eruvchan modda zarrachalari eritmaning butun hajmi bo'ylab bir tekis tarqaladi. Bunda erituvchi molekulalari bilan eruvchi modda zarrachalari orasida hech qanday o'zaro ta'sir bo'lmaydi.

Ikkinchi, kimyoviy (gidratlar) nazariyaning asoschisi D. I. Mendeleyevdir. D. I. Mendeleyev birinchi bo'lib sulfat kislota, etil spirti va boshqa sistemalarning suvli eritmalarini xossalari o'rganib, ulardagi komponentlar zarrachalarining o'zaro ta'siri eritmalar xossalari belgilashda katta ahamiyat kasb etishini ko'rsatdi. Uning fikricha, eritmalar beqaror qisman dissotsilangan holatdagi kimyoviy birikmalar bo'lib, ulardagi muvozanat dinamikaviy xarakterga ega. Shunga muvofiq, eritmalaridagi zarrachalar orasidagi o'zaro ta'sirlar nafaqat fizikaviy hodisa bo'lib, balki kimyoviy ta'sirlashuv ham sodir bo'lishi to'g'risidagi eritmalar nazariyasiga asos bo'lib xizmat qildi.

Eritmalar tabiati to'g'risidagi ta'limotning keyingi taraqqiyoti, kimyoviy o'zaro ta'sirlar eritmalar hosil bo'lishida muhim ekanligini tasdiqladi. Eritmalar nazariyasining taraqqiyotiga I.A.Kablukov va N. S. Kurnakovlar ham o'zlarining katta hissalarini qo'shdilar.

Hozirgi vaqtda eritmalarga fizik-kimyoviy sistema deb qaralib, ular xossalari jihatidan mexanik aralashma bilan (fizik sistema) kimyoviy birikmalar orasidagi oraliq mavqeni egallaydi. Eritmalar agregat holatiga ko'ra uch guruhga bo'linadi:

- 1) gazlardagi gazlar eritmalar (gazlar aralashmasi);
- 2) suyuq eritmalar;
- 3) qattiq eritmalar.

Suyuq eritmalar o'z navbatida gazlarning suyuqliklardagi, qattiq moddalarning suyuqliklardagi, suyuqliklarning suyuqliklardagi eritmalaridir.

5.2. Suyultirilgan eritmalar. Raul qonuni

XIX asrning oxiriga kelib Raul, Vant-Goff, Arrenius eritmalar konsentratsiyasi osmotik bosim, to'yingan bug' bosimi, qaynash va muzlash haroratlari bilan bog'liqligi to'g'risidagi qonuniyatlarni aniqladilar. Eritma yuzasida erituvchining to'yingan bug' bosimi o'sha haroratda erituvchi yuzasidagi to'yingan bug' bosimiga nisbatan hamma vaqt kam bo'lishi tajriba yo'li bilan aniqlangan, ya'ni

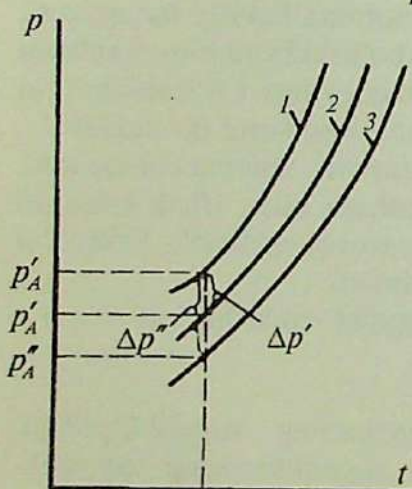
$$p_A^o > p_A \quad \text{va} \quad p_A^o - p_A = \Delta p, \quad (5.1)$$

bu yerda: p_A^o — toza erituvchi ustidagi bug' bosimi; p_A — eritma ustidagi erituvchi bug' bosimi. Δp — eritma ustidagi erituvchi bug' bosimining mutlaq kamayishi.

Eritmada erigan modda konsentratsiyasi qancha ko'p bo'lsa, bug' bosimining kamayishi ham shuncha yuqori bo'ladi. To'yingan bug' bosimining harorat va konsentratsiyaga bog'liqligini 11- rasmdan ko'rish mumkin.

$\frac{\Delta p}{p_A^o} = \frac{p_A^o - p_A}{p_A^o}$ kattalik eritma ustidagi erituvchi bug'ning nisbiy kamayishi yoki eritma depressiyasi deyiladi. Eritma ustidagi erituvchi bug' bosimining nisbiy kamayishi eritmadagi erigan moddaning molyar ulushiga teng bo'ladi:

$$\frac{p_A^o - p_A}{p_A^o} = \frac{n_2}{n_A + n_B}, \quad (5.2)$$



bu yerda: n_B — erigan modda mollari soni; n_A — erituvchi mollari soni.

Berilgan harorat va muayyan konsentratsiyali eritma ustidagi erituvchi bug' bosimini hisoblash

11- rasm. Erituvchi to'yingan bug' bosimining harorat va konsentratsiyaga bog'liqligini ko'rsatuvchi egri chiziqlar: 1 — harorat o'zgarishi bilan; 2 — kam konsentratsiyali eritma ustidagi; 3 — yuqori konsentratsiyali eritma ustidagi.

uchun (5.2) tenglamani qaytadan quyidagicha yozish mumkin. Buning uchun tenglamaning har ikkala tomoni 1 dan ayiriladi:

$$1 - \frac{p_A^o - p_A}{p_A^o} = 1 - \frac{n_B}{n_A + n_B}; \quad \frac{p_A}{p_A^o} = \frac{n_A}{n_A + n_B};$$

$$p_A = p_A^o \frac{n_A}{n_A + n_B} = p_A^o N_A. \quad (5.3)$$

Shunday qilib, **eritmadaagi komponentning parsial bosimi uning suyuq fazadagi molyar ulushiga to'g'ri proporsionaldir**, toza komponent bug'ining bosimi esa proporsionallik koeffitsienti hisoblanadi. Raul tomonidan topilgan bu nisbat, Raul qonuni deyiladi. Juda suyultirilgan eritmalar uchun Raul qonunining quyidagi tenglamasidan foydalanish mumkin:

$$\frac{p_A^o}{p_A} = \frac{n_B}{n_A}. \quad (5.4)$$

5.3. Krioskopiya va ebulioskopiya

Toza erituvchiga nisbatan suyultirilgan eritma ancha past haroratda muzlaydi. Eritmalarning muzlash haroratini xarakterlash uchun ΔT_M muzlash haroratining pasayishi kattaligi kiritiladi, u esa toza erituvchining muzlash harorati T_M^o bilan eritmaning muzlash harorati T_M^o orasidagi farqdan aniqlanadi:

$$\Delta T_M = T_M^o - T_M. \quad (5.5)$$

Hozirgi zamon suyultirilgan eritmalar nazariyasiga asosan, eritmalar muzlash haroratining pasayishi erigan modda konsentratsiyasiga proporsional bo'lishi isbotlangan.

$$\Delta T_M = E_M C \quad \text{yoki} \quad \Delta T_M = \frac{1000 E_M m}{GM}, \quad (5.6)$$

bu yerda: E_M — krioskopik doimiylik; m — erigan modda massasi; M — erigan moddaning molekular massasi.

(5.6) tenglamadan ko'rinib turibdiki, modda og'irligi 1000 g bo'lganda $m = M$ bo'ladi, ya'ni 1000 g erituvchida 1 mol modda bo'lgan eritma uchun krioskopik doimiylik

$$\Delta T_M = E_M \cdot \quad (5.7)$$

Krioskopik usulda molekular massalarni aniqlash uchun quyidagi formuladan foydalaniladi.

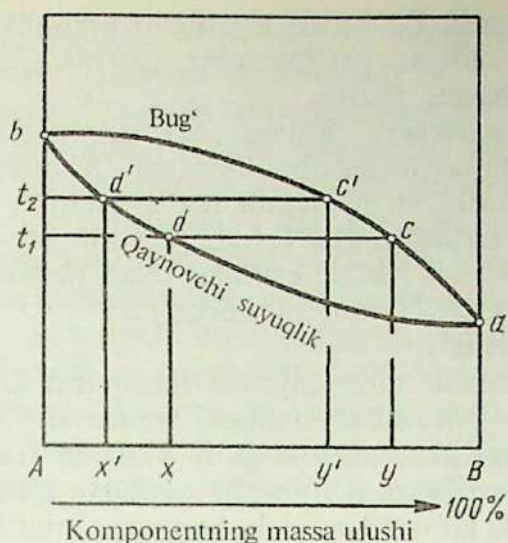
$$M = \frac{E_M 1000m}{\Delta T_M G}$$

8- laboratoriya ishi. Cheksiz aralasha oladigan suyuqliklardan eritmalarni haydash

Aralashmadagi uchuvchan komponentning ko'proq bug'lanishi bilan uning qaynash harorati, aralashmaning tarkibiga bog'liq holda, to'xtovsiz ortadi. 12-rasmda doimiy bosimda, qaynash temperaturasi aralashma tarkibiga bog'liqligi („temperatura — tarkib“ diagrammasi) tasvirlangan. Bunda ordinata o'qiga harorat, absissa o'qiga esa — aralashma tarkibi joylashtiriladi. Pastki egri chiziq qaynash temperaturasi suyuq aralashmaga bog'liqligini (qaynovchi suyuqlikni ko'rsatuvchi egri chiziq), yuqorisidagisi esa bug' tarkibining qaynovchi aralashmaga bog'liqligini aks ettiradi. Bu egri chiziqlar o'ziga xos linzasimon shaklni hosil qilib, uning o'rtasi aralashmaning qaynovchi suyuqligi va to'yingan bug'iga to'g'ri keladi.

Agar berilgan haroratda suyuqlik tarkibi va bug' tarkibi ma'lum bo'lsa, „Temperatura — tarkib“ diagrammasini tuzish mumkin bo'ladi. A va B komponentlardan tashkil topgan (ko'proq, B komponent uchuvchan) aralashmani ko'rib chiqamiz. Diagrammadagi a va b nuqtalar toza komponentlarning qaynash nuqtalarini bildiradi. Ko'proq uchuvchan B modda qo'shilganda aralashmaning qaynash harorati kamayadi, shunga muvofiq suyuqlikdagi va bug'dagi komponentlar nisbati ham o'zgaradi. B komponent uchuvchan bo'lgani uchun, bug' B komponent bilan boyib to'yinadi.

x nuqtaga to'g'ri keladigan dastlabki aralashma tarkibi uchun doimiy tashqi bosimdagi suyuqlikni haydash yo'li bilan tanishib



12- rasm. „Temperatura — tarkib“ diagrammasi.

chiqamiz. Aralashma qizdirilganda t_1 haroratda qaynaydi (egri chiziqdagi d nuqta suyuqlikning qaynashini bildiradi); shu haroratda y nuqta bug'ning tarkibiga to'g'ri keladi (bug' egri chizig'idagi c nuqta), ya'ni u ko'proq uchuvchan B komponent bilan to'yingan bo'ladi, buning natijasida dastlabki aralashma kamroq uchuvchan A komponent bilan to'yinadi va aralashmaning qaynash harorati oshadi. Natijada, x chapga ya'ni x' tomonga siljiydi. Aralashmaning yangi tarkibiga t_2 qaynash harorati to'g'ri keladi (egri chiziqdagi d' suyuqlikning qaynash nuqtasi), bu haroratda bug' y_1 tarkibga to'g'ri keladi (bug' egri chiziqdagi c' nuqta). Suyuqlik bug'langan sari aralashma tarkibi, asosan, kam bug'lanuvchi A komponentdan tashkil topadi.

Bug'ning kondensatlanishida komponentlar nisbati buning aksi bo'ladi. Masalan, $y'x'$ tarkibli bug' t_2 da kondensatlana boshlaydi va uchuvchan B komponent bilan to'yingan x' kondensatni beradi.

Juda kam miqdordagi suyuqlik bug'langandan keyin ham uning tarkibi o'zgaradi, dastlabki suyuqlik ustidagi to'yingan bug' tarkibini topish uchun imkoni boricha temperatura ko'tarilishi to'xtagan, ya'ni suyuqlik qaynagan vaqtdagi bug'ni olishi kerak. Har xil foiz tarkibli suyuq aralashmalarni qaynaguncha qizdirib, „birinchi bug“ni ajratib va uning tarkibini aniqlab, „Temperatura — tarkib“ diagrammasini tuzish mumkin.

Ishning maqsadi. Bir-birida eriydigan suyuqliklarni haydash bilan tanishish; olingan ma'lumotlar asosida „Temperatura—tarkib“ diagrammasini tuzish.

Asbob va reaktivlar. Suyuq aralashmalarning qaynash haroratini aniqlash uchun asbob; chinni naycha yoki kichik shisha kapillarlar bo'laklari; 50 ml hajmli rezina tiqinli uchta kolba; o'rtacha hajmli, oldindan 1 ml li hajmga bo'lingan rezina tiqinli uchta probirka; 0,1n.li NaOH eritmasi bilan titrlangan byuretk; fenoltalein; CH_3COOH ; millimetrli qog'oz.

Asbobning tuzilishi.

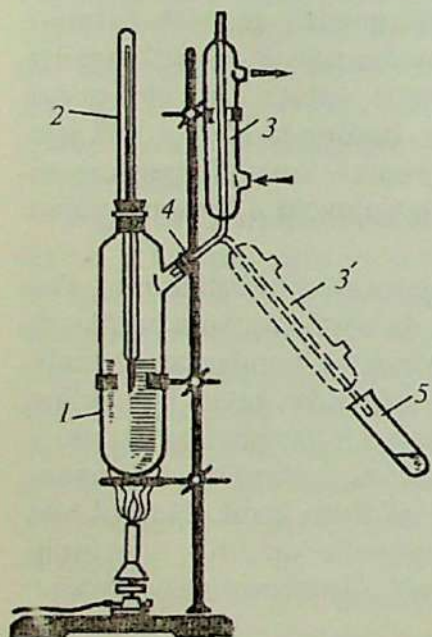
Suyuq aralashmalarning qaynash haroratini aniqlash asbobi (13-rasm) idish 1 (qaynatish uchun), termometr 2, sovitgich 3 dan iborat. Sovitgich 3, tiqin 4 ga 3' holatda (rasmda punktir chiziqlar bilan tasvirlangan) o'tkazila oladigan qilib o'rnatiladi.

Asbob, rasmda ko'rsatilganidek shtativga o'rnatiladi, idish 1 ga tekshiriladigan aralashma quyiladi va tekis qaynashi uchun idishga chinni naycha yoki shisha kapillarning mayda bo'lakchalari joylashtiriladi. Idish 1 ning bo'g'ziga tiqin orqali 120—130°C li termometr o'rnatiladi. Termometrning sharigi qisman suyuqlikka botib turishi kerak. Idish 1 ga sovitgich 3 ulanadi, u orqali suv oqiziladi, keyin suyuqlik qaynaguncha asbest to'r orqali qizdiriladi.

Aralashma qaynagandan keyin, harorat o'zgarmas holatga kelgandan keyin sovitgich 3 holatga keltirilib, unga probirka 5

to'g'rilanadi va unga 1 ml distillat yig'iladi. Shundan keyin asbob qismlarga ajratiladi, idish 1 dagi suyuqlik to'kib yuboriladi, yaxshilab yuviladi va keyingi haydaladigan suyuqlik bilan chayiladi.

Shunga o'xshash tajriba keyingi aralashma bilan ham o'tkaziladi va uning qaynash harorati belgilanadi. Probirkalarga olingan distillat namunalari 0,1 n li NaOH eritmasi bilan titrlanadi.



13- rasm. Suyuq aralashmalarning qaynash haroratini aniqlash asbobi:

- 1—qaynatish uchun idish;
- 2 — termometr; 3 — sovitgich;
- 4 — tiqin; 5 — namuna olish uchun probirka.

Molyar ulushi 0,25, 0,50 va 0,75 bo'lgan sirka kislotaning 35—40 ml suvli eritmaları tayyorlanadi.

Ishni bajarish. Yuqorida ko'rsatilganidek, suv va sirka kislotaning (har qaysisi alohida) qaynash haroratlari aniqlanadi. Olingan ma'lumotlar „Temperatura — tarkib“ diagrammasida *a* va *b* nuqtalarga to'g'ri keladi Keyin tayyorlangan har qaysi aralashmadan stakanchaga 1 ml dan olinadi va NaOH eritmasi bilan titrlanadi. Bu bilan suyuq aralashmadagi suv va kislota nisbati ham aniqlanadi. Keyin idish 1 ga birinchi eritma quyiladi, uning qaynash harorati aniqlanadi. Probirkaga kondensat olinib, titrlash yo'li bilan uning tarkibi, shu tarzda ikkinchi va uchinchi eritmalarining qaynash haroratlari va kondensat tarkibi aniqlanadi. Olingan ma'lumotlar jadvalga quyidagi tartibda yoziladi (6- jadval).

6- jadval

Aralashma (eritmalar)	Aralashma tarkibi	Qaynash harorati, °C	Distillat (bug') tarkibi
1 nchi eritma 2 nchi eritma 3 nchi eritma	A suyuqlik 100% B suyuqlik 100%		

Olingan ma'lumotlarga asoslanib grafik tuziladi, bunda grafikning ordinata o'qiga harorat, abssissa o'qiga esa suyuqlik (eritma) tarkibi va tegishli distillat (bug') tarkibi qo'yiladi va „Temperatura — tarkib“ diagrammasi chiziladi.

Bajarilgan ish yuzasidan **hisobot** quyidagi tartibda yoziladi:

1. Suyuq aralashmalarining qaynash haroratini o'lchash asbobi sxemasini chizish.

2. Olingan ma'lumotlarga asosan „Temperatura — tarkib“ diagrammasini tuzish.

? *Nazorat savollari*

1. Qanday suyuqliklar o'zaro cheksiz va chekli eriy oladi? Misollar keltiring.
2. Suyuqliklarni fraksiyal haydashning mohiyati nimalardan iborat? Qayerlarda amalda suyuqliklarni fraksiyal haydash qo'llaniladi?

3. Nima uchun qaynatiladigan idishga chinni naycha yoki shisha kapillar bo'lakchalari solinadi?
4. Tuzilgan diagramma (grafik)dan foydalanib, eritmada kislota miqdori 30 %ga teng bo'lsa, uning necha gradusda qaynashini qanday aniqlaysiz?

9- laboratoriya ishi. Eritmalarda bo'ladigan osmos hodisasini aniqlash

Agar erituvchi bilan eritma o'rtasiga yarim o'tkazgich parda qo'yilsa, bu parda orqali erituvchi eritmaga o'tib, uni suyultira boshlaydi. Erituvchining yarimo'tkazgich parda orqali o'tish jarayoniga *osmos* deyiladi. Biror moddaning bitta erituvchidan ikki xil konsentratsiyali eritmasidan olib, ularni o'zaro yarim o'tkazgich parda (to'siq) bilan ajratilsa ham, bunday parda erituvchi molekullarini o'tkazib, erigan modda molekullarini tutib qoladi. Ko'pgina hayvon va o'simlik to'qimalari shunday parda vazifasini o'tay oladi. Erituvchi molekullari past konsentratsiyali eritmada (yoki toza erituvchidan) yuqori konsentratsiyali eritmaga o'tganda eritmaning hajmi ortadi va konsentratsiyasi pasayadi. Erituvchi molekullari yuqori konsentratsiyali eritmaga o'tayotganda unga qandaydir bosim bilan ta'sir qiladi. Ana shu bosim *osmotik bosim* deyiladi. Issiq havo ta'sirida so'liy boshlagan o'simlik bargiga suv purkalganda uning qaytadan "tirilishi" ham osmos hodisasiga asoslangan.

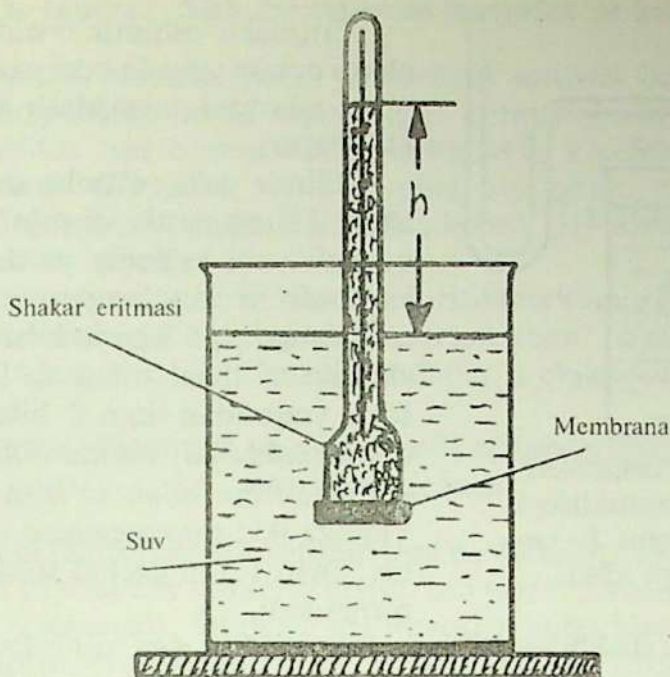
Osmos ikki xil sababga ko'ra kelib chiqadi. Birinchidan, toza suvda suv molekullarining konsentratsiyasi eritmadagiga qaraganda yuqori bo'lganda. Ikkinchidan, eritmada suv molekullari eruvchi modda molekullari bilan birikib, gidratlar hosil qilganda.

14- rasmda ko'rsatilganda ikkita idish olib, katta idishga toza suv, tubi yarim o'tkazgich parda bilan qoplangan naysimon kichik idishga qand eritmasi solingan bo'lsin. Kichik idish katta idishga botirilganda unga yarim o'tkazgich parda orqali suv o'tib, naycha ichidagi suyuqlik sirti ko'tarila boshlaydi, gidrostatik bosim vujudga keladi. Bu eritmaning osmotik bosimidir.

Osmotik bosim kattaligi erituvchi va eruvchi moddaning tabiatiga bog'liq bo'lmay, faqat konsentratsiya va temperaturaga bog'liqdir. Bu bog'lanish Vant-Goff qonunida o'z ifodasini topgan:

$$p = C \cdot RT, \quad (5.8)$$

bu yerda: p — eritmaning osmotik bosimi, C — eritmaning molyar konsentratsiyasi, T — mutlaq harorat, R — universal gaz doimiysi.



14- rasm. Osmotik bosimni aniqlash asbobining sxemasi.

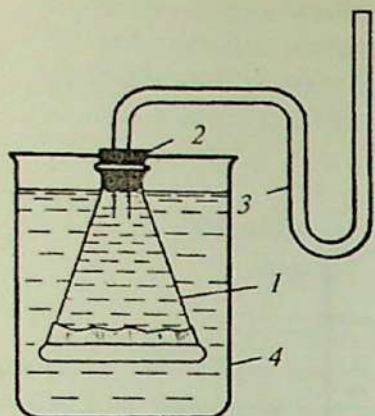
Eritmaning osmotik bosimi erigan modda ayni temperaturada gaz holatida bo'lib, eritma hajmiga teng hajmni egallaganda ko'rsata oladigan bosimiga tengdir. Bu Vant-Goff qonuni ta'rifidir. Osmos hodisasi hayvonlar, ayniqsa o'simliklar hayotida katta rol o'ynaydi.

Sabzavot va mevalarni konservalash ham osmotik bosimga asoslangan. Konserva suvida shakar yoki tuzning konsentratsiyasi yuqori bo'lishi yuqori osmotik bosim hosil qiladi, bunda plazmoliz natijasida mikroorganizmlar nobud bo'ladi. Hujayra konsentrlangan eritmaga botirilganda, hujayra shirasidagi suv eritmaga o'tib, hujayrani siqadi va u bujmayib qoladi. Bu hodisa *plazmoliz* deyiladi. Osmotik bosimi bir xil bo'lgan eritmalar *izotonik eritmalar* deyiladi.

1- tajriba. Osmotik bosimni o'lchash

Asbob va reaktivlar. Osmometr asbobi; 10 va 20 %li shakar va osh tuzi eritmaları; 5 %li mis kuporosi eritmasi; qizil qon tuzi kristallari; probirkalar shtativi bilan; o'lchov silindri.

Ishning maqsadi. Eritmalarning osmotik xossalarini o'rganish va osmotik bosimni aniqlash.



15- rasm. Osmometr:
1—voronka shaklidagi
idish; 2 — tiqin; 3 — nay;
4 — suvli idish.

Eritmalar osmotik bosimini o'lchash uchun yanada oddiyroq osmometr asbobini tayyorlash mumkin (15- rasm).

Silindr yoki voronka shaklidagi idish 1 ning pastki qismini hayvon qovug'i yoki kollodiy pardasi bilan yopiladi, u ranglangan (masalan, qizil kongo yoki lakmus bilan) 20 %li shakar eritmasi bilan to'ldiriladi. Idish yuqoridan tiqin 2 bilan shunday bekitiladiki, bunda butun idish hajmi eritma bilan to'lgan bo'lsin. Tiqinga ikki marta egilgan (uzunligi taxminan 1,5 m gacha) shisha nay 3 o'rnatiladi.

Voronka shaklidagi idish suvli katta idish 4 ga tushiriladi va nay orqali eritmaning ko'tarilishi kuzatiladi. Bir necha vaqtdan so'ng naydan eritmaning ko'tarilishi to'xtaydi. Bu lahzada osmotik bosim muvozanati eritma ustunining gidrostatik bosimiga teng bo'ladi va u quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi.

$$p_{\text{osm}} = hd, \quad (5.9)$$

bu yerda: h — naydagi suyuqlikning ko'tarilish balandligi; d — eritmaning zichligi (u areometr yordamida aniqlanadi).

Osmotik bosim qiymati aniqlangandan so'ng, idish 1 dagi eritmani to'kib, shu osmometrga 10 %li shakar eritmasi quyiladi va yana bosim o'sha usul bilan osmotik o'lchanadi. Olingan tajriba ma'lumotlarini Vant-Goff formulasi yuzasidan chiqarilgan nazariy ma'lumotlar bilan solishtiriladi.

2- tajriba. Traube „sun'iy hujayra“ sining o'sishini kuzatish

Probirka yoki silindrni 5 %li mis kuporosi eritmasi bilan to'ldiriladi va unga bir-ikki dona qizil qon tuzi kristalidan tashlanadi. Idishda kristallning ajoyib o'sishi kuzatiladi. Bir soatdan so'ng hosil bo'lgan kristallarning ko'rinishi daftarga chiziladi.

3- tajriba. „Sirli daraxtsimon mavjudot“ni kuzatish

Sakkizta probirka yoki silindrlarni sotuvda bo'lgan silikat yelimining sakkiz marta suyultirilgan eritmasi bilan yoki 10 %li natriy silikat tuzi eritmasi bilan to'ldiriladi. Probirkalarning har biriga: temir (II) nitrat, mis (II) nitrat, rux nitrat, marganes (II) nitrat, kalsiy nitrat, nikel (II) nitrat, kobalt (II) nitrat tuzlarining kristallari tashlanadi.

Muayyan vaqt o'tishi bilan probirkalarda turli xil ranglardagi, ajoyib ko'rinishga ega bo'lgan „daraxtsimon“ o'simtalar hosil bo'ladi, ularning shakli (tuzilishi) daftarga chizib olinadi.

4-tajriba. Elektrolit va noelektrolit eritmalarining osmotik bosimini o'lchash

1 nchi tajribadagi ko'rsatilgan usul bo'yicha 0,1 molyarli shakar eritmasi va shunday konsentratsiyali osh tuzi eritmasining osmotik bosimi o'lchanadi. Olingan ma'lumotlar yuqoridagi formulalar ma'lumotlariga solishtiriladi va quyidagi jadvalga yoziladi.

Eritma	O'lchangan osmotik bosim	Hisoblangan осмотик bosim
0,1 molyarli shakar eritmasi		
0,1 molyarli osh tuzi eritmasi		

? *Nazorat savollari*

1. Osmos nima?
2. Qanday bosimga osmotik bosim deyiladi?
3. Osmotik bosimni aniqlashning qanday usullari sizga ma'lum?
4. O'simlik va hayvon organizmlari hayotida osmotik bosim qanday ahamiyatga ega?
5. Eritma muzlash haroratining pasayishi bilan osmotik bosim orasida qanday bog'liqlik mavjud?
6. Natriy silikat tuzi eritmasiga tuzlar kristallari tashlanganda „daraxtsimon o'sish“ning vujudga kelishi qanday tushuntiriladi?
7. Qanday eritmalar izotonik eritmalar deyiladi?
8. Plazmoliz va gemoliz nima va ular qanday vujudga keladi?

6.1. Kinetika haqida tushuncha

Kimyoviy reaksiyalar kinetikasi kimyoviy reaksiyalarning tezligiga turli omillarning, ya'ni reaksiyaga kirishuvchi moddalarning tabiatini, ularning konsentratsiyasini, reaksiya borayotgan harorat, katalizatorning ishtirok etish-etmasligi va boshqa bir qancha omillarning ta'sirini o'rganadi.

Reaksiya tezligini oshirish va reaksiyaga xalal beradigan qo'shimcha reaksiyalarning tezligini kamaytirish sanoatda ishlab chiqarish unumini oshirishga, xomashyodan to'laroq foydalanishga, kam vaqt sarflab ko'p mahsulot ishlab chiqarishga imkon beradi.

Ilmiy jihatdan kimyoviy reaksiyalar kinetikasini tekshirish reaksiyalarning qanday borishi, ya'ni ularning mexanizmini o'rganishga yordam beradi. Bu esa kimyoviy reaksiyalarning yo'nalishini va ularning tezligini boshqarish imkonini beradi.

Fizik kimyoning kimyoviy reaksiyalarning o'zgarish haroratda reaksiya tezligi bilan reagentlarning konsentratsiyasi orasidagi bog'lanishni tekshiradigan sohasi *rasmiy (formal) kinetika* deyiladi.

Reaksiyalar *statik va dinamik* sharoitlarda olib borilishi mumkin. Statik sharoitda reaksiya berk idishda, demak, o'zgarish hajmda olib boriladi. Dinamik usulda esa reagentlar reaksiya borayotgan hajmdan (masalan, naydan) uzluksiz yuboriladi.

Reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasining vaqt birligi ichida o'zgarishi *reaksiya tezligi* deb ataladi.

Reaksiyaga kirishayotgan moddalar miqdori (mol hisobida) konsentratsiyasi vaqt o'tishi bilan kamayib boradi. Reaksiya tezligi ham, massalar ta'siri qonuniga muvofiq, vaqt o'tishi bilan kamayib boradi. Natijada reaksiya tezligi ham har xil vaqtda turlicha bo'ladi.

Shuning uchun *haqiqiy tezlik* reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyalarining cheksiz vaqt ichida o'zgargan cheksiz kichik miqdoriga teng bo'ladi:

$$v = \frac{dC}{dt}; \quad v = \frac{1}{V} \cdot \frac{dm}{dt},$$

bu yerda: v — reaksiyaning tezligi; m — mollar soni; C — konsentratsiya; t — vaqt; V — hajm.

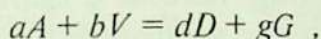
Moddalar ekvivalent miqdorda reaksiyaga kirishgani uchun reaksiya tezligini reaksiyaga kirishuvchi moddalardan yoki reaksiya

natijasida hosil bo'layotgan mahsulotlardan birortasining konsentratsiyasini vaqtga qarab o'zgarishi bilan ifodalash mumkin. Odatda, qaysi moddaning miqdorini aniq o'lchash (analiz qilish) oson bo'lsa, reaksiya tezligi ayni modda konsentratsiyasining o'zgarishi bilan o'lchanadi.

Lekin reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasi vaqt o'tishi bilan kamayib boradi, reaksiya natijasida hosil bo'layotgan moddalarning konsentratsiyasi esa, aksincha, ko'payib boradi. Reaksiya tezligi v ikkala holda o'lchanganda ham musbat qiymatli bo'lishi uchun, dastlabki moddalar konsentratsiyasining o'zgarishini o'lchaganda dC/dt oldiga manfiy ($-$), reaksiya mahsulotlari konsentratsiyasining o'zgarishi o'lchanganda esa musbat ishora ($+$) qo'yiladi. Shunday qilib:

$$V = \pm \frac{dC}{dt}.$$

Massalar ta'siri qonuniga muvofiq quyidagi reaksiya borayotgan bo'lsa:



reaksiyaning tezligi quyidagicha qayd etiladi:

$$V = k[A]^a \cdot [B]^b,$$

bu yerda: k — proporsionallik koeffitsienti bo'lib, u reaksiyaning *tezlik konstantasi* deb ataladi. Ba'zan bu ifoda kimyoviy reaksiyalarning asosiy postulati deb yuritiladi. Agar reaksiyaga kirishuvchi moddalar har birining konsentratsiyalari birga teng bo'lsa,

$$V = k$$

bo'ladi. Demak, tezlik konstantasi k reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyalarining birga teng bo'lgandagi reaksiya tezligidir. Shuning uchun ba'zan k *solishtirma tezlik* deb ham ataladi.

Reaksiya borayotganda harorat ko'tarilgan sari reaksiyaning tezligi orta borib haroratning ta'siri sezilarli bo'ladi. Ko'p reaksiyalarda harorat 10°C ga ko'tarilganda reaksiya tezligi 2—4 marta ortadi (Vant—Goff qoidasi). Bu bog'liqlik matematik jihatdan quyidagicha ifodalanadi:

$$v_{t_2} = v_{t_1} \cdot y^{\frac{t_2 - t_1}{10}} \quad \text{yoki} \quad \frac{v_{t_2}}{v_{t_1}} = y^{\frac{t_2 - t_1}{10}},$$

bu yerda: $v_{t_2} = v_{t_1}$ — oxirgi t_2 va dastlabki t_1 haroratlarga to'g'ri keladigan reaksiya tezligi; y — reaksiya tezligining harorat koeffitsienti bo'lib, u harorat 10° ga oshganda reaksiya tezligining necha marta ortishini ko'rsatadi.

Agar reaksiyaning harorat koeffitsienti $y=2$ bo'lsa, harorat 20° dan 40° gacha oshirilganda reaksiya tezligi necha marta oshishini hisoblab topish mumkin:

$$v_{t_2} = v_{t_1} \cdot y^{\frac{t_2 - t_1}{10}} = 2^{\frac{40 - 20}{10}} = 2^2 = 4.$$

Demak, reaksiya tezligi 4 marta ortadi.

Agar haroratni 10 dan 100° gacha ko'tarilsa ($y=2$), unda tezlik 512 marta ortadi, ya'ni

$$\frac{v_{100^\circ}}{v_{10^\circ}} = 2^{\frac{100^\circ - 10^\circ}{10}} = 2^9 = 512.$$

Reaksiya tezligining harorat o'zgarishi bilan o'zgarishini D. Alekseyev va S. Arrenius yaratgan *aktivlanish nazariyasi* asosida batafsil talqin qilish mumkin. Bu nazariyaga binoan, molekulalar orasida bo'ladigan har qaysi to'qnashish natijasida kimyoviy reaksiya vujudga kelavermaydi, faqat ortiqcha energiyaga ega bo'lgan aktiv molekulalar to'qnashuvi reaksiyani vujudga keltiradi. Reaksiyaning tezlik konstantasi bilan harorat orasidagi bog'lanish S. Arrenius tenglamasi shaklida aniqroq ifodalanadi:

$$K = C \cdot e^{\frac{E}{RT}},$$

bu yerda: K — reaksiyaning tezlik konstantasi; C — konsentratsiya; E — aktivlanish energiyasi (ya'ni, aktivmas zarrachalarning aktiv holatga o'tkazish uchun ularga berilishi kerak bo'lgan energiya miqdori); R — universal gaz doimiysi; T — mutlaq harorat; e — natural logarifmlar asosi.

Reaksiyaning ikki temperaturadagi (T_2 va T_1) tezlik konstantalari K_2 va K_1 ma'lum bo'lsa, S. Arrenius tenglamasidan foydalanib, reaksiya uchun aktivlanish energiyasini hisoblash mumkin:

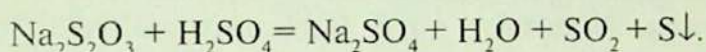
$$E = 2,303 \cdot R^{\frac{T_2 - T_1}{T_2 T_1}} \cdot \lg \frac{K_2}{K_1} \text{ J/mol.}$$

10 - laboratoriya ishi. Kimyoviy reaksiyalar tezligi

1-tajriba. Reaksiya tezligining konsentratsiyaga bog'liqligi

Asbob va reaktivlar. Shtativ, probirkalari bilan, o'lchov probirkalar yoki 10—15 ml hajmli o'lchov silindrlari, termometr, suv hammomi yoki termostat, 0,1 M li giposulfit eritmasi, 0,1 M li sulfat kislota eritmasi; temir (III) xloridning to'yingan eritmasi; kaliy rodanid yoki ammoniy rodanidning to'yingan eritmasi, kaliy yoki ammoniy xlorid (quruq, tuz); marmar (bo'laklari va kukun holida); 2 n li HCl eritmasi, 10 %li vodorod peroksid eritmasi, marganes (IV) oksid, cho'g'langan cho'pcha, sekundomer, texno-kimyoviy tarozi.

Natriy tiosulfat (giposulfit) eritmasi bilan sulfat kislota eritmasi ta'sirlashuv reaksiyasidan foydalanib, reaksiya tezligiga konsentratsiyaning ta'sirini osongina kuzatish mumkin:



Eritmaning tovlanishini — reaksiyaning boshlanishi, cho'kma tushishi natijasida xiralanishni esa — reaksiyaning tugashi deb hisoblash mumkin.

Ishni bajarish. Uchta probirkaga 0,1 M li giposulfit eritmasi va distillangan suvdan quyidagi tartibda quyib chiqiladi. Birinchi probirkaga 5 ml giposulfit eritmasi va 10 ml suv; ikkinchisiga 10 ml giposulfit eritmasi va 5 ml suv; uchinchisiga 15 ml giposulfit eritmasi quyiladi. Keyin har bir probirkaga 5 ml dan 0,1 M li sulfat kislota eritmasidan quyib, shu onning o'zida sekundomer ishga tushiriladi. Kislota quyilgandan xiralanish boshlanguncha o'tgan vaqt har bir probirka uchun qayd qilinadi. Ish natijalariga muvofiq quyidagi jadval to'ldiriladi.

Tajribaning tartib raqami	Eritma hajmi, ml		Reaksiya davomiyligi t,s	Reaksiya tezligi, $v = \frac{1}{t}$
	0,1 M li $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	0,1 M li H_2SO_4		
1	5	5		
2	10	5		
3	15	5		

Giposulfit konsentratsiyasi bir, ikki va uch marta oshirilganda reaksiya tezligi qanday o'zgaradi?

Olingan tajriba ma'lumotlariga asoslanib giposulfit eritmasi bilan sulfat kislota eritmasi reaksiyasining konsentratsiyaga bog'liqlik egri chizig'i chiziladi. Bunda absissa o'qiga giposulfitning nisbiy konsentratsiyasi, ordinata o'qiga esa reaksiya tezligi qo'yiladi.

2- tajriba. Reaksiya tezligining haroratga bog'liqligi

Reaksiya tezligiga haroratning ta'sirini ham giposulfit eritmasi bilan sulfat kislota orasidagi reaksiyaga muvofiq kuzatish mumkin.

Ishni bajarish. Uchta probirkaga 5 ml dan 0,1 M li giposulfit eritmasidan, birinchi probirkaga 5 ml 0,1 M li sulfat kislota eritmasi quyiladi va chayqatiladi. Kislota quyilgandan xiralashish boshlanguncha o'tgan vaqt qayd qilinadi. Boshqa probirkalarga alohida-alohida 5 ml dan giposulfit eritmasi va 5 ml 0,1 M li sulfat kislota eritmasidan quyib (aralashtirmasdan) haroratni uy haroratidan 10°C ga ko'tariladi va eritmalar bir-birining ustiga quyiladi, sekundomer ishga tushiriladi.

Keyin tajriba 20°C (uy haroratidan yuqori) haroratda takrorlanadi. Eritmalarni suv hammomida yoki termostatda isitish mumkin.

Tajriba natijalari quyidagi jadvalga yoziladi.

Tajribaning tartib raqami	Eritma hajmi, ml		Tajriba o'tkazila- yotgan harorat, °C	Reaksiya davomiyligi, t, s	Reaksiya tezligi, $v = \frac{1}{t}$
	0,1 M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$	0,1M H_2SO_4			
1	5	5	20		
2	5	5	30		
3	5	5	40		

Eritmalar harorati 10°C va 20°C ga ko'tarilganda giposulfit va kislota eritmaları orasidagi reaksiya tezligi qanday o'zgaradi?

Tajriba ma'lumotlariga asoslanib reaksiya tezligining haroratga bog'liqlik egri chizig'i chiziladi. Bunda absissa o'qiga haroratni va ordinata o'qiga esa reaksiyaning shartli tezligi qo'yiladi.

3-tajriba. Reaksiya tezligiga ta'sirlashuvchi moddalar yuzasining kattaligiga ta'siri

Texnokimyoviy tarozida 0,5 g marmar bo'laklari va 0,5 g marmar kukunidan tortib olib, toza va quruq probirkalarga alohida solinadi. Har qaysi probirkaga bir vaqtning o'zida 10 ml dan 2 n li xlorid kislota eritmasidan quyiladi va shu onning o'zida sekundomer ishga tushiriladi. Ikkala probirkada reaksiya tugagan vaqt qayd qilinadi. Reaksiya tenglamasi yoziladi.

Kimyoviy reaksiya tezligiga reaksiyaga kirishuvchi moddalar yuzasi qanday ta'sir ko'rsatadi?

4-tajriba. Reaksiya tezligiga katalizatorlar ta'siri

Toza probirkaga 5 ml 10 %li peroksid vodorod H_2O_2 eritmasidan quyiladi. Vodorod peroksidning odatdagi sharoitda parchalanishi deyarli kuzatilmaydi. Shpatel uchida ozgina marganes (IV) oksid olib, peroksid vodorod ustiga tashlanadi. Bunda nima kuzatiladi? Probirka og'ziga cho'g'langan cho'p yaqinlashtiriladi. U yorug' alanga berib yonadi. Bunda qanday gaz chiqadi? Vodorod peroksidning parchalanish reaksiya tenglamasini yozing. Kuzatilgan hodisani tushuntirib bering.

? *Nazorat savollari*

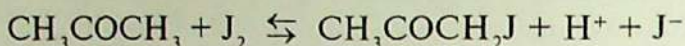
1. Kimyoviy kinetika nimalarni o'rganadi?
2. Reaksiya tezligi deb nimaga aytiladi?
3. Reaksiya tezligiga qanday omillar ta'sir etadi?
4. Massalar ta'siri qonunini ta'riflang va uning matematik ifodasini ko'rsating.
5. Nega harorat ko'pchilik reaksiyalarning tezligini oshiradi?
6. Tezlik konstantasi nima va u qanday holatdagi kimyoviy tezlikni ko'rsatadi?
7. Aktivlanish nazariyasi to'g'risida qisqacha ma'lumot bering.

11- laboratoriya ishi. Atsetonni yodlash reaksiya tezligi kostantasini aniqlash

Asbob va reaktivlar. Analitik tarozi, toshlari bilan; termostat; sig'imi 250 ml li kolbalar; tomchilatgichlar; o'lchov kolbasi; byuretk; konussimon kolbalar; J_2 , KJ, Na_2HCO_3 , $Na_2S_2O_3$ eritmalari.

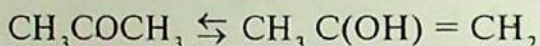
Ishning maqsadi. Kislotali muhitda atsetonni yodlash reaksiyasining tezlik konstantasini aniqlash.

Atsetonni yodlash reaksiyasi:



Bu reaksiya kislotali muhitda quyidagi ikki bosqichda boradi:

1. Atsetonning enol shaklga aylanishi (tautomer o'zgarish):



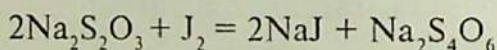
2. Enolning yod bilan reaksiyaga kirishishi:



Birinchi bosqich juda sekin, ikkinchi bosqichda esa juda tez—reaksiya oxirigacha boradi. Shuning uchun jarayonning umumiy tezligi biroz sekin boruvchi birinchi bosqich tezligi bilan o'lchanadi. Binobarin, reaksiyaning tezligi atseton vodorod ionlari (katalizator) konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi. Reaksiya davomida kislota (HJ) hosil bo'lishi, H^+ ionlarining ortib borishiga va reaksiyaning yanada tezlashishiga olib keladi. *Reaksiya davomida katalizator rolini o'ynovchi moddalar hosil bo'lishi bilan boradigan reaksiyalar avtokatalitik reaksiyalar deyiladi.*

Ishni bajarish. Yodning 0,1 n li eritmasidan tomchilatgich bilan 25 ml olib, 250 ml sig'imli kolbaga quyiladi. Unga HCl ning 1 n li eritmasidan 25 ml, distillangan suvdan 190 ml qo'shiladi. Kolbani termostatga joylashtirib 10—20 minut o'tgach, 2 ml atseton (zichligi 0,792 g/ml) quyiladi va kolbaning belgisigacha distillangan suv quyib, tez chayqatiladi. Yodning boshlang'ich konsentratsiyasi aniqlanadi. Buning uchun shu zahotiyoq tomchilatgich bilan 25 ml aralashma olib, NaHCO_3 ning 0,1n li 15 ml eritmasi solingan kolbaga quyiladi va 2—3 tomchi kraxmal ishtirokida $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ning 0,01 n li eritmasi bilan titrlanadi.

Yod bilan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ o'rtasida quyidagicha reaksiya boradi:



Bu reaksiya pH qiymati 7—6 atrofida bo'lganda sodir bo'ladi. pH ning boshqacharoq qiymatida reaksiya boshqacharoq kechadi. Shu sharoitni ta'minlash uchun NaHCO_3 qo'shiladi.

Analiz uchun aralashmadan olish vaqti va tajribaning boshlanish vaqti hisoblanadi. Reaksiyaning borishi ma'lum vaqtdan so'ng reaksiyon aralashmadagi yodning konsentratsiyasi yuqorida aytilgan usul bilan ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) aniqlash orqali kuzatiladi.

Tajriba $20-25^\circ\text{C}$ da olib borilsa, har 20 minutdan so'ng, tajriba $30-40^\circ\text{C}$ da olib borilganda esa har 10–15 minutdan so'ng namuna olinadi.

Bajarilgan ish yuzasidan quyidagicha **hisobot** yoziladi. Atsetonning yodlash reaksiyasining tezligi

$$-\frac{dC}{dt} = K (C_{ats}^\circ - C_x) (C_{H^+}^\circ + C_x),$$

bu yerda: C_{ats}° — atsetonning boshlang'ich konsentratsiyasi, g-ekv/l;
 $C_{H^+}^\circ$ — vodorod ionlarining boshlang'ich konsentratsiyasi; g - ekv/l;
 C_x — t vaqt ichida reaksiyaga kirishgan atseton konsentratsiyasi.

$(C_{H^+}^\circ + C_x)$ da „+“ ishora reaksiya davomida H^+ ionlarining ortib borishini ko'rsatadi.

Bundan:

$$K = \frac{2,3}{t(C_{ats}^\circ - C_{H^+}^\circ)} \lg \frac{C_{ats}^\circ (C_{H^+}^\circ + C_x)}{C_{H^+}^\circ (C_{ats}^\circ - C_x)} \quad (6.1)$$

Reaksiyaga kirishgan atseton konsentratsiyasi quyidagi tenglama asosida hisoblanadi:

$$C_x = \frac{V_0 - V_t}{25} \cdot \frac{C_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}}{2},$$

bu yerda: V_0 — birinchi titrlashga sarf bo'lgan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ eritmasining hajmi ($t = 0$ da), ml; V_t — ma'lum vaqtdan so'ng titrlash uchun ketgan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ eritmasining hajmi ($t = 0$ da), ml; $C_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3}$ — $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ eritmasining konsentratsiyasi, g — ekv/l.

Tajriba natijalari jadvalga quyidagi tartibda yoziladi. Bu ma'lumotlarni (6.1) tenglamaga qo'yib, „K“ hisoblanadi.

Vaqt t , minut	Titrlashga sarflangan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ eritmasining hajmi, ml	C_x	C_{ats}°	$C_{H^+}^\circ$	Tezlik konstantasi, K

? *Nazorat savollari*

1. Atsetonni yodlash reaksiyasi qanday muhitda olib boriladi?
2. Atsetonni yodlash reaksiyasi qanday bosqichlarda amalga oshiriladi?
Reaksiya tenglamalarini yozing.
3. Atsetonni yodlash reaksiyasida katalizator rolini nima bajaradi?
4. Qanday reaksiyalarga avtokatalitik reaksiyalar deyiladi?
5. Yod bilan giposulfit orasida qanday reaksiya ketadi? Reaksiya tenglamasini yozing, bu reaksiya qanday muhitda kechishini ayting.

VII BOB | KATALIZ

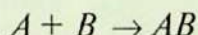
7.1. Katoliz haqida tushuncha

Kimyoviy reaksiyalar tezligining katalizatorlar ishtirokida o'zgarishiga *kataliz* deyiladi. Katalizatorlar kimyoviy reaksiyaga kirishayotgan moddalar bilan o'zaro ta'sirlashib oraliq mahsulot hosil qiladigan, lekin reaksiya oxirida kimyoviy jihatdan o'zgarmay qoladigan moddalardir. Agar katalizator reaksiya tezligini oshirsa, bunday jarayon *musbat kataliz*, katalizator qo'shilganda reaksiya tezligi kamayadigan bo'lsa, *manfiy kataliz* deyiladi.

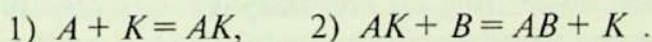
Katalizator reaksiyada muvozanat holati qaror topishini tezlashtiradi, xolos, lekin uni biror tomonga siljitmaydi. Katalizator to'g'ri va teskari reaksiyalarning tezliklarini bir xil darajada oshiradi. Amalda, ko'pincha, past haroratlarda muvozanat holatiga tez erishish kerak, chunki xuddi shunday sharoitda reaksiya mahsulotlari ko'p hosil bo'ladi, ya'ni muvozanat konstantasining qiymati katta bo'ladi.

Katalizatorlarning ikkinchi muhim xossasi *tanlab ta'sir etishdir*. Katalizator, odatda biror reaksiyani yoki ma'lum tipdagi reaksiyalar guruhini tezlashtiradi. Tabiiy murakkab katalizatorlar — fermentlar juda tanlab ta'sir etuvchi moddalardir. Katalizator, ko'pincha, aktivlanish energiyasini pasaytiradi. Lekin, ba'zan katalizator reaksiyaga kirishuvchi molekulalarning bir-biriga nisbatan joylashish holatini o'zgartirib, ularning tezroq reaksiyaga kirishishiga sabab bo'ladi.

Katalizga uchraydigan deyarli barcha hollarda katalizator reaksiya uchun olingan moddalar bilan o'zaro ta'sirlashib, oraliq mahsulotlar hosil qiladi. Bu mahsulot beqaror bo'lib, reaksiyaning oxirgi mahsuloti bilan katalizatorga ajraladi. Umumiy holda



reaksiya uchun katalizator K ishtirokidagi jarayonni quyidagicha ifodalash mumkin:



Ba'zan kimyoviy reaksiyalardan hosil bo'ladigan moddalarning o'zi shu reaksiyalarda katalizator sifatida ta'sir etadi. Bunday reaksiyalar *avtokatalitik* reaksiyalar deyiladi. Bunda reaksiyaning tezligi avval kichik bo'lib, so'ngra tez ortib ketadi, ammo reaksiyaga

kirishuvchi moddalarning konsentratsiyasi kamayishi bilan reaksiyaning tezligi ham pasayadi.

Katalizatorlarga ta'sir etganda ularning aktivligini kamaytiradigan moddalar ham bor. Bunday moddalar *katalitik zaharlar*, hodisaning o'zi esa *katalizatorning zaharlanishi* deyiladi. Zaharlanish qaytar va qaytmas bo'lishi mumkin. Qaytar zaharlanishda zaharli ta'sir etuvchi modda tugashi bilan katalizatorning aktivligi tiklanadi. Qaytmas zaharlanishda esa katalizatorning aktivligini tiklash uchun uni *regeneratsiyalash*, ya'ni maxsus ishlov berib, zaharli moddadan tozalash lozim bo'ladi.

Reaksiyaga kirishuvchi moddalar bilan katalizator bir jinsli sistema yoki turli fazalardan iborat sistema hosil qilishiga qarab *gomogen* va *geterogen* kataliz bo'ladi.

7.2. Geterogen katalizning asosiy xususiyatlari

Katalizator bilan reaksiyaga kirishuvchi moddalar turli agregat holatlarida bo'ladigan reaksiyalar *geterogen katalitik reaksiyalar* deyiladi. Amalda uchraydigan geterogen katalizning ko'pida katalizator qattiq modda, reaksiyaga kirishuvchilar esa suyuqlik yoki gazlar bo'ladi. Shuning uchun geterogen katalizning barcha jarayonlarida reaksiya katalizatorning sirtida boradi. Demak, katalizatorning xossalari, sirtining kattaligi va sirt qatlamning kimyoviy tarkibi, tuzilishi va holati uning aktivligida muhim rol o'ynaydi. Geterogen katalizda katalizator sirtining ahamiyati kattaligi sababli sirtidagi atomlar sonini ko'paytirish uchun maydalangan aktiv moddalar ishlatiladi. Lekin kukunsimon katalizatorni gaz oqimi osongina ilashtirib olib ketadi, ko'p miqdorda olinganda esa oqimga katta qarshilik ko'rsatadi. Shu sababli, odatda, inert materialga (silikagel, alyumogel) cho'ktirilgan aktiv moddalar ishlatiladi yoki aktiv moddaning o'zini presslab, govak tabletka, sharcha yoki silindr shaklidagi katalizator hosil qilinadi.

Geterogen kataliz, asosan, moddaning katalizator sirtiga adsorbilanishi bilan bog'liq. Reaksiyaga kirishuvchi moddalar katalizator sirtiga adsorbilanib shu reaksiyaga kirishadi, so'ngra hosil bo'lgan mahsulotlar katalizator sirtidan *desorbilanadi*, ya'ni chiqib ketadi. Demak, katalizator sirtiga adsorbilanganda bu moddalarning struktur-energetik holatida o'zgarish yuz beradi, ularning reaksiyaga kirishish xususiyati ortadi, molekulalardagi kimyoviy bog'lanish-

lar susayadi. Boshqacha aytganda, bu molekular katalizator sirtiga oddiy fizik adsorbilanmay, *xemosorbsiya* sodir bo'ladi.

Geterogen kataliz nazariyalaridan biri (A. A. Balandin, 1929) *multipletlar nazariyasi* bo'lib, u katalizator sirtidagi atomlar bilan reaksiyaga kirishuvchi molekuladagi atomlarning joylashuvida struktura jihatdan muvofiqlik bo'lishiga, shuningdek, bog'lanishlarning energetik jihatdan mos kelishiga asoslangan. Bu nazariyaga ko'ra, molekula katalizatorning sirti bilan umuman ta'sirlashmaydi, balki reaksiyaga kirishuvchi molekuladagi atomlar yoki atom guruhlari katalizatorning sirt qatlamidagi atomlar yoki ionlar bilan o'zaro ta'sir etadi.

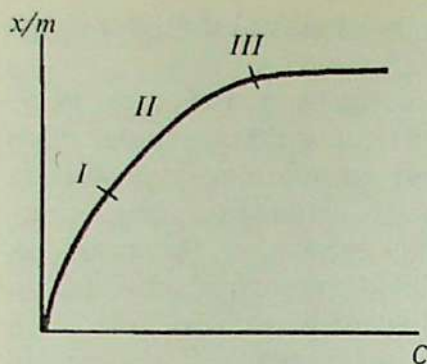
Geterogen katalizning *aktiv ansambllar nazariyasi* ham mavjud bo'lib, bu nazariyaga ko'ra, katalitik xossasi bo'lmagan modda (yoyuvchi) sirtiga yuqtirilgan modda atomlari katalitik aktivlik ko'rsatadi. Bu atomlarning kichikroq to'plamlari — ansambllar (2—3 ta atomdan tarkib topgan) aktiv markazlar hosil qiladi. Bunday katalizatorning aktivligi ansambllar soniga va ularning o'zaro joylashuv tartibiga bog'liq.

Katalizning eng yangi nazariyasi *elektron-kimyoviy nazariyadir*. Elektron nazariyada reaksiyaga kirishayotgan modda bilan katalizatorning o'zaro ta'sir xarakteriga qarab barcha katalitik reaksiyalar oksidlanish-qaytarilish va kislota-ishqoriy reaksiyalarga bo'linadi. Birinchi tipdagi reaksiyalarda elektronlar moddadan katalizatorga yoki, aksincha, katalizatorlardan moddaga o'tadi. Shuning uchun barcha oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida katalizator vazifasini metallar (Fe, Ni, Pt va boshqalar) o'ynaydi. Kislota-ishqoriy reaksiyalarda kataliz protonlar o'tishi bilan boradi. Bunda katalizatorlar sifatida turli oksidlar, chunonchi (TiO_2) Al_2O_3 , kuchli kislota yoki asoslardan foydalaniladi.

7.3. Katalizator yuzasini adsorbsiya usulida aniqlash

Ko'pchilik katalitik reaksiyalar qattiq katalizatorlar yuzasida sodir bo'ladi. Sirt yuzasi katta bo'lgan jismlar gazsimon yoki suyuq faza bilan to'qnashganda gazsimon moddaning yoki suyuqlikda erigan moddalarning bir qismini yutish jismning yoki shimish xossasiga egaligi isbotlangan.

Adsorbsiyaning gaz bosimi (uning konsentratsiyasi)ga bog'liqligi yoki berilgan haroratda eritmadagi shimiluvchi modda miqdoriga bog'liqligi Lengmyur tenglamasi bilan ifodalanadi



16- rasm. Adsorbsiya izotermasi.

$$G = G_{\infty} \frac{C}{K+C},$$

bu yerda: G va G_{∞} — adsorbent yuzasining 1 sm^2 dagi adsorbilangan modda konsentratsiyasi (G — adsorbsion muvozanat holatdagi va G_{∞} — yutilishning maksimal holatidagi konsentratsiyasi); C — adsorbsion muvozanat vaqtidagi adsorbilanadigan modda eritmasining molyar konsentratsiyasi.

Nisbatan keng chegaradagi konsentratsiyalarda adsorbsiyaning konsentratsiyaga bog'liqligi Freyndlix tenglamasi bilan ifodalanadi:

$$x/m = aC^n,$$

bu yerda: x — shimuvchining m massasiga (va konsentratsiyasi C bo'lgan eritma bilan muvozanatdagi) adsorbilangan erigan moddaning umumiy miqdori; a va n — muayyan chegaradagi berilgan adsorbsiya jarayoni uchun xos bo'lgan konstantalar, bunda $n < 1$ bo'ladi.

Agar ordinata o'qiga x/m qiymatini, abssissa o'qiga C qo'yilsa (16-rasm), *adsorbsiya izotermasi* deb nomlanuvchi egri chiziq hosil bo'ladi.

12- laboratoriya ishi. Statik usulda sirka kislota adsorbsiyasining izotermasini tuzish

Asbob va reaktivlar. 150 ml hajmli konussimon kolbalar; sig'imi 250 ml (po'kak tiqin)li kolbalar; filtr qog'ozlar; titrlash uchun byuretkalar; filtrlash uchun voronkalar; texnokimyoviy tarozi, toshlari bilan; sirka kislota; o'yuvchi natriy, fenolftalein eritmalari.

Ishning maqsadi. Ko'mir yuzasiga sirka kislotaning adsorbilanishini miqdor jihatdan aniqlash. Adsorbsiya izotermasini tuzish.

Ishni bajarish. 0,4 n li dastlabki sirka kislota eritmasini tayyorlab, 0,1 n li o'yuvchi natriy eritmasi (fenolftalein) bilan titrlanadi. Dastlabki kislota eritmasidan suyultirish yo'li bilan 100 ml dan quyidagi konsentratsiyali (g - ekv/l da) eritmalar tayyorlanadi: 0,25; 0,1; 0,05; 0,0025; 0,0125. Beshta raqamlangan tiqinli quruq

kolbalarda 1,5 g dan aktivlangan ko'mirni texnikaviy tarozida tortib olinadi. Har bir kolbaga tayyorlangan kislota eritmalaridan 50 ml dan quyiladi, yaxshilab chayqatiladi va muvozanat qaror topishi uchun 20—30 minutga qoldiriladi (eritmalar har 3—5 min da chayqatib turiladi).

Oltita quruq kolba olib, ularga voronka o'rnatiladi. Voronkalarga burmali filtr qog'ozlar joylashtiriladi. Keyin eritmalar filtrlanadi. Bunda filtratning dastlabki porsiyasidan 3—5 ml tashlab yuborilib, qolgani titrlanadi. Har qaysi eritmani adsorbsiyagacha, keyin yana 2—3 martadan titrlanadi. Bunda bir xil hajmdagi kislota qo'llaniladi. Yuqori konsentratsiyali dastlabki ikkita eritmadan titrlash uchun 10 ml dan, qolgan uchtasidan esa 20 ml dan olinadi. Natijalar jadvalga quyidagi tartibda yoziladi:

Adsorbsiyagacha			Adsorbsiyadan keyin		
Hajm, ml		Kislota konsentrat-siyasi, n	Hajm, ml		Kislotalar konsentrat-siyasi, n
kislotalar	ishqorlar		kislotalar	ishqorlar	

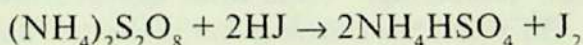
Adsorbilangan kislota massasi quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$A = \frac{C_1 - C_2}{m} V \cdot 1000,$$

bu yerda: C_1 — kislota dastlabki konsentratsiyasi, mol/l; C_2 — kislotalarning teng massali konsentratsiyasi, mol/l; V — adsorbsiya uchun olingan eritma hajmi, l; m — adsorbent massasi, g.

13- laboratoriya ishi. Ammoniy persulfat bilan yodid kislota oksidlanish tezligiga mis va temir ionlarining katalitik ta'siri

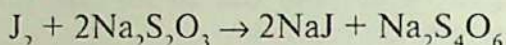
Ammoniy persulfat bilan yodid kislota oksidlanish reaksiyasi sekin kechadi:



Bu reaksiyaning tezligi muayyan vaqt birligida ajralib chiqqan yod miqdori bo'yicha yoki eritmalar aralashtirilgandan boshlab yod ajralish boshlanguncha bo'lgan vaqt bo'yicha o'lchanadi. Yod suyultirilgan eritmalarini kuchsiz rang bergani uchun, ta'sirlashuvchi aralashmaga oldindan kam miqdorda kraxmal eritmasi qo'shilgan bo'ladi, yod ta'sirida u ko'k rangga bo'yaladi.

Yodid kislotaning ammoniy persulfat bilan oksidlanishi jara-yonini, aralashmaga mis va temir ionlari qo'shish yo'li bilan tezlatish mumkin.

Analitik kimyoda titrlashning yodometrik usulining asosiy reaksiyasi quyidagicha bo'ladi:



Kraxmal eritmasi ishtirokida kraxmal bilan yod ta'sirida paydo bo'lgan ko'k rangning yo'qolishi reaksiyaning tugatilishini bildiradi.

Asbob va reagentlar. Termostat ($25^\circ C$ ga mo'ljallangan); 300 ml sig'imli tagi yassi o'nta kolba; 250 ml sig'imli yettita konussimon kolba; 20 ml li tomchilatgich; soat yoki sekund o'lchagich; 0,1 n li $(NH_4)_2 S_2O_8$ eritmasi; 0,025 n li H_2SO_4 eritmasi; 0,0005 n li mis kuporosi (0,06 g/l $CuSO_4 \cdot 5H_2O$); 0,00067 n li temir kuporosi (0,09 g/l $FeSO_4 \cdot 7H_2O$); 0,01 n li natriy tiosulfat (1,69 g/l $Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O$); yangi tayyorlangan kraxmal eritmasi.

1-tajriba. Oltita 300 ml hajmli tagi yassi kolbaning birinchisiga 250 ml suv, ikkinchisiga 250 ml ammoniy persulfat eritmasi, uchinchisiga 250 ml kaliy yodid eritmasi, to'rtinchisiga 250 ml sulfat kislota eritmasi, beshinchisiga 250 ml mis kuporosi eritmasi va oltinchisiga 250 ml temir kuporosi eritmasi quyib $25^\circ C$ li termostatga joylashtiriladi. Bir vaqtning o'zida 250 ml hajmli konussimon kolbalarni qorga yoki muz bo'laklari orasiga joylashtirib, ularning har biriga 100 ml dan suv quyiladi. Kolbadagi eritmalar harorati termostat haroratiga yetgandan so'ng (40—50 min dan keyin), ulardan tomchilatgich yordamida (kolbalarni termostatdan olmasdan turib) quruq va toza 300 ml hajmli kolbaga izma-iz 100 ml suv, 50 ml ammoniy persulfat eritmasi, 50 ml sulfat kislota eritmasi va 50 ml kaliy yodid eritmasidan quyiladi. Kaliy yodid eritmasi quyilgan vaqt tajribaning boshlanishi deb hisoblanadi, soatga qarab vaqt $t_0=0$ belgilanadi. Kolbadagi aralashma qorishtirilib termostatga joylashtiriladi. Bu operatsiyalarning hammasi tez bajariladi.

Tajriba boshlangandan 5, 10, 20, 50 va 60 min o'tgandan keyin aralashmadan 20 ml dan olib (aralashma kolbasini termostatdan olmasdan turib) har bir namuna suv bilan sovigan konussimon kolbaga quyiladi, keyin kraxmal eritmasi ishtirokida natriy tiosulfat eritmasi bilan titrlanadi. Tomchilatgich yordamida namuna olingan vaqt soatga qarab belgilanadi.

Titrlash tez bajariladi. Har bir titrlashga sarf bo'lgan natriy tiosulfat eritmasi miqdori yoziladi.

2- tajriba. Reaksiyon aralashma hosil qilish uchun, toza va quruq 300 ml hajmli kolbaga 50 ml dan suv va mis kuporosi, sulfat kislota, ammoniy persulfat va kaliy yodid eritmalaridan quyiladi. Keyin, 1- tajribada bajarilgan ishlar amalga oshiriladi.

Kaliy yodid eritmasi qo'shilgan vaqtdan boshlab 3, 5, 10, 15, 20, 40, 60 min dan keyin eritma titrlanadi.

3- tajriba. 50 ml mis kuporosi o'rniga 50 ml temir kuporosi quyilib, 2- tajriba takrorlanadi.

4- tajriba. Aralashmadagi suv o'rniga 50 ml dan mis va temir kuporosi eritmalaridan quyib birinchi tajribadagidek eksperiment amalga oshiriladi.

Kaliy yodid eritmasi quyilgan vaqtdan boshlab, 1, 2, 3, 5, 15 va 30 min dan keyin eritma titrlanadi. Titrlash natijalarini jadvalda quyidagi tartibda yoziladi.

Tajribalar tartib raqami	Titrlashga sarflangan eritmalar miqdori, ml										
	Vaqt, min										
	1	2	3	5	10	15	20	30	40	50	60

Bajarilgan ish yuzasidan hisobot, ya'ni titrlash natijalari yuqorida ko'rsatilgan shaklda yoziladi va grafik tuziladi. Bunda abssissa o'qiga vaqt, ordinata o'qiga esa sarflangan natriy tiosulfat eritmasi miqdori qo'yiladi.

? *Nazorat savollari*

1. Kataliz deb nimaga aytiladi va uning qanday turlarini bilasiz?
2. Katalizatorlar deb nimaga aytiladi va ular qanday xossalarga ega?

3. Qanday reaksiyalarga avtokatalitik reaksiyalar deyiladi?
4. Katalitik zaharlar to'g'risida nimalarni bilasiz?
5. Gomogen va geterogen katalizlar bir-biridan nimasi bilan farq qiladi?
6. Multipletlar nazariyasi to'g'risida qisqacha ma'lumot bering.
7. Aktiv ansambllar va elektron-kimyoviy nazariyalar to'g'risida qisqacha ma'lumot bering.
8. Adsorbsiya izotermasi nima va u qanday hosil qilinadi?

VIII BOB | ELEKTROKIMYO

Fizik kimyoning kimyoviy energiyani elektr energiyaga va aksincha, elektr energiyani kimyoviy energiyaga aylanishi bilan bog'liq bo'lgan qonuniyatlarni o'rganadigan bo'limi *elektrokimyo* deb ataladi. Elektrokimyo katta amaliy ahamiyatga ega bo'lib, elektroliz, elektr o'tkazuvchanlik va elektr yurituvchi kuchlar haqidagi ta'limotlarni o'rganadi.

8.1. Elektr o'tkazuvchanlik

Barcha moddalar elektr o'tkazuvchanligi jihatidan *o'tkazgich*, *yarim o'tkazgich* va *izolatorlar* (dielektriklar)ga bo'linadi. O'tkazgichlarning o'zi I tur va II tur o'tkazgichlarga bo'linadi. I tur o'tkazgichlarga barcha metallar va ularning qotishmalari, shuningdek ko'mir va grafit kiradi. II tur o'tkazgichlarga elektrolitlarning (tuzlar, kislota va asoslarning) eritmaları va suyuqlanmalari kiradi. Bularda elektr oqimi elektrolit ionlari orqali uzatiladi (ionli o'tkazuvchanlik), natijada modda kimyoviy jihatdan o'zgaradi.

Moddalarning tashqi elektr maydon ta'sirida elektr oqimini o'tkazish xususiyati *elektr o'tkazuvchanlik* deyiladi. Eritmalarning elektr o'tkazuvchanligi elektrolitik dissotsilanish natijasida eritmada paydo bo'ladigan ionlar tufaylidir. Eritmalardan elektr zaryadini ionlar tashigani sababli eritmaning elektr o'tkazuvchanligi ionlarning konsentratsiyasiga to'g'ri proporsional bo'ladi. Konsentratsiya o'zgarmas bo'lganda esa elektr o'tkazuvchanlik vaqt birligi ichida elektrolit orqali o'tgan elektr miqdori (kulonlar) bilan o'lchanadi. Elektr o'tkazuvchanlik qarshilikka teskari kattalik bo'lgani uchun quyidagicha yoziladi:

$$L = \frac{1}{R} \Omega^{-1}. \quad (8.1)$$

Qarshilik o'tkazgichning uzunligi l ga to'g'ri va ko'ndalang kesimi S ga teskari proporsional bo'ladi:

$$R = \rho \frac{l}{S}, \quad (8.2)$$

bu yerda: ρ — solishtirma qarshilik, ya'ni uzunligi 1 sm, ko'ndalang kesimi 1 sm^2 bo'lgan o'tkazgichning qarshiligi.

(8.1) formulaga R ning qiymati qo'yilsa:

$$L = \frac{1}{\rho} \frac{S}{l}.$$

Solishtirma qarshilikka teskari qiymat $\frac{1}{\rho}$ *solishtirma elektr o'tkazuvchanlik deyiladi* va yunoncha kapp χ harfi bilan belgilanadi. Solishtirma elektr o'tkazuvchanlik 1 kub santimetr eritmaning elektr o'tkazuvchanligi bo'lib, $\Omega^{-1} \cdot \text{sm}^{-1}$ birlikda o'lchanadi.

Solishtirma elektr o'tkazuvchanlik konsentratsiya ortib borishi bilan ma'lum maksimum qiymatga qadar ko'payib boradi, shundan keyin ionlar orasidagi o'rtacha masofa kamayishi bilan ionlararo ta'sir kuchlari ortganligidan, ionlarning harakatchanligi kamayishi sababli, solishtirma elektr o'tkazuvchanlik ham kamaya boshlaydi. Bundan tashqari konsentratsiya ortishi bilan elektrolitning dissotsilanish darajasi kamayadi. Shu sababli, elektr o'tkazuvchanlikni o'rganish uchun ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik (λ) tushunchasidan foydalaniladi. U berilgan eritmada 1 g-ekv elektrolitdan hosil bo'lgan ionlarning o'tkazuvchanligini ko'rsatadi va quyidagicha ifodalanadi:

$$\lambda = 1000 \cdot \chi / c,$$

bu yerda: χ — solishtirma elektr o'tkazuvchanlik; c — eritmaning g-ekv/l da ifodalangan konsentratsiyasi.

Demak, ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik elektrodlar orasidagi masofa 1 sm bo'lganda, tarkibida 1 g-ekv erigan modda bor eritmaning elektr o'tkazuvchanligidir.

8.2. Kuchsiz elektrolitlar eritmalarining dissotsilanish darajasini elektr o'tkazuvchanlik usulida aniqlash

Arrenius nazariyasiga ko'ra, elektrolitlar eritmalarda ionlarga dissotsilanadi va dissotsilanish darajasi ionlarga ajralgan molekular sonining dastlabki eritilgan molekular soniga nisbati bilan aniqlanadi. Eritma suyultirilgan sari elektrolitning dissotsilanish darajasi ortib boradi. Bunda ionlar ko'payadi va demak, eritmaning elektr o'tkazuvchanligi ham ortib borishi kerak. Oldingi paragrafda aytib o'tilganidek, konsentrlangan eritmalarining solishtirma elektr o'tkazuvchanligi eritma suyultirilganda dastlab ortadi, chunki konsentratsiyaning kamayishiga qaraganda dissotsilanish natijasida hajm

birligidagi ionlar soni tezroq ko'payib boradi. Eritma yanada suyultirilganida esa hajm birligidagi moddaning umumiy miqdori va demak, 1 ml dagi ionlar soni kamaya boshlaydi, natijada elektr o'tkazuvchanlik ham kamayadi.

Suyultirilgan ionlar sonining ko'payish chegarasi moddaning ionlarga to'liq dissotsilanishidir, shundan keyin ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik ortmaydi. Boshqacha aytganda, cheksiz suyultirilgan eritmadagi ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik moddaning ionlarga to'liq dissotsilangan holatiga muvofiq keladi. Istalgan boshqa suyultirishdagi elektr o'tkazuvchanlik esa moddaning ionlarga qisman dissotsilangan holatiga to'g'ri keladi. Bu ikki xil elektr o'tkazuvchanlikning nisbati λ/λ_∞ maksimum mumkin bo'lgan ionlardan qanchasi ayni suyultirishda hosil bo'lganligini, ya'ni elektrolitning dissotsilanish darajasini ko'rsatadi:

$$\frac{\lambda_v}{\lambda_\infty} = \alpha$$

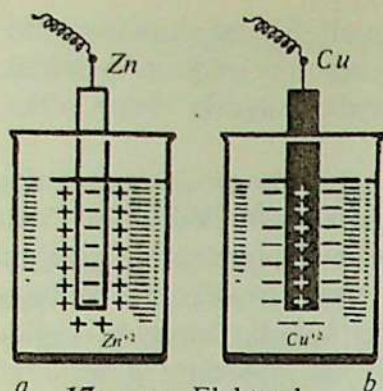
λ_v ning qiymati tajriba o'tkazish yo'li bilan, λ_∞ esa jadvalardan topiladi va yuqoridagi formula yordamida elektrolitlar dissotsilanish darajasi hisoblab chiqariladi. Kuchli elektrolitlar uchun λ/λ_∞ nisbat *elektr o'tkazuvchanlik koeffitsienti* deyiladi va f harfi bilan belgilanadi. Bu koeffitsient ekvivalent elektr o'tkazuvchanlikning qiymati λ elektrolitning berilgan konsentratsiyasi uchun muvofiq keladigan nazariy qiymatidan necha marta kam ekanligini ko'rsatadi:

$$f = \frac{\lambda}{\lambda_\infty}.$$

8.3. Elektrod potentsiallarining hosil bo'lishi

Galvanik elementlarda elektr yurituvchi kuchning qanday jaryonlar natijasida hosil bo'lishi bilan tanishishdan oldin elektrolarlarda potentsiallar ayirmasining hosil bo'lishini ko'rib chiqishga to'g'ri keladi.

Birinci xil o'tkazgichlar elektrolit eritmalarga tushirilganda, elektrod eritma chegarasida *qo'sh elektr qavati* hosil bo'ladi va elektr potentsiallari vujudga keladi. Metall suyuqlikka tushirilganda metall bilan suyuqlik chegarasida hosil bo'lgan potentsiallar ayirmasi *elektrod potentsiali* deb ataladi.



a 17- rasm. Elektrod potentsiallarining hosil bo'lishi: *a* — rux elektrod; *b* — mis elektrod.

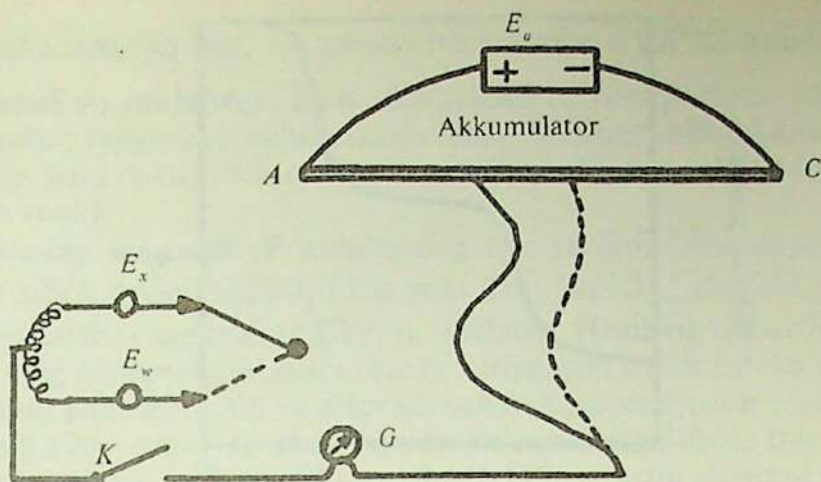
a da ko'rsatilganidek, metall bilan eritma chegarasida *qo'sh elektr qavat* hosil bo'ladi.

Agar ionning metalldagi potentsiali uning eritmadagi potentsialidan kichik bo'lsa, metall ion eritmada metall plastinkaga o'tadi. Natijada metall musbat zaryadlanadi va uning atrofiga (eritmada) manfiy ionlar to'planadi, bunda ham xuddi yuqoridagi kabi *qo'sh elektr qavat* hosil bo'ladi (17- rasm, *b*). Natijada metall bilan eritma chegarasida potentsiallar ayirmasi hosil bo'ladi. Demak, potentsiallar ayirmasi hosil bo'lishining asosiy sharti *qo'sh elektr qavat*ning hosil bo'lishidir. Nernst nazariyasiga muvofiq, potentsial (EYK) ning hosil bo'lishiga asosiy sabab *qo'sh elektr qavat*dir.

Shunday qilib, *elektrod potentsiali „elektrod — eritma“ chegarasida ionlarning almashinishi natijasida hosil bo'ladi*. Bu potentsial metallning muvozanat potentsiali deb ham ataladi.

8.4. Galvanik elementlarning elektr yurituvchi kuchini o'lchash usuli

Galvanik elementning haqiqiy elektr yurituvchi kuchini element orqali tok o'tmay turgan vaqtdagina, ya'ni muvozanat holatga yaqin sharoitdagina to'g'ri aniqlash mumkin. Galvanik elementning elektr yurituvchi kuchini o'lchash uchun *kompensatsiya* usulidan foydalanish mumkin, chunki bu usul yuqorida qo'yilgan talablarga javob beradi. Bu usulda elektr yurituvchi kuchi o'lchanadigan element elektr yurituvchi kuchi mu'lum bo'lgan boshqa bir element bilan qarama-qarshi ulanadi (18-rasm). Uitson ko'prigining



18- rasm. Galvanik elementlarning elektr yuritish kuchini o'lash: G — galvanometr, K — kalit, AC — Uitson ko'prigi, E_x — elektr yurituvchi kuchi o'lganadigan element.

kontakti u yoq bu yoqqa surilib, kompensatsiya nuqtasi topiladi (kompensatsiya nuqtasida galvanometr nolni ko'rsatadi).

Kompensatsiya vaqtida A va B nuqtalar orasida akkumulator tomonidan vujudga keltiriladigan potentsiallar ayirmasi galvanik elementning elektr yurituvchi kuchiga teng bo'ladi.

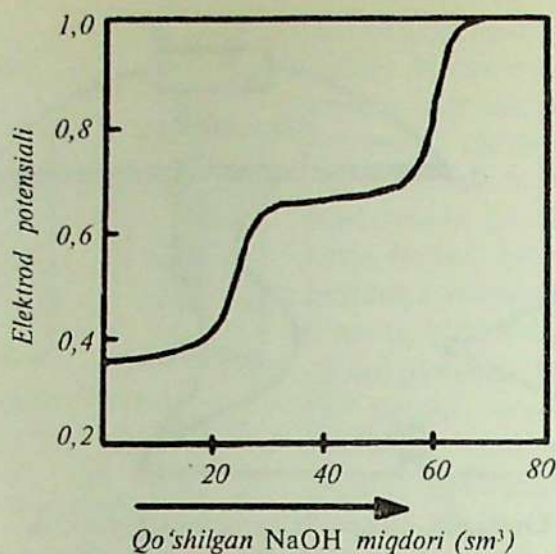
Uitson ko'prigi qoidasiga muvofiq:

$$E_a : E = AC : AB, \quad E = \frac{E_a \cdot AB}{AC}$$

bo'ladi. Demak, akkumulatorning elektr yurituvchi kuchi aniq qiymatga ega bo'lgandagina, galvanik elementning elektr yurituvchi kuchi to'g'ri aniqlanadi.

8.5. Potensiometriya

Galvanik elementlarning elektr yurituvchi kuchini o'lash bilan turli fizik-kimyoviy konstantalarni, jumladan, eritmaning pH ini, tuzlarning eruvchanlik ko'paytmasini, ion va eritmalarining aktivligini (konsentratsiyasini), reaksiyaning issiqlik effekti, ionlarning valentligi, kompleks birikma hosil bo'lishi, ionlarning solvatlanishini, izobarik potentsiali va boshqalarni yetarli darajada aniqlik bilan o'lash mumkin. Bu usul bilan titrlanish nuqtasini topish ham mumkin.



19- *rasm*. Titrlash natijasiga oid egri chiziq.

Potensiometrik titrlash. Bu titrlash konduktometrik titrlash usuli singari (indikatorlardan foydalanish mumkin bo'lmagan-da) oddiy titrlash o'rnini bosuvchi aniq usullardan biridir. Bu usul bilan bir qancha moddalar aralashmasini titrlash mumkin. Potensiometrik titrlash neytrallanish nuqtasida potentsialning keskin o'zgarishiga asoslangan.

Titrlanuvchi eritmadan ma'lum hajmda olinib, unga betaraf metall, masalan, Pt elektrodi tushiriladi. Bu elektrod *indikator elektrod* deyiladi. Indikator elektrod kalomel elektrod bilan tutash-tirilib, galvanik element tuziladi. Titrlanayotgan eritmaga titrlovchi eritmadan ma'lum miqdorda oz-ozdan qo'shilib, har gal elementning elektr yurituvchi kuchi o'lchanadi. So'ngra olingan natijalar koordinatalar diagrammasiga ko'chiriladi. Ordinatalar o'qiga elektr yurituvchi kuch (yoki indikator elektrodning potentsiali) qiymati, abssissalar o'qiga esa qo'shilgan eritmaning hajmi qo'yiladi. Natijada, 19- *rasm*da ko'rsatilgan grafik hosil bo'ladi.

Potentsiali keskin o'zgargan uchastkaning o'rtasi titrlanish nuqtasini, *rasm*da tik chiziq, ko'rsatadi.

Agar titrlanuvchi eritmada bir qancha modda bo'lsa, grafikdagi egri chiziqda shuncha keskin o'zgarish ro'y beradi. Bu usul bilan dissotsilanish muvozanat konstantalari bir-biridan ko'p farq qiladigan moddalar aralashmasini yoki bosqichli dissotsilanadigan moddalarni bir yo'la titrlash mumkin.

14- laboratoriya ishi. Konsentratsion zanjir EYK ni aniqlash

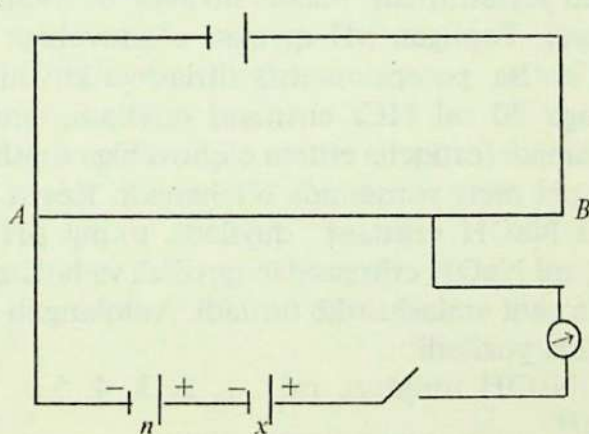
Asbob va reaktivlar. EYK ni o'lchash uchun qurilma; yarim elementlar tayyorlash uchun ikkita idish; qurilma kaliti; ikkita bir xil (mis yoki ruxli) elektrodlar; rux sulfat yoki mis sulfat (analiz uchun toza).

Ishning maqsadi. Eritmalarning har xil konsentratsiyasida $\text{Cu} | \text{CuSO}_4 || \text{Cu} | \text{CuSO}_4 | \text{Cu}$ yoki $\text{Zn} | \text{ZnSO}_4 || \text{Zn} | \text{SO}_4 | \text{Zn}$ konsentratsion zanjirining EYK ni o'lchash. Hisoblab chiqarilgan EYK ning qiymati bilan eksperiment natijalarini solishtirib ko'rish.

Ishni bajarish. EYK ni o'lchash uchun kompensatsion qurilma yasaladi (20- rasm). O'qituvchining ko'rsatmasiga ko'ra to'rt xil konsentratsiyali eritmalar tayyorlanadi. Ikkita yarim element tayyorlab, galvanik element tuziladi va uning EYK o'lchanadi. 2² tipidagi faktor rejimi bo'yicha eksperiment o'tkaziladi. Konsentratsion zanjirning EYK kam bo'lib, uni o'lchash uchun 20- rasmda keltirilgan sxemadan foydalanish lozim.

Eksperimetal va hisoblab chiqarilgan ma'lumotlar quyidagi shaklda jadvalga kiritiladi.

Tajribaning tartib raqami	ZnSO ₄ konsentratsiyasi, n		a_1 , mm	a_2 , mm	a_n , mm	E_x , B	$E_{x_{\text{hisob}}}$, B	Xato, %
	C_1	C_2						
1	0,1	0,1						
2	0,1	1,0						
3	1,0	1,0						
4	1,0	0,1						



20- rasm. Past EYK ni o'lchash sxemasi.

E_{hisob} bo'yicha tekshirilayotgan zanjir EYK quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$E_{\text{hisob}} = \frac{0,0001987}{2} \lg \frac{C_2}{C_1}$$

EYKni o'lchashdagi xatolik quyidagicha baholanadi. EYK $\frac{\Delta E}{E}$ ni

o'lchashning nisbiy xatosi $\frac{\Delta E}{E} = \frac{\Delta a_n}{a_n} + \frac{\Delta a_x}{a_x}$ formula bo'yicha hisoblanib $a_n \approx 550$ mm, Δa_n va Δa_x kattaliklar o'zaro teng, uni ± 1 mm deb qabul qilish mumkin. a_x kattalik, odatda, 250 va 750 mm oralig'ida bo'ladi. Shunday qilib, EYK ni o'lchashdagi nisbiy xatolik 0,4 % atrofida bo'lib, uni 3 mV ga yaqin aniqlikda o'lchash mumkin.

15- laboratoriya ishi. Vodorod ko'rsatkich (pH) ni aniqlash

Asbob va reaktivlar. PPM - 03MI yoki pHmetr-340; ish eritmasi; tekshiriluvchi eritma.

Ishning maqsadi. Konsentratsiyasi ma'lum bo'lgan qo'shiladigan ish eritmasidan eritma pH-ining o'zgarish bog'liqligi egri chizig'ini tuzish. Tekshirilayotgan eritma konsentratsiyasini aniqlash.

Ishni bajarish. Asbob instruksiyasini o'rganish. Datchik (shisha elektrod) distillangan suv bilan yaxshilab yuviladi va filtr qog'oz yordamida undagi ortiqcha suv izlari yo'qotiladi. Asbobni ishga tushirish va datchikni tekshirilayotgan eritmaga 4—5 sm botib turadigan qilib joylashtirish. Asbob shkalasi bo'yicha eritma pH qiymati topiladi. Topilgan pH qiymati o'qituvchiga ko'rsatiladi, agar u to'g'ri bo'lsa, potensiometrik titrlashga kirishiladi. Buning uchun stakanga 20 ml HCl eritmani quyiladi, uning konsentratsiyasi aniqlanadi (ortiqcha eritma o'qituvchiga topshiriladi), eritmaning pH i pH metr yordamida o'lchanadi. Keyin byuretkadan 1 ml 0,1 n li NaOH eritmasi quyiladi, uning pH o'lchanadi, so'ngra yana 1 ml NaOH eritmasidan quyiladi va hokazo. Titrlashda eritma hamma vaqt aralashtirilib turiladi. Aniqlangan ma'lumotlar quyidagi shaklda yoziladi:

Quyilgan NaOH miqdori, ml... 1, 2, 3, 4, 5

Eritma pH.....

pH qiymati sekin o'zgaradi, keyin birdaniga sakrash yuz

beradi, undan keyin pH yana sekin o'zgaradi. Sakrash yuz bergandan so'ng 2—3 marta o'lchash o'tkazilib, titrlash to'xtatiladi. Titrlash oxirida asbob ishdan to'xtatiladi.

Titrlash natijalariga muvofiq qo'shiladigan ish eritmasi hajmi-dan eritma pH ining o'zgarish bog'liqlik egri chizig'i chiziladi. Titrlash egri chizig'idan sakrash oralig'i (o'rtasi)ni topib (u ekvivalentlik nuqtaga to'g'ri keladi), eritmaning ish titrlash hajmi aniqlanadi va $\frac{V_k}{V_{st}} = \frac{N_{st}}{N_k}$ formula bo'yicha tekshiriladigan eritma konsentratsiyasi topiladi.

? *Nazorat savolari*

1. Elektrokimyo nimalarni o'rganadi? Uni ta'riflang.
2. Elektr o'tkazuvchanlik nima va u necha xil bo'ladi?
3. Qanday o'tkazuvchanlikka solishtirma o'tkazuvchanlik deyiladi va u qanday belgilanadi?
4. Qanday o'tkazuvchanlikka ekvivalent o'tkazuvchanlik deyiladi va u qanday belgilanadi?
5. Kuchsiz elektrolitlar eritmalarining dissotsilanish darajasi elektr o'tkazuvchanlik usuli bilan qanday aniqlanadi?
6. Elektrod potentsiallari qanday hosil bo'ladi, uning qo'sh elektr qavatga qanday aloqasi bor?
7. Galvanik elementlarning elektr yurituvchi kuchi qanday o'lchanadi? Sxemasini chizib tushuntirib bering.
8. Potensiometrik titrlash qanday amalga oshiriladi?

IX BOB | METALLAR KORROZIYASI VA UNDAN HIMOYALANISH USULLARI

9.1. Korroziya haqida tushuncha

Tashqi sharoit ta'sirida (havo, har xil gazlar, suv, kislota, ishqor, tuz eritmaları) metallar yemirilishga uchraydi. Metallarning ular joylashgan sharoit ta'sirida kimyoviy yoki elektrokimyoviy yemirilishiga *korroziya* deyiladi. Metallarning zanglashi keng tarqalgan korroziya turiga misol bo'la oladi.

Kimyoviy va elektrokimyoviy korroziya turlari mavjud. Kimyoviy korroziyada metallarga har xil gazlar, suv bug'i (yuqori haroratda) hamda elektr oqimini o'tkazmaydigan suyuqliklar ta'sir etadi. Elektrokimyoviy korroziya esa har xil elektrolitlar ta'sirida amalga oshadi.

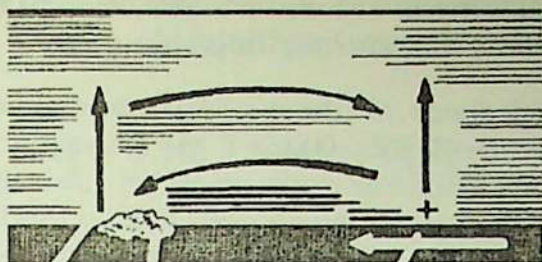
Metallar yuzasidagi o'zgarishlarning sababi ularning havo kislorodi bilan ta'sirlashib yupqa oksid qavat hosil qilishi bilan tushuntiriladi. Odatda, harorat ko'tarilishi bilan bu jarayon tezlashadi. Agar oksid qavat zich bo'lsa, masalan, aluminiy yoki rux metali yuzasida hosil bo'ladigan qavat kabi, u metallni keyingi oksidlanishdan saqlaydi. Boshqa metallarda, masalan, temirda, hosil bo'lgan oksid qavat g'ovak bo'lib, u orqali havo kislorodi o'ta oladi, shuning uchun bunday oksid parda metallni keyingi yemirishdan saqlay olmaydi.

Temir va uning qotishmalari yuzasidagi oksid parda ayrim mineral kislotalar, masalan konsentrlangan nitrat va sulfat kislotalari ta'sirida ham vujudga keladi. Ammo, shunday yo'l bilan hosil qilingan oksid parda zich bo'lib, metallning keyingi yemirilishidan saqlaydi.

Agar metall yuzasi elektrolit (kislota, ishqor va tuzlar eritmaları)ga tegib tursa, unda elektrokimyoviy korroziya sodir bo'ladi. Kimyoviy va elektrokimyoviy korroziya orasiga keskin chegara qo'yib bo'lmaydi. Masalan, metall sirtidagi suv pardasida gazlar erib, elektrokimyoviy korroziyani vujudga keltiradi.

Elektrokimyoviy korroziya mohiyati galvanik elementning ishlashini eslatadi, chunki deyarli hamma metallar toza bo'lmasdan, har xil jinslidir. Metalldagi har xil qo'shilmalar va qo'shimchalar, ularda elektrodlar rolini o'ynaydi, ya'ni ayrimlari anod, boshqasi esa katod vazifasini bajaradi.

Po'lat plastinka xlorid kislotaga botirilganda, undagi har xil qo'shilmalar metallga nisbatan, katod sifatida, metall esa

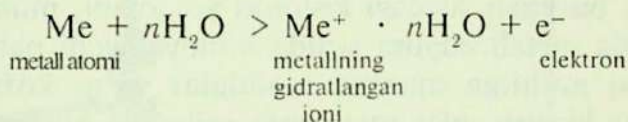


21 - rasm. Temirning erish sxemasi (elektrokimyoviy jarayon).

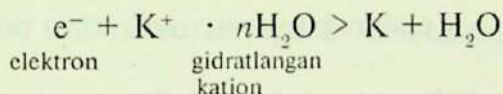
qo'shilmalarga nisbatan anod sifatida o'zini namoyon etadi. Platinaning anod qismiga tomon xlor ionlari harakatlanib, temir (II) xlorid hosil qiladi, katod qismiga tomon esa vodorod ionlari harakatlanadi. Bunda katod qismda vodorod ionlari qaytarilib vodorod molekulasini hosil qiladi. Molekular vodorod pufakchalar shaklida eritmadan chiqib boshlaydi (21 - rasm).

Elektrolit eritmalarida metallarning erish (korroziya) sxemasini katta miqdordagi mikroskopik qisqa tutashuvchi galvanik elementlarning ta'siri natijasi deb tushunmoq kerak. Bunda metallardagi yot qo'shimchalar odatda katod vazifasini, metallning o'zi esa anod vazifasini bajaradi.

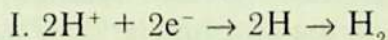
Metallarning erishini ikkita qarama-qarshi jarayonlarning o'zaro ta'siri natijasi deb tasavvur qilish mumkin: anod qismda



katod qismida:

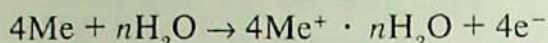


Agar metallarning erishi kislota eritmalarida sodir bo'lsa, unda metallning manfiy zaryadlangan katod qismiga (unda elektronlar mo'l bo'ladi) vodorod ionlari kelib qaytariladi va vodorod atomlariga aylanadi, ular esa o'zaro birikib molekular vodorodga aylanadi hamda pufakchalar ko'rinishida eritmadan chiqib ketadi. Katod qismda sodir bo'ladigan bu jarayonni sxematik tarzda quyidagicha yozish mumkin:

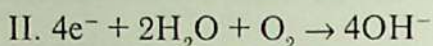


Agar metallning erishi kislorod ishtirokida sodir bo'lsa, unda bu jarayonni quyidagicha tasavvur qilish mumkin.

anod qismda



katod qismda



Anod qismda eritmaga metall ionlari o'tadi, ya'ni metall eriydi (korroziyalanadi), metall atomidan ajralgan elektronlar esa katod qismga tomon harakatlanib, kislorodni ionlaydi va natijada gidroksil ionlarini hosil qiladi. Metallarning korroziyasi juda sekin kechgani uchun, ularning tezligi eritmadan ajralayotgan vodorod pufakchalari soniga yoki eritma orqali o'tkazilayotgan kislorod hajmiga muvofiq yoxud yemirilgan metall massasiga qarab aniqlanadi.

Metall buyumlar turgan sharoitiga, metall tabiatiga va buyumlarning olinish usullariga bog'liq holda metallar korroziyasiga qarshi kurashning har xil usullari qo'llaniladi:

1) metallni boshqa metallar yoki nometall material bilan qoplash;

2) tashqi muhitga maxsus ishlov berish (masalan, suvni gazsizlantirish, bu bilan suvdagi kislorod yo'qoladi; muhitga gaz yuborish, bunda metall buyum sirtida himoyalovchi parda hosil bo'ladi; suyuq muhitga maxsus moddalar ya'ni korroziyani susaytiruvchilar kiritish, ular metallarni eritmada erishini sekinlashtiradi);

3) himoyalashning elektrokimyoviy usullari va boshqalar.

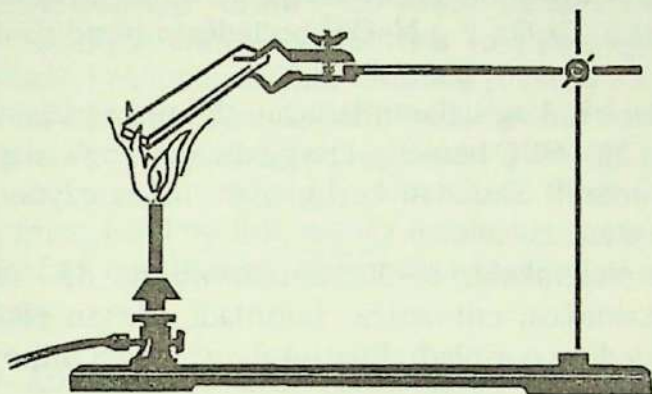
1- tajriba. Himoyalovchi oksid qavatlar va ularni sinash

Korroziya natijasida hosil bo'ladigan ayrim oksid pardalar metallni keyingi korroziyalanishdan saqlaydi. Ular metallarni qizdirish hamda maxsus ishlov berish natijasida hosil qilinadi. Bu hodisadan foydalanib, ko'pincha sun'iy pardalar hosil qilinadi. Bunday pardalarning hosil bo'lishiga *oksidirlash* deyiladi. Oksidirlash nafaqat himoyalovchi rolini o'ynaydi, balki buyumlarga chiroyli tus ham beradi. Oksidirlash po'lat buyumlar, aluminiy va uning qotishmalari, rux va uning qotishmalarida o'tkaziladi.

16 - laboratoriya ishi. Oksid pardalarning korroziyaga chidamliligini sinash

Asbob va reaktivlar. Po'lat plastinka; temir shtativ, qisqichlari bilan; gaz gorelkasi; 0,1 n li $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ eritmasi.

Ishni bajarish. Po'lat plastinka qizdirilganda uning yuzasida oksid parda hosil bo'ladi. Buning uchun uzunligi 25—30 sm, eni 1,5—2 sm bo'lgan po'lat plastinka jilvir qog'oz bilan ishqalanib, yaxshilab tozalanadi. Plastinkaning bir uchi shtativ qisqichiga mahkamlanadi, ikkinchi uchi esa gaz gorelkasi alangasiga tutiladi (22- rasm). Qizdirish natijasida plastinka uchida oksid parda hosil bo'ladi. Keyin plastinka alangadan olinib sovutiladi. Sovigan plastinkaning oksid parda (qavat) hosil qilgan va qizdirilgan joylariga, har 2 sm oraliqda bir tomchidan 0,1 n li mis kuporosi eritmasidan tomiziladi. Tomchi tushgan mis dog'larining hosil bo'lish tezligiga qarab, oksid pardaning himoyalovchi xossasiga baho beriladi.



22- rasm. Oksid parda hosil qilish.

17- laboratoriya ishi. Oksidirlash

Po'lat buyumlarni oksidirlash ikki: ho'l—kimyoviy va quruq—termik usulda amalga oshiriladi. Temir buyumlarda himoya pardasini hosil qilishda kimyoviy usul ko'p qo'llaniladi.

Kimyoviy oksidirlash ishqor eritmalarida o'tkaziladi, eritmaga esa ishqoriy metallarining nitrat va nitritlari qo'shiladi.

Asbob va reaktivlar. 800 g/l NaOH, 50 g/l NaNO_3 va 200 g/l NaNO_2 dan tashkil topgan eritmalar; moy va iflosliklardan tozlangan po'lat plastinkalar.

Ishni bajarish. Oksidirlash uchun tayyorlangan eritma qaynaguncha qizdiriladi va unga 20—40 min davomida po'lat plastinkalar tushirib qo'yiladi. Bu vaqt davomida plastinka tovlanib turadigan chiroyli ko'kimtir qora rangga kiradi. Keyin plastinkalar eritmada chiqarilib, yaxshilab yuviladi va korroziyaga chidamliligi yuqorida ko'rsatilgandek sinaladi.

Oksidirlangan va oksidirlanmagan plastinkalarning himoyalovchi xossalari solishtiriladi. Buning uchun har ikkala plastinka yuzasiga bir tomchidan 0,1 n li mis kuporosi eritmasi tomiziladi va mis dog'ining hosil bo'lish vaqti belgilanadi.

18- laboratoriya ishi. Aluminiyni kimyoviy oksidirlash

Asbob va reaktivlar. Aluminiy yoki uning qotishmalaridan iborat plastinka; kimyoviy usulda yog'sizlantiradigan eritma [uning 1 l eritmasi tarkibida 50 g Na_3PO_4 , 10 g NaOH, 30 g suyuq shisha (Na_2SiO_3 yoki K_2SiO_3 eritmasi bo'ladi)]; 1 l da 50 g Na_2CO_3 , 15 g $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ yoki $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, 2 g NaOH bo'ladigan oksidirlash uchun eritma.

Ishni bajarish. Yog'sizlantiriladigan aluminiy plastinka 3—5 min davomida 50—60°C haroratgacha qizdirilgan yog'sizlantiruvchi eritmaga tushiriladi. Shundan keyin, ular oldin qaynoq suvda, keyin esa sovuq suvda yuviladi.

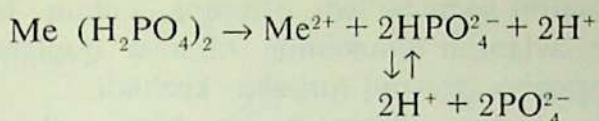
Yuvilgan plastinkalar 5—30 min davomida 85—100°C da qizdirilgan oksidirlash eritmasiga botiriladi, keyin plastinkalar yaxshilab yuviladi va quritiladi. Plastinkalar yuzasida himoya parda vujudga keladi.

19- laboratoriya ishi. Fosfatlash

Metallarni himoyalashda oksidirlash bilan bir qatorda fosfatlash ham qo'llaniladi, ya'ni metall yuzasida suvda erimaydigan temir va marganes fosfatlaridan iborat himoya pardasi hosil qilinadi. Fosfatlash metallni nafaqat korroziyadan saqlaydi, balki unda bo'yoq bo'yash jarayonida ham muhim rol o'ynaydi. Chunki fosfat qavat lak-bo'yoq qoplamasining metall bilan yopishishini yaxshilaydi.

Temir metali yuzasidagi fosfat qavati kristall tuzilishga ega bo'lib, ancha mustahkamdir. Metall buyumlarni fosfatlash uchun ular temir va marganesning fosforli tuzlari eritmasiga tushiriladi.

Metall fosfatlarining qaynoq suvda erishi natijasida ularning dissotsilanishi sodir bo'ladi:



bu yerda: Me — temir yoki marganes metalini bildiradi.

Asbob va reaktivlar. Fosfatlash uchun tayyorlangan po'lat buyumlar; 46—50 %li fosfat angidridi, 14 %li $\text{Mn}_3(\text{PO}_4)_2$ eritmasi, 3 %li $\text{Fe}_3(\text{PO}_4)_2$ eritmasi va 33—37 %li mineral moy aralashmasidan tayyorlangan 3 %li eritma.

Ishni bajarish. Fosfatlash uchun tayyorlangan 3 %li eritma 96—98°C gacha qizdiriladi, keyin harorati 30—40°C gacha tushiriladi. Shundan keyin eritma 2—3 soat davomida tindirib qo'yiladi, filtrlanadi va yana 96—98°C gacha qizdiriladi. Fosfatlash uchun oldindan tayyorlab qo'yilgan metall buyum eritmaga 35—40 minut davomida tushirib qo'yiladi. Metall buyum yuzasida tovlanib turadigan chiroyli yashil tusli to'q kulrang fosfat qobig'i hosil bo'ladi. Fosfatlangan plastinkaning yuzasiga moy, chunonchi alifmoy surkaladi va chiroyli yashil tusda yaxshilab artib tashlanadi. Moylangan va moylanmagan plastinkalar yuzasiga bir tomchidan 0,1 n li mis kuporosi eritmasidan tomiziladi. Plastinkalar yuzasida mis dog'ining hosil bo'lish vaqtiga qarab, moylangan va moylanmagan fosfatli qavatlarining himoyalash xossalari to'g'risida xulosa chiqariladi.

20- laboratoriya ishi. Ruxlangan temir korroziyasi

Po'lat buyumlarni korroziyadan saqlash uchun, ular rux yoki qalay bilan qoplanadi. Rux bilan qoplash jarayoni *ruxlash*, qalay bilan qoplash esa *qalaylash* deyiladi.

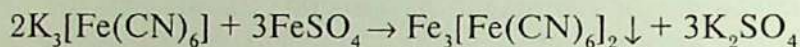
Qalay va ruxli qoplamalar o'zlarining elektrokimyoviy tabiati jihatidan har xildir. Metallarning elektrokimyoviy kuchlanishlar qatorida rux temirdan chaproqda, qalay esa o'ngroqda turadi, demak rux temirga nisbatan faolroq, qalay esa passivroqdir. Temir rux bilan qoplansa galvanik juft hosil bo'lib, unda temir katod rolini, rux esa anod rolini bajaradi, ya'ni elektrolit eritmasida rux eriydi, katod vazifasini bajaruvchi temirda esa vodorod ajralib chiqadi.

Qalaylangan tunuka ham galvanik juft hisoblanadi, unda temir

anod sifatida xizmat qiladi. Demak, kislota eritmalarida temir eriydi, katod (qalay)da esa elektronlar to'planib vodorod ionlarining zaryadsizlanishi sodir bo'ladi. Shuning uchun ham ruxlangan temir va qalaylangan tunukaning himoya qoplamasi buzilganda, ularda korroziya jarayoni turlicha kechadi.

Asbob va reaktivlar. Sig'imi 200 ml bo'lgan bitta stakan va 100 ml hajmli ikkita stakan; konsentrlangan sulfat kislota erimasi; konsentrlangan qizil qon tuzi $K_3[Fe(CN)_6]$ eritmasi; po'lat, rux va qalay plastinkalari.

Ishni bajarish. 200 ml hajmli stakanga distillangan suv quyiladi, unga 20 tomchi konsentrlangan sulfat kislota eritmasi va 4—5 tomchi qizil qon tuzi eritmasidan tomiziladi. Eritma aralashtirilib, 100 ml hajmli ikkita stakanga teng bo'lib quyiladi. Eritmaning biriga uchiga rux plastinka (bo'lakcha) o'rnatilgan po'lat plastinka tushiriladi. Ikkinchi stakanga esa qalay plastinka bog'langan po'lat plastinka tushiriladi. Ma'lum vaqtdan so'ng qalay plastinka bog'langan po'lat plastinkali stakandagi suyuqlik ko'k rangga bo'yaladi, ammo po'lat va rux tushirilgan stakandagi suyuqlik rangida o'zgarish kuzatilmaydi. Birinchi eritmadagi ko'k rang, temir ionlari bilan qizil qon tuzi ta'sirida turnbul ko'ki hosil bo'lishi bilan tushuntiriladi:



Ikkinchi eritmada esa temir emas, balki rux eriydi, u qizil qon tuzi bilan ochsariq tusli kam eruvchan kompleks birikma hosil qiladi, shuning uchun ham eritmada rang o'zgarishi kuzatilmaydi.

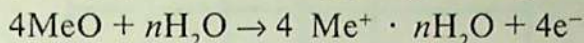
Bundan shunday xulosa kelib chiqadi: temirni korroziyadan saqlash uchun unga o'zidan faolroq metallni yopishtirish lozim, masalan rux bilan qoplash kerak bo'ladi. Himoyalashning bu usuli *protektorli himoyalash* deyiladi va u texnikada ko'proq qo'llaniladi.

21 - laboratoriya ishi. Suvda va suvli tuz eritmalarida metallar korroziyasi

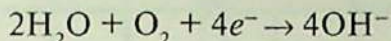
Asbob va reaktivlar. U- simon shisha nay; o'lchami 20 x 50 x 2 mm bo'lgan rux va temir plastinkalar; mis, rux, temir simlari; chinni kosacha; 3 %li natriy xlorid eritmasi; fenolftalein eritmasi; 200 ml suvda 0,2 g qizil qon tuzi bo'lgan eritma.

Ishning maqsadi. Neytral muhitlarda metallar korroziyasining elektrokimyoviy jarayonlari bilan tanishtirish.

Kislorod ishtirokida suvda va neytral suvli eritmalarida kechadagan korroziya jarayoni paytida anodda quyidagi reaksiya amalga oshadi:



katodda:



katod qismida gidroksil ionlari to'planadi.

1- tajriba. U simon nayning bir tirsagiga (U simon nay 2 %li natriy xlorid eritmasi bilan to'ldirilgan bo'ladi) yangi tozalangan rux plastinkasi, nayning ikkinchi tirsagiga oldindan tozalangan mis plastinkasi tushiriladi. Ikkala plastinka mis bilan tutashtiriladi. Nayning ikkala tirsagiga 2—3 tomchidan fenolftalein eritmasi tomiziladi. 0,5—1 soat o'tgandan keyin mis elektrod atrofida (katodda) qizg'ish malina rangli tuslanish sodir bo'ladi.

2- tajriba. Chinnidan yasalgan bug'latish kosachasiga 3 %li natriy xlorid eritmasidan quyib, unga 5—6 tomchi fenolftalein eritmasi tomiziladi. Eritmaga jilvir qog'oz yordamida oldindan tozalangan rux simi tushiriladi. 2—3 minutdan so'ng, mis simi atrofida gidroksil ionlari to'planganini kuzatish mumkin.

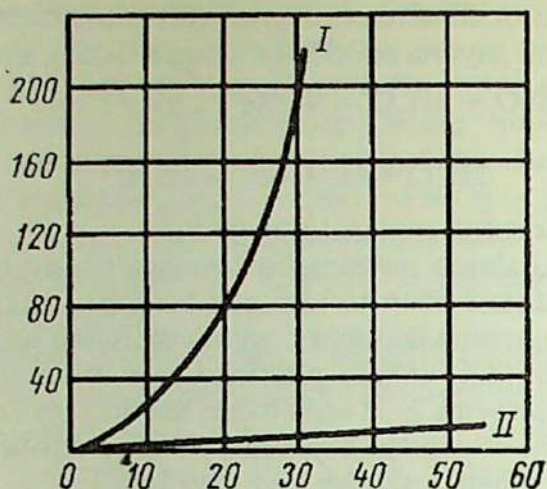
3- tajriba. Mis sim o'rniga temir mix olinadi va unga rux simi tortib o'raladi. 2- tajribadagidek mix tuz eritmasiga tushirilsa, malina rangi temir mix atrofida hosil bo'ladi.

4- tajriba. Ikkita metall bir-biriga ulanganda katod va anod qismlarni aniqlash uchun 3 %li natriy xlorid eritmasiga bir necha tomchi 200 ml suvda 0,2 g qizil qon tuzi $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ bo'lgan va 5—6 tomchi fenolftalein eritmasi tomiziladi. Keyin eritmaga temir simi o'ralgan mis sim tushiriladi. 2—3 minutdan so'ng mis yuzasida qizg'ish rang, temir sim yuzasida esa to'q-ko'k rang dog'lar paydo bo'ladi. Bu yerda temir anod rolini o'ynab, eritmaga Fe^{2+} ionlari o'tadi, ular $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ bilan ta'sirlashib, turnbul ko'ki $\text{Fe}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ni hosil qiladi.

Shunday qilib, ko'k rangning hosil bo'lishi eritmada temir ionlari borligidan (temir korroziyalanadi), malina rangining hosil bo'lishi esa kislorodning qaytarilishi natijasida gidroksil ionlarining hosil bo'lishidan darak beradi.

9.2. Metallar korroziyasining ingibitorlari

Metallarni korroziyadan himoyalashda, ko'pincha, elektrolit eritmalariga oz miqdorda ayrim moddalar qo'shiladi. Bunday moddalar metallarning erish tezligini (korroziyalanishini) keskin kamaytiradi. Bunday moddalar *korroziya ingibitorlari* deb ataladi.



23- *rasm*. Vaqtga bog'liq holda metallarning xlorid kislotada erish tezligi: *I* — 15 %li xlorid kislotada; *II* — 0,5 PIB ingibitori qo'shilgan 15 %li xlorid kislotada.

Metallar yuzasini oksidlar qavatidan tozalashda, ko'pincha, kislotalar qo'llaniladi. Bunda kislotada oksid qavatdan tashqari, bir qism metall ham erib, uning massasi qisman kamayadi. Bundan tashqari metallning erishi natijasida vodorod gazi chiqadi, u metall yuzasiga diffuziyanib uni mo'rt bo'lishiga olib keladi. Agar kislotada eritmasiga biror ingibitor qo'shilsa, u holda kislotaning oksidlarni eritishiga halal bermaydi, metallning erishiga esa yo'l qo'ymaydi.

Hozirgi vaqtda metallar korroziyasining effektiv ingibitorlari ma'lum bo'lib, ular metallarning korroziyalanishiga umuman yo'l bermaydi. Masalan, PIB markali ingibitor xlorid kislotani tashish va saqlashda temir idishlardan foydalanish mumkinligini ta'minlaydi (23- *rasm*).

Ingibitorlarning ta'sirlash effektlari har xil ko'rinishda ifodalalanadi. Himoyalovchi ta'sir ko'pincha, Z bilan belgilanib, foizlarda ifodalanadi.

$$Z = \frac{P_0 - P}{P_0} 100 (\%), \quad (9.1)$$

bu yerda: P_0 — metallning toza kislotada erish tezligi; P — metallarning ingibitorli kislotalarda erish tezligi.

Ingibitorning samaradorligini ingibitor samarasi kattaligi γ bo'yicha ham ifodalash mumkin:

$$\gamma = \frac{P_0}{P}. \quad (9.2)$$

Ingibitor samarasi γ , ingibitor metallning kislotalarda erishini necha marta sekinlashtirishini ko'rsatadi.

Ingibitorlarning ta'sir mexanizmi, ular zarrachalarining metall sirtiga adsorbilanib, himoya pardasi hosil qilib, metallni erishiga to'sqinlik qilishi bilan tushuntiriladi.

Metall buyumlarni himoyalashda har xil qoplamalar ishlatish yoki surkov moylarini qo'llashning imkoni bo'lmaganda, *uchuvchan ingibitorlar* ishlatiladi. Ularga metall sirtiga bug'lari adsorbilanib ko'zga ko'rinmaydigan himoya pardasi hosil qiladigan moddalar kiradi. Uchuvchan ingibitorlar yoki boshqacha aytganda atmosfera korroziyasi ingibitorlariga aminlar nitritlari, aminlar, murakkab organik kislotalar efirlari kiradi.

22 - laboratoriya ishi. Kislota korroziyasi ingibitorlarining himoyalash xossasi

Asbob va reaktivlar. 60°C li termostat; ilishga mo'ljallangan teshigi bor 20x50x2 mm o'lchamli uchta po'lat plastinka; sig'imi 150—200 ml bo'lgan qopqoqli uchta stakan (ularga plastinkalar ilinadigan shisha qisqichlar joylashtirilgan); 100 ml li o'lchov silindri; shisha tayoqchalar; soat oynasi; 4 n li kimyoviy toza xlorid kislota; urotropin (geksametilentetramin); 30 g/l jelatin tutuvchi gidrozol; spirt; atseton.

Ishni bajarish. Uchta stakanga 80—100 ml dan 4 n li xlorid kislota eritmasidan quyiladi. Birinchi stakanga 1 g urotropin, ikkinchisiga 2 g jelatin, uchinchisi esa nazorat uchun qoldiriladi. Stakanlardagi eritmalar shisha tayoqcha yordamida yaxshilab aralashtiriladi, keyin stakanlar termostatga joylashtiriladi. Stakanlardagi eritmalar harorati 60°C ga yetgandan so'ng unga qisqichlar yordamida oldindan jilvir qog'oz yordamida yaltiratib tozalangan, paxta bilan artilgan, atseton yoki spirt bilan ho'llangan va analitik tarozida tortilgan po'lat plastinkalar tushiriladi. 3 soatdan keyin, plastinkalar eritmalaridan bir vaqtda chiqariladi, suv bilan yuviladi, spirt bilan artiladi, quritilib analitik tarozida tortiladi.

Tajriba natijalari quyidagi jadvalga yoziladi.

Tajriba sharoiti	Plastinkalar massasi		Massadan yo'qotish, g	Plastinka maydoni, sm ²	Erish tezligi, g/sm ² soat
	tajribaga-cha, g	tajribadan keyin, g			
Toza kislota Urotropin kislota Jelatin kislota					

Olingan natijalarga asoslanib ingibitorlarning himoyalash ta'siri va (9.1) hamda (9.2) formulalar bo'yicha *tormozlash effekti* (tormozlash koeffitsienti) hisoblanadi.

23 - laboratoriya ishi. Atmosfera korroziyasining ingibitorlari

Yuqorida aytib o'tilganidek, metall buyumlarni atmosfera korroziyasidan himoyalash uchun, ularni bo'yash yoki surkov moylari surkashning imkoni bo'lmasa, uchuvchan ingibitorlar yoki atmosfera korroziyasi ingibitorlari qo'llaniladi. Ularni qo'llash oddiy bo'lib, buning uchun metall buyumlar yopiq idish (quti)ga joylashtiriladi. Idishga suyuq ingibitor shimdirilgan tamponlar ham qo'yiladi. Qattiq ingibitorlar (tuzlar)ni esa quti tubiga joylashtiriladi. Bunda himoyalananadigan buyum ingibitorga tegib turmasligi kerak.

Ko'pincha suyuq ingibitor yoki qattiq ingibitorning suvli eritmasini qog'ozga shimdirib, qog'oz qurigandan so'ng, buyum u bilan o'raladi.

Uchuvchan ingibitorlarning himoyalash ta'siri uning tarkibiga bog'liq bo'libgina qolmasdan, metallning o'ziga ham bog'liqdir. Masalan, organik aminlar va ularning tuzlari uglerodli po'latlarni yaxshi himoyalaydi, ammo misdan yasalgan buyumlar korroziyasini tezlatadi. Ayrim nitritlar va aminlar boratlari po'latni himoyalab, misning korroziyasiga ta'sir o'tkazmaydi.

Asbob va reaktivlar. Qopqoqli uchta eksikator; Cr.20 po'latidan yasalgan 25 x 25 x 2 mm o'lchamli oltita plastinka; mis yoki mis qotishmasidan yasalgan oltita plastinka; jilvir qog'oz, filtr qog'oz, paxta, atseton, NaNO₂ va (NH₄)₂CO₃ kristallari; monoetanolamin karbonati (uni tayyorlash uchun 40°C haroratdan yuqori bo'lmagan monoetanolamin orqali CO₂ gaz o'tkaziladi).

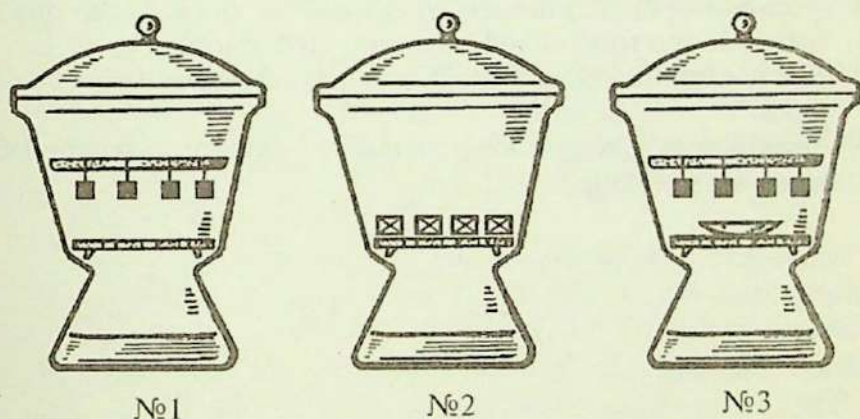
Ishni bajarish. Eksikatordagi jarayonini tezlatish uchun kauchuk nayli voronka orqali qaynoq suv ($50-60^{\circ}\text{C}$) quyiladi. Suv eksikatorida yuqori namlik hosil qilib, korroziyani tezlatadi.

Mis va uglerodi ko'proq bo'lgan po'latdan yasalgan plastinkalar jilvir qog'oz bilan yaxshilab tozalanadi, suv bilan yuviladi, paxta bilan artiladi, atseton yoki spirt bilan ho'llanadi, keyin esa filtr qog'oz bilan quriguncha artiladi. Keyin 15 %li natriy nitrit va 50 %li monoetanolin karbonati eritmasi tayyorlanadi. Hosil qilingan eritmalar bilan filtr qog'ozini shimdiriladi va quritiladi.

1-eksikatorga (24- rasm) ikkitadan mis va po'lat plastinkalar ilinadi va qaynoq suv quyiladi. Bu nazorat tajribasi hisoblanadi. 2-eksikatorga, chinni taglik ustiga ikkitadan po'lat va mis plastinkalar ingibitor bilan ishlov berilgan qog'ozlarga o'rab qo'yiladi. Keyin birinchi eksikatordagidek, unga ham qaynoq suv quyiladi. 3-eksikatorning chinni tagligi ustiga soat oynasi quyib, unga 2—3 g 1:1 nisbatda natriy nitrat NaNO_2 va ammoniy karbonat $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$ kristallaridan solib qo'yiladi. Keyin shisha qisqichlar yordamida ikkitadan mis va po'lat plastinkalar osib qo'yiladi.

Eksikatorlarni shunday qo'yish kerakki, ularda kechadigan o'zgarishlarni kuzatib borish imkoni bo'lsin.

Hafta davomida kunora kuzatuv natijalari jadvalga yozib boriladi. Bunda korroziya kuzatilganiga (+) ishora, kuzatilmaganiga esa (—) ishora qo'yiladi.



24-rasm. Uchuvchan ingibitorlarning himoyalash xossalarini sinash uchun eksikatorlar.

Ikkinchi eksikator uchun ingibitorli qog'ozlarga o'ralgan plastinkalardagi tajriba natijalari 7 kundan keyin aniqlanadi.

Sutka vaqtlari	1-eksikator (nazorat uchun)	2-eksikator	3-eksikator

? *Nazorat savollari*

1. Nima uchun mis protektor sifatida temirni himoyalamaydi, rux esa uni yemirilishdan saqlaydi?
2. Quyidagi juftliklar: qalay—rux, qalay—temirdagi metallarning qaysi biri yemiriladi.
3. Elektrokimyoviy korroziyada anod va katod qismlarni yuqorida ko'rsatilganidan tashqari yana qanday aniqlash mumkin?
4. Temir—mis, mis—rux, temir—rux sistemalarida, ular fenolftalein ishtirokidagi elektrolit eritmasiga tushirilganda malina rangi hosil bo'lishini tushuntiring.
5. Temir qanday holatlarda katod va anod bo'lishi mumkin?
6. Kislotalarga qo'shiladigan ayrim moddalarning ingibitorlik ta'sirining mohiyati nimadan iborat?
7. Katalizatorlarning ingibitorlardan farqi nimada?
8. Ingibitorlarning qo'llanilish sohalari va ularning xalq xo'jaligidagi rolini ko'rsating?
9. Metallarning vodorodli mo'rtligi qanday kelib chiqadi?
10. Vodorodning diffuziyalanish tezligiga qanday omillar ta'sir qiladi?
11. Vodorodli mo'rtlikni qanday bartaraf etish mumkin?
12. Ingibitor eritmasi bilan shimdirilgan qog'ozning vazifasi nimadan iborat?
13. Nega bitta modda uglerodli po'lat uchun ingibitor, mis uchun esa stimulator bo'ladi.

X BOB | KOLLOID SISTEMALAR

10.1. Dispers sistemalar va ularning sinflarga bo'linishi

Kolloid kimyo yuqori molekular va yuqori dispers sistemalarining fizik-kimyoviy xossalarini fizika qonun-qoidalari asosida o'rganadigan mustaqil fandır.

Dispers sistema deganda bir modda zarrachalarining ikkinchi modda zarrachalari orasida bir tekis tarqalishiga aytiladi.

Dispers sistema eritmalar kabi ikki qismdan iborat. Eritmalarda ko'p qismi erituvchi, dispers sistemalarda esa ko'p qismi dispers *muhit*, kam tarqalgan qismi *dispers faza* deb yuritiladi.

Dispers faza zarrachalarining o'lchami 10^{-9} — 10^{-7} m chegarasida bo'lgan dispers sistemalar *kolloid* yoki *ultramikrogeterogen* sistemalar deyiladi. Dispers sistemalarni sinflarga bo'lishda ikkita tamoyil asos qilib olinadi:

- disperslik darajasi (maydalanganlik darajasi);
- dispers sistemalarning agregat holati.

Hamma dispers sistemalar birinchi belgisiga muvofiq quyidagi qismlarga bo'linadi:

- mikrogeterogen (dag'al dispers) sistemalar (emulsiyalar, suspenziyalar), ularda zarrachalar o'lchami 10^{-3} — 10^{-5} sm atrofida bo'ladi. Bunday sistemalar *geterogen* (ko'p jinsli) va beqaror bo'ladi;

- ultramikrogeterogen (kolloid) sistemalar (zollar), ularda zarrachalar o'lchami 10^{-5} — 10^{-7} sm chegarasida bo'ladi. Struktura jihatidan ultramikrogeterogen sistemalar mikrogeterogenlidir, ular ancha barqaror (ularning geterogenligi faqat ultramikroskop yordamida aniqlanadi) bo'ladi.

Molekular va ion — dispers sistemalar (chin eritmalar)ga yuqori molekular birikmalarning eritmaları (YMB) va quyi molekular birikmalar (elektrolitlar va noelektrolitlar) eritmaları kiradi. YMB uchun zarrachalar o'lchami 10^{-6} — 10^{-7} sm va quyi molekular birikmalar zarrachalari esa 10^{-8} sm ni tashkil etadi. YMB uchun zarrachalar strukturasi makromolekula zanjiri yoki makroionlar ko'rinishida bo'ladi, quyi molekular birikmalar zarrachalari strukturasi esa molekula yoki ionlar ko'rinishida bo'ladi.

Dispers sistemalarni sinflashning boshqa tamoyili V.Ostvald tomonidan taklif etilgan. U dispers faza va dispers muhitning har xil agregat holatiga asoslangan.

V.Ostvald bo'yicha dispers sistemalarning sinflarga bo'linishi

Dispers muhit	Dispers faza		
	gaz	suyuqlik	qattiq jism
Gaz	—	Aerozollar-changlovchi (suyuq va qattiq) moddalar (tuman, bulut); (tutun, chang)	
Suyuqlik	Ko'pik	Emulsiyalar (margarin, kremlar, surgilar)	Suspenziyalar va kolloid eritmalar (zollar)
Qattiq jism	Pemza, ko'pik shisha, ko'pik plastlar	Parafindagi suv, gavhar	Rangli shishalar, ko'p qotishmalar

Sistemalar dispersligi, disperslik darajasi deb nomlanuvchi kattalik bilan aniqlanadi. Disperslik darajasi, zarrachalar o'lchami (diametri) ga teskari bo'lgan kattalikdir. Disperslik darajasi qancha katta bo'lsa, dispers faza zarrachasining o'lchami shuncha kichik bo'ladi. Sistemaning barqarorligi disperslik darajasiga bog'liq bo'ladi, disperslik darajasi qancha katta bo'lsa, sistema shuncha barqaror bo'ladi.

10.2. Kolloid eritmalarining olinishi

Kolloid eritmani eritmaydigan muhitda olish uchun moddani kolloid disperslik darajasigacha, barqarorlashtiruvchi ishtirokida, maydalash talab qilinadi. Zollar (suyuq kolloid eritmalar) *disperslash* va *kondensatsiya* usullari bilan olinadi. Disperslash usuli *mexanik maydalash* va *peptizatsiya* deb nomlanuvchi kimyoviy disperslashga asoslangan. Peptizatsiya — bu koagulyatsiya (yiriklashish) natijasida hosil qilingan yangi cho'kmaning kolloid eritma holatiga o'tishidir.

Kondensatsiya usuli quyidagi qismlarga bo'linadi:

— *erituvchini almashtirish usuli*, masalan, oltingugurt va kanifol suvda erimaydi, ammo etil spirtida chin eritma hosil qiladi. Shu

chin eritma ustiga oz miqdorda suv quyilsa, oltingugurt molekulari kondensatsiyalanib, kolloid eritma hosil qiladi;

— *bug'larni kondensatsiyalash usuli*, sovuq yuzada bir vaqtning o'zida disperslanuvchi modda bilan erituvchining kondensatsiyalanishiga asoslangan;

— *kondensatsiyaning kimyoviy usuli*, har xil kimyoviy reaksiyalar (qaytarilish, gidroliz, almashinish va boshq.) yordamida suvda eriydigan moddalarning erimaydigan holatga o'tishiga asoslangan. Bunda erimaydigan zarrachalar agregatlanadi, kristallanadi va dispers fazani hosil qiladi. Bunda kimyoviy reaksiya natijasida hosil bo'ladigan eruvchi modda barqarorlashtiruvchi hisoblanadi.

10.3. Zollarni tozalash usullari

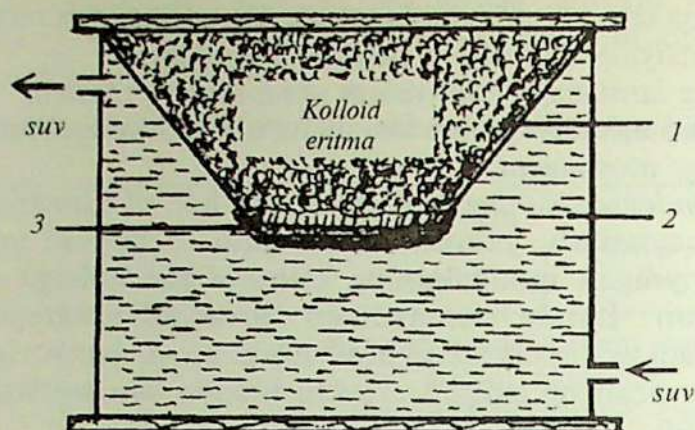
Kolloid zarrachalar o'lcham jihatdan katta bo'lishiga qaramasdan filtr qog'oz qatlamidan oson o'tadi. Ammo, ayrim tabiiy va sun'iy materialdan tashkil topgan yarimo'tkazuvchi materiallar mavjud bo'lib, ular faqat ionlar yoki molekularni o'tkazib kolloid zarrachalarni ushlab qoladi. Bunday yarimo'tkazuvchi (membrana)larga qoramol qovug'i pardasi, o'simlik pergamenti, kollodiy pardasi, sellofanlar misol bo'la oladi. Bunday materiallarning yarim o'tkazish xossasidan foydalanib, kolloid eritmalar elektrolit qo'shimchalaridan tozalanadi. Bunday tozalash usuli *dializ* deyiladi.

Toza kolloid eritmalar olish uchun kolloid eritmalar tarkibida hosil bo'lgan elektrolit (asos, kislota, tuz)lar va boshqa aralashmalar yo'qotiladi. Kolloid eritmalar dializ, elektrodializ va ultrafiltratsiya usullaridan foydalanib tozalanadi.

Tozalash uchun kolloidiy va sellofanlardan sun'iy membrana tayyorlanadi. Kolloid eritma sun'iy membrana xaltacha 1 ga solinadi (25- rasm), so'ngra xaltacha suvli idishga 2 botiriladi. Tozalash prinsipi kolloid eritmadagi molekula va ionlar (elektrolitlar) parda orqali o'tib, suvda diffuziyalanishiga asoslangan. Kolloid eritmalarini laboratoriya sharoitlarida tozalashda dializ usulidan keng foydalaniladi.

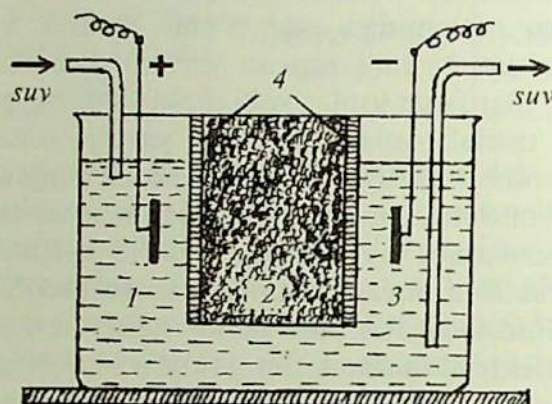
Elektrodializ kolloid eritmalarini tozalashda eng qulay usul hisoblanadi.

Elektrodializ — elektr oqimi yordamida dializ jarayonini tezlashtirishdir. Elektrodializator (26- rasm) uch qismdan iborat bo'lib, asbobning anod va katodlari doimo oqar suvda bo'ladi.



25 - rasm. Dializator sxemasi:

1 — kolloid eritma solingan idish; 2 — suv oqib turadigan idish;
3 — yarim o'tkazgich parda — membrana.



26 - rasm. Elektrodializator:

1, 3 — anod va katodlar; 2 — kolloid eritma solingan idish;
4 — membranalar.

Elektr oqimi o'tkazilganda kolloid eritmadagi manfiy ionlar anodga, musbat ionlar esa katodga tomon harakatlanadi. Natijada ionlarning membrana parda orqali o'tishi tezlashadi va ular elektrod qismlarda to'planib, oqayotgan suv bilan yuvilib chiqib ketadi. Bu usul sanoatda jelatina va yelim olishda keng qo'llaniladi.

Oxirgi paytlarda (elektrodializatoridan chiqayotgan suvni tozalashda) ionalmashinish smolalari muvaffaqiyat bilan qo'llanilmoqda. Bu ayni suvni qaytadan ishlatish imkonini beradi. Shunday qilib, zollarni tozalashda, asosan, uchta: dializ, elektrodializ va ionalmashinish smolasi ishtirokidagi elektrodializ usullari qo'llaniladi.

24 - laboratoriya ishi. Kondensatsiya va peptizatsiya usullari yordamida kolloid eritmalar olish

Asbob va reaktivlar. 200 ml sig'imli tagi yassi kolba; suv hammomi; filtrlash uchun voronka; filtr qog'ozlar; tomchilatgich; probirkalar; distillangan suv; 2 %li (massa bo'yicha) temir (III) xlorid eritmasi; 1 %li (massa bo'yicha) kanifol yoki parafinning spirtli eritmasi; 50 %li temir (III) xlorid eritmasi; 20 % li oksalat kislota eritmasi.

1- tajriba. Erituvchini almashtirish usuli bilan kanifol zolini olish

200 ml sig'imli kolbaga 1 ml 1 %li konifolning spirtidagi eritmasidan, keyin chayqatib turgan holda 10 ml distillangan suv quyiladi. Bunda oq tusli kanifol zoli hosil bo'ladi.

2- tajriba. Hidroliz usulida temir (III) gidroksid zolini olish

50 ml distillangan suv qaynaguncha isitiladi. Unga 10 ml 2 %li temir (III) xlorid eritmasidan qo'shiladi va bir necha minut davomida qaynatiladi. Hidroliz natijasida hosil bo'lgan FeO^+ ionlarining $\text{Fe}(\text{OH})_3$ zarrachalari yuzasiga adsorbilanishi hisobiga mitsella hosil bo'ladi. Bunda qarshi ionlar Cl^- ionlaridir. Natijada qizil- qo'ng'ir tusli kolloid eritma hosil bo'ladi.

Temir (III) xloridning gidrolizlanish reaksiya tenglamasini va zolning mitsella tuzilishini yozing.

3-tajriba. Peptizatsiya usuli bilan temir (III) gidroksid zolini olish

200 ml sig'imli kolbaga 5 ml 1 M li FeCl_3 eritmasidan va 100 ml distillangan suv quyiladi. Fe^{3+} ni biroz mo'l miqdorda olingan ammiak eritmasi bilan cho'ktiriladi. Kolbani yuqori qismigacha suv quyib to'ldiriladi. Cho'kmaning to'liq tushib tinishi kutiladi va bir necha marta dekantatsiya usuli qo'llanilib ammiak hidi yo'qotiladi. Eritma hajmi 150 ml ga yetkaziladi. Keyin 15—20 tomchi peptizator—temir (III) xloridning to'yingan eritmasidan qo'shiladi, chayqatib turgan holda eritma suv hammomida isitiladi. Agar cho'kma yana tushsa, peptizatordan yana bir necha tomchi tomizilib, qizdirish davom ettiriladi.

4-tajriba. Filtrda peptizatsiya yo'li bilan berlin ko'kning olinishi

Tomchilatgich yordamida probirkaga 1,5 ml kaliy ferrotsianidning to'yingan eritmasidan va 0,5 ml 50 %li (og'irlik bo'yicha) temir (III) xlorid eritmasidan solinadi. Hosil qilingan cho'kma filtr qog'ozga o'tkaziladi, suv bilan yuviladi va filtr ustidan 2—3 ml 2 %li oksalat kislota quyib shisha tayoqcha bilan aralashtiriladi. Bunda cho'kma peptizatsiya natijasida erib ketadi va filtrdan yorqin rangli berlin ko'ki zoli oqib tusha boshlaydi. $S_2O_4^{2-}$ anioni cho'kma zarrachalariga kuchli adsorбилanadi, ularga zaryad berib agregativ barqarorligini oshiradi.

25- laboratoriya ishi. $Fe(OH)_3$ zolining olinishi va dializi

Asbob va reaktivlar. 250 ml hajmli tagi yassi kolbalar; kollodiy xaltachasi; 200 ml sig'imli kimyoviy stakan; shisha tayoqcha; isitgich asbob; g'altakli ip; 2 %li (massa bo'yicha) temir (III) xlorid; 1 M li temir (III) xlorid eritmasi; ammiak eritmasi.

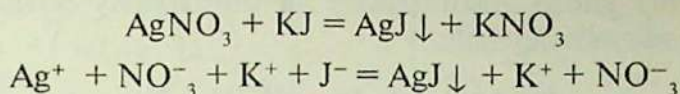
Ishning maqsadi. Temir (III) gidroksid zolini hosil qilish va dializ usuli bilan uni tozalash.

Ishni bajarish. Laboratoriyada mavjud sharoitdan kelib chiqib, oson usulda temir (III) gidroksid zoli hosil qilinadi. Keyin kollodiy xaltachasiga qaynoq $Fe(OH)_3$ zoli quyiladi. Xaltachani shisha tayoqcha yordamida stakandagi qaynoq distillangan suvga botiriladi. Yuqori harorat dializ jarayonini tezlashtiradi. 10—15 minutdan so'ng xaltachani yuvib turuvchi suvda Cl^- ionlarining paydo bo'lishini va suvning ranglanmasligini kuzatish mumkin. $Fe(OH)_3$ mitsellasining membranadan o'tgan yoki o'tmaganligini suv rangidan aniqlang.

10.4. Zollarning mitsella tuzilishi

Kolloid eritma (zol), yuqorida aytganimizdek *dispers faza* va *dispers muhitdan* tarkib topgan bo'ladi. Dispers faza kolloid zarrachalardan hosil bo'lib, unga *mitsella* deyiladi. Kolloid eritmalarining dispers fazasi dispers muhitda deyarli erimaydi. Shuning uchun kolloid eritmalarini almashinish reaksiyalari yordamida olish mumkin. Bunda dispers muhitda eriydigan ikkita modda o'zaro ta'sirlashib, bu muhitda amalda erimaydigan uchinchi modda hosil qiladi.

Mitsella tuzilishini, o'ta suyultirilgan kumush nitrat eritmasi bilan kaliy yodid eritmasining o'zaro ta'sirlashuvidan olinadigan kumush yodid zolining hosil bo'lish misolida ko'rib chiqish mumkin:



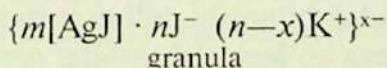
Erimaydigan kumush yodid molekulari kolloid zarrachaning yadrosini hosil qiladi. Yadro moddasi kristallik yoki amorf tuzilishga ega bo'lib, dispers muhitda erimaydi va mitsellaning asosiy massasini tashkil etib neytral molekula yoki atomlardan tuzilgan bo'ladi. Ushbu misolda yadro kumush yodidning kichkina kristalchasidan iborat bo'lib, u juda katta sondagi AgJ ning m molekularidan tarkib topgandir, ya'ni:



kolloid zarracha yadrosi

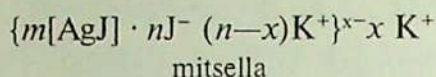
Dispers darajasidagi kolloid yadro erkin sirt energiyaga ega bo'lib, uning yuzasida adsorbsiyaviy jarayon kechadi. Peskov - Fayans qoidasiga muvofiq mitsella yadrosi sirtiga odatda, yadro tarkibida mavjud bo'lgan ionlar, ya'ni bunday sirtga kumush yoki yod ionlari adsorbilanadi. Ionlarning ikki sortidan faqat mo'l miqdorda bo'lganlari adsorbilanadi. Agar kolloid eritma hosil qilinganda kaliy yodid mo'l miqdorda bo'lgan bo'lsa, unda yod ionlari adsorbilanadi. Bunda yod ionlari ko'p bo'lgani uchun yadroning kristall panjarasi atrofini o'rab, uning strukturasiga mustahkam kirishib *adsorbsiyaviy qavatni* hosil qiladi va yadroga manfiy zaryad beradi: $m [\text{AgJ}]n\text{J}^-$. Yadroga adsorbilanib, unga tegishli zaryad beradigan ionlarga *potensial aniqlovchi ionlar* deyiladi.

Eritmada potensial aniqlovchi ionlar zaryadi belgisiga qarama-qarshi bo'lgan ionlar ham bo'ladi, ularga *qarshi ionlar* deyiladi. Bu misolda K^+ ionlari qarshi ionlar hisoblanadi va elektrstatik jihatdan ular adsorbsiyaviy qavatning potensial aniqlovchi ionlari tomonidan tortilib turadi. Qarshi ionlar (K^+) ning bir qismi elektr va adsorbsiyaviy kuchlar ta'sirida mustahkam bog'lanib, adsorbsiyaviy qavatda joylashadi. Yadro adsorbsiyaviy qavat bilan birga *zarracha* yoki *granula* deyiladi:



Granulaning adsorbsiyaviy qavatida potensial aniqlovchi ionlar soni ko'proq bo'lib, ular nJ^- bilan belgilanadi, $(n-x)K^+$ esa qarshi ionlar miqdoridir.

Qarshi ionlarning qolgani esa ionlarning *diffuziyaviy qavatini* hosil qiladi. Yadro adsorbsiyaviy va diffuziyaviy qavatlar bilan birlalikda *mitsella* deyiladi:



Shunday qilib, mitsella elektr jihatdan neytral strukturali kolloid zarrachadir. Kolloid eritma orqali doimiy elektr quvvati o'tkazilganda elektrodlar tomonga elektroneytral mitsellalar emas, balki granular harakatlanadi. Granulalarning elektrodlar tomon harakatlanishidan ma'lum bo'lishicha, ular faqat bir xil (musbat yoki manfiy) zaryadga ega bo'lishar ekan.

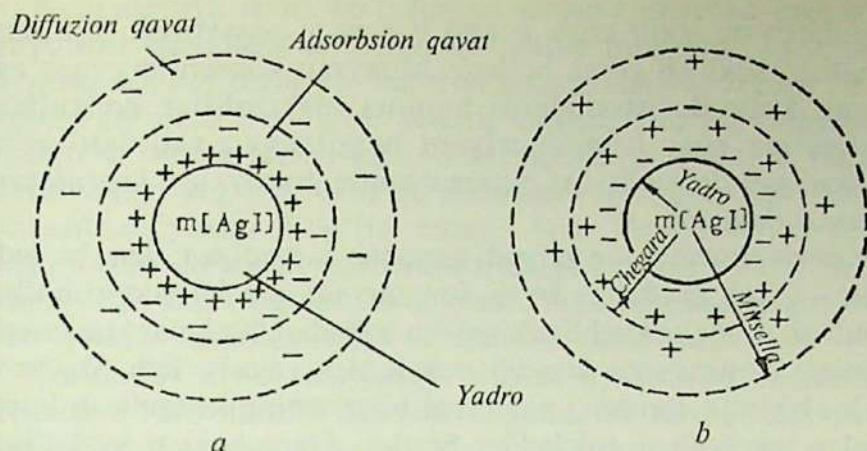
Kolloid eritmada hamma zarrachalarning bir xil zaryadga ega bo'lishi, bunday eritma barqaror bo'lishining muhim omili hisoblanadi. Bir xil zaryadlarga ega bo'lgan kolloid zarrachalar o'zaro yopishishmaydi va yiriklashishmaydi. Sistema zarrachalarning yiriklashishiga to'sqinlik qiladigan bunday xossasiga *agregativ barqarorlik* deyiladi. Barqaror dispers sistemada zarrachalar muallaq osilib turgan holatda saqlanib, kolloid modda bunda cho'kmaga tushmaydi. Broun harakati ta'sirida dispers zarrachalarning muallaq osilib turish qobiliyatiga *kinetik barqarorlik* deyiladi.

Agar kumush nitratdan mo'l miqdorda olib, kumush yodid zoli hosil qilinsa, bunda ortiqcha bo'lgan Ag^+ ionlari yadro sirtiga adsorbilanib kolloid zarracha musbat zaryadga ega bo'ladi. 27 - rasmda kumush nitrat mo'l bo'lganda (a) va kaliy yodid mo'l bo'lganda hosil bo'lgan kolloid eritma mitsellasining tuzilishi keltirilgan. Bunda mitsella tarkibini quyidagicha yozish mumkin.

- a) $\{m[AgJ] nAg^+ (n-x) NO_3^-\}^{x+} xNO_3^-$ (granula musbat);
- b) $\{m[AgJ] nJ^- (n-x) K^+\}^{x-} x K^+$ (granula manfiy).

m , n va x sonlari kolloid eritmani tayyorlash sharoitiga bog'liq bo'lib, keng chegarada o'zgarishi mumkin.

Kolloid zarrachalarning barqarorligi (agregativ barqarorlik)ni kolloid zarracha yadrolari yuzasiga muayyan turdagi potensial aniqlovchi ionlar adsorbilanishi bilan tushuntiriladi. Potensial aniqlovchi ionlarga ega bo'lgan elektrolitlar *barqarorlashtiruvchilar*,

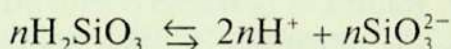


27- *rasm.* Kumush yodid zolidagi mitsella tuzilishi:
a — AgNO_3 mo'l miqdorda bo'lganda; *b* — KJ mo'l miqdorda bo'lganda.

yadro sirtiga adsorbilanadigan ionlarni esa *barqarorlashtiruvchi ionlar* deyiladi. Bunda yadroda bo'lgan elementlarga ega bo'lgan barqarorlashtiruvchilar ionlari yadro sirtiga adsorbilanadi. Masalan,

1. Silikat kislota zoli:

- a) kolloid yadrosi $m[\text{SiO}_2]$,
- b) ionli barqarorlashtiruvchi



- d) mitsella $\{m[\text{SiO}_2] n\text{SiO}_3^{2-} 2(n-x)\text{H}^+\}^{2x-} 2x\text{H}^+$

2. Temir (III)-gidroksid zoli:

- a) kolloid yadrosi $m[\text{Fe}(\text{OH})_3]$
- b) ionli barqarorlashtiruvchi $n\text{FeCl}_3 \rightarrow n\text{Fe}^{+3} + 3n\text{Cl}^-$,
- d) mitsella $\{m[\text{Fe}(\text{OH})_3] n\text{Fe}^{2+} 3(n-x)\text{Cl}^-\}^{3x+} 3x\text{Cl}^-$

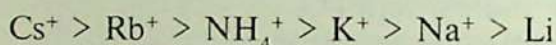
10.5. Kolloid sistemalarning koagulyatsiyasi

Termodinamika nuqtayi nazaridan beqaror bo'lgan kolloid sistemalarda to'xtovsiz o'z-o'zicha sodir bo'ladigan jarayonlar mavjud bo'lib, bu jarayonlar natijasida zarrachalarning yiriklashishi sodir bo'ladi. Zarrachalarning yiriklashishi: 1) qayta kristallanish; zarrachalarning o'zaro yopishib yanada kattaroq agregatlar hosil qilish hisobiga (koagulyatsiya va koalesensiya natijasida) amalga oshadi. Qayta kristallanish juda sekin, koagulyatsiya esa o'ta tez kechadi.

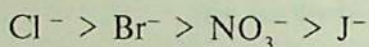
Koagulatsiyani sodir etish uchun haroratni pasaytirish, eritmani qaynatish, silkitish kerak bo'ladi. Muayyan konsentratsiyaga ega bo'lgan kolloid sistemalarni hamma elektrolitlar koagullash qobiliyatiga ega. Koagulatsiyani belgilangan vaqtdan so'ng tug'diradigan elektrolitning minimal konsentratsiyasiga *koagulatsiya chegarasi* deyiladi.

Koagullanuvchi ion zaryadi zarracha zaryadiga teskari bo'ladi. Shulse—Gardi qoidasiga ko'ra, ion zaryadi qancha yuqori bo'lsa, koagullash shuncha kuchli ta'sirga ega bo'ladi. Cho'kmaga tushuvchi koagulant hamma vaqt koagullovchi ionlarga ega bo'ladi. Shulse va Gardi elektrolit ionining valentligi bilan uning koagullash kuchi orasidagi bog'liqlikni aniqladilar. Shulse—Gardi qoidasi deyiladigan bu bog'liqlik quyidagicha ta'riflanadi: *koagullovchi ionning valentligi qancha katta bo'lsa uning koagullash kuchi shuncha ko'p va koagulatsiya konsentratsiyasi kam bo'ladi.*

Bu qoida taqribiy xarakterga ega, masalan, ba'zi bir valentli organik asoslar ionlarining koagullash ta'siri ikki valentli ionlarni kidan yuqori bo'ladi, bir xil anionlar (masalan, NO_3^-) bilan birikkan Li^+ , Na^+ , Rb^+ , Cs^+ kationlarning manfiy kolloidlarni koagullash ta'siri quyidagi tartibda o'zgaradi:



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



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

Ilgari kolloid eritmaga elektrolit qo'shilganda kolloid zarra-chalarning zaryadi nolga teng bo'lib qoladi, deb faraz qilinar edi. Lekin Pavis va Ellis tekshirishlarining ko'rsatishicha, bu xulosa tajribada tasdiqlanmagan. Pavis koagulatsiya sodir bo'lishi uchun granulaning zaryadi va dzeta-potensial batamom nolga teng bo'lishi shart emasligini As_2S_3 zoli misolida ko'rsatdi; dzeta-potensial ma'lum qiymatga ega bo'lganda ham koagulatsiya vujudga kelaveradi. Zol sezilarli tezlik bilan koagulatsiyalana boshlagan vaqtdagi dzeta — potensial kritik dzeta-potensial deyiladi. Ko'pchilik zollar uchun kritik dzeta-potensialning qiymati 25—30 millivoltga teng.

Koagulatsiya sodir bo'lishining nazariy jihatdan eng sodda jarayonini quyidagicha tassavvur qilish mumkin: *agar ikkita zarracha bir-biri bilan bir marta to'qnashgandayoq o'zaro birikib, yirikroq zarracha hosil qilsa bunday koagulatsiya tez koagulatsiya deyiladi* va uning tezligi kolloid zarrachalarning broun harakati intensivligiga bog'liq, lekin qo'shiladigan koagullovchi elektrolit konsentratsiyasiga bog'liq emas. Agar koagulatsiya tezligi koagullovchi elektrolit konsentratsiyasiga bog'liq bo'lsa, bunday koagulatsiya *sust koagulatsiya* deyiladi. Tez koagulatsiya nazariyasi 1916- yilda M.Smoluxovskiy tomonidan yaratilgan.

Smoluxovskiy nazariyasiga muvofiq, kolloid zarrachalar o'rtasida o'zaro itarilish kuchi borligidan bu zarrachalar bir-biri bilan birika olmaydi. Lekin ular bir-biriga juda yaqinlashgan paytda bu zarrachalar o'zaro tortishadi. Elektrolit qo'shilmagan zolda kolloid zarrachalar bir-biridan hiyla uzoq turganligi sababli, kolloid eritma barqaror bo'ladi.

Kolloid eritmaga elektrolit qo'shilganidan keyin zarrachalar bir-biriga yaqinlashib, o'zaro tortisha boshlaydi, natijada kolloid sust koagullanadi. Elektrolitdan yana qo'shilsa, koagullanish tezlashib ketadi-da, zarrachalar bir-biri bilan birlasha boshlaydi.

Kolloid eritmalariga elektrolitlar aralashmasi qo'shilganda uch hol bo'lishi mumkin:

1. Bir elektrolitning koagullash qobiliyati ikkinchi elektrolit-nikiga qo'shiladi. Bu hodisa elektrolit ta'sirining *additivligi* deyiladi.

2. Bir elektrolitga ikkinchi elektrolit qo'shilganda birinchi elektrolitning koagullash ta'siri kuchayadi. Bu hodisa *sensibilizatsiya* deyiladi.

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

Kolloid eritmaning qarama-qarshi zaryadli boshqa kolloid bilan ham koagulatsiyalanishi yuqorida aytib o'tildi. Kolloidlarning kolloidlar bilan koagullanishi (o'zaro koagulatsiya) ularning zaryadi va konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi.

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

26- laboratoriya ishi. Temir (III) gidroksid zolining koagullanish chegarasini aniqlash

Asbob va reaktivlar. Probirkalar; byuretkalar; probirka shtativlari; 2 M li kaliy xlorid eritmasi; 0,05 M li kaliy sulfat eritmasi; 0,005 M li $K_3[Fe(CN)_6]$ eritmasi.

Ishning maqsadi. KCl , K_2SO_4 , $K_3[Fe(CN)_6]$ lar ta'sirida $Fe(OH)_3$ zolining koagullanish chegarasini aniqlash. Koagullanish chegarasi nisbatini hisoblash. Shulse - Gardi qoidasini tekshirish.

Ishni bajarish. $Fe(OH)_3$ zoli hosil qilinadi (16-laboratoriya ishi 2 va 3- tajribalarga qarang). 8 tadan uch seriyadagi probirkalar tayyorlanadi. To'rtta probirkaga 5 ml dan zol quyiladi, qolgan to'rttaga esa tegishli distillangan suv va elektrolit eritmasidan quyiladi (jadvalga qarang).

Namuna raqami	Zol, ml	Suv, ml	Elektrolit, ml	30 minutdan keyin loyqalanish
1	5	4,5	0,5	
2	5	4	2,0	
3	5	3	2,0	
4	5	1	4,0	

Chayqatish yo'li bilan elektrolit eritmasi va zol juft-juft holda aralashtiriladi. Bunda to'rtta eritma hosil bo'lib, ularda zol konsentratsiyasi bir xil bo'ladi. Elektrolit konsentratsiyasi esa ortib borib, oldingi probirkadagidan ikki marta ortiqroq bo'ladi. 30 minutdan keyin, qaysi probirkada ochiq koagulyatsiya (xiralanish) yuz berishi belgilanadi. Bu maqsadda jadvalda namuna to'g'risiga "+" belgisi qo'yiladi. Zol, tuzlar eritmalari va suv hajmlari byuretkalarda o'lchab olinadi. Elektrolitli probirkalarni probirka shtativiga konsentratsiyasi ortib borishi tartibida joylashtiriladi. Koagullanish uchun minimal konsentratsiya belgilanadi va koagullanish chegarasiga yaqin qiymat hisoblanadi. Koagullanish chegarasini yanada aniqroq bo'lishiga erishish uchun har bir tuz uchun to'rtala eritmadan ikkinchi seriya tayyorlanadi. Ularning konsentratsiyasini belgilash uchun koagullanish sodir bo'lgan probirka konsentratsiyasi bilan unga yaqin bo'lgan koagullanish sodir bo'lmagan probirkadagi konsentratsiya oralig'i olinadi. Byuretkadan tegishli suyuq qismlar

elektrolit ustiga 5 ml zoldan quyilib, 30 minutdan keyin koagullanish aniqlanadi. Tajriba natijalari yana jadvalga o'tkaziladi. Koagullanish chegarasi (mol/l da) quyidagi tenglamadan hisoblanadi.

$$C_{cheg} = \frac{CV}{w}.$$

bu yerda: C —elektrolit konsentratsiyasi, mol/l; V —koagullanish uchun yetarli bo'lgan elektrolit eritmasining eng kam hajmi, ml; w — zol hajmi, ml.

Hisobotda koagullovchi ionlarni ko'rsating.

27- laboratoriya ishi. Kumush yodid zolining koagulatsiyasi

Asbob va reaktivlar. Probirkalar, shtativi bilan; 0,002 n li KJ eritmasi; 0,01 n li $AgNO_3$ eritmasi.

Ishni bajarish. Manfiy va musbat zaryadlangan kumush yodid zollarini hosil qiling. Probirkaga 5 ml manfiy zaryadlangan kumush yodid zolidan va 5 ml musbat zaryadlangan kumush yodid zolidan quyding.

Bunda nima kuzatiladi? Kuzatilgan hodisani tushuntiring.

28- laboratoriya ishi. Koagulatsiya yordamida suvni tozalash

Asbob va reaktivlar. Probirkalar, shtativi bilan; loyqa suv; $Fe(OH)_3$ zoli.

Ishni bajarish. Oltita probirka olib, ularning beshtasiga 10 ml dan loyqa suv (loyqa suvda tuproq zarrachalari muallaq turishi kerak), oltinchi probirkaga esa 5 ml loyqa suv soling. Keyin bu probirkalarga har xil miqdorda temir gidroksid zolidan qo'shing, ya'ni birinchi probirkaga 1 ml, ikkinchisiga 2 ml, uchinchisiga 4 ml, to'rtinchisiga 6 ml va oltinchisiga 8 ml zol qo'shing. Temir gidroksid zoli qo'shilmagan loyqa suvli beshinchi probirka nazorat namunasi vazifasini bajardi. Probirkalardagi eritmalarni aralashtirib bir necha vaqt qoldiring. Suvning qaysi probirkada tez tozalanishini kuzating.

30 minut, 1 va 1,5 soatdan so'ng kuzatilgan tajriba natijalarini jadvalga yozing. Suvning tozalanish sabablarini tushuntiring.

10.6. Kolloid sistemalarning elektr xossalari

Kolloid eritmaga tashqaridan elektr oqimi yuborganda, kolloid zarrachalar ma'lum zaryadga ega bo'lganligi uchun ular biror elektrodga tomon, ya'ni manfiy kolloid musbat elektrodga, musbat kolloid manfiy elektrodga tomon harakat qiladi. Kolloid zarrachalarning tashqi elektr maydon ta'sirida harakat qilish hodisasi *elektroforez* yoki *kataforez* deyiladi. Bu hodisani 1807- yilda Moskva universitetining professori Reyss birinchi bo'lib kashf etgan.

Zarracha bilan eritma chuqurligini potentsiallari farqiga *elektrokinetik potentsial* ζ deyiladi. Elektroforez tezligi ζ potentsialga bog'liq bo'lib, Gelmgols-Smoluxovskiy tenglamasi bo'yicha aniqlanadi:

$$\zeta = \frac{4\pi\eta U}{D},$$

bu yerda; ζ — qovushoqlik; D — dielektrik doimiylik; U — elektrforetik harakatchanlik.

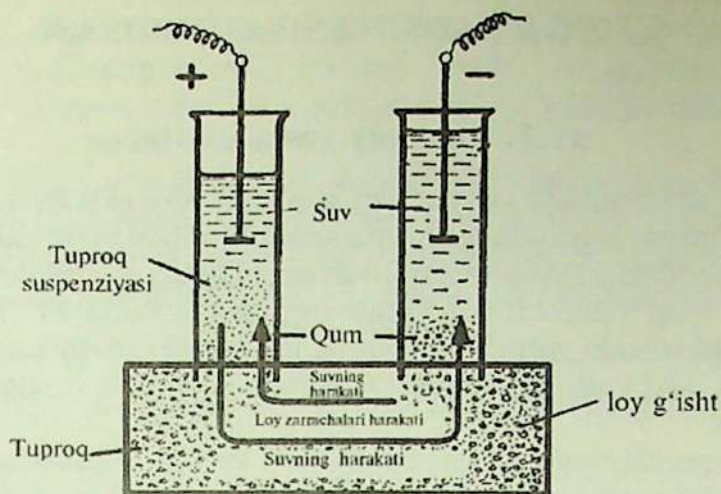
29 - laboratoriya ishi. Elektroforez hodisasini kuzatish

Asbob va reaktivlar. Elektroforez hodisasini kuzatish asbobi, tubi kesilgan, diametri 20 mm ga yaqin bo'lgan ikkita probirka; bir bo'lak qattiq loy, kvars qumi.

Ishning maqsadi. Elektroforez hodisasini o'rganish.

Ishni bajarish. Qalinligi 4 sm, eni 8 sm va uzunligi 15 sm bo'lgan loy g'isht. G'ishtning ikki qismiga tubi kesilgan ikkita probirka botirilgan (28-rasm). Unga yaxshilab yuvilgan 0,5 sm qalinlikdagi kvars qumi joylashtiriladi. Probirkalarga qum qavatidan 2—3 sm balandlikda suv quyiladi. Ikkala probirkaga mis elektrodlar tushirilib akkumulator (2V kuchlanishli)ga ulanadi. Bir necha minutdan so'ng elektroforez hodisasi kuzatiladi, ya'ni musbat qutbli nay ichidagi suvning loyqalanganini, shu qutbli suvning sathi biroz pastga tushgani va manfiy qutbli suvning sathi biroz ko'tarilganini kuzatish mumkin. Manfiy qutbli naycha ichidagi suv loyqalanmaydi. Bundan loy zarrachalari manfiy zaryadga ega ekanligi ko'rinadi va bu zarrachalar qarama-qarshi zaryadli elektrod tomonga tortilishi sababli musbat elektrod tushirilgan naychadagi suv loyqalanadi. Loyning kolloid zarrachalarini qurshab olgan suv musbat zaryadlangani uchun suv manfiy elektrodga tomon tortiladi va suv sathi ko'tariladi.

Bu hodisa boshqa kolloid dispers sistemalar uchun ham xosdir. Dispers faza zarrachalarining elektr maydonda qarama-qarshi elektrod tomoniga harakatlanishiga *elektroforez* deyiladi.



28-rasm. Zaryadlangan zarrachalar harakatini ifodalovchi tajriba sxemasi.

? *Nazorat savollari*

1. Kolloid sistemalarning o'ziga xos xossalari va ularning chin eritmalaridan farqini ko'rsating.
2. Kolloid sistemalarning asosiy olinish usullari haqida nimalarni bilasiz (aniq misollar keltiring)?
3. Kolloid zarracha sirtida qo'sh elektr qavatning hosil bo'lishini tavsiflang, u qanday tuzilgan?
4. Dispers faza dispers muhitdan nimasi bilan farqlanadi? Misollar keltiring.
5. Dispers sistemalar sinflarga qanday bo'linadi? Misollar keltiring.
6. Kolloid eritmalar nima maqsadda va qanday usullar bilan tozalanadi? Misollar keltiring.
7. Mitsella nima, u qanday tuzilgan?
8. Koagulyatsiya va koagulyatsiya chegarasi nima? Misollar keltiring.
9. Tez va sust koagulyatsiya qanday amalga oshadi? Misollar keltiring.
10. Kolloid eritmalar qanday elektr xossalriga ega? Misol keltiring.
11. Teng hajmdagi bariy xlorid bilan sulfat kislotani aralashtirib hosil qilingan bariy sulfat zoli zarrachalari elektr maydonda katodga tomon harakatlanadi. Eritmalarning dastlabki konsentratsiyalari bir xil bo'lganmi?
12. 100 ml $\text{Fe}(\text{OH})_3$ zolining koagullanishi uchun: 10,5 ml 1n li kaliy xlorid, 62 ml 0,01 n li natriy sulfat va 37 ml 0,001 n li natriy fosfat eritmaları olingan. Zolning zaryad belgisi va koagulyatsiya chegarasini aniqlang.

11.1. Umumiy tushunchalar

Juda katta yuzaga ega bo'lgan jismlar gazsimon yoki suyuq faza bilan to'qnash kelganda bir qism gazsimon modda yoki suyuqlikda erigan moddalarni yutish va shimish qobiliyatiga ega bo'ladi. Yutish hamma vaqt ham bir xil xarakterga ega bo'lmaydi. Masalan, yutiluvchi modda yutuvchi jismning ichki qismiga diffuziyanishi mumkin yoki yutilish jismning faqat yuza qismida amalga oshishi mumkin.

Bir moddaning boshqa moddalarni yutish hodisasiga *sorbsiya* deyiladi. Sorbsiya faqat jismning yuza qismida sodir bo'lsa, *adsorbsiya* deyiladi.

Sorbsiya g'ovak yutuvchilar kapillarlarida gazlarning kondensatlanishi bilan ham bog'liq bo'ladi, bunday holatga *kapillar kondensatsiya* deyiladi.

Adsorbsiya yutuvchi va yutiluvchi moddalar, gazlarning harorati va bosimi yoki eritmalar konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi. Adsorbsiyaning gaz bosimi (uning konsentratsiyasi) yoki shu haroratda eritmadagi adsorbilanadigan moddaning miqdoriga bog'liqligi Lengmyurning adsorbsiya izotermasi tenglamasi bilan ifodalanadi:

$$\Gamma_{(Bp)} = \Gamma_{\infty} = \frac{C}{K+C}. \quad (11.1)$$

bu yerda: Γ va $\Gamma_{\infty} - 1 \text{ sm}^2$ adsorbent yuzasiga adsorbilangan modda konsentratsiyasi (Γ — adsorbsiyaviy muvozanat vaqtidagi, Γ_{∞} — maksimal yutilish imkoniyatidagi).

Gazli muhitdagi adsorbsiyada C kattalik bosimga proporsional bo'lgan kattalik bilan almashtiriladi:

$$p = K \cdot C$$

bu yerda: K — adsorbent va adsorbilanadigan moddalarning fizik holati va kimyoviy tabiatiga bog'liq bo'lgan konstanta.

Nisbatan katta konsentratsiya chegarasida adsorbsiyaning konsentratsiya (yoki bosim) ga bog'liqligi Freyndlixning ancha oddiy empirik tenglamasi bilan ifodalanadi:

$$\frac{x}{m} = aC^n, \quad (11.2)$$

bu yerda: x — massasi m bo'lgan yutuvchiga adsorбилangan va konsentratsiyasi C bo'lgan eritma bilan muvozanat holatida bo'lgan erigan moddaning umumiy miqdori; a va n — muayyan chegarada berilgan jarayon uchun xos bo'lgan adsorbsiyaning konstantalari, bunda $n < 1$ bo'ladi.

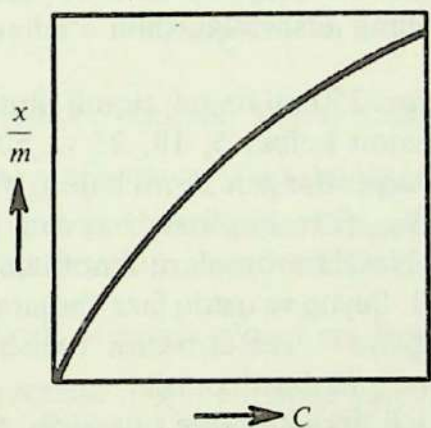
Adsorбилangan modda miqdori massa birligiga emas, balki yuza birligiga kiritiladi, ammo maydalangan moddalar uchun va bir jinsli suspenziyalar (masalan, ho'llangan hayvon ko'miri) uchun bu yuza umumiy massaga nisbatan proporsional ravishda oshib boradi.

Agar ordinata o'qiga $\frac{x}{m}$ ning tegishli qiymati qo'yilib, absissa o'qiga C qo'yilsa, unda 29- rasmda ko'rsatilgan egri chiziq hosil bo'ladi.

Dastlab bu egri chiziq deyarli to'g'ri chiziq holida bo'ladi, chunki juda kuchsiz konsentratsiyalar uchun $\frac{x}{m}$ qiymat C ga to'g'ri proporsionaldir, ya'ni bu yerda $n = 1$ bo'ladi. Yuqori konsentratsiyalarda esa $\frac{x}{m}$ ning yuqori qiymatiga erishiladi, ya'ni bunda to'liq to'yinish sodir bo'ladi. Bu holat adsorбилanadigan modda bilan hamma adsorбилlovchi yuza qoplanganda kuzatiladi, bunda $h = 0$ bo'ladi.

Agar (11. 2) tenglama logarifmlansa, quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\lg \frac{x}{m} = \lg a + n \lg C. \quad (11. 3)$$

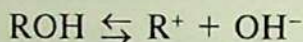


29 - rasm. Adsorbsiya izotermasi.

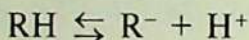
Adsorbentlar (yutuvchilar)ga ko'mir, silikagel, giltuproq, kaolin, selluloza, filtr qog'ozi, paxta va qog'oz to'qimalari, tabiiy ipak, jun va boshqa materiallarni kiritish mumkin.

Katta yuzaga ega bo'lgani uchun juda maydalangan holatdagi (kolloid holatdagi) moddalar ancha yuqori adsorbilash qobiliyatiga ega bo'ladi. Tanlovchanlik xususiyatiga ko'ra adsorbsiya hodisasi adsorbent (yutuvchi) va yutiluvchi modda (adsorbktiv) tabiatiga bog'liq bo'ladi, ya'ni har xil moddalar aralashmasidan dastlab sirt-aktiv moddalar adsorbilanadi.

Adsorbent joylashtirilgan nay orqali moddalar aralashmasidan iborat eritma filtrlansa, erigan moddalar qavat- qavat ko'rinishida adsorbilanadi. Adsorbilanishning har xilligi (tanlab adsorbilanish)ga asoslanib, M.S.Svet analizning xromatografik uslubini yaratgan. Bunda nafaqat molekulalar, balki ionlar va kolloid zarrachalar ham adsorbilanadi. Ayniqsa, organik moddalar ionlari masalan, bo'yoqlar ionlari yanada yaxshiroq adsorbilanadi. Masalan, asosli bo'yoqlar (metil ko'ki va boshqa) quyidagicha dissotsilanadi:



nordon yoki kislotali bo'yoqlar (eozin, fuksin va boshq.) esa



ko'rinishda dissotsilanadi.

30 - laboratoriya ishi. Hayvon ko'miri yuzasida sirka kislotaning adsorbilanishini o'lchash

Asbob va reaktivlar. 250 ml hajmli tiqinli oltita kolba; 150 ml hajmli oltita konussimon kolba; 5, 10, 25 va 50 ml li tomchilatgichlar; 0,1 ml ga taqsimlangan 50 ml hajmli byuretk; filtrlash uchun oltita voronka, filtr qog'ozi; hayvon ko'miri; 2 n li CH_3COOH , 0,1 n li NaOH eritmaları; fenolftalein indikator.

Ishning maqsadi. 1. Suyuq va qattiq faza chegarasida adsorbsiyani kuzatish. 2. Adsorbsiya izotermasini tuzish. 3. Freyndlix tenglamasidagi a va n qiymatlarni topish.

Ishni bajarish. 2 n li sirka kislotani suyultirib, quyidagi jadvalda ko'rsatilganidek oltita kolbada eritmalar tayyorlanadi.

Kolbalarning tartib raqami						
	1	2	3	4	5	6
Eritma miqdori, ml	150	150	150	125	110	105
Normallik	0,012	0,025	0,025	0,1	0,2	0,4

Sirka kislotaning aniq miqdori 0,1 n li NaOH eritmasi yordamida titrlash bilan (fenoltalein ishtirokida) aniqlanadi. Buning uchun 1, 2, 3 nchi kolbalardan 50 ml dan, 4 nchi kolbadan 25 ml, 5 nchi kolbadan 10 ml va 6 nchi kolbadan 5 ml kislota eritmasi tomchilatgich yordamida olinadi. Shunday qilib, hamma kolbalarda 100 ml dan eritma qoladi. Har qaysi kolbaga 3 g dan hayvon ko'miri solinadi, keyin hamma kolbalar 10 minut davomida yaxshilab aralashtiriladi. Har bir kolbadagi eritma filtr qog'oz yordamida filtrlanadi. Keyin filtratlardan, dastlabki titrlashda olingan miqdorlar kabi, tomchilatgich yordamida ulardan olinib, titrlash yo'li bilan sirka kislota miqdori aniqlanadi. Birinchi titrlash bilan ikkinchi titrlash orasidagi farq 100 ml eritmadagi 3 g ko'mirning yutgan kislota miqdori x ni ko'rsatadi.

Ko'mir qo'shilgunga qadar sirka kislota eritmasini titrlash uning dastlabki konsentratsiyasi C ni aniqlaydi, filtratni titrlash esa adsorbsiyadan keyingi kislotaning konsentratsiyasi C_1 ni aniqlaydi:

$$x = C - C_1$$

Natijalarni grafikka o'tkaziladi. Bunda abssissa o'qiga C_1 qiymati, ordinata o'qiga esa $\frac{x}{m}$ qiymati qo'yiladi, bunda m — yutuvchi massasi. Hosil qilingan egri chiziq adsorbsiya izotermasidir. a va n qiymatlarni grafik usulda aniqlash uchun (yuqorida ko'rsatilganidek) abssissa o'qiga $\lg C_1$ qiymati, ordinata o'qiga esa $\lg \frac{x}{m}$ qiymati qo'yiladi. Bunda topilgan nuqtalar to'g'ri chiziqda yotishi kerak. Kuzatilgan natijalar quyidagi jadvaldagi kabi tartibda yoziladi.

Kolbaning tartib raqami	Taxminiy konsentrat- siya	C	C_1	$C - C_1 = x$	$\frac{x}{m}$	$\lg C_1$	$\lg \frac{x}{m}$
1							
2							
3							
4							
5							
6							

11.2 . Ho'llanish issiqligi bo'yicha ko'mir faolligini aniqlash

Yog'och ko'mirini ko'p tarqalgan yutuvchilardan biri deyish mumkin. Yog'och ko'miri yoki ayrim toshko'mirlarning adsorbsiya ta'sirini yuqori haroratda suv bug'i va har xil reagentlar bilan ishlov berib oshirish mumkin. Bunday ko'mir faollashtirilgan (yoki aktiv) ko'mir deyiladi.

Faollashtirilgan ko'mir suyuqliklarni rangsizlantirishda, eritmalardagi erigan yot moddalarni ajratishda, gazlarni yutish, yoqimsiz hidlarni yo'qotishda qo'llaniladi. Shuning uchun, u spirtli sharoblar ishlab chiqarishda, qand-rafinad ishlab chiqarish zavodlarida, tibbiyotda zaharlanishga qarshi vosita sifatida va boshqa sohalarda keng qo'llaniladi. Ayniqsa, faollantirilgan ko'mir kimyoviy zaharlardan himoyalashda katta ahamiyatga ega. U gazga qarshi asbob (protivogaz)ning asosiy tarkibiy qismi hisoblanadi. Boshqa yutuvchi jismlar, masalan, torf yoki tuproq faollashtirilgan ko'mir kabi zaharlovchi moddalardan himoyalay olmaydi.

Ko'mirning yutish (adsorbsiya) xususiyati, uning juda katta yuzaga ega bo'lishidan kelib chiqadi. Xomashyo ko'mirning sifati, hamda uni qayta ishlash usullariga bog'liq holda har xil holatdagi faollashtirilgan ko'mirlar tayyorlanadi. Gazga qarshi asboblarda sanoat maqsadlarida ishlatishda qo'llaniladigan ko'mirlarning faolligini, ya'ni adsorbilash xususiyatini oldindan bilish zarur.

Yutuvchi jism suyuqlikka tushirilganda uning sirtiga suyuq modda adsorbilanishi natijasida ma'lum miqdorda issiqlik ajralib chiqadi.

Bu issiqlik effekti *ho'llanish issiqligi* deyiladi. Odatda, ho'llanish issiqligini aniqlash bilan ko'mir faolligini aniqlashda ho'llovchi suyuqlik sifatida benzol ishlatiladi. Chunki, u adsorbent sirtiga yaxshi yutiladi va adsorбилanish natijasida ancha miqdorda issiqlik ajralib chiqadi.

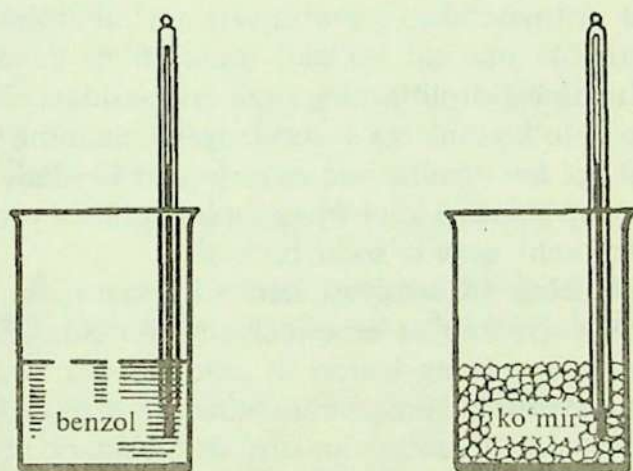
31 - laboratoriya ishi. Termometr yordamida ko'mirning ho'llanish issiqligini aniqlash

Asbob va reaktivlar. Termometr; 200 ml hajmli kimyoviy stakan; sig'imi 300 ml li 2 ta shisha stakan; ko'mir xomashyosi; faollantirilgan har xil markali ko'mirlar; chinni hovoncha dastasi bilan; benzol.

Ishni bajarish. Sig'imi 200 ml li stakan faollantirilmagan ko'mir bo'lakchalari bilan to'ldiriladi, uning hammasini chinni hovonchaga solinadi va kukunga aylanguncha maydalaniladi. 300 ml sig'imli ikkita stakan olib (30-rasm) ularning biriga uchdan bir qismi hajmida maydalangan ko'mir solinadi, ikkinchi stakanga esa shuncha hajmda benzol quyiladi. Termometr yordamida ikkala stakandagi harorat bir xilligiga ishonch hosil qilinadi.

Ko'mir solingan stakanga tezgina benzol quyiladi va yaxshilab aralashtirib haroratning ko'tarilishi kuzatiladi. Harorat ko'tarilishi to'xtashi bilan stakandagi massani aralashtirish ham to'xtatiladi.

Boshlang'ich va oxirgi haroratlar farqiga muvofiq hosil qilingan ko'mirning sifati aniqlanadi. Agar ko'mir ho'llanishi natijasida



30-rasm. Ko'mirlar faolligini termometr yordamida aniqlash.

harorat 7°C yoki undan yuqori bo'lsa, ko'mir yuqori sifatli hisoblanadi, agar harorat chiqishi $4-7^{\circ}\text{C}$ oralig'ida bo'lsa, ko'mir sifati o'rtacha, agar issiqlik chiqishi $3-5^{\circ}\text{C}$ dan past bo'lsa, ko'mir sifatsiz hisoblanadi.

Shunday usul bilan boshqa faollantirilgan ko'mirlar ham sinab ko'riladi.

Kuzatuv natijalari jadvalga quyidagi tartibda yoziladi.

№	Yutuvchi modda nomi	Monometr ko'rsatkichi	Harorat $^{\circ}\text{C}$	Yutuvchi modda xarakteristikasi

? *Nazorat savollari*

1. Qanday hodisaga sorbsiya deyiladi?
2. Adsorbsiya bilan absorbsiya orasida qanday farq mavjud?
3. Adsorbsiya qanday omillarga bog'liq bo'ladi?
4. Amalda adsorbsiya va kapillar kondensatsiyadan qayerlarda qo'llaniladi?
5. Oddiy ko'mirni faollantirish uchun nima qilish kerak?
6. Faollantirilgan ko'mir gazlar, ranglar va zaharli moddalarni yutishi uchun unga qanday talablar qo'yiladi?

11.3. Ion almashinish adsorbsiyasi

Elektrolit eritmalaridagi adsorbsiyada neytral molekulalardan tashqari, eritmada mavjud bo'lgan ionlar ham adsorbsiyalanishi kuzatiladi. Kuchli elektrolitlarning suvli eritmasidagi elektrolitlar erituvchida to'la-to'kis ionlarga dissotsilangan holatining qattiq jism sirtida yutilishiga *ion almashinish adsorbsiyasi* deyiladi. Yutilish, asosan, adsorbent sirtidagi kuch bilan ionlar yutilishi vaqtida hosil bo'lgan elektr kuchi asosida sodir bo'ladi.

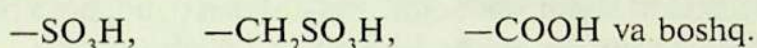
Elektrolitlarning adsorbsiyasi uch xil: ekvivalent, almashinish va maxsus (spetsifik) adsorbsiyalar bo'ladi. Ekvivalent adsorbsiyada elektrolitning kation va anionlari bir xil miqdorda adsorbent sirtida yutiladi. Almashinish adsorbsiyasida elektrolitning ionlari adsorbent sirtida yutilgan ionlarni siqib chiqarib, ular o'rniga yutiladi. Agar adsorbent yutilgan tuz ionlari o'rniga eritmaga vodorod yoki gidroksil ionlarini chiqarsa, *gidrolitik adsorbsiya* bo'ladi.

Masalan, NaCl, KCl tuzlarining yutilishi natijasida eritmada OH^- ionlari ko'payadi.

Moddalar almashinuvida va ulardan o'simliklarning oziqlanishida tuproqda sodir bo'ladigan kompleks gidrolitik adsorbsiyaning roli juda muhimligi haqidagi ta'limotni birinchi bo'lib K.K.Gedroys yaratdi.

Eritmada kationlar yoki anionlar almashinuviga bog'liq holda kation almashinuv yoki anion almashinuv adsorbsiyalari mavjud. Hozirgi vaqtda kation yoki anion almashinuvchi juda ko'p moddalar ma'lum bo'lib, ular eritmalarda yoki kation yohud anion almashinuv xususiyatiga ega bo'ladi. Ionalmashinuv adsorbsiyasi katta amaliy ahamiyatga ega bo'lgani uchun sanoatda maxsus ionalmashinuvchi smolalar tayyorlanadi. Ular yordamida esa tekshiriluvchi eritmalarining ionlar tarkibini o'zgartirish mumkin. Ion almashinuv smolalari ikki xil bo'ladi: *kationitlar*, ular o'z kationlarini elektrolit kationlari bilan almashinish xossasiga ega va *anionitlar*, ular esa o'z anionlarini tuz anionlari bilan almashinish xususiyatiga ega.

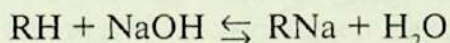
Kationitlar o'z tarkibida quyidagicha faol kislotali guruhlariga ega bo'ladi:



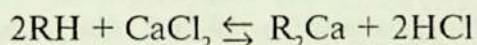
Ulardagi vodorod boshqa kationlar bilan almashinish qobiliyatiga ega.

Kation almashinuv mohiyatini quyidagi sxemalar tarzida ifodalash mumkin:

a) ishqorlar bilan

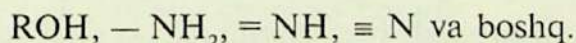


b) tuzlar bilan



bu yerda: *R* — sintetik smolaning murakkab anioni, ion zaryadi qancha katta bo'lsa, u kationit tomonidan shuncha ko'p adsorbiladi.

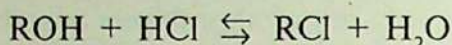
Anionitlar o'z tarkibida faol asos guruhlariga ega bo'ladi:



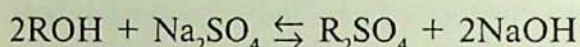
Bu smolalardagi anion almashinuv mexanizmi yetarlicha o'rganilmagan. Gidratlanish jarayonida smola yuzasida hosil bo'ladigan gidroksil ionlar, anion almashinuvchi ionlar rolini bajarishi mumkin.

Umumiy ko'rinishda anion almashinuv mohiyati quyidagicha bo'lishi mumkin:

a) kislota bilan



b) tuzlar bilan



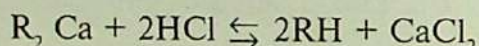
Kation almashinuv smolalari, odatda, fenolsulfokislotalar bilan formaldegidning kondensatsiyasi orqali olinadi. Tayyor kationitlar qora rangli yoki to'q jigarrang ko'rinishdagi donador modallardan iborat.

Anion almashinuv smolalari esa anilin va n — fenilendiaminni formaldegid bilan kondensatsiya orqali sintezlab hamda mochevinani formaldegid bilan kondensatlab olinadi.

Ion almashinuv smolalarini ishlatishdan oldin, ularga maxsus ishlov beriladi. Masalan, kationitni ishlatishdan oldin, unga bo'kishi uchun distillangan suv solib, 1—2 sutka qo'yib qo'yiladi. Keyin suvni to'kib tashlab bo'kkan smolaga 2 n li xlorid kislota eritmasi quyiladi va shu holatda bir sutka qoldiriladi. Shundan so'ng kislotadan smolani ajratib, neytral holga kelguncha yuviladi. Bunday ishlov natijasida kationitning H — shakli hosil bo'ladi.

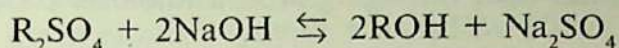
Anionit ham 1—2 sutka davomida suvda bo'ktiriladi, suvini to'kib, unga 1 n li o'yuvchi natriy eritmasi quyiladi va u ham bir sutkaga qoldiriladi. Keyin smola neytral reaksiya berguncha (fenolftalein bilan sinab ko'riladi) suv bilan yuviladi.

Kationit va anionitlarni ancha vaqt davomida ishlatilgandan so'ng, ularning adsorbiyalash xususiyatini tiklash maqsadida regeneratsiya qilinadi. Kationitni regeneratsiyalash uchun u orqali 2 n li xlorid (yoki sulfat) kislota eritmasi o'tkaziladi. Agar kationit dastlab kalsiy kationlarini adsorbiyalagan bo'lsa, unda uning regeneratsiyasini quyidagi sxema bo'yicha yozish mumkin:



Anionitni adsorbiyalash xususiyatini tiklash maqsadida unga 1 n li ishqor eritmasi bilan ishlov beriladi. Masalan, anionit SO_4^{2-}

anionlarini adsorбилagan bo'lsa, uning ishqor bilan regeneratsiya sxemasi quyidagicha yoziladi:



Ion almashinuv adsorbsiyasi kimyoviy sifat va miqdor analizda (ionlarni ajratishda), suvni yumshatish, kimyoviy tozalash va hatto distillangan suv olishda ham qo'llaniladi.

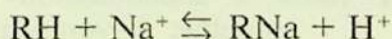
32 - laboratoriya ishi. Kationit va anionitlarning turlicha almashinuv xarakteri bilan tanishish

Asbob va reaktivlar. H — shaklli kationit (masalan, CBC, KY-2 va boshq.); OH—shaklli anionit (AH-1 yoki AH-2Φ va boshq.); 5 %li NaCl eritmasi; 5 %li $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ eritmasi; indikatorlar (metiloranj, fenolftalein); distillangan suv; paxta; shtativga o'rnatilgan ikkita jo'mrakli byuretkaga; ikkita stakan; probirkali 4 ta shtativ, 10 ml li tomchilatgich.

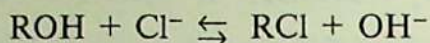
Ishning maqsadi. Ion almashinuv adsorbsiyasini o'rganish va ayrim ion almashinuv smolalari bilan tanishish.

1-tajriba. Kationit va anionit kolonkasini tayyorlash

50 ml.li jo'mrakli byuretkani shtativga mahkamlab, uning tor qismiga paxta tamponi joylashtiriladi, keyin byuretkaga kationit suspenziyasi bilan to'ldiriladi. Byuretkani chertib zichlantiriladi va shu tarzda 20 sm balandlikdagi kationit qavat hosil bo'lishiga erishiladi. Shundan keyin jo'mrak ochilib byuretkaning eng yuqori bo'linmasi bo'yicha meniskiga to'g'rilab, ortiqcha suvi to'kiladi (31-rasm). Shunday yo'l bilan anionit kolonkasi tayyorlanadi. Har ikkala byuretkaga ostiga toza stakan qo'yiladi. Har qaysi byuretkaga 10 ml dan 5 %li natriy xlorid eritmasidan quyib, byuretkaga jo'mragi ochiladi va sekin tomchilatib stakanga smola qavatidan o'tkaziladi. Suyuqlik meniski ionit qavatiga to'g'ri kelganda jo'mraklar yopiladi. Keyin har qaysi byuretkaga 10 ml dan suv solib smola yuviladi. Shundan so'ng, stakanlardagi filtrat namunalaridan olib, tegishli ionlar bor yo'qligi tekshiriladi. Kationit qavatidan natriy xlorid eritmasi o'tkazilganda, filtratning nordonlashgani kuzatiladi. Bu kationitning tuz eritmasidan natriy kationlarini shimib olib, filtratga vodorod ionlari o'tkazilganligini ko'rsatadi:

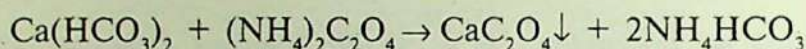


Anionit qavatidan natriy xlorid eritmasi o'tkazilganda, filtrat ishqoriy muhitga ega bo'ladi, chunki anionit tuz eritmasidan xlor ionlarini shimib olib, filtratga gidroksil ionlarini o'tkazadi:



2-tajriba. Suvning tuzsizlanishi (deminerallash)

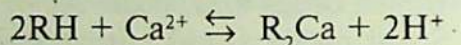
Ikkita probirkaga 3—5 ml dan ichimlik suyi, keyin ulardan biriga ammoniy oksalat eritmasidan quyiladi, bunda kalsiy oksalat CaC_2O_4 oq cho'kma tarzida cho'kadi:



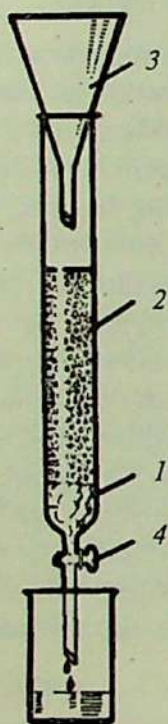
Ikkinchi probirkaga bir necha tomchi kumush nitrat eritmasidan tomiziladi. Kumush xlorid oq cho'kmasining hosil bo'lishi, ichimlik suvida xlor ionlari borligini ko'rsatadi (agar ichimlik suvida xlor ionlari bo'lmasa, bunday suvga bir-ikki tomchi HCl qo'shiladi).

Birinchi tajribada ko'rsatilganidek ionitlar solingan ikkita kolonka tayyorlanadi. Ularning har qaysisidan 10 ml dan ichimlik suvi va yuvish uchun 10 ml dan distillangan suv o'tkaziladi. Filtratlar stakanlarga yig'iladi va ulardan 5 ml dan namuna olib, kationitdan o'tgan suyuqlikda kalsiy ionlari borligi tekshiriladi (buning uchun namunaga bir necha tomchi ammoniy oksalat eritmasidan tomiziladi).

Kationitning kalsiy ionlarini shimish reaksiyasi quyidagicha kechadi:



Boshqa probirkadagi anionit smolasi filtratida xlor ionlari bor yoki yo'qligi tekshirib ko'riladi. Buning uchun probirkaga bir necha tomchi kumush nitrat eritmasidan tomiziladi. Oq cho'kmaning tushishi filtratda xlor ionlari mavjudligini ko'rsatadi.

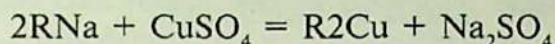


31-rasm. Ionalmashinuv kolonkasi:

1—paxta; 2—ionalmashinuv smolasi to'ldirilgan byuretk; 3—voronka; 4—jo'mrak.

3- tajriba. Mis ionlarini kationit tomonidan yutilishi

Kationit kolonkasi orqali 10 ml 5 %li mis kuporosi eritmasi o'tkaziladi, keyin smolani yuvish maqsadida 10 ml distillangan suv o'tkaziladi. Filtratning havorang tusini yo'qolishiga e'tibor bering. Probirkaga filtratdan 5 ml olib, uning metiloranj indigatoriga ta'siri sinalladi. Mis ionlarining yutilish jarayoni quyidagi tenglama bo'yicha amalga oshadi.



? *Nazorat savollari*

1. Ion almashinuv adsorbsiyasining mohiyati nimadan iborat?
2. Qanday moddalar kationit va anionitlar deyiladi?
3. Gidrolitik adsorbsiyaning mohiyati nimadan iborat?
4. Kation va anionlardan tozalangan suv qanday qilib bir zumda hosil qilinadi?

12.1. Polimerlar

Molekulalari yuzlab, minglab va o'n minglab atomlardan tashkil topgan moddalarga *yuqori molekulali birikmalar* deyiladi. Odatda, molekula massasi 10000 dan ortiq bo'lgan moddalar, yuqori molekulali moddalar hisoblanadi.

Yuqori molekulali moddalar kelib chiqishi jihatidan tabiiy va sintetik turlarga bo'linadi.

Muhim tabiiy yuqori molekulali moddalar qatoriga oqsil (jelatina, albumin), polisaxaridlar (kraxmal, agar-agar, selluloza, pektin moddalar), tabiiy kauchuk va boshqalarni kiritish mumkin.

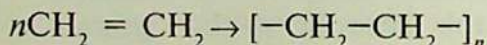
Oqsillar eng murakkab tuzilishga ega bo'lgan yuqori molekulali birikmalar hisoblanadi, ular α — aminokislotalardan tarkib topgan. Aminokislotalar, o'zaro aminguruh — NH_2 va karboksil guruh — COOH lar hisobiga peptid bog' — $\text{N} - \text{C} -$ hosil qilib bog'lanadi.



Kraxmal oziq-ovqat sanoati uchun eng muhim tabiiy polimer hisoblanadi. Kraxmal glikogen (hayvon kraxmali) va selluloza bilan bir qatorda yuqori polisaxaridlarga kiritiladi, ularning umumiy formulasi $(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$ dir. Kraxmal tabiatda keng tarqalgan polisaxarid bo'lib, uning makromolekulasi glukoza qoldiqlaridan tashkil topgan.

Sintetik polimerlar kimyogarlar tomonidan past molekulali moddalardan sintez qilib olinadi va ular ko'pincha yuqori fizik-mexanikaviy xossalarga ega bo'ladi. Ikki xil: polimerlash va polikondensatsiya usulida sintez qilish mumkin.

Monomerlar, ya'ni bir xil molekulalarning o'zaro birikib, qo'shimcha mahsulot hosil qilmasdan polimerga aylanishiga *polimerlanish reaksiyasi* deyiladi. Bunga etilendan polietilen hosil bo'lishi misol bo'la oladi:



bu yerda: n — polimerlanish darajasi.

Qo'shimcha mahsulotlar (H_2O , HCl , NH_3 va boshqalar) ajralib chiqishi bilan polimer hosil bo'lishiga *polikondensatsiya reaksiyasi* deyiladi.

12.2. Yuqori molekuli birikmalarining bo'kishi va erishi

Polimerlar ham quyi molekuli birikmalar kabi tanlab erish xossasiga ega. Ular ayrim erituvchilarda eriydi, boshqalarida esa erimaydi. Masalan, kauchuk benzolda, benzinda eriydi, ammo suvda erimaydi; jelatin suvda eriydi, ammo etil spirtida erimaydi.

Polimerlarning erishi ularning bo'kishidan boshlanadi. Bo'kish hodisasi past molekuli moddalarda uchramaydi.

Polimer erituvchiga solinganda erituvchining bir qismini o'ziga yutib, hajm va og'irligini orttiradi.

Yuqori molekuli moddalar haqidagi nazariyaga ko'ra polimerlarning bo'kishi va erishiga suyuqliklarning o'zaro aralashish jarayoni deb qaraladi. Ikki suyuqlik bir-birida eriganida birinchi va ikkinchi suyuqlik molekullari o'zaro bir-birining orasiga kirishganligi uchun suyuqliklarning bir-birida erishi katta tezlikda boradi.

Polimer erituvchiga tushirilganda esa faqat erituvchining molekullari polimer molekullari orasiga kiradi. Polimerning makromolekullari katta bo'lganligi uchun sust harakatlanadi, natijada polimerlarning erish jarayoni sust boradi.

Erituvchiga tushirilgan polimer bo'ka boshlaydi. Bu vaqtda polimerning zanjirsimon molekullari egiluvchan bo'lgani uchun makromolekula zvenolari egilib, bukilib makromolekulalarning zich bo'lmagan joylanishini yuzaga chiqaradi; erituvchi molekullari makromolekulalar orasidagi bo'sh fazolarni to'latib, polimerga yutiladi. Polimerga yutilgan erituvchining molekullari polimer zanjirlari zvenolarini bir-biridan uzoqlashtirib, ular orasidagi o'zaro ta'sir kuchlarini kamaytiradi. Natijada polimer g'ovaklashadi. Shunday qilib, bo'kayotgan polimer hajmi kattalashadi. Bo'kkan polimer makromolekulalari bir-biridan ancha uzoqlashadi. Bo'kish shu tariqa davom etaversa, polimerning makromolekulalari polimer jismdan uzilib, eritmaga o'ta boshlaydi, ya'ni polimer eriy boshlaydi. Lekin polimerning bo'kishi hamma vaqt ham erish bilan tugayvermaydi, bo'kkan polimer erimay qolishi ham mumkin. Suyuqliklar bir-birida cheksiz eruvchan bo'lgani kabi, polimerlar ham cheksiz bo'kadigan va chekli bo'kadigan bo'ladi.

Polimerlarning bo'kish va erish jarayonlari o'z-o'zicha boradigan jarayonlardir.

33 - laboratoriya ishi. Polimerlarning bo'kishi

Asbob va reaktivlar. Probirkalar, shtativi bilan; byuks; soat oynasi; pinset; texnokimyoviy tarozi; filtr qog'oz; kolbalar; rezina va kauchuk bo'laklari; benzol; jelatin; kraxmal; 0,1 n li NaOH eritmasi; 0,1 n li HCl eritmasi; 0,5 n li CH_3COOH eritmasi; 0,5 n li CH_3COONa eritmasi.

1-tajriba. Kauchukning bo'kishi. Rezinaning bo'kish darajasini aniqlash

1. Dars boshlanishi bilan bir bo'lak kauchuk benzol quyilgan byuksga solinadi va har 30 minutda kauchuk holati belgilab turiladi. Kauchukning hamma bo'kish bosqichlari belgilanadi. Kauchukning benzoldagi bo'kishi qanday ko'rinishga ega?

2. Soat oynasi texnokimyoviy tarozida o'lchanadi. Soat oynasiga bir bo'lak rezinani joylashtirib, tarozida yana tortiladi. Soat oynasining massasi (b) va rezina bilan soat oynasi massasi (c) yoziladi.

Benzol quyilgan byuksga (*olovdan uzogroq tuting!*) rezina bo'lagi tashlanadi. 20 minutdan keyin, uni pinset yordamida chiqarib, filtr qog'oz bilan artiladi, soat oynasiga quyib tarozida yana tortiladi. Soat oynasi bilan bo'kkan rezina massasi d shimilgan suyuqlik miqdori ($d-c$) aniqlanadi. 20 minut davomidagi bo'kish darajasi quyidagi formuladan hisoblanadi.

$$\alpha = \frac{d-c}{c-b} 100\%.$$

Shundan keyin rezinani yana benzolga solib 40 va 60 minutdan keyingi bo'kish darajasi aniqlanadi. Olingan ma'lumotlar yuzasidan bo'kish egri chizig'i tuziladi, bunda abssissa o'qiga vaqt, ordinata o'qiga esa bo'kish darajasi qo'yiladi.

2- tajriba. Bo'kishga pH ning ta'siri

Uchta o'lchov probirkasiga 0,5 g dan jelatina kukunidan solinadi (qavat balandligi 1 sm). Bitta probirkaga 8 ml 0,1 n li HCl, boshqasiga shuncha miqdorda 0,1 n li NaOH, uchinchisiga esa 4 ml 0,5 n li CH_3COOH va 4 ml 0,5 n li CH_3COONa eritmalaridan quyiladi. Probirkadagi moddalarni aralashtirib, 1 soatga qoldiriladi (shu vaqt davomida eritmalar vaqti-vaqti bilan aralashtirib turiladi).

Bir soat o'tgandan so'ng bo'kkan jelatina qavati balandligi o'lchanadi. Bo'kish darajasiga pH ning ta'sirini tushuntiring.

3- tajriba. Bo'kishda issiqlik chiqishi

Stakanda 5 ml suv bilan 5 g quruq kraxmal (suv harorati oldindan o'lchangan bo'ladi) aralashtiriladi. Keyin aralashmaga termometr tushirib harorat o'lchanadi.

Haroratning o'zgarishi sababini tushuntiring.

? *Nazorat savollari*

1. Qanday moddalarga yuqori molekulali moddalar deyiladi va ular qanday tuzilgan?
2. Tabiiy polimerlarga nimalar kiradi?
3. Sintetik polimerlar qanday afzalliklarga ega?
4. Oqsillar nima va ular qanday tuzilgan?
5. Qanday reaksiyalarga polimerlanish va polikondensatsiya reaksiyalari deyiladi?
6. Polimerlarning bo'kishi qanday sodir bo'ladi?
7. Polimerlarning erish mexanizmini tushuntiring?
8. Polimerlarning bo'kish darajasi qanday aniqlanadi?
9. Bo'kishda qanday issiqlik effekti kuzatiladi?

12.3. Iviqlar

Strukturalar hosil qilish jarayoni dispers sistemaning butun hajmiga tarqalsa, sistema alohida bir holatga o'tadi. Sistema bunday holatda cheksiz katta qovushoqlikka ega bo'lib qoladi, unda qattiq jismning ham, suyuqlikning ham xossalari bo'ladi. Kolloid zarrachalar orasida yoki polimerlarning makromolekulalari orasida molekular tutinish kuchlari ta'sir etishi tufayli ichki strukturalar hosil bo'lishi natijasida o'z oquvchanligini batamom yo'qotgan sistemaga *iviq* yoki boshqacha aytganda, *gel* deyiladi. Fazoviy gellarning ichi odatda erituvchi bilan to'la bo'ladi.

Gel hosil bo'lganida sistemadagi dispers faza va dispersiyaviy muhit miqdorlari orasidagi nisbat o'zgarmay qoladi. Kolloid sistemalarda „gel“ atamasi ishlatiladi. „Iviq“ polimer eritmalarining ichki strukturalar hosil bo'lishi natijasida o'z oquvchanligini yo'qotgan mahsulotlaridir. Kolloid sistemalarda gelga aylanish va polimer eritmalarining ivish jarayoniga:

— kolloid zarracha yoki polimer makromolekulasining shakli va o'lchami;

— dispers faza va dispers muhit miqdorlari orasidagi nisbat (ya'ni dispers fazaning konsentratsiyasi);

— harorat;

— vaqt;

— elektrolit qo'shilishi katta ta'sir ko'rsatadi.

Dispers fazaning zarrachalari asimmetrik shaklda bo'lgan sistemalaridagina ivish jarayoni vujudga keladi. Bunday sistemalar qatoriga ba'zi kolloidlar, ba'zi suspenziyalar va ko'pchilik yuqori molekular moddalarning eritmalari kiradi. Bu sistemalarda bir zarrachaning ayrim qismlari boshqa zarrachaning ayrim qismlari bilan birlashib, ivishni vujudga keltiruvchi to'rsimon struktura hosil qiladi.

Butun suyuqlikni ivitishga yetarli to'rsimon struktura hosil qilish uchun sistemada erigan moddaning konsentratsiyasi yetarli darajada bo'lishi lozim. Masalan, jelatina eritmasining uy haroratida ivishi uchun eng past konsentratsiya — taxminan 1% yetarlidir. Agar eritmaning konsentratsiyasi shundan kam bo'lsa, ivish yuz bermaydi.

Sistemadagi zarrachalarning asimmetriya darajasi ivish jarayonida asosiy rol o'ynaydi. Makromolekula shakli qancha cho'ziq bo'lsa, eritmaning ivish konsentratsiyasi shuncha past bo'ladi.

Eritmaning konsentratsiyasi ivish tezligiga ham ta'sir etadi. Konsentratsiya ortishi bilan ivish ham tezlashadi. Harorat ko'tarilganda molekulalarning harakat tezligi ortadi va ular orasidagi bog'lanish zaiflashadi. Shu sababdan har qanday gelning hosil bo'lishi uchun o'ziga xos eng past harorat kerak, bu haroratdan yuqorida ivish jarayoni yuz bermaydi.

Gellar va iviqlar hosil bo'lishida vaqtning roli ham katta. Ivish va gelga aylanish jarayonlari hatto yetarli konsentratsiyaga ega bo'lgan sistemalarda ham bir onda sodir bo'lmaydi.

Gelga aylanish va ivish jarayonlariga elektrolitlar ham katta ta'sir ko'rsatadi. Ba'zi elektrolitlar (aniqrog'i ularning ionlari) ivish jarayonini tezlatadi, ba'zilar susaytiradi, ba'zilar esa zolning gelga aylanishini yoki polimer eritmasining ivishini tamomila yo'q qilib qo'yadi.

Gel oquvchan bo'lmasligi bilan zoldan farq qilsa-da, gel bilan zol o'rtasida katta farq yo'q desa bo'ladi. Zol gelga aylanganda sistema qotadi, uning ko'pchilik fizik xossalari kam o'zgaradi. Masalan,

Kolbalarni chayqatib, termostatda $+15^{\circ}\text{C}$ gacha sovitiladi. Kolbalarni termostatga qo'yilgan vaqt va iviq hosil bo'lgan vaqt belgilanadi. Vaqtlar orasidagi bu farq iviqlanish vaqti hisoblanadi. Kolba to'ng'irilganda jelatina oqib tushmasa iviqlanish tugagan hisoblanadi.

Olingan tajriba ma'lumotlari bo'yicha egri chiziqli chiziladi. Bunda absissa o'qiga eritma konsentratsiyasini, ordinata o'qiga esa iviqlanish tezligi qo'yiladi.

Eritma konsentratsiyasi iviqlanish tezligi va iviqlarning mexanik xossalari qanday ta'sir ko'rsatadi?

3-tajriba. Iviqlar hosil bo'lish tezligiga elektrolitlarning ta'siri

Texnologiyaviy tarozida uchta 0,4 g dan jelatina tortib olib, uchta kolbaga joylashtiriladi va ustiga 10 ml dan suv quyiladi. 30 minutdan keyin bo'lgan jelatinali kolbalarni eritma hosil bo'lguncha qaynab turgan suv hammomiga joylashtiriladi.

Hosil bo'lgan jelatina eritmalariga 10 ml dan quyidagi moddalar quyiladi: birinchi kolbaga 10 ml 1 n li kaliy xlorid eritmasi, ikkinchisiga 10 ml 1 n li kaliy rodanid eritmasi, uchinchi kolbaga esa 10 ml 1 n li kaliy sulfat eritmasi.

Iviqlanish vaqtini aniqlang va Cl^- , SO_4^{2-} va CNS^- ionlarining iviq hosil bo'lish tezligiga qanday ta'sir qilishini belgilang.

? Nazorat savollari

1. Qanday sistemaga iviq deyiladi va u qanday xossalarni namoyon qiladi?
2. Iviq bilan gel orasida qanday o'xshashlik va farqlar mavjud?
3. Ivish jarayoniga dispers faza zarrachalarining shakli qanday ta'sir qiladi?
4. Ivish jarayoniga erigan modda konsentratsiyasi qanday ta'sir ko'rsatadi?
5. Iviqlar va gellar hosil bo'lishida vaqt qanday rol o'ynaydi?
6. Qanday gellarga liogellar deyiladi? Ularga misollar keltiring.
7. Qanday gellarga kserogellar va koagellar deyiladi?
8. Silikat kislotasi geli qanday hosil qilinadi? Tajriba tafsilotini tushuntiring.

XIII BOB | **DAG'AL DISPERS (MIKROGETEROGEN) SISTEMALAR**

Dispers sistemalarning uchinchi xili dag'al yoki mikrogeterogen sistemalaridir. Dispers faza zarrachalarining o'lchami $10^{-5} \dots 10^{-7}$ m bo'lgan dispers sistemalar *mikrogeterogen sistemalar* deyiladi. Bunday sistemalar jumlasiga suspenziyalar, emulsiyalar, kukunlar, ko'piklar va aerozollar kiradi. Kolloid sistemalardan farqli o'laroq, mikrogeterogen sistemalar sedimentatsiyaviy barqaror emas, ya'ni dispers faza zarrachalari o'zaro birikib yiriklashmay turib o'z-o'zicha cho'kadi. Kolloid sistemalar kabi mikrogeterogen sistemalar ham katta sirtga ega bo'lgani sababli agregativ barqaror emas. Bunday sistemalar stabilizatorlar qo'shish bilan ularning agregativ barqarorligini oshirish mumkin. Bunda stabilizatorning molekullari va ionlari zarrachalar sirtida adsorbanib, sistemaning sirt energiyasini kamaytiradi va uning barqarorligini oshiradi. Mikrogeterogen sistemalar tabiat, qishloq xo'jaligi, oziq-ovqat sanoati va boshqa sohalarda keng tarqalgan.

13.1. Suspenziyalar

Qattiq dispers faza va suyuq dispers muhitdan iborat mikrogeterogen sistemalar *suspenziyalar* deyiladi. Masalan, tuproqning va ohakning suvdagi aralashmalari suspenziyalardir.

Suspenziyalarga sement, tuproq, ohak „eritmaları“, moyli bo'yoqlar kiradi. Qishloq xo'jaligida ishlatiladigan insektitsid va fungitsidlardan ishlab chiqarishda hamda tuproq agrotexnikasida suspenziyalar sifatida foydalaniladi.

Suspenziyalar kondensatsiya va dispergatsiya usullari bilan olinadi. Suspenziyalar qattiq moddalarni suyuqlikda maydalash yoki oldindan tayyorlangan kukunni suyuqlik bilan aralashtirish orqali ham olinadi.

Suspenziyalar sedimentatsiyaviy barqaror bo'lmagan sistemalaridir. Ularning zarrachalari og'irlik kuchi ta'sirida cho'kadi. Sedimentatsiyaviy barqaror bo'lmagan suspenziya *agregativ barqaror va agregativ beqaror* bo'lishi mumkin. Agregativ barqaror suspenziyalarda zarrachalar koagulyatsiyaga uchramasdan, har bir zarracha alohida cho'kadi. Agregativ beqaror suspenziyalarda zarrachalar cho'kish davomida molekular kuchlar ta'sirida o'zaro birikib, agregatlar hosil qiladi. Bunda cho'kish ancha tez sodir bo'ladi.

Suspenziya agregativ barqaror bo'lishi uchun quyidagi shartlardan biri bajarilishi kerak:

— dispers faza zarrachalarining sirti dispers muhit bilan ho'llanishi;

— stabilizator mavjud bo'lishi.

Stabilizator suspenziya zarrachalari sirtida zaryad beruvchi ionlar ko'rinishida yoki sirt-aktiv moddalar ko'rinishida qo'shiladi.

Agar sistema suspenziyadan iborat bo'lsa, tindirilgan vaqtda og'ir modda idish tagiga cho'kadi. Dispers muhit ichida dispers fazaning cho'kish jarayoni *sedimentatsiya* deyiladi.

13.2. Emulsiyalar

Bir-biri bilan aralashmaydigan ikki suyuqlikdan iborat suyuq mikrogeterogen sistema *emulsiya* deyiladi. Bunda tomchilar holida tarqalgan suyuqlik dispers faza bo'lib, tomchilar orasini to'ldiruvchi suyuqlik dispers muhit deyiladi. Emulsiyalarda dispers faza zarrachalarining o'lchami $10^{-7} \dots 10^{-5}$ m bo'ladi.

Emulsiya hosil bo'lishi uchun suyuqliklar bir-birida juda oz erishi kerak. Masalan, moy, benzol, benzin, kerosin kabi suvda oz eriydigan moddalar suv bilan emulsiya hosil qiladi. Bunday moddalarni shartli ravishda „moy“ deb atash qabul qilingan. Shunga ko'ra ikki tur emulsiyalar bo'lishi mumkin: dispers fazasi moy bo'lgan va dispers fazasi suv bo'lgan emulsiyalar. Birinchi tur emulsiyalar moyning suvdagi emulsiyalari qisqacha (m/s) — *to'g'ri emulsiya*, ikkinchi turdagi emulsiyalar suvning moydagi emulsiyasi, qisqacha (s/m) — *teskari emulsiya* deyiladi. Emulsiyalar olish uchun har xil aralashtirgichlar, gomogenlovchilar va kolloid tegirmonlardan foydalaniladi. Yuqori dispers emulsiyalar, ko'pincha, ultratovush ta'sirida olinadi.

Emulsiyalar sedimentatsiya barqaror bo'lmagan sistemalaridir. Agar dispers faza va dispersiyaviy muhit zichliklari har xil bo'lsa, dispers fazaning sedimentatsiyasi yoki yuzaga qalqib chiqish hodisalari ro'y beradi. Dispers faza zarrachalarining o'zaro birikishi *koalesensiya* hodisasi natijasida emulsiyalarda yemirilish yuz beradi. Bu agregativ beqarorlik oqibatida emulsiya ikki qavatga ajraladi. Bunda dispers faza tomchilari o'zaro qo'shilib yiriklashadi.

Emulsiyalar hosil qilish va ularning barqarorligini oshirish uchun *emulgatorlar* qo'shiladi. Bu moddalarning emulsiyani barqaror qilishiga sabab shuki, ular fazalararo sirt taranglikni

kamaytiradi. Emulgatorlar sifatida sovun, tuproq, bo'r, gips kabi moddalar ishlatiladi.

Emulsiyalarning biologik ahamiyati juda katta. Masalan, sut va tuxum oqi m/s turdagi emulsiyaga kiradi. Organizmda yog'larning o'zlashtirilishi emulsiya orqali sodir bo'ladi. Emulsiyalar qishloq xo'jalik ekinlariga sepiladigan moddalarni tayyorlashda va ishlatishda keng qo'llaniladi.

13.3. Ko'piklar

Dispersiyaviy muhit suyuqlik va dispers faza gaz bo'lgan dispers sistemalar *ko'piklar* deyiladi. Suyuqlik ko'pik hajmining juda oz qismini tashkil qiladi. Gaz pufakchalarining o'lchami millimetr (ba'zida santimetrni) tashkil etadi. Pufakchalar o'zaro yupqa suyuqlik pardasi bilan ajralib turadi.

Odatda, ko'piklar dispers usullar bilan olinadi. Buning uchun aralashtirib turilgan suyuqlik orqali gaz o'tkaziladi.

Ko'piklar quyidagi ko'rsatkichlar bilan ta'riflanadi:

- ko'piklanish darajasi, ya'ni ko'pik hajmining suyuqlik pardalarining hajmiga nisbati;
- dispersligi (ko'pik pufakchalarining o'rtacha diametri);
- barqarorligi.

Ko'pikning barqarorligi uning hosil bo'lish vaqtida o'z-o'zicha yemirilishigacha bo'lgan vaqt bilan belgilanadi. Barqaror ko'piklar ko'pik hosil qiluvchilar — stabilizatorlar ishtirokida olinadi. Bunday moddalar sifatida *sirt-aktiv moddalardan* foydalaniladi. Harorat ortishi va elektrolit qo'shilishi bilan ko'pikning barqarorligi kamayadi.

Ko'pikning o'zi va ko'pik hosil bo'lishi katta amaliy ahamiyatga ega. Masalan, rudalarni boyitishda ishlatiladigan flotatsiya usuli ko'pik hosil qilish jarayoniga asoslangan. Turg'un ko'piklar yong'inlarni o'chirishda ishlatiladi. Hozirgi vaqtda struktura turlari qattiq moddalardan iborat bo'lgan qattiq ko'piklar (aerogellar)dan ko'p foydalaniladi. Bularga himoyalovchi (izolatsion) materiallar, ko'pik-plast, mikrog'ovak charmlar, konditer ko'piklar (tort va boshqalar) kiradi.

13.4. Aerozollar

Dispers muhit gaz, dispers faza qattiq modda zarrachalari yoki suyuqlik tomchilari bo'lgan dispers sistemalar *aerozollar* deyiladi. Dispers fazaning agregat holatiga ko'ra aerozollar tuman va tutunlarga

bo'linadi. Dispers faza suyuqlik bo'lgan aerozollar *tuman* deyilib, dispers faza qattiq modda bo'lganlari *tutun* deyiladi. Dispers faza zarrachalarining o'lchami tutundagidan yirikroq bo'lgan dispers sistema *chang* deyiladi.

Aerozollar ham kondensatsiya va dispersgatsiya usullari bilan olinadi. To'yingan bug'ni sovitishda hosil bo'ladigan tuman kondensatsiya usuliga misoldir.

Aerozollarda termoforez, fotoforez va termopresipitatsiya jarayonlari o'ziga xos hodisalardir. Aerozol zarrachalarining harorat pasayishi tomonga harakatlanishi *termoforez* deyiladi. Aerozol bir tomondan yoritilganda zarrachalarning harakatlanishi *fotoforez* deyiladi. Aerozol zarrachalarining sovuq sirtida cho'kishi *termopresipitatsiya* deyiladi. Buning sababi shundaki, zarrachalar sirt bilan to'qnashganda o'z kinetik energiyasini yo'qotadi.

Qishloq xo'jalik zararkunadallari va o'simliklarning turli kasalliklariga qarshi ishlatiladigan ko'pchilik moddalar aerozollar tarzida sepiladi.

35 - laboratoriya ishi. Cho'kma hajmini o'lchash yo'li bilan suspenziyadagi sedimentatsiya tezligini aniqlash

Asbob va reaktivlar. Ikkita 100 ml sig'imli o'lchov silindri; 11 %li kraxmalning suvli suspenziyasi; 2 %li jelatina eritmasi, sekundomer yoki oddiy soat.

Ishni bajarish. 250 ml 11 %li kraxmalning suvli suspenziyasi tayyorlanadi. 100 ml sig'imli o'lchov silindriga 100 ml suspenziya quyiladi, ikkinchi silindrga esa 95 ml suspenziya va 5 ml 2 %li jelatina eritmasidan quyiladi. Aralashmalar chayqatiladi va 5 minutdan keyin ikkala silindrda cho'kmalar hajmi belgilanadi. Dastlabki uchta belgilash har 5 minutda o'tkaziladi, keyingilari esa har 10 minutda o'tkaziladi. Hammasi bo'lib ikkala silindrda cho'kmalar hajmi 6—7 marta belgilanadi, natijalar jadvalga yoziladi.

Belgilash raqami	Suspenziya		Jelatina qo'shimchali suspenziya	
	Tajriba boshlangan vaqt, min	Cho'kma hajmi, sm	Tajriba boshlangan vaqt, min	Cho'kma hajmi, sm

Tajriba natijalariga ko'ra ikkita cho'kish egri chizig'i chiziladi. Bitta egri chiziq qo'shimchasiz kraxmal suspenziyasi bo'yicha, ikkinchisi — jelatina qo'shilgan kraxmal suspenziyasi bo'yicha. Buning uchun absissa o'qiga vaqt (minutda), ordinata o'qiga esa cho'kma hajmi (sm³ da) qo'yiladi.

Egri chiziqlarni solishtirib suspenziyaning kinetik barqarorligiga kolloid himoyasi ta'siri to'g'risida xulosa chiqariladi.

36- laboratoriya ishi. Emulsiyalarning olinishi

Asbob va reaktivlar. Probirkalar, shtativi bilan; distillangan suv; sovun eritmasi; oqsil eritmasi; o'simlik moyi; kungaboqar moyi; 10 %li KOH eritmasi (yoki NaOH eritmasi); 1 nli HCl eritmasi; NaCl, CaCl₂ va AlCl₃ tuzlarining eritmalari.

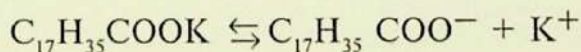
1- tajriba. Har xil emulsiyalarning olinishi

Uchta probirka tayyorlab, birinchisiga 5 ml suv, ikkinchisiga 5 ml sovun eritmasi, uchinchisiga esa 5 ml oqsil eritmasidan quyiladi. Har bir probirkaga 3—5 tomchidan o'simlik moyidan tomizib ular chayqatiladi.

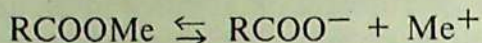
Emulsiyalarning hosil bo'lishini va ularning buzilish nisbiy tezligini kuzating. Hosil qilingan emulsiyalar barqarorligining har xilligini tushuntiring.

2- tajriba. Kungaboqar moyining emulsiyasini olish

Ikkita probirkaga 8—10 ml dan suv solinadi va ustiga 20—30 tomchidan kungaboqar moyi tomiziladi. Bitta aralashmani chayqatib dag'al dispers emulsiya hosil qilinadi, u tezda qavatlariga ajraladi. Ikkinchi probirkadagi aralashmaga 1 ml ga yaqin 10 % li KOH yoki NaOH eritmasidan qo'shiladi. Aralashma yaxshilab chayqatiladi va m/s tipidagi suvli eritmada moy bo'lgan barqaror emulsiya olinadi. Buni quyidagicha tushuntirish mumkin, ya'ni o'simlik (va hayvon) yog'lari ayrim miqdorda erkin moy kislotalariga ega bo'lib, ular ishqorlar bilan tegishlicha tuzlar — sovun hosil qiladi. Sovun molekullari suvli eritmada ionlarga dissotsiylanadi, masalan:



yoki umumiy ko'rinishda:



Yog' tomchisi o'zining yuzasiga yog' kislota anionini adsorbilaydi, bunda anion radikali R zarracha tomon joylashadi, karboksil guruh — COO^- suv muhiti tomon o'girilgan bo'lib, u yog' tomchisi atrofida mustahkam himoya qavatini hosil qiladi. □oza suvda (aralashmaga ishqor eritmasi qo'shilmaganda) moydagi erkin yog' kislotalari mustahkam qo'sh qavat va mustahkam yog' emulsiyasi hosil qilishga yetarli emas.

Hosil qilingan emulsiya uchta probirkaga quyiladi va ularning har biriga ehtiyotlik bilan bir tomchidan, ishqorni neytrallash maqsadida 1 nli HCl eritmasidan qo'shiladi. Shundan keyin, neytral emulsiyaga quyidagi tuz eritmalaridan qo'shiladi: bitta probirkaga NaCl, ikkinchisiga CaCl_2 va uchinchisiga esa AlCl_3 . Natijada emulsiyalarning buzilishi sodir bo'ladi. Qaysi tuz ta'sirida emulsiya to'liq va tez qavatlarga ajralishini ko'rsating, hamda kuzatilgan hodisaning sababini tushuntiring.

? *Nazorat sovallari*

1. Kinetik va agregativ barqarorlik deganda nimani tushunasiz?
2. Suspenziya deb nimaga aytiladi?
3. Dag'al dispers mikrogeterogen sistemalariga ta'rif bering, bunday sistemaga misollar keltiring.
4. Sedimentatsion analizning mohiyati nimadan iborat?
5. Emulsiya deb nimaga aytiladi? Emulsiya turlarini nomlang.

Yunon alfaviti

Yunoncha		Yunoncha	
Harf	Nomlanishi	Harf	Nomlanishi
A α	Alfa	N ν	Ni (nyu)
B β	Beta	Ξ ξ	Ksi
G γ	Gamma	O o	Omikron
Δ δ	Delta	Π π	Pi
E ε	Epsilon	P ρ	Po
Z ζ	Zeta	Σ σ	Sigma
H η	Eta	T τ	Tay
Θ θ	Teta	Υ υ	Ipsilon
I ι	Iota	Φ φ	Fi
K κ	Kappa	X x	Xi
Λ λ	Lyambda	Ψ ψ	Psi
M μ	mi(myu)	Ω ω	Omega

O'lchov birliklari

Kattalik va uning belgilanishi	O'lchov birliklari	O'lchovning qisqacha belgilanishi	SI birligiga keltirish koeffitsienti
1	2	3	4
Uzunlik l	metr santimetr millimetr mikron millimikron angstrom	m sm mm mk Mmk A°	$1 \text{ sm} = 10^{-2} \text{ m}$ $1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$ $1 \text{ mk} = 10^{-4} \text{ sm} = 10^{-5} \text{ m}$ $1 \text{ mmk} = 10^{-7} \text{ sm} = 10^{-9} \text{ m}$ $1 \text{ A}^\circ = 10^{-8} \text{ sm} = 10^{-10} \text{ m}$
Maydon S	metr kvadrat santimetr kvadrat millimetr kvadrat	m^2 sm^2 mm^2	— $1 \text{ sm}^2 = 10^{-4} \text{ m}^2$ $1 \text{ mm}^2 = 10^{-6} \text{ m}^2$
Hajm V	metr kub litrl millilitr	m^3 l ml	— $1 \text{ dm} = 10^{-3} \text{ m}^3$ $1 l = 10^{-3} \text{ m}^3$ $(1.000028 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3)$ $1 \text{ ml} = 10^{-6} \text{ m}^3 = 1 \text{ sm}^3$
Vaqt τ, t	sekund	s	— $1 \text{ soat} = 3,6 \cdot 10^3 \text{ s}$ $1 \text{ min} = 6 \cdot 10^2 \text{ s}$
Chiziqli tezlik v	metr sekundda	$\frac{\text{m}}{\text{s}}$	$1 \frac{\text{sm}}{\text{s}} = 10^{-2} \frac{\text{m}}{\text{s}}$ $1 \frac{\text{km}}{\text{soat}} = 2,78 \cdot 10^{-1} \frac{\text{m}}{\text{s}}$
Diffuziya D koeffitsienti	metr kvadrat sekund	$\frac{\text{m}^2}{\text{s}}$	$1 \frac{\text{sm}^2}{\text{s}} = 10^{-4} \frac{\text{m}^2}{\text{s}}$
Massa m	kilogramm gramm milligram	kg g mg	$1 \text{ g} = 10^{-3} \text{ kg}$ $= 8,987 \cdot 10^{13} \text{ J}$ $1 \text{ mg} = 10^{-6} \text{ kg}$ $1 \text{ m} = 10^3 \text{ kg}$

Kimyoviy massa M	kilomol grammol kilogramm— ekivalent	K mol mol kg-ekv	$1 \text{ mol} = 10^{-3} \text{ kmol}$ $1 \text{ g-ekv} = 10^{-3} \text{ kg-ekv}$
Adsorbsiya G	kilomol metr kvadratga	$\frac{\text{kmol}}{\text{m}^2}$	$1 \frac{\text{mol}}{\text{sm}^2} = 10 \frac{\text{kmol}}{\text{m}^2}$
	kilomol kilogrammga	$\frac{\text{kmol}}{\text{kg}}$	$1 \frac{\text{mol}}{\text{g}} = 1 \frac{\text{kmol}}{\text{kg}}$
Zichlik d , $\rho (D)$	kilogramm metr kubga	$\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$	$1 \frac{\text{g}}{\text{m}^3} = 10^{-3} \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
Kuch F	Nyuton	$\text{N}(\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2)$	$1 \text{ din} = 10^{-5} \text{ N}$ $1 \text{ kg} = 9,8 \text{ N}$
Sirt taranglik koeffitsienti δ	Nyuton metrga	$\frac{\text{N}}{\text{m}}$	$1 \frac{\text{erg}}{\text{sm}^2} = 10^{-3} \frac{\text{N}}{\text{m}} =$ $= 10^{-3} \frac{\text{J}}{\text{m}^2} = \frac{\text{mJ}}{\text{m}^2}$
Dinamik qovushoqlik η	Nyuton — sekund metr kvadratga	$\text{N} \cdot \text{s}/\text{m}^2$ $(\text{kg}/\text{m} \cdot \text{sek})$	$1 \text{ puaz}(\text{pz}) = 10^{-1} \frac{\text{N} \cdot \text{s}}{\text{m}^2}$ $1 \text{ santipuaz}(\text{spz}) =$ $= 10^{-3} \frac{\text{N} \cdot \text{s}}{\text{m}^2}$
Sidementatsiya konstantasi S	Metr nyuton sekundga	$\frac{\text{m}}{\text{s} \cdot \text{N}}$	$1 \text{ S} = 10^{-10} \frac{\text{m}}{\text{s} \cdot \text{N}}$
Bosim p	Nyuton metr kvadratga	$\frac{\text{N}}{\text{m}^2}$	$1 \text{ bar} = 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ $1 \text{ atm} = 1,013 \cdot 10^5 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$ $1 \text{ mm sim.ust.} = 9,8 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$

Osmotik bosim π	Nyuton metr kvadratga	$(\text{kg}/\text{m} \cdot \text{s}^2)$	$1 \text{ din}/\text{sm}^2 = 0,1 \text{ N} \cdot \text{m}^2$ $1 \text{ mm simob ust} =$ $= 1,333 \cdot 10^2 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$
Ish A , Energiya W, E	Joul ($\text{N} \cdot \text{m}$)	J	$1 \text{ atm} = 1,013 \cdot 10^5 \text{ J}$ $1 \text{ erg} = 10^{-7} \text{ J}$ $1 \text{ kgm} = 9,81 \text{ J}$
Issiqlik, ichki energiya, entalsiya, termodinamik potensiyalar Q, U, q	Joul	J	$1 \text{ kal} = 4,19 \text{ J}$ $1 \text{ kkal} = 4,19 \cdot 10^3 \text{ J}$
Elektr miqdori q	Kulon ($\text{a} \cdot \text{s}$)	K	—
Potensial gradiyenti E	Volt metrga	$\frac{\text{V}}{\text{m}}$ $(\text{kg}/\text{m} \cdot \text{s}^2)$	$1 \frac{\text{V}}{\text{sm}} = 10^2 \frac{\text{V}}{\text{m}}$
Elektr kuchlanishi u, φ	Volt (J/k)	V	—
Elektr qarshiligi R	Ω (V/A)	Ω	$1 \text{ sm}^{-1} \cdot \text{s} = 9,10^{11} \Omega$
Solishtirma qarshilik ρ	om · metr	$\Omega \cdot \text{m}$	$1 \Omega \cdot \text{sm} = 10^{-2} \Omega \text{m}$
Elektr o'tka- zuvchanlik G	Simens yoki omning teskarisi	sim (om^{-1})	$\frac{1}{\Omega} = 1 \text{ sim}$
Solishtirma elektr o'tka- zuvchanlik J	Simens metrغا	sim/m	$1 \frac{1}{\Omega \cdot \text{sm}} = 10^2 \frac{\text{sim}}{\text{m}}$
Ionlarning mutlaq tezligi u	Metr kvadrat volt sekundga	$\frac{\text{m}^2}{\text{V} \cdot \text{s}}$	$1 \frac{\text{sm}^2}{\text{V} \cdot \text{s}} = 10^{-4} \frac{\text{m}}{\text{V} \cdot \text{s}}$

Ionlar harakatchanligi l	Simens kvadrat metr kilo-gramm-ekvi – valentga	$\frac{\text{sim} \cdot \text{m}^2}{\text{kg}} = \text{ekv}$	$1 \frac{\text{sim}^2}{\text{om} \cdot \text{g} - \text{ekv}} =$ $= 10^{-1} \frac{\text{sim} \cdot \text{m}^2}{\text{om} \cdot \text{kg} - \text{ekv}}$
Molyarlik Sm — hajm	Eritmaning bir metr kubidagi kilomollar soni	$\frac{\text{kmol}}{\text{m}^3}$	$1 \frac{\text{mol}}{\text{l}} = 1 \frac{\text{kmol}}{\text{m}^3}$
Molyallik Sm.og'	1000 kg erituvchidagi kilomollar soni	$\frac{\text{kmol}}{1000 \text{ kg}}$	$1 \frac{\text{mol}}{1000 \text{ g}} = 1 \frac{\text{kmol}}{1000 \text{ kg}}$
Normallik C_N	Bir metr kubda kilogramm — ekvivalentlar soni	$\frac{\text{kg} - \text{ekv}}{\text{m}^3}$	$1 \frac{\text{g} - \text{ekv}}{\text{l}} = 1 \frac{\text{kg} - \text{ekv}}{\text{m}^3}$
Bir kilomol ideal gaz (V_0) ning hajmi	Metr kub kilomolga	$\frac{\text{m}^3}{\text{kmol}}$	$22,4 \frac{\text{l}}{\text{mol}} = 22,4 \frac{\text{m}^3}{\text{kmol}}$
Avogadro soni	Kilomol teskarisi	$\frac{1}{\text{kmol}}$	$6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1} =$ $= 6,02 \cdot 10^{26} \text{ kmol}^{-1}$
Universal gaz doimiyligi	Joul kilo-mol — gradusga	$\frac{\text{J}}{\text{kmol} \cdot \text{grad}}$ ($\text{m}^2 \text{s}^{-2} \cdot \text{grad}$)	$R = 0,082 = \frac{1 \cdot \text{atm}}{\text{mol} \cdot \text{grad}} =$ $= 1,986 \frac{\text{kal}}{\text{mol} \cdot \text{grad}} =$ $= 8,32 \cdot 10^7 \frac{\text{erg}}{\text{mol} \cdot \text{grad}} =$ $= 8,32 \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{grad}} =$ $8,32 \cdot 10^3 \frac{\text{J}}{\text{kmol} \cdot \text{grad}}$

**Ayrim suyuqliklarning sirt tarangligi
(20°C da, muhit havo bilan chegaralanganda)**

Suyuqlik	Sirt taranglik, N/m	Suyuqlik	Sirt taranglik, N/m
Benzol	0,0289	Uglerodsulfid	0,0305
Dietil efir	0,0170	Xloroform	0,0272
Simob	0,513	Etil spirt	0,0241

Suyuqliklarning qovushoqlik koeffitsienti

Modda	t°C	N · Pa · s	Modda	t°C	N · Pa · s
Suv	20	0,00100	Atseton	20	0,00032
C ₂ H ₅ OH	20	0,00119	Simob	20	0,00158
Etil efiri	20	0,00024	Shisha	575	11 · 10 ⁹
Kastor moyi	10	2,42	Naftalin	100	0,00076
—	20	0,986	H ₂ SO ₄ (99,9%)	25	0,10616

**Har xil haroratda ayrim suyuqliklarning zichligi,
g/sm³ da**

Haro- rat, t°C	Etil spirt (mutlaq)	Benzol	Xloro- form	Metil spirt (mutlaq)	Toluol	Suv
10	0,798	0,887	1,496	0,801	0,875	0,9997
15	0,794	0,883	1,486	0,799	0,870	0,9992

16	0,793	0,882	1,484	0,799	0,869	0,9990
17	0,792	0,882	1,482	0,798	0,867	0,9986
18	0,791	0,881	1,480	0,797	0,866	0,9986
19	0,790	0,881	1,478	0,796	0,865	0,9983
20	0,789	0,879	1,476	0,795	0,864	0,9983
21	0,788	0,879	1,474	0,795	0,863	0,9980
22	0,787	0,878	1,472	0,794	0,862	0,9978
23	0,786	0,877	1,471	0,793	0,861	0,9976
24	0,786	0,876	1,469	0,792	0,860	0,9973
25	0,785	0,875	1,467	0,791	0,859	0,9971
30	0,781	0,871	1,457	0,787	0,854	0,9958

9- jadval

Metallarning korroziyaga chidamlilik o'n ballik shkalasi

Chidamlilik guruhi	Korroziya tezligi, mm/yil	Ball
Mutlaq chidamli	0,01 dan kam	1
O'ta chidamli	0,001 dan 0,05 gacha	2
	0,005 dan 0,01 gacha	3
	0,01 dan 0,05 gacha	4
Chidamliligi past	0,05 dan 0,1 gacha	5
	0,1 dan 0,5 gacha	6
	0,5 dan 1 gacha	7
	1 dan 5 gacha	8
Kam chidamli	5 dan 10 gacha	9
	10 dan yuqori	10
Chidamsiz		

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

Rustamov X. Fizik kimyo. T., „O‘zbekiston“, 2001.

Afanasyev B. N. va boshq. Fizik kimyo kursidan amaliy mashg‘ulotlar. Institut talabalariga o‘quv qo‘llanma. T., „O‘zbekiston“, 1999.

Агафонова Э. И. Практикум по физической и коллоидной химии. Учебное пособие для химико-механических химико-технологических техникумов. М., Высшая школа, 1985.

Яковлев А. Г. Практикум по физической и коллоидной химии. Учебное пособие для техникумов. М., Высшая школа, 1967.

Балезин С. А. Практикум по физической и коллоидной химии. Учебное пособие для педагогических институтов. М., „Просвещение“, 1972.

Rahimov X. R. Fizikaviy va kolloid ximiya. T., „O‘qituvchi“, 1978.

Abdusamatov A. va boshq. Fizik va kolloid ximiya. T., „O‘qituvchi“. 1992.

Kolloid ximiyadan praktikum (tuzuvchilar: S. Nabixo‘jayev va boshq). T., „O‘qituvchi“ 1988.

Xotamov A. Termodinamikai ximiyaviy. Dushanbe, 1991.

MUNDARIJA

KIRISH	3
--------------	---

1- BO'LIM. FIZIK KIMYO

I bob. MODDALAR AGREGAT HOLATINING MOLEKULAR — KINETIK NAZARIYASI

1- laboratoriya ishi. Gazsimon moddalarning molekular massasini aniqlash	5
2- laboratoriya ishi. Sirt taranglik va uni o'lchash usullari	9
3- laboratoriya ishi. Suyuqliklarning ichki ishqalanishi yoki qovushoqlik	16

II bob. KIMYOVIY TERMODINAMIKA ASOSLARI. TERMOKIMYO

2.1. Umumiy tushunchalar	23
2.2. Issiqlik effekti	24
4- laboratoriya ishi. Erish issiqlik effektini aniqlash	27
5- laboratoriya ishi. Neytrallanishni issiqligini aniqlash	31

III bob. KIMYOVIY MUVOZANAT

3.1. Umumiy tushunchalar	35
6- laboratoriya ishi. Kimyoviy muvozanatni o'rganish	37

IV bob. FAZALAR MUVOZANATI

4.1. Faza haqida tushuncha	42
7-laboratoriya ishi. Naftalin-fenol binar sistemasining suyuqlanish diagrammasini qurish	46

V bob. ERITMALAR

5.1. Eritmalar haqida tushuncha	49
5.2. Suyultirilgan eritmalar. Raul qonuni	50
5.3. Krioskopiya va ebulioskopiya	51
8- laboratoriya ishi. Cheksiz aralasha oladigan suyuqliklardan eritmalarıni haydash	52
9- laboratoriya ishi. Eritmalarda bo'ladigan osmos hodisani aniqlash	56

VI bob. KIMYOVIY REAKSIYALAR KINETIKASI

6.1. Kinetika haqida tushuncha	60
10- laboratoriya ishi. Kimyoviy reaksiyalar tezligi	63

<i>11- laboratoriya ishi.</i> Atsetonni yodlash reaksiya tezligi konstantasini aniqlash	65
VII bob. KATALIZ	
7.1. Kataliz haqida tushuncha	69
7.2. Geterogen katalizning asosiy xususiyatlari	70
7.3. Katalizator yuzasini adsorbsiya usulida aniqlash	71
<i>12- laboratoriya ishi.</i> Statik usulida sirka kislota adsorbsiyasining izotermasini tuzish	72
<i>13 - laboratoriya ishi.</i> Ammoniy persulfat bilan yodid kislotaning oksidlanish tezligiga mis va temir ionlarining katalitik ta'siri	73
VIII bob. ELEKTROKIMYO	
8.1. Elektr o'tkazuvchanlik	77
8.2. Kuchsiz elektrolitlar eritmalarining dissotsilanish darajasini elektr o'tkazuvchanlik usulida aniqlash	78
8.3. Elektrod potentsiallarining hosil bo'lishi	79
8.4. Galvanik elementlarning elektr yurituvchi kuchini o'lchash usuli	80
8.5. Potensiametriya	81
<i>14- laboratoriya ishi.</i> Konsentratsion zanjir EYK ini aniqlash	83
<i>15- laboratoriya ishi.</i> Vodorod ko'rsatkich (pH)ni aniqlash	84
IX bob. METALLAR KORROZIYASI VA UNDAN HIMOYALANISH USULLARI	
9.1. Korroziya haqida tushuncha	86
<i>16- laboratoriya ishi.</i> Oksid pardalarning korroziyaga chidamliligini sinash	89
<i>17- laboratoriya ishi.</i> Oksidirlash	89
<i>18- laboratoriya ishi.</i> Aluminiyni kimyoviy oksidirlash	90
<i>19- laboratoriya ishi.</i> Fosfatlash	90
<i>20- laboratoriya ishi.</i> Ruhlangan temir korroziyasi	91
<i>21- laboratoriya ishi.</i> Suvda va suvli tuz eritmalarida metallar korroziyasi	92
9.2. Metallar korroziyasining ingibitorlari	93
<i>22- laboratoriya ishi.</i> Kislota korroziyasi ingibitorlarining himoyalash xossasi	95
<i>23- laboratoriya ishi.</i> Atmosfera korroziyasining ingibitorlari	96
2-BO'LIM. KOLLOID KIMYO	
X bob. KOLLOID SISTEMALAR	
10.1. Dispers sistemalar va ularning sinflarga bo'linishi	99
10.2. Kolloid eritmalarining olinishi	100

10.3. Zollarni tozalash usullari	101
24- laboratoriya ishi. Kondensatsiya va peptizatsiya usullari yordamida kolloid eritmalar olish	103
25- laboratoriya ishi. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ zolining olinishi va dializi	104
10.4. Zollarning mitsella tuzilishi	104
10.5. Kolloid sistemalarning koagulatsiyasi	107
26- laboratoriya ishi. $\text{Fe}(\text{III})$ gidrooksid zolining koagullanish chegarasini aniqlash	110
27- laboratoriya ishi. Kumush yodid zolining koagulatsiyasi	111
28- laboratoriya ishi. Kaagulatsiya yordamida suvni tozalash	111
10.6. Kolloid sistemalarning elektr xossalari	112
29- laboratoriya ishi. Elektroforez hodisasini kuzatish	112

XI bob. ADSORBSIYA HODISASI

11.1. Umumiy tushunchalar	114
30- laboratoriya ishi. Hayvon ko'miri yuzasida sirka kislotaning adsorblanishini o'lchash	116
11.2. Ho'llanish issiqligi bo'yicha ko'mir faolligini aniqlash	118
31- laboratoriya ishi. Termometr yordamida ko'mirning ho'llanish issiqligini aniqlash	119
11.3. Ion almashinish adsorbsiyasi	120
32- laboratoriya ishi. Kationit va anionitlarning turlicha almashinuv xususiyati bilan tanishish	123

XII bob. YUQORI MOLEKULALI BIRIKMALAR ERITMALARI

12.1. Polimerlar	126
12.2. Yuqori molekulali birikmalarning bo'kishi va erishi	127
33- laboratoriya ishi. Polimerlarning bo'kishi	128
12.3. Iviqlar	129
34- laboratoriya ishi. Iviqlarning olinishi va xossalari	131

XIII bob. DAG'AL DISPERS (MIKROGETEROGEN) SISTEMALAR

13.1. Suspenziyalar	133
13.2. Emulsiyalar	134
13.3. Ko'piklar	135
13.4. Aerozollar	135
35- laboratoriya ishi. Cho'kma hajmini o'lchash yo'li bilan suspenziyadagi sedimentatsiya tezligini aniqlash	136
36- laboratoriya ishi. Emulsiyalarning olinishi	137
Ilovalar	139
Foydalanilgan adabiyotlar	148

Do'stmurodov T. va b.

Fizik va kolloid kimyodan laboratoriya ishlari:
Kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma. /
O'zbekiston Respublikasi oliy va o'rta maxsus ta'lim
vazirligi.—T.: ILM ZIYO, 2005. 152 b.

BBK

**Do'stmurodov Toshmurod, Norqulov Abdigodir
Abdurahmonov, Otaqo'ziyev Temirjon Azim o'g'li**

**FIZIK VA KOLLOID KIMYODAN
LABORATORIYA ISHLARI**

Kasb-hunar kollejlari uchun o'quv qo'llanma

Toshkent — «ILM ZIYO» — 2005

Muharrir *D. Abbosova*
Rassom *Sh. Qahhorov*
Kompyuterda sahifalovchi *D. Hamidova*
Musahhih *F. Temirxo'jayeva*

2005- yil 30 aprelda chop etishga ruxsat etildi. Bichimi 60x90¹/₁₆. «Tayms»
harfida terilib, ofset bosma usulida chop etildi. Shartli bosma tabog'i 9,5.

Nashr tabog'i 11. Adadi 1500 nusxa. Bahosi shartnoma asosida.

Buyurtma № 146

«ILM ZIYO» MCHJ. Toshkent — 700129, Navoiy ko'chasi, 30- uy.

Shartnoma № 59-04

O'zbekiston Matbuot va axborot agentligining G'afur G'ulom nomidagi
NMIUda chop etildi. Toshkent, U.Yusupov ko'chasi 86-uy.



«ILM ZIYO»