

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
MAKTABGACHA VA MAKTAB TA'LIMI VAZIRLIGI
CHIRCHIQ DAVLAT PEDAGOGIKA UNIVERSITETI

X.T. To'rayeva, O.X. Tursunmuratov, D.U.Nurmatov, A. K. Abdushukurov

60530100-Kimyo

FIZIKAVIY KIMYODAN LABORATORIYA
MASHG'ULOTLARI
O'QUV QO'LLANMA



Toshkent-2026

O'quv qo'llanma pedagogika oliy o'quv yurtlarining "Kimyo" bakalavriat ta'lim yo'nalishi talabalariga mo'ljallangan bo'lib, shuningdek kimyo o'qituvchilari, fizikaviy kimyo fanini o'qiydigan universitet talabalari ham foydalanishlari mumkin. Mazkur o'quv qo'llanmada talabalar laboratoriyada o'quv ishlarini bajarish jarayonida nazariy bilimlarini yanada oshirib fizikaviy, kimyoviy usullarida ilmiy tadqiqotlar o'tkazish kompetensiyalarini takomillashtiradi.

Ushbu o'quv qo'llanma o'quv dasturi asosida yozilgan bo'lib, har bir mavzu keng yoritilgan va masalalar yechilishi berilgan, innovatsion texnologiyalar vositasida kimyo fanining muhim mavzulari bo'yicha mashg'ulotlar o'tkazish metodikasidan foydalanishga qaratilgan.

Taqrizchilar:

1. ChDPU Kimyo kaferda professori
2. Toshkent davlat agrar universiteti
Tabiiy fanlar kafedrası dotsenti

R.A.Eshchanov

F.E.Saitkulov

KIRISH

Mamlakatimiz ta'lim tizimida o'quv jarayoniga xorijiy ilg'or ta'lim texnologiyalar va axborot kommunikatsiya vositalarini joriy etish, o'qitish intensivligi, samaradorligini oshirish, jahon andozalariga moslashtirish bo'yicha keng ko'lamli islohotlar amalga oshirilmoqda. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi "2022-2026-yillarda mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi" to'g'risidagi PF-60-sonli farmoni bilan Yangi O'zbekiston va uchunchi Renessans Poydevorini qurish maqsadida ta'lim sifatini tubdan oshirish hamda pedagog kadrlarning bilim va malakalarini xalqaro darajaga ko'tarish bo'yicha salmoqli ishlar amalga oshirilmoqda, shuningdek, milliy taraqqiyot istiqbollari ko'rib chiqilmoqda¹. Bugungi kunda barqaror taraqqiyotga erishishda innovatsion va axborot-kommunikatsiya texnologiyalarning o'zni har qachongidan ham ko'ra dolzarb bo'lib bormoqda.

Fizikaviy kimyo fanini o'zlashtirishda laboratoriya mashg'ulotlarining ahamiyati juda katta. "Fizikaviy kimyo" kursi bo'yicha ma'ruzalarni tinglagandan hamda seminar mashg'ulotlarida nazariy bilimlarini mustahkamlagandan so'ng talabalar fizikaviy kimyoning deyarli barcha boblaridan laboratoriya ishlarini bajaradilar. Laboratoriyada o'quv ishlarini bajarish jarayonida talabalar nazariy bilimlarini faollashtiradilar va fizikaviy, kimyoviy usullarda ilmiy tadqiqotlar o'tkazishning elementlari bilan yaqindan tanishadilar.

Talabalar fizikaviy kimyoning kimyoviy termodinamika, gomogen va geterogen muvozanatlar, eritmalar, modda tuzilishi, sirt hodisalar, elektrokimyo kabi yo'nalishlari bo'yicha kalorimetriya, bug' bosimi, termik analiz, krioskopiya, refraktometriya, sirt tarangligi, elektr yurituvchi kuch va potensiometrik titrlash, elektr o'tkazuvchanlik va konduktometrik titrlash kabi o'quv ishlarini bajaradilar. Jumladan, kimyoviy termodinamika, termokimyo, eritmalar termodinamikasi, elektrokimyoviy jarayonlarning kinetikasi va termodinamikasi, metallar korroziyasi, korroziya ingibitorlari, kolloid kimyoning kolloid eritmalarini olinishi, zollarni olinishi, gidrogil zollarining koagullanishi, zollarni dilaliz qilish, zollarni qovushqoqligini o'lchash, gellarda bo'ladigan reaksiyalarni aniqlash, emulsiyalar tayyorlash, ko'piklar tayyorlash kabi yo'nalishlarda qator mavzular bo'yicha kichik hajmdagi tadqiqotlar belgilab qo'yilgan.

Ushbu qo'llanmada fizikaviy kimyo o'quv laboratoriyasida bajarilishi shart bo'lgan barcha ishlarning qisqacha izohi keltirilgan. Qo'llanmadan foydalangan

¹ O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-sonli "2022-2026-yillarda mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi" to'g'risidagi strategiyasi // <https://lex.uz/docs/http://lex.uz/ru/docs/5841063>

talabalar ishning maqsadi, bajarilishi shart bo'lgan amaliy va nazariy topshiriqlar haqida aniq ko'rsatmalar oladi, hisoblash formulalari bilan tanishishadi, asbob-uskunalarining tuzilishi, ishlash prinsipi va ishning bajarish tartibi va olingan natijalarni qay tarzda grafik va jadvallarga tushirishning qulay usullaridan habardor bo'ladi. Ushbu qo'llanmada har bir laboratoriya ishi bo'yicha topshiriqlar ko'paytirilgan, talabalarning nazariy bilimlariga qo'yilgan talablar kuchaytirilgan. Ishning natijalarini grafik va jadvallar shaklida ifodalashning yangi shakllari keltirilganligi va ularda amaliy va nazariy topshiriqlarning oshirilganligi talabalarning amaliyot orqali nazariy tushunchalarni mustahkamlab olishini ta'minlaydi.

Innovatsion loyihalarni amalga oshirish uchun barcha yo'nalishlarda keng imkoniyatlarni yaratish, tadqiqotlarni va innovatsion tashabbuslarni qo'llab-quvvatlash hamda boshqarishni strategik darajada tashkil etish uchun keng imkoniyatlar yaratadi. Kimyo ta'lim sifatini tubdan yaxshilash uchun o'qitishning mutlaqo yangi tizimini joriy etish, ta'lim muassasalarini zamonaviy laboratoriyalar, darsliklar va o'quv jihozlari bilan ta'minlashni, ta'lim-tarbiya tizimini yangi bosqichga ko'tarish, pedagog kadrlar tayyorlash sifatini ilg'or xalqaro standartlar asosida takomillashtirish va oliy pedagogik ta'lim bilan qamrov darajasini oshirish borasida izchil chora-tadbirlar amalga oshirish davr talabiga aylandi.

Bu borada O'zbekiston respublikasi Prezidentining 2020-yil 12-avgustdagi PQ-4805-sonli "Kimyo va biologiya yo'nalishlarida uzluksiz ta'lim sifatini va ilm-fan natijadorligini oshirish chora-tadbirlari to'g'risida"², 2020-yil 27-fevraldagi PQ-4623-sonli "Pedagogik ta'lim sohasini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida"³ qarori³, O'zbekiston respublikasining 2020-yil 23-sentyabrdagi O'RQ-637-sonli "Ta'lim to'g'risida"⁴ qonuni⁴, 2020-yil 29-oktyabrdagi PF-6097-sonli "Ilm fanni 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida"⁵ farmoni⁵, 2022-yil 21-iyundagi PQ-289-sonli "Pedagogik ta'lim sifatini oshirish va pedagog kadrlar tayyorlovchi oliy ta'lim muassasalari faoliyatini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida"⁶ hamda pedagogik faoliyatga tegishli boshqa me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda ushbu o'quv qo'llanma muayyan darajada xizmat qiladi.

² PQ-4805-sonli "Kimyo va biologiya yo'nalishlarida uzluksiz ta'lim sifatini va ilm-fan natijadorligini oshirish chora-tadbirlari to'g'risida"²gi 2020-yil 12-avgust qarori.

³ PQ-4623-sonli "Pedagogik ta'lim sohasini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida"³gi 2020-yil 27-fevral qarori.

⁴ O'RQ-637-sonli 2020-yil 23-sentyabrdagi "Ta'lim to'g'risida"⁴gi qonuni.

Laboratoriyada ishlash qoidalari.

Kimyodan amaliy ishlarni boshlashdan oldin talaba ehtiyot choralari qoidalari bilan tanishib chiqishi va bu xaqda maxsus daftarchaga imzo chekish, hamda quyidagi laboratoriyada ishlash qoidalariga qat'iy rioya qilishi talab etiladi.

Laboratoriyada ishlash qoidalari va asbob –uskunalar bilan tanishish.

Kimyodan amaliy ishlarni boshlashdan oldin talaba ehtiyot choralari qoidalari bilan tanishib chiqishi va bu xaqda maxsus daftarchaga imzo chekish, hamda quyidagi laboratoriyada ishlash qoidalariga qat'iy rioya qilishi talab etiladi.

1.Laboratoriyada har bir talaba tajribani o'zi uchun belgilangan ish o'rnida xalat kiygan xolda bajarishi lozim.

2. Laboratoriyada chekish, suv ichish va ovqatlanish mumkin emas.

3.Tajriba boshlanishdan avval talaba ishning mohiyatini bilishi zarur, asbob va reaktivlarni tayyorlashi, so'ngra o'qituvchi yoki laborant ishtirokida ishni bajarishi lozim.

4. Zaharli moddalar bilan bajariladigan tajribalar faqat mo'rili shkafda bajarilishi kerak.

5. Rakivinaga ishlatilgan kislota va ishqorlarning eritmalarini to'kish, probirka siniqlari, har-xil qog'ozlarni tashlash mumkin emas. Bularning mo'rili shkafdagi maxsus idishlarga tashlash kerak.

6. Reaktivlarni keragidan ortiq miqdorda olish yaramaydi. Reaktiv ortiqcha olingan bo'lsa, uning o'zini idishiga qaytarib quymasdan belgilangan aloxida idishga solish kerak.

7. Reaktivlarni qo'lga, teriga va yuzga tekkizmang. Chunki ko'p moddalar ko'z va teriga ta'sir etadi.

8. Ajralib chiqayotgan gazning xidini bilish kerak bo'lsa, u holda kaftingiz bilan o'zingizga tomon elpib xidlang.

9. Reaktivlar solingan idishlarning yorlig'i (etiketkasi) bo'lishi kerak. Laboratoriyada nomi yozilmagan reaktivlardan foydalanish taqiqlanadi.

10. Probirkada suyuqliklarni qizdirganda idishni qiya ushlab, asta-sekin qizdirish kerak. Bunda probirka og'zini o'zingizga va boshqalarga qaratmang.

11. Yonib turgan gaz gorelkasi elektr asboblarni nazoratsiz qoldirmang.

12.Laboratoriyada ishlayotgan talabalar dori quti va o't o'chirgich asboblarni turadigan joyini bilishlari kerak.

13. Laboratoriyada birinchi tibbiy yordam ko'rsatish qutichasida tanin, kaliy permanganat, kaliy gidrokarbonat, yod, paxta, bint, kuyishga qarshi malxam dorilar bo'lishi lozim.

14. Ish tugagach, ish joyini tartibga keltirishni, suv jo'mragini berkitishni, gaz va elektr asboblarni uchirishni unitmang.

Laboratoriyada ko'ngilsiz hodisalar ro'y berganda birinchi yordam ko'rsatish choralari.

1.Agar teri (qo'l, bet va boshqa joyga) konsentrlangan kislota sachrab kuysa, darxol o'sha jaroxatlangan joy kuchli suv oqimi bilan 3-4 minut davomida yuviladi, so'ngra shu joyni 3% li natriy gidrokarbonat eritmasi va yana qaytadan suv bilan yuvish lozim.

2.Agar teri ishqorlar ta'sirida kuysa, o'sha joy darxol ko'p miqdordagi suv bilan yuvilib, so'ngra 1% li sirka kislota eritmasi bilan va yana suv bilan yuviladi, va zelin surtib qo'yish lozim.

3.Ko'zga kislota yoki ishqor sachrasa darxol ko'p miqdorda suv bilan yuvib, so'ngra tezda shifokorga murojaat qilish lozim.

4.Agar laboratoriyada ishlayotganda biror yeringiz kuyib qolsa, shu joy kaliy permanganatning 2% li eritmasi bilan yuvilib, unga maxsus malxam dori surish kerak.

5.Agar biror yeringizni shisha kesib olsa, dastlab kesilgan joydagi qonni suv bilan, so'ngra kaliy permanganatning 2% li eritmasi bilan yuvish, yod eritmasi surkab, bint bilan bog'lash lozim.

6.Fosfor ta'sirida kuygan joyga mis (II) – sulfatning 2% li eritmasi shimdirilgan paxta quyib bog'lash lozim.

7.Ammiak hididan zag'arlanganda darhol sirka kislota hidlash, so'ng sut ichish va limon shimish lozim.

8.Teriga brom tegsa uni darxol spirt bilan yoki benzin bilan artish, so'ngra kuygan joyga malxam dori surtish kerak.

9. Agarda biror yerga simob to'kilsa, darxol oltingugurt kukunidan sepish, so'ngra temir (III)-xlorid FeCl_3 eritmasi bilan artish lozim.

10. Xlor, azot oksidlari (NO , NO_2), vodorod sulfid, uglerod (II)-oksid va boshqa gazlar bilan zaxarlanganda darxol toza havoga chiqish va tezda shifokorga murojaat qilish kerak.

Ish daftarini tutish tartibi.

Har bir talabaning laboratoriyadagi faoliyatini aks ettiruvchi hujjati, uning laboratoriya amaliy mashg'ulotlari uchun ish daftaridir. Laboratoriyada ishlayotgan har bir talaba o'tkazgan tajribani bajarish uslubi, kuzatilgan natijalar, reaksiya tenglamalari va chiqarilgan xulosalar, belgilangan shaklda ish daftariga qayd qilinadi. Dastlab ish daftariga amaliy mashg'ulotlarning tartib nomeri, nomi va mashg'ulot o'tkazilgan kun qayd etiladi.

Amaliy mashg'ulot vaqtini tejash va uni chuqur o'zlashtirish maqsadida, tajribalarni bajarish uslublarini, tajribalar yuzasidan berilgan topshiriqlarga javoblar oldindan mustaqil ravishda uyda o'rganiladi. Lozim topilsa reaksiyani bajarish uchun asboblari sxemasi tuziladi. Tajribaning laboratoriya ishini bajarish jarayonida kuzatilgan natija asosida xulosa yoziladi. Talabalar xulosa yozishga katta e'tibor berishlari kerak. Chunki, tajribalardan olingan barcha kuzatishlarni umumlashtirib, yozilgan xulosalar talabaning o'rganilayotgan mavzuni qay darajada o'zlashtirganidan dalolat beradi. Amaliy mashg'ulotda rejalashtirilgan barcha ishlar to'liq bajarilgandan so'ng, talaba ish yuzasidan o'qituvchining 2-3 ta sinov savollariga javob berib, joriy baholash topshiradi. Ish daftariga olingan reyting ballari o'qituvchi tomonidan qayd qilinib, imzo qo'yiladi.

I BOB Termokimyo reaksiya va jarayonlar

Reja:

- 1.1. Tuzlarning erish issiqligini aniqlash.
- 1.2. Kalorimetr doimiyligini topish.
- 1.3. Neytrallanish issiqligini topish
- 1.4. Suvsiz mis (II) sulfatning erish issiqligini aniqlash.
- 1.5. Suvsiz mis (II) sul'fat kristallgidratining erish issiqligini aniqlash.
- 1.6. Sirka kislotaning dissotsialanish issiqligi topish

Tayanch iboralar: Tuz, erish issiqligi, ekzotermiya, endotermiya, termokimyo, issiqlik effekti, Gess qonuni, neytrallanish reaksiyasi.

Nazariy qism

Eritma konsentratsiyasi yuqori bo'lsa, erigan modda molekulalarining bir-biri bilan o'zaro ta'siri ham kuchli bo'lib, bu ham eritmaning xossalarini anchagina o'zgartirib yuboradi va ulami o'rganish qiyinlashadi. Shu sababli eritmalarning ko'p xossalari suyultirilgan eritmalar uchun keltirib chiqarilgan. Suyultirilgan eritmalarda erigan modda zarrachalari orasida o'zaro ta'sir shu qadar kuchsizki, u eritmaning xossalariga deyarli ta'sir etmaydi. Suyultirilgan eritmalarning xossalari erigan moddalarning zarrachalari tarkibiga va ularning o'lchamiga bog'liq bo'lmaydi, shu jihatdan suyultirilgan eritmalar gazlarga o'xshaydi. Bunday eritmalarning xossalari hajm birligidagi zarrachalar soniga ya'ni, konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi, xolos. Endi eritmalar uchun xos bo'lgan osmos hodisasi bilan tanishamiz. Biror moddaning bitta erituvchida ikki xil konsentratsiyali eritmasidan olib ulami o'zaro yarim o'tkazgich parda (to'siq) bilan ajratamiz. Bunda parda erituvchi molekulalarni o'tkazib, erigan modda molekulalarini tutib qoladi deb faraz qilamiz. Ko'p hayvon va o'simlik to'qimalari ana shunday parda vazifasini o'tay oladi. Eritmalar bir-biridan ana shunday parda yordamida ajratilganda erituvchi molekulalari past konsentratsiyali eritmada yuqori konsentratsiyali eritmaga o'ta boshlaydi. Aslida erituvchi yuqori konsentratsiyali eritmada past konsentratsiyali eritmaga ham o'tadi, lekin bunda juda oz molekulalar o'tganligi sababli uni hisobga olmasa ham bo'ladi. Erituvchi molekulalari past konsentratsiyali eritmada (yoki toza erituvchidan) yuqori konsentratsiyali eritmaga o'tganida eritmaning hajmi ortadi va konsentratsiyasi pasayadi. Bu hodisa (erituvchining parda orqali eritmaga o'tishi) osmos hodisasi deyiladi. Erituvchi molekulalari yuqori konsentratsiyali eritmaga o'tishida unga qandavdir 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. Bunda o'simliklarning barg hujayrasi sirtidagi qobiq yana o'zining avvalgi holiga keladi. O'simliklardagi osmos hodisasini dastlab nemis olimi V. Pfeffer kashf etgan va o'rgangan. U o'zi yasagan osmometr yordamida osmotik bosimning haroratga va eritmaning konsentratsiyasiga bog'liqligini aniqlagan. Eritmaning osmotik bosimini o'lchash uchun devorlari yarim-o'tkazgich xususiyatiga ega, uchi nay qilib cho'zilgan idishga eritma solib, botirib qo'yiladi. Bundan tashqari, idishdagi suv ichki idishdagi eritmaning gidrostatik bosimi ham orta boshlaydi va suv molekulalarining teskariga, ya'ni ichki idishdan tashqi idishga o'tishi ham ko'payadi. Nihoyat naydagi ko'tarilayotgan eritmaning balandligi ma'lum darajaga yetgach (h), suvning tashqi idishdan ichki idishga o'tish tezliklari tenglashadi va nayda eritma ko'tarilmay qoladi. Ana shunday muvozanatga to'g'ri keladigan bosim osmotik bosimni bildiradi. Shunday qilib, yarim o'tkazgich to'siq bilan ajratilganda sof erituvchi bilan muvozanatga keltirish uchun eritmaga quyilishi lozim boigan bosim osmotik bosimga teng. Tajribalarning ko'rsatishicha, juda suyultirilgan eritmalarda osmotik bosim p erigan moddaning konsentratsiyasiga (sistema) va absolut haroratga to'g'ri mutanosib bo'ladi: $PV = CRT$ Bunda R universal gaz doimiysi. Bu tenglama ideal gazlarning holat tenglamiga ($pV = nRT$) juda o'xshaydi, faqat p o'rniga va n o'rniga eritmaning konsentratsiyasi C olingan. U quyidagicha ta'riflanadi: agar erigan modda eritma haroratida gaz

holatida bo‘lib, eritma hajmiga teng hajmni egallaganda edi, bu gazning bosimi eritmaning osmotik bosimiga baravar bo‘lar edi. Bu qonun eritmalarning osmotik bosimi konsentratsiya va absolut haroratigagina bog‘liq bo‘lib, eruvchi modda tabiatiga bog‘liq emasligini ko‘rsatadi.

Gess qonuni. Gess qonuni termodinamika 1-qonunining matematik mahsuli bo‘lib, termokimyoning nazariy asosini tashkil qiladi. Gess qonunining quyidagi ta’riflari bor:

-kimyoviy reaksiyalarning issiqlik effekti (ichki energiya o‘zgarishi) dastlabki va oxirgi moddalar holati bilan tarkibiga bog‘liq bo‘lib, reaksiya olib borilgan yo‘lga bog‘liq emas;

-har qanday yopiq jarayon uchun (sistema dastlabki holatga qaytadigan) izoxorik yoki izobarik jarayonlarda chiqarilgan yoki yutilgan issiqlikning algebraik yig‘indisi har doim nolga tengdir.

Yopiq siklik sistemalarda holat funksiyalari o‘zgarmaganligidan yuqoridagi ikki ta’rif kelib chiqadi.

$$\oint dU = 0; \quad \oint dH = 0$$

Termokimyoviy tadqiqotlarda termodinamikaning 1-qonunini turli fizik-kimyoviy jarayonlarning (kimyoviy reaksiyalar, fazaviy o‘tishlar, kristallanish jarayonlari, erish, bo‘kish, ho‘llanish va boshqa jaryonlar) issiqlik effektlarini hisoblashga tatbiq qilinishi ko‘rib chiqiladi.

Izoxorik va izobarik jarayonlardagi reaksiya issiqligi reaksiyaning issiqlik effekti deyiladi (ushbu jarayonlarda faqat kengayish ishi bajarilishi mumkin). Endotermik reaksiya issiqlik yutilishi bilan boradi va musbat bo‘ladi. Ekzotermik reaksiya issiqlik chiqishi bilan boradi va manfiy deb qabul qilingan.

tenglamadan $p = \text{const}$ da

$$\Delta H = \Delta U + p\Delta V \quad \text{va} \quad W = \Delta nRT$$

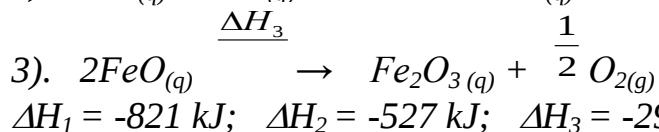
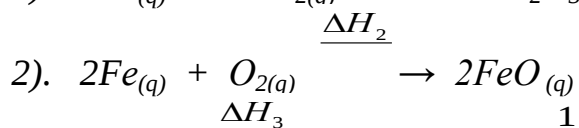
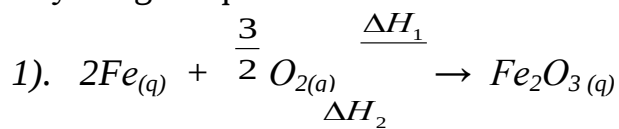
tenglamadan:

$$\Delta H = \Delta U + \Delta nRT$$

ΔU ma’lum bo‘lsa tenglamadan ΔH ni topish mumkin.

Agar reaksiya kondensirlangan (suyuq va qattiq) fazalarda borayotgan bo‘lsa, ΔH va ΔU lar orasidagi farqni hisobga olmasa bo‘ladi, chunki hajm o‘zgarishi deyarli kuzatilmaydi.

Termokimyoviy tenglamalarni yozayotganda reagentlarning agregat holatlari va reaksiyaning issiqlik effekti ko‘rsatiladi:



$$\Delta H_1 = -821 \text{ kJ}; \quad \Delta H_2 = -527 \text{ kJ}; \quad \Delta H_3 = -294 \text{ kJ}.$$

Gess qonuni bo‘yicha ikkita reaksiyaning issiqlik effekti ma’lum bo‘lsa, uchinchisini aniqlash mumkin:

1-yo'l bo'yicha borayotgan reaksiyaning issiqlik effekti 2-yo'ldan borayotgan 2ta reaksiya issiqlik effektlarining yig'indisiga teng.

Gess qonunidan quyidagi xulosalar kelib chiqadi.

–Lavuaze-Laplas qonuni. Kimyoviy birikmaning parchalanish issiqlik effekti ΔH_{21} , uning hosil bo'lish issiqlik effekti ΔH_{12} ga, absolyut son jihatidan teng bo'lib, ishora unga qarama-qarshi qiymatga egadir. Yopiq jarayon bo'lgani uchun (1-2-1), Gess qonuni bo'yicha:

$$\Delta H = \Delta H_{12} + \Delta H_{21} = 0, \quad \text{bundan} \quad \Delta H_{12} = -\Delta H_{21}$$

–Ikki reaksiya borayotgan bo'lsa va u har xil oxirgi holatga olib kelsa, bu ikki reaksiya issiqlik effektlarining ayirmasi 1-oxirgi holatdan 2-siga o'tish issiqlik effektiga ΔH_{32} teng.

Gess qonunini ta'rifidan: $\Delta H = \Delta H_{12} + \Delta H_{23} + \Delta H_{31} = 0$;

$$\Delta H_{12} - \Delta H_{13} = -\Delta H_{23}, \text{ chunki } 1\text{-xulosadan } \Delta H_{31} = -\Delta H_{13}; -\Delta H_{23} = \Delta H_{32}.$$

$$\text{Shuning uchun,} \quad \Delta H_{12} - \Delta H_{13} = \Delta H_{32}$$

Har xil boshlang'ich holatga ega bo'lgan ikki reaksiya issiqlik effektlarining ayirmasi bir boshlang'ich holatdan ikkinchisiga o'tish issiqlik effektiga teng.

Yopiq sikl (1-3-2-1) uchun Gess qonuni bo'yicha $\Delta H = 0$ yoki $\Delta H_{13} + \Delta H_{32} + \Delta H_{21} = 0$ bundan $\Delta H_{13} - \Delta H_{23} = \Delta H_{12}$

Kimyoviy reaksiyalarning issiqlik effekti mahsulotlar hosil bo'lish issiqliklarining yig'indisi bilan boshlang'ich moddalar hosil bo'lish issiqliklari yig'indisi orasidagi ayirmaga teng:

$$\Delta H_{reaksiya}^0 = \sum v_{mahs.} \Delta H_f^{mahs.} - \sum v_{b..m.} \Delta H_f^{b.m.}$$

bu yerda: $\Delta H_{reaksiya}^0$ – reaksiyaning issiqlik effekti; $\sum v_{mahs.} \Delta H_f^{mahs.}$ – mahsulotlarning hosil bo'lish issiqliklari yig'indisi; $\sum v_{b..m.} \Delta H_f^{b.m.}$ – boshlang'ich moddalar hosil bo'lish issiqliklari yig'indisi; $v_{mahs.}$ va $v_{b..m.}$ – stexiometrik koeffisientlar.

–Har qanday reaksiyaning issiqlik effekti boshlang'ich moddalar yonish issiqliklari yig'indisi bilan mahsulotlar yonish issiqliklari yig'indisining ayirmasiga teng:

$$\Delta H_{reaksiya} = \sum v_{b..m.} \Delta H^{b..m.} - \sum v_{mahs.} \Delta H^{mahs.}$$

Issiqlik sig'imining temperaturaga bog'liqligi. Termodinamik hisoblarda reaksiyada qatnashayotgan moddalarning issiqlik sig'imini va uning haroratga bog'liqligini bilish kerak. Turli haroratlar uchun issiqlik sig'imi tajribada aniqlanadi yoki nazariy hisoblanadi.

Issiqlik sig'imining turli haroratlardagi tajribaviy qiymatlari quyidagi empirik darajali qatorlar bilan ifodalanadi (interpolyasion tenglamalar):

$$C_p = a + bT + c/T^2 \quad \text{yoki} \quad C_p = a + bT + cT^2 + dT^3$$

bu yerda a, b, c, d – empirik konstantalar.

Kirxgoff qonuni. Kimyoviy reaksiyalarning issiqlik effekti faqat ta'sirlashayotgan moddalarning tabiatigagina emas, balki tashqi sharoitlarga ham bog'liq, avvalambor haroratga. Kirxgoff qonuni jarayon issiqlik effektining haroratga qarab o'zgarishini ko'rsatadi va unga ko'ra biror jarayon issiqlik effektining termik koeffisienti sistema umumiy issiqlik sig'imining o'zgarishiga tengdir. Kirxgoff tenglamasini keltirib chiqarish uchun

$$Q_v = -\Delta U_v = -(U_2 - U_1) \quad (1)$$

deb qabul qilamiz, bu yerda U_2 va U_1 –sistemaning boshlang‘ich va oxirgi holatlari ichki energiyasi. Bu tenglamadan harorat bo‘yicha xususiy hosilasini olsak,

$$\left(\frac{\partial Q}{\partial T}\right)_v = -\left[\left(\frac{\partial U_2}{\partial T}\right)_v - \left(\frac{\partial U_1}{\partial T}\right)_v\right] = -[\Sigma C_v^{\text{II}} - \Sigma C_v^{\text{I}}] = -\Delta C_v \quad (2)$$

bo‘ladi, bu yerda ΣC_v^{II} va ΣC_v^{I} –reaksiya tenglamasidagi stexiometrik koeffitsientlarni hisobga olgan holda, reaksiya mahsulotlari va boshlang‘ich moddalarning o‘zgarmas hajmdagi isiqlik sig‘imlarining yig‘indilari;

$\Delta C_v = \Sigma C_v^{\text{II}} - \Sigma C_v^{\text{I}}$ – issiqlik sig‘imlarining algebraik yig‘indisi bo‘lib, reaksiyaga kirishayotgan moddalarning issiqlik sig‘imlari manfiy ishora bilan, hosil bo‘layotganlarniki musbat ishora bilan olinadi. Issiqlik effektining absolyut qiymati o‘zgarmas hajmda ichki energiyaning o‘zgarishiga tengligini hisobga olib, tenglamani integrallasak,

$$\Delta U_T = \Delta U_{298}^0 + \int_{298}^T \Delta C_v dT \quad (3)$$

hosil bo‘ladi, bu yerda ΔU_{298}^0 – harorat 298K bo‘lganda sistema ichki energiyasining o‘zgarishidir. O‘zgarmas bosimda boruvchi jarayonlar uchun xuddi yuqoridagiga o‘xshash: $Q_p = -\Delta H_p = -(H_2 - H_1)$ (4)

$$\left(\frac{\partial Q_p}{\partial T}\right)_p = -\left[\left(\frac{\partial H_2}{\partial T}\right)_p - \left(\frac{\partial H_1}{\partial T}\right)_p\right] = -[\Sigma C_p^{\text{II}} - \Sigma C_p^{\text{I}}] = -\Delta C_p \quad (5)$$

Issiqlik effektining absolyut qiymati o‘zgarmas bosimda entalpiyaning o‘zgarishiga tengligini (4) hisobga olib, (5) tenglamani integrallasak:

$$\Delta H_T = \Delta H_{298}^0 + \int_{298}^T \Delta C_p dT \quad (6)$$

Kirxgoffning (3) va (6) tenglamalari kimyoviy termodinamikada keng qo‘llaniladi, chunki ular standart sharoitdagi ma‘lumotlar asosida turli haroratdagi issiqlik effektlarni topish imkoniyatini beradi. Kirxgoff tenglamalarini echish uchun ta’sirlashayotgan moddalar S_v va C_p qiymatlarining haroratga bog‘liqligini bilish kifoyadir.

Issiqlik effektining berilgan T haroratdagi qiymatini aniqlash uchun yuqoridagi integralning quyi va yuqori chegaralari qo‘yidagi tenglamalardan foydalanib hisoblanadi

$$\Delta H_T = \Delta H_{298}^0 + \int_{298}^T \Delta a \cdot dT + \int_{298}^T \Delta b \cdot T dT + \int_{298}^T \Delta c \cdot T^{-2} dT + \int_{298}^T \Delta c \cdot T^2 dT + \int_{298}^T \Delta d \cdot T^3 dT \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \Delta H_T = \Delta H_{298}^0 &+ \Delta a \cdot T - \Delta a \cdot 298 + \Delta b \cdot \frac{T^2}{2} - \Delta b \cdot \frac{298^2}{2} - \Delta c \cdot \frac{1}{T} + \frac{\Delta c}{298} + \\ &+ \frac{\Delta c \cdot T^3}{3} - \Delta c \cdot \frac{298^3}{3} + \Delta d \cdot \frac{T^4}{4} - \Delta d \cdot \frac{298^4}{4} \end{aligned} \quad (8)$$

va ularning farqi standart sharoitda aniqlangan issiqlik effektiga tuzatma sifatida qo'shiladi.

AMALIY QISM

1. Kalorimetrik sistemaning issiqlik sig'imini aniqlash

Kalorimetrik sistemaning issiqlik sig'imini kalorimetrik suyuqlik va u bilan tutashgan kalorimetrning barcha qismlari (stakan, aralashtirgich, termometr, modda) yig'indisi sifatida (8) tenglamadan hisoblanadi. Termometrning issiqlik sig'imi uning kalorimetrik suyuqlikka tushirilgan qismi egallagan hajmni shisha va simobning o'rtacha hajmiy issiqlik sig'imiga ko'paytirish orqali hisoblanadi: $1,925 \text{ J/sm}^3 \cdot \text{K}$. Termometrning suyuqlikka botirilgan hajmini o'lchov silindrida aniqlab olinadi. Qo'llanilayotgan materiallarning solishtirma issiqlik sig'imlarini darslikdan qarang.

2. Bekmanning metastatik termometrda simob sathini o'rnatish

Bekmanning metastatik termometrining oddiy termometrda farqi shundaki, uning kapillyari yuqori qismidagi simob uchun mo'ljallangan qo'shimcha rezervuar bilan ulangan bo'ladi. Ushbu moslama termometrning pastki qismidagi simobning miqdorini o'zgartirishga va kapillyarda simobning bizga kerak bo'lgan sathini o'rnatishga imkoniyat beradi. Termometrning shkalasi odatda 5-6 gradusga bo'lingan va har bir kichik bo'lakchalar 0,01 gradusni tashkil qiladi. Shuning uchun lupadan foydalanib o'lchashlarni 0,002-0,003 gradus aniqlikda o'tkazish mumkin. Bekman termometrini kalorimetrik suyuqlikka botirilganda simobning sathi shkalaning o'rta qismida bo'lishini ta'minlaydigan qilib sozlanadi. Agar u shkalaning pastki qismida yoki shkaladan pastda to'xtab qolsa, yuqori rezervuardan pastki asosiy rezervuarga qo'shimcha simob o'tkaziladi.

3. ΔT ni aniqlash

Kalorimetr doimiysi C_k ni aniqlagandan, Bekman termometrini sozlagandan va kalorimetrik qurilmani yig'gandan keyin bevosita ΔT ni aniqlashga o'tiladi. Tajriba vaqtida tashqi qobiq bilan issiqlik almashinishi, shuningdek aralashtirish natijasida isishi hisobiga kalorimetrik sistemaning temperaturasi o'zgargani tufayli, ΔT ning haqiqiy qiymati o'lchangan ΔT dan farq qiladi. Issiqlik almashinishidagi o'zgarishlarni $T=f(\tau)$ bog'liqlikni o'rganib tuzatma kiritish orqali hisobga olinadi (rasmga qarang). Barcha tajriba 3ta davrga bo'linadi: dastlabki (kamida 5 minut), asosiy (jarayon tezligiga bog'liq) va yakuniy (kamida 5 minut). $T=f(\tau)$ bog'liqlikni tuzish uchun har 30 sekunda termometrning ko'rsatkichlari yozib boriladi. Grafik 1-2 mm $0,01^\circ\text{C}$ ga mos kelgan masshtabda chiziladi (haroratlar o'qida uzilish qilish mumkin). ΔT ni grafik yordamida bunday aniqlash issiqlik almashinishida yo'qotilgan va aralashtirish natijasida qabul qilingan issiqlikning qiymatini hisobga olishga imkon beradi.

4. Tuzning suvda integral erish issiqligini o'lchash

Stakanga 500ml distillangan suv quyiladi. Ampulaga 5g maydalangan quruq tuz solinadi. Ampulani kalorimetrik suyuqlikning ichiga botirib mahkamlanadi, 10-15min termostatlanadi, so'ngra temperatura ko'rsatkichlarini yozib

boriladi(dastlabki davr). O'n birinchi ko'rsatkichda ampula sindiriladi va eritmadan olib qo'yiladi, shu sababli (1) tenglamadan C_k ni hisoblayotganda uning issiqlik sig'imi hisobga olinmaydi. Jarayonning ΔT qiymati aniqlangandan keyin integral erish issiqligi (2) tenglamadan hisoblanadi. ΔH_{erish} issiqligini uchta o'lchashning o'rtachasi sifatida olinadi va J/mol larda ifodalandi.

5. Kristallogidratlarning hosil bo'lish issiqligini o'lchash

Suvsiz tuzning va kristallogidratning integral erish issiqliklari o'lchanadi va Gess qonuni bo'yicha (3) tenglamadan kristallogidratning hosil bo'lish issiqligi hisoblanadi. Suvsiz tuz va kristallogidratlar hosil bo'layotgan eritmalarning konsentratsiyalari bir xil bo'lishini ta'minlaydigan miqdorlarda olinadi. Suvsiz tuz solingan ampulaning og'zini tiqin bilan berkitib qo'yish kerak (havoning namini o'ziga yutmasligi uchun).

6. Neytrallanish issiqligini o'lchash

Har qanday kuchli bir asosli 1 mol kislotaning kuchli asoslar bilan neytrallanish reaksiyasi suyultirilgan suvli eritmalarida deyarli bir xil ekzotermik effekt bilan boradi: 298 K da $\sim 55,900$ kJ/mol. Ushbu issiqlik effekti gidratlangan vodorod va gidroksil ionlaridan suyuq suv hosil bo'lish reaksiyasiga mos keladi:



Kislotaning ishqor bilan solishtirma Δh_{sol} (1g eritmasi uchun) va molyar ΔH_m (kislotaning 1moli uchun) neytrallanish issiqliklari (4) va (5) tenglamalardan aniqlanadi.

Kalorimetrik stakanga NaOH ning 0,2% li (0,1N li) eritmasidan 500sm^3 quyiladi. Bo'sh va to'ldirilgan stakanlarni 0,1g aniqlikda tortib ularning farqidan ishqor eritmasining massasi aniqlanadi. Termostatlagandan va boshlang'ich davridagi temperaturalar aniqlangandan so'ng, ishqor eritmasiga oldindan tushirib qo'yilgan 10sm^3 10% li (yoki 5,0N li) H_2SO_4 ning eritmasi solingan ampula sindiriladi. Eritmani aralashtirib turgan holda asosiy davrdagi temperatura o'zgarishlari yozib boriladi. Temperatura o'zgarishlari to'xtagandan keyin ham, yakuniy davrning nuqtalarini aniqlash maqsadida, o'lchashlar davom ettiriladi. So'ngra ΔT ning qiymati $T=f(\tau)$ grafikdan aniqlanadi (rasmga qarang) va jarayonning issiqlik effekti ΔH_k hisoblanadi.

Kislota eritmasini ishqor eritmasiga quygandagi umumiy issiqlikka neytrallanish issiqligidan tashqari kislotani ishqorda suyultirish issiqligi ham kiradi (ishqor eritmasining hajmi katta bo'lganligi sababli faqat kislotaning suyultirish issiqligini hisobga olamiz). Kislotaning suyultirish issiqligi $\Delta H_{suyul.}$ ni 10sm^3 5,0 N li kislotani 500sm^3 distillangan suvga (ishqor eritmasiga emas!) qo'shgandagi issiqlik effektini o'lchab topamiz. Sulfat kislotaning suyultirish issiqligi ham ekzotermik bo'lganligi sababli, uning qiymatini umumiy neytrallanish issiqligi ΔH_k dan ayirib tashlanadi. Olingan natijalar jadvalga tushiriladi.

1-jadval

Kalorimetrik sistemaning issiqlik sig'imini hisoblash

Sistema qismlari	g, gramm	C _k	
		Solishtirma, J/g*K	Umumiy, J/ K
Stakan.			
Aralashtirigich.			
Kalorimetrik suyuqlik (suv yoki 0,1 N li ishqor).			
Modda miqdori yoki 5 N li kislotaning hajmi. .			
Bekman termometrining suyuqlikka botgan qismining hajmi.			
C _k =ΣC _{p,i} g _i			

2-jadval

Erish, kristallogidrat hosil bo'lish va neytrallanish issiqliklarini o'lchash natijalari

T⁰C= ; V_{kal. suyuq.}=500sm³; m_{NaOH}=0,1 N; V_{kisl.}=10 sm³; m_{kisl.}=5,0 N.

Moddaning nomi	M odda miqdori, g	M	Δ T	H _{erish}	H _{suv} siz	H _{kr}	H _{gidr.x.b}	H _k	H suyu lt.	H neyt	h sol., /g
				J/mol							
K ₃ [Fe(CN) ₆]	5,0	328,8	Δ T _{erish} =								
CuSO ₄	5,0	159,5	Δ T _{erish} =								
CuSO ₄ *5H ₂ O		249,5	Δ T _{erish} =								
NaOH	500 ml	40	Δ T _k = Δ T _{suyul} =								
H ₂ SO ₄	10 ml	96									
H ₂ O	500 ml	18									

Hisoblash formulalari:

$$C_k = \sum C_{p,i} g_i \quad (1),$$

C_k – kalorimetrik sistemaning issiqlik sig'imi;

C_{p,i} – kalorimetr qismlarining solishtirma issiqlik sig'imlari;

g_i – kalorimetr qismlarining massalari.

$$\Delta H_{erish} = C_k \Delta T_{M/g} \quad (2),$$

ΔH_{erish} – moddaning integral erish issiqligi;

ΔT – boshlang'ich va yakuniy davrlardagi Bekman termometri ko'rsatkichlarining farqi;

M – moddaning molekulyar massasi;

g – olingan moddaning massasi.

$$\Delta H_{gidr.} = \Delta H_{suvsiz} - \Delta H_{krist.gidr.} \quad (3),$$

ΔH_{gidr} – kristallogidrat hosil bo‘lish issiqligi;

ΔH_{suvsiz} – quruq tuzning erish issiqligi;

$\Delta H_{\text{krist.gidr}}$ – kristallogidratning erish issiqligi.

$$\frac{\Delta H_k - \Delta H_{\text{suyul.}}}{g_{\text{kisl.}}}$$

$$\Delta h_{\text{sol}} = g_{\text{kisl.}} \quad (4),$$

Δh_{sol} – kislotani ishqor bilan neytrallash solishtirma issiqligi;

$\Delta H_k = C_k \Delta T$ – kislotaning ishqor bilan aralashish issiqlik effekti;

$\Delta H_{\text{suyult.}}$ – kislotani suv bilan suyultirish issiqligi;

$g_{\text{kisl.}}$ – kislotaning massasi.

$$\Delta H_m = \Delta h_{\text{sol}} \cdot \frac{100 \cdot M_{\text{kisl.}}}{P} \quad \text{yoki} \quad \Delta H_m = \frac{\Delta H_k - \Delta H_{\text{suyul.}}}{V_{\text{kisl.}} \cdot m_{\text{kisl.}}} \quad (5),$$

$M_{\text{kisl.}}$ – kislotaning molyar massasi;

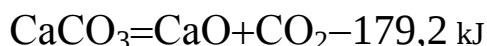
P – kislotaning protsent konsentratsiyasi;

$V_{\text{kisl.}}$ – kislotaning hajmi;

$m_{\text{kisl.}}$ – kislotaning molyar konsentratsiyasi.

Olamdagi har qanday jismda istalgan haroratda molekula va atomlar to‘xtovsiz harakatda bo‘ladi. Jismning harakatdagi ish bajarish energiyasining (ya’ni kitenik energiya) yig‘indisi jismning issiqlik energiyasini tashkil etadi. Deyarli barcha kimyoviy reaksiyalarda issiqlik holidagi energiya yutiladi yoki chiqariladi. Yutilgan yoki chiqarilgan energiya miqdori reaksiyaning issiqlik effekti deyiladi. Issiqlik effekti reaksiyaga kirishayotgan 1 mol modda uchun olinadi va kilokalloriya (kkal.) yoki kj ifodalanadi.

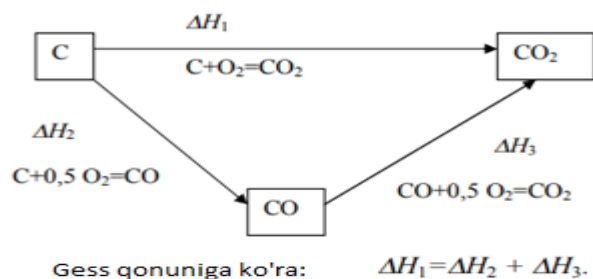
Issiqlik chiqishi bilan boradigan reaksiyalar ekzotermik. Issiqlik yutilishi bilan boradiganlari esa endotermik reaksiyalar deyiladi. Termokimyoda yutilgan issiqlik manfiy, ajralib chiqadigan issiqlik esa musbat ishora bilan belgilanadi. Masalan:



Termodinamikada yutilgan issiqlik musbat, ajralib chiqqan issiqlik esa manfiy ishora bilan belgilanadi. Masalan:



Termokimyoning asosida rus olimi G.I. Gess tomonidan 1836 yilda ta’riflab berilgan quyidagi qonun yotadi. Kimyoviy reaksiyalarning issiqlik effekti reaksiyada ishtirok etadigan moddalarning boshlang‘ich va oxirgi holatiga bog‘liq bo‘lib, boshlang‘ich moddalarning oxirgi holatga qanday yul bilan kelganligiga bog‘liq emas.



Bu qonun yordamida amalda o'tkazilishi qiyin bo'lgan biror bosqichning issiqlik effektini hisoblash mumkin. Masalan: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ kristallogidratning hosil bo'lish issiqligini aniqlashda avvalo suvsiz CuSO_4 , so'ngra $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ tuzining erish issiqliklarini aniqlab, ular orasidagi farq $Q = Q_{\text{CuSO}_4} - Q_{\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}}$ qiymatidan foydalanamiz.

Umumiy ionli aralash elektrolitlarning suvli eritmalarida ion faollik koeffitsientlarini o'lchash: $\text{NaNO}_3 + \text{KNO}_3$, $\text{NaCl} + \text{KCl}$ va $\text{NaBr} + \text{NaCl}$

Tuzlar erish jarayonida: Ularning kristall panjaralari buziladi, molekular ionlarga dissosilanadi, bunda Q_1 miqdor issiqlik yutiladi.

Bu ish $\text{NaNO}_3 + \text{KNO}_3$, $\text{NaCl} + \text{KCl}$ va $\text{NaCl} + \text{NaBr}$ tizimlari uchun umumiy ionli 1:1 aralash elektrolitlarning suvli eritmalaridagi individual ion faollik koeffitsientlari haqida ma'lumot beradi. Bu qiymatlar 298,15 K da ion-selektiv elektrodning elektrod potentsialini o'lchash natijasida olingan. AgCl bilan to'yingan $4 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ KCl eritmasi bilan to'ldirilgan.

$\text{NaNO}_3 + \text{KNO}_3$ va $\text{NaCl} + \text{KCl}$ tizimlari uchun natriyning kation-molal fraktsiyalari 0,75, 0,5 va 0,25, $\text{NaCl} + \text{NaBr}$ tizimi uchun esa xloridning anion molal ulushi 0,5 bo'lgan tajribalar o'tkazildi. $\text{NaNO}_3 + \text{KNO}_3$ uchun yagona ion faollik koeffitsientlari $2,4 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ umumiy nitrat konsentratsiyasi, $\text{NaCl} + \text{KCl}$ va $\text{NaCl} + \text{NaBr}$ tizimlari uchun esa mos ravishda $4 \text{ mol} \cdot \text{kg}^{-1}$ umumiy xlorid va natriy konsentratsiyasiga erishildi. Suyuqlik potentsialining qiymatini baholash uchun Xenderson tenglamasidan foydalanilgan.

1.1. Tuzning erish issiqligini aniqlash.

Bu tajriba ham soddalashtirilgan kalorimetrda bajariladi. Kalorimetrning ichki stakaniga 50 ml (50mg) suv quyung va uni termometr va aralashtirgich o'rnatilgan qopqoq bilan berkiting. Aralashtirgich bilan suvni aralashtiring, besh minutdan keyin suvning haroratini yozib oling va uni t_1^0 bilan belgilang.

O'qituvchining ko'rsatmasi bilan kukun holigacha maydalangan tuzdan 0,04 mol texnik kimyoviy tarozida tortib oling va uni kalorimetrning ichki stakanidagi suvga soling. Tuzni kalorimetrning ichki stakanidagi suvga soling. Tuzni aralashtirgich orqali aralashtirib eriting. Tuz suvda to'liq erigach, eritmaning termometr ko'rsatgan haroratsini yozib oling va uni t_2^0 bilan belgilang.

Tajriba natijalarini yozish va hisoblash:

Kalorimetrdagi suvning massasi $m_{\text{H}_2\text{O}}$ g.

Eritilgan tuzning massasi m_{tuz} g.
 Haroratlar farqi..... $\Delta t = t_2^0 - t_1^0$.
 Tuzning nisbiy molekulyar massasi.... M_r (tuz).
 Tuzning erish issiqligining nazariy qiymati.

$$Q_e = \frac{c \cdot (\Delta t (m_{\text{tuz}} + m_{\text{cyb}}) \Delta t \cdot M_r (\text{tuz}))}{m_{\text{tuz}} \cdot 1000}$$

formuladan tuzning erish issiqligini hisoblang.

Sizga tajriba uchun berilgan suvsizlantirilgan tuzning gidratlanish issiqligini ham aniqlang. Chunki suvsiz tuz suv bilan birikib kristallgidrat hosil qiladi.

1.2. Kalorimetr doimiyligini topish.

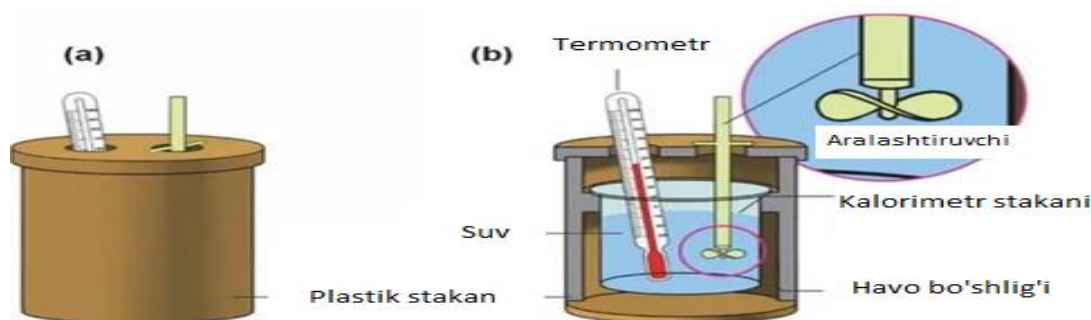
Kerakli asboblari va reaktivlar: Kalorimetr, shtativ, distillangan suv, sekundomer, aralashtirgich (S); termometr (D); Tuzlar: KCl , $CO(NH_2)_2$, $NaCl$, NH_4NO_3 , NH_4Cl , $NaNO_3$, KNO_3 texnik tarozi, 100 va 500 ml hajmli menzurkalar.

Jarayonlarning issiqlik effektini o'lchashda termometr va kalorimetr asbobidan foydalaniladi. Ishlatiladigan termometrni issiqlik darajasi 0,02 – 0,01 atrofida bo'lishi shart. Kalorimetr katta va kichik ikkita stakanlardan iborat, kichik stakan kattasi ichida qo'yilgan yog'och po'kakli probka ustiga joylashtiriladi. Stakanlar devorlari bir- biriga tegmasligi kerak. Ichki stakanga termometr va aralashtirgich tushirilgan bo'ladi. Erish issiqligini aniqlashda kalorimetr asbobi uni o'rab olgan muhit o'rtasidagi, erish jarayonidagi harorat qiymatining o'zgarishini kuzatib borish kerak.

Kalorimetrda tuz erishi paytida ajralgan yoki yutilgan issiqlik miqdori stakan, aralashtirgich, termometr, suv va tuzlardan olinadi yoki aksincha ularga beriladi. Shuning uchun ularning issiqlik sig'irlarini va og'irliklarini (grammda) hisobga olish kerak.

Ish tartibi. Jarayonlarning issiqlik effektini o'lchashda termometr va kalorimetr asbobidan foydalaniladi. Ishlatiladigan termometrni issiqlik darajasi 0,02 – 0,01 atrofida bo'lishi shart. Kalorimetr - katta va kichik ikkita stakanlardan iborat, kichik stakan kattasi ichida qo'yilgan yog'och po'kakli probka ustiga joylashtiriladi. Stakanlar devorlari bir- biriga tegmasligi kerak. Ichki stakanga termometr va aralashtirgich tushirilgan bo'ladi. Erish issiqligini aniqlashda kalorimetr asbobi uni o'rab olgan muhit o'rtasidagi, erish jarayonidagi harorat qiymatining o'zgarishini kuzatib borish kerak.

Kalorimetrda tuz erishi paytida ajralgan yoki yutilgan issiqlik miqdori stakan, aralashtirgich, termometr, suv va tuzlardan olinadi yoki aksincha ularga beriladi. Shuning uchun ularning issiqlik sig'irlarini va og'irliklarini (grammda) hisobga olish kerak.



1-rasm. Kalorimetr.

1. A stakan aralashtirgich bilan birgalikda tarozida tortiladi (m_1).
2. A stakan B stakan ichiga joylashtiriladi va A stakanga 500 ml distillangan suv solinadi (m_2).
3. Biror tuzdan 10 g tortib olinadi (m_3).
4. Termometrni shtativga osib, uning simobli qismi A stakandagi suvga botirib qo'yiladi.
5. Termometr suvga botirilgandan boshlab, har bir minutda, o'zgarmas qiymat bo'lguncha harorat o'lchab boriladi.
6. Suvga avvaldan tortib olingan 10 g tuzni solinadi va 2 minut davomida aralashtirgich yordamida aralashtirilib, tuz eritiladi.
7. Tuz butunlay erib ketgandan keyin, 20 minut davomida, har minut vaqt oralig'ida termometr ko'rsatkichi o'lchanadi. Olingan natijalar (1- a,b,v) jadvalga yozib boriladi.

I- boshlang'ich davr - haroratning xona haroratiga tenglashishini davri

1-jadval

Vaqt (minut)						
Harorat, °C						

II - issiqlikning yutilish davri;

Vaqt (minut)						
Harorat, °C						

III - issiqlik yutilgandan keyingi davr.

Vaqt (minut)						
Harorat, °C						

Jadval natijalari asosida grafik chiziladi. Koordinataning absissa o'qiga vaqt (t), ordinata o'qiga harorat ($T^{\circ}\text{C}$) qo'yiladi. Grafikda 3 davr kuzatiladi:

Grafikdan I va III davrlar orasidagi farq Δt topiladi. So'ngra Δt orqali tuzning erish issiqligi hisoblanadi. Bunday hisoblash uchun quyidagilar berilgan bo'lishi kerak: shisha idishning solishtirma issiqlik sig'imi $C_1=0,2$ kal/gram.grad.; eritmaning solishtirma issiqlik sig'im $C_2=1,0$ kal/gram.grad.; termometr simobli qismining solishtirma issiqlik sig'imi $C_4=0,46$ kal/gram.grad; eritish uchun olingan tuzning solishtirma issiqlik sig'imi C_3 (quyidagi jadval)dan olinadi:

1-Jadval

Tuz	NaCl	NH ₄ Cl	NaNO ₃	KNO ₃	NH ₄ NO ₃	CO(NH ₂) ₂	KCl
C_3	0,978	0,982	0,975	0,976	0,972	0,982	0,975

10 g tuz 500 g suvda eriganda yutiladigan issiqlik miqdori:

$$q=(m_1c_1+m_2c_2+m_3c_3+m_4c_4)\Delta t$$

Tenglamadagi m_4 termometrning suvga botirilgan simobli qismining og'irligi bo'lib, uni shu qismining hajmini 10 ml li menzurka yordamida o'lchash orqali hisoblab topiladi. Simobning solishtirma og'irligi $\rho=13$ gramm/ml.

$$m_4=V \cdot \rho$$

V - termometrning suvga botirilgan simobli qismining hajmi, ml.

Endi, 1 gramm-molekula tuzning erish issiqligi tajribida aniqlanadi. Buning uchun proporsiya tuziladi, ya'ni 10 gramm tuz eriganda q-issiqlik yutilsa, 1 gramm-mol tuz eriganda yutiladigan issiqlik miqdori quyidagi tenglamadan topiladi:

$$Q_{\text{puu}} = \frac{M \cdot q}{10}$$

Bu yerda: M - tuzning molekulyar massasi.

1.3. Neytrallanish issiqligini topish

Tajriba soddalashtirilgan kalorimetrdagi quyidagicha bajariladi:

Kalorimetrning ichki stakanini texnik – kimyoviy tarozida 0,02 g gacha aniqlik bilan tortib oling, so'ngra unga 200 ml distillangan suv va byuretkadagi 10% li ishqor eritmasidan 20 ml quying. Stakanni yana kalorimetrdagi o'z o'rniga joylashtiring va undagi ishqor eritmasining haroratini $|t_1|$ 0,1° aniqlik bilan o'lchang. Boshqa quruq stakanga byuretkadagi 10 % li kislotasi eritmasidan 20 ml o'lchab oling, so'ngra uni voronka orqali kalorimetrning ichki stakanidagi ishqor eritmasiga quying va termometr bilan yaxshilab aralashtiring.

Neytrallanish reaksiyasi nihoyasiga yetib, harorat ortishi to'xtagandan keyin eritmaning maksimal haroratsini $|t_2|$ yozib oling.

Tajriba natijalarini yozish va hisoblash:

Ichki stakanning massasi m_1 , g.

Eritmaning massasi $m_2 = (m_{cys} + m_{uux} + m_{k-ma})$ g

Haroratlar ayirmasi $\Delta t = (t_2 - t_1)$ °C

Eritmaning zichligi 1 g/ml.

Quyidagi formula orqali neytrallanish reaksiyasining issiqlik effektini hisoblab toping:

$$Q_n = \frac{\Delta t (m_1 c_1 - m_2 c_2) \cdot \Xi_{K-Ta}}{m_{K-Ta}} \text{ kJ/mol}$$

Bunda: c_1 - shishaning solishtirma issiqlik sig'imi, 0,753 kJ/g-grad

c_2 - eritmaning solishtirma issiqlik sig'imi, 4,184 kJ/g-grad

Ξ_{K-Ta} - kislotaning ekvivalenti

m_{K-Ta} – kislotaning massasi.

1.4. Suvsiz mis (II) sulfatning erish issiqligini aniqlash.

Eritish issiqligi (ΔH_o) — bu bir moddaning ma'lum miqdorini suvda eritish vaqtida atrof-muhitdan olgan yoki unga bergan issiqlik miqdori (constant pressure sharoitida). Bu termodinamik kattalik, odatda kJ/mol bilan ifodalanadi.

- Agar eritish davomida issiq chiqsa $\rightarrow \Delta H_o < 0$ (ekzotermik).
- Agar issiq so'rilsa $\rightarrow \Delta H_o > 0$ (endotermik).

2. Mis(II) sulfat (CuSO_4) eritish reaksiyasi

Aniq jarayon: $\text{CuSO}_4(\text{s}) \rightarrow \text{Cu}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq})$

Bu reaksiya suv bilan muomala qilganida sodir bo'ladi va issiqlik o'zgarishiga olib keladi.

3. Suvsiz mis (II) sulfatni CuSO_4 ning eritish issiqligi – tipik qiymatlar

Adabiyotlar va eksperimental ma'lumotlarga ko'ra:

Modda ΔH_o (kJ/mol)

Suvsiz mis (II) sulfat CuSO_4 (CuSO_4) ≈ -66.5 kJ/mol

Gidratlangan $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ $\approx +11.7$ kJ/mol

Bu shuni anglatadiki:

- Suvsiz CuSO_4 eritilganda tizim issiqlik ajratadi $\rightarrow$ ekzotermik eritish.
- Gidratlangan kristallar esa suvda eritilganda tizim issiqlik yutadi yoki kamroq chiqaradi.

Eslatma: Turli kitoblar va sharoitlarda qiymatlar ozgina farq qilishi mumkin, lekin ko'pincha 65 –70 kJ/mol atrofida olinadi.

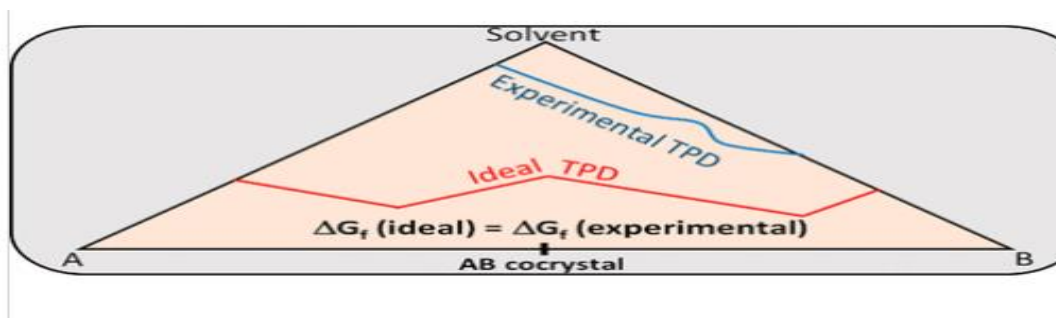
4. Tajribaviy usul — eritish issiqligini aniqlash

Asbob-uskuna

- Kalorimetr (odatda polistiren stakanga o'xshash izolyatsiya),
- Termometr yoki temperaturani o'lchash sensori,
- Anhydrous CuSO_4 namunasi,
- Distillangan suv.

Kokristallarning uch fazali diagrammasiga aralashtirish effektlari va Gibbs hosil bo'lish energiyasini hisoblash.

Kokristalning asosiy termodinamik xususiyati uning hosil bo'lish energiyasi bo'lib, ko'pincha Gibbs hosil bo'lishning erkin energiyasi ΔG_f deb ataladi, bu uning tayyorlanishi va barqarorligi haqida tushuncha berish uchun zarurdir. Kokristalning ΔG_f ni uning eruvchanligi va sof komponentlaridan aniqlashning ko'pgina eksperimental usullari komponentlar orasidagi ideal molekulalararo o'zaro ta'sirlarni nazarda tutadi, ya'ni turli komponentlar orasidagi o'zaro ta'sirlarning kuchi va tabiati sof komponentlar bilan bir xil deb hisoblanadi. Biroq, qiziqish uyg'otadigan ko'pgina real tizimlarda kokristal komponentlari va ularning erituvchi bilan o'zaro ta'siri ko'pincha qutblanish, vodorod bog'lanish moyilligi va dispersiya kuchlaridagi farqlar tufayli ideallikdan chetga chiqadi, bu ularning xususiyatlariga ideal bo'lmagan aralashtirish ta'siriga olib keladi. Ushbu maqolada komponentlar orasidagi ideal bo'lmagan aralashtirish kokristallarning ΔG_f ni aniqlashga qanday ta'sir qilishini tushuntirish uchun uch fazali diagramma (TPD) ishlatiladi va buni aniqlash uchun oddiy tenglama taklif etiladi. Bundan tashqari, bir nechta kokristallarning ΔG_f qiymatlarini aniqlashda TPD dan foydalanish ushbu tenglama yordamida tasvirlangan. Olingan tenglamaning ΔG_f ni aniqlashdagi ahamiyati va chegaralari ham muhokama qilinadi.



2-rasm. Kokristallarning uch fazali diagrammasi

Tuzning gidratlanish issiqligini topish Gidratlanish issiqligi deb, suvsiz quruq tuzdan bir mol qattiq kristallogidrat hosil bo'lish protsessining issiqlik effektiga aytiladi. Odatda bu issiqlik effektini tajriba usuli bilan aniqlab bo'lmaydi. Bu masalani kalorimetr yordamida suvsiz toza tuzni va shu tuz kristallogidratini ko'p miqdordagi suvda erish issiqligini aniqlash va Gess qonunidan foydalanilgan holda hal qilish mumkin. Masalan, mis sulfatning gidratlanishini olaylik. Boshlang'ich

holatda 1 mol kristallik mis sulfatiga va n mol suvga egamiz. $\text{CuSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$; Oxirgi holda: $\text{CuSO}_4 (\text{aq})$ - ya'ni CuSO_4 ning n mol suvdagi eritmasi hosil bo'ladi. Boshlang'ich holatdan oxirgi holatga o'tishni ikki yo'l bilan olib borish mumkin.

1-yo'l: $\text{CuSO}_4 (\kappa) + n\text{H}_2\text{O} = \text{CuSO}_4 (\text{aq}); \Delta H$

2-yo'l: $\text{CuSO}_4 (\kappa) + 5\text{H}_2\text{O} = \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} (\kappa);$

ΔH Gess qonuniga binoan quyidagini yozish mumkin: $\Delta H_1 = \Delta H_x + \Delta H_2$

Bu degan so'z, birinchi yo'l bilan olib borilgan prosessning issiqlik effekti ikkinchi yo'l bilan olib borilgan prosesslar issiqlik effektlarining yig'indisidan iborat. Natijada dan $\Delta H_x = \Delta H_1 - \Delta H_2$ ekanligini ko'rishimiz mumkin. Ishni bajarish uchun $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ tuzini yaxshilab maydalab, ikki marotaba 10 g dan tortib olinadi. Birinchi tortib olingan tuz kristallogidratni erish issiqligini aniqlashga ishlatiladi. Ikkinchi tortib olingan tuzni chinni idishda to ko'k rang yo'qolguncha qizdiriladi. Bunda kristallogidrat tarkibidagi suv chiqib ketadi va suvsiz mis sulfat tuzi qoladi. Suvsiz CuSO_4 ni eritish uchun 400g suv olsak, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ni eritish uchun 396,4 g suv olamiz (3,6 g farq 10 g kristallogidrat tarkibidagi suv miqdori). Ishni bajarish 1- ishda ko'rsatilganidek amalga oshiriladi. Tuzlarning erish issiqliklarini aniqlash Tuzning suvda erishida modda tuzilishining boshqa holatdagi o'zgarishlari kabi, issiqlik yutilishi yoki ajralishi kuzatiladi. Moddalarda sodir bo'ladigan o'zgarishlardagi issiqlik effektlarini 165 o'rganish bilan termokimyo fani shug'ullanadi. Termokimyo asosida 1840 yilda akadimek G.I.Gess tomonidan kashf qilingan qonun yotadi. Bu qonunga binoan, reaksiyaning issiqlik effekti faqat ta'sirlashayotgan moddalarning boshlang'ich va oxirgi holatiga bog'liq bo'lib, ularning bir holatdan boshqa holatga qanday yo'l bilan o'tganligiga bog'liq emas. Bu qonun yordamida aniq o'lchov olib bo'lmaydigan joydagi modda o'zgarishining issiqlik effektini hisoblab topish mumkin. Masalan, to'g'ridan-to'g'ri yo'l bilan o'lchash yordamida kristallgidrat hosil bo'lishining issiqlik kattaligini aniq hisoblash qiyin, chunki suv va suvsiz qattiq moddadan kristallgidrat hosil bo'lishi suvsiz modda kristallarining yuza qavati suv bilan ta'sirlashishi boshlanishida juda tez boradi, so'ngra esa reaksiya tezligi sekinlashadi va tez tugamaydi. Bundan tashqari, moddaning suvda erish jarayoni qiyinlashadi. Ammo termokimyoning asosiy qonuni yordamida suvsiz tuzning va kristallgidratning erish isiqligini o'lchash va birinchi kattalikdan ikkinchisini ayirish bilan kristallgidrat hosil bo'lish issiqligini aniqlash mumkin.

$$Q = Q_{\text{suvsiz tuz}} - Q_{\text{kristallgidrat}}$$

Tuz suvda erishi bilan birga yana ikki jarayon sodir bo'ladi: 1. Modda kristall panjarasining buzilishi va molekulalarning ionlarga dissosilanishi, bunda Q_1 ga teng miqdorda issiqlik yutiladi. 2. Ionlarning gidratlanishi. Bunda Q_2 ga teng miqdorda issiqlik ajraladi. Tuzning erish issiqligi bu ikkala jarayondagi issiqlik

effektlarining algebraik yig'indisiga teng: $Q_{\text{erish}} = Q_2 + Q_1$ Shuning uchun kristall panjarasi mustahkam va eritmalarida qiyin gidratlanadigan moddalarning erishi issiqlik yutilish bilan boradi. Kristall panjarasi mustahkam bo'lmagan, eritmalarida kuchli gidratlangan ionlar (masalan, vodorod yoki gidroksil ionlari) hosil qiladigan moddalarning esa erishi issiqlik ajralishi bilan boradi. Moddaning erish issiqligi 1 mol eriyotgan moddaga to'g'ri keladigan erituvchining miqdori ortgan sari oshib boradi. Agar 1 mol moddaga 100-300 moldan ko'p erituvchi sarflansa, unda eritmaning keyingi suyultirishlari erish issiqligi kattaligini kam o'zgartiradi. Erish issiqligi deb, 1 mol moddaning shunday miqdordagi erituvchida eritilganda yutilayotgan yoki ajralib chiqayotgan issiqlikka 166 aytiladiki, bunda erituvchidan keyingi qo'shilishlarda issiqlik effekti o'zgarishi kuzatilmasligi kerak. O'lchov idishiga tortib olingan distillangan suv qo'yiladi (400- 500), o'lchov ampulasiga avvaldan yaxshilab maydalangan 5-10g quruq tuz solinadi va ampulaga sindirish tayoqchasini solib, uni asta o'lchash idishiga tushiriladi. Shunga e'tibor berish kerakki, suyuqlik yuzasi ampulaning tuzli qismidan nisbatan yuqoriroq turishi lozim, Tuz suyuqlik haroratini egallashi uchun 10-15 minut kutish kerak, so'ngra harorat o'zgarishi kuzatila boshlanadi. 10 ta qiymat olingandan keyin tayoqcha yordamida tuzli ampula extiyotlik bilan sindiriladi va o'lchash davom etiladi. Harorat o'zgarishini yuqorida qayd qilingani kabi, chizma yordamida topiladi. Erish issiqligi quyidagi tenglama orqali hisoblanadi: $g \cdot K_t \cdot M \cdot H \cdot \Delta \cdot \Delta =$ bunda M - tuzning molekulyar og'irligi; g - tuzning og'irligi. Tajribani ikki-uch marotaba qaytariladi va natijalarning o'rtacha qiymati olinib, J/mol birligi orqali ifodalanadi.

Ishning maqsadi. 1. Issiqlik effektlarini o'lchashning kalorimetrik usuli bilan tanishish. 2. Tuzning erish issiqligini aniqlash. 3. Suvsiz tuzdan kristallgidrat hosil bo'lish issiqligini aniqlash.

Kerakli asbob va reaktivlar: Aralashtirgichli shisha idish yoki 0,5 l hajmli Dyuar idishi; 0,5 l hajmli stakan; Bekman termometri; tuz uchun ampula; shisha tayoqcha; analitik tarozi; chinni havoncha; texnik tarozi; analitik tarozi; sekunderli soat; KNO_3 ; $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$; suvsiz CuSO_4 . Asbobning tuzilishi. Tuzning erish issiqligini aniqlash uchun kalorimetrdan foydalanish mumkin. Kalorimetr 500 ml hajmli Dyuar idishi (1) ga tiqin (3) bilan o'rnatilgan Bekman termometri (4), tuz uchun probirka (5) (ampula) , shisha tayoqcha (6) dan iborat (2-rasm). Kalorimetr doimiysini aniqlash. Kalorimetrdan borayotgan jarayonning issiqlik effektini hisoblash uchun kalorimetr doimiysini, ya'ni termometrli, aralashtirgichli, probirkali, suvli va tuzli kalorimetrlarni 10C ga isitish uchun talab etiladigan issiqlikning kaloriyalardagi miqdorini bilish lozim. Δt temperaturagacha isitish uchun quyidagi miqdorda issiqlik sarflanadi:

$n \cdot K_t \cdot Q \cdot \Delta =$ Bu yerda Q -tuzning erish issiqligi; n -tuzning mollar miqdori; Δt -kalorimetrdan topilgan temperatura o'zgarishi; K - kalorimetr doimiyligi. Kalorimetr

doimiyligi K ni qandaydir tuzning erish issiqligi bilan, masalan, kaliy nitratning erish issiqligini bilgan holda aniqlash mumkin. Buning uchun chinni havonchada kaliy nitrat (5-7g) yaxshilab eziladi. Bo'sh ampula shisha tayoqcha bilan birgalikda 0,01 g aniqlik bilan o'lchanadi, unga 5 g miqdorida ($\approx 0,05$ mol) tuz o'lchab solinadi va yana o'lchanadi. Massalar farqidan tuzning massasi topiladi. Dyuar shisha idishi tiqinsiz holda 0,1 g aniqlikda texnik tarozida o'lchab olinadi va 18°C temperaturali distillangan suvdan 300 ml atrofida quyiladi. Suvli idish yana o'lchanadi va massalar farqidan suvning massasi topiladi.

Kalorimetr asbobining sxemasi 1-Dyuar idishi, 2-shtativ, 3-rezina tiqin, 4-Bekman termometri, 5-ampula, 6-shisha tayoqcha, 7-aralashtirgich. Kalorimetr tiqin bilan yopiladi va unga Bekman termometri, aralashtirgich va tuzli ampula o'rnatiladi. So'ngra avval suv, keyin tuz eritmasi harorati Bekman termometri yordamida aniqlanadi. Kaliy nitratning erishi issiqlik yutilishi bilan borganligi uchun simob meniski Bekman termometri shkalasining yuqorigi qismida turishi lozim. Kalorimetrning tashqi muhit bilan issiqlik almashinishini hisobga olgan holda va tajriba vaqtidagi temperaturaning haqiqiy o'zgarishini aniqlash uchun kalorimetrik jarayon 3 bosqichga bo'linadi: 1.Dastlabki bosqich 5 minut davom etadi; 2.Asosiy bosqich – tuzning erish jarayoni; 3. So'nggi bosqich – 5 min. Kalorimetrdagi suvni aralashtirib turib, tashqi muhit bilan issiqlik almashinishi natijasida temperaturaning o'zgarishi kuzatiladi. Har yarim minutda temperatura bir xil o'zgarishda davom etsa, har yarim minut ichida 5 min davomida 0,002 grad. aniqlikda temperatura hisoblashlari o'tkaziladi. Shundan so'ng tuzning hammasi suvga tushishi uchun tayoqcha bilan tuzli ampula sindiriladi va eritmani aralashtirib, yuqoridagidek belgilangan holda temperatura o'zgarishi kuzatiladi (asosiy bosqich). Agar temperatura juda tez pasaysa va uni minglik, hatto yuzlik ulushdagi gradusda kuzatish qiyin bo'lsa, unda uni kichik aniqlikda (yuz ulushli gradusgacha) hisoblanadi. Asosiy bosqichning tugashi va so'nggi bosqichning boshlanishini temperaturaning yana bir xil o'zgarishidan aniqlanadi. So'nggi bosqichda temperatura dastlabki bosqichdagidek 5 minut davomida belgilanadi. Vaqt oralig'ida harorat o'zgarishining grafigi Tuzning erish harorati o'zgarishini aniq hisoblash uchun millimetrli qog'ozda grafik chiziladi, bunda absissa o'qiga vaqt, ordinata o'qiga esa har 0,5 minutdagi temperatura ko'rsatkichlari qo'yiladi. Hosil bo'ladigan taxminiy diagramma rasmda keltirilgan, bunda AB- dastlabki bosqich, BD-asosiy va DE- so'nggi bosqich. Jarayonning borish vaqtida kalorimetr va tashqi muhit o'rtasida issiqlik almashinuvi sodir bo'lganligi tufayli tuz erishi sababli temperaturaning o'zgarishiga tuzatish kiritish lozim. Buning uchun dastlabki bosqich haroratlarini tutashtiruvchi chiziqni o'ngga davom ettirib, so'nggi bosqich chizig'ini chapga davom ettiriladi. Asosiy bosqich o'rtasidagi C – nuqtadan punktir chiziqqacha ordinata o'qiga parallel to'g'ri chiziq o'tkaziladi.

Nuqtalar orasidagi Δt oraliq tuzning erishi natijasida kuzatilgan temperatura o'zgarishiga teng bo'ladi. Δt qiymatni aniqlab tenglama bo'yicha kalorimetr doimiysi hisoblab topiladi: $t \cdot Q \cdot n \cdot K \cdot \Delta \cdot = (3)$ Bu yerda Qerish - ma'lum bo'lgan tuzning erish issiqligi, n – tuzning mol miqdori, Δt – tuzning erishi natijasida tajribada topilgan kalorimetrdagi temperatura o'zgarishi. Kaliy nitrat uchun 180C dagi erish issiqligi: Qerish = $-35,62 \cdot 103 \text{ j/mol} = -8,52 \text{ kkal/mol}$. Ishni bajarish uchun 3 o'lchash idishga 400-500 sm^3 erituvchi suyuqlik qo'yiladi. Suyuqlikning og'irlik miqdori bo'sh idish va suyuqlik solingan idish og'irligini $\pm 0,5$ aniqlikda tortib olish orqali aniqlanadi. Suyuqlik harorati 1 izotermik qobiq haroratiga yaqin bo'lishi kerak. So'ngra ampulaga sinalayotgan modda solinadi. Moddaning og'irligini bo'sh ampulaning og'irligi va modda bilan birgalikdagi og'irligi farqini 0,0002 aniqlikda aniqlanadi. Suyuqlik solingan 3 idishni 1 izotermik qobiq ichiga solib, 4 qopqoq berkitiladi va maxsus teshikcha orqali modda solingan ampulani tushiriladi. Kalorimetrik o'lchash ishini quyidagi tartibda olib boriladi: Bekman termometri o'rnatiladi; kalorimetr doimiysi aniqlanadi; protsessning issiqlik effekti o'lchanadi.

Tajriba. Ishning borishi. Tuzning gitratlanish issiqligini aniqlash uchun 1 mol suvsiz tuz va uning kristallgidratining erish issiqligini aniqlash lozim. Ularni topish uchun aniq tuz massasining erishidagi temperatura o'zgarishi aniqlanadi. Erish issiqligini topishda (2-formula) kalorimetr doimiysi ishlatilganligi tufayli suv miqdori barcha tajribalarda kalorimetr doimiysini aniqlagandek massada, ya'ni 300 g olinishi kerak. Taxminan 8 g maydalangan mis kuporosi o'lchab olinadi va uni probirkaga joylashtiriladi. Olingan tortimda qancha suvsiz tuz a (g) va suv b bo'lishi hisoblab topiladi. Oldindan o'lchangan stakanga 300 g suv quyiladi va yana 0,1 g gacha aniqlikda o'lchanadi. Mis kuporosining erishi issiqlik yutilishi bilan borganligi uchun Bekman 170 termometridagi simob ustunini shkalaning yuqori qismiga moslanadi. Tuzli probirka idish qopqog'iga o'rnatiladi. Dastlabki, asosiy va so'nggi bosqichdagi temperatura o'zgarishi aniqlanadi hamda grafikdan tuz erishida kuzatilgan temperatura o'zgarishi topiladi. Kukun holdagi 9-10 g mis kuporosi chinni tigelda suvsiz oq kukun hosil bo'lguncha aralashtirib turgan holda qizdiriladi. Olingan oq kukun darhol probirkaga solinadi va rezina tiqin bilan mahkamlanadi. Sovutilgandan so'ng a (g) ga teng bo'lgan suvsiz tuz tortib olinadi va yuqorida ko'rsatilganidek 300 g suvda uning erishidagi temperatura o'zgarishi aniqlanadi. Mis(II) sulfat erishida issiqlik ajralishini inobatga olib, Bekman termometridagi simob ustuni shkalaning pastki qismiga sozlanadi. Topilgan kalorimetr doimiysi K dan va tajriba natijalaridan suvsiz tuz va uning kristallgidratining erish issiqligi quyidagi formula bo'yicha hisoblab topiladi: $n \cdot K \cdot t \cdot \text{Qerish} \cdot \Delta = \text{Suvsiz tuzdan kristallgidrat hosil bo'lish issiqligi} - Q$ (1) tenglama

bo'yicha topiladi: $Q = Q_{\text{suv}} - Q_{\text{kristallgidrat}}$ Ishning hisoboti. 1. Kalorimetr sxemasining chizmasini chizish. 2. Vaqt oralig'idagi temperatura o'zgarishining grafigini tuzish. 3. Kalorimetr doimiysi va tuzning erish haroratini hisoblash. 4. Suvsiz tuzdan kristallgidrat hosil bo'lish issiqligini hisoblab topish.

1.5. Suvsiz mis (II) sul'fat aniqlash kristallgidratining erish issiqligini.

Kristallgidrat nima?

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ — bu mis(II) sulfat penta gidrat bo'lib, strukturada har bir CuSO_4 molekulaga 5 ta suv molekulasini kristall suv sifatida birikgan. Bu modda moviy rangli kristall bo'lib, issiqlik ta'sirida suvsiz (anhydrous) CuSO_4 ga aylanadi.

2. Eritish issiqligi (entalpiya) tushunchasi

Eritish entalpiyasi (ΔH_0) — bir modda suvda eritilganda sodir bo'ladigan issiqlik o'zgarishi. U odatda kJ/mol bilan ifodalanadi. Eritish jarayonida:

- Agar issiqlik so'rilsa (temp. pasaysa) → endotermik ($\Delta H_0 > 0$),
- Agar issiqlik ajralib chiqsa (temp. oshsa) → ekzotermik ($\Delta H_0 < 0$).

3. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ eritish entalpiya qiymati

Adabiyotlar va tajribiy ma'lumotlarga ko'ra:

- $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (mis(II) sulfat penta gidrat) ning eritish entalpiyasi taxminan +11.7 kJ/mol. Bu shuni anglatadiki, u suvda eritilganda issiqlik yutadi (endotermik).

Bu qiymat tajribada kalorimetr yordamida suvga qo'shilgan $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ning eritilishi paytida suv haroratining pasayishi (issiqlik yutilishi) orqali topiladi.

4. Eritish entalpiya qiymatini aniqlash usuli. Tajriba usuli (kalorimetrik)

1. Kalorimetrga ma'lum miqdorda suv solinadi (odatda 100 g).
2. Boshlang'ich harorat aniqlanadi (T_1).
3. $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ qo'shiladi va eritiladi.
4. Yig'ilgan tizimning yakuniy harorati (T_2) o'lchanadi.
5. Issiqlik miqdori quyidagicha hisoblanadi:
6. $q = m \times c \times (T_2 - T_1)$

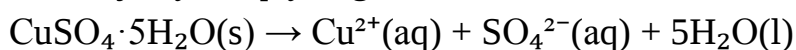
— bu yerda m = suv massasi, c = suvning issiqlik sig'imi (taxm. 4.18 J/g·°C), $T_2 - T_1$ = temperatura o'zgarishi.

7. $\Delta H_0 = q / n$ (kJ/mol) ko'rinishida topiladi, bu yerda n = $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ moli.

Bu usulda agar $T_2 < T_1$ bo'lsa, q manfiy bo'ladi, natijada ΔH_0 musbat qiymatga ega bo'ladi (ta'sir endotermik).

5. Eritish entalpiya kimyoviy izohi

Eritish jarayoni quyidagicha ifodalanadi:



Bu jarayonda kristal ichidagi suv molekulari erga tarqaladi va ionlar suv bilan o'zaro ta'sirga kirishadi. Bu jarayon energiya talab qilganligi sababli issiqlik yutiladi ($\Delta H_0 > 0$).

6. Suvsiz mis(II) sulfat CuSO_4 bilan solishtirish

Qiziq taqqoslash sifatida:

- Suvsiz mis(II) sulfat CuSO_4 ning eritish entalpiya qiymati ≈ -65.5 kJ/mol deb topiladi (eksperimentlar bo'yicha). Bu shuni anglatadiki, suvsiz CuSO_4 suvda eritilganda issiqlik ajraladi (ekzotermik).

Bu farq shundan kelib chiqadiki, anhidrous holatda kristal tuzilma yo'qolgan "suvni qo'lga kiritish" jarayoni juda energetik va issiqlik chiqaradi, shu sababli eritish ekzotermik bo'lib chiqadi.

7. Entalpiya farqi va gidratlanish

Bu ikkalik qiymatlar yordamida siz gidratlanish entalpiya ni topishingiz mumkin:

$$\Delta H_{\text{gid}} = \Delta H_0(\text{suvsiz}) - \Delta H_0(\text{suvli})$$

Masalan, agar $\Delta H_0(\text{suvsiz}) \approx -65.5$ kJ/mol va $\Delta H_0(\text{suvli}) \approx +11.7$ kJ/mol bo'lsa, $\Delta H_{\text{gid}} \approx -65.5 - (+11.7) \approx -77.2$ kJ/mol

Bu gidratlanish jarayoni ekzotermik ekanini ko'rsatadi.

□ 8. Xulosa

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ning eritish entalpiyasi $\approx +11.7$ kJ/mol bo'lib, bu uni endotermik eritish qiladi—eritishda atrof-muhitdan issiqlik oladi. Eritish entalpiyasini aniqlash uchun kalorimetrik tajribadan foydalaniladi va natija ko'pincha temperatura o'zgarishiga bog'liq holda hisoblanadi. Anhidrous shakl bilan solishtirish termodinamikaning fizik-kimyoviy asoslarini yaxshi tushunishga yordam beradi.

1.6. Sirka kislotaning dissotsialanish issiqligi topish

1. Dissotsialanish issiqligi tushunchasi

Dissotsialanish issiqligi (ΔH_{diss}) — bu elektrolitning suvda ionlarga ajralishi jarayonida sodir bo'ladigan issiqlik o'zgarishidir.

- Agar issiqlik yutilsa $\rightarrow$ endotermik jarayon ($\Delta H > 0$)
- Agar issiqlik ajralib chiqsa $\rightarrow$ ekzotermik jarayon ($\Delta H < 0$)

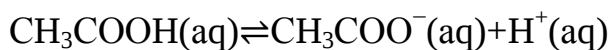
Bu kattalik kJ/mol bilan ifodalanadi.

2. Sirka kislota haqida qisqacha

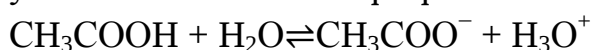
- Kimyoviy formula: CH_3COOH
- Kuchsiz elektrolit
- Suvda to'liq emas, qisman dissotsialanadi
- Dissotsialanish darajasi kichik ($\alpha \ll 1$)

3. Sirka kislotaning dissotsialanish tenglamasi

Suvdagi jarayon:



yoki suv ishtirokida aniqroq ko‘rinishi:



4. Dissotsialanish issiqligining fizik-kimyoviy mohiyati

Dissotsialanish jarayoni ikki asosiy bosqichdan iborat:

1. O–H bog‘ining uzilishi (energiya talab qiladi)
2. Hosil bo‘lgan ionlarning gidratlanishi (energiya ajraladi)

Sirka kislota uchun:

- Bog‘ uzilishi uchun talab qilingan energiya
- Gidratlanish energiyasidan bir oz katta

Shu sababli umumiy jarayon endotermik bo‘ladi.

5. Sirka kislotaning dissotsialanish issiqligi qiymati

Standart sharoitda (25 °C):

$$\Delta H_{\text{diss}}^\circ(\text{CH}_3\text{COOH}) \approx +1.3 \text{ kJ/mol}$$

Bu musbat qiymat:

- Dissotsialanishda issiqlik yutilishini
- Jarayon endotermik ekanini ko‘rsatadi

6. Dissotsialanish issiqligini aniqlash usullari

6.1. Kalorimetrik usul (asosiy tajriba)

Asbob-uskunalar: Kalorimetr, termometr, sirka kislotaning suyultirilgan eritmasi, distillangan suv

Tajriba bosqichlari:

1. Kalorimetrga ma’lum massada suv olinadi
2. Boshlang‘ich harorat (T_1) o‘lchanadi
3. Sirka kislota eritmasi qo‘shiladi
4. Yangi muvozanat harorati (T_2) aniqlanadi
5. Harorat pasayishi kuzatiladi

Issiqlik hisoblash formulasi:

$q = m \cdot c \cdot (T_2 - T_1)$ q bu yerda: m — eritma massasi (g), c — solishtirma issiqlik sig‘imi ($\approx 4.18 \text{ J/g} \cdot ^\circ\text{C}$), $(T_2 - T_1)$ — harorat o‘zgarishi

6.2. Kuchli kislota bilan solishtirish (Gess qonuni)

Sirka kislotaning dissotsialanish issiqligi quyidagicha aniqlanishi mumkin:

1. $\text{HCl} + \text{NaOH} \rightarrow \text{NaCl} + \text{H}_2\text{O}$ (to‘liq dissotsialanish)
2. $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{H}_2\text{O}$

Bu ikki neytrallanish issiqliklari farqi orqali:

$$\Delta H_{\text{diss}}(\text{CH}_3\text{COOH}) = \Delta H_{\text{neytr}}(\text{HCl}) - \Delta H_{\text{neytr}}(\text{CH}_3\text{COOH})$$

7. Nima uchun kuchsiz kislota endotermik dissotsialanadi?

Kislota turi	Dissotsialanish issiqligi
--------------	---------------------------

Kuchli (HCl, HNO ₃)	≈ 0 kJ/mol
Sirka kislotasi	+1.3 kJ/mol

Sababi:

- Kuchli kislotalar suvda allaqachon ionlangan
- Sirka kislotada molekulyar bog‘lar kuchliroq

8. Amaliy ahamiyati.

Eritmalar termodinamikasini tushunishda

Kuchsiz elektrolitlarni tavsiflashda

Kimyoviy muvozanat va Le-Shatele printsiptini o‘rganishda

9. Xulosa

Sirka kislotaning dissotsialanishi endotermik jarayon

Standart dissotsialanish issiqligi:

$$\Delta H_{\text{diss}}(\text{CH}_3\text{COOH}) \approx +1.3 \text{ kJ/mol}$$

Qiymat kalorimetrik tajriba yoki Gess qonuni orqali aniqlanadi. Bu hodisa kuchsiz elektrolitlarning muhim xususiyatini ifodalaydi.

Mavzu yuzasidan savol va mashqlar:

1. Termokimyo nimani o‘rgatadi.
2. Erish issiqligi nima.
3. Issiqlik effektiga qarab qanday reaksiyalar va jarayonlarga bo‘linadi.
4. Qaysi tuzlar eriganda endotermik jarayon ro‘y beradi.
5. Qaysi tuzlar eriganda ekzotermik jarayon ro‘y beradi.

II BOB Eritmalarda bo‘ladigan diffuziya va osmos hodisalari.

Reja:

- 2.1. Erigan moddaning molekulyar massasini shu eritmaning muzlash temperaturasiqarab aniqlash.
- 2.2. Bekman termometrni sozlash.
- 2.3. Elektrolitmas eritmalarning xossalariga doir tajriba o‘tkazish

Tayanch iboralar: Eritmaning muzlash harorati, Bekman termometri, Elektr zanjiri (lampochka, simlar, elektrodlar), Termometr, Aralashtirgich tayoqcha, Spirt lampasi

2.1. Erigan moddaning molekulyar massasini shu eritmaning muzlash temperaturasiqarab aniqlash.

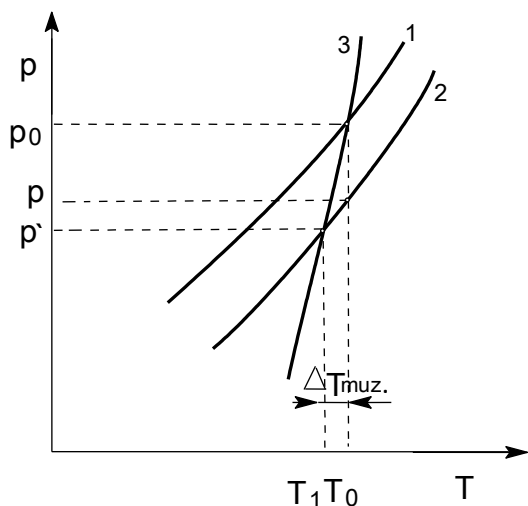
NAZARIY QISM

Krioskopiya. Eritma ustidagi bug' bosimi pasayganligini hisobga olsak, uchmaydigan moddalarning eritmaları toza erituvchiga nisbatan pastroq haroratda muzlashi kerakligini ko'rsatish mumkin. Masalan, dengiz suvlari noldan past haroratda muzlaydi. Suyuqlikning muzlash harorati (yoki qattiq jismning suyuqlanishi) deb shunday haroratga aytiladiki, ushbu haroratda suyuqlik va undan kristallanish natijasida hosil bo'lgan qattiq modda muvozanatda bo'ladi, ya'ni, ular bir xil uchuvchanlikka (yoki bir xil to'yingan bug' bosimiga) ega bo'ladilar.

Muzlash haroratini grafikdan topish uchun (3-rasm) suyuq erituvchi (1) va qattiq faza (3) uchun to'yingan bug' bosimining haroratga bog'liqlik egrilarini chizish kerak. 3-egri 1-egriga nisbatan kattaroq og'ish burchagiga ega. Bu

Klapeyron-Klauzius tenglamasidan kelib chiqadi:
$$\frac{d \ln p}{dT} = \frac{\lambda}{RT^2}.$$

Sublimatlanish (3) (qattiq→bug') uchun $\frac{dp}{dT}$ bug'lanish (1) ga nisbatan katta, chunki sublimatlanish issiqligi λ_{sub} bug'lanish issiqligi λ_b dan kristall panjaraning buzilishi uchun talab qilingan issiqlik miqdoriga (eski adabiyotlarda "yashirin suyuqlanish issiqligi" deyiladi) katta. 1 va 3- egrilarning kesishish nuqtasi suyuq va qattiq fazalar muvozanatda bo'lgan T_0 haroratni belgilaydi. Bu harorat erituvchining muzlash haroratidir. Eritmaning muzlash haroratini aniqlash uchun, xuddi yuqoridagiga o'xshab, eritma ustidagi erituvchining bug' bosimi



3-rasm. Eritmalar muzlash haroratining pasayishini aniqlash: 1–suyuq erituvchi; 2–eritma; 3–qattiq erituvchi.

egrisi (2) bilan qattiq fazaning egrisi (3) kesishgan nuqtasi topiladi. Bu mumkin, chunki eritma muzlaganda qattiq faza ko'rinishida toza erituvchi ajraladi (sho'r ko'llardagi muz toza holdagi suvdur). 2-egri 1-egridan pastroqdan o'tganligi sababli, eritmaning muzlash harorati T_1 toza erituvchining muzlash harorati T_0 dan doimo past bo'ladi. Ushbu haroratlarning T_0-T_1 farqi eritmani tavsiflovchi xossa bo'lib, uni eritma muzlash haroratining pasayishi ΔT_{muz} deyiladi. Muzlash haroratining pasayishi, huddi qaynash haroratining

ortishi kabi, eritmaning konsentrasiyasi ortishi bilan ortadi. $\Delta T_{muz.}$ bilan eritma konsentrasiyasi orasidagi bog'liqlikni Klapeyron-Klauzius tenglamasidan foydalanib topamiz.

Klapeyron-Klauzius tenglamasini qattiq jism–bug' va eritma–bug' muvozanatlari uchun yozamiz: $\frac{d \ln p}{dT} = \frac{\lambda_{sub}}{RT^2}$ va $\frac{d \ln p}{dT} = \frac{\lambda_b}{RT^2}$, bu yerda λ_{sub} va λ_b – sublimatlanish va bug'lanish issiqliklari.

λ_{sub} va $\lambda_b = \text{const}$ deb, yuqoridagi tenglamalarni T_1 dan T_0 gacha integrallaymiz: $\ln \frac{p_0}{p^I} = \frac{\lambda_{sub}}{RT_0 T_1} (T_0 - T_1)$ va $\ln \frac{p_0}{p^I} = \frac{\lambda_b}{RT_0 T_1} (T_0 - T_1)$

Birinchi tenglamadan ikkinchisini ayirsak,

$$\ln p \frac{p_0}{p} = \frac{(\lambda_{sub.} - \lambda_b)}{RT_0 T_1} \cdot \Delta T_{muz.} \quad (1)$$

$(\lambda_{sub.} - \lambda_b) = Q$ – erituvchining molekulyar suyuqlanish issiqligi, shuningdek, $T_1 \approx T_0$ (chunki $\Delta T_{muz.}$ kichik) ekanligini e'tiborga olib, quyidagi taqribiy tenglamani yozishimiz mumkin:

$$\ln \frac{p_0}{p} = \frac{Q}{RT_0 T_1} \cdot \Delta T_{muz.} \quad (2)$$

Raul qonuniga binoan $\ln \frac{p_0}{p} = \ln x_1 = \ln(1 - x_2)$. Suyultirilgan eritmalarida x_2 juda kichik bo'lgani uchun, $\ln(1 - x_2)$ ni qatorga ajratib va qatorning 1-xadi bilan chegaralanib, $\ln \frac{p}{p_0} = x_2$ ni olamiz. $\ln \frac{p}{p_0}$ ning qiymatini (2) tenglamaga qo'yamiz:

$$\Delta T_{muz.} = \frac{RT_0^2}{Q} \cdot x_2 \quad (3)$$

ya'ni muzlash haroratining pasayishi erigan moddaning molyar qismiga proporsionaldir.

Xuddi yuqoridagidek, suyultirilgan eritmalar uchun x_2 ning o'rniga ; $\Delta T_{muz.} = \frac{RT_0^2}{Q} \cdot \frac{M_1}{1000} \cdot m$ ni kiritsak,

$$\Delta T_{muz.} = \frac{RT_0^2}{1000q} \cdot m \quad (4)$$

bu yerda $q = \frac{Q}{M-1}$ g qattiq fazaning suyuqlanish issiqligi,

$$\frac{RT_0^2}{1000q} K_{muz.} \quad (5)$$

muzlash haroratining molekulyar pasayishi deyiladi. U $m=1$ da $\Delta T_{muz.}$ ga teng: $K_{muz.} = \Delta T_{muz.}$. Ushbu konstanta faqat erituvchining xossalriga bog'liq bo'lib, turli eritilgan moddalar uchun bir xildir. $K_{muz.}$ H_2O uchun: $1,86^0$, kamfora uchun: $48,20^0$.

Eritmalarning muzlash haroratini o'lchashlar birinchi bor M. Lomonosov tomonidan 1748 yilda o'tkazilgan va eritmalar pastroq haroratda muzlashini aniqlagan. $\Delta T_{muz.}$ ning konsentrsiyaga bog'liqligini miqdoran Blagden ko'rsatgan. Ammo (4) tenglamani Vant-Goff keltirib chiqargan.

Eritmalarning muzlash haroratini o'lchashga asoslanib, ularning xossalarini o'rganish usulini Bekman ishlab chiqqan. Ushbu usul krioskopiya deb nomlangan. Krioskopiya eritma xossalarni o'rganishning juda ham aniq usullaridan biri bo'lib, aniqlik $0,000001^0$ gacha yetkazilgan.

Yuqorida keltirib chiqarilgan tenglamalardan erigan moddaning molekulyar massasini aniqlashda foydalanish mumkin, chunki bug' bosimining nisbiy pasayishi, qaynash haroratining ortishi va muzlash haroratining pasayishi erigan moddaning tabiatiga bog'liq emas va faqat 1000 g erituvchidagi uning mollar soni bilan belgilanadi. Yuqoridagi tenglamalarni quyidagi ko'rinishda yozib olamiz:

$$\frac{\Delta p}{p^0} = Kt; \quad \Delta T_K = K_E t; \quad \Delta T_{muz.} = K_{muz.} m.$$

Agar a g erigan modda va b g erituvchi tutgan eritma tayyorlasak, $t = \frac{1000a}{bM}$ ni olamiz. t ning qiymatini yuqoridagi tenglamalarga qo'ysak, $\frac{\Delta p}{p^0} = K \frac{1000a}{bM}$;

$\Delta T_E = K_y \frac{1000a}{bM}$; $\Delta T_{i\alpha} = \hat{E}_{i\alpha} \frac{1000a}{bM}$, bundan

$$M = \hat{E} \frac{1000a}{a \cdot \frac{\Delta p}{p_0}} = \hat{E}_y \frac{1000a}{a \Delta \hat{O}_e} = \hat{E}_{i\alpha} \frac{1000a}{a \Delta \hat{O}_{i\alpha}}$$

2.2. Bekman termometrni sozlash

Ishni boshlashdan avval Bekman termometri shunday sozlangan bo'lishi kerakki, tajriba temperaturasida kapillyardagi simobning sathi termometr shkalasi chegarasida bo'lsin. Krioskopiya usulida o'lchanishi kerak bo'lgan eng baland temperatura erituvchining muzlash temperaturasidir. Shuning uchun termometrning pastki rezervuaridagi simob tajriba temperaturasida kapillyardagi simobning sathi shkalaning yuqori qismida bo'lishini ta'minlaydigan miqdorda bo'lishi kerak. Erituvchining va o'rganilayotgan modda suyultirilgan eritmasining muzlash temperaturasini aniqlash.

Erituvchining va eritmaning muzlash temperaturasini aniqlash uchun kriostat qo'llaniladi. U erituvchi uchun mo'ljallangan yon qismidan eritilayotgan moddani solish uchun mo'ljallangan naycha chiqarilgan keng shisha probirkadan iborat. Probirkani po'kak bilan berkitiladi va uning teshiklariga Bekman termometri va aralashtirgich joylashtiriladi. Probirkani termometr va aralashtirgich bilan birgalikda yanada kengroq probirkaga joylashtirib, va kriostatga tushiriladi. Kriostat qalin chinni stakandan iborat bo'lib, sovituvchi aralashma (muz va tuz) bilan to'ldirilgan va unga aralashtirgich va termometr o'rnatilgan bo'ladi.

Avvalo ko'p marotaba erituvchining muzlash temperaturasi aniqlanadi. Buning uchun probirkaga distillangan suv quyiladi ($20-25\text{sm}^3$). Probirkaning tubiga tegizilmagan xolda Bekman termometrining quyi rezervuari suvga to'la ko'miladigan darajada termometr joylashtiriladi. So'ngra Bekman termometri va aralashtirgich bilan jihozlangan probirkani yanada kengroq probirkaga solib, sovituvchi aralashmaga tushiriladi. Magnit aralashtirgichdan ham foydalansa bo'ladi. Probirkalar orasidagi xavo qatlami bir tekis sovitish uchun xizmat qiladi. Sovituvchi aralashmaning temperaturasini vaqti-vaqti bilan muz yoki tuz qo'shib turish orqali, o'lchanayotgan muzlash temperaturasidan 2-3 gradus pastroqda, doimiy qilib ushlab turiladi. Bir tekis sovitish maqsadida suyuqlikni aralashtirgich yordamida asta-sekin aralashtirib (bunda aralashtirgich termometrning quyi rezervuari devorlariga tegib ishqalanmasligi lozim) turiladi va termometr kapillyaridagi simob ustunining pastga tushishini kuzatib boriladi. Suyuqlik vaqti-vaqti bilan aralashtirib turilmasa o'ta sovish kuzatiladi va termometrning ko'rsatkichlari bundan dalolat berib turadi. Toza erituvchi uchun o'ta sovish $0,5-1,0^\circ\text{C}$ gacha ruxsat etiladi. O'ta sovitilgan suyuqlikni aralashtirish kristallanishni keltirib chiqaradi va kristallanish issiqligi chiqishi hisobiga temperatura haqiqiy muzlash temperaturasigacha ko'tariladi va bir qancha vaqt o'zgarmay qoladi. Ushbu temperatura suvning muzlash temperaturasidir, chunki toza erituvchining kristallanish jarayoni birinchi kristallar paydo bo'lishidan boshlab to suyuqlikning to'la qotishigacha doimiy va ma'lum bir temperaturada sodir bo'ladi. Erituvchining kristallanish temperaturasi aniqlangandan keyin probirkani tashqi

probirkadan chiqariladi va probirkani qo'l bilan isitib hosil bo'lgan kristallar eritiladi. So'ngra probirka yana sovituvchi aralashmada qoldirilgan tashqi probirkaga tushiriladi va o'ta sovish-kristallanish jarayoni qaytariladi. Kristallanish temperaturasi aniqlashlardagi farq bir-biridan $0,003^{\circ}\text{C}$ dan kam bo'lmaguncha tajribalar bir necha marotaba qayta o'tkaziladi.

Krioskopik usul izomorf bo'lmagan binar sistemalarning kuchli suyultirilgan eritmalariga qo'llanishi mumkin. Bunday eritma qotayotganda, avvalo, toza erituvchining kristallari ajraladi va eritmaning konsentratsiyasi ortadi, buning oqibatida kristallanish temperaturasi pasayadi. Shu sababli eritmaning qotish temperaturasi aniqlanayotganda kristallanishning boshlanish temperaturasi aniqlash lozim. Buning uchun probirkaning yonidagi naychadan o'rganilayotgan moddaning aniq miqdori (0,2-0,3g) kiritiladi. Moddaning miqdori uning byuks bilan birgalikdagi va toza byuks massalarining farqidan aniqlanadi. So'ngra probirka tashqi qobiqdan chiqariladi, qo'l bilan isitiladi va erituvchining kristallarini suyultirib, moddaning erishi ta'minlanadi.

Tajriba natijalari quyidagi jadvalga yoziladi.

Krioskopik usulda eritmaning ΔT_{muz} , m , M va K_{muz} hamda elektrolit eritmaning i , α va φ qiymatlarini aniqlash.

Tadqiqot ob'ekti	g_1 , ml	g_2 , g	$T_{\text{krist.}}$		ΔT_{muz}	M		K_{muz}		m		i	α	φ
			$T_{\text{o'Ich.}}$	$T_{\text{o'r}}$		naz.	his.	naz.	his.	naz.	his.			
Erituvchi:			1.											
			2.											
			3.											
			4.											
Eritgan modda:			1.											
			2.											
			3.											
			4.											

Shundang soʻng eritmali probirka tashqi qobiqqa joylashtiriladi va huddi toza erituvchi uchun qilingan amallarni bajarib, sovitish jarayoni olib boriladi. Eritmani $0,2^{\circ}\text{C}$ dan koʻproqqa oʻta sovitish mumkin emasligini esda saqlash lozim, aks holda kristallanish pastroq temperaturada boshlanadi va ΔT_{muz} ni oʻlchashda xatolikni keltirib chiqaradi. Tajribalar bir necha marotaba oʻtkazilib, kristallanish temperaturasi topishdagi aniqlik $0,003^{\circ}\text{C}$ boʻlishiga erishiladi.

Toza erituvchi va eritmaning kristallanish temperaturalarining farqidan eritma kristallanish temperaturasi erituvchiga nisbatan pasayishi ΔT_{muz} aniqlanadi. Erituvchi va eritmaning kristallanish temperaturalarini bitta mashgʻulot davomida aniqlash lozim, chunki Bekman termometri shkalasining sozlangan qiymati, yaʼni termometrning nol nuqtasi, bir xil boʻlishi shart.

Oʻlchash xatoliklari baholanadi. Eng katta xatolik, odatda temperaturani oʻlchash jarayonida boʻladi. Modda miqdorini oshirish nisbiy xatolikni kamaytiradi, chunki ΔT_{muz} ning qiymati ortadi. Ammo krioskopik usul faqat suyultirilgan eritmalar uchun adolatlidir, shuning uchun konsentratsiyani juda oshirib yuborish ($m=0,3$ dan yuqori) tavsiya etilmaydi.

Hisoblash formulalari: $M = K_{\text{muz}} \cdot g_2 \cdot 1000 / g_1 \cdot \Delta T_{\text{muz}}$ (1);

$$K_{\text{muz}} = \Delta T_{\text{muz}} / m \quad (2);$$

$$i = \Delta T_{\text{muz}} / K_{\text{muz}} \cdot m \quad \text{ili} \quad i = M_{\text{naz.}} / M_{\text{amal.}} \quad (3);$$

$$\alpha = (i - 1) / (v - 1) \quad (4);$$

$$m = \Delta T_{\text{muz}} / K_{\text{muz}} \quad (5);$$

$$\varphi = i / v = \Delta T_{\text{muz}} / K_{\text{muz}} \cdot m \cdot v \quad (6),$$

bu erda **M**-erigan moddaning molekulyar massasi;

m-molyal konsentratsiya (temperaturaga bogʻliq emas) va $m = g_2 \cdot 1000 / M \cdot g_1$ ga teng, bu erda g_1 va g_2 —erituvchi va erigan moddalarning massalari;

i-Vant-Goffning izotonik koeffitsienti boʻlib, dissotsilanish natijasida eritmada zarrachalarning soni necha martaga ortganini koʻrsatadi va kuchli elektrolitlar uchun $\alpha = 1$ boʻlganda $i = v$ boʻladi;

α - dissotsilanish darajasi;

v - bitta molekuladan hosil boʻladigan ionlarning soni;

φ – kuchli elektrolit eritmasidagi osmotik koeffitsient, u real eritmaning ideallikdan chetlanish o‘lchovi bo‘lib xizmat qiladi va to‘liq dissotsilanish va ionlararo ta’sir kuchlari bo‘lgandagina osmotik koeffitsient i ning haqiqiy va chegaraviy qiymatlarining nisbatiga teng. Eritma suyultirilishi bilan osmotik koeffitsient $\varphi \rightarrow 1$ ga intiladi;

K_{muz} – erituvchining muzlash konstantasi.

Muzlash konstantasi K_{muz} (krioskopik doimiy) yoki muzlash temperaturasining molyal pasayishi ushbu erituvchiga xos kattalik bo‘lib, erigan moddaning tabiatiga bog‘liq emas. Uning fizik ma’nosini (2) tenglamadan tushuntirsa bo‘ladi: K_{muz} 1000 g erituvchida 1 mol modda tutgan eritma muzlash temperaturasining pasayishi bo‘lib, ushbu konsentratsiyadagi eritma ideal eritma xossalariga ega bo‘lishi va erigan modda dissotsilanmasligi yoki assotsilanmasligi shart. K_{muz} ni tajribada aniqlash uchun suyultirilgan eritmalarining ΔT_{muz} qiymatlari o‘lchanadi, so‘ngra natijalar 1 mol uchun qayta hisoblanadi. Toza erituvchining muzlash temperaturasi T_0 ni va solishtirma suyuqlanish issiqligi Δh (J/g) ni bilgan holda K_{muz} ni nazariy hisoblash ham mumkin: $K_{\text{muz}} = R T_0^2 / 1000 \cdot \Delta h$, bu erda $R = 8,314 \text{ J/mol} \cdot \text{K}$. Suv uchun $K_{\text{muz}} = 1,86^\circ$ ga teng.

2.3. Elektrolitmas eritmalarining xossalariga doir tajriba o‘tkazish

Elektrolitmas eritmalarining asosiy xossalarini o‘rganish

Tajribaning maqsadi

- Elektrolitmas moddalar eritmada ionlarga ajralmasligini isbotlash
- Elektrolitmas eritmalar elektr tokini o‘tkazmasligini aniqlash
- Elektrolitmas eritmalarining fizik-kimyoviy xossalarini (diffuziya, bug‘ bosimi, qaynash va muzlash harorati) kuzatish
- Elektrolit va elektrolitmas eritmalarini taqqoslash

Nazariy ma’lumot. Elektrolitmas moddalar—suvda eriganda ionlarga dissotsiatsiylanmaydigan, molekulyar holda qoladigan moddalardir.

Elektrolitmas moddalarga misollar:

- Shakar ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$)
- Glyukoza ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$)
- Etil spirti ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$)
- Mochevina ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$)

Elektrolitmas eritmalarining asosiy xususiyatlari:

- Elektr tokini o‘tkazmaydi
- Eritmada ionlar mavjud emas

- Koligativ xossalarga ega (bug‘ bosimi pasayishi, muzlash haroratining pasayishi)

Tajriba uchun kerakli jihoz va reaktivlar. Jihozlar: Stakan (beher), Elektr zanjiri (lampochka, simlar, elektrodlar), Termometr, Aralashtirgich tayoqcha, Spirt lampasi (yoki elektr plita)

Reaktivlar: Distillangan suv, Shakar, Osh tuzi (taqqoslash uchun)

Tajribaning bajarilish tartibi

1-tajriba: Elektr o‘tkazuvchanligini aniqlash.

Bajarilishi: 1. Beherga distillangan suv quying

1. Elektr zanjiriga elektrodni tushiring
2. Lampochka yonmasligini kuzating
3. Suvga shakar solib eritib ko‘ring
4. Lampochka yana yonmaydi
5. Taqqoslash uchun osh tuzi qo‘shing → lampochka yonadi

Xulosa:

Shakar eritmasi — elektrolitmas, osh tuzi eritmasi — elektrolit

2-tajriba: Diffuziya jarayoni. Bajarilishi:

1. Stakandagi suvga shakar soling
2. Aralashtirmasdan kuzating

Kuzatuv: Shakar asta-sekin butun eritmaga tarqaladi.

Xulosa: Elektrolitmas moddalar molekulyar holatda diffuziylanadi.

3-tajriba: Qaynash haroratining oshishi. Bajarilishi:

1. Toza suvni qizdirib, qaynash haroratini o‘lchang
2. Shu suvga shakar qo‘shib yana qizdiring

Natija: Shakarli eritmaning qaynash harorati suvnikidan yuqori

4-tajriba: Muzlash haroratining pasayishi

Bajarilishi: 1. Toza suvni sovutib 2. Shakarli suvni sovutib

Kuzatuv: Shakarli eritma kechroq muzlaydi

6. Tajriba natijalari jadvali

Eritma turi	Elektr tokini o‘tkazishi	Ionlar mavjudligi
Distillangan suv	Yo‘q	Yo‘q
Shakar eritmasi	Yo‘q	Yo‘q
Tuz eritmasi	Ha	Ha

Umumiy xulosa

- Elektrolitmas eritmalar ionlarga ajralmaydi
- Elektr tokini o‘tkazmaydi
- Molekulyar diffuziya sodir bo‘ladi
- Koligativ xossalari kuzatiladi

Texnika xavfsizligi qoidalari

- Issiq eritmalar bilan ehtiyot bo'ling
- Elektr zanjiri bilan ishlaganda qo'llar quruq bo'lsin
- Kimyoviy moddalarni tatib ko'rmang

Mavzu yuzasidan savol va mashqlar:

1. Eritgan modda molekulyar massasi bo'yicha erituvchining muzlash konstantasini toping;
2. Erituvchi muzlash konstantasi K_{muz} ning ma'lum qiymati bo'yicha erigan moddaning molyal konsentratsiyasini hisoblang;
3. Tajribada topilgan ΔT_{muz} ning qiymatlari bo'yicha kuchsiz elektrolit eritmasining Vant-Goff koeffitsientini hamda dissotsilanish darajasini va kuchli elektrolit eritmasining osmotik koeffitsientini hisoblang.

III BOB Elektrolit eritmalarining elektr o'tkazuvchanligi

Reja:

- 3.1. Elektrolit eritmalarining elektr o'tkazuvchanligi
- 3.2. Ekvivalent va molyar elektr o'tkazuvchanlik.
- 3.3. Idish doimiysini aniqlash
- 3.4. Kuchli elektrolitning κ , λ , λ_{∞} va f_{λ} qiymatlarini aniqlash
- 3.5. Kuchsiz elektrolitning κ , λ , λ_{∞} , α va K_{dis} qiymatlarini aniqlash
- 3.6. Qiyin eruvchan tuzning eruvchanligini va eruvchanlik ko'paytmasini aniqlash.

Tayanch iboralar: Elektr o'tkazuvchanlik, solishtirma qarshilik, Debay va Gyukkelning elektrolit eritmaları, eritmaning qarshiligi.

NAZARIY QISM

3.1. Elektrolit eritmalarining elektr o'tkazuvchanligi

Elektr tokini o'tkazish qobiliyati qarshilik yoki elektr o'tkazuvchanliklar bilan xarakterlanadi. Har qanday o'tkazgichning qarshiligi uning uzunligiga l to'g'ri proporsional va yuzasiga S teskari proporsionaldir:

$$R = \rho \frac{l}{S} \quad (1)$$

bu yerda ρ solishtirma qarshilik bo'lib, o'tkazgichning uzunligi va yuzasi bir birlikka teng bo'lganda R ga teng.

Elektr o'tkazuvchanlik qarshilikka teskari bo'lgan kattalikdir:

$$\omega = \frac{1}{R} = \frac{1}{\rho} \cdot \frac{S}{l} = \frac{S}{\rho l} \quad (2)$$

Elektr o'tkazuvchanlik ω simenslarda o'lchanadi ($1 \text{ Sm} = 1 \text{ Om}^{-1}$).

Solishtirma qarshilikka ρ teskari bo'lgan kattalik solishtirma elektr o'tkazuvchanlik ω deyiladi va u yuzasi 1 sm^2 va 1 sm masofada joylashtirilgan 2 ta parallel elektrodlar orasidagi 1 sm^3 hajmli eritmaning elektr o'tkazuvchanligiga teng bo'ladi:

$$\omega = \frac{1}{\rho} \quad (\text{Om}^{-1} \text{sm}^{-1} \text{ yoki } \text{Sm} \cdot \text{sm}^{-1}) \quad (3)$$

Om qonuniga binoan, o'tkazgichdan o'tayotgan tokni quyidagicha ifodalash mumkin:

$$I = \frac{U}{R} = U\omega = U \frac{S}{\rho l} \quad (4)$$

va bu holda,

$$\frac{I}{S} = j = \frac{U}{\rho l} \quad (5)$$

bu yerda: $j = I/S$ – tok zichligi (A/sm^2), U/l – maydon kuchlanganligi (V/sm).

Elektr maydonning kuchi ta'sir qilguncha eritmadagi ionlar xaotik issiqlik harakati holatida bo'ladilar. Maydon ta'sirida ionlar harakati yo'nalgan holatga keladi. Bu harakatning tezligi maydon kuchlanganligiga proporsional bo'ladi:

$$U_{\text{yo'nalgan}} = u \cdot U / l,$$

bu yerda u – ionning elektr harakatchanligi deyiladi va u maydon kuchlanganligi bir birlikka teng bo'lgandagi ionning harakat tezligiga tengdir.

Kation va anionlar tashib o'tayotgan tokning zichligi ularning zaryadiga z , konsentrasiyasiga $C(\text{mol/sm}^3)$ va yo'nalgan harakat tezligiga $u \cdot U/l$ proporsionaldir.

$$j_+ = z_+ C_+ u_+ \frac{U}{l} F; \quad j_- = z_- C_- v_- \frac{U}{l} F \quad (6)$$

bu yerda: F – Faradey soni; u_+ va v_- – kation va anionlarning harakatchanligi.

Ikki xil ishoradagi ionlarning umumiy zichligi ($z_+ c_+ = z_- c_- = z_i c_i$ bo‘lgani uchun)

$$j = j_+ + j_- = z_i C_i \frac{U}{l} F (u_+ + v_-) \quad (7)$$

ga teng bo‘ladi.

(5) va (7) tenglamalarni solishtirib, eritmaning solishtirma elektr o‘tkazuvchanligini keltirib chiqaramiz:

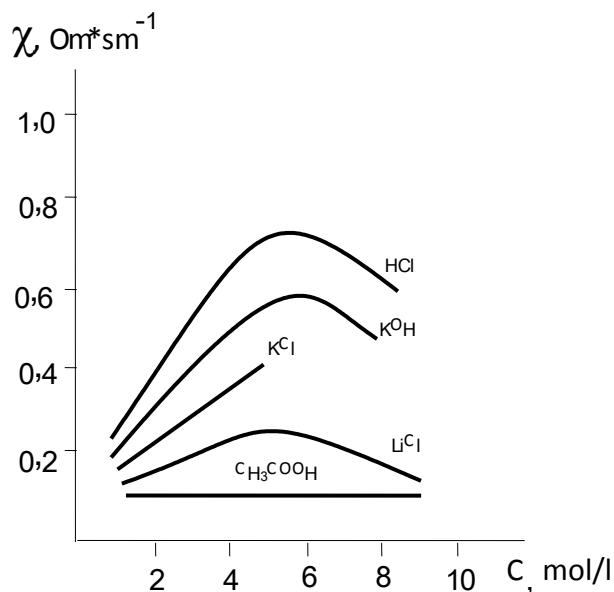
$$\kappa = z_i C_i F (u_+ + v_-) \quad (8)$$

Kuchli elektrolitlar eritmalarida to‘liq dissosilanadi (konsentrasiya juda katta bo‘lmagan taqdirda), shuning uchun har qaysi ishorali ionlarning konsentrasiyasini S (molyar) orqali ifodalashimiz mumkin: $S_i = v_i S / 1000$, bu yerda v_i – elektrolit molekulasiidagi ayni ishorali ionlarning soni. Demak,

$$\kappa = z_i v_i C F (u_+ + v_-) / 1000 = z C F (u_+ + v_-) / 1000 \quad (9)$$

bu yerda: $z_i v_i = z - 1$ mol dagi g -ekv lar soni. (IX.48) tenglamadan shunday xulosa chiqarish mumkin: kuchli elektrolitning solishtirma elektr o‘tkazuvchanligi elektrolitning konsentrasiyasiga va ionlarning harakatchanligiga bog‘liq.

Konsentrasiya ortishi bilan ionlar o‘rtasidagi elektrostatik ta’sirlar natijasida ularning harakatchanligi kamayadi. Bu ta’sirlar solishtirma elektr o‘tkazuvchanlikning konsentrasiyaga bog‘liqlik grafigida maksimumlar paydo bo‘lishiga olib



4-rasm. Kuchli va kuchsiz elektrolitlar solishtirma elektr o'tkazuvchanligining elektrolit konsentrasiyasiga bog'liqligi.

keladi (1-rasm). Konsentrasiya kam bo'lganda ionlar orasidagi masofa katta bo'ladi, elektrostatik ta'sirlar kuchsiz va konsentrasiya ortishi bilan solishtirma elektr o'tkazuvchanlikning qiymati ko'payadi. Konsentrasiya yanada ko'paytirilganda ionlararo ta'sir kuchayadi va ionlarning harakatchanligi konsentrasiya ortishiga nisbatan ko'proq kamayib ketadi. Kuchsiz elektrolitlarni qutbli erituvchilarda eritilganda (dielektrik o'tkazuvchanligi katta bo'lgan) ham molekulalarning bir qismi dissosilanmaydi. Kuchsiz elektrolitlarning dissosilanish darajasi (ionlarga ajralgan molekulalarning sonini eritilgan molekulalarning umu-

miy soniga nisbati) konsentrasiyaga bog'liqdir. Konsentrlangan eritmalarida $\alpha \ll 1$ bo'ladi va konsentrasiya $C \rightarrow 0$ intilganda $\alpha \rightarrow 1$.

(8) tenglamadagi C_i o'rniga uning $C_i = \alpha v_i C / 1000$ qiymatini qo'ysak, kuchsiz elektrolitlar uchun solishtirma elektr o'tkazuvchanlik tenglamasini keltirib chiqaramiz:

$$\alpha = z_i v_i \frac{\alpha C F (u_+ + v_-)}{1000} = z \frac{\alpha C F (u_+ + v_-)}{1000} \quad (10)$$

Kuchsiz elektrolit eritmalarida ionlarning konsentrasiyasi kam, orasidagi masofa esa katta bo'lganligi sababli ionlararo elektrostatik ta'sirlar bo'lmaydi. Shuning uchun ionlarning harakatchanligi eritmaning konsentrasiyasiga bog'liq emas. (10) tenglamadan ko'rinib turibdiki, kuchsiz elektrolitlarning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi αC ko'paytmasiga bog'liq. Eritmaning konsentrasiyasi unchalik katta bo'lmaganda konsentrasiya ortib borishi bilan αC ko'paytmaning qiymatlari ko'payadi va solishtirma elektr o'tkazuvchanlik ortadi. Lekin yuqori konsentrasiyalarda bu ko'paytma kamayadi va shu sababli, kuchsiz elektrolitlarning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi, xuddi kuchli elektrolitlardagi kabi, maksimal qiymatga yetgandan so'ng kamayadi.

3.2. Ekvivalent va molyar elektr o'tkazuvchanlik.

Onzager nazariyasi. Ostvald qonuni

Elektrolitik dissosiasiya darajasi bilan bog'liq bo'lgan elektrolit eritmalarning elektr o'tkazish qobiliyatini tavsiflash uchunгина ekvivalent λ yoki molyar μ elektr o'tkazuvchanliklar qo'llaniladi:

$$\lambda = 1000 \kappa / C ; \quad \mu = 1000 \kappa z / C$$

Demak, ekvivalent va molyar elektr o'tkazuvchanliklar o'zaro quyidagicha bog'langan $\mu = z\lambda$, bu yerda z – elektrolit molekulasidagi g -ekv lar soni.

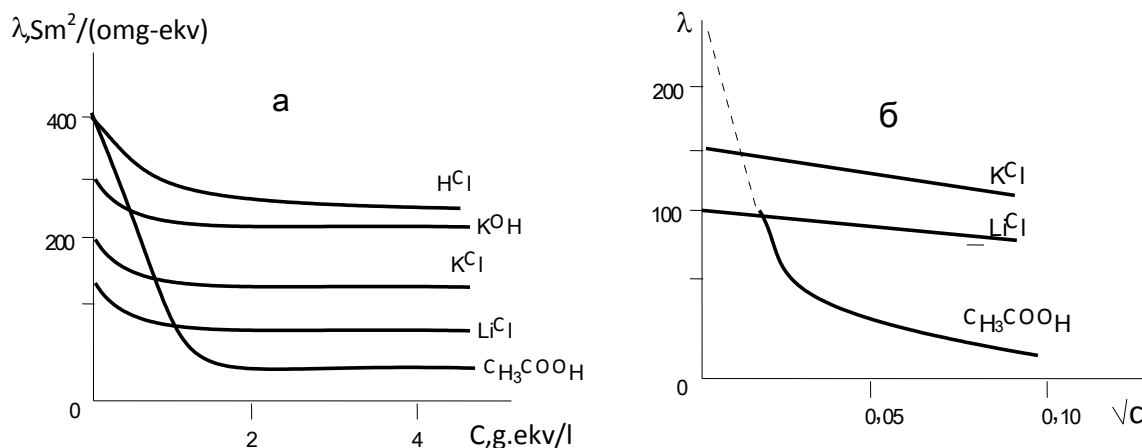
Elektrolit eritmasida har bir ion atrofida ion atmosferasining bo'lishi ionlarning tormozlanishiga olib keladi:

–ion atmosferasining ionga qarama-qarshi tomonga harakati elektroforetik (yoki katoforetik) tormozlanishni keltirib chiqaradi;

–ionning orqasidagi ion atmosferasida ortiqcha miqdorda qarama-qarshi zaryadning bo'lishi relaksasion tormozlanishga olib keladi. Relaksasion tormozlanish asimmetrik effekt ham deyiladi: har qanday ion harakatlanayotganda uning ion atmosferasi sferik simmetriyasi buziladi.

Harakatlanayotgan ion atrofidagi mavjud ion atmosferasining tarqalishi va yangi atmosferaning hosil bo'lishi bir onda sodir bo'lmaydi, uning tiklanishi uchun relaksasiya vaqti talab qilinadi. Natijada harakatdagi ionning oldida ion atmosferasi tashkil topishga, orqasida esa, to'la buzilishga ulgurmaydi. Shu sababli, harakatlanayotgan ionning oldidagi qarama-qarshi zaryadning zichligi bir oz kamroq, orqasida esa yuqoriroq bo'ladi. Bu relaksasion tormozlanishga olib keladi.

Eritmaning konsentrasiyasi ortishi bilan kuchli elektrolitlarda ionlar harakatchanligining va ekvivalent elektr o'tkazuvchanlikning kamayishiga relaksatsion tormozlanish sababdir (5-rasm).



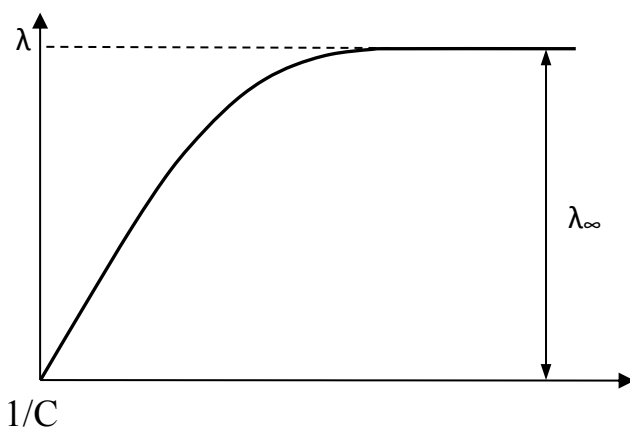
5-rasm. Ekvivalent elektr o'tkazuvchanlikning konsentrasiyaga (a) va $\sqrt{C}$ (b) bog'liqligi.

Debay va Gyukkelning elektrolit eritmaları tuzilishining elektrostatik modeli asosida qilgan nazariy hisoblari suyultirilgan eritmalarda ($C < 10^{-2}$ g-ekv/l), ionlarning o'zaro tormozlanishi sababli, elektr o'tkazuvchanlikning kamayishi konsentrasiyaning kvadrat ildiziga proporsionalligini ko'rsatdi: kuchli elektrolitlarda $\lambda = f(\sqrt{C})$ bog'lanish to'g'ri chiziq bilan ifodalanadi. Bu bog'lanishni ifodalovchi tenglama

$$\lambda = \lambda_{\infty} - a\sqrt{C}$$

ko'rinishga ega, bu yerda a – erituvchi tabiatiga, dielektrik singdiruvchanligiga, qovushqoqligiga, elektrolit tabiatiga va haroratga bog'liq bo'lgan o'zgarmas son. Elektroforetik va relaksasion tormozlanishlarning elektr o'tkazuvchanlikka ta'sirini ko'rsatadigan Debay va Gyukkelning ifodasiga Onzager nazariyasida aniqliklar kiritilgan va elektroforetik effekt uchun $\epsilon_e \sqrt{C}$ va relaksasion effekt uchun $\epsilon_p \lambda_{\infty} \sqrt{C}$ ifodalarni hamda ekvivalent elektr o'tkazuvchanlikning konsentrasiyaga bog'liqligi uchun $\lambda = \lambda_{\infty} - (\epsilon_s + \epsilon_p \lambda_{\infty}) \sqrt{C}$ ifoda keltirib chiqarilgan.

Suyultirilgan eritmaların ekvivalent elektr o'tkazuvchanligini aniqlayotganda qiziqarli qonuniyatni kuzatish mumkin. Masalan, K_2SO_4 va Na_2SO_4 eritmaları λ larining chegara qiymatlari orasidagi farq 23,5 ga ($\lambda_{\infty, K_2SO_4} = 153,4$ va $\lambda_{\infty, Na_2SO_4} = 129,9$) teng. Xuddi shunday farq $\lambda_{\infty, K_2Cr_2O_7}$ va $\lambda_{\infty, Na_2Cr_2O_7}$ lar uchun ham kuzatiladi. Bundan suyultirilgan eritmalarda har qaysi ion o'zining λ sig a ega degan



6-rasm. Ekvivalent elektr o'tkazuvchanlikning $1/C$ ga bog'liqligi.

xulosa chiqadi. Cheksiz suyultirilgan elektrolit eritmalarida ($C \rightarrow 0$) ionlararo ta'sir yo'qoladi va λ chegaraviy qiymatga intiladi: $\lambda \rightarrow \lambda_{\infty}$ (4-rasm). Kolraush qonuniga binoan $\lambda_{\infty} = \lambda_+ + \lambda_-$ bu yerda: λ_+ va λ_- — kation va anionlarning harakatchanligi. Kuchli

$$f_{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_{\infty}}$$

elektrolitlarda elektr o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti deyiladi.

Kuchli elektrolitlar konsentrlangan eritmalarida ham yuqori λ ga ega. Konsentrasiya ortishi bilan λ ning qiymatlari ionlar harakatchanligining kamayishiga bog'liq ravishda kamayadi.

Kuchsiz elektrolitlar eritmalarida ionlararo ta'sirlar kuchsiz bo'ladi va har qanday konsentrsiyada ionlar bir-biridan erkin harakatlanadi. Kuchsiz elektrolitlar uchun $\lambda = f(C)$ bog'liqligi amalda dissosilanish darajasining o'zgarishi bilan

ifodalanadi: $\alpha = \frac{\lambda}{\lambda_{\infty}}$ yoki $\lambda = \alpha \lambda_{\infty}$.

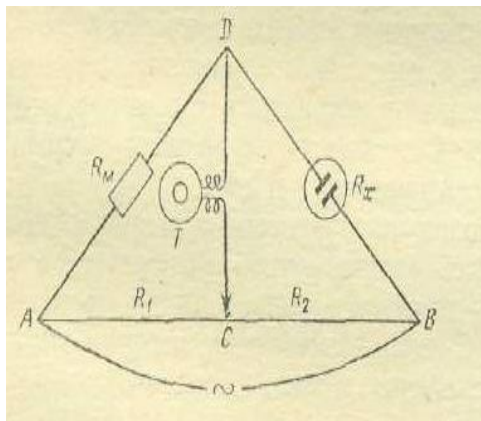
Kuchsiz elektrolitlarning ekvivalent elektr o'tkazuvchanligi, xuddi kuchli elektrolitlar kabi, konsentrsiya ortishi bilan kamayadi, lekin buning sababi dissosilanish darajasining kamayishidir. Kuchsiz elektrolitlarning λ si suyultirilgan eritmalarida ham juda kichik va cheksiz suyultirishga yaqinlashgan sari keskin ortadi (6-rasm): $C \rightarrow 0$ da $\lambda \rightarrow \infty$ ga intiladi. $\lambda = f(\sqrt{C})$ bog'liqlik kuchsiz elektrolitlarda chiziqli emas, lekin kichik konsentrsiyalarda $\lambda = f(\sqrt{\alpha C})$ bog'lanish chiziqli bo'ladi.

Massalar ta'siri qonuniga binoan konsentrsiya bilan dissosilanish darajasi orasidagi (5) munosabatni keltirib chiqargan edik. Agar $\alpha = \frac{\lambda_0}{\lambda_{\infty}}$ ekanligini hisobga

olsak va konsentrsiyani $V = \frac{1}{C}$ suyultirish bilan ifodalasak, Ostvaldning suyultirish qonuni tenglamasini ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik orqali ifodasini keltirib chiqaramiz.

AMALIY QISM

Elektr o'tkazuvchanlikni aniqlash uchun Kolraush-Uitston ko'prigidan foydalaniladi.



7-rasm. Kolraush ko'prigi

Kolraush ko'prigi:

AB- reoxord;

R_1 i R_2 - ko'prik elkalari;

C- xarakatlanuvchi kontakt;

T- nol-asbob (ossillograf);

R_M -magazinlar qarshiligi;

R_x -elektrolit eritmasi solingan idish.

Elektrolit konsentratsiyasini o'zgartiruvchi va elektrodning qutblanishini keltirib chiqaruvchi elektroliz jarayonining oldini olish maqsadida tovush chastotasiga ega bo'lgan generator yordamida yuqori chastotali tok ishlatiladi. O'zgaruvchan tok zanjirida aktiv qarshilik (omik qarshilik) R dan tashqari reaktiv qarshilik R_{CL} ham mavjud, u o'z navbatida sig'im (C) va induktiv (L) qarshiliklardan iborat. Zanjirning to'la qarshiligi impedans deyiladi. Ushbu holda muvozanat qarshiliklarning nisbati (1) bilan emas, balki impedanslarning nisbati bilan belgilanadi. Reaktiv qarshilikni maksimal kamaytirish uchun ulash simlarini qisqa olish, kontaktlarni yaxshilab tozalash va payvandlash, ko'prik zanjirlarini ekranlash va ekranni erga ulash kerak. Ammo ushbu tadbirlar elektr yacheykasining sig'im qarshiligini batamom yo'qota olmaydi, lekin sig'im qarshiligi aktiv (omik) qarshilikka nisbatan juda kichik bo'lganligi sababli, hisoblashlarda (3) tenglamadan foydalaniladi. Sig'im qarshiligini batamom yo'qotish mumkin bo'lmagani uchun ossillograf ekranidagi sinusoidning minimal amplitudasiga javob beruvchi tok kuchining eng kichik qiymatini beruvchi C konstantning holati topiladi.

3.3.Idish doimiysini aniqlash

Yuzasi 1 sm^2 va orasidagi masofa 1 sm bo'lgan ikki elektrod orasidagi ionlarning o'tkazuvchanligi solishtirma elektr o'tkazuvchanlik deyiladi. Lekin aslida elektrodning atrofidagi ionlar ham elektr tokini o'tkazishda qatnashgani uchun elektr o'tkazuvchanlik ω solishtirma elektr o'tkazuvchanlikka teng bo'lmasada,

unga proporsional bo'ladi. (3) tenglamadagi proporsionallik koeffitsienti k idish doimiysi deyiladi, uning qiymati λ/s nisbatga bog'liq. Idish doimiysini topish uchun solishtirma elektr o'tkazuvchanligi aniq bo'lgan standart elektrolit eritmalarning (KCl, NaCl) bir necha konsentratsiyadagi qarshiliklari o'lchanadi va k ning qiymati (4) tenglamadan hisoblanadi. Idish doimiysini topish uchun eritmalar 0,02 N li KCl eritmasini ketma-ket suyultirish 0,01; 0,005; 0,001 bilan tayyorlanadi. Barcha tajribalarda idishdagi eritmaning hajmi bir xil bo'lishi shart. Idish distillangan suvda, keyin 2-3 marta o'rganilayotgan konsentratsiyali eritmada chayiladi. So'ngra idishga 20 ml 0,02 N li KCl eritmasi pipetka yordamida quyiladi, bunda elektrodlar eritmaga to'liq botirilganligiga iqrar bo'lish lozim. Eritma solingan idish o'lchash sxemasiga ulanadi, 10-15 min. davomida termostatlangandan so'ng o'lchashlar boshlanadi.

Harakatchan kontakti reoxordning o'rtasiga qo'yib, magazinlar qarshiligi yordamida CD diagonalidan minimal tok o'tishiga erishiladi. Bu sharoitda (2) tenglamaga muvofiq R_M ning qiymati R_x ga teng bo'ladi, chunki $l_2/l_1=1$. So'ngra R_M ning qiymatini 10-15% ga kamaytirib yoki ko'paytirib, harakatchan kontakt yordamida CD diagonalidagi tok kuchining minimal holati topiladi. Bunday o'lchashlar tajriba xatosining kam bo'lishini ta'minlaydi. Elektr o'tkazuvchanlikni hisoblash uchun R_x ning o'rtacha qiymatidan foydalaniladi. Juda kichik

konsentratsiyalarda elektrolitning elektr o'tkazuvchanligi suv ($\approx \epsilon^{H_2O} 5 \cdot 10^{-6} \text{Sm} \cdot \text{sm}^{-1}$) bilan solishtirarli bo'lib qolgani uchun, hisoblarda buni e'tiborga olish zarur:

$\epsilon_0 = \epsilon_{\text{eritma}} - \epsilon^{H_2O}$. Tajriba natijalari 1-jadvalga yoziladi.

2-jadval

Idish doimiysini aniqlash natijalari

T, K	c, g·ekv/l	R_M , Om	l_1 , mm	l_2 , mm	R_{KCl} , Om	$\bar{R}_{KCl}$, Om	$\epsilon \cdot 10^3$, Sm/sm	k, sm^{-1}	k_{cp} , sm^{-1}
298	0,02						2,7670		
	0,01						1,4130		
	0,005						0,7177		
	0,001						0,1469		

3.4. Kuchli elektrolitning κ , λ , λ_{∞} va f_{λ} qiymatlarini aniqlash

Xuddi idish doimiysini aniqlagandagi kabi, kuchli elektrolitning qarshiligi R_x ni 0,1 dan 0,0001 g-ekv/l gacha bo'lgan konsentratsiyalar oralig'ida o'lchanadi. Buning uchun elektrod va stakanlar 2-3 marta distillangan suvda, so'ngra o'rganilayotgan konsentratsiyali eritmada chayiladi, shundan keyin 20 ml kuchli elektrolit solinadi va eritmaning qarshiligi o'lchanadi. (3) va (5) tenglamalardan κ va λ lar hisoblanadi (suvning elektr o'tkazuvchanligi $c=0,001$ g-ekv/l va past konsentratsiyalarda hisobga olinadi. $\lambda=f(\sqrt{c})$ yoki $\lambda=f(1/c)$ bog'liqliklardan ordinatadagi kesma bo'yicha yoki elektr o'tkazuvchanlikning cheksiz suyultirishdagi maksimal qiymati bo'yicha λ_{∞} va (6) tenglamadan barcha konsentratsiyalar uchun elektr o'tkazuvchanlik koeffitsientlari hisoblanadi. Natijalar 2-jadvalga yoziladi.

3-jadval

Kuchli elektrolitning κ , λ , λ_{∞} va f_{λ} qiymatlari

$k_{idish}= \quad ; \quad t=25^{\circ}\text{C};$

s, g·ekv/l	R_M , Om	l_1 , mm	l_2 , mm	R_x , Om	$\bar{R}_x$, Om	κ_{er} , cm/sm	$\kappa_{er}-\kappa$ H_2O , Sm/sm	λ , Sm·s m ² / g·ekv	λ_{∞}	f_{λ}
0,10										
0,05										
0,01										
0,005										
0,001										
0,0001										

$\kappa=f(c); \quad \lambda=f(\sqrt{c}); \quad \lambda=f(1/c)$ grafiklari tuziladi.

3.5.Kuchsiz elektrolitning κ , λ , λ_{∞} , α va K_{dis} qiymatlarini aniqlash

Kuchsiz elektrolitning 0,5 dan 0,001 g-ekv/l gacha bo'lgan konsentratsiyalari uchun R_x qiymatlari o'lchanadi. (3), (5), (7), (8) va (9) tenglamalardan kuchsiz

elektrolitning κ , λ , λ_{∞} , α va K_{dis} qiymatlari hisoblanadi va 4-jadvalga yoziladi. $\kappa=f(c)$, $\lambda=f(c)$ va $\lambda=f(\sqrt{\alpha c})$ grafiklari chiziladi. Ionlarning elektr o'tkazuvchanliklari [1;2] lardan topiladi.

4-jadval Ayrim elektrolitlarning 25°C dagi K_{dis} va λ_{∞} qiymatlari

Elektrolitlar	Sirka kislotasi CH_3COOH	Limon kislotasi $\text{C}_3\text{H}_4\text{OH}(\text{COOH})_3$	Chumoli kislotasi HCOOH	Propion kislotasi $\text{C}_2\text{H}_5\text{COOH}$	Qaxrabo kislotasi $\text{CH}_2(\text{COOH})_2$
K_{dis}	$1,75 \cdot 10^{-5}$	$8,7 \cdot 10^{-4}$ $1,8 \cdot 10^{-5}$ $4,0 \cdot 10^{-6}$	$1,77 \cdot 10^{-4}$	$1,34 \cdot 10^{-5}$	$6,4 \cdot 10^{-5}$ $2,9 \cdot 10^{-5}$
λ_{∞} , $\text{Sm} \cdot \text{sm}^2 / \text{g} \cdot \text{ekv}$	391	383	404	386	381

5-jadval Kuchsiz elektrolitning κ , λ , λ_{∞} , α i K_{dis} qiymatlari

$k_{\text{idish}} =$; $t=25^\circ\text{C}$

c , $\text{g} \cdot \text{ekv} / \text{l}$	R_M , Om	l_1 , mm	l_2 , mm	R_x , Om	$\bar{R}_x$, Om	κ_{er} , Sm / sm	$\kappa_{\text{er}} - \kappa^{H_2O}$, Sm / sm	λ , $\text{Sm} \cdot \text{sm}^2 / \text{g} \cdot \text{ekv}$	λ_{∞}	α	K_{dis}	ΔK_{dis}
0,10												
0,05												
0,01												
0,005												
0,001												
0,0001												

3.6. Qiyin eruvchan tuzning eruvchanligini va eruvchanlik ko'paytmasini aniqlash

Qiyin eruvchan tuzning to'yingan eritmasida konsentratsiya juda kam bo'lganligi sababli, ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik cheksiz suyultirilgan eritmaning elektr o'tkazuvchanligi bilan bir xildir. Shunga ko'ra λ_{∞} ning nazariy qiymatlari dan olinadi: $1/2\text{Ca}^{2+}:\lambda_{25}=59,5$; $1/2\text{SO}_4^{2-}:\lambda_{25}=80$ va $\lambda_{\infty}=139,5$.

Tajribada CaSO_4 to'yingan eritmasining R_x va κ_{er} qiymatlarini aniqlab, (10) va (11) tenglamalardan eritmaning konsentratsiyasi va g-ion/l lardagi eruvchanlik ko'paytmasi hisoblanadi.

O'lchash natijalarining xatoliklari baholanadi.

6-jadval

Qiyin eruvchan tuzning eruvchanligi va eruvchanlik ko'paytmasi

To'yingan eritma	R_M , Om	l_1 , m m	l_2 , m m	R_x , Om	$\bar{R}$ x , Om	κ_r , Sm/ sm	κ_r - $\kappa_{\text{H}_2\text{O}}$, Sm/ sm	λ_{∞} , Sm·sm ² / g-ekv	s , g·ion/l		L , (g·ion/l) ²	
								Jadval [1]	Jadval [8]	ta j	Jadval [8]	ta j.
CaSO_4 ; $\text{Ca}(\text{OH})_2$; CaCO_3 ; CaHPO_4 ; BaSO_4 ; CdCO_3 ; $\text{Cd}(\text{OH})_2$; CuS .								139,5	5,83 *10 ⁻²		3,4*10 ⁻⁵	

$k_{\text{idish}} =$; $t = 25^\circ\text{C}$

Hisoblash formulalari:

$$R_M / R_x = R_1 / R_2 = \frac{l_1}{l_2} \quad (1); \quad R_x = R_M \cdot \frac{l_2}{l_1} \quad (2);$$

$$\kappa = \frac{k}{R_x} = \frac{k}{R_M} \cdot \frac{l_1}{l_2} \quad (3); \quad k = \kappa_{H_2O} R_{KCl} = \kappa_{H_2O} \cdot \frac{l_2}{l_1} \cdot R_M \quad (4);$$

$$\lambda = 1000 \kappa / c \quad (5); \quad f_\lambda = \lambda / \lambda_\infty \quad (6);$$

$$\lambda_\infty = \lambda_+ + \lambda_- \quad (7); \quad \alpha = \lambda / \lambda_\infty \quad (8);$$

$$K_{dis} = c \alpha^2 / (1 - \alpha) \quad (9); \quad c = 1000 (\kappa_{eritma} - \kappa_{H_2O}) / \lambda_\infty \quad (10);$$

$$L = c_m^{v+} c^{v-}$$

E.YU.K.ni o'lash asboblari va qurilmalari bilan tanishish.

Elektrokimyoviy CO₂ konversiyasi uchun mikro muhit chegarasi

Elektrokimyoviy CO₂ kamaytirish reaksiyasi (CO₂RR) a taklif qiladi

CO₂ ga aylantirish orqali uni baholashga istiqbolli yondashuv foydali mahsulotlar, masalan, uglerod oksidi, format, etanol va etilen. CO₂ ham ularni ishlab chiqarish qayta tiklanadigan energiyadan foydalanganda sanoat miqyosida muhim kimyoviy moddalar kimyoviy bog'lanishlarni shakllantirish uchun elektr manbalari.

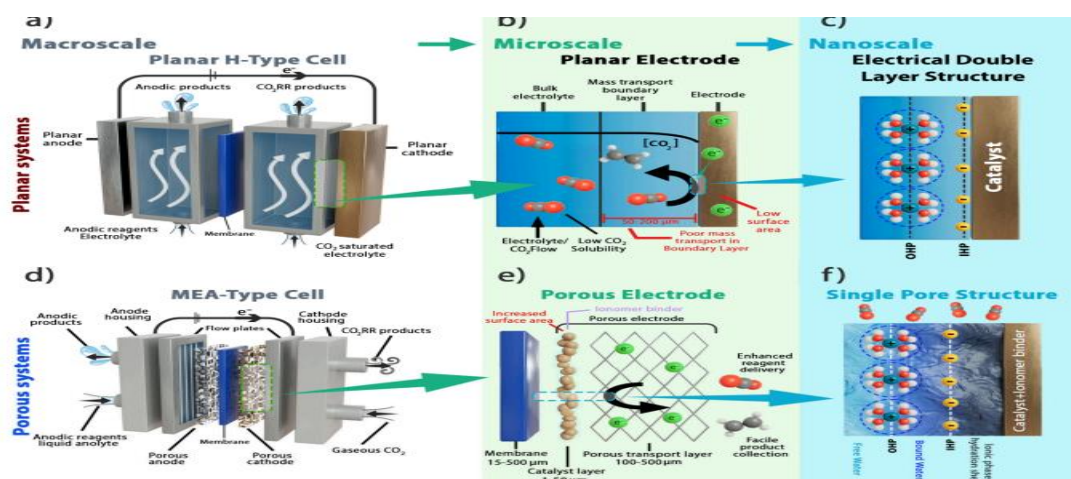
Shunday qilib, CO₂RR aniq nol emissiyaga erishish uchun juda muhimdir insoniyat sivilizatsiyasining barqaror rivojlanishiga. Garchi CO₂RR hali qazib olinadigan yoqilg'ilar bilan raqobatbardosh emas, CO₂RR barqaror ishlab chiqarish uchun etakchi nomzod texnologiya CO₂ dan sanoatga tegishli yoqilg'i va kimyoviy moddalar.CO₂RR ning texnoiqtisodiy asosililigini yaxshilash, so'nggi ishlash ko'rsatkichlarini yaxshilashga e'tibor qaratdi, shu jumladan Faradaik samaradorlik, faollik (joriy zichlik), hujayra kuchlanishi, uzoq muddatli barqarorlik, energiya samaradorligi va bir martalik konvertatsiya CO₂ samaradorligi.

CO₂RR faolligini aniqlashda mikro muhit selektivlik, bu mahalliy muhit bilan kuchli bog'lanishni ko'rsatadi.5–8 Masalan, ushbu mikromuhit mulohazalari

bir xil material qanday qilib boshqacha ishlashi mumkinligini tushuntira oladi

turli hisobotlar. Bu yerda, men chuqurroq fundamental taklif CO₂RR mikro muhitini tushunish juda muhimdir. CO₂RR faolligi va selektivligini

optimallashtirish katalizatorga yoʻnaltirilgan va reaktorga yoʻnaltirilgan ishlanmalar.



8-rasm. Planar (a-c) va g'ovakli (d-f) elektrodarga makroshkala, mikroshkala va nano o'lchov ta'sirining sxematik ko'rinishi.

Shu bilan bir qatorda, biz boshqa qoʻshimcha yondashuvlarni izlashimiz mumkin.

Faoliyat formulasiga qarasak, faoliyat ekanligini koʻramiz koefitsient η , faoliyat uchun bir xil darajada muhimdir. Mana, faollik koefitsienti entalpiik intermolekulyar bilan bogʻliq boʻlishi mumkin.

Bundan tashqari, CO₂RR uchun C²⁺ mahsulotlar, men faoliyati boʻlgan uch turi bor, deb bahslasha muhim: CO₂, CO va H₂O. Shuning uchun biz ham harakat qilishimiz kerak. Faqat suv konsentratsiyasi va suv faolligini hisobga olgan holda

CO₂, CO va H₂O ning birgalikdagi faoliyatini hisobga olish molekulararo oʻzaro ta'sir shartlari (faollikni belgilaydigan koefitsientlar) va mahalliy konsentratsiyalar. Shuni ta'kidlash joizki oʻzgartirish orqali faollik koefitsientini oʻzgartirishga qaratilgan harakatlar molekulararo kuchlar, shubhasiz, oʻzaro ta'sirga ega boʻladi. Masalan, molekulararo kuchlar boʻlsa CO₂ va CO ning qulay, mahalliy konsentratsiyasini oshirish mumkin.

Shunday qilib, yaxshilangan CO₂RR mikro muhit nazoratiga erishish uchun, CO₂ ni boshqarish uchun yangi kengaytiriladigan yondashuvlarni ishlab chiqish juda muhim, CO va H₂O molekulararo kuchlar va faollik. Shuni ta'kidlash kerakki, ba'zi tizimlar hali ommaviy foydalanish uchun mos kelmasligi mumkin.

CO₂, CO va H₂O uchun faollik oʻlchovlari. Bunday hollarda, biz mahalliy intermolekulyarga qarashga ishonishimiz mumkin. CO₂, CO va H₂O uchun oʻzaro ta'sir. Masalan, tizimlar H₂O ni yuqori darajada bogʻlangan holatlarga (koʻzgu

fermentlarini) joylashtiring pasayishiga CO_2RR ga o'xshash ta'sir ko'rsatishi kutilmoqda.

Raqobatbardosh HER ni kamaytiradigan H_2O faolligi CO_2RR doirasida gidrogenatsiya bosqichlarini blokirovka qilish. Agar bu mumkin bo'lsa erishilsa, fermentativ katalizning ba'zi kerakli jihatlari bo'lishi mumkin.

CO_2RR ga qo'llaniladi, bu da selektivlikni sezilarli darajada yaxshilaydi sanoat uchun tegishli oqim zichligi.

Ushbu kontseptsianing uchta natijasi mavjud CO_2RR mikro muhiti:

(i) Birinchidan, faollik koeffitsienti va konsentratsiya shartlari taklif etiladi.

Ob'ektiv chora-tadbirlar (1b-rasm) turli xil effektlarni solishtirish uchun foydali parametrlar maydoni aralashuvlar va mikromuhitga tuzatishlar bunga asoslanib solishtirish muhimdir.

Ikkinchidan, bu yondashuv muhimligini ta'kidlaydi nisbiy hissalar haqidagi tushunchamizni yaxshilash CO_2RR da uch fazali (gaz-suyuq-qattiq) va kattaroq maydonli ikki fazali (suyuq-qattiq) interfeyslarning yaqinda e'tiborni tortdi.

Uchinchidan, bu tushuncha muhimligini ta'kidlaydi CO_2 , CO ning mahalliy taqsimotini tekshirish usullari, va reaksiya sharoitida H_2O . Zaiflashtirilgan jami

aks ettiruvchi yuzadan yaxshilangan infraqizil yutilish spektroskopiyasi (ATR-SEIRAS) orqali aniqlanadi. CO_2RR davomida bog'langan va erkin suv miqdorini aniqlash.

Mavzu yuzasidan savol va mashqlar

1. Kuchli va kuchsiz elektrolitlar solishtirma elektr o'tkazuvchanliklarining konsentratsiyaga bog'liqliklarini $\kappa = f(c)$ solishtiring;

2. Kuchli elektrolitning λ_∞ ni topish uchun $\lambda = f(\sqrt{c})$ va $\lambda = f(1/c)$ grafiklarini tuzing;

3. Kuchsiz elektrolitning λ_∞ chegaraviy qiymatini topish uchun $\lambda = f(\sqrt{\alpha c})$ grafigini tuzing.

IV BOB ELEKTROKIMYOVIY ZANJIRLARNING ELEKTR YURITUVCHI KUCHINI O'LCHASH

Reja:

- 4.1. Elektrod tushunchasi. Elektrod potensialining paydo bo'lishi
- 4.2. Elektrokimyoviy ish o'rmini tajribalarga tayyorlash
- 4.3. Yakobi-Daniel elementining EYuK ni aniqlash
- 4.4. Metallarning standart elektrod potenciallarini aniqlash
- 4.5. Potensiometriya

Tayanch iboralar: Galvanik element, EYuK, ftor ioni, vodorod bog'i, elektrod potentsiali, kuchli kislotalar, HCl, H₂SO₄

NAZARIY QISM

Elektr yurituvchi kuch

Elektrokimyo aslida Galvanining qurbaqa ustida o'tkazgan tajriba-laridan boshlangan: mis va temir metallari elektrodlar vazifasini bajarib, galvanik elementni hosil qilgan. Shu sababli, elektrofiziologiya va elektrokimyoning asoschisi bo'lgan Galvanining nomi bilan ko'p ilmiy atamalar nomlangan: galvanik element, galvanometr, galvanoplastika, galvanostegiya, galvanik tok va boshqalar.

Volta 1799 yilda elektr energiyaning birinchi kimyoviy manbaini yaratdi: turli metallar tutashgan chegarada potenciallar farqi paydo bo'ladi, buni voltapotensial deyiladi (Voltaning kontakt nazariyasi fanda uzoq vaqt xukm surgan). 1889 yilda Nernst galvanik element elektr yurituvchi kuchi (EYuK) ning "osmotik" nazariyasini yaratgan. Nernst nazariyasi Voltaning kontakt nazariyasini butunlay inkor etib, elektrod-eritma chegarasida potenciallar sakrashi (galvanik potensial) paydo bo'lishining yagona sababi qo'sh elektr qavatining hosil bo'lishidir, deb tushuntirgan. Agar elektrod potensialining paydo bo'lishiga faqatgina elektrod-elektrolit chegarasidagi qo'sh elektr qavat sababchi bo'lganda, ayrim metallarning standart solishtirish elektrodiga nisbatan o'lchangan "nol zaryadli poten-siali" nolga teng bo'lishi kerak edi ("metallarning nol nuqtasi" deb ham ataladi). Frumkinning XX asrning 30-yillardagi izlanishlariga ko'ra, nol zaryadga ega bo'lgan metallarning potenciallari ham nolga teng emas ekan. Demak, elektrod bilan elektrolit chegarasida umuman qo'sh elektr qavat paydo bo'lmagan taqdirda ham elektrodning potentsiali noldan farq qilishi Nernst nazariyasining noto'g'ri ekanligini ko'rsatdi.

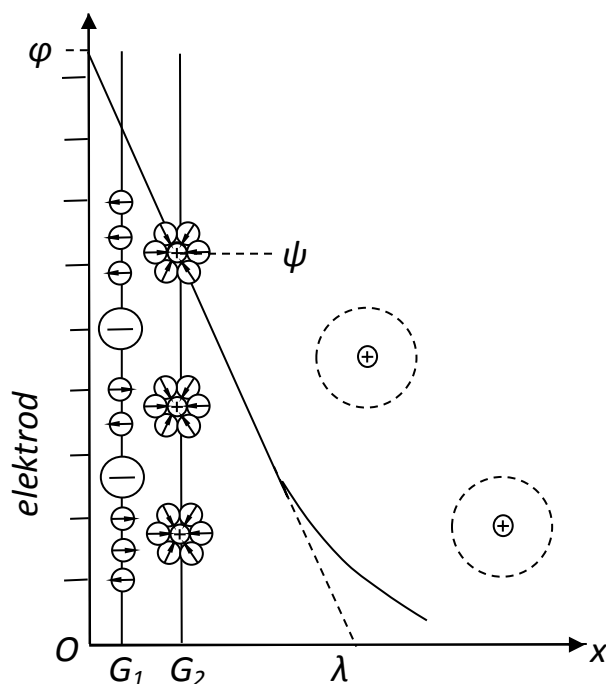
Metallar fizikasining rivojlanishi natijasida turli metallar tutashtirilganda potenciallar farqi paydo bo'lishi ko'rsatildi. Kvant nazariyasiga binoan, potenciallar farqiga metallardagi ozod elektronlar energiyalarining Fermi sathlari

turlicha bo'lganligi sabab bo'ladi va metallar tutashtirilganda Fermi sathlari tenglashguncha elektronlar bir metallardan ikkinchisiga oqib o'tadi.

Hozirgi zamon tushunchasiga binoan, elektrodning potentsiali ikki metall chegarasidagi volta-potensial va elektrod-eritma chegarasida qo'sh elektr qavat hosil bo'lishi bilan belgilanuvchi galvani-potensiallarining yig'indisiga tengdir.

4.1. Elektrod tushunchasi. Elektrod potentsialining paydo bo'lishi

Zaryadlangan zarrachalar tutgan eritmaga tushirilgan metallni elektrod deb ataymiz. Bunday sistemada metallardan eritmaga kationlar o'tishi mumkin. Olib o'tilayotgan zarrachalarning solvatlanishi (gidratlanishi) ionlarning o'tishiga ko'maklashadi. Kationlarning eritmaga o'tishi natijasida metall manfiy zaryadlanadi, lekin elektrod-eritma sistemasi elektroneytral bo'lib qoladi. Elektrod sirti atrofida metall sirtidan 10^{-5} - 10^{-7} m gacha cho'zilgan qo'sh elektr qavat hosil bo'ladi (1-rasm). Xuddi shunday qilib, eritmada kationlar ham metallga o'tishi mumkin, unda metall musbat zaryadlanadi, anionlar esa qo'sh qavatni hosil qiladi. Metallning sirtqi zaryadiga mos ravishda oriyentatsiyalashgan suv molekullari bevosita metall sirtiga tegib turadi (ushbu holatda metall sirti manfiy zaryadlangan). Metall sirtining bir qismini adsorbilangan va kam yoki butunlay gidratlanmagan anionlar egallaydi. Ularning adsorbilanishi maxsus (spesifik) deb ataladi, chunki u sirtning zaryadiga emas, balki kovalent bog'larning hosil bo'lishiga bog'liq bo'ladi; kontakt adsorbilanish deb ham ataladi, chunki degidratlangan anionlar metall sirtiga zich tegib turadi. 298 K haroratda simob sirtida Cl^- , Br^- , I^- va Cs^+ ionlarining adsorbilanishi, K^+ , Na^+ va F^- ionlarining adsorbilanmasligi aniqlangan.



Maxsus adsorbilanishning paydo bo'lishi ionning gidratlanish darajasiga va kattaligiga bog'liq. Masalan, fluor ionlari vodorod bog'lari bilan bog'lanadi va bu hol fluor ionining eritma hajmidan elektrodning sirtiga chiqishiga halaqit beradi. Adsorbilangan ionlarning markazlaridan G_1 masofada o'tkazilgan tekislik Gelmholsning ichki tekisligi deb ataladi. Bu tekislikdan keyin gidratlangan kationlarning markazlaridan G_2 masofada o'tkazilgan Gelmholsning tashqi

9-rasm. Qo'sh elektr qavatining tuzilishi.

Manfiy belgili aylanalar bilan spesifik adsorbilangan anionlar ko'rsatilgan; musbat belgi bilan—gidratlangan kationlar; shtrixlangan aylanalar bilan—diffuzion qavatdan tashqarida joylashgan gidrat qavat; o'qli aylanalar bilan—suvning dipollari; ϕ va ψ lar bilan esa, ichki va tashqi potentsiallar ko'rsatilgan.

Bu suvning tuzilishi individual suvnikidan farq qiladi, shuning uchun ham zich qavatdagi suvni qayta tiklangan deyiladi. Eritmaning zich qavatdagi dielektrik singdiruvchanligi ε individual suvnikidan kichik bo'ladi.

Zich qavatdan tashqarida, ya'ni diffuzion qavatda, zarrachalarning issiqlik energiyasi ularni elektrod maydoni bilan tartiblashtirish energiyasiga solishtiradigan holatga keladi. Buning natijasida zarrachalar tartibsiz taqsimlanadi, ularning konsentrasiyasi esa eritma hajmidagi konsentrasiyaga yaqinlashadi. Shunga mos ravishda ε ham ε_{H_2O} ga yaqinlashadi.

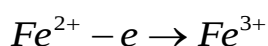
Diffuzion qavat eritmaning ichiga tomon ancha cho'zilgan, lekin uning λ masofadagi G_2 tekisligidan samarali qismni ajratish mumkin. λ ning uzunligi kuchli elektrolit eritmasidagi ion atmosferasi radiusining analogidir. Xuddi shu radius kabi, λ ham konsentrasiya bo'yicha olingan kvadrat ildizga teskari proporsionaldir. Agar samarali diffuzion qavatdagi hamma zaryadlar λ masofadagi yupqa qavatga yig'ilsa, unda ular elektrod sirtidagi zaryadlarni neytrallaydi.

Maxsus adsorbilanish mavjud bo'lmaganda qo'sh qavatni yupqa kondensatorga o'xshatish mumkin. Bunda M metallning zaryadlangan sirti kondensatorning bitta qavati bo'lib xizmat qilsa, λ masofadagi samarali chegara sirt ikkinchi qavat bo'ladi. Metall bilan eritma orasida potentsiallar sakrashi paydo bo'ladi. Har qanday potentsiallar sakrashi o'rnatilgan taqdirda ham elektrod va eritma orasida kationlar almashinishi kuzatiladi. Metalldan eritmaga qarab ionlarning oqimi ularning eritmadan metallga qarab oqimiga teng va elektronlarning eritmadan metallga va metalldan eritmaga bo'lgan oqimlariga teng kuchlidir. Elektrodning bir birlik sirti uchun olingan bu oqimning kuchini almashinish toki deyiladi. Eritmaning o'rtacha ion aktivligi birga teng bo'lgandagi almashinish toki standart j_0 hisoblanadi. Turli sistemalarda $j_0=10^3-10^{-9} A/m^2$ ga teng.

Elektrod potentsiali hosil bo'lishining keltirilgan mexanizmi umumiy emas. Ayrim metallar (oltin, platina) shunchalik mahkam kristall panjaraga egaki, ulardan kationlar ajralib chiqa olmaydi. Bu metallarda potentsiallar farqi paydo bo'lmaydi. Ammo bunday metallarning sirtiga oksidlanish yoki qaytarilish qobiliyatiga ega

bo'lgan ko'pchilik moddalar adsorbilanishi mumkin. Shuning uchun bu metallar yordamida eritmalar bilan muvozanatda bo'lgan sistemalarni hosil qilish mumkin. Bu holda elektrodlar inert deyiladi, potensial esa inert elektrodda adsorbilanadi va erigan modda orasidagi muvozanat bilan belgilanadi. Bunday elektrodda misol qilib eritmada vodorod ionlari bilan muvozanatda bo'lgan va vodorod adsorbilangan platinalangan platinani olish mumkin. Bunda moddaning oksidlangan shakli eritmada, qaytarilgani esa, elektrodda bo'ladi.

Moddaning ikkala shakli ham eritmada bo'lishi mumkin, unda almashinish inert elektrod va ionlar orasida sodir bo'ladi. Masalan, Fe^{3+} kationi platinadan bitta elektron tortib olishi va Fe^{2+} gacha qaytarilishi mumkin. Bunda platina musbat zaryadlanadi, eritmada esa ortiqcha anion hisobiga manfiy zaryad paydo bo'ladi (masalan, $FeCl_3$ dan Cl^-), shuningdek keyingi elektronlarni tortib olishi borgan sari qiyinlashib boradi va nihoyat, musbat zaryadlangan elektrod va anionlar qavati orasida muvozanat o'rnatiladi. Shunday qilib, $Fe^{3+} + e \rightarrow Fe^{2+}$ kimyoviy reaksiyasi boradi. Shuningdek, unga qarama-qarshi reaksiya ham borishi mumkin:



Elementni ulaganda reaksiyaning u yoki bu yo'nalishi bitta elektrodning tabiatiga emas, balki galvanik elementning ikkala elektrodda bog'liq. Elektrodni eritmada chiqarib olish eritmani boshlang'ich holatga qaytaradi. Qo'sh qavatdagi ionlarni, ko'pincha, potensial hosil qiluvchi ionlar deyiladi.

AMALIY QISM

Yakobi-Daniel elementining EYuK ni aniqlash tartibi o'quv qo'llanmada amaliy mashg'ulotlarga bag'ishlangan darslikda batafsil bayon etilgan.

(1)-(5) tenglamalardan Yakobi-Daniel elementining EYuK hisoblangandan so'ng (6)-(8) tenglamalardan galvanik elementdagi termodinamik muvozanat konstantasi hisoblanadi va jarayonning kimyoviy qaytar yoki qaytmasligi haqida fikr yuritiladi (1-jadval).

Alohida elektrodning potensialini aniqlash uchun solishtirish elektrodi (vodorod, kalomel, kumush xlorid yoki boshqa qutblanmaydigan standart elektrod) va o'rganilayotgan elektroddan iborat galvanik element tuziladi (1-jadval) va (9)-(12) tenglamalardan elektrodning potentsiali hisoblanadi.

Bufer eritmaning pH ini aniqlayotganda standart elektrodlardan iborat (xingidron va kalomel) zanjir tuziladi va ushbu galvanik elementning EYuK E_{taj} o'lchanadi (1-jadval). So'ngra zanjir EYuK ning nazariy qiymati E_{naz} ni bilgan holda bufer eritmada vodorod ionlarining konsentratsiyasi pH_{xis} (13)-(16) tenglamalardan hisoblanadi. Bufer eritmada vodorod ionlarining konsentratsiyasini tajribada pH_{taj} ham pH-metrdan foydalanib o'lchanadi va olingan natijalar solishtiriladi.

Elektrolitlarning suvli eritmalaridagi ionlarning oʻrtacha aktivlik koeffitsientlari orqali ham mis va rux elektrodlarining potentsiallari (17)-(19) tenglamalardan nazariy hisoblanadi va 2-jadvalga yoziladi.

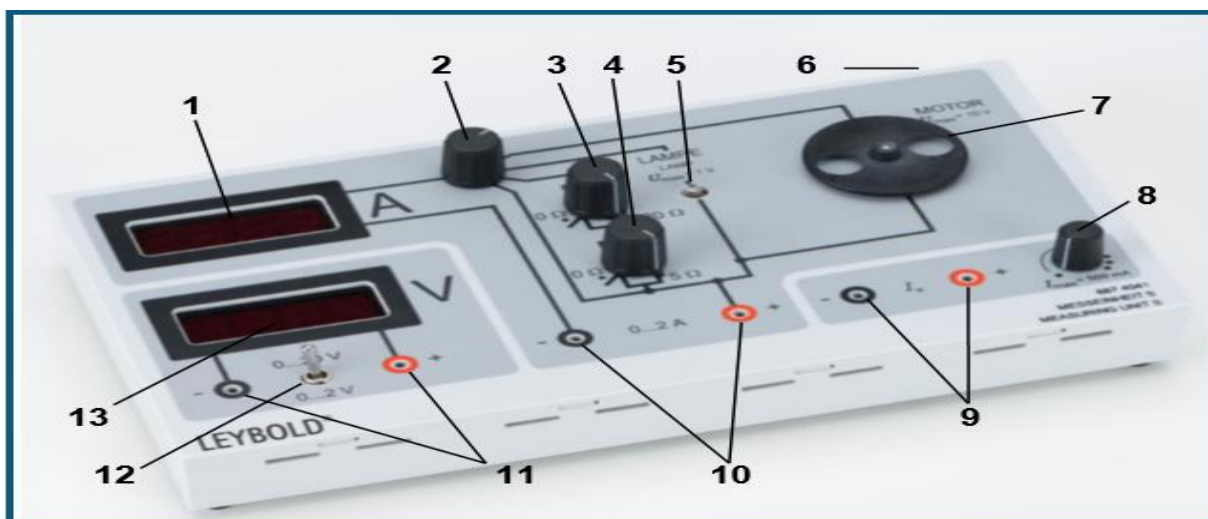
4.2. Elektrokimyoviy ish oʻrnini tajribalarga tayyorlash

Elektrokimyoviy ish oʻrni Tajriba doskasi (1) ga S oʻlchash qurilmasi qoʻyiladi. Qogʻoz diafragma (2) tajribadan oldin distillangan suv bilan namlanib, blok yacheyka (3) orasiga oʻrnatiladi. Blok yacheyka 4 ta kameradan iborat boʻlib, har birining yon tomonida teshikcha bor va u ikkita yarim elementni oʻzaro aloqada boʻlishini taʼminlaydi. Ag, Cu, Fe va Zn tajribadan avval jilvir qogʻoz bilan yaxshilab tozalanadi. Magniy elektrod hosil qilish uchun magniy lentasi (7) plastik plastinkaga oʻraladi va oksid qatlamdan tozalash uchun xlorid kislotaga botirib qoʻyiladi. Vodorod elektrod hosil qilish uchun platina elektrod xlorid kislota eritmasiga tushirilib unga manfiy elektrod ulanadi. Bunda ajralib chiqayotgan vodorod platinaga yutiladi. Har bir kameraga 15 ml atrofida eritma quyiladi. Yarim elementlar filtr qogʻozli diafragmaning har ikkala tomonida tekis suyuqlik bosimiga ega boʻlishi uchun juft kameralarga birgalikda eritmadan quyish kerak.



10 – rasm. Elektrokimyoviy ish oʻrni

1. Tajriba doskasi
2. Qogʻoz diafragma
3. Blok yacheyka
4. Elektrodlar va jilvir tayoqchani saqlash boʻlmali
Cu, Zn, Fe, grafit, plastik plitalar
5. Maxsus elektrodni saqlash uchun idishlar
Ag, Pt
6. Rezina uchli tomchilatish pipetkalari
7. Magniyli lenta

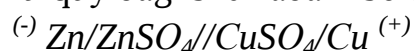


11–rasm. S oʻlchash qurilmasi

1. Raqamli ampermetr
2. Yoʻnaltiruvchi murvat
3. Potensiometr 220 Ω
4. Potensiometr 5 Ω
5. Lampa, $U_{\max}=1V$
6. Tok manbaiga ulash uchun rozetka 12V, 1.6A
7. Aylanadigan gʻildirakli motor
8. Tok kuchini nazorat qiluvchi murvat
9. Tok manbai uchun rozetka
10. Tok kuchini oʻchash uchun rozetka
11. Kuchlanishni oʻlchash uchun rozetka
12. Kuchlanish dastagi (2V/20V)
13. Raqamli voltmeter

4.3. Yakobi-Daniel elementining EYuK ni aniqlash

Yakobi-Daniel elementi quyidagi sxemadan iborat:

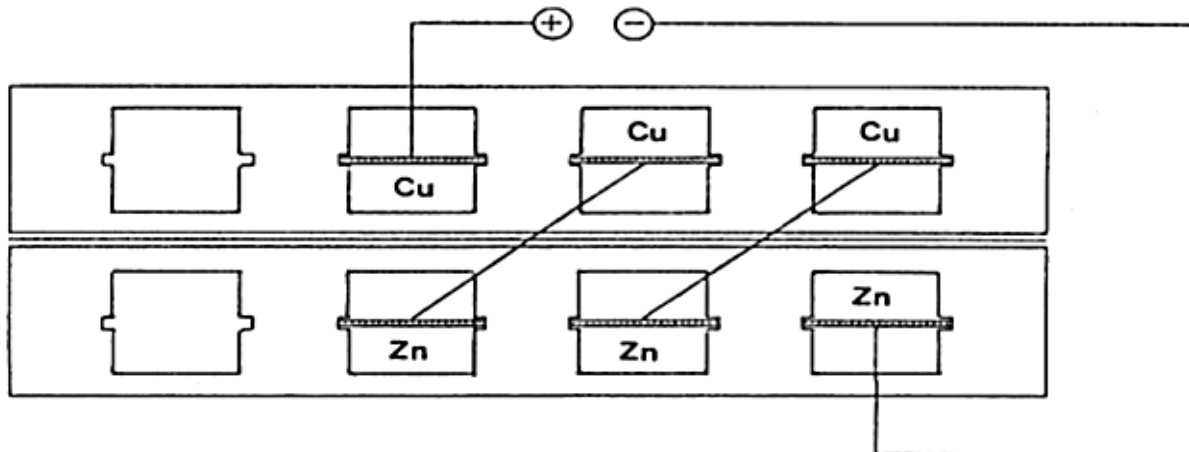


EYuK ni aniqlash uchun 50 ml dan 1 molyarli elektrolit eritmalarini tayyorlab oling. Blok yacheykani distillangan suv bilan yuvib oling. Qogʻoz diafragmani distillangan suv bilan namlab oling va uni blok yacheyka orasiga qoʻyib vintlar bilan mahkamlang. Kameralarni elektrolit eritmasi bilan toʻldiring. Elektrodlarni jilvir tayoqcha bilan yaxshilab tozalang. Mis elektrodni mis sulfat, rux elektrodni rux sulfat eritmasiga tushiring. Elektrodlarni voltmetrغا ulang. Mis elektrodni musbat, rux elektrodni manfiy qutbga ulang. Oʻlchash oraligʻini 0...2 V ga qoʻying.

Galvanik elementning tok kuchini oʻlchash uchun elektrodlarni (10) rozetkaga ulang. Qiymatlarni yozib oling. Yoʻnaltiruvchi murvatni yuqoriga oʻng holatga oʻrnating. Bunda aylanadigan gʻildirakli motorga ulanish hosil boʻladi va

g'ildirak aylana boshlaydi. O'tkazgichlarni teskari ulasak, g'ildirak teskari aylanadi.

Yuqorida ko'rsatilgan tartibda ketma-ket ulangan zanjirlarning umumiy EYuK ini ham o'lchash mumkin. Buning uchun rasmda ko'rsatilgandek ikki yoki uchta Yakobi-Daniel elementini tayyorlaymiz:



12-rasm. EYuK asbobi

Bunda ham dastlab kuchlanish qanday o'zgarganligini aniqlaymiz. Galvanik elementlar ketma-ket ulanganda umumiy kuchlanish barcha galvanik elementlar kuchlanishining yig'indisiga teng bo'ladi:

$$U_{um} = U_1 + U_2 + U_3$$

So'ngra tok kuchini ham topamiz. Galvanik elementlar ketma-ket ulanganda tok kuchi o'zgarmaydi:

$$J = J_1 = J_2 = J_3$$

Yakobi-Daniel elementining nazariy qiymati quyidagicha hisoblanadi:

$$\Delta E = E^0(\text{Cu}/\text{Cu}^{2+}) - E^0(\text{Zn}/\text{Zn}^{2+})$$

Yakobi-Daniel elementining EYuK qiymatini yozib oling va nazariy qiymat bilan taqqoslang.

7 jadval

Turli zanjirlarning elektr yurituvchi kuchini aniqlash

№	Zanjir	EYuK		Tok kuchi
		nazariy	amaliy	
1	1 ta $(-)\text{Zn}/\text{ZnSO}_4//\text{CuSO}_4/\text{Cu}^{(+)}$			
2	2 ta $(-)\text{Zn}/\text{ZnSO}_4//\text{CuSO}_4/\text{Cu}^{(+)}$			
3	3 ta $(-)\text{Zn}/\text{ZnSO}_4//\text{CuSO}_4/\text{Cu}^{(+)}$			

Konsentratsion zanjirni yig'ish

Ushbu tajribada konsentratsion zanjir yig'iladi, ya'ni galvanik elementning yarim elementlari bir – biridan faqat elektrolitning konsentratsiyasi bilan farq qiladi. Elektrolit eritmalari konsentratsiyasi orasidagi farq qancha katta bo'lsa,

kuchlanish ham shunchalik katta bo‘ladi. Metall ionlari yuqori konsentratsiyali eritmada erkin metallgacha qaytariladi. Past konsentratsiyali eritmada metall oksidlanadi. Konsentratsion zanjirda eng past konsentratsiyali eritmada turgan elektrod–anod, yuqoriroq konsentratsiyada turgan elektrod katod bo‘ladi.

Elektrolit eritmasini tayyorlab olamiz. 0,01 M eritma tayyorlash uchun 2 ml 0,1 M mis sulfat eritmasidan olib, unga 18 ml distillangan suv quyamiz. 0,001 M eritma tayyorlash uchun 0,01 M eritmada 2 ml olib 18 ml distillangan suv qo‘shamiz.

8 jadval

Mis (II) sulfat eritmasining konsentratsion zanjirlari

Mis sulfat eritmasi		
№	Chap kamera	O‘ng kamera
1	0,1mol/l	0,1mol/l
2		0,01mol/l
3		0,001mol/l

№	Galvanik element	Kuchlanish ΔE		$\lg C_1 - \lg C_2$
		Amaliy	Nazariy	
1	$Cu/CuSO_4(0.1mol/l)/(0.1mol/l)CuSO_4/Cu$			
2	$Cu/CuSO_4(0.1mol/l)/(0.01mol/l)CuSO_4/Cu$			
3	$Cu/CuSO_4(0.1mol/l)/(0.001mol/l)CuSO_4/Cu$			

Yacheykalarga tegishli eritmalarni quyib chiqing. Eritmalarga mis elektrodni botiring. EYuK ni o‘lchash uchun elektrodni voltmetrga ulang. Yuqori konsentatsiyali mis sulfatda turgan elektrodni musbat qutbga ulang va uni keyingi zanjirlarning EYuK ni o‘lchash uchun qayta ishlating.

Ushbu ta’sirni hisoblash uchun Nernst tenglamasi ishlatiladi:

$$E = E^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{C_1(Me^{n+})}{C_2(Me^{n+})}$$

4.4. Metallarning standart elektrod potentsiallarini aniqlash.

Standart vodorod elektrod xlorid, sulfat yoki boshqa kislotalarning 1 M li eritmalarida standart sharoitda ($P=101,325$ kPa, $T=298$ K) o‘lchanadi. Standart vodorod elektrod vodorod gazi bilan o‘ralgan platina to‘rdan iborat. Bu elektrodning potentsiali 0.000 V deb belgilangan. Vodorod elektrodni olish uchun elektrolizni amalga oshiramiz. Buning uchun ikkita kabelni tok manbaiga ulaymiz, tok kuchini nazorat qiluvchi murvatni oxirigacha buraymiz (500 mA maksimal tok kuchi). Manfiy qutbga platina elektrodni ulaymiz. Platina elektrodda gaz ajralib

chiqishini kuzatamiz. Shundan so'ng darhol potentsiali aniqlanayotgan elektrodni o'lchash qurilmasiga ulaymiz va standart potentsialni topamiz.

Magniy elektrodini tayyorlash uchun magniy lentasi kichik plastik plita atrofiga o'raladi. Pinset yordamida magniy o'ralgan elektrodni yuzasi kumushsimon yaltiroq holga keltguncha xlorid kislota eritmasiga botirib turiladi. Yonma-yon turgan kameralarga magniy, rux, mis va kumush elektrodni kiritamiz, qarshisidagi kameralarga platina elektrodni kiritamiz. Tegishli kameralarga elektrolit eritmalaridan quyib chiqamiz. Yuqorida ko'rsatilgan tartibda qolgan elektrodni ham standart potentsiallarini aniqlaymiz. O'lchashda olingan qiymatlarni jadvalga kiriting.

9 jadval

Alohida elektrodning potentsiallari

Tegishli redoks jufti		Mg/Mg ²⁺	Zn/Zn ²⁺	Cu/Cu ²⁺	Ag/Ag ⁺
EYuK	Amaliy				
	Nazariy				

Bu jarayonlarda quyidagi zanjirlar hosil bo'ladi:

- $Pt, H_2/2H^+//Mg^{2+}/Mg^{(+)}$
- $Pt, H_2/2H^+//Zn^{2+}/Zn^{(+)}$
- $Pt, H_2/2H^+//Cu^{2+}/Cu^{(+)}$
- $Pt, H_2/2H^+//Ag^+/Ag^{(+)}$

10 jadval

Yakobi-Daniel elementining EYuK va termodinamik muvozanat konstantasi, alohida elektrodning potentsiallari va bufer eritmaning vodorod ko'rsatkichi. t= -0C

Element zanjiri	E _{taj}	E _{his}	E _{naz}	ΔE ₁ = E _{taj} - E _{naz}	ΔE ₂ = E _{his} - E _{naz}	lgK _a	K _a	π _{Cu taj}	π _{Zn taj}	E ⁰ _{Cu his}	E ⁰ _{Zn his}	pH	
												h i s	t a j
(+)Cu/CuSO ₄ //ZnSO ₄ /Zn ⁽⁻⁾ (+)Cu/CuSO ₄ //KCl/Hg ₂ Cl ₂ /Hg ⁽⁻⁾ (+)Hg/Hg ₂ Cl ₂ //KCl//ZnSO ₄ /Zn ⁽⁻⁾ (+)Pt/[H ⁺] _{x.g.} //KCl/Hg ₂ Cl ₂ /Hg ⁽⁻⁾													

11-jadval

Elektrolitlarning suvli eritmalaridagi ionlari o'rtacha aktivlik koeffitsientlari orqali hisoblangan elektrod potentsiallari (t=25⁰C)

Elektrod	m, mol/1000g	γ _±	a _±	E ⁰	E _{taj}	E _{naz}
----------	--------------	----------------	----------------	----------------	------------------	------------------

	H ₂ O					
Cu ²⁺ /Cu						
Zn ²⁺ /Zn						

Tajribalarning yakunida o'lchashlarning xatoliklari baholanadi.

Hisoblash formulalari:

Yakobi-Daniel elementining EYuK ni quyidagi tenglamalardan hisoblanadi:

$$E_{naz} = \pi_{Cu}^0 - \pi_{Zn}^0 \quad (1);$$

$$E_{xisob} = \pi_{Cu(o'lch.)} - \pi_{Zn(o'lch.)} \quad (2);$$

$$E_{taj} = \pi_{Cu} - \pi_{Zn} \quad (3);$$

$$\Delta E_1 = E_{taj} - E_{naz} \quad (4);$$

$$\Delta E_2 = E_{taj} - E_{xisob} \quad (5).$$

Muvozanat konstantasini topish tenglamalari:

$$\Delta G^0 = -RT \ln K_a \quad (6);$$

$$\Delta G^0 = -zFE^0 \quad (7);$$

$$\lg K_a = zFE_{taj}/2,303RT \quad (8).$$

Elektrod potentsiallarini aniqlash tenglamalari:

$$E_{taj} = \pi_{Cu} - \pi_{n.k.e.} \quad (9);$$

$$\pi_{Cu} = E_{taj} + \pi_{n.k.e.} \quad (10);$$

$$E_{taj} = \pi_{n.k.e.} + \pi_{Zn} \quad (11);$$

$$\pi_{Zn} = \pi_{n.k.e.} - E_{taj} \quad (12).$$

Bufer eritmaning pH ni Nernst tenglamasidan hisoblanadi:

$$E_{taj} = \pi_{x.g.}^0 + 0,0591 \lg a_{N^+} - \pi_{n.k.e.}^0 \quad (13)$$

$$E_{taj} = E_{naz} + 0,0591 \lg a_{H^+} = E_{naz} - 0,0591 pH \quad (14),$$

$$\text{bu erda } E_{naz} = \pi_{x.g.}^0 - \pi_{n.k.e.}^0; \quad \lg a_{H^+} = \frac{E_{taj} - E_{naz}}{0,0591} \quad (15);$$

$$pH_{his.} = \frac{E_{naz} - E_{taj}}{0,0591} \quad (16),$$

bu erda T=298 K da 2,303RT/F=0,0591.

Elektrod potentsiallarini ionlarning o'rtacha aktivlik koeffitsientlari orqali hisoblash:

$$a_{\pm} = \gamma_{\pm} m \quad (17);$$

$$E(Cu^{2+}, Cu) = E_{Cu}^0 + \frac{2,303RT}{zF} \lg(a_{Cu^{2+}} / a_{Cu}) \quad (18);$$

$$E(Zn^{2+}, Zn) = E_{Zn}^0 + \frac{2,303RT}{zF} \lg(a_{Zn^{2+}} / a_{Zn}) \quad (19).$$

Galvanik elementlarning EYuK va elektrod potentsiallarining nazariy qiymatlari:

$$E_{\text{ya-d}}=1,10 \text{ V}; \quad E_{\text{N}}=1,0183 \text{ V}; \quad \pi_{\text{Cu}^+/\text{Cu}}=0,521 \text{ V};$$

$$\pi_{\text{Cu}^+/\text{Cu}}=0,337 \text{ V}; \quad \pi_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}=-0,763 \text{ V}; \quad \pi_{\text{x.z}}^0=0,699 \text{ V};$$

$$\pi_{\text{n.k.e}}=0,2415 \text{ V (to'yingan eritma)}; \quad \pi_{\text{n.k.e}}=0,2812 \text{ V (1,0 M eritma)};$$

$$\pi_{\text{n.k.e}}=0,3341 \text{ V (0,1 M eritma)}.$$

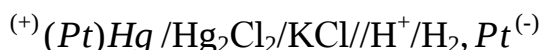
4.5. POTENSIOMETRIYA

Ishning maqsadi: Xingidron elektrodi yordamida potentsiometrik kislota-asos titrlash.

NAZARIY QISM

Indikator elektrodi potentsialining (yoki element EYuK ning) sakrashi bo'yicha ekvivalent nuqta aniqlanadi. Indikator elektrodi, odatda, titrlanayotgan modda ionlariga nisbatan qaytar bo'ladi. Potentsiali eritmaning pH iga bog'liq bo'lgan elektroddan foydalanib, kislota yoki asosni neytrallashtirish usulida potentsiometrik titrlanadi. Qaytar oksidlanish-qaytarilish sistemalari uchun indifferent elektrodlar qo'llaniladi. Cho'ktirish yoki kompleks hosil qilish usulida potentsiometrik titrlashda ishchi elektrod titrlash jarayonida cho'kma yoki kompleks hosil qiluvchi komponentga (ionga) nisbatan qaytar bo'lishi kerak.

Elementlarning zanjiri: potentsiometrik titrlash usulida quyidagi elementlar qo'llanishi mumkin:



To'yingan kalomel va vodorod elektrodlaridan iborat elementda kalomel elektrodi musbat bo'lib, u solishtirish elektrodi sifatida, vodorod elektrodi esa indikator elektrodi sifatida xizmat qiladi. Indikator elektrodi sifatida xingidron qo'llanilsa, u kalomel yoki kumush xlorid elektrodlariga nisbatan musbat bo'ladi.

AMALIY QISM

Indikator (xingidron) va solishtirish (kalomel) elektrodlaridan iborat galvanik element yig'iladi. Yacheykaga 5-10 ml titrlanishi kerak bo'lgan kislota yoki kislotalar aralashmasi quyiladi. Titrlanayotgan eritma va titrantning konsentratsiyalari yaqin bo'lishi kerak (~0,25 N). Avvalo titrant katta miqdorlarda qo'shiladi (0,5-1,0 ml) va har bir quyilgan ulushdan keyin eritma 2-4 minut davomida aralashtirib turiladi. Zanjir EYuK ning o'zgarishi sezilarli bo'lib qolganda titrantning quyilayotgan ulushlari kamaytiriladi, ekvivalent nuqta

yaqinida esa, titrlash tomchilarda amalga oshiriladi. EYuK ning katta o'zgarishlari kuzatilgan nuqtadan o'tgandan so'ng, ikkinchi ekvivalent nuqtaga yaqinlashguncha titrantning ulushlari yana oshiriladi.

Titrlash natijalaridan quyidagi bog'liqliklar tuziladi:

-solishtirish elektrodiga nisbatan o'lchangan indikator elektrod potentsialining quyilgan titrantning hajmidan bog'liqlik $E=f(V_{\text{MOH}})$ grafigi tuziladi va titrlashning integral egrisi topiladi;

-elektrod potentsiali o'zgarishi ΔE ning qo'shilgan titrant hajmi o'zgarishi ΔV ga nisbatining qo'shilgan titrantning hajmi V_{MOH} dan bog'liqlik $\Delta E/\Delta V=f(V_{\text{MOH}})$ grafigi tuziladi va titrlashning differensial egrisi topiladi;

-titrantning har bir qo'shilgan ulushidan keyingi EYuK ning tajribaviy E_{taj} qiymatidan (3) tenglama bo'yicha pH hisoblanadi, $\text{pH}=f(V_{\text{MOH}})$ grafigi tuziladi va ekvivalent nuqta aniqlanadi.

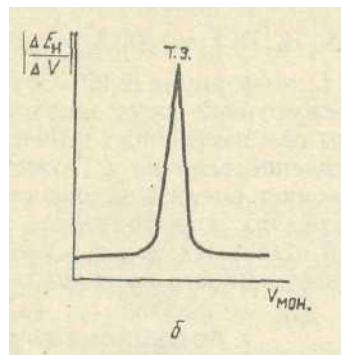
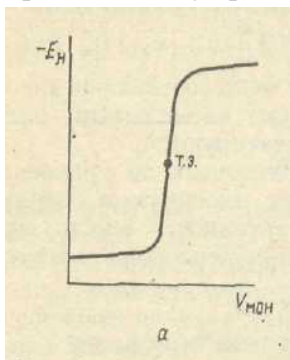
Ko'pgina potentsiometrik analitik usullar ion-selektiv elektrod va mos yozuvlar elektrod namuna bilan aloqa qilgandan so'ng erishilgan muvozanat potentsialidan foydalanadi. Shu nuqtai nazardan, muvozanat potentsiali barqaror qiymatga etganida potentsialga mos keladi. Analitik o'lchovlar uchun ishlatiladigan potentsiometrlar, odatda, oldindan belgilangan barqarorlik mezonni yordamida barqaror potentsial qiymatga erishilganligini ko'rsatadi.

Mavjud ion-selektiv elektrodlar o'ziga xos bo'lmaganligi sababli, namunadagi maqsadli iondan tashqari, o'lchangan potentsialga hissa qo'shadigan (interferentsiya qiluvchi ionlar) ionlarning mavjudligi maqsadli ionni aniqlashda haddan tashqari xatolikka olib keladi. Muvozanat potentsialidan o'lchangan potentsial asosidagi ion yoki ionlarning tabiatini aniqlash mumkin emas. Shuning uchun maqsadli ion kontsentratsiyasini aniqlashda xolis natijalarga erishish uchun potentsialga hissa qo'shishi mumkin bo'lgan namunadagi barcha ionlar haqida oldindan ma'lumotga ega bo'lish va ularning ta'sirini oldini olish uchun tegishli kimyoviy sharoitlarni (pH, kompleks hosil qiluvchi moddalar va boshqalar) joriy qilish kerak.

Ion-selektiv elektrod tadqiqoti sohasida bizning guruhimiz uzoq vaqtdan beri elektrod namuna bilan aloqa qilgan paytdan boshlab vaqtinchalik potentsial signalni tahlil qilish bilan shug'ullanadi. Tegishli vaqtinchalik signal ba'zi hollarda muhim analitik ma'lumotlarni o'z ichiga olishi isbotlangan. Seminal ishda oqim inyeksiya (FI) tizimi yordamida nitrat, perxlorat, turli anion metall xlor komplekslari va tetrafenilborat ta'sirida geksaxloroantimonat-selektiv elektrodning signal shakli o'lchanayotgan ionga xosligi ko'rsatilgan

Shunday qilib, har bir ionning signallarini tavsiflash uchun dinamik parametr kiritildi, bu ma'lum bir konsentratsiya oralig'ida doimiy bo'lib qoldi. Ushbu kontseptsiya turli kationlar uchun umumiy selektivlikka ega kationik ionoforni o'z ichiga olgan membrana elektrod yordamida olingan vaqtinchalik FI signallarini o'rganish orqali kengaytirildi. Vaqtinchalik FI signallariga asosiy komponentlar tahlilini qo'llash hatto bitta ion-selektiv elektrodning vaqtinchalik signalidan aralashmaning ikki ionini miqdoriy aniqlash imkonini berdi.

Kuchli va kuchsiz kislotalar aralashmasini titrlayotganda $pK_2 - pK_1 \geq 4$ bo'lgan taqdirdagina potentsiallarning ikkita sakrashi aniq namoyon bo'ladi. Shu sababli kuchli kislotalar sifatida HCl, H_2SO_4 va kuchsiz kislotalar sifatida CH_3COOH , $HCOOH$, H_3PO_4 va boshqalar olinadi. $pK_a > 8$ da neytrallanish nuqtasini aniqlab bo'lmay qoladi.



13-rasm. Kuchli kislotani kuchli asos bilan potentsiometrik titrlash egrilari:
a-integral; b-differensial.

Olingan natijalar quyidagi jadvalga yoziladi.

12 Jadval

Potentsiometrik titrlash natijalari

V_{MOH}, ml	$C_{ishq.}, g-ekv/l$	E, V	$V_{e.n.}, ml$	$\Delta E / \Delta V$	$V_{e.n.}, ml$	pH	$V_{e.n.}, ml$	pK_1 kuchli kis.	pK_2 kuch siz kis.	$C_{kislota}, g-ekv/l$		$V_{kislota}, ml$	
										kuchli	kuch siz	kuch li	kuch siz

Ekvivalent nuqtalarni aniqlayotganda $E=f(V_{MOH})$ yoki $pH=f(V_{MOH})$ bog'liqliklarining egrilanish sohalarida egrilarga urinmalar o'tkaziladi va hosil bo'lgan kesmaning o'rtasidan abssissa o'qiga perpendikulyar tushirib, ekvivalent hajm $V_{e.n.}$ topiladi.

O'quv tajribasidagi kislotani titrlab bo'lgach, shu kislotaning (yoki kislotalar aralashmasining) noma'lum hajmi olinib, uning titri aniqlanadi.

Ekvivalent nuqtani aniqlashdagi o'lchash xatoliklari baholanadi.

Hisoblash formulalari:

$$C_1 = C_{ishqor} \cdot V_{ek.nuq.1} / V_{kis} \quad (1),$$

$$C_2 = C_{ishqor} (V_{ek.nuq.2} - V_{ek.nuq.1}) / V_{kis} \quad (2),$$

bu erda V_{kis} - titrlanayotgan eritmaning hajmi; S_{ishqor} - ishqorning konsentratsiyasi; $V_{\text{ek.nuq.1}}$ va $V_{\text{ek.nuq.2}}$ – kuchli va kuchsiz kislotalarning ekvivalent nuqtalaridagi titrantning hajmlari;

c_1 va c_2 – kuchli va kuchsiz kislotalarning konsentratsiyalari. Agar titrlanayotgan kislotalar aralashmasining konsentratsiyalari ma'lum bo'lsa, ekvivalent nuqtalar bo'yicha (1) va (2) tenglamalardan eritmada kuchli va kuchsiz kislotalarning nom'lum hajmlari V_{kis} aniqlanadi.

Eritmaning vodorod ko'rsatkichi Nernst tenglamasidan hisoblanadi:

$$\text{pH} = \frac{\pi_{\text{x.g.}}^{\circ} - \pi_{\text{n.k.e}}^{\circ} - E_{\text{taj}}}{0,0591} \quad (3),$$

bu erda $E_{\text{x.g.}}^{\circ} = 0,699V$; $E_{\text{n.k.e}}^{\circ} = 0,2415V$;

$$T=298 \text{ K} \quad \text{da} \quad 2,303 \text{ RT/F}=0,0591$$

Mavzu yuzasidan savol va topshiriqlar

1. Yakobi-Daniel elementining EYuK ni o'lchang;
2. Galvanik elementning muvozanat konstantasini isoblang;
3. Kalomel elektrodi yordamida mis va rux elektrodlarining potentsiallarini o'lchang;
4. Aktivlik koeffitsientlarini hisobga olib mis va rux elektrodleri potentsiallarini nazariy hisoblang;
5. Alohida o'lchangan va nazariy hisoblangan potentsiallardan Yakobi-Daniel elementining EYuK ni hisoblang va bevosita o'lchangan EYuK bilan solishtiring.
6. Bufer eritmaning pH ini potentsiometr yordamida kompensatsiyalash usulida aniqlang va ionselektiv shisha membrana elektrodli pH-metrda o'lchang.

4.6. KORROZIYA VA METALLARNI KORROZIYADAN SAQLASH REJA:

Korroziya tushunchasi

Tayanch iboralar: Korroziya, matallar, kimyoviy, elektrokimyoviy,

Ruxlash (Zn), qalaylash, xromlash

Metallar korroziyasi – metallarning atrofida muhit bilan kimyoviy yoki elektrokimyoviy ta'sirlashuvi oqibatida yemirilishi. Asosan 3 bosqichdan iborat: reaksiyaga kirishuvchi moddalarning fazalar chegarasiga – reaksiya zonasiga kelishi; reaksiya; reaksiya mahsulotining reaksiya zonasidan chetlashishi. Bu bosqichlarning har biri, o'z navbatida, elementar bosqichlardan iborat. Metallar korroziyasi kimyoviy va elektrokimyoviy xillarga bo'linadi. Kimyoviy Metallar korroziyasi metallarning oksidlanishi va oksidlovchi komponentning qaytarilishidan iborat. Bunday korroziya elektr o'tkazmaydigan agressiv muhitda

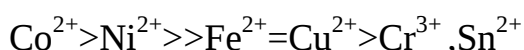
sodir bo'ladi. Elektrokimyoviy Metallar korroziyasi metallarning elektr toki utkazadigan suyuq muhitda—elektrolitlar eritmasida yemirilishi. Bunda metall zarralari elektrolit eritmasida eritmaga o'tadi.

Metallar korroziyasi yemirilish xarakteriga ko'ra, quyidagi turlarga bo'linadi: tekis, mahalliy, kristallitlararo va korrozion darz. Korroziya natijasida har yili yig'ilgan va inson ishlatadigan barcha metallarning 1—1,5% i yo'qoladi. Metallarni korroziyadan saqlash uchun ba'zi tadbirlar ko'riladi (mis, legirlovchi elementlar: xrom, nikel va boshqa qo'shiladi).

Korroziya — metallarning tashqi muhit (havo, namlik, kislotalar, tuzlar) ta'sirida asta-sekin yemirilishi, ya'ni kimyoviy yoki elektroximiyaviy parchalanish jarayonidir. Korroziya natijasida:

- metall mustahkamligi kamayadi
- buyumning xizmat muddati qisqaradi
- katta iqtisodiy zarar yuzaga keladi

Birinchi xabar qilingan CO₂ elektrokatalizida aytilishicha, elektrod kobalt ftalosiyani bilan qoplanganida, suvli eritmada o'lgangan tsiklik voltometriya, ilgari topilganidan kamroq salbiy potentsialda CO₂ konsentratsiyasiga mutanosib balandlikdagi pasayish oqimining cho'qqisini ko'rsatdi. Samaradorlik, mahsulotlar va mexanizm hisobga olinmadi. Keyinchalik potentsiallar metalloftalosiyani katalizatori dz² orbitali egallagan va ortiqcha ligand elektronlari bilan d_i-manfiy holatda topilgan potentsiallarga mos kelishi aniqlandi. Koftalosiyani suvda eriydigan tetrasulfonatlangan Co va Ni ftalosiyani larini shaklda ko'rsatilgan tuzilishni berish uchun ishlab chiqilgan. Tetrasulfonatlangan birikmalar katalizlanmagan tizimlar bilan solishtirganda 1 mA sm⁻² da 0,3 V ga pasaytirish potentsialini kamaytirishi haqida xabar berilgan. Ftalosiyani larda topilgan metall markazi ularning katalitik faolligiga nisbiy tartib bilan kuchli ta'sir ko'rsatadi;

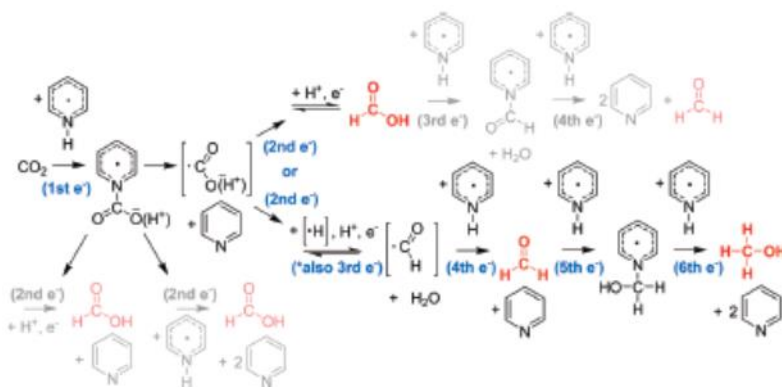


Ushbu turlarning joriy samaradorligi va mahsulot taqsimotiga pH katta ta'sir ko'rsatadi; -1,2 dan -1,4 V da (SCE ga nisbatan) pH > 5 da asosiy mahsulot chumoli kislotasi bo'lib, joriy samaradorligi taxminan 60% ga teng. Pastroq pHda metanol ham ishlab chiqariladi, ammo joriy samaradorligi < 5%.

Organik kationlar

So'nggi yillarda e'lon qilingan eng yaxshi e'lon qilingan qaytarilish katalizatorlaridan biri Bokarsli edi, bunda CO₂ ning metanolga ko'p elektronli qaytarilishi oddiy piridil radikali tomonidan katalizlanadi.

Suvli pasayish uchun taklif qilingan mexanizm odatdagi ko'p elektronli zaryad o'tkazmasidan ko'ra bir qator elektron uzatish orqali amalga oshiriladi. Suvli tizimning tezligini aniqlash bosqichi rasmda keltirilgan sxemada ko'rsatilganidek, piridin-CO₂ radikalining shakllanishining dastlabki bosqichi sifatida aniqlangan. Piridiniy katalizlangan CO₂ ni qayta ishlab chiqarilgan metanolga kamaytirish sxemasi.



14-rasm. Piridiniy katalizlangan CO₂ ni qayta ishlab chiqarilgan metanolga kamaytirish sxemasi

Talab qilinadigan haddan tashqari potentsial turli xil eksperimental omillarga bog'liq bo'lgan nashrlar davomida o'zgarib turardi, ammo xabarlariga ko'ra, CO₂ni kamaytirishning standart kamaytirish potentsialidan 300 mVgacha past bo'lgan. Boshqa tadqiqotchilar tomonidan taklif qilingan ushbu mexanizmni baholashda ishchi elektrod materialining muhim rolini va mexanik aniqlash vositasi sifatida juda past skanerlash tezligini qo'llashni hisobga olishni biroz soddalashtirilgan e'tibordan chetda qoldirish taklif qilindi.

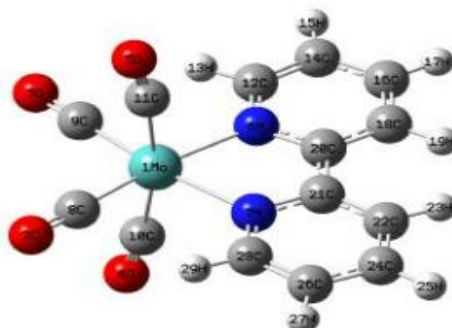
CO₂ elektrokatalizining yaqinda boshlangan hisoboti "ionli suyuqlik" 1-etil-3-metilimidazolium tetrafloroboratdir "ionli suyuqlik" atamasi ushbu qog'ozda erkin qo'llaniladi, chunki tuz erigan holda ishlatilgan (uning nisbatan yuqori konsentratsiyasi 18 mol% bo'lsa ham), ammo CO potentsial tizimdan deyarli % dan ortiq bo'lgan. Faqat 270 mV Kation (1-etil-3-metilimidazolium) bilan ionlarning o'zaro ta'siri orqali CO₂ radikalining shakllanishini barqarorlashtirish, ortiqcha potentsialni kamaytirish uchun taklif qilingan mexanizm sifatida xabar berilgan. Savéant tomonidan yaqinda o'tkazilgan ko'rib chiqishda ushbu tasdiqning to'g'ri bo'lishi ehtimolligi shubhali deb topildi, bu erda uning ionlarni ajratish bilan bog'liq energiyalarni baholashi ishchi elektrod materiallari (Pt va Ag) ko'proq javobgar bo'lgan yoki hech bo'lmaganda kuzatilgan katalizga sezilarli darajada ta'sir qilgan degan xulosaga keldi.

Molibden asosidagi molekulyar elektrokatalizator CO₂ kamaytirish

To'g'ridan-to'g'ri bog'liq bo'lgan yuqori potentsialni engish uchun katalizdan foydalanish

Kirish qismida muhokama qilinganidek, CO₂ miqdorini kamaytirish juda ko'p o'rganilgan. Ushbu bob nisbatan arzon molibdenni o'rganishga bag'ishlangan.

Kompleksi, [Mo(CO)₄bpy], CO₂ kamaytirish elektrokatalizatori sifatida ishlatiladi. Bu turlari CO₂ ni kamaytirishning ortiqcha potentsialini pasaytiradi va uni kuchaytiradi. Oraliq moddalar yordamida o'rganilgan turli usullar, shu jumladan in-situ EPR spektroskopiyasi.



15-rasm. [Mo(CO)₄bpy] ning etiketli atomlari bilan juftlashgan DFT.

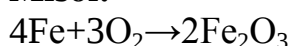
Mo(CO)₄bpy, uning tuzilishini yuqorida 15-rasmda ko'rish mumkin, aktsiyalar ko'p ma'lum CO₂ kamaytirish katalizatorlar bilan xususiyatlari, bir necha ilgari tavsiflangan polipiridil komplekslari, shuningdek, piridiniyning o'zi muvaffaqiyatli elektro- va fotoelektrokatalizatorlar ekanligi ko'rsatilgan. Ishlab chiqilgan eng istiqbolli elektrokatalizatorlarning ko'pchiligi metallga asoslangan, ammo moyil 7 va 8-guruh metall markazlarini birlashtirish umumlashtirishlarni va cheklangan mavjudligini anglatadi.

Biroq, polipiridil tizimi iqtisodiy jihatdan ancha foydali ekanligini isbotlashi mumkin. Metall va turli oksidlanish darajalarida barqaror bo'lib, katalitik metallarga qaraganda ko'proq va arzonroqdir.

4.7. Kimyoviy korroziya

Metallning **quruq gazlar yoki suyuqliklar** bilan bevosita reaksiyaga kirishishi.

Misol:



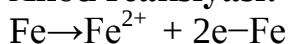
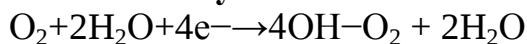
Odatda **yuqori haroratda** sodir bo'ladi.

Elektrokimyaviy korroziya

Metall **elektrolit muhitda** (namlik, sho'r suv) yemiriladi.

Misol:

Temirning nam havoda zanglashi

Anod reaksiyasi:**Katod reaksiyasi:****Korroziya tezlashishiga ta'sir etuvchi omillar**

- Namlik miqdori
- Kislorod mavjudligi
- Tuzlar va kislotalar
- Haroratning oshishi
- Turli metallar bilan kontakt (galvanik juftlik)
- **Korroziyaning oqibatlari**
- Metall konstruksiyalarning yemirilishi
- Texnika va uskunalarning ishdan chiqishi
- Transport vositalarida xavfsizlikning pasayishi
- Iqtisodiy zarar (yiliga milliardlab zarar)

Metallarni korroziyadan saqlash usullari**Mexanik (fizik) himoya**

Metall yuzasini tashqi muhitdan **ajratib qo'yish.**

Bo'yash

Laklash

Plastmassa bilan qoplash

Moylash

Metall bilan qoplash

Metall yuzasini boshqa metall bilan qoplash:

Qoplama turi Himoya mexanizmi

Ruxlash (Zn) Qurbon anod

Qalaylash (Sn) Mexanik to'siq

Xromlash (Cr) Mustahkam himoya

Elektrokimyoviy himoya**a) Qurbon anod usuli**

Asosiy metallga **faolroq metall** ulanadi.

Misol:

Temir + rux $\rightarrow$ rux yemiriladi, temir saqlanadi

b) Tashqi tok bilan himoya

Metall katodga aylantiriladi.

Kimyoviy himoya

Korroziya ingibitorlari qo'shish

Muhitni neytrallashtirish (pH ni o'zgartirish)

Qotishmalar tayyorlash

Korroziyaga chidamli qotishmalar:

- Zanglamaydigan po'lat (Fe + Cr + Ni)
- Bronza
- Latun

Amaliy misollar

- Avtomobil kuzovini bo'yash
- Quvurlarni ruxlash
- Dengiz kemalarida qurbon anod
- Zanglamaydigan po'latdan idishlar

Taqqoslash jadvali

Himoya usuli	Afzalligi	Kamchiligi
Bo'yash	Arzon	Tez yemiriladi
Ruxlash	Samarali	Qimmat
Ingibitor	Oson	Muhitga bog'liq

Xulosa

- Korroziya metallarning yemirilishiga olib keladi
- Korroziyaning oldini olish texnika va iqtisodiyot uchun muhim
- Himoya usuli tanlash muhit va metall turiga bog'liq

Nazorat savollari

1. Kimyoviy va elektroximiyaviy korroziya farqi nimada?
2. Nima uchun rux temirni himoya qiladi?
3. Qaysi sharoitda korroziya tezlashadi?

V BOB BIMOLEKULAR REAKSIYALARNING XUSUSIY VA UMUMIY TARTIBLARINI ANIQLASH

Reja:

5.1. Tezlik doimiysi haqida tushuncha va toppish usullari

5.2. Saxarozaning gidrolizlanish reaksiyasi kinetikasini o'rganish va tezlik doimiysini aniqlash.

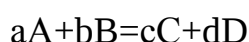
Tayanch iboralar: saxaroza, D-Glyukoza, D-fruktoza, Tezlik doimiysi, reagent, konsentrasiyasi, reaksiya tezligi.

NAZARIY QISM

5.1. Tezlik doimiysi haqida tushuncha

Tezlik doimiysi reaksiyaning kinetik tenglamasidagi proporsionallik koeffitsienti bo'lib, reaksiya tezligining reagentlar konsentrasiyasiga bog'likligini ifodalaydi.

Masalan,



ko'rinishidagi bimolekulyar gomogen reaksiyalar uchun tezlik tenglamasi

$$V = k[A]^a[B]^b \quad \text{ko'rinishida ifodalanadi.}$$

Agar ikkala reagentlar konsentrasiyasi 1 mol/l ni tashkil qilsa $V=k$, ya'ni «tezlik doimiysi» — reagentlarning boshlangach konsentrasiyasj 1 mol/l bo'lgandagi reaksiya tezligidir va u ta'sirlashuvchi moddalar kimyoviy tabiatining reaksiya tezligiga ta'sirini ifodalaydi.

Tezlik doimiysi reagentlar konsentrasiyasiga bog'liq emas, lekin reaksiya o'tkaziladigan haroratga, eritma ion kuchiga, organik erituvchi tabiatiga va katalizator yoki ingibitor ishtirokiga bog'liq. U berilgan sharoitda (faza, muhit, harorat, eritma ion kuchi va boshq) reaksiyani kinetik jixatdan tavsiflaydi.

Tezlik doimiysini o'lcham birligi kimyoviy reaksiyaning tartibiga bog'liq:

1 -tartibli uchun vaqt⁻¹ (s⁻¹, soat⁻¹); 2 — tartibli uchun (mol/l)⁻¹; 3 — tartibli uchun esa (mol/l)^{-2/s}.

Tezlik doimiysini hisoblash usullari

An'anaviy usullar oddiy reaksiyalar uchun tezlik doimiysini sodda ko'rinishdagi n — tartibli tenglamalar:

$$V=kC_A^n \text{ yoki } V=kC_A^\alpha C_B^\beta$$

yordamida topishga imkon beradi. Bu usullar reagentlarning (C_A yoki C_B) ma'lum konsentrasiyasida reaksiyaning tezligini aniqlashga asoslangan. Reagentlar (A va B) bo'yicha aniq tartibli reaksiya uchun tezlik doimiysi

$$k=V/C_A^n \text{ yoki } k=V/C_A^\alpha C_B^\beta$$

ko'rinishda aniqlanadi.

Masalan $A + B \rightarrow C$ ko'rinishdaga reaksiya uchun (bunda A va B —reagentlar, C— reaksiya maxsuloti) quyidagi kinetik natijalar olingan:

№	C_A^0 mol/l	C_B^0 mol/l	Boshlangich tezlik mol/l ⁻¹ c ⁻¹
1	0,20	0,10	0,20
2	0,40	0,10	0,80
3	0,40	0,20	0,80

Dastlabki A va B reagentlar bo'yicha hususiy tartiblar boshlangich tezlik usuli bilan quyidagi tenglama yordamida aniqlanadi.

$$\left(\frac{C_{A2}^0}{C_{A1}^0}\right)^\alpha \approx \left(\frac{V_2^0}{V_1^0}\right)$$

Bundan A reagent bo'yicha reaksiya tartibi 2: $\left(\frac{0,40}{0,20}\right)^\alpha = \frac{0,80}{0,20}$

B reagent bo'yicha reaksiya tartibi esa 0: $\left(\frac{0,20}{0,10}\right)^\beta = \frac{0,80}{0,80}$

$V = kC_A^2 C_B^0$ yoki $V = kC_A^2$ tenglamadan tezlik doimiysi topiladi: $k = V/C_A^2$

Masalan 1-tajriba uchun $k = 0,20/0,20^2 = 5,0 \text{ mol/l}^{-1} \text{ c}^{-1}$

Mos ravishda 2-tajriba uchun $k = 0,80/0,40^2 = 5,0 \text{ mol/l}^{-1} \text{ c}^{-1}$

Vaqt bo'yicha reagent konsentrasiyasining o'zgarishi, ya'ni integral kinetik tenglamadan olingan kinetik egri chiziq koordinatalari bir chiziqda yotadi. Kinetik tenglamaning integral ko'rinishidan va tajriba natijalaridan tezlik doimiysi qiymati hisoblanadi.

Reagentlar konsentrasiyasining vaqt bo'yicha o'zgarishi natijalaridan reaksiyaning topilgan differensial kinetik tenglamasi orqali turli xil vaqt oraliqlari uchun tezlik doimiysi hisoblanadi va uning o'rtacha qiymati olinadi, differensial tenglama integral kinetik tenglamaga o'tkaziladi.

Murakkab efirning ishqoriy sovunlanish reaksiyasi ikkinchi tartibli bo'lib differensial tenglama orqali quyidagi: ko'rinishda ifodalanadi:

$$V = -\frac{dC_{ef}}{dt} = kC_{ef}^2.$$

Bunda C_{ef}^0 va C_{ef} — efirning mos rdaishdagi boshlangich vaqt bo'yicha konsentrasiyalari,.

Vaqt min	Efir konsentratsiyasi mol/l
0	0,0100
3	0,00740
15	0,00363

25	0,00254
----	---------

Berilgan differensial kinetik tenglamaning integral holati quyidagicha bo'ladi:

$$1/C_{ef}^0 - 1/C_{ef} = kt$$

bundan tezlik tezlik doimiysini hisoblash tenglamasiga ega bo'lamiz.

$$k = \frac{1}{t} \left(\frac{1}{C_{ef.}} - \frac{1}{C_{ef.}^0} \right) \quad \text{yoki} \quad k = \frac{1}{t} \left(\frac{C_{ef.}^0 - C_{ef.}}{C_{ef.} \cdot C_{ef.}^0} \right)$$

Ushbu tenglama bo'yicha tezlik doimiysi, masalan, reaksiya davomiyligi 3 va 25 minut bo'lgan holat uchun hisoblaymiz:

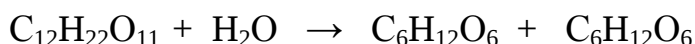
$$k_3 = \frac{1}{3} \cdot \frac{0,01 - 0,00740}{0,01 \cdot 0,00740} = 11,71$$

$$k_{25} = \frac{1}{25} \cdot \frac{0,01 - 0,00254}{0,01 \cdot 0,00254} = 11,75$$

$$k_{yp.} = (k_3 + k_{25})/2 = (11,71 + 11,75) = 11,73$$

5.2. Saxarozaning gidrolizlanish reaksiyasi kinetikasini o'rganish va tezlik doimiysini aniqlash.

Saxaroza qo'yidagi tenglama bo'yicha glyukoza va fruktozaga gidrolizlanadi



saxaroza D-Glyukoza D-fruktoza

katalizatorsiz reaksiya deyarli ketmaydi, kislotalar ishtirokida esa tezlashadi (maxsus kislotali kataliz).

Kompleksning H_2 va maxsulotlarga aylanish stadiyasi tezlikni limitlovchi bosqichi hisoblanadi. Reaksiyaning borishida suvning konsentrasiyasi deyarli o'zgarmaydi va uni hisobga olmasa ham bo'ladi. Saxaroza va gidroksoniy ioni (H_3O^+) bo'yicha reaksiya birinchi tartibli hisoblanadi. Katalizator konsentrasiyasi reaksiyaning borish jarayonida o'zgarmas bo'lib qoladi.

Bunda psevdobirinchi tartibli reaksiyaning tezlik doimiysi quyidagi ko'rishga ega bo'ladi:

$$k = \frac{1}{t} \cdot \ln\left(\frac{C_0}{C}\right)$$

C_0 va C — saxaroza boshlang'ich va oxirgi konsentrasiyalari.

Saxaroza va uning gidrolizi maxsulotlari asimmetrik uglerod atomiga ega bo'lib, optik faollik nomoyon qiladi, ya'ni bu moddalarning eritmalaridan chiziqli qutblangan yorug'lik o'tkazilganda qutblanish tekisligining burilishi kuzatiladi: saxaroza nurni chapga bursadi, mahsulotlar eritmasi esa o'ngga buradi.

Eritmalar uchun qonunga binoan qutblanish tekisligining burilish burchagi (α) eritma qatlamining qalinligi (d) va faol moddaning konsentrasiyasiga (C) tug'ri proporsional.

$$\alpha = [\alpha] \cdot d \cdot C$$

proporsionallik koeffisientini $[\alpha]$ graduslarda, d —dm C esa —g/ml (g/cm^3) larda ifodalansa, u holda proporsionallik koeffisienti solishtirma burulishi deyiladi. va moddaning burilish xususiyatini tavsiflaydi, hamda harorat to'liq uzunligi va eritmaning tabiatiga bog'liq bo'ladi. 20°C da natriyli spektrning D sariq chizigi $\lambda=589,3$ nm, saxarozaning suvli eritmasi uchun $[\alpha]=+66,5^\circ\text{C}$ glyukoza uchun: $[\alpha]=+52,7^\circ\text{C}$, fruktoza uchun esa $[\alpha]=-92^\circ\text{C}$ fruktoza chapga kuchli burilish uchun gidroliz jarayonida burilish burchagi manfiy qiymatgacha kamayadi. Shu sababli bu reaksiyani inversiya—qayta burilish deyiladi. Optik faol moddalar aralashmasi uchun burchak burilish aralashma tarkibidagi har bir komponent burchak burilishlarining algebraik yigindisiga teng.

Yuqorida keltirilgan qonuniyatlarni saxarozaning gidrolizlanish jarayoniga qo'llash uning konsentrasiyasi bilan burchak burilishi nisbatlarini olishga imkon beradi. Burchak burilishini reaksiya boshlanishda α_0 tugashida esa α_∞ , bilan belgilasak, integral kinetik tenglama quyidagicha bo'ladi,

$$k = \frac{1}{t} \cdot \ln\left(\frac{C_0}{C}\right)$$

Undan kelib chiqadigan kinetik tenglama saxarozaning gidrolizlanish reaksiyasi tezlik doimiysini hisoblashda qo'llaniladi.

$$k = 1/t \cdot \ln[(\alpha_0 - \alpha_\infty)(\alpha - \alpha_\infty)]$$

Bu ish polyarimetrdan fizik — kimyoviy usulni qo'llashga misol bo'ladi. Burchak burilishi polyarimetr yordamida aniqlanadi.

Ishni bajarilshi va hisoblashlar: Reaksiya tugagandan keyin burchak burilishini aniqlash uchun quyidagilar bajariladi: 250 ml hajmga ega bo'lgan kolbada

Inversiyalanmagan saxarozaning. t_1 va t_2 vaqtdagi konsentratsiyasi mos ravishda C_0V_1 va C_0V_2 bo'ladi. Shuning uchun yuqorida keltirilgan psevdobirinchi tartibli reaksiya tenglamasi asosida quyidagi xisoblash ifodasiga ega bo'lamiz:

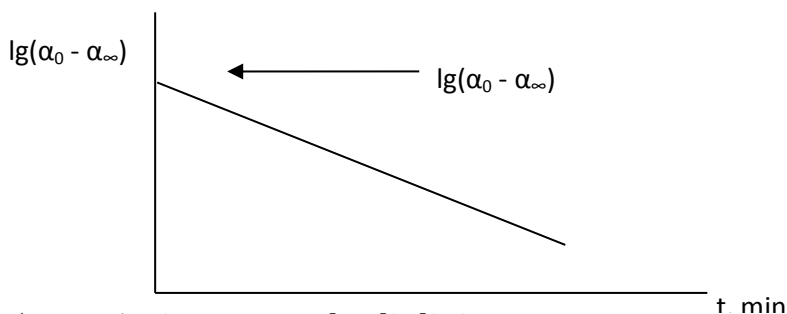
$$k = \frac{2,303}{t_2 - t_1} \lg \frac{\alpha_0 - \alpha_\infty}{\alpha_2 - \alpha_\infty}$$

Agar $\alpha_1 = \alpha_0$ da $t_1 = 0$ va $\alpha_2 = \alpha_1$ da $t_1 = t$ bo'lsa, quyidagi ifoda kelib chiqadi.

$$k = \frac{2,303}{t} \lg \frac{\alpha_0 - \alpha_\infty}{\alpha_1 - \alpha_\infty}$$

Bu formula bilan saxarozaning gidrolizlanish reaksiyasining tezlik doimiysi hisoblanadi.

Boshlangich burchak burilishini, ya'ni saxaroza bilan xlorid kislota aralashtirilgan paytdagi burchak burilishini aniqlash - juda qiyin. Shuning uchun quyidagi usuldan foydalaniladi: $\lg(\alpha_0 - \alpha_\infty)$ ning vaqtga to'g'ri chiziqli bog'liqlik grafigi chiziladi. Chiziq ordinati o'qi bilan kesishguncha davom ettiriladi va kesib ugish nuqtasidan boshlanish nuqtasigacha bo'lgan qiymati saxaroza inversiyasining tezlik doimiysini aniqlash formulasiga qo'yiladi.



16-rasm. $\lg(\alpha_0 - \alpha_\infty)$ ning vaqtga bo'liqligi

20% li saxaroza eritmasi tayyorlanadi, 250 ml 2 n xlorid kislota eritmasi bilan aralashtiriladi va bir sutka davomida saqlanadi. Bunda saxarozani gidrolizi oxirigacha bordi deb hisoblanadi.

Polyarimetrik trubka 2-3 marta chayiladi. So'ngra trubka (nayga) vertikal holda ushlab turilib qavariq, hosil bo'lguncha eritma bilan to'ldiriladi. Yonidan quruq shishani surish orqali trubka bekitiladi va uning ustidan qopqoq burab qotiriladi. Bunda trubkada xavo pufagi qolmasligi kerak. Burchak burilishi α_∞ aniqlanadi, u manfiy qiymatga ega bo'ladi. Chunki reaksiya tugagandan keyin eritmada faqat glyukoza va fruktoza bo'ladi va ular nurni chapga buradi. Saxarozaning 25 ml 20% li yangi eritmasi: tayyorlanadi, Boshqa hajmi 25 ml kolbada 2 n li xlorid kislota

eritmasi bo‘ladi, Ikkala eritma aralashtiriladi (bu vaqt reaksiyaning boshlangich vaqti sifatida belgilab qo‘yiladi), turubkani tez 2-3 marta chayqab uni yuqorida, keltirilgan usul bilan to‘ldiriladi va tezda burchak burilishi o‘lchanadi, so‘ngra dastlab 40 — 50 sekunddan keyin va 5—10 minutdan keyin, reaksiya tugashidan oldinroq esa xar 20 — 30 minutlardan keyin burchak burilishi 2 — 3 martadan o‘lchanadi. Vaqt oraliqlarini har doim saqlamasa ham bo‘ladi, chunki ikkita burchak burilishi orasidagi farq ma'lum darajada bo‘lishi kerak. Burchak burilishlari eritmada har uchala modda, ya'ni saxaroza — glyukoza — fruktozalar bo‘lganda aniqlanadi. Aytaylik t_1 vaqt ichida saxarozaning V_1 qismi tasirlashmay qoldi. Burchak burilishi o‘sha qolgan qismi bo‘yicha o‘lchanadi va y $\alpha_0 V_1$ ga teng (bu yerda α_0 boshlangich burchak burilishi). Ikkinchi tomondan mahsulot inversiyasining ulushi I- V_1 . Reaksiya tugandan keyin burchak burilishi α_∞ ga teng bo‘lishi mumkin, t_1 vaqt momentida esa uning qiymati $\alpha_\infty(I - V_1)$ ga teng.

$$\alpha_1 = \alpha_0 V_1 + \alpha_\infty (I - V_1)$$

bundan

$$V_1 = (\alpha_1 - \alpha_\infty) / (\alpha_0 - \alpha_\infty)$$

Mavzu yuzasidan savol va topshiriqlar

1. Berilgan harorat uchun saxaroza invarsiyasining tezlik konstantasini aniqlang.
2. Inversiya reaksiyasining faollanish energiyasini toping;

VI BOB REAKSIYALARNING TEZLIGIGA MUHIT ION KUCHI VA HARORATNING TA’SIRI

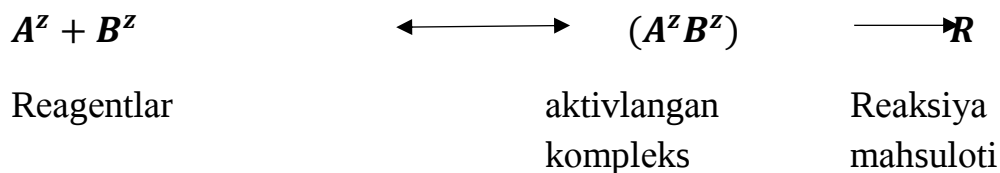
Reja:

- 6.1. Birlamchi tuz effekti. Brensted-Byerrum tenglamasi
 - 6.2. Reaksiyaning faollanish energiyasini aniqlash
 - 6.3. Iodit kislota ammoniy persulfat yordamida oksidlanishi tezligiga natri ionlarining katalitik ta’siri.
 - 6.4. Iodit kislota ammoniy persulfat yordamida oksidlanishi tezligiga temir ionlarining katalitik ta’siri
- Tayanch iboralar:** Brensted – Byerrum tenglamasi, natriy tiosulfat, Ammoniy persulfat, aktivlangan kompleks.

6.1. Birlamchi tuz effekti. Brensted-Byerrum tenglamasi

NAZARIY QISM

Suyuq fazada boradigan reaksiyalar quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:



z – ionlarning zaryadi

Barcha reaksiyalarning tezligi kompleksning konsentratsiyasiga to'g'ri proporsional

$$V = k_1 C_{(A^z B^z)} \quad (1)$$

Kompleksning konsentratsiyasi ionlar va oraliq birikmalarning o'rtasidagi muvozanatga qarab aniqlanadi:

$$K = \frac{C_{(A^z B^z)}}{C_{A^z} \cdot C_{B^z}} = \frac{a_{(A^z B^z)}}{a_{A^z} \cdot a_{B^z}} = \frac{C_{(A^z B^z)}}{C_{A^z} \cdot C_{B^z}} \cdot \frac{\gamma_{(A^z B^z)}}{\gamma_{A^z} \cdot \gamma_{B^z}} \quad (2)$$

bu yerda a – aktivlik, γ – aktivlik koeffitsiyenti.

Aktivlik koeffitsiyentining qiymati Debay–Hyukkel nazariyasiga ko'ra suyultirilgan eritmalar uchun quyidagi tenglama bo'yicha aniqlanadi:

$$\lg \gamma = -AZ_i^2 \sqrt{J} \quad (3)$$

bu yerda J – eritmaning ion kuchi.

Ion kuchi quyidagi tenglama bilan aniqlanadi.

$$J = \frac{1}{2} \sum C_i z_i^2 \quad (4)$$

Demak, aktivlik koeffitsiyentining qiymati eritmaning ion kuchiga bog'liq ekan. Binobarin, (2) tenglamadan

$$C_{(A^z B^z)} = K \frac{\gamma_{A^z} \cdot \gamma_{B^z}}{\gamma_{(A^z B^z)}} C_{A^z} \cdot C_{B^z} \quad (5)$$

kelib chiqadi, (5) tenglamani (1) tenglamaga qo'yilsa, quyidagilar hosil bo'ladi:

$$V = k_1 K \frac{\gamma_{A^z} \cdot \gamma_{B^z}}{\gamma_{(A^z B^z)}} C_{A^z} \cdot C_{B^z} \quad (6)$$

Agar aktivlik koeffitsiyenti tajriba davomida o'zgarmasa, u holda tezlik doimiysini qo'llash mumkin:

$$k = k_1 K \frac{\gamma_{A^z} \gamma_{B^z}}{\gamma_{(A^z B^z)}} = k_0 \frac{\gamma_{A^z} \gamma_{B^z}}{\gamma_{(A^z B^z)}} \quad (7)$$

Bu yerda k_0 – cheksiz suyultirilgan eritmalaridagi reaksiyaning tezlik doimiysi.

Reaksiya o'tkazilyotgan eritmaga aktivlik koeffitsiyenti qiymatini o'zgartiruvchi moddalar (elektrolitlar) qo'shish o'zaro ta'sirlashuvchi ionlar uchun tajribada aniqlangan tezlik doimiysi qiymatining o'zgarishiga olib keladi.

Birlamchi tuz effekti–eritmada o'tkazilyotgan reaksiya tezlik doimiysining o'zgarishidir. Bunda elektrolitning konsentratsiyasini o'zgartirish natijasida reagentlar va oraliq birikma (faol kompleks)ning aktivlik koeffitsiyenti o'zgaradi. (7) tenglamaga (3) tenglamani qo'yib va uni logorifmlab quyidagilarni hosil qilamiz:

$$\lg k = \lg k_0 + \lg \frac{\gamma_{A^z} \gamma_{B^z}}{\gamma_{(A^z B^z)}} = \lg k_0 - A[Z_A^2 + Z_B^2 - (Z_A + Z_B)^2] \sqrt{J} \quad (8)$$

$$\text{bundan,} \quad \lg k = \lg k_0 + Z_A Z_B \sqrt{J} \quad (9)$$

Suv uchun 25°C da $A=0,51$ ga teng bo'lib, (9) tenglama soddalashadi va quyidagi holga keladi:

$$\lg k = \lg k_0 + Z_A Z_B \sqrt{J} \quad (10)$$

(9) va (10) tenglamalar Brensted – Byerrum tenglamalari deyiladi va birlamchi tuz effektini ifodalaydi. (10) tenglamani quyidagicha yozishimiz mumkin:

$$\lg \frac{k}{k_0} = Z_A + Z_B \sqrt{J} \quad (11)$$

Eritmalardagi har xil zarrachalarning turlicha ta'sirlashuv hollari va ular uchun Brensted – Byerrum tenglamasini qo'llashni ko'rib chiqamiz.

O'zaro ta'sirlashuvchi moddalar: A – molekula, $z=0$, B – istalgan ishoradagi ion.



Bunday reaksiyalar uchun $Z_A Z_B = 0$ va (10) tenglama quyidagi ko'rinishda bo'ladi

$$\lg k = \lg k_0 \quad (12)$$

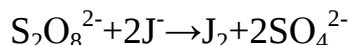
2. Ta'sirlashuvchi moddalar : A-(+1) zaryadli ion, B-(+1) zaryadli ion



bunday reaksiyalar uchun $Z_A Z_B = +1$ va (10) tenglama quyidagicha ko‘rinishda bo‘ladi:

$$\lg k = \lg k_0 + \sqrt{J} \quad (13)$$

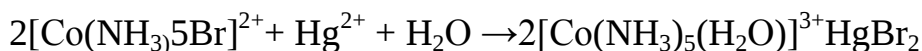
3. Ta’sirlashuvchi moddalar: A-(+1) yoki (-1) zaryadli ion, B-(+2) yoki (-2) zaryadli ion. Masalan:



bunday reaksiyalar uchun $Z_A Z_B = +2$ va (10) tenglama quyidagicha ifodalanadi:

$$\lg k = \lg k_0 + 2\sqrt{J} \quad (14)$$

4. Ta’sirlashuvchi moddalar A-(+2) yoki (-2) zaryadli ion, B-(2) yoki (-2) zaryadli ion. Masalan:



Bunday tipdagi reaksiyalar uchun $Z_A Z_B = 4$ va (10) tenglama quyidagi holga keladi:

$$\lg k = \lg k_0 + 4\sqrt{J} \quad (15)$$

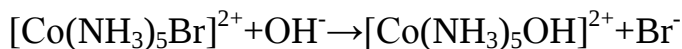
5. Ta’sirlashuvchi moddalar: A-(+1) zaryadli ion, B-(-1) zaryadli ion. Masalan:



Bunday tipdagi reaksiyalar uchun $Z_A Z_B = -1$ va (10) tenglama quyidagi ko‘rinishga keladi:

$$\lg k = \lg k_0 - \sqrt{J} \quad (16)$$

6. Ta’sirlashuvchi moddalar: A-(+2) zaryadli ion, B-(-1) zaryadli ion. Masalan:

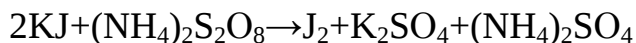


bunday reaksiyalar uchun $Z_A Z_B = -2$ va (10) tenglama quyidagicha ifodalanadi:

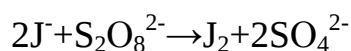
$$\lg k = \lg k_0 - 2\sqrt{J} \quad (17)$$

AMALIY QISM

Tajriba uchun reaksiya tartibini aniqlashda o‘rganilyotgan reaksiya, ya’ni yodid ionlari bilan persulfat ionining ta’sirlashuv reaksiyasi tanlangan. Reaksiyaning molekulyar tenglamasi:



Qisqa ion tenglamasi:



Bu laboratoriya ishini bajarish uchun o'qituvchi talabaga 13 – jadvalda ko'rsatilgan tajribalar tartibini aytadi.

Ionining ta'sirlashuv natijalari

13 – jadval.

Tajriba tartibi	1 – eritma					
	KJ 0,1 M	$\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,001 M	NaCl 0,1M	H_2O	kraxmal	H_2SO_4 0,4 N
1	20	10	5	43	1	1
2	20	10	10	38	1	1
3	20	10	20	28	1	1
4	20	10	30	18	1	1
5	20	10	40	8	1	1

200-250 ml sig'imli kolbaga 1 – jadvalda keltirilgan tajriba tartibiga mos keluvchi 1 – eritma quyiladi. Boshqa kolbaga yoki stakanga 20 ml 0,01 M ammoniy persulfat eritmasi olinadi. So'ngra birinchi eritma ikkinchi eritmaga quyiladi. Quyish vaqti reaksiyaning boshlanish vaqti bo'lib, belgilab qo'yiladi (sekundomerdan yoki sekundli soatdan foydalaniladi). Reaksiya tugagan vaqt esa eritmaning havo rangga o'tishi bo'lib, bu vaqt ham belgilanadi. Demak, talaba tajriba o'tkazganda faqat reaksiya tugashi uchun zarur bo'lgan vaqtni aniqlaydi. Tajriba tugagandan so'ng kolbalar distillangan suv bilan bir necha marta yaxshilab chayiladi va 1 – jadvaldagi o'qituvchi ko'rsatgan keying tajribalar o'tkaziladi.

Reaksiyaning boshlang'ich tezligi quyidagi tenglamalar yordamida hisoblanadi:

$$V_0 = [\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3]_0 / \Delta t \quad (18)$$

Reagentlarning–KJ, $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ va natriy tiosulfatning boshlang'ich konsentratsiyasi (2) formula yordamida hisoblanadi:

$$M = \frac{M_1 V_1}{100} \quad (19)$$

Bunda: M_1 – reagentlar yoki natriy tiosulfatning 1 – jadvaldag ko‘rsatilgan konsentratsiyasi;

V_1 – reagentlar yoki natriy tiosulfatning 1 – jadvalda keltirilgan hajmi;

100 ml – har bir reaksiya uchun mos keluvchi reaksiya aralashmasining umumiy hajmi.

Tajribalardan olingan natijalar (eng kamida 3-4 tajriba uchun) va hisoblashlar 14 – jadvalga tushiriladi.

14 – jadval.

Tajriba tartibi	Boshlang‘ich konsentratsiya, M				V0	K	lgK	I	$\sqrt{I}$
1									
2									
3									

O‘rganilyotgan reaksiya uchun tajriba tenglamasi quyidagicha ifodalanadi:

$$V_0 = K [I^-]_0^\alpha \cdot [S_2O_8^{2-}]_0^\beta \quad (20)$$

Bu orqali reaksiya tezlik doimiysini hisoblash mumkin:

$$K = \frac{V_0}{[I^-]_0^\alpha [S_2O_8^{2-}]_0^\beta} \quad (21)$$

Ikkala reagent bo‘yicha reaksiyaning xususiy tartiblari qiymati (α va β) 1 – ishdan olinadi.

Eritmaning ion kuchi (J) faqat reaksiyada qatnashuvchi ionlarnigina emas, balki eritmada mavjud bo‘lgan barcha ionlarning konsentratsiyasiga bog‘liq. Shuning uchun eritmaning ion kuchi quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$I = \frac{1}{2} \sum C_i Z_i^2 \quad (22)$$

bunda: C_i – berilgan ionning konsentratsiyasi Z_i – uning zaryadi.

Quyidagi ion kuchini bajarilgan amaliy ish tajribalari uchun hisoblash mumkin bo‘lgan formulasi keltirilgan.

Eritmada ion kuchi eritmada mavjud bo'lgan KJ, NaCl, Na₂S₂O₃, (NH₄)S₂O₈ va H₂SO₄ kabi elektrolitlar natijasida hosil bo'ladi:

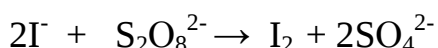
$$I = \frac{1}{2} \sum C_{K^+} \cdot 1^2 + C_{J^-} \cdot 1^2 + 2C_{Na^+} \cdot 1^2 + C_{S_2O_8^{2-}} \cdot 2^2 + C_{Na^+} \cdot 1^2 + C_{Cl^-} \cdot 1^2 + 2C_{NH_4^+} \cdot 1^2 + C_{S_2O_8^{2-}} \cdot 2^2 + C_{H^+} \cdot 1^2 + C_{SO_4^{2-}} \cdot 2^2$$

Bu formula bilan har bir ko'rib chiqilgan tajribalar uchun ion kuchi qiymatlari hisoblanadi. Ko'rsatilgan ionlarning boshlang'ich konsentratsiyalari esa (2) formula orqali hisoblab topiladi.

Olingan natijalar asosida lgK ning $\sqrt{I}$ ga bog'liqlik grafigi chiziladi. K₀ ning qiymati hisoblanadi, lgk/k₀ ning $\sqrt{I}$ ga bog'liqlik grafigi keltiriladi.

6.2. Reaksiyaning faollanish energiyasini aniqlash

Tekshirish obyekti sifatida yodid ionlari bilan persulfat ionlarini ta'sirlashish reaksiyasi tanlangan:



Talaba ishni bajarishda quyidagi keltirilgan jadvaldan foydalanib, o'qituvchi tomonidan bitta tajribani termostatda 3 – 4 xil haroratda bajarishi kerak.

15 -jadval.

1 – eritma, ml							2 – eritma, ml
№ tajriba	KI 0,1 M	Na ₂ S ₂ O ₃ 0,001 M	KCl 0,1 M	Suv	kraxmal	0,2 M H ₂ SO ₄	Ammoniy persulfat 0,01 M
1	20	10	5	1	1	1	20
2	20	10	10	1	1	1	20
3	20	10	20	1	1	1	20
4	20	10	30	1	1	1	20
5	20	10	40	1	1	1	20

200 – 250 ml hajmga ega bo'lgan kolbaga berilgan tartibli tajribaning 1 – eritma komponentlari birin – ketin quyiladi, ikkinchi kolbaga esa ammoniy persulfat (2 –

eritma) quyiladi. Soʻngra ikkala eritma harorati $18 - 20^{\circ}\text{C}$ boʻlgan termostatga qoʻyiladi, 5 – 7 minutdan (kolba harorati termostat haroratiga yetgach) keyingi ikkala eritmani aralashtirish vaqti tajribani boshlanishini, kolbadagi eritmaning koʻk ranga kirishi esa tajribaning tugashini koʻrsatadi. Vaqt sekundlarda aniqlanadi. Koʻrsatilgan haroratda tajribani bajargandan soʻng kolbadagi eritma toʻkiladi, ikkala foydalanilgan kolbalar distillangan suv bilan tozalab yuviladi, soʻngra berilgan tartibli tajriba yana ikki xil haroratda termostatda bajariladi.

Boshqa haroratlarda bajarilgan tajribalar ham $18 - 20^{\circ}\text{C}$ dagi kabi bajariladi. Olingan natijalar talaba tomonidan quyidagi jadvalga yoziladi.

Tajriba soni	V_0	k	Lgk	T, K	1/T

Reaksiyaning boshlangʻich tezligi quyidagi tenglama bilan hisoblanadi:

$$V_0 = [\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3] / \Delta T$$

tezlik doimiysi:

$$V = k[\text{I}]^{\alpha}[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]^{\beta}$$

Tenglama yordamida topiladi, bunda α va β 1 ga teng deb olinadi.

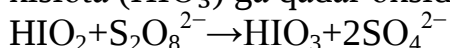
Olinagan qiymatlar talaba tomonidan koordinatalari logarifm $\lg k - 1/T$ ga bogʻliqlik grafigi tarzida koʻrsatiladi. Tekshirilyotgan reaksiyaning faollanish energiyasi grafik boʻyicha analitik usul bilan hisoblash ham taʼlab qilinishi mumkin.

6.3. Iodit kislota ammoniy persulfat yordamida oksidlanishi tezligiga natri ionlarining katalitik taʼsiri.

Quyida iodit kislota (HIO_2) ning ammoniy persulfat ($(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$) yordamida oksidlanishi reaksiyasida natriy ionlari (Na^+) ning katalitik taʼsiri haqida nazariy va kinetik jihatdan batafsil maʼlumot keltiriladi.

1. Reaksiya mohiyati

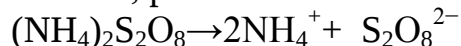
Iodit kislota kuchli oksidlovchi boʻlgan persulfat ionlari ($\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$) taʼsirida iodat kislota (HIO_3) ga qadar oksidlanadi:



Bu reaksiya oddiy sharoitda sekin kechadi va katalizatorlar ta'sirida sezilarli tezlashadi.

2. Ammoniy persulfatning roli

Ammoniy persulfat suvda ionlanib, persulfat ionlarini hosil qiladi:



Persulfat ionlari yuqori oksidlovchi qobiliyatga ega, biroq:

- ularning parchalanishi kinetik jihatdan sekin,
- reaksiya tezligi eritma muhitiga va ionlar tabiatiga bog'liq.

3. Natriy ionlarining (Na^+) katalitik ta'siri

3.1. Ion muhitini o'zgartirish (ion kuchi effekti)

Natriy ionlari:

- eritmaning ion kuchini oshiradi,
- natijada reaksiyaga kirishuvchi ionlar o'rtasidagi elektrostatik to'siqlar kamayadi,
- bu esa to'qnashuvlar sonining ortishiga olib keladi.

Natija: reaksiya tezligi oshadi.

3.2. Persulfat ionlarining faollashuvi

Na^+ ionlari:

- persulfat ionlarining S–O bog'larini qisman zaiflashtiradi,
 - $\text{SO}_4^{\bullet-}$ (sulfat radikallari) hosil bo'lishini osonlashtiradi:
- $$\text{S}_2\text{O}_8^{2-} \rightarrow 2\text{SO}_4^{\bullet-} + \text{S}_2\text{O}_8$$

Bu radikallar esa iodit kislota bilan juda tez reaksiyaga kirishadi.

3.3. Oraliq komplekslar hosil bo'lishi

Ba'zi tadqiqotlarda:

- $\text{Na}^+ - \text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ yoki $\text{Na}^+ - \text{IO}_2^-$ turidagi zaif ion-juftlar hosil bo'lishi qayd etiladi,
- bu komplekslar orqali elektron almashinuvi osonlashadi.

4. Kinetik tenglama va tajribaviy kuzatishlar

Tajribalarda aniqlanishicha:

$$v=k[\text{HIO}_2]m[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]$$

bu yerda:

- $p > 0$, ya'ni natriy ionlari konsentratsiyasi ortishi bilan reaksiya tezligi ham ortadi,
- Na^+ ionlari reaksiyada sarflanmaydi, ya'ni haqiqiy katalizator sifatida ishtirok etadi.

5. Mexanizmning umumiy sxemasi

1. Persulfat ionlari Na^+ ishtirokida faollashadi
2. Sulfat radikallari hosil bo'ladi
3. Radikallar iodit kislota bilan tez reaksiyaga kirishadi
4. Iodat kislota hosil bo'ladi
5. Na^+ ionlari qayta tiklanadi

6. Amaliy ahamiyati

- Kimyoviy kinetika va kataliz fanlarida klassik misol
- Ion kuchi va katalitik effektlarni o'rganish uchun qulay tajriba
- Analitik kimyoda oksidlanish–qaytarilish mexanizmlarini tushuntirishda qo'llaniladi

6.3. Iodit kislota ammoniy persulfat yordamida oksidlanishi tezligiga temir ionlarining katalitik ta'siri

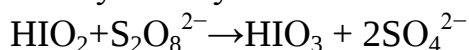
Quyida iodit kislota (HIO_2) ning ammoniy persulfat yordamida oksidlanishida temir ionlari katalizini o'rganish bo'yicha laboratoriya tajribasi metodikasi, tezlikni aniqlash usullari va kinetik grafik tahlil to'liq va ketma-ket bayon qilinadi.

I. Tajribaning maqsadi

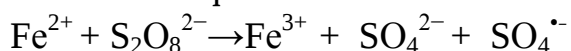
- $\text{Fe}^{2+} / \text{Fe}^{3+}$ ionlarining katalitik ta'sirini isbotlash
- Reaksiya tezlik tenglamasini aniqlash
- Radikal mexanizm mavjudligini ko'rsatish
- Temir ionlari konsentratsiyasining reaksiya tezligiga ta'sirini baholash

II. Nazariy asos (qisqa)

Asosiy reaksiya:



Katalitik bosqich:



Hosil bo'lgan $\text{SO}_4^{\bullet -}$ radikallar iodit kislota juda tez oksidlaydi.

III. Reaktivlar va asbob-uskunalar

Reaktivlar:

- Iodit kislota (HIO_2) eritmasi

- Ammoniy persulfat ($(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$)
- Temir(II) sulfat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)
- Sulfat kislota (H_2SO_4 , suyultirilgan)
- Distillangan suv

Asboblari:

- Termostatli suv hammomi
- Byuretk, pipetka, kolbalar
- Sekundomer
- Spektrofotometr yoki titrlash jihozlari

IV. Tajriba o'tkazish metodikasi

1-bosqich: Eritmalar tayyorlash

- $[\text{HIO}_2] = \text{const}$
- $[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}] = \text{const}$
- $[\text{Fe}^{2+}] = \text{o'zgaruvchan}$ (masalan: $1 \cdot 10^{-4} - 5 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L}$)
- Muhit: kislota ($\text{pH} \approx 2$)

2-bosqich: Reaksiyani boshlash

- Termostatda haroratni 25°C da ushlab turing
- Persulfat eritmasini aralashmaga qo'shib, vaqtni ishga tushiring

3-bosqich: Tezlikni aniqlash

A) Titrimetrik usul:

- Ma'lum vaqt oralig'ida namunalar olinadi
- Qolgan iodit yoki hosil bo'lgan iodat miqdori aniqlanadi

B) Spektrofotometrik usul:

- Iodit yoki iodatning optik zichligi (A) o'lchanadi
- Lambert–Beer qonuni orqali konsentratsiya topiladi

V. Tajriba natijalarini hisoblash

Reaksiya tezligi:

$$v = \Delta C / \Delta t$$

Har bir Fe^{2+} konsentratsiya uchun boshlang'ich tezlik aniqlanadi.

VI. Kinetik tenglama va grafik tahlil

Tajriba asosida:

$$v = k[\text{HIO}_2]^m[\text{S}_2\text{O}_8^{2-}]^n[\text{Fe}^{2+}]^p$$

Grafik quriladi:

- To'g'ri chiziq hosil bo'ladi
- Qiyalik (p) ≈ 1

Bu reaksiya temir(II) ionlariga birinchi tartibli ekanini ko'rsatadi.

VII. Natijalar va xulosalar

- Fe^{2+} ionlari persulfatni radikal mexanizm orqali faollashtiradi
- Reaksiya tezligi keskin oshadi
- Temir ionlari sarflanmaydi $\rightarrow$ haqiqiy katalizator
- Kataliz gomogen va redoks xarakterga ega

VIII. Tajribani kuchaytiruvchi dalillar

- Fe^{2+} yo‘q muhitda reaksiya juda sekin
- Radikal tutuvchi moddalar qo‘shilsa $\rightarrow$ tezlik kamayadi
- pH oshsa $\rightarrow$ katalitik effekt susayadi

IX. Amaliy ahamiyati

- Kimyoviy kinetika laboratoriya ishlari
- Radikal oksidlanish jarayonlari
- Ekologik va analitik kimyo modellarida qo‘llanadi.

Mavzu yuzasidan savol va topshiriqlar

1. Eritmada boradigan reaksiya uchun muhit ion kuchining reaksiyaning tezlik konstantasiga ta'sirini o'rganing;
2. Eritmada boradigan reaksiya uchun haroratning ta'sirini o'rganing;
3. Kimyoviy reaksiyaning faollanish energiyasini hisoblang;

VII BOB Adsorbtsiya va uning mohiyati

Reja:

7.1. Adorbsiya.

7.2. Qattiq moddalar sirtidagi adsorbtsiya.

7.3. Ion almashinish adsorbtsiyasi.

7.4. Ishlatilishi.

7.5. 1-Tajriba. Sirka kislotaning ko‘mir tomonidan adsorbtsiyalanishi.

Tayanch iboralar: adorbsiya, adsorbent, adsorbktivlar, elyusiya, xemosorbtsiya, kationit, anionit, xromatografiya.

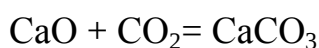
7.1. Adorbsiya.

NAZARIY QISM

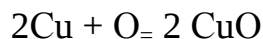
Bir jism sirtida ikkinchi jismning yutilishiga (yig‘ilishiga) adsorbtsiya deyiladi.

Jismning sirtiga yutilgan moddalarni qaytadan chiqarish jarayoni desorbtsiya deyiladi. Adsorbtsiya jarayonida moddalarni o‘z sirtida yutadigan jismlar adsorbentlar, yutiladigan moddalar esa, adsorbktivlar deyiladi. Yutilgan moddalarni erituvchilar yordamida adsorbentlardan ajratib olish elyuatsiya deyiladi.

Bir molekula sirtida ikkinchi molekulaning yutilishi kimyoviy reaksiyalar tufayli sodir bo‘lsa, bunday adsorbtsiya xemosorbtsiya deyiladi. Masalan, kalsiy oksid sirtida karbonat angidridning yutilishini ko‘rish mumkin :



Mis sirtida kislorodning yutilishi:

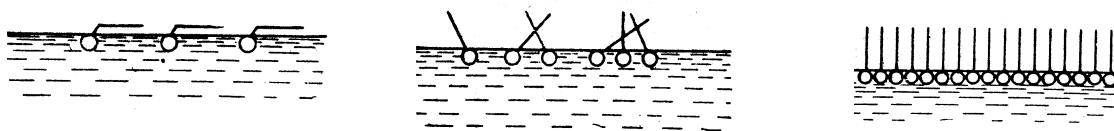


Adsorbtsiya xodisasi, asosan kolloid dispers sistemalarda, yani qattiq jism bilan gaz, qattiq jism bilan suyuqlik, suyuqlik bilan gaz va suyuqlik bilan suyuqlik o'rtalarida mavjud bo'lib, bu ikki faza o'rtasidagi zarrachalari tabiatiga va ular sirtlarining katta - kichikligiga va energiyasiga bog'liq.

Suyuqliklarda sirt taranglik, asosan, suyuqlikning sirtki qatlamidagi molekulalarda ortiqcha erkin energiya bo'lish xisobiga hosil bo'ladi. Shuning uchun erkin energiya (I) suyuqlikning sirt tarangligi (σ) bilan suyuqlik sirtiga (S) to'g'ri proporsional:

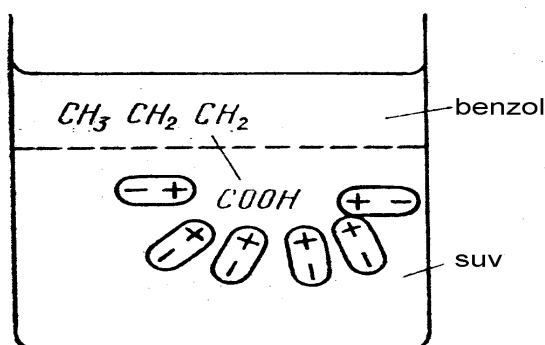
$$I = \sigma S$$

Demak, fazalar orasidagi sirt qancha katta bo'lsa, erkin energiya shuncha ko'payadi.



17-Rasm. Sirt qavatda molekulalarning joylashish sxemasi.

a, b — molekulalarning to'yinmagan qavatda joylashishi, **v** — to'yingan qavatda molekulalarning joylashishi (doirachalar bilan molekulaning gidrofil qismi, chiziq-gidrofob qismi ifodalangan).



18-Rasm. Ikki suyuqlik chegarasidagi moddalar adsorbtsiyasi.

Suyuqlik sirtida moddalarning yig'ilish miqdoriga qarab musbat va manfiy adsorbtsiya bo'ladi.

Musbat adsorbtsiyada moddalar suyuqlik sirtida to'planishi bilan birga yutiladi va suyuqlikning sirt tarangligini kamaytiradi.

Manfiy adsorbtsiyada moddalar suyuqlik sirtidan siqib chiqariladi, diffuziya yordamida butun suyuqlik xajmiga tarqalib, suyuqlikning sirt tarangligini oshiradi.

Moddalarning musbat va manfiy adsorbtsiyasi moddalarning tirik organizmlarning x

hujayra membranalari orqali o'tishini osonlashtiradi. Moddalarning musbat va manfiy adsorbtsiyasi modda almashinuv jarayonida va o'simliklarda fotosintez jarayonlarida katta o'rin egallaydi.

Bazi moddalar molekulasida ham gidrofil (qutbli), ham gidrofob (qutblanmagan) gruppalarining bo'lishi ularni suvli eritmalaridagi adsorbtsiyalarning xususiyatini o'zgartiradi va molekulalar gidrofil molekulalar deb ataladi. Masalan, sirka kislota molekulasida CH_3 - gruppalar gidrofob, COOH - gruppalar esa, gidrofil hisoblanadi. Bu molekulaning gidrofil hossasi yuqori bo'lgani uchun, molekulalar adsorbilanib, suvda yaxshi eriydi.

7.2. Qattiq moddalar sirtida adsorbtsiya.

Gaz, bug' va eritma holatidagi moddalarni yoki ular molekulalari va ionlarini qattiq jism sirtida yutilish jarayoniga adsorbtsiya deyiladi.

Har bir qattiq modda (jism) o'ziga xos kristall panjaralarga ega, ularning bog'lanishi har xil uzunlikda bo'lgani uchun sirtida tortilish kuchi paydo bo'lish hisobiga moddalar yutiladi.

Qattiq jism qancha maydalansa, ularning sathi shuncha kattalashadi.

Gazning yutilish miqdori gaz bosimining kamayishi yoki adsorbentning massasi ortishini hisoblash bilan aniqlanadi.

Adsorbentning 1m^2 sirtida (S) yutilgan gramm-molekula miqdoriga (x) solishtirma adsorbtsiya (G) deyiladi va quyidagi formula bilan ifodalanadi

$$G = X/S$$

Ayrim adsorbentlar moddalarni yutish bilan birga, ularning parchalanishida katalizatorlik vazifasini o'taydi.

Qattiq jism holatidagi adsorbentlar ikki guruhga bo'linadi:

1. Qutbsiz adsorbent
2. Qutbli adsorbent.

Aktivlangan ko'mir o'z xususiyati bilan uchga bo'linadi:

1. Neytral
2. Kislotali
3. Asosli.

Qattiq jismlar sirtidagi adsorbtsiya jarayoni xalq xo'jaligining ko'p tarmoqlarida keng qo'llaniladi.

7.3. Ion almashinish adsorbtsiyasi.

Kuchli elektrolitlarning suvli eritmasidagi elektrolitlar erituvchida to'la - to'kis ionlarga dissotsilangan holatining qattiq jism sirtida yutilishiga ion almashinish adsorbtsiyasi deyiladi.

Elektrolitlarning adsorbtsiyasi uch xil bo'ladi: *Ekvivalent, almashinish va spetsifik adsorbtsiyalar.*

Ekvivalent adsorbtsiyada elektrolitning kation va anionlari bir xil miqdorda adsorbent sirtida yutiladi.

Almashinish adsorbtsiyasida elektrolitning ionlari adsorbent sirtida yutilgan ionlarni siqib chiqarib, ular oʻrniga yutiladi. Agar adsorbent yutilgan tuz ionlari oʻrniga eritmaga vodorod yoki gidroksil ionlarini chiqarsa, gidrolitik adsorbtsiya boʻladi.

Suvni kation va anionlardan toʻliq tozalash maqsadida keyingi yillarda ion almashinuv smolalaridan foydalaniladi.

Smolalar oʻz xususiyatiga koʻra ikkiga boʻlinadi: kationitlar va anionitlar.

Kationitlarning sirt qismi manfiy zaryadga ega boʻlib, oʻziga faqat kationlarni qabul qilib, eritmaga vodorod kationlarini chiqaradi. Anionitlar esa, eritmada oʻziga faqat anionlarni qabul qilib, gidroksil ionlarini chiqaradi.

Qattiq jismlar sirtidagi adsorbtsiya jarayoni xalq xoʻjaligining koʻp tarmoqlarida keng qoʻllaniladi.

Qattiq jismlardan tayyorlangan adsorbentlar gaz sanoatida gazlarni tozalashda, koks gazlardan benzol olishda, protivogaz tayyorlashda va moddalarni ajratishda va tozalashda keng qoʻllaniladi.

Ion almashinuvchi smolalar yordamida suvni tozalash, xalq xoʻjaligining koʻp tarmoqlarida, ayniqsa, yuqori bosimda ishlaydigan suv qozonlari uchun katta ahamiyatga ega.

7.4. Tajriba-1. Sirka kislotaning koʻmir tomonidan adsorbtsiyalanishi.

Kerakli asboblari va reaktivlar:

1. 4 dona konus shaklidagi 100 ml hajmli kolbalar;
2. 5 dona 100 ml hajmli stakanlar;
3. Byuretkalar mahkamlangan shtativ;
4. Bir donadan 10 ml va 25 ml hajmli byuretkalar;
5. Shisha voronkalar 5 dona;
6. filtr qogʻozlar;
7. 0,025 n, 0,05 n, 0,1n va 0,2n CH_3COOH , 0,1n NaOH , fenolftalein indikator eritmasi, faollangan koʻmir.

Ish tartibi. Sirka kislotasining faollangan koʻmir tomonidan adsorbtsiyasini oʻrganish uchun kislotaning adsorbtsiyagacha va adsorbtsiyadan keyingi konsentratsiyalari aniqlanadi. Buning uchun toʻrtta raqamlangan quruq va toza kolbachalarga 2 grammdan faollangan koʻmir solinadi va kolbaga 1-jadvalda koʻrsatilgan konsentratsiyadagi sirka kislotasi eritmalaridan, kolbachalarning tartib raqami asosida, byuretkalar yordamida 2,5 ml dan solinadi. Kolbachalarni probka bilan berkitilib, 25-30 minut davomida vaqti-vaqti bilan chayqatib turiladi. Shu vaqt ichida sirka kislotaning adsorbtsiyasi tugaydi. Sirka kislotasi eritmalarining dastlabki konsentratsiyasi C_0 aniqlanadi. Buning uchun boshqa 4 ta raqamlangan kolbachalarga jadvalda koʻrsatilgan konsentratsiyali sirka kislotasi eritmalaridan byuretkalar yordamida 10 ml dan solinadi va har bir kolbaga 2 tomchidan fenolftalein eritmasidan tomiziladi. Soʻngra byuretkaga 0,1

0,1 n NaOH eritmasini quyib, kolbachalardagi sirka kislota eritmasi titrlanadi. Titrlash eritma rangi och pushti rangga kirguncha davom ettiriladi. Titrlash uchun sarflangan 0,1 n NaOH eritmasining hajmi 10 ga ko'paytirilib jadvaldagi C_0 ustuniga yozib boriladi. Bunda eritma konsentratsiyasi 100 ml sirka kislota eritmasiga to'g'ri kelgan 0,1 n NaOH ning millilitr hisobida ifodalanadi. Tajriba natajalari 1-jarvalga yoziladi.

16-jadval.

Kolbachalar raqami	Eritma normallik konsentratsiyasi	100ml eritmaga to'g'ri kelgan 0,1n NaOH ning ml miqdori			lgx	LgC
		C_0	C	C_0-C		
1	0,025					
2	0,05					
3	0,10					
4	0,20					

Titrlangan eritmalar to'kib tashlanib, kolbachalar suv bilan yuviladi va ulardan foydalangan holda faollangan ko'mir bo'lgan sirka kislotasi eritmasi filtrlanadi. Filtrlash birinchi kolbadagi eritma birinchi kolbachaga, ikkinchi kolbadagi eritma ikkinchi kolbachaga va hokazo tartibda olib boriladi. Ko'mirli kolbachalar yuvilib, bu kolbachalarga filtratdan tomizgich bilan 10 ml dan olinadi va fenolftalein indikatorini tomizilib, 0,1n NaOH eritmasi bilan titrlanadi. Titrlash natijasida sirka kislotaning muvozanatdagi konsentratsiyasi C aniqlanadi. Bunda ham sarflangan ishqor eritmasini 100 ml eritmaga hisoblanadi va jadvaldagi C ustunga yozib boriladi. Adsorbtsiyalangan sirka kislotaning miqdorini aniq bilish maqsadida C ni aniqlash ikki marta amalga oshiriladi. Buning uchun filtratdan yana 10 ml olinib 0,1 n NaOH bilan titrlanadi. Tajribada topilgan C_0 va C lardan foydalanib, faollangan ko'mir bilan adsorbtsiyalangan sirka kislota miqdori C_0-C farqi aniqlanadi va jadvalga yoziladi.

Shu bilan tajriba tugaydi va kolbachalarni suv bilan yuvib qo'yiladi. Faollangan ko'mirda adsorbtsiyalangan sirka kislota miqdori (x) quyidagi formula (Freundlich tenglamasi) yordamida hisoblanadi:

$$X = \frac{V(C_0 - C)}{100 \cdot m} = a \cdot C^n$$

Bu yerda:

V - adsorbtsiya uchun olingan sirka kislota eritmasining hajmi, ml;

C_0 - sirka kislotaning boshlang'ich konsentratsiyasi;

C - sirka kislotaning muvozanat holatdagi konsentratsiyasi;

m - adsorbent (faollangan ko'mir) massasi, gr;

n - harorat va adsorbent tabiatiga bog'liq bo'lgan 0,2 dan 0,6 gacha qiymatga teng bo'lgan o'zgarish son;

a - harorat va adsorbent tabiatiga bogliq o'zgarish son bo'lib, uning qiymati muvozanat holat kontsentratsiyasi birga teng bo'lganda x-ga teng bo'ladi.

Evtetik CaF_2 – CaCl_2 da CaO va CaCO_3 ning sulfatlanishini tekshirish

Issiqxona gazlari chiqindilarini chuqur qisqartirishga erishish uglerodli sanoat kabi statsionar nuqta manbalaridan va fotoalbom energiya ishlab chiqarish, uglerod tutish va saqlash (CCS) zarurat bo'ladi. Eritilgan tuzlarda uglerod tutilishi (CCMS) – bu yuqori salohiyatga ega rivojlanayotgan texnologiya. CCMS da, qaytariladigan Kaltsiy oksidi (CaO) va karbonat angidrid (CO_2) o'rtasidagi reaksiya hosil qilish uchun kaltsiy karbonat (CaCO_3) faol bilan ishlatiladi. Erigan tuzlarda erigan yoki qisman erigan moddalar. CCMS ilgari istiqbolli xususiyatlarini namoyish etgan laboratoriya miqyosida simulyatsiya qilingan tutun gazlari bilan uglerodni ushlash.

Texnologiyani rivojlantirishning keyingi bosqichi sinovdan o'tishdir

Realistik gaz kompozitsiyalari ostida ishlash. Hozirgi vaqtda ishda asosiy e'tibor oltingugurt dioksidi (SO_2) va kislorod (O_2) ga qaratiladi, bu kombinatsiya ko'pincha quvvatdan chiqadigan tutun gazlarida CO_2 bilan birga mavjud.

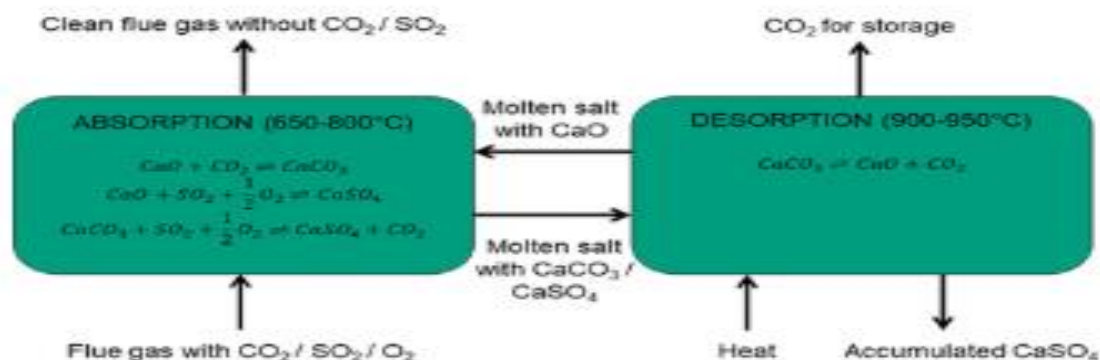
Ishlab chiqarish yoki sanoatda CaO ning bilvosita sulfatlanishini va CaCO_3 ning bevosita sulfatlanishini tekshirish uchun tajribalar o'tkazildi.

Kaltsiy ftorid (CaF_2) va kaltsiy xlorid (CaCl_2) ning evtektik aralashmasi, chunki ularning mavjudligi noma'lum erigan holatda termodinamik jihatdan qulay. 0,5 % SO_2 va 3 % O_2 o'z ichiga olgan simulyatsiya qilingan tutun gazlari ishlatilgan.

Bundan tashqari 14 % CO_2 va 0,5 % gacha bo'lgan SO_2 darajalari bilan birlashtirilgan tutib olish tajribalari o'tkazildi. Reaktordan chiqadigan gazning tarkibi Fyuri transform infraqizil spektroskopiyasi yordamida tahlil qilindi. Natijalar shundan dalolat beradi

To'g'ridan-to'g'ri bilvosita sulfatlanish sodir bo'ladi va uglerodning tutilishi faqat bir oz, lekin sezilarli darajada ushlash qoladi. Chiqindi gazidagi SO_2 darajasi bundan tashqari, CO_2 ning erigan tuzlarda tutilishi yuqori haroratlarda mumkinligi ko'rsatildi.

Qattiq holatdagi kaltsiy halqasida CaCO_3 uchun parchalanish harorati. Bu faol bo'lganda yuqori faoliyat bilan bog'liq bulgan moddalar erigan tuzlarda eritiladi. Eksperimental ma'lumotlar va termodinamik modellashga asoslangan.



19-rasm. Eksperimental ma'lumotlar va termodinamik modellashirish.

Mavzu uyzasidan savol va mashqlar:

1. Ikki suyuqlik chegarasidagi adsorbsiya.
2. Freydlit va Lengmyurlarning formulalari va ularning ahamiyati.
3. Yupqa qatlamli xromatografiya.
4. Gaz-suyuqlik xromatografiyasi.
5. Aktivlangan ko'mir o'z xususiyatiga qarab nechaga bo'linadi.
6. Solishtirma adsorbsiya.

Adsorbsiyani xalq va qishloq xo'jaligida ishlatilishi.

VIII BOB Turli suyuqliklarning sirt tarangligini aniqlash

Reja:

- 8.1. Sirt taranglik nima
- 8.2. Sirt taranglik koefitsienti nima
- 8.3. Sirt taranglikni aniqlash usullari
- 8.4. 1-Tajriba. Sirt taranglikni *stalagmometr* usulida aniqlash.

Tayanch iboralar: sirt taranglik, sirt-aktiv moddalar, sirt-noaktiv moddalar, stalagmometr.

8.1. Sirt taranglik

NAZARIY QISM

Suyuqlik molekulalari orasida o'zaro tortishuv kuchlari ta'sir etib tuadi. Suyuqlik ichidagi molekula hamma tomondan boshqa molekulalar bilan qurshab olganligi sababli unga ta'sir etadigan tortishuv kuchlari o'zaro muvozanatlashgan bo'ladi. Suyuqlik sirtidagi molekulalarga esa faqat pastki va yon tomondan tortishuv kuchlari ta'sir etadi. Suyuqlikka tashqaridan ta'sir etuvchi kuchlar esa tortishuv kuchlariga nisbatan juda kichik bo'lgani sababli sirtidagi molekulalar go'yo suyuqlik ichiga totilgandek bo'ladi. Shu sababli har qanday suyuqlik o'z sirtini

kichraytirishga intiladi, ya'ni suyuqlik sirti qancha kichik bo'lsa, uning holati shuncha barqaror bo'ladi. Suyuqlik tomchisining shar shaklida bo'lishiga sabab ana shudir, chunki sharning sirti berilgan hajmda eng kichik bo'ladi. Suyuqlik sirtini oshirish uchun tashqaridan ish sarflash kerak, ya'ni uning sirt taranglik kuchini yengish kerak.

8.2. Sirt taranglik koefisienti

Suyuqlik sirtini 1sm^2 ga oshirish uchun sarflash lozim bo'lgan ish **sirt taranglik koefisienti** yoki to'g'ridan-to'g'ri **sirt taranglik** deyiladi. Sirt taranglik grekcha σ (sigma) harifi bilan belgilanadi. Sirt taranglik Мдж/м^2 yoki мн/м larda olchanadi. Suyuqliklarning sirt tarangligi suyuqlikning tabiatiga va temperaturaga bog'liq bo'ladi.

Suyuqlikda erigan moddalar ham uning sirt tarangligini o'zgartiradi. Suyuqlikning sirt tarangligini oshiradigan moddalar **sirt-noaktiv**, sirt tarangligini kamaytiradiganlari esa **sirt-aktiv** moddalar deyiladi.

8.3. Sirt taranglikni aniqlash usullari.

Sirt taranglikni aniqlashning ko'p qo'llaniladigan usullari kapillyar ko'tarilish usuli va stalagmometriya (tomchilarni sanash) usulidir.

Suyuqlikning kapillyar ichida ko'tarilish usuli ho'llaydigan suyuqliklarning sirt taranglik tufayli kapillyarda ko'tarilishga asoslangan. Kapillyar suyuqlikka botirilganda suyuqlik kapillyar devorini ho'llab, sirt taranglik kuchi tufayli yuqoriga ko'tariladi. Suyuqlikning kapillyar nayida ko'tarilish balandligi h nayining radiusi r va suyuqlik zichligi d bo'lsa, uning sirt tarangligi σ ushbu formuladan topiladi:

Bunda, g -og'rlik kuchi tezlanishi.

$$\sigma = \frac{1}{2} r \cdot h \cdot d \cdot g$$

Bu formuladan yana shu narsa ham ko'rinadiki, kapilliarlarning radiusi qancha kichik bo'lsa, suyuqlik shuncha baland ko'tariladi. Qishda tuproq ezilib, zichlanganligi sababli, radiusi kichik kapilliarlar ko'payip ketadi va qishi bilan tuproqda to'plangan suv bahorda shu kapilliarlar orqali tez ko'otarilib, bug'lanib ketadi. Tuproqda namlikni saqlab qolish uchun yer erta bahorda boronalanadi. Bunda kapilliarlar uzilib, suvning bug'lanishi kamayadi. Natijada tuproqda namlik ko'p saqlanib qoladi va ekinlardan yaxshi hosil olinadi.

Stalagmometriya (tomchilarni sanash) usuli. Kapillyar uchidan oqib tushayotgan suyuqlik tomchisi sirt taranglik kuchi ta'sirida shar shaklini oladi. Tomchining massasi sirt taranglik kuchini yenggandagina tomchi uzilib tushadi. Bu usulda sirt taranglikni aniqlash uchun muayyan hajmdagi stalagmometrda avval suv, so'ngra

$$\sigma = \sigma_0 \frac{n_0 d}{n d_0}$$

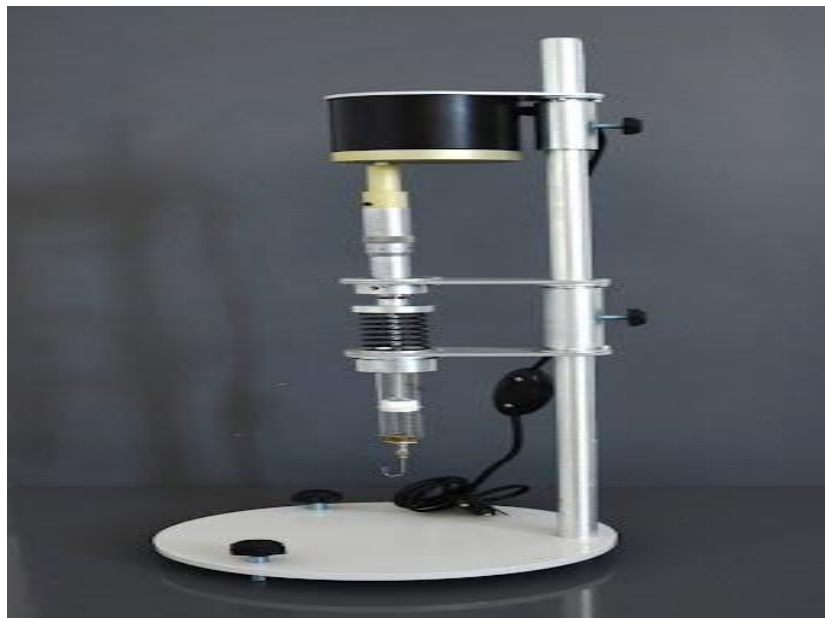
tekshirilayotgan suyuqlik tomchilatib tushiriladi. Suv tomchilari soni (n_0) yozib olinadi. Sirt taranglik ushbu formulaga ko'ra hisoblanadi:

Bu formuladagi suvning zichligi (d_0), tekshirilayotgan suyuqlik zichligi (d) va toza suvning sirt tarangligi (σ_0) tajriba temperaturasida jadvaldan olinadi.

8.4. 1-Tajriba. Sirt taranglikni stalagmometr usulida aniqlash.

Kerakli asbob va reaktivlar: Stalagmometr, qisqichli shtativ, 100 ml li to'rtta stakan, etil, propil, butil spirtlarining 0,05n, 0,1n, 0,25n, 0,5n eritmalari va distillangan suv.

Stalagmometr nayga o'xshash asbob bo'lib, o'rtasida keng qismi, uning yuqorisida xamda pastida, boshlang'ich va oxirgi o'lchov belgilar bor. Suyuqlik, asbobning silliqlangan gorizontall keng yuzasidagi kapillyar teshigi orqali tomchilab oqadi.



20-rasm. Stalagmometr

Ish tartibi. Stalagmometrni vertikal holda shtativga mahkamlanadi. Avvaliga distillangan suv so'ngra butil spirti so'rg'ich yordamida tortiladi, suvning sathi stalagmometrning yuqori belgisidan yuqoriroq bo'lsin. Suyuqlikning sathi belgi bilan bir xil bo'lgandan boshlab oqib tushayotgan tomchilar soni hisoblana boshlanadi. Suyuqlik hajmi kamayib uning oxirgi qismi pastki belgidan o'tganda tomchi sonini hisoblash to'xtatiladi. Tajriba uch marta qaytarilib, tomchi sonining o'rtacha qiymati olinadi va natijalar 1-jadvalga yoziladi.

17-Jadval

Olingan natijalarni yozish.

Tartib raqami	Eritma Konsentratsiyasi	Tomchilar soni				δ	Sirt tarangligi (δ)	
		I	II	III	O'rtacha		δ_{nisb}	δ_{abs}
1.	0 (suv)							
2.	0,05							
3.	0,10							
4.	0,25							
5.	0,50							

Xuddi shu tartibda stalagmometrdan oqib tushayotgan turli konsentratsiyali berilgan eritmalarining tomchilar soni ham aniqlanadi.

Eritmalarning sirt tarangligi quyida keltirilgan tenglama yordamida hisoblanadi, ya'ni:

$$\delta = \delta_0 \frac{\rho n_0}{\rho_0 n} \quad (1)$$

δ , ρ , n –tekshirilayotgan suyuqlikni sirt tarangligi, zichligi va tomchilar soni.

δ_0 , ρ_0 , n_0 – suvning sirt tarangligi zichligi va tomchilar soni.

Suvning δ_0 qiymati ayni harorat uchun 2-jadvaldan olinadi. Ko'pincha suvning va sirt faol eritmasining zichliklari o'zaro kam farq qiladi. Shuning uchun $\delta = \delta_0$ deb qabul qilish ham mumkin. Unda (1) tenglama quyidagi ko'rinishga ega bo'ladi:

$$\delta_{\text{nisb}} = \frac{d \cdot n_{\text{H}_2\text{O}}}{d_{\text{H}_2\text{O}} \cdot n} \quad (2)$$

$$d = d_{\text{H}_2\text{O}} \delta_{\text{nisb}} = \frac{n_{\text{H}_2\text{O}}}{n} \quad (3)$$

$$\delta_{\text{abs}} = \delta_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \frac{d \cdot n_{\text{H}_2\text{O}}}{d_{\text{H}_2\text{O}} \cdot n} \text{ yoki } \delta_{\text{abs}} = \delta_{\text{H}_2\text{O}} \cdot \frac{n_{\text{H}_2\text{O}}}{n} \quad (4)$$

Turli haroratlarda suvning sirt tarangligi 17-jadval

Harorat $^{\circ}\text{C}$	δ_0 , mDj/m ²	Harorat $^{\circ}\text{C}$	δ_0 , mDj/m ²
15	73,49	22	72,44
16	73,34	23	72,28
17	73,19	24	72,13
18	73,05	25	71,97

19	72,90	26	71,82
20	72,75	27	71,66
21	72,59	28	71,50

Jadvalda keltirilgan natijalardan foydalanib, sirt tarangligining sirt faol modda eritmasi konsentratsiyasiga bogʻliqlik grafigi sirt taranglik izotermasi chiziladi (2-rasm).

Mavzu yuzasidan savol va mashqlar:

1. Sirt taranglik nima va u qanday aniqlanadi.
2. Sitr faol va sirt nafaol moddalar qanday moddalar.
3. Hoʻllanish nima.
4. Gidrofil va gidrofob materiallar.
5. Sirt aktiv moddalarni ishlatilishi.

IX BOB Kolloid eritmalarining olinishi

Reja:

- 9.1. Kolloid eritmalar.
- 9.2. Kolloid eritmalarining olishin ushullari
- 9.3. Kolloid eritmalarini tozlash usullari
- 9.4. 1-tajriba. Kanifolni chin eritmasi.
- 9.5. 2-tajriba. Kumush gidrozolini olish.
- 9.6. 3-tajriba. Berlin lazurining gidrozolini olish.
- 9.7. 4-tajriba. Kolloid eritmalar hosil qilishda reaksiya kirishuvchi moddalar konsentratsiyasini ta'siri.
- 9.8. Mavzu yuzasidan savol va mashqlar.

Tayanch iboralar: kanifol', $AgNO_3$ eritmasi, KI eritmasi, sariq qon tuzi, Berlin lazuri, misella, Tindal' konusi, gidrozol.

9.1. Kolloid eritmalar

NAZARIY QISM

Kolloid dispers sistemada dispers faza zarrachalarining oʻlchami 1 -100 nm gacha boʻladi. Kolloid dispers sistemalar - tiniq (tovlanadigan), filtr qogʻozidan oʻtadigan, oʻsimlik va xayvon membranalaridan va pergament qogʻozidan oʻtmaydigan, geterogen, yorugʻlik oʻtganda Tindal konusini hosil qiladigan, nisbat barqaror va vaqt oʻtishi bilan oʻzgaradigan xususiyatlarga ega. Bu sistemalar kolloid eritmalar yoki zollar ham deyiladi. Oʻsimliklarning turli aʼzolaridagi toʻqima suyuqliklari kolloid sistemalardan iborat. Ular oʻsimliklarda suv almashinish va ozuqlanish jarayonlarida ishtirok etadi. Ayrim sharoitlarda kolloid eritmalar suyuq xolatdan, qattiq xolatga oʻtib, gellar hosil qiladi. Bu holatda zol oʻrniga gel deb ataladi.

Ishlatilishi. Bu sistemalar xalq xo'jaligining hamma tarmoqlarida, ayniqsa qishloq xo'jaligida keng foydalaniladi. Turli mineral o'g'itlar, tuproq, loyqa suvlar, loy, qon, oqsil moddalar, polisaxarid eritmaları kolloid sistemalaridir. Shu bilan birga qishloq xo'jaligida ishlatiladigan ko'pgina kimyoviy preparatlar suspenziya, emulsiya, tutun va tuman holida ishlatiladi.

Oziq ovqat sanoati mahsulotlari-yog', margarin, qaymoq, qattiq, sut, mayonezlar murakkab kolloid sistemalaridir.

Kimyo sanoatida olinadigan sintetik tolalar (kapron, neylon, lavsan), suniy ipaklar, tabiiy tolalar, kauchuk, charm tayyorlash, chinni ishlab chiqish, sement, qog'oz, rangli shisha, bo'yoqlar, laklar ishlab chiqarishda kolloid kimyo jarayonlaridan keng foydalaniladi.

9.2. Kolloid eritmaları olinish usullari.

Kolloid eritmalar quyidagi usullarda olinadi:

1. Dispersion va mexanik usullar.
2. Ul'tratovush usuli
3. Peptizasiya usuli
4. Kondensasion usullar.

Kolloid eritmalar o'zining geterogenligi bilan chin eritmadan farq qiladi. Chunki, kolloid zarrachalar erituvchi molekulasiga nisbatan juda katta bo'lib, ular orasida ajralish sirti hosil bo'ladi.

Dispersion va mexanik usullar, ma'lum kuch ta'sirida moddalarni maydalashga asoslangan. Moddalar maxsus sharli yoki kolloid tegirmonlarda maydalanadi.

1920 yildan boshlab ishlab chiqarish korxonalarida yuqori maydalash darajasini beradigan kolloid tegirmonlari ishlatish boshlanadi. Bu tegirmonlarda turli buyoqlar, farmatsevtika preparatlari, oltingugurt va grafitning kolloid eritmaları tayyorlanadi.

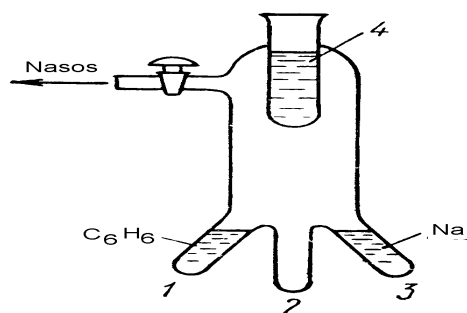
Ultratovush usulida tovush to'lqinlarining kuchli tebranishi natijasida muallaq zarrachalar maydalanib, tekis tarqaladi. Ultratovush usulida oltingugurt, bo'yoq, simob, rux, kraxmal va boshqa moddalarni disperslash mumkin.

Peptizatsiya usuli moddalarni disperslovchi peptizatorlar - yordamida gel holatidan zol holatiga o'tishiga aytiladi.

Kondensasion usullar tabiatda keng tarqalgan bo'lib, asosan ikkiga bo'linadi fizikaviy va kimyoviy kondensasion usullari.

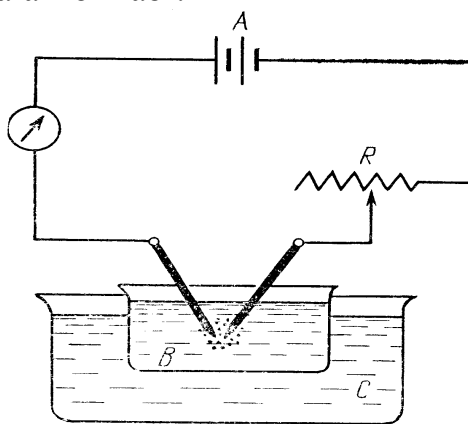
Kondensatsiyalash jarayoni sistemada erkin energiya bilan solishtirma sirtini kamayishi tufayli sodir bo'ladi. Masalan, tashqaridagi namlikni sovishi natijasida suv zarrachalari kondensatsiyalanib, kolloid sistema, tumanni hosil qiladi.

Rus olimlaridan S.Z.Roginskiy va A.I.Shalnikovlar suyuq dispers muxit va qattiq moddalarni bug'latib, sovuq sirtida kondensatlash yo'li bilan kolloid eritmalar hosil qilish asbobini yaratadilar.



21-rasm. Shalnikov va Roginskiy usulida kolloid eritma tayyorlanadigan asbobning sxemasi.

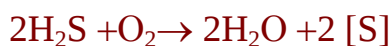
Elektr yordamida moddalarni maydalab, kolloid eritmalar olish keng xo‘jalik ahamiyatiga ega bo‘ldi. Bu usul bilan oltin, kumush, platina va boshqa metallarning kolloid eritmaları olinadi.



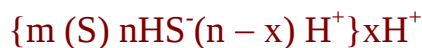
22-rasm. Metallarning zolini elektr usuli bilan kolloid eritma olish asbobning sxemasi A – o‘zgarmas tok manbai; R – reostat; B – Volta yoyi; C-sovutish aralashma.

Kimyoviy kondensatsion usullar, kimyoviy reaksiyalar (oksidlanish - qaytarilishi, almashinish, erimaydigan gidroliz va boshqa) natijasida yomon eriydigan moddalar hosil qilishga asoslangan.

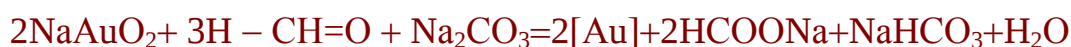
Oksidlanish usulida eritmadagi (H_2S) moddaning oksidlanishi (O_2) bilan kolloid eritma olinadi:



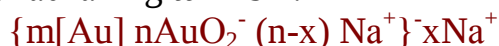
Oltinugurt zolining tuzilish formulasi:



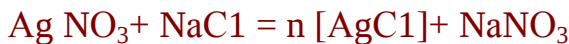
Qaytarish usuli metallarning kolloid eritmalarini olishda keng qo‘llaniladi. Masalan, oltin tuzining qaytarilish reaksiyasi:



Hosil bo‘lgan kolloid zarrachaning tuzilishi:



Almashinish usuli ikki modda ta'sirida ular molekulasidagi atomlarning almashinishi natijasida qiyin eruvchan modda hosil qilishga asoslangan. Bunga kumush xlorid zolini olish misol bo'ladi.

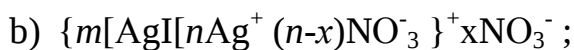


Gidroliz usul bilan bazi tuzlarni gidrolizga uchratib, metall gidroksidi zollari hosil qilinadi.

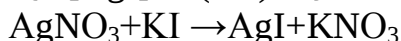
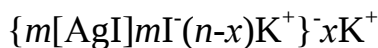


23-rasm. AgI mitsellasining tuzilish sxemasi:

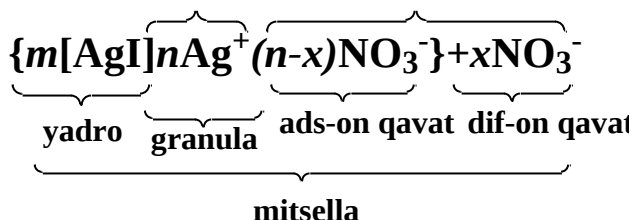
a) musbat zaryadlangan zarracha



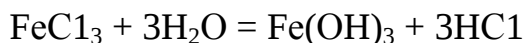
b) manfiy zaryadlangan zarracha



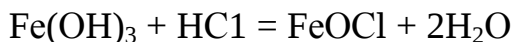
potensial aniqlovchi ionlar qarshi ionlar



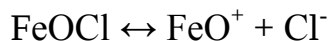
Misol uchun yana $\text{Fe}(\text{OH})_3$ zolining tuzilishini ham ko'ramiz . Bu zol FeCl_3 tuzini gidrolizlab olinadi:



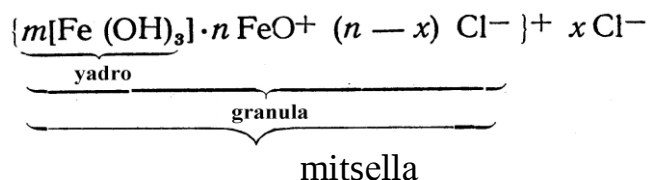
$\text{Fe}(\text{OH})_3$ qisman hosil bo'layotgan HCl bilan reaksiyaga kirishadi:



Hosil bo'lgan ferroksixlorid FeOCl ionli stabilizator vazifasini bajaradi. Ferrioksixlorid quyidagicha dissotsilanadi:



FeO^+ ionlari potensial aniqlovchi ionlar, Cl^- ionlari esa qarshi ionlar vazifasini o'taydi. Bunda temir (III) gidroksidning mitsella tuzilishini quyidagicha ko'rsatish mumkin:



Polimerlanish va polikondensatlanish usullar bilan yuqori molekulyar birikmalarning kolloid eritmaları olinadi.

Sellyuloza, kraxmal, oqsillar, nuklein kislotalar, ligninlar tabiiy yuqori molekulyar birikmalardir.

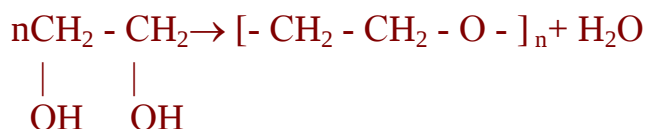
Yuqori molekulyar birikmalar polimer moddalar deb ataladi, ular bir necha ming quyi molekular monomerlarining o‘zaro birikishidan hosil bo‘ladi.

Masalan, etilenning polimerlanishi natijasida yuqori molekulyar modda - polietilen hosil bo‘ladi :



Polikondesatlanish usulida quyi molekulyar moddalarning birikishida yuqori molekulyar modda hosil bo‘lishi molekuladan atom yoki atomlar gruppasi ajralib chiqishi bilan sodir bo‘ladi.

Masalan, etilenglikolning polikondensatlanishiga polietilen oksid hosil bo‘lib, suv ajralib chiqadi.



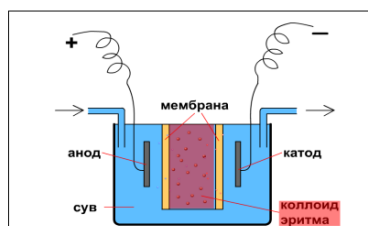
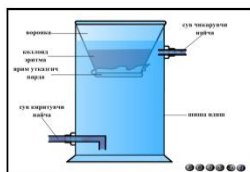
9.3. Kolloid eritmaları tozalash usullari.

Toza kolloid eritmalar olish uchun kolloid eritmalar tarkibida hosil bo‘lgan elektrolit (asos, kislota, tuz) lar va boshqa aralashmalardan tozalaniladi. Kolloid eritmaları tozalash uchun «dializ», «elektrodializ» va «ultrafiltratsiya» usullardan foydalaniladi.

Dializ usul deb, kolloid eritmalarini molekula va ion eritmalaridan suniy membrana xaltachasi orqali tozalashga aytiladi, unda ishlatiladigan asboba dializator deyiladi.

Kollodiy va sellofanlardan suniy membrana tayyorlanadi.

Elektrodializ usuli deb elektr toki yordamida dializ usulini tezlashtirishga aytiladi. Buning uchun kolloid eritmada elektr toki o‘tkazilganda eritmadaagi manfiy ionlar anodga, musbat ionlar esa, katodga yig‘ilib, oqayotgan suv bilan yuvilib ketadi.



24-rasm. Dializator sxemasi: 1-kolloid eritma solingan idish, 2-suv oqib turadigan idish, 3-yarim o‘tkazgich parda membrana.

Kolloid eritmalarini yarim o'tkazgich membranalar orqali filtrlanishiga ultrafiltratsiya deyiladi. Bu usulda kolloid zarrachalar filtrda qoladi, dispers muxit esa filtratda bo'ladi.

Birinchi va to'rtinchi tajribalar uchun kerakli jixozlar va reaktivlar:

1. Kanifol
2. Distillangan suv
3. Kanifolning etil spirtidagi 2 %li eritmasi.
4. AgNO_3 eritmasi 0,05n.
5. KI eritmasi 0,05n.
6. FeCl_3 tuzining 2%li, 0,7n. va 0,005 n. eritmaları
7. $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ tuzining 0,1n, 0,005n eritmaları.
8. $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ –oksalat kislotaning 0,1n eritmasi.
9. Probirkalar, shisha tayoqcha, temir shtativ, stakan, qora tuproq, fil'tr qog'oz.

9.4. 1-Tajriba. Kanifolning chin eritmasi va suspenziyasini olish.

Kerakli asbob va reaktivlar: Probirkalar, spirt lampasi, shisha tayoqsha, kanifol, distillangan suv, kanifolning spirtidagi 2%li eritmasi, kukun holdagi kanifol, etil spirti.

Ish tartibi: a) Probirkaga biroz kukun xoldagi kanifol soling. Uning ustiga suv qo'shib shisha tayoqcha bilan aralashtiring.

b). Boshqa probirkaga 10 ml distillangan suv olib, kanifolning spirtidagi 2%li eritmasidan 5 tomchi qo'shing. Hosil bo'lgan aralashmadan spirtni chiqarib yuborish uchun qaynaguncha qizdiring.

v) Uchinchi probirkaga kukun holdagi kanifoldan bir oz solib, 10 ml spirt qo'shing va kanifol erib ketguncha shisha tayoqcha bilan aralatiring.

Uchala probirkalarda hosil bo'lgan eritmalaning qaysi biri suspenziya, kolloid eritma va chin eritma hisoblanadi. Buni qanday bilish mumkin?

9.5. 2-Tajriba. Kumush gidrozolni olinishi.

Kerakli asbob va reaktivlar: Probirkalar, spirt lampasi, distillangan suv, kumush nitrat eritmasi, kaliy yodidning yangi tayyorlangan 1% li eritmasi.

Ish tartibi: Probirkaga 10 ml distillangan suv olib, bir necha tomchi kumush nitrat eritmasidan tomizing. Eritmani qaynaguncha qizdiring. Qaynab turgan eritmaga kaliy yodidning yangi tayyorlangan 1% li eritmasidan har minutda to'q sariq rang hosil bo'lgunga qadar tomchilab qo'shib boring. Vaqt o'tishi bilan zolning rangi o'zgaradimi? Olingan kumush yodidning zoli Tindal' konusini hosil qiladimi? Gidrozol qanday usul bilan olingan? Kumush yodid misellasining formulasini yozing.

9.6. 3-tajriba. Berlin lazurining gidrozolini olish.

Kerakli asbob va reaktivlar: Probirkalar, fil'tr qog'oziga, voronka, temir uch xloridning 0,005n eritmasi, sariq qon tuzining to'yingan eritmasi, distillangan suv, 0,1 n oksalat kislota eritmasi.

Ish tartibi: Probirkaga temir uch xloridning 0,005n eritmasidan 1ml oling. Ustiga sariq qon tuzining to'yingan eritmasidan 1 ml. qo'shing. Cho'lmani fil'tr qog'oziga qo'yib rangsiz fil'trat hosil bo'lguncha distillangan suv bilan yuving. Cho'kmani voronka tagiga toza probirka qo'yib unga 0,1 n oksalat kislota ($H_2C_2O_4$) eritmasidan quying. Fil'tratdan o'tgan suyuqlik qanday rangga kiradi? Zol qayday usul bilan olindi?

9.7. 4-tajriba. Kolloid eritmalar hosil qilishda reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentratsiyasiga ta'siri.

Kerakli asbob va reaktivlar: Probirkalar, temir uch xloridning 0,005n eritmasi, sariq qon tuzining to'yingan eritmasi, sariq qon tuzining 0,005n eritmasidan, sariq qon tuzining 0,1n eritmasi,

Ish tartibi: a) Probirkaga temir (III) xloridning 0, 005n eritmasidan 1 ml olib uning ustiga sariq qon tuzining 0,005n eritmasidan 1 ml quying. Hosil bo'lgan eitma qanday ko'rinishga ega? Xulosa chiqaring.

b) Probirkaga temir (III) xloridning 0, 1n eritmasidan 1 ml va sariq qon tuzining 0,1n eritmasidan 1 ml quying. Nima kuzatiladi? Xulosa chiqaring.

v) Probirkaga sariq qon tuzining to'yingan eitmasidan 1 ml qo'shing. Hosil bo'lgan geldan boshqa probirkaga bir oz olib unga 10 ml suv qo'shing. Nima sodir bo'ladi? Xulosa chiqaring.

Mavzu yuzasidan savol va mashqlar:

1. Dispers sistema nima?
2. Suspenziya va emul'siyalarga misollar keltiring.
3. Liofil' va liofob sistemalar.
4. Dispes sstemalarni klassifikasiyasi.
5. Oziq-ovqat, kimyo va metallurgiya sanoatlarida mahsulot ishlab chiqarishda kolloid kimyonin roli.
6. Tuproq kolloidlari.
7. Kolloid sistemalariga ta'rif bering.

X BOB Kolloid eritmalarining koagulyatsiyasi

Reja:

- 10.1. Kolloid eritmalarining koagulyatsiyasi.
- 10.2. Kolloidlar eritmalarining o'zaro koagulyatsiyasi.
- 10.3. Koagulyatsiya mexanizmi va kinetikasi.
- 10.4. Tajriba-1. Temir(III) gidroksid zolining koagulyatsiya porogi (shegarasi)ni aniqlash
- 10.5. Tajriba-2. Liofob zollarning, o'zaro koagulyatsiyasi
- 10.6. Tajriba-3. Temir(III) gidroksid cho'kmasini peptizatsiyalash.
- 10.7. Tajriba-4. Jelatinaning himoyalash xususiyatlarini o'rganish.

Tayanch iboralar: koagulyatsiya, broun xarakati, zollar, monodispers zol, polidispers zol, sedimentatsiya, additivlik, antogonizm, sinergizm.

Mashg'ulotdan maqsad: kolloid sistemalarning barqarorligi va koagulyatsiyasi biologiyada, dexkonshilikda, geologiyada va texnikada muxim ahamiyatga ega ekanligini o'rgatish.

10.1. Kolloid eritmalarning koagulyatsiya

Nazariy qism

Kolloid zarrashalarning molekulyar kuchlar ta'siridan o'zaro birlashib yiriklasha borish protsesi koagulyatsiya deyiladi. Kolloid sistemalarning barqarorligi va koagulyatsiyasi geologiyada, dexkonshilikda, biologiyada va texnikada muxim ahamiyatga ega. Koagulyatsiya jarayoni ba'zi kolloidlarda juda tez, ba'zilarida esa, ansha uzoq vaqt davomida sodir bo'ladi.

B.V. Deryagin va L.D. Landaularning koagulyatsiya nazariyasiga ko'ra broun xarakati natijasida kolloid zarrashalar yaqinlashadi. Zarrashalarning xarakati bilan to'qnashishlarning xammasi xam zarrashalarni yiriklashtiravermaydi. Shuning ushuni ko'pgina zollar barqaror bo'ladi. Agar kolloid zarrachalarning zariyad miqdori kamaytirilsa, bunda y zarrachalar o'zaro birlashadi.

Granula zariyadi nol bo'lgan kolloid zarrashalar eng tez koagulyatsiyalanadi. Polidispers zollar monodispers zollarga qaraganda tez koagullanishi va bu protsesga zarrashalarning formasi ta'sir etishi aniqlandi. Tayoqsimon zarrashalar kolloid eritmada tez koagulyatsiyaga ushraydi.

Yirik agregatlar og'irlik kuchi ta'siridan idish tubiga cho'ka boshlaydi. Bu xodisaga sedimentatsiya deyiladi.

Koagulyatsiya ikki bosqishdan iborat. Yashirin koagulyatsiya va oshiq koagulyatsiya. Yashirin koagulyatsiyada zoldagi biror o'zgarishni ko'rish asbobsiz kuzatib bo'lmaydi. Ochiq koagulyatsiyada dispers faza zarrachalarining agregatlar xosil qilish protsesini vizual kurish mumkin.

Koagulyatsiya sodir bo'lishiga temperaturaning ortishi, uzoq davom etadigan dializ, elektrolit qo'shish, turli mexanik ta'sirlar, aralashtirish, kuchli sovutish, ultratsentrifugalash, konsentrlash, elektr toki o'tkazish, zolga boshqa zol qoshish, ba'zi zollarda boradigan kimyoviy reaksiyalar ta'siri sabab bo'ladi.

Amalda ko'pincha kolloid eritmalariga turli elektrolitlar qo'shish yo'li bilan koagulyatsiyalanadi. B.V. Deryagin va L.D. Landau nazariyasiga ko'ra dispers faza zarrashalari o'rtasidagi molekulyar tortishish kushlariularning o'zaro itarilish kushlaridan ustun kelganda koagulyatsiya sodir bo'ladi.

Gidrofob zollar elektrolitlar aralashmasi ta'siridan xam koagulyatsiyalanadi. Bunda uch xil xolat sodir bo'lishi mumkin:

1. Qo'shilayotgan elektrolitlarning koagulyatsiyalash qobiliyati o'zaro qo'shiladi. Bu xodisa additivlik deyiladi.
2. Bir elektrolit ikkinchisining koagulyatsiyalash qobiliyatini kamaytiradi. Buni ionlarning antogonizmi deyiladi. Bu xodisa turli valentlikdagi ionlar aralashmasi uchun xosdir.

3. Bir elektrolit ikkinchisining koagulyatsiyalash qobiliyatini oshiradi. Bu xodisa ionlarning sinergizmi deyiladi.

10.2. Kolloidlarning o‘zaro koagulyatsiyasi.

Zollar koagulyatsialanganda ko‘pinsha sinergizm va antogonizm xodisalari sodir bo‘ladi. Additivlik xodisasi kam uchraydi. Kolloidlarning o‘zaro koagulyatsiyasi deb, bir kolloid eritmaga qarama-qarshi zariyadli ikkinchi kolloid eritmaning ma’lum miqdorda qo‘shilishi natijasida koagulyatsiya yuz berishiga aytiladi.

Masalan, musbat zaryadlangan $\text{Fe}(\text{OH})_3$ zoli manfiy zaryadli As_2S_3 qo‘shish bilan koagulyatsiyaga ushraydi.

Kolloidlarning o‘zaro koagulyatsiyasidan ichiladigan suvlarni tozalashda foydalaniladi. Buning uchun suvdagi, ko‘pincha, manfiy zaryadli kolloid zarrachalar suvga $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ qo‘shishdan hosil bo‘ladigan musbat zaryadli $\text{Al}(\text{OH})_3$ bilan o‘zaro koagulyatsiyalanadi va suv filtrlanib tozalanadi. Hidrofob kolloidlar izoelektrik xolatda, yani elektroneytral xolatda eng katta tezlik bilan koagulyatsiyalanadi.

Koagulyatsiya vaqtida ion almashinish adsorbsiyasi xam sodir bo‘ladi, bunda zolga qo‘shilayotgan elektrolitning ionlari adsorbsiyon qavatdagi qarshi ionlar bilan o‘rin almashinadi.

Kata zaryadli ionlarning kolloid eritmaga qo‘shilishi natijasida granula elektroneytralgina bo‘lib qolmasdan, katta zaryadlanishi mumkin. Bunda granulalar ortiqsha adsorblangan elektrolitning ionlari zaryadiga ega bo‘lib, qaytadan barqaror kolloid eritma xoliga keladi. Qo‘shilayotgan katta zaryadli ionlari bo‘lgan elektrolit konsentrasiyasi ortib borishi bilan dastaval koagulyatsiya sodir bo‘ladi.

10.3. Koagulyatsiya mexanizmi va kinetikasi.

Koagulyatsiya kinetikasi koagulyatsiya protsesininng sodir bo‘lish tezligini ko‘rsatadi. Koagulyatsiya tezligi zarrachalarning vaqt birligi ichida o‘zaro birikish soni bilan xarakterlanadi. M. Smoluxobskiy nazariyasiga ko‘ra ikki zarrachaning o‘zaro birikib bir agregat xosil qilish koagulyatsiyaning boshlanishi deyiladi. Koagulyatsiya tezligi quydagi omillarga bog‘liq:

- Zarrachalarning o‘zaro tortishish kushining ta’sir etish radiusi.
- Broun xarakatining tezligi.
- Kolloid eritmaning konsentrasiyasi.
- Elektrolitning konsentrasiyasi.

10.4. Temir gidroksid zolining koagulyatsiya porogi (shegarasi)ni aniqlash.

Kerakli asbob va reaktivlar: probirkalar, 3 M KCl, 0,01 M K_2SO_4 , 0,001 M $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ eritmaları.

Ish tartibi: Har bir elektrolit ushun 4 tadan, ja’mi 12 ta toza probirkalarga 5 ml dan temir gidroksid zoli va quyidagi jadvalda ko‘rsatilgan miqdorda distillangan suv xamda elektrolit eritmaları quyiladi. So‘ngra xar bir probirkadagi moddalarni yaxshilab aralashtiriladi va bir soatdan keyin qaysi probirkalarda oshiq koagulyatsiya (loyiqalash) sodir bo‘lganligini jadbarga yozib qo‘yiladi.

Shunday qilib, xar bir probirkada 10 ml dan bir xil konsentrasiyalı (1:1) temir gidroksid zoli xosil bo‘lib, uning tarkibida turli miqdordagi elektrolit moddasi bo‘ladi. Agar birorta xam probirkada koagulyatsiya sodir bo‘lmasa, u xolda elektrolit konsentrasiyasini 5-10 marta oshirib tajriyba qaytariladi.

18-Jadval

Probirka №	Temir gidroksid zoli, Ml	Distillangan suv, ml	Elektrolit eritmasi,ml	1 soatdan keying koagulyatsiya
1	5	4,5	0,5	
2	5	4	1	
3	5	3	2	
4	5	1	4	
5	5	4,5	0,5	
6	5	4	1	
7	5	3	2	
8	5	1	4	
9	5	4,5	0,5	
10	5	4	1	
11	5	3	2	
12	5	1	4	

Koagulyatsiya porogini quydagicha aniqlanadi:

$$C_{\text{por}} = 100 \cdot C \cdot V$$

Bu erda: C – elektrolitning molyar konsentrasiyasi:

V-zolni koagulyatsiya qilish ushun kerak bo‘ladigan elektrolit eritmasining eng kishik miqdori (ml).

Agar zolning koagulyatsiyasi 0,01 M K_2SO_4 eritma bilan 3-chi va 4-chi probirkalarda yuz bergan bolsa, unda koagulyatsiya porogi 3- probirkada K_2SO_4 ning millimolyar konsentrasiyasiga teng bo‘ladi, yani:

$$C_{\text{por}} = 100 \cdot 0,001 \cdot 2 = 2 \text{ mmol/l}$$

10.5. Liofob zollarning o‘zaro koagulyatsiyasi.

Kerakli asbob va reaktivlar: kimyoviy stakanlar, 1% li $K_4[Fe(CN)_6]$ eritmasi, 2 % li $FeCl_3$ eritmasi, distillangan suv, $Fe(OH)_3$ zolli

Ish tartibi:

a) Berlin lazurining zolini olish. 100 ml suvga 3 ml 1% li $K_4[Fe(CN)_6]$ va tomshilatib 2 % li $FeCl_3$ eritmasidan 5-7 tomshi qo‘shing. Eritma ko‘k rangga bo‘yaladi. Xosil bo‘lgan zol mitsellasining tuzilishini yozing va eritmani keyingi tajriba ushun saqlab qo‘ying.

b) Berlin lazuri va $Fe(OH)_3$ zollarining o‘zaro koagulyatsiyasi. Manfiy zaryadli berlin lazuri va musbat zariyadli $Fe(OH)_3$ zollari 2- jadvalda keltirilgan nisbatlarda aralashtiriladi.

19-jadval

Zollar	1	2	3	4	5	6	7
1.Temir (III) gidroksid zoli, ml	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
2.Berlin lazuri zoli, ml	3,5	3,0	2,5	2,0	1,5	1,0	0,5

3.Kuzatilgan effekt							
4.Qanaqa zariyadli kolloid zarrasha ortiq							

Kuzatilgan effektda choʻkma bor-yuqligi, koagulyatsiya qisman yoki toʻliq ekanligi yoziladi. 4 – punktda esa choʻkmasdan qolgʻan zarrashalar zariyadi koʻrsatiladi.

10.6. Temir gidroksid shoʻkmasini peptizatsiyalash.

Kerakli asbob va reaktivlar: Probirkalar shtativi bilan, voronka, filtr qogʻozi, 10 ml li pipetka, 0,5 n $FeCl_3$, NH_4OH , 0,1 n HCl , $FeCl_3$ ning tuyingan eritmaları, distillangan suv.

Ish tartibi: Probirkaga temir (III) – xlorid tuzining 0,5 n eritmasidan 5 ml oling. Temir (III) gidroksidi toʻliq choʻkib boʻlguncha ammiyak eritmasidan tomshilatib quying. Xosil boʻlgan shoʻkmani dekontasiya usuli boʻyicha distillangan suv bilan yubing. Yuvilgan choʻkmaga 10 ml distillangan suv qoʻshing va aralashtiring. Xosil boʻlgan aralashmani barobar miqdorda uchta probirkaga quying. Birinchi probirkaga 0,1 n HCl eritmasidan 10 tomshi, ikkinchi probirkaga temir (III)- xloridning toʻyingan eritmasidan 10 tomchi qoʻshing. Uchinchi probirkani solishtirish uchun qoldiring. Ushta probirkani solishtiring. Kuzatish natijalarini tushuntiring.

10.7. 4- Tajriyba. Jelatinaning himoyalash xususiyatini oʻrganish.

Kerakli asbob va reaktivlar: probirkalar shtativ bilan, 10 ml li pipetka, 0,1 % li jelatina, 0,0025 n Na_2SO_4 , $Fe(OH)_3$ zoli eritmaları.

Ish tartibi: Pipetka bilan toʻrtta probirkaga temir gidroksidining gidrolizidan 10 ml dan olishadi. Keyin xar bir probirkaga buyretka orqali jelatina va Na_2SO_4 eritmalaridan 3 jadvalda koʻrsatilgan miqdorda q oʻshing

20-jadval

Probirkalar №	1	2	3	4
Zol, ml	10	10	10	10
Jelatinaning 0,1 % li eritmasi, ml	0,2	0,3	0,4	0,5
0,0025 n Na_2SO_4 eritmasi, ml	3	3	3	3

Xar bir probirkani chayqating va 5 minut oʻtkandan keyin suyuqligi tinib qolgan va suyuqligi biroz loyqalangan probirkalarni toping. Jelatinada himoyalash qobiliyati mavjudligi haqida xulosa chiqaring.

Mavzu yuzasidan savol va mashqlar.

1. Koagulyatsiya qanday omillar taʼsirida vujudga keladi?
2. Koagulyatsiya chegarasi nima?
3. Shultse – Gardi qoyidasini tushuntiring.
4. Koagulyatsiya qanday mexanizmga muvofiq amalga oshadi?
5. Kolloid ximoyalanishini tushuntiring.

6. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ zolini mitsela uzilishini yozing.
7. Berlin lazurining zolini olish reaksiya tenglamasini yozing.
8. Koagulyatsiya porogi qaysi formula orqali ifodalanadi.

XI BOB Dispers sistemalarni tayyorlash va dializ usulida tozalash.

Reja:

- 11.1. Dispers sistemalarni tayyorlash
- 11.2. Elektrodializ
- 11.3. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ zollarining qovushqoqligini o'lchash
- 11.4. Kolloid zarrachalar zaryadining ishorasini kapillyar tahlil usularida aniqlash

Tayanch iboralar: Jelatina, natriy xlorid, distillangan suv, kraxmal zoli, kaliy sulfat eritmasi, Temir(III) gidroksid, kolloid eritmasi, dializator.

11.1. Dispers sistemalarni tayyorlash

Biror moddaning mayda zarrachalari boshqa modda ichida (muhitida) tarqalishidan hosil bo'lgan tizimlar dispers tizim deyiladi. Har qanday dispers tizim dispers muhit va dispers fazadan iborat bo'ladi.

Dispers tizimlar geterogen sistemalar hisoblanadi, ikkita yoki undan ortiq fazadan iborat bo'lib, ular o'zaro sirt chegaralari bilan ajralib turadi. Fazalardan biri juda maydalangan "disperslangan" holatda bo'ladi. Aniq kimyoviy tarkibga ega bo'lgan, dispers muhitda tarqalgan mayda qattiq zarrachalar, suyuqlik tomchilari, gaz pufakchalari dispers faza deyiladi. Ya'ni boshqacha qilib aytganda dispers faza qattiq, suyuq va gazsimon agregat holatda bo'lishi mumkin.

Dispers sistemaning ikkinchi tarkibiy qismi – muhitdir, bunda disperslangan modda zarrachalari tarqalgan muhit dispers muhit deyiladi. Dispers muhit rolini qattiq, suyuq va gazsimon moddalar bajaradi.

Dispers sistemalarning turlari dispers faza zarrachalari va dispers muhitning agregat holati va zarrachalarning disperslik darajasi bilan aniqlanadi.

Dispers fazaning maydalanganlik darajasi yoki uning dispersligi har xil bo'ladi. Kolloid zarrachalarning o'rtacha o'lchami 10^{-7} - 10^{-9} m dan iborat. Yuqori disperslik dispers faza va dispers muhit o'rtasidagi solishtirma sirt chegarasining yuzasi S_{sol} katta bo'lishiga olib keladi va 102- 106 m²/g ni tashkil etadi.

Fazaning yuzasida joylashgan molekulalar dispers muhitning ichida joylashgan molekulalarga nisbatan boshqa molekulalar bilan bir tekisda qurshalgan emas. Yuzadagi molekulalar ichkaridagi molekulalarga nisbatan ortiqcha energiyaga ega.

Demak, dispers sistemalar "zarracha-muhit" chegarasida katta erkin energiyaga ΔF ega bo'lib, $\Delta F = \sigma \cdot S$ ga tengdir, bunda σ - sirt taranglik koeffitsienti.

Termodinamikaning ikkinchi qonuniga muvofiq sistema barqaror bo'lishi uchun erkin energiya o'z-o'zidan kamayishga intiladi ($\Delta F = \min$). Bu dispers fazalarning birlashishi, ya'ni agregativ beqaror sistemalar hosil bo'lishiga olib keladi. Bu holatni oldini olish uchun dispers tizimlar hosil qilishda maxsus moddalar – stabilizatorlar ishlatiladi. Stabilizatorlar ishtirokidagina agregativ barqaror dispers sistemalarni olib, ularni uzoq vaqt davomida saqlash mumkin. Stabilizatorlarning roli shundan iboratki, uning molekulalari yoki ionlari dispers fazaning zarrachalar sirtiga adsorbsiyalanadi va zarracha sirtida ionli yoki molekulyar solvatlangan zarrachalarning birlashishiga to'sqinlik qiluvchi barqaror adsorbsion qavat hosil qiladi.

Dispers tizimlar tabiatda va texnikada keng tarqalgan. Bular qatoriga texnologik jarayonlarda hosil bo'luvchi tuman, tutun, pulpa, penoplastlar, sut, qaymoq, moylar va bosma bo'yoqlar, qurilish materiallari, yelim, latekslar, fotografiyada ishlatiladigan suspenziyalar, qotishmalar, rangli shisha kabi ko'pchilik tizimlar kiradi.

Dispers tizimlarni olishda asosan quyidagi: dispergatsiya – maydalash va kondensatsiya – yiriklashtirish usullardan foydalaniladi.

Dispergatsiya usulida dispers tizimlar hosil qilish uchun qattiq jismlar kolloid tegirmonida yoki hovonchada stabilizator bilan birga qo'shib, dispers muhitda eziladi. Zolning koagulyatsiya mahsulotini qaytadan kolloid eritma holatiga o'tkazish usuli bilan ham dispers tizim hosil qilinadi, bu peptizatsiya deyiladi. Dispergatsiyalashda elektr yoyi, purkash, aralashtirish usulidan ham foydalaniladi.

Kondensatsiya usuli–gaz yoki eritma holidagi modda zarrachalarini yiriklashtirish usuli bo'lib, ikkiga–fizikaviy va kimyoviy usullarga bo'linadi.

Fizik kondensatsiya. Bu usul asosida bir modda molekulalarining – dispers fazaning, boshqasida dispers muhitda kondensatsiyasi yotadi. Buni har xil yo'llar bilan amalga oshirish mumkin. Masalan, bir moddaning bug'ini boshqa modda muhitiga yuborish, eritmalarini bug'latib kristallar hosil qilish, erituvchini almashtirish bilan olish mumkin.

Erituvchini almashtirish usulida biror moddaning eritmasiga asta-sekin aralashtirib turgan holatda bu modda erimaydigan suyuqlik qo'shiladi. Bunda molekulalarning kondensatsiyasi sodir bo'ladi va avvalgi holatdagiga nisbatan yirik zarrachali kolloid zarrachalar (mistellalar) hosil bo'ladi.

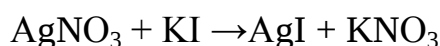
Bunday usul bilan oltingugurt, fosfor, kanifol, va boshka moddalarning spirtli eritmalarini suvga quyib, ularning «gidrozol» ertish olish mumkin. Bunday zollarda dispers fazalarning manfiy zaryadli zarachalari hosil bo'ladi.

Kimyoviy kondensatsiya. Bu usulda turli kimyoviy reaksiyalar yordamida dispers tizimlar olinadi. Buning uchun quyidagi reaksiyalardan foydalaniladi:

1. Ion almashinish reaksiyasi.
2. Oksidlanish – qaytarilish reaksiyasi
3. Hidroliz reaksiyalari.

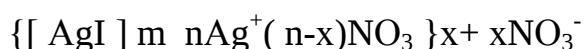
Kolloid eritmalarining zarrachalari o'lchami, tarkibi va xossalari jihatidan chin eritmada molekulalar yoki ionlardan farq qiladi. Uning sababi kolloid eritmalar zarrachalarining mistellyar tuzilishga ega bo'lishidir.

Masalan, kumush yodid hosil bo'lish reaksiyasi quyidagi tenglama bilan ifodalanadi:

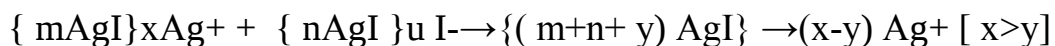
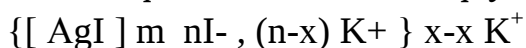


suvda yomon eriydi.

AgI zoli zarrachalarining zaryadi eritmada ortiqcha bo'lgan ion zaryadi bilan belgilanadi. Shuning uchun kumush yodid zolining zarrachalari har xil ishorali zaryad bilan olinishi mumkin. Agar eritmada KI ga nisbatan AgNO₃ ko'p bo'lsa, hosil bo'layotgan zol zarrachalari musbat zaryadli bo'lib qoladi, chunki zarrachalar sirtida, Ag⁺ ionlari adsorblanadi, xuddi shunga o'xshash agar eritmada AgNO₃ ga nisbatan KI ko'p bo'lsa, manfiy zaryadli kolloid zarrachalar olish mumkin. Agar eritmada AgNO₃ ortiqcha bo'lsa, ko'p miqdor kumush yodid molekulalardan tashkil topgan zarracha yadrosi Ag⁺ ionlarini adsorblaydi (Fayans- Panet qoidasi) granula



Eritmada KI ortiqcha bo'lsa, mistella quyidagi ko'rinishda bo'ladi.

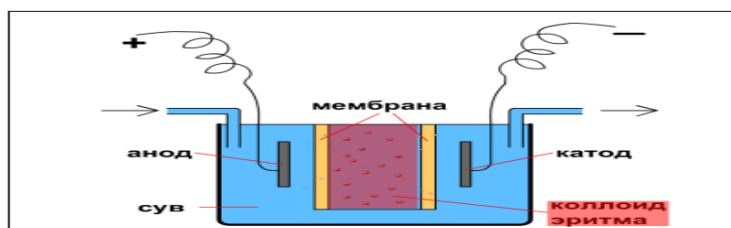


Bunday sharoitda musbat zaryadlangan zarrachalari biror zoli uncha barqaror bo'lmaydi, chunki xAg⁺ zaryadi (x-y) Ag⁺ zaryadidan katta.

(x < y) xolda kolloid zarrachalar manfiy zaryadga ega bo'ladi. Yuqorida qayd etilgan nazariy ma'lumotlarni o'zlashtirish qulayroq bo'lishi uchun quyidagi misollarni keltiramiz.

Dializatorlarning tavsifi

Kolloidlarning tozalash uchun dializatorlar deb ataladigan asboblari ishlatilishi mumkin. Kolloidlarni tozalash uchun oddiy ultra- va elektrodializatorlar ishlatilishi mumkin. Oddiy dializator tag tomondan yarim o'tkazgich parda bilan yaxshi bekitilgan voronkaga kolloid eritmasi quyiladi; voronka distillangan suv quyilgan idish ichiga tushiriladi. Idish ichidagi suv doim oqizib qo'yiladi. (25 – rasm).



25-rasm. Dializator

Idishdagi suvning sathi doimo bir xil turishi uchun unga doimiy ravishda ishlaydigan sifon o'rnatiladi

Tashqi tomondagi eritmada vaqti – vaqti bilan namuna olib zolda bo'lgan va yarim o'tkazgich pardadan o'tayotgan moddalar analitik yo'l bilan tekshirib boriladi; namuna qanday dializ qilinayotganini shunday nazorat qilish mumkin. Masalan, temir(III) xloridni gidroliz qilish yo'li bilan olingan temir(III) gidroksid zolini dializ qilishda zol turli bekorchi qo'shimchalardan qanday tezlikda tozalanayotganini bilish uchun, chiqib ketayotgan eritmada xlor (Cl^-) ioni bor – yo'qligi kumush nitrat eritmasi bilan sifat reaksiyasi yordamida tekshirib turiladi, bunda sifat reaksiyasi xlor ionlari yo'qligini bildirsa, dializ to'liq amalga oshgan hisoblanadi.

Tegishli 112ertical ishlatib, kolloid eritmani elektrolitlardan, shuningdek, bir zolni ikkinchi zoldan ajratish mumkin. Buning uchun 112 ertical teshiklarining 112ertical 112 bir zol zarrachasidan katta, ikkinchi zol zarrachalaridan esa kichik bo'lishi kerak. Bu usul ultrafiltrlash deyiladi.

11.2.Elektrodializ

Kolloid eritmalarini tozalashda eng qulay usul elektrodializ usulidir. Elektrodializda odatdagi dializ doimiy elektr toki yordamida tezlatiladi. Ikki 112ertical oralig'iga elektrolitlardan tozalanishi kerak bo'lgan kolloid eritma solinadi. Membranalar tushirilgan idishning bir chekkasiga anod (+), ikkinchi chekkasiga esa katod(-) elektrodlar o'rnatiladi. Idish orqali elektr toki o'tkazilganda musbat ionlar katodga, manfiy ionlar esa anodga tomon xarakat qiladi. Ular membranadan o'tib, idishning elektrodlar tushirilgan qismlariga yig'ila boshlaydi. Ularni tashqi muhitga chiqishini tezlatish maqsadida suv oqimiga ulanadi. Tozalangan zol esa idishning ikki 112ertical o'rtasidagi qismda qoladi.

1–Tajriba Jelatina zolini dializ qilish.

Kollod yarim o'tkazgich pardasidan tayyorlangan xaltachaga jelatinning 1% li eritmasi quyiladi, unga ozgina natriy xlorid qo'shiladi va distillangan suvga botirib qo'yiladi. Oradan ikki soat o'tgandan keyin xaltacha tashqarisidagi tozalovchi suvdan ozgina olib tekshiriladi, bunda xlor ioni bor – yo'qligi kumush nitrat eritmasi yordamida va jelatina bor – yo'qligi esa tanninning 2% li eritmasi yordamida sinab ko'riladi. Tannin bilan jelatina aralashmasi o'ziga xos rang

beradi. Soʻngra har yarim soatdan keyin namuna olib sinab koʻrilaveradi va tajriba natijalari yozib boriladi.

2 –Tajriba Kraxmal zolini dializ qilish

Texnik tarozida 2g kraxmal tortib olinib chinni kosachaga solinadi, 5-10 ml suv qoʻshib shisha tayoqcha yordamida yaxshilab aralashtiriladi. Suvga kraxmalni aralashtirib turib, qaynab turgan 100 ml distillangan suvga tezlik bilan quyiladi. Hosil qilingan tiniq kraxmal zoliga 1n. li kaliy sulfat eritmasidan 1-2 ml qoʻshiladi va aralashmaning hammasi kollodiy xaltachaga quyiladi va suvli dializatorga botirib qoʻyiladi. Har yarim soatda dializatordagi suyuqlikdan namuna olinib, unda sulfat ioni (BaCl_2 eritmasi) va kraxmal bor yoʻqligi (J_2 eritmasi) yordamida tekshirilib, tajriba natijalari yozib boriladi.

3-Tajriba Temir (III) gidroksid zolini dializ qilish

Temir(III) gidroksidning kolloid eritmasi dializatorga yoki kollodiydan tayyorlangan xaltachaga quyiladi va distillangan suvli idish ichiga botirib qoʻyiladi. Xaltacha botirilgan suyuqlikdan har yarim soatda namuna olib, xlor ioni bor – yoʻqligi sinab koʻriladi. Eritmada xlor ionlari miqdori (sifat jixatidan) kamayib borishi va xaltachadagi kolloid eritma oʻzgarishi kuzatilib, tajriba natijalari yozib boriladi.

11.3. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ zollarining qovushqoqligini oʻlchash

Ishdan maqsad: Dispers tizmlarning qovushqoqligini aniqlash va unga turli omillar taʼsirini oʻrganish

Ish uchun kerak jihozva reaktivlar: Termostat; viskozimetr, sekundometr, jelatinaning 1 va 0,5 % li zollari, temir(III)-gidroksidi zoli, 1n KJ va K_2SO_4 eritmalari.

Viskozimetrning tavsifi

Nisbiy qovushqoqlik kapillyar viskozometr (17-rasm) yordamida oʻlchanadi. Bu asbob ikkita tutash shisha naylar (1) va (2) dan iborat. Nay (1) ning kengaytirilgan qismi (3) boʻlib, uning past tomoniga kapillyar (4) ulangan. Tekshiriladigan suyuqlik oʻz ogʻirligi bilan nay (2) orqali nay (1) ga oqib tushadi. Nay (1) ning keng qismi (3) ning yuqori va past tomonlarida belgilar (5) va (6) lar bor. Nay keng qismining hajmi odatda 3-4ml ga teng boʻlib, unga qovushqoqligi aniqlanadiga anqlik quyiladi.



26-rasm. Vizkozimetr

Ishni boshlashdan oldin vizkozometrni xromli aralashma va distillangan suv bilan yuvish, soʻngra quritish shkaftida quritish zarur. Vizkozometr maʼlum haroratgacha isitilgan suvli termostatga vertical ravishda oʻrnatiladi. Tekshiriluvchi suyuqlikdan pipetka bilan bir necha ml olib 2-nayga quyiladi. Suyuqlik talab qilingan haroratgacha isitilgandan keyin, tor nay orqali yuqoridagi belgi (5)gacha soʻrib chiqariladi.

Suyuqlik sathi (5) belgidan (6) belgiga qadar pasayguncha ketgan vaqt sekundometr yordamida oʻlchanadi. Soʻngra suyuqlik tor nay orqali yana yuqoriga soʻrib chiqariladi va shu ish yana takrorlanadi, bunda bir-biriga yaqin qiymatlar olingunicha tajriba qaytarilaveradi. Suv (malum haroratda) shu kapillyardan qancha vaqtda oqib tushishi ana shu usulda aniqlanadi.

Shundan keyin tekshiriluvchi suyuqlik kapillyardan qancha vaqtda oqib tushishi ham xuddi shu usulda aniqlanadi.

1-tajriba. Temir(III)-gidroksid va jelatina zollarining qovushqoqliklarini oʻlchash
Yuqorida koʻrsatilgan usuldan foydalanib, liofob va liofil zollarning doimiy 18 – 20⁰S dagi nisbiy qovushqoqligi aniqlanadi. Olingan natijalar taqqoslab koʻriladi.

2-tajriba. Eritma konsentratsiyasining qovushqoqlikka tasiri

Qaynoq jelatinaning 1%li zolidan quyidagi eritmaları tayyorlanadi:

21- jadval

Eritma tarkibi, hajmi, ml	Eritma raqami			
	1	2	3	4
Jelatina zoli	20	15	5	2
Suv	0	5	15	18

Tayyorlangan eritmalar tajriba oʻtkaziladigan haroratgacha sovutiladi, eritmalarining qovushqoqligi oʻlchanadi. Konsentratsiya oʻzgarishi bilan qovushqoqlik qanday oʻzgarishini ifodalovchi grafik chiziladi.

2-Tajriba. Haroratning qovushqoqlikka taʼsiri

Jelatina 0,5 % li zolining 20°C dagi qovushqoqligi oʻlchanadi, buning uchun jelatina eritmasi quyilgan viskozometr suvga botirib qoʻyiladi; viskozimetr ichidagi suyuqlik suv haroratiga tenglashganidan (20 minut oʻtgandan) keyin qovushqoqlik oʻlchanadi. Shundan keyin viskozimetрни 20, 40 va 60°C li suvga botirib turib, suyuqlik kapillyardan qancha vaqtda oqib tushishi topiladi. Qovushqoqlik haroratga qarab qanday oʻzgarishini koʻrsatuvchi grafik chiziladi.

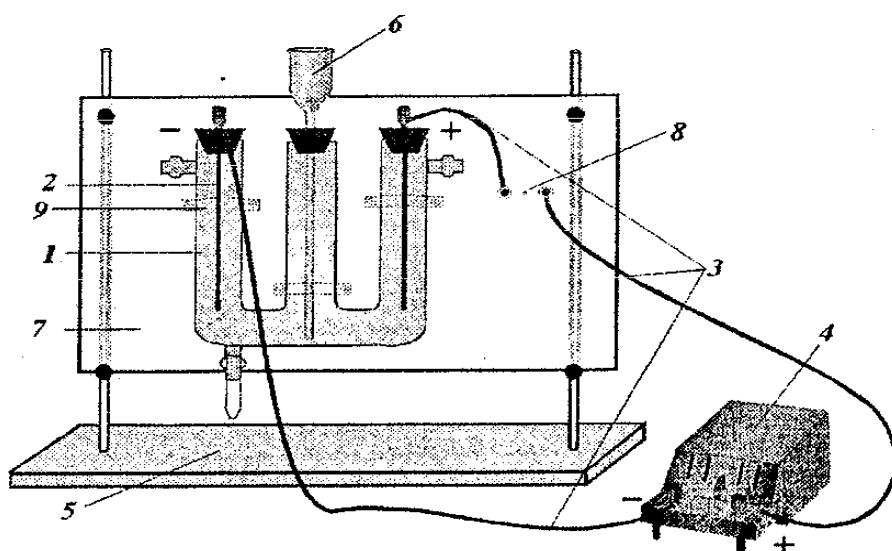
Tajriba. Elektrolit eritmalarining qovushqoqlikka taʼsiri

Jelatinaning 1%li zoli olinib, 3 ta probirkaga 5ml dan quyiladi, soʻngra birinchi probirkaga 5 ml 1n.li KI eritmasi, ikkinchisiga 5 ml 1n. li K_2SO_4 eritmasi va uchinchisiga esa 5ml distillangan suv qoʻshiladi. Har uchchala probirkalardagi eritmalarни chayqatib, yaxshilab aralashtiriladi va taxminan bir soat tinch qoʻyiladi. Shundan keyin ularning qovushqoqliklari aniqlanadi. Olingan natijalar jadvalga yoziladi va anionlarning zol qovushqoqligiga qanday taʼsir etishi haqida tegishli xulosalar chiqariladi. Kuzatish natijalari quyidagi jadvalga yoziladi.

22 jadval

Eritma	Qovushqoqlik
Jelatinaning 1% li eritmasi	
Jelatinaning 1% li eritmasi +KI	
Jelatinaning 1% li eritmasi + K_2SO_4	

Ish boʻyicha hisobotda har bir tajriba boʻyicha xulosalar yoziladi.



27-rasm. Izoelektrik asbobi

Tajriba: Tayyorlangan temir(III)- gidroksidi zoli beshta probirkaning har qaysisiga 10- 15 ml dan quyiladi. Birinchi probirka nazorat uchun qoldiriladi, qolgan toʻrttasiga 0,001n natriy gidroksid eritmasidan qoʻshiladi. Bunda har bir keyingi probirkaga oldindagisidan koʻra koʻproq eritma quyiladi. Izoelektrik

holat va qayta zaryadlanish hodisasi kuzatiladi. Buni kuzatish uchun eritmalarni elektrokinetik zondda tekshirib zarrachalar zaryadi, tarkibi va harakat tezligi to'g'risida xulosa qilinadi.

11.4. Kolloid zarrachalar zaryadining ishorasini kapillyar tahlil usularida aniqlash

Ba'zi modallar(sellyuloza ipak shisha qum va boshqalar)suvga solinganda manfiy zaryadlanib qoladi. Kapillyar tahlil usuli shu hodisasiga asoslangan. Suvda manfiy zaryadlangan kolloid zarrachalar bo'lsa bunday zarrachalar qog'oz sirti kapillyarlariga tortilmaydi va yuqoriga qarab harakat qiladi. Agar zarrachalar musbat zaryadga ega bo'lsa ular yuqoriga ko'tarilmaydida qog'oz sirtiga yopishib qoladi. Shunday qilib zoll zarrachasi zaryadning ishorasini topish mumkin. Buyoqlar zollarida shu buyoq zarrachallari zaryadlari ishorasini shu usul yordamida topish juda qulay. Kapillyar ko'tarilishning tezligi va balandligi fil'tr qog'ozning sifatiga bog'liq. Tajriba uchun qalin yumshoq(g'ovak)filtr qog'ozidan foydalanish tavsiya etiladi, bunda qog'ozdan eni 1,5 – 2 sm uzunligi 8-10 sm keladigan qilib qirqib olinadi.

1-Tajriba. Kolloid zarrachalar zaryadlarining ishorasini aniqlash

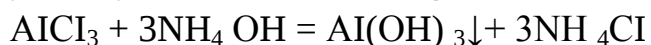
Avvalgi tajribalarda tayyorlangan zollar alohida stakanlarga 5-10 ml hajmda quyib olinadi, stakanlarga fil'tr qog'ozining bir uchi tushiriladi. Bir soatdan keyin zarrachalar qog'ozda qancha ko'tarilgani va tekshirilayotgan zollar zarrachalarining zaryadi aniqlanadi.

2-Tajriba. Buyoq moddalar zarrachalari zaryadining ishorasini aniqlash

Buyoqlar - fuksin, safranin, metilen kuki, eozin, pikrin kislota, flyuoressin va qizil kongoning 1%li yoki 2%li eritmaları stakanlarga qo'yib chiqiladi. Stakandagi eritmaların har qaysisiga bir xil o'lchamdagi fil'tr qog'ozning uchi botiriladi, qog'ozlarning yuqori uchlari esa yog'ochga yopishtirilib qo'yiladi. Tajriba boshlangandan bir soat o'tgandan keyin har qaysi buyoq eritmasi qancha ko'tarilgani o'lchandi va zarrachalar zaryadi qanday ishorali ekanligi to'g'risida tegishli xulosa chiqariladi.

3-Tajriba. Musbat zaryadlangan qog'oz yordamida kapillyar tahlil qilish

Musbat zaryadlangan qog'oz tayorlash uchun, fil'tr qog'oziga alyuminiy gidroksidi zoli shimdiriladi. Alyuminiy gidroksid zolini tayorlash uchun 1%li alyuminiy(III)-xlorid eritmasiga ammiak eritmasi qo'shiladi:



Cho'kma iliq suv bilan bir necha marta yuviladi, bunda u oldin dekanatsiyalanadi, so'ngra filtr qog'oz ustida yuviladi. Cho'kma toza bo'lay deb qolganda juda qovushqoq bo'ladi. Shundan keyin cho'kma 500ml hajmli katta toza stakanga

solinadi, stakanga $\frac{3}{4}$ qismi balandligigacha distillangan suv quyiladi va qaynatiladi, bunda 0,1 n.li NSI eritmasidan tomchilab qo'shib turiladi. Cho'kma sekin – asta zolga o'tadi (peptizastiya). Hosil qilingan zol bilan filtr qog'ozi ishlanadi. Buning uchun filtr qog'oz shu zolga 1-2 soat botirib qo'yiladi. So'ngra qog'oz havoda quritiladi va uzun qilib qirqiladi. Shunday usulda tayyorlangan qog'oz lentalar bilan tajriba o'tkaziladi, buning uchun yuqoridagi ishda ko'rsatilgan bo'yoqlardan foydalaniladi. Har uchchala tajribadan olingan natijalar jadvalga yozib boriladi va tegishli xulosalar qilinadi. Bu tajribada alminiy oksidining alyuminiy folga sirtiga qotirilgan yup qa qavat adsorbentidan ham foydalanish mumkin.

23 jadval

Zolning yoki bo'yoqning nomi	Ko'tarilish balandligi,mm	Kolloid zarrachalarning zaryadi
		Musbat / Manfiy

Mavzu yuzasidan savol va topshiriqlar

1. Dispers tizimlar qovushqoqligi dispers faza konsentratsiyasiga qanday bog'liq?
2. Qovushqoqlik deb nimaga aytiladi? Uning o'lchov birligi va uni aniqlashning usullari qanday?
3. Suyuqlikoquvchanliginingreologikxossalari nio'rganishnimadaniborat?
4. Normal va strukturalangansistemalarningqovushqoqligiqanday?
5. Suyuqlikning qovushqoqligi qanday omillarga bog'liq?
6. Kapillyar viskozimetrdan foydalanib, qovushqoqlikning mutloq qiymatini o'lchab bo'ladimi?
7. Nima uchun ba'zi anionlar qovushqoqlikka ta'sir qiladi?
8. Elektroforez hodisasi elektrolizdan nima bilan farq qiladi?
9. Musbat zaryadlangan zarrachalar nima uchun filtr qog'ozi bo'ylab yuqoriga ko'tarilmaydi?
10. Manfiy zaryadlangan zarrachalar kapillyar bo'ylab erituvchi orqasidan hamma vaqt ham ko'tarilaveradimi?

XII BOB Yuqori molekulyar birikmalarning bo'kish kinetikasini hajmini o'lchash orqali o'rganish

Reja:

- 12.1. Yuqori molekulyar birikmalarning molekulyar massasini viskozimetrik usulda aniqlash.
- 12.2. Jelatinaning suvli eritmada bo'kishi.

12.3. Rezina iplar organik suyuqliklarda bo'ktirilganda vaqt o'tishi bilan ular uzayishini o'lchash.

12.4. Makromolekulaning bo'kish koeffitsientini aniqlash

Tayanch iboralar: Qovushqoqlik, Jelatina, bo'kish darajasi, pH, bog'lanish, Rezina, iplar, natriy butadiene, kauchigi rezina, toluol, etilastetat, bo'kish tezligi, bo'kish koeffitsienti

12.1. Yuqori molekulyar birikmalarning molekulyar massasini viskozimetrik usulda aniqlash

Nazariy qism

Molekulyar-kinetik nazariya dispers tizimlardagi zarrachalarning Brown harakati, diffuziyasi, osmotik bosimi, sedimentatiya, qovushqoqlik, zichlik kabi reologik xususiyatlarini o'rganadi.

Kolloid zarracha bir sekunda yo'nalishini ko'p marta o'zgarishi mumkinligini ko'rsatdi. Agar zarrachaning haqiqiy yo'lini topish mumkin bo'lsa, unda zarrachalarning turgan joyi vaqt birligiichida qancha o'zgarishini oson aniqlash mumkin. Zarrachaning siljishi deyiladi. Bunda harakat belgilangan bir holatidan ikkinchi holatigacha faqat shartli chiziq bilan ifodalanadi. Haqiqatdan esa, bu harakat fazoda murakkab zigzagsimon traektoriya bilan tasavvur etilishi zarur. Sistemalarni strukturalash yangi reologik xossalari (reologiya – oquvchanlik haqidagifan) majmuasini o'z ichiga oladi.

Masalan, ular normal yoki chin suyuqliklarning oqimi uchun o'rinli bo'lgan Nyuton qonuniga bo'ysunmaydi. $R = \eta \varepsilon$ bunda: R - oquvchanlik tezligini (v) ta'minlab turuvchi siljish kuchlanishi yoki Reynolds doimiysi; $\varepsilon = dv/dx$ oquvchanlik tezligi gradienti, η - qovushqoqlik. Bular Puazeyl qonuniga:

$$\frac{V}{\tau} = KP/r$$

ga ham bo'ysunadi, bunda

V/τ - suyuqlikning hajmi oquvchanlik tezligi, K - viskozometr konstantasi.

Qovushqoqlik faqat suyuqlikning siljish kuchlanishiga bog'liq bo'lmay uning haroratiga va tabiatiga bog'liqdir. Bunday suyuqliklar normal yoki Nyuton suyuqliklari deb ataladi. Zarrachalari sferik shaklga ega bo'lgan ko'pgina suyultirilgan dispers sistemalar (AgJ , $AgCl$ zollarning suspenziyalari) oqqanda Nyutonva Puazeyl qonunlariga bo'ysunadi.

Plastik qovushqoqlik (yopishqoq) sistemalar uchun tipi(oquvchanlik chegarasi bo'lgan) shunday sistemalarni xarakterlovchi Bingam tenglamasi o'rinli:

$$\frac{dv}{dx} = \frac{1(R - R_0)}{\eta}$$

Siljish kuchlanishi bo'lganda suyuqlik R_0 nuqtagacha oqmaydi ($dv/dx = 0$), chunki sistemada hosil bo'lgan struktura oquvchanlikka to'sqinlik qiladi. Siljish kuchlanishi R_0 bo'lganda sistemadagi struktura butunlay buziladi va keyin Nyuton suyuqligi kabi oqadi. R_0 kattalik sistemada hosil bo'lgan struktura barqarorligining o'lchovchi bo'lib xizmat qilishi mumkin. Biroq Bingam qonuniga bo'ysunuvchi sistemalar kamdan-kam uchraydi. Zol, suspenziya va polimerlar eritmalari qovushqoqligining ularning konsentratsiyasiga bog'liqligi Enshteyn tenglamasi orqali ifodalanadi:

$$\eta = \eta_0(1 + a\varphi)$$

bunda: η - eritmaning qovushqoqligi η_0 - erituvchining qovushqoqligi

A – shakl koeffisienti φ - moddaning hajmiy konsentratsiyasi

Sferik shakldagi zarrachalar uchun $a = 2,5$. Bu tenglama bir qator shartlar bajarilganda qo'llash mumkin. Eritilgan modda molekulalari va zarrachalari orasida o'zaro ta'sir bo'lmasligi, oqayotganda molekulyar va zarrachalar deformastiyalanmagan bo'lishi, oquvchanlik tezligi kichik bo'lishi kerak.

Liofob kolloid zollari kichik bosimlarda Puazeyl qonuniga bo'ysunadi. U quyidagi munosabatda o'z ifodasini topgan:

$$\eta = \frac{\pi Pr^4 \tau}{8V_1}$$

1-kapillyar uzunligi; τ -vaqt; V - kapillyardan τ vaqt ichida oqib chiqqan suyuqlik hajmi; R - bosim; r – zarrachaning radiusi.

Moddaning absolyut qovushqoqligini suvning 0° dagi qovushqoqligiga nisbati nisbiy qovushqoqlik deb ataladi. Har xil suyuqliklarning ichki ishqalanish qiymati turlicha bo'ladi: masalan spirt va efirning ichki ishqalanishi kichik; glestirin, kastor moyi kabi boshqa suyuqliklarniki ancha katta va hokazo. Kolloid eritmalarning qovushqoqligi ham har xil: liofob kolloidlarniki kichik, liofillarniki esa ancha katta bo'ladi. Kolloid eritmalarning qovushqoqligi ham ularga elektrolitlar qo'shilgan qo'shimchalarga bog'liq.

Polimerlarning molekulyar massasini viskozometrik usul bilan aniqlash

Ishning maqsadi: Turli xil kons polimer eritmalari qovushqoqligini aniqlab, molekulyar massani hioblash

Ish uchun kerak jihoz va reaktivlar: pliakrilamid, polivinilpirrolidon, polistirol, polimetilmetakrilat, thermostat, viskozometri, pipetka, rezina, naycha, rezina nok
Ishning bajarilishi; ishning bajarilishi uchun polimer, erituvchi va harorat kitobdan olinadi. Avvalo toza quritilgan viskozimetr (1) berituvchi quyiladi va 4 sharchaning yuqori qismigacha, 2 naycha berkitilib turgan holda, rezina nok bilan ko'tariladi. 2-naychaning o'zi ochilganda erituvchi oqib tusha boshlaydi. Sharchaning tepasiga qo'yilgan belgidan to kapillyarning yuqori qismidan oqib

o'tish vaqti 3-4 marta sekundomer yordamida o'lchanadi. Shundan so'ng toza, quritilgan viskozometrda birinchi eritma quyiladi. Eritmaning hajmi viskozometrning kapilyar, yuqori va pastki sharchaning to'lishiga etarli bo'lishi kerak. Polimer eritmasi pipetka orqali aniq o'lchanishi lozim.

Birinchi uyilgan eritmani ham xuddi erituvchi bilan ishlangan tartibda viskozometr sharchasidan o'tish davri o'lchanadi. Polimer eritmalarini suyiltirish shu viskozometrning o'zida bajariladi. Buning uchun dastlab olingan eritmaning ustiga teng hajmda pipetka orqali erituvchi quyiladi, 15-20 daqiqa eritmani muvozanatga kelguncha va uning harorati thermostat haroratiga tenglashguncha kutib turiladi. Eritmani suyiltirish kamida 3 marta amalga oshiriladi. Eritmaning har bir kons bajariladigan ishlar xuddi yuqorida bayon etilgandek bajariladi. Olingan natijalar quyidagi jadvalga yoziladi.

24 jadval

	Erit kons	Toza eri oqish vaqti sek	Eri oqish vaqti sek	$\eta_{\text{nis}}=t_1/t_2$	$\eta_{\text{sol}}=t_1/t_0$	$\eta_{\text{kel}}=\eta_{\text{sol}}/C$

Olingan qiymatlari natijalardan η_{kel} qovushqoqlikning kons bog'liqlik grafigi chiziladi. Grafikdan xarakteristik qovushqoqlik topiladi va mark-Kun-Xauvink tenglamasi $[\eta]=KM^\alpha$ dan foydalanib polimerning molekulyar massasi hisoblanadi. Kva α arning ilovada keltirilgan jadvaldan olinadi.

12.2. Jelatinaning suvli eritmada bo'kishi.

A. Jelatinaning bo'kish darajasi bilan eritma pH orasidagi bog'lanish

B. Rezina iplar organik suyuqliklarda bo'ktirilganda vaqt o'tishi bilan ular qancha o'zgarishini o'lchash.

Dispers fazadagi zarrachalar zollardagi kabi erkin harakatlanmay, balki o'zaro bog'langan kolloid iviqlar boshqacha aytganda, gellar deb ataladi. Dispersion muhit bog'langan zarrachalar o'rtasidagi bo'shliqni to'ldiradi. Zarrachalar qanday tuzilgani, bunda bog'larning xarakteri va mustahkamligiga qarab iviqlar elastik va noelastik bo'ladi. Noelastik iviqlar shu iviqlarni qo'llaydigan har qanday suyuqlikni shimib oladi, bunda iviqlarning hajmi deyarli o'zgarmaydi. Elastik iviqlar shimadigan suyuqliklarda iviq modda ko'pincha zol holatda yoki kimyoviy tarkibi jihatdan ularga o'xshab ketadigan suyuqlik holatida bo'lishi mumkin.

Bunday iviqlar suyuqlikni tanlab shimadi. Elastik iviqlar suyuqlikni tanlab shimib olganda iviq hajmi g'oyat kattalashadi. Bu hodisa bo'kish deb ataladi. Bo'kish

qobiliyati - yuqori molekulyar moddalarning eng xarakterli xossasidir. Jelatina va agar-agar (arab elimi) faqat suvda yoki suvli eritmalarda bo‘kadi, suyuq organik moddalarda esa bo‘kmaydi. Kauchuk uglerod sulfidida, benzolda va uning hosilalarida bo‘kadi, lekin suvda bo‘kmaydi.

Birinchi jins iviqlar-cheksiz bo‘kuvchi iviqlar deb, ikkinchi jins iviqlar esa ma'lum chegaragacha bo‘kuvchi iviqlar deb ataladi. Jelatina va agar-agar sovuq suvda ma'lum chegaragacha bo‘kuvchi iviqlar hisoblanadi, agar harorat oshirilsa u cheksiz bo‘kuvchi iviqqa aylanadi.

Iviqqa yutilagn suyuqlik miqdori, ko‘pincha iviqning quruq holdagi og‘irligidan ancha oshib ketadi, natijada iviqning og‘irligi ham, hajmi ham ko‘payadi. Iviq hajmining kengayishi bo‘kish bosimi kelib chiqishiga sabab bo‘ladi. Bo‘kuvchi modda hajmi kengayotganda unga ta'sir etadigan to‘siqliklarga qarshi ko‘rsatgan bosimi bo‘kish bosimi deyiladi. Shuningdek, modda bo‘kayotganda issiqlik ham ajralib chiqadi, bu issiqlik bo‘kish issiqlik effekti deyiladi.

Bo‘kish haroratga, bosimga va eritilgan moddalarning tabiatiga bog‘liq Jelatina, agar-agar va boshqa gidrofil gellar bo‘kayotgan paytda suvda elektrolitlarning bo‘lishi katta ahamiyatga ega.

Bo‘kish hajmiy usuli (moddaning bo‘kishdan avvalgi va keyingi hajmini o‘lchab) yoki tortish usuli yordamida (bo‘kish natijasida og‘irlik ortishiga qarab) o‘lchanishi mumkin.

Qaysi modda qanday bo‘kkanini taqqoslab kurish qulay bo‘lishi uchun bo‘kish darajasi deb ataladigan tushuncha qabul qilingan. Iviqning bo‘kishi natijasida kengaygan hajmini uning bo‘kishdan avvalgi hajmiga nisbati bo‘kish darajasi deyiladi. Bo‘kish darajasi odatda % bilan ifoda etiladi.

$K = [(V - V_0) \cdot 100] / V_0$, bunda V_0 - iviqning bo‘kishdan avvalgi hajmi, sm^3 hisobida.

1-tajriba. Jelatinaning bo‘kish darajasi bilan eritma pH orasidagi bog‘lanish

Ish uchun kerak bo‘ladigan asbob va reaktivlar

Og‘zini zich berkitish uchun silliqlangan shisha probirka o‘rnatilgan, shkalaga bo‘lingan 15 ml li oltita probirka; oltita oddiy probirka; o‘n ikkita probirka terib qo‘yish uchun yog‘och yoki metal shtativ; uchta byuretk; shishaga yozish uchun mum qalam.

25-jadval

Eritmalar tartibi	Probirkalar raqami					
	1	2	3	4	5	6
0,1 n CH_3COOH , ml hisobida...	9	7	5	3	1	-
0,1 n CH_3COONa ml hisobida...	1	3	5	7	9	-

Distillangan suv, ml hisobida...	-	-	-	-	-	10
----------------------------------	---	---	---	---	---	----

Maydalangan quruq jelatina; 0.1 n. sirka kislota; 0.1 n. natriy atsetat eritmalari Oddiy probirkalarda tubandagicha eritmalar tayyorlanadi. Bu eritmalarining har qaysisi uchun pH qiymatlari hisoblab chiqariladi.

Shkalalarga bo'lingan, probirkalarning har qaysiga 1 ml dan quruq jelatina poroshogi solinadi, probirkalar raqamlanadi, ulardagi jelatina hajmi aniq yozib olinadi. Probirkalarga tayyorlangan bufer eritmalar qo'yib chiqiladi, bunda jelatina solingan birinchi probirkaga birinchi probirkadagi eritmadan, jelatina solingan ikkinchi probirkaga ikkinchi probirkadagi eritmadan qo'shiladi va xokozo. Probirkalarni silkitib, uning ichidagi moddalar aralashtiriladi. Bir soatdan keyin probirkalarni olib, bo'kish natijasida jelatina hajmi qancha kengaygani o'lchanadi. Bo'kish darajasi hisoblab chiqariladi va jelatinaning bo'kish darajasi eritma pH ga qanday bog'liq ekanini ko'rsatadigan grafik chiziladi.

Ish natijalari jadvalga yozib boriladi:

Eslatma. Jelatina quruqmi, bo'kkanda bundan qat'iy nazar uning hajmini o'lchash uchun avval probirkalarni bir-ikki chertib, sathi tekislanishi kerak.

26 - jadval

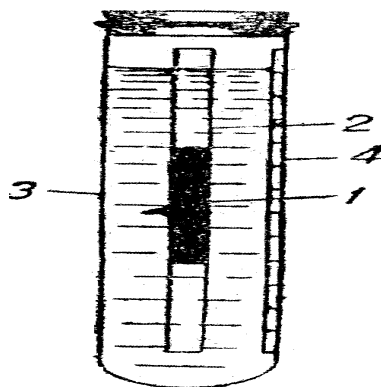
Eritmalar tartibi	Probirkalar raqami					
	1	2	3	4	5	6
0,1 n CH ₃ COOH, ml hisobida...	9	7	5	3	1	-
0,1 n CH ₃ COONa ml hisobida...	1	3	5	7	9	-
Distillangan suv, ml hisobida...	-	-	-	-	-	10
Eritmalar pH hisobida.....						
Jelatinaning bo'kishdan avvalgi hajmi, V ₀ ml hisobida.....						
Jelatinaning bo'kishdan keyingi hajmi, V ml hisobida.....						
Bo'kish darajasi, % hisobida $K_v = [(V - V_0) * 100] / V_0$						

2-tajriba. Rezina iplar organik suyuqliklarda bo'ktirilganda vaqt o'tishi bilan ular qancha o'zgarishini o'lchash

Bo'yi 4-5 sm keladigan rezina lenta qirqib olinadi rezinadan ingichka lenta qirqib olinsa ham bo'ladi va bo'yi 12-15 sm, ichki diametri rezina enidan sal kattaroq bo'lgan ingichka shisha nay ichiga joylanadi. Rezina lenta shisha nayning o'rtasida turishi kerak, chunki shunday qilinganda lenta har ikki tomonga uzayishi mumkin. Ichiga rezina lenta solinga nay esa bo'yi uzun tor probirka ichiga

qo'yiladi. Kauchuk lentaning bo'yini o'lchash uchun probirka millimetrlarga bo'lingan qog'oz lenta yopishtirib qo'yiladi.

Ichiga rezina lenta solingan nay probirka ichiga joylashtirilgandan keyin, rezina lentaning uzunligi millimetrlarga bo'lingan qog'oz yordamida o'lchanib, yozib olinadi, probirkaga benzol yoki benzin qo'yiladi va probirka bilan bekitiladi. Rezina lenta bo'kishi to'xtaguncha, har 5 minut ichida lentaning bo'yi qancha uzaygani yozib boriladi. Olingan natijalar grafikka qo'yiladi, bunda bo'kayotgan lenta uzunligi ordinata o'qiga, vaqt esa abstsissa o'qiga qo'yib chiqiladi.



28- rasm. Rezina bo'kkanda qancha o'zgarishidan foydalanib bo'kish darajasini o'lchash.

Qilingan ish haqida hisobot

1. a) bo'kish darajasi muhit pH ga qanday bog'liq ekanini:
b) rezina lenta organik suyuqliklarda bo'ktirilganda lentaning uzayishi vaqtga qanday bog'liq ekanini ko'rsatadigan grafiklar tuzish.
2. Anionlarning bo'kish darajasiga tasiri kamayib borishiga qarab, ularning bir qatorga terish va bu bog'lanishga izohlab berish.

Nazorat savollar.

1. Iviqlar bo'kish qobiliyatiga qarab qanday klassifikatsiyalanadi?
2. Bo'kish jarayonida yana qanday hodisalar yuz beradi?
3. Muhitning pH qiymati bo'kishga ta'sir qiladimi?
4. Bo'kish darajasi deb nimaga aytiladi?
5. Anionlar bo'kish darajasiga qanday ta'sir qiladi?

12.3. Rezina iplar organik suyuqliklarda bo'ktirilganda vaqt o'tishi bilan ular uzayishini o'lchash.

Tajriba 1. To'rsimon polimerning bo'kish tezligiga erituvchi tabiatining ta'siri

Ishning maqsadi: vulqonlangan natriy butadien kauchigi rezinaning toluol va etilastetatda bo'kish tezligi va bo'kish koeffitsientini o'lchash

Ish uchun kerak jihozlar: toluol, etilastetat, nabuxometr, sekundomer, rezina nok, analitik tarozi

Ishning bajarilishi: Bo‘kish tezligi nabuxometrda hajmiy usul bilan o‘lchanadi. 0,1-0,2 g atrofida 2ta rezina bo‘laklarini analitik tarozida tortib biriga toluol, ikkinchisiga etilastetat solingan, avvaldan darajalangan, nabuxametrarga tushiriladi. Rezinaning bo‘kishini har ikki erituvchida parallel holda har 10 daqiqada 3 soat davomida yutilgan suyuqlik miqdorini o‘lchash orqali kuzatiladi.

Natijalarni yozish shakli:

Shartli belgilar t-tajriba boshlanishidan o‘lchanayotgan vaqt, daqiqa; h-nabuxametr naychasidagi suyuqlik balandligi V_1 -yutilgan suyuqlik hajmi, ml; m_0 -rezinaning dastlabki og‘irligi g; q-maksimal bo‘kish darajasi, ρ -suyuqlikning zichligi

27-jadval

t	H	V_1	$Q=V_1\rho/ m_0$	$\lg(q-q)$

Olingan natijalar asosida bo‘kish darajasi q va $\lg(q-q)$ larning vaqtga bog‘liqlik grafiklarini ikkala erituvchi uchun ham chiziladi. Rezinaning toluol va etilastetatdagi bo‘kish doimiylarini $\lg(q-q) = \lg q - k \cdot t$

Tenglama asosida topiladi. $\lg(q-q)$ ning va to‘g‘ri chiziq og‘ishning tangens burchagi kqtga bog‘liqlik grafigidagi qiymatini beradi.

2-tajriba

Ish uchun kerak jihozlar. Rezina iplar yoki rezina lentalar , millimetrli qog‘oz. Benzol yoki benzin.

Tajriba. Bo‘yi 4-5sm keladigan rezina lenta qirqib olinadi(8-rasm)(rezinadan ingichka lenta qirqib olinsa ham bo‘ladi)va bo‘yi 12-15sm,ichki diametri rezina enidan sal kattaroq bo‘lgan ingichka shisha nay (2)ichiga joylanadi.Rezina lenta shisha nayning o‘rtasida turishi kerak,chunki shunday qilinganida lenta har ikki tomonga uzayishi mumkin.Ichiga rezina lenta solingan nay esa bo‘yi uzun tor probirka(3)ichiga quyiladi.Kauchuk lentaning yo‘yini o‘lchash uchun probirka millimetrga bo‘lingan qog‘oz lenta(4)yopishtirib qo‘yiladi.

Ichiga rezina lenta solingan nay probirka ichiga joylashtirilgandan keyin,rezina lentaning uzunligi millimetrlarga bo‘lingan qog‘oz yordamida o‘lchanib, yozib olinadi, probirkaga benzol yoki benzin qo‘yiladi va probka bilan berkitiladi. Rezina lenta bo‘kishi to‘xtaguncha,har 5minut ichida lentaning bo‘yi qancha uzaygani yozib boriladi.Olingan natijalar grafikka qo‘yiladi,bunda bo‘kayotganda lenta uzunligi ordinata o‘qiga, vaqt esa absstissa o‘qiga quyib chiqiladi.

Bajarilgan ish haqida hisobotda

Bo'kish darajasining muhit - pH ga qanday bog'liq ekanini, rezina lenta organik suyuqliklarda buktirilganda lentaning uzayishi vaqtga qanday bog'liq ekanini ko'rsatadigan grafiklar tuzish, anionlarning bo'kish darajasiga ta'siri kamayib borishini izohlab hisobot xulosalar yozish.

12.4. Makromolekulaning bo'kish koefitsientini aniqlash

1-tajriba. Ishning maqsadi; Polimer zanjirining qo'zg'algan o'lchamlarini, polistirol makromolekulalarining yaxshi erituvchida bo'kish koefitsientini va makromolekulaning statistik segmenti o'lchamini aniqlash.

Ish uchun kerak jihozlar: kons polistirol fraksiyalarining siklogeksanli eritmalari, T-16 xildagi thermostat, ubbelode viskozometriya, sekundometr, rezina nok, 10mlli pipetka, magnitli aralashtirgich

Ishning bajarilishi: ushbu ishda siklogeksandagi polistirol eritmasining xarakteristik qovushqoqligini 0-haroratda polistirol-siklogeksan sistemasi uchun 34-44°C da aniqlash. Har ikkala haroratda toza erituvchi va undan keyin polimer eritmasining oqish vaqtini o'lchanadi. Buning uchun xona haroratida bir-biridan ajtalib qavatlanib qoladigan polistirol va siklogeksan aralshmasini magnitli aralashtirgichda qizdirib turib eritma holiga keltiriladi.

Ishni Ubelode viskoimetrida amalga oshiriladi. Viskozometrni thermostatga (34°C) o'rnatib undagi toza erituvchining oqish vaqtini kamida 3 marta o'lchanadi. Bunda sekundomerda o'lchangan vaqt 0,4 sekunddan ko'pga farq qilmaslig kerak. Viskozometrdagi erituvchini to'kib tashlab uni quritib polimer eritmasidan 7 ml quyiladi va uning ham kapillyardan oqib o'tish vaqtini o'lchanadi. Eritmani suyiltirishni bevosita viskozometrning o'zida avval 7 keyin 14 va oxirgi suyiltirishda 28 ml toza erituvchi qo'shib amalga oshiramiz va har suyiltirishdan so'ng eritmaning oqish vaqti aniqlanadi.

Olingan natijalarni natijalarni jadvalga yoziladi. Har bir harorat uchun aloxida jadval tuziladi.

28-jadval

Eritma hajmi, ml	Eritma kons	Erit oqish vaqti sek	$\eta_{\text{nis}} = t / t_0$	$\eta_{\text{sol}} = t - t_0 / t_0$	$\eta_{\text{kel}} = \eta_{\text{sol}} / c$

Natijalarni hisoblash. Olingan natijalar asosida keltirilgan qovushqoqlikning eritma konsentrasiyasiga bog'liqlik grafigini ikkala harorat (34 va 44°C) uchun chiziladi va hosil bo'lgan to'g'ri chiziqlarni ordinata o'qiga davom ettirib xarakteristik qovushqoqlikni har bir harorat uchun topiladi. Polistirol qo'zg'almagan makromolekulasining o'lchamini quyidagi formula orqali hisoblaymiz:

$$[\eta] = f(h^2)^{3/2} / M$$

h = zanjir uchlari orasidagi o'rtacha kv masofa $f = 2,84$ M-monometr zvenoining molekulyar massasi.

Polistirol makromolekulalari o'ramasining yaxshi erituvchidagi 44°C da siklogeksanda bo'kish koef

$$\alpha = ([\eta] / [\eta]_0)^{1/3}$$

Mavzu yuzasidan savol va topshiriqlar

1. Iviqlar bo'kish qobiliyatiga qarab qanday klassifikatsiyalanadi?
2. Bo'kish jarayonida yana qanday hodisalar yuz beradi?
3. Muhitning pH qiymati bo'kishga ta'sir qiladimi?
4. Bo'kish darajasi deb nimaga aytiladi?
5. Anionlar bo'kish darajasiga qanday ta'sir qiladi?

XIII BOB Emulsiyalar tayyorlash. Emulsiyalarning xossalarini aniqlash

Reja:

- 13.1. Emulsiya tayyorlash
- 13.2. Suyultirilgan emulsiyalar olish va xossalarini o'rganish
- 13.3. Ko'piklar hosil qilish va ularning asosiy xususiyatlarini o'rganish
- 13.4. Suvni tozalash usullari
- 13.5. Naftalin-fenol eritmalarini qotish temperaturasini aniqlash

Tayanch iboralar: Emulsiya, Natriy oleati, sovun, kalstiy xlorid, mashina moyi, o'simlik moyi, aseton.

Nazariy qism

Emulsiyada tomchilarning o'lchami 100 nm dan kattaroq bo'ladi, shuning uchun ularni oddiy mikroskop yordamida ko'rish mumkin.

Emulsiyalarning nomi quydagicha tuziladi: avval dispers faza, keyin dispersion muhit ko'rsatiladi. Masalan agar benzolning suvdagi emulsiyasi deyilsa, bu benzol tomchilari suv ichiga tarqalganligidan hosil bo'lgan dispers tizimligini ifodalaydi. Emulsiya tarkibidagi kam qutblangan fazani "moy" deb atash qabul qilingan. Masalan, kerosin, benzol va uglerod (IV) xloridning suvdagi emulsiyalari "moyning suvdagi emulsiyasi" (M/C) tipidagi emulsiyalar deyiladi. Suvning benzoldagi emulsiyasi esa "suvning moydagi emulsiyasi" (S/M) turiga kiradi. Emulsiyalarni barqaror qiluvchi moddalar emulgatorlar deyiladi. Kolloid sistemalardagi kabi bu erda ham barqaror emulsiyalar hosil qilish uchun boshqa moddalar (stabilizatorlar) ishtirok etishi zarur, bunday moddalar mayda tomchilar sirtiga adsorblanib, ularni o'zaro qo'shib ketishiga yo'l qo'ymaydi.

Emulgator xususiyatini belgilashda uning emulsiya hosil qiluvchi har ikkala suyuqlikka munosabati, ular molekulalari bilan ta'sirlashuv tabiati katta

ahamiyatga ega. Suvda eruvchan va qutbsiz fazada erimaydigan modda “moyning suvdagi” tipidagi emulsiyalarda yaxshi emulgator hisoblanadi.

Natriy oleat yoki boshqa ishqoriy metall sovunlari bunday emulgatorga misol bo‘lishi mumkin. Natriy oleati suvda yaxshi eriydi, ammo qutblanmagan suyuqliklarda esa yomon eriydi. Qutblanmagan fazada yaxshi eriydigan va suvda yomon eriydigan emulgatorlar suvning moydagi emulsiyasini hosil qiladi. ”Suvning moydagi” tipidagi emulsiyalar olish uchun emulgator tariqasida ba’zi metallar, kalsiy rux, alyuminiy va boshqalar sovunlari ishlatiladi. Bu sovunlar suvda yomon eriydi va uglevodorodlarda hamda moylarda yaxshi eriydi. ”Moyning suvdagi” turidagi emulsiyalarda uchetanolamin oleati yaxshi emulgirlash xossasiga ega.

Emulsiyadagi emulgatorni o‘zgartirish bilan emulsiya turini o‘zgartirish mumkin. Bu hodisaga “emulsida fazalar almashinuvi” deyiladi. Masalan, “moy-suv” turidagi emulsiyaga kalsiy oleati emulgatoridan qo‘shsa, “suv – moy” turidagi emulsiyaga aylanadi. Bu o‘zgarishni kuzatish uchun turli rang beruvchi moddalar va skanirlovchi mikroskop, kompyuterlardan foydalaniladi. Buning uchun o‘rganiladigan emulsiya shisha plastinkalari orasiga joylashtirilib, vaqt o‘tishi bilan sodir bo‘ladigan o‘zgarishlar kompyuter xotirasiga video yozuv holida yozib boriladi.

Emulsiyalar agregativ beqaror dispers tizimlarga kiradi. Emulsiyalarda dispers faza zarrachalarining o‘zaro birikib, suyuqlik qatlamlarini hosil qilish hodisasi koallisstensiya hodisasi deyiladi.

13.1. Emulsiya tayyorlash

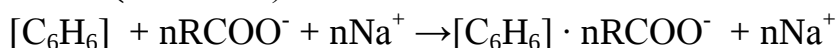
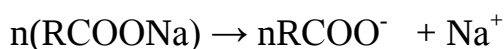
(Benzol va o‘simlik moyining suvdagi emulsiyalarini olish)

Benzolga suv qo‘shib chayqatilsa, emulsiya hosil bo‘ladi, ammo emulsiya tezda benzol va suv qavatlariga ajralib ketadi. Barqaror emulsiya hosil qilish uchun aralashmaga dastavval emulgator qo‘shib keyin chayqatish kerak. Bunda emulgator sifatida sovun eritmasi ishlatiladi.

Emulsiya hosil bo‘lishida sovun 2 faza chegarasida adsorbstion qavat hosil qiladi, bu qavat o‘zining tuzilishi bilan emulsiyaga barqarorlik xossasini beradi.

Emulgatorning holati (turi)	GLB
Dissotsiyanmaydi (noionogen)	1 – 4
Kam dissotsiyanadi (kuchsiz ionogen)	3 – 6
Kuchli aralashtirilganda sutga uxshash	6 – 8
Emulsiya hosil qiladi (Moy/suv)	8 – 10
Sutga o‘xshash barqaror emulsiya hosil qiladi	10 – 13
Tiniq emulsiya hosil qiladi	13
Juda tiniq emulsiya hosil qiladi	

Qutublangan birikmalar (sovun shunday birikmalarga kiradi) molekulari chegara qavatida juda aniq tartibda joylashadi. Molekulaning qutublangan (zaryad tutuvchi) qismi hamma vaqt suv tomoniga yo‘nalgan bo‘ladi. Sovun molekulari kuchli qutublovchi xususiyatga ega, ularning tuzilishi R- COONa formula bilan ifodalanadi, bunda R- uglevodod radikal ($C_{17}H_{35}$ -, $C_{15}H_{31}$ -). Sovun molekulasi $-COONa$ gruppasi qutublanuvchanlik xossasini beradi. Bu gruppasi elektrolitik dissotsiyanlash qobiliyatiga ega bo‘lib, dissotsiyanlanganda $R-COO^-$ va Na^+ ionlarni hosil qiladi. Benzolga suv qo‘shib chayqatilganda sovun molekulari tomchilarga adsorbsiyanlanadi, bunda $R-COO^-$ gruppalar suv tomonga yo‘nalgan bo‘ladi. R- COONa molekuladan Na^+ ioni ajralib chiqadi va tomchi zaryadlanadi. Benzolning suvdagi emulsiyasi zarrachasining tuzilishi sxema tarzida quyidagicha ifodalanishi mumkin:



Moyning suvdagi barqaror emulsiyasini hosil qilish uchun bura qo‘shiladi, bu emulsiya qanday hosil bo‘lishi ham shunga o‘xshash sxema yordamida izohlab berilishi mumkin.

Emulsiyalar, olinishi va xossalarini o‘rganish

Ishdan maqsad: Turli emulsiyalarni olish va xossalarini o‘rganish uslublarini o‘zlashtirish.

Kerakli jihozlar va reaktivlar: Kamerali skanirlovchi mikroskop, probirkalar, $V=50$ ml li o‘lchov kolbasi, sovun kukuni (natriy oleati), $V = 5$ ml shkalali pipetka, sekundomer, distillangan suv, benzol, kerosin, o‘simlik moyi.

1- tajriba To‘g‘ri va teskari emulsiyalarni hosil qilish

a) “Moy/suv”-moyning suvdagi to‘g‘ri emulsiyasini hosil qilish

To‘g‘ri emulsiya hosil qilish uchun 2ta probirkaga 2,5 ml dan suv solib, unga 1-2 sovun bo‘lakchalari soling, aralashtiring. Hosil bo‘lgan eritmaga 0,5ml kerosin yoki o‘simlik moyi(mashina moyi va boshqa)dan solib, kuchli aralashtiring. Shu tajribani sovun bo‘lakchalarini solmasdan 2,5 ml suvga 0,5 ml o‘simlik moyi solib takrorlang. Ikala hosil bo‘lgan emulsiyani solishtiring, tegishli xulosaga keling. Ikala emulsiyani “yashash” muddatini aniqlang. Buning uchun har bir emulsiya to‘liq ikkita suqlik qatlamiga ajralguncha ketgan vaqtni aniqlang va stabilizator – emulgator (sovun)ning ahamiyati to‘g‘risida xulosa qiling.

b) “Moy/suv” – suvning moydagi teskari emulsiyasini hosil qilish

Suvning moydagi teskari emulsiyasini hosil qilish uchun 2,5 ml o‘simlik moyi, 0,5ml suv va 1-2 sovun bo‘lakchalarini solib ularni kuchli aralashtiring. Hosil bo‘lgan emulsiyani a) tajribadagi emulsiya bilan solishtiring, suyuqlik qatlamlari hosil bo‘lguncha ketgan vaqtni aniqlab, emulsiya yashash vaqtini aniqlang.

Topshiriq: Olingan uchala emulsiyaning barqarorligi to‘g‘risida xulosa qiling.

2- tajriba Emulsiya tomchilarining bir-biriga qo‘shilishini o‘rganish bilan emulsiya turini aniqlash

Benzol yoki boshqa qutbsiz suyuqlik (moy)da biror organik rang beruvchi modda eritib rangli suyuqlik hosil qiling.

a) Bu suyuqlikning 5ml ga sovunning 0,5% li eritmasidan qo‘shib, uning ustiga 1ml 10% li kalstiy xlorid (bary xlorid) eritmasidan qo‘shib idish tiqinini berkitib kuchli chayqating. Hosil bo‘lgan rangli emulsiyani biroz vaqt qoldiring.

b) 5ml 5%li sovun eritmasiga 1ml benzol (moy) ning rangli eritmasidan qo‘shib, bir xil emulsiya hosil bo‘lguncha kuchli chayqating. Hosil bo‘lgan emulsiya rangiga e‘tibor bering va xossasini o‘rganing. Emulsiya xossasini kamerali skanirlovchi mikroskop ostida kompyuter monitoringida kuzating. Buning uchun shisha plastinkaga oralig‘i 4-5 sm da 2 tomchi suv tomizib, ular o‘rtasiga hosil qilingan rangli to‘g‘ri va teskari emulsiyalardan tomizing. Har ikkala emulsiya tomchilarini shisha tayoqcha bilan suv tomchilariga aralashtiring. Sodir bo‘ladigan hodisalarni diqqat bilan kuzating, kompyuter xotirasiga yozib oling va tegishli xulosa qiling.

13.2.Suyultirilgan emulsiyalar olish va xossalarini o‘rganish

1-tajriba. Kerakli reaktiv va jihozlar: Mashina moyi, o‘simlik moyi, asteton, V=1ml pipetka, distillangan suv 0,1n NaCl, 0,05n BaCl₂ (CaCl₂), 0,01n AlCl₃ eritmalari, kamerali skanirlovchi mikroskop.

Moyning astetondagi 1%li eritmasini tayyorlab, uning 0,5 mlni 30ml suvga qo‘shing, kuchli chayqating. Emulsiya hosil bo‘ladi. Uni uch qismga bo‘lib, har birini 0,1NaCl, 0,05n CaCl₂ va 0,001n AlCl₃ elektrolit eritmalari bilan loyqalanguncha titrlang.

Topshiriq; Emulsiyalarni koagulyatsiyagacha va undan keyingi holatini mikroskopda kuzatib, barcha holatlarni kompyuter xotirasiga yozib, tegishli xulosalarni qiling.Shulste – Gardi qoidasiga amal qilishni o‘rganing.

2-tajriba. Yuqori konstentratsiyali emulsiyalarni hosil qilish va xossalarini o‘rganish

Kerakli reaktivlar va jixozlar; V=10 ml li o‘lchov stilindri, moy, kerosin,1%li jelatina eritmasi, 5%li sovun eritmasi,sim spirali, mikroskop, byuretkka.

O‘lchov stilindriga 0,5 ml 1% li jelatina va 0,5ml 5% li sovun eritmasidan solib unga idishning devori orqali byuretkadan moy (kerosin)ning rangli eritmasidan qo‘shing, hosil bo‘lgan aralashmaga spiral simni tushirib, bir necha bor yuqoriga va pastga harakatlanib aralashtiring. Bunda moy (kerosin) aralashmaning ustiga qalqib chiqib qolmasligi kerak. Ko‘shilgan moy (kerosin)ning hajmi 1ml ga etganda emulsiya tomchisini mikroskop ostida kuzating, bu holatni kompyuter xotirasiga yozib oling. Moy qo‘shishni uning oxirgi tomchisi aralashmay

(emulgirlanmay) qolguncha qo‘shib boring. 0,5 ml emulgatorda moy (kerosin) xajmini (V) ni yozib olib, hosil bo‘lgan konsentratsiyasini hisoblang;

$$C_{\%} = [V / (V + 0,5)] \times 100\%$$

“Moy/suv” turidagi emulsiyani hosil qiladi 8 – 13

Yuvuvchi vositalar 13 – 15

Ayrim sirt aktiv moddalarning GLB qiymati

30-jadval

Emulgator	GLB	Emulgator	GLB
Lauril sulfat - Na	40	Sorbitan monooleati	6.7
Kaliy oleati	20	Sorbitan stearati	5.9
Natriy oleati	18	Glisterin monostearati	3.8
Sorbitan monolaurati	8.6	Etil spirti	1.0
Butanol	7.0	Olein kislotasi	1.0

Emulsiya tayyorlash (Benzolning va paxta moyining suvdagi emulsiyasi)

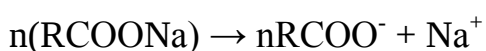
Benzolga suv qo‘shib chayqatilsa, emulsiya hosil bo‘ladi, ammo emulsiya tezda benzol va suv qavatlariga ajralib ketadi. Barqaror emulsiya hosil qilish uchun aralashmaga dastavval emulgator qo‘shib keyin chayqatish kerak. Emulgator sifatida odatda sovun ishlatiladi.

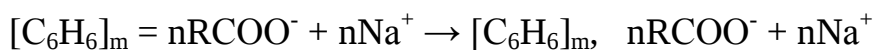
Emulsiya hosil bo‘lishida sovun 2 faza chegarasida adsorbtsion qavat hosil qiladi, bu qavat o‘zining tuzilishi bilan emulsiyaga barqarorlik xossa beradi. Elektrik qutblanuvchi birikmalar (sovun shunday birikmalarga kiradi) molekulalari chegara qavatida juda aniq tartibda joylashadi. Molekulaning elektrik qutblanuvchi (zaryad tutuvchi) qismi hamma vaqt suv tomonga yo‘nalgan bo‘ladi.

Sovun molekulalari ravshan ifodalangan qutblanuvchi xususiyatiga ega, ularning tuzilishi $R-COONa$ formulada ifodalash mumkin, bunda R-uglevodorod radikalini bildiradi. Sovun molekulasiga $-COONa$ guruh qutblanuvchanlik xossa beradi. Bu guruh elektrolit dissotsiyanlash qobiliyatiga ega bo‘lib, dissotsiyalanganda $R-COO^-$ va Na^+ ionlarni hosil qiladi.

Benzolga suv qo‘shib chayqatilganda sovun molekulalari tomchilariga adsorbilanadi, bunda $-COONa$ guruhlar suv tomonga yo‘nalgan bo‘ladi.

$RCOONa$ molekuladan Na^+ ionlari ajralib chiqadi va tomchi zaryadlanadi, shuningdek emulsiya zarrachasining tuzilishi sxema tarzda quyidagicha ifodalanishi mumkin:





Moyning suvdagi barqaror emulsiyasini hosil qilish uchun bura qo'shiladi, bu emulsiya qanday hosil bo'lishi ham shunga o'xshash sxema yordamida izohlab berilishi mumkin.

Ish uchun kerak bo'ladigan asbob va reaktivlar.

100 ml li kolba, silliqlangan tiqinli 100 ml o'lchov silindri, mayda ulushlarga bo'lingan 5 ml li pipetka.

Benzol va paxta moyi, sovunning spirtidagi 2% li eritmasi, kristallik bura.

1-tajriba. Og'zi tiqin bilan berkitiladigan silindrga 50 ml suv quyiladi va 10 ml benzol qo'shiladi. qattiq chayqatiladi va bir oz vaqt tinch quyiladi. Emulsiya hosil bo'lmaydi, suyuqliklar tezda ikki qavatga ajralib ketadi. Shundan keyin sovunning 2 n. li eritmasidan 10 ml qo'shiladi va qattiq chayqatiladi, bunda benzol emulsiyasi hosil bo'ladi. Tarozida 4-5 g bura tortib olinadi va u 95 ml distillangan suvga solib isitilib eritiladi. hosil bo'lgan eritma silliqlangan tiqinli o'lchov silindiriga qo'yiladi. 2-3 ml paxta moyi qo'shiladi va qattiq chayqatilishi natijasida barqaror emulsiya hosil bo'ladi.

13.3.Ko'piklar hosil qilish va ularning asosiy xususiyatlarini o'rganish

Havo yoki biror gaz bilan to'ldirilgan va bir-biridan suyuqlik pardasi bilan ajratilgan kataklardan tashkil topgan dispers sistema ko'pik deb ataladi.

Ko'piklarning hosil bo'lish mexanizmi asosan bir xil bo'lib, u ko'pik qaysi usulda olinganiga bog'liq emas. Havo pufakchalari suyuqlik ichida dastavval gaz-suyuqlik emulsiyasi hosil qiladi, so'ngra ular yuqoriga ko'tarilib, o'z sirtida parda hosil qiladi va nihoyat qavat-qavat bo'lib yig'iladi, natijada ko'pik vujudga keladi.

Ko'piklarning asosiy xususiyatlari ularning "yashash vaqti", barqarorligi va davriyligi bilan ifodalanadi.

Ko'pik vujudga kelgan paytdan to batamom yo'q bo'lib ketguncha o'tgan vaqt shu ko'pikning "yashash vaqti" deb ataladi. Ko'pikning "yashash vaqti" ga proporsional qiymat uning barqarorligi deb ataladi. Davriylik koefitsienti K_1 ko'pik hajmi V ning shu ko'pikda bo'ladigan suyuqlik hajmiga V_1 ga nisbatiga teng. $K = V/V_1$. Toza suyuqliklar ham ko'pirishi mumkin, lekin toza suyuqlik ko'pigi tez uchib qolgani uchun ularning "yashash vaqti" ni o'lchash qiyin. Agar toza suyuqlikning yopishqoqligi kattaroq bo'lsa, shundagina undan foydalanib, "yashash vaqti" o'lchab bo'ladigan darajada barqaror ko'pik hosil qilish mumkin.

Odatda ko'piklar sirt-faol moddalarning eritmalaridan hosil bo'ladi. Sirt taranglinining kamayishi bunday eritmalar uchun faqat ko'pik pardasi hosil bo'lishini engillashtiradigan omillargina emas, balki ko'pikni buzishdan ham saqlovchi omillardir.

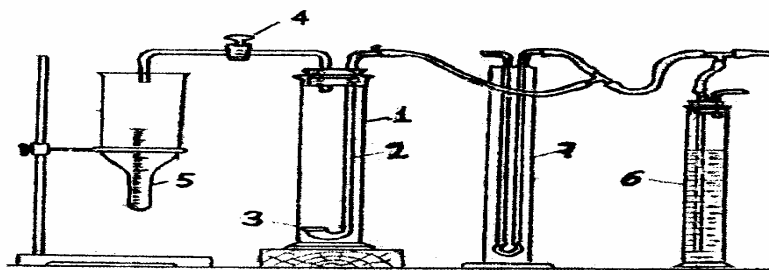
Ko'pik pardalari yorildi deguncha u emriladi, lekin ko'pikdan suyuqlik ajralib chiqqanda pardalar yupqalashadi va ko'pikning hajmi o'zgarmagan holda bo'm-bo'sh fazoviy struktura hosil bo'ladi.

Ish uchun kerak bo'ladigan asbob va reaktivlar

Ko'pik hosil qilish uchun ishlatiladigan asbob, havo puflagich, soat.

Eritmalar: agar-agarining va nekalning (butilsulfonaftalinning natriyli tuzi) 0,2% li eritmaları (ko'pik hosil qiluvchilar).

Ko'pik hosil qilishga mo'ljallangan eritma silindriga quyiladi. Shu maqsadda nekalining 2 % li eritmasini olishi mumkin. Silindrning og'zi ikki teshikli tiqin bilan bektiladi. Probkaning bitta teshigidan shisha nay o'tkazilgan, nayning uchi esa g'ovak shisha plastinka bilan berkitilgan. Silindrda hosil qilingan ko'pik jo'mragi bor shisha nay orqali mayda ulushlarga bo'lingan yig'gichga oqib o'tadi. Tajriba quyidagi tarzda olib boriladi. Jo'mrak yopiq turganda asbob ichida havo bosimi ma'lum daraja orttiriladi. Havo bosimini tartibga solib turish uchun havo puflagich bilan monometr o'rtasiga ulangan idishdan foydalaniladi. Bu idish silindrdan iborat bo'lib, uning ichiga shisha nay tushirilgan. Sistemadagi bosim shu nay silindrdagi suyuqlikka qancha botirib turilganiga qarab, tartibga solinadi. Tajriba qanday bosimda olib borilishiga qarab, silindrga har xil zichlikdagi suyuqliklar quyiladi. havo bosimi doimiy qiymatga ega bo'lgandan so'ng jo'mrak ochiladi. Dastlab hosil qilingan ko'pik boshqa idishga yig'ib olinishi kerak. Ko'pik bir tekisda oqib chiqa boshlagandan keyin nayning uchi yig'gichga tushirilib, uning yuqorigi belgisigacha ko'pik yig'ib olinadi. Yig'gich to'lgandan keyin havo berish to'xtatiladi va ma'lum vaqt, masalan: har 10 sekund ichida ko'pikdan qancha suyuqlik ajralib chiqishi o'lchay boshlanadi. Keyinroq 10 sekunddan ko'proq vaqt ichida qancha suyuqlik chiqishini o'lchash kerak, chunki bunda ko'pikdan suyuqlik ajralib chiqishi juda sekinlashib qoladi. Shu bilan bir vaqtda ko'pik ustunining balandligi qanday o'zgarishi kuzatib boriladi. Buning uchun ko'pik uchgan sari, uning yuqorigi sathi qancha pasayishi belgilanadi.



29 -rasm. Ko'pik hosil qilish uchun ishlatiladigan asbob.

Tajriba "oyna" quriguncha, ya'ni ko'piklar batamom uchib, suyuqlikning sirti quriguncha davom ettirish tavsiya qilinadi. Tajriba boshlangan paytdan to "oyna" quriguncha o'tgan vaqt, ko'pikning yashash davri deb shartli ravishda qabul

qilinadi. Takrorlashni topish uchun ko‘pikning hajmi va xuddi shu paytda ko‘pik ichida qancha suyuqlik bor ekannini bilish zarur. Ko‘pikda hosil bo‘ladigan suyuqlik miqdori bilan xuddi shu paytda ko‘pikdan ajralib chiqadigan suyuqlik miqdori bilan xuddi shu paytda ko‘pikdan ajralib chiqqan suyuqlik miqdori orasidagi farqqa teng.

Pardalarga gel strukturasi berib turadigan moddalar qanday rol o‘ynashini ko‘rsatish uchun, tarkibida 0,2 % agar-agar va 0,2 % nekal bo‘ladigan eritmalar olinib tajribalarni takrorlash tavsiya etiladi.

Qilingan ishning hisoboti

1. Ko‘pik hajmining vaqt o‘tishi bilan qanday o‘zgarishini ko‘rsatuvchi egri chiziq chizish.
2. Vaqt o‘tishi bilan takrorlanish qanday o‘zgarishini ko‘rsatuvchi egri chiziq chizish.

Mavzu yuzasidan savol va topshiriqlar

1. Boshqa dispers sistemalar orasida kolloid sistemalar qanday o‘rin tutadi?
2. Kolloid sistemalar hosil qilish uchun qo‘llaniladigan qanday usullar ma‘lum? Ularning mohiyati nimadan iborat?
3. Peptizlash jarayonining qanday alomatlari bor?
4. Peptizatorlar nima?
5. Emulgatorlar emulsiya hosil qilishda qanday rol o‘ynaydi? Barqarorlovchilar nima?
6. Emulsiya va ko‘piklar kolloid sistemalardan nima bilan farq qiladi?
7. Ko‘piklarning yashash davri deb nimaga aytiladi?

13.4.Suvni tozalash usullari

Suvning qattiqligi va uni yo‘qotish.

1. Probirkaning yarmigacha ohakli suv $Ca(OH)_2$ ning tiniq eritmasidan quyib, unga Kipp apparatidan karbonat angidrid CO_2 gazini yuboring. Nima kuzatiladi? Reaksiya tenglamasini yozing. Hosil bo‘lgan oq loyqa erib ketguncha yana karbonat angidrid yuboring. Reaksiya tenglamasini yozing. Hosil qilingan qattiq suvni ikkita toza probirkaga bo‘ling. Probirkalardan birini ehtiyotlik bilan qizdiring. Oq cho‘kma hosil bo‘lgach, qizdirishni to‘xtating. Ikkinchi probirkaga esa uyuvchi natriy yoki oxakli suv $Ca(OH)_2$ ning tiniq eritmasidan qo‘shing. Bunda ham $CaCO_3$ oq cho‘kmasi hosil bo‘ladi. Reaksiya tenglamasini yozing
2. **Tajriba 1** *Doimiy qattiqlikni yo‘qotish.*

a) Probirkaga 1 ml magniy sulfat eritmasidan quying va unga 1 ml soda Na_2CO_3 eritmasidan qo'shing. Nima kuzatiladi? Reaksiyaning molekulyar va ionli tenglamalarini yozing.

b) Probirkaga 5 ml $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ suvidan quying va natriy fosfat eritmasidan 1 ml qo'shing. Nima kuzatiladi? Reaksiyaning molekulyar va ionli tenglamalarini yozing.

Tajriba 2. *Suvning vaqtinchalik qattiqqligini aniqlash.*

100 ml hajmli konussimon kolbaga vodoprovod suvidan o'lchov silindri yordamida 50 ml quying va unga 2 tomchi metiloranj eritmasidan tomizib, uni avval tayyorlab qo'yilgan byuretkadagi xlorid kislotaning 0,1 n eritmasi bilan pushti rangga o'tguncha titrlang. Titrlashni 3 marta takrorlang. Uchala holatda ham bir xil natijaga erishishga harakat qiling. Natijalarni quyidagi jadvalga yozing.

31-jadval

Titrlash	Suvning hajmi ml	0,1 n HCl ning hajmi	O'rtacha sarflangan eritma hajmi ml
Birinchi			
Ikkinchi			
Uchinchi			

Tajriba 3. *Suvning umumiy qattiqqligini trilonometrik usuli bilan aniqlash.*

Bu usulda reaktiv «Trilon-B» ishlatiladi. Trilon-B etilendiamintetrasirka kislotaning ikkita vodorodiga natriy almashingan tuzdir: «Trilon —B» kalsiy va magniy ionlari bilan kompleks birikma hosil qiladi. Reaksiya kuchsiz ishqoriy muhitda boradi. Bunday muhitni vujudga keltirish uchun ammiakli bufer eritma qo'shiladi. (bufer eritma tayyorlash uchun 100 ml 20% NH_4OH eritmasiga 100 ml 20% li NH_4Cl eritmasidan qo'shib, uni 1 litrgacha suv qo'shib hosil qilinadi). Umumiy qattiqlikni aniqlash qora erixrom-4 indiqatori ishtirokida olib boriladi (uning boshqacha nomi «maxsus qora xromogen ET-00. Buning uchun tekshirilayotgan 100 ml suvga 5 ml bufer eritma, 1 ml 1,5 -2 % li Na_2S eritmasi (to'sqinlik qiluvchi kationlarni sulfid holida cho'ktirish uchun) va etti tomchi indikator eritmasi qo'shiladi. Hosil bo'lgan qizil rangdagi eritmani Trilon -B ning 0,05 n yoki 0,01n eritmasi bilan havo rang paydo bo'lguncha titrlanadi. Tajriba 3 marta takrorlanib, trilon -B ning titrlash uchun sarf bo'lgan o'rtacha hajmini toping. Suvning umumiy qattiqqligini hisoblang.

Savollar.

1. Suvning qattiqqligi nima?
2. Suvning qattiqqligi nech xil bo'ladi?

13.5. Naftalin-fenol eritmalarini qotish temperaturasi aniqlash

Quyida naftalin–fenol eritmalarining qotish (kristallanish) temperaturasi aniqlash bo'yicha nazariy asos, laboratoriya metodikasi, hisob-kitoblar va xulosalar to'liq va tushunarli tarzda bayon qilinadi. Bu tajriba fizik kimyo – faza muvozanati bo'limiga tegishli.

1. Tajribaning maqsadi

- Naftalin–fenol ikki komponentli sistemaning qotish temperaturasi aniqlash
- Eutektik nuqtani topish
- Eritma tarkibi bilan qotish temperaturasi orasidagi bog'lanishni o'rganish
- Faza diagrammasi (T–x) tuzish

2. Nazariy asos

2.1. Qotish temperaturasi tushunchasi

Qotish temperaturasi — suyuq faza va qattiq faza muvozanatda bo'ladigan harorat.

Toza moddalar uchun:

- Naftalin: $\approx 80,2\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Fenol: $\approx 40,9\text{ }^{\circ}\text{C}$

Eritma hosil qilinganda:

- Qotish temperaturasi pasayadi
- Minimum qiymat eutektik nuqtada kuzatiladi

2.2. Naftalin–fenol sistemasi xususiyati

- Idealga yaqin ikki komponentli sistema
 - Komponentlar suyuq holatda to'liq aralashadi
 - Qattiq holatda esa cheklangan eruvchanlikka ega
- Shuning uchun oddiy eutektik sistema hosil bo'ladi.

3. Kerakli asbob-uskunalar va reaktivlar

Reaktivlar:

- Toza naftalin
- Toza fenol

Asboblari:

- Analitik tarozi
- Probirkalar yoki kichik shisha idishlar
- Termometr ($0\text{--}100\text{ }^{\circ}\text{C}$, $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ aniqlikda)
- Suv hammomi
- Aralashtirgich

- Shtativ
- Fenol zaharli va teriga ta'sir qiladi — qo'lqopda ishlash shart.

4. Tajriba o'tkazish metodikasi

4.1. Eritmalar tayyorlash

Naftalin va fenol turli massa ulushlarida olinadi, masalan:

Tajriba	Naftalin (%)	Fenol (%)
1	100	0
2	80	20
3	60	40
4	40	60
5	20	80

4.2. Eritmani eritish

- Har bir aralashma suv hammomida to'liq eritiladi
- Aralashma bir jinsli suyuqlik bo'lishi kerak

4.3. Qotish temperaturasini aniqlash

1. Eritma probirkada sekin sovutiladi
2. Termometr eritmaga botiriladi
3. Harorat pasayishi kuzatiladi
4. Qotish boshlanishida harorat ma'lum vaqt o'zgarmay qoladi
5. Shu qiymat qotish temperaturasi deb olinadi.

XIV BOB Suyuqliklarni sindirish ko'rsatgichini aniqlash

Reja:

14.1.Refraktometrik analiz usuli. Sindirish ko'rsatgichi

14.2.Tajriba 1. Suyuqliklarni sindirish ko'rsatgichini aniqlash.

Tayanch iboralar: Refraktometr, sindirish ko'rsatgichi, monoxromatik nur, refraktometrik faktor.

Mashg'ulotning maqsadi: Talabalarga suyuqliklarni yorug'lik nurini sindirishini aniqlash orqali ularning tozaligi, tarkibi va miqdorini bohalash mumkinligini o'rgatish.

14.1.Refraktometrik analiz usuli

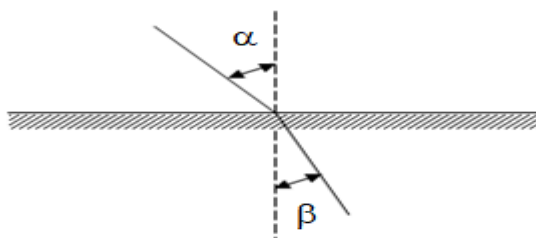
Nazariy qism

Muhitning sindirish ko'rsatkichini o'lchash uchun xizmat qiladigan asboblarga refraktometr deyiladi. Bu ishda Abbe refraktometridan foydalanadi. Abbe refraktometri miqdorlari uncha ko'p bo'lmagan suyuqliklarning sindirish ko'rsatkichlarini aniqlash uchun qo'llaniladi. Refraktometrning ishlash usuli tiniq suyuqliklarda sinish burchagining chegaraviy qiymatidan foydalanishga asoslangan. Agar yorug'lik optik zichligi katta muhitdan optik zichligi kichik

muhitga o'tayotgan bo'lsa, normalga nisbatan tushuvchi nur hosil qilgan nurlar dastasining burchagi ma'lum qiymatga yetganda, yorug'lik dastasining butunlay zich muhit ichiga qaytishi to'la ichki qaytish hodisasi deyiladi. Shu paytda tushish burchagi chegaraviy yoki limit burchagi deyiladi. Refraktometrning asosiy qismi o'zaro oshiq-moshiq (sharnir) bilan birlashtirilgan ikkita to'g'ri burchakli prizma kesimlaridan iborat. Prizmalar orasiga tekshiriladigan suyuqlikdan 1-2 tomchi tomozilib, yuqorigi prizma tushurilsa, suyuqlik yupqa qatlam hosil qilib yoyilib ketadi. Yotuvchi prizmaning AC sirti xira qilib yasalgan. Tiniq suyuqlikning sindirish ko'rsatkichini aniqlash uchun yorug'lik nuri yotuvchi prizmaning AB qirrasiga yo'naltiriladi. Bu nur prizmadan o'tib xiralashtirilgan AC prizmaqa tushadi va hamma tomonga sochiladi. Natijada prizmalar orasidagi suyuqlik qatlamida sochilgan nur sirtga nur turli burchak hosil qilib tushadi. Ular ichiga 900 nurning prizmadagi sinish burchagi eng katta bo'lib, unga sinish burchagining chegaraviy qiymati deyiladi. Agar o'lchov prizmaning FE qirrasidagi o'tuvchi nur yo'liga ko'rish trubasi yoki ekran qo'yilsa ko'rish maydonida ikki soha ko'rinadi: ularning biri yorug' ikkinchisi qorong'i soha bo'ladi. Bu ikki sohani chegaraviy sinish burchigiga ega bo'lgan nur ajratib turadi.

Kimyoviy analizlarda optik usullardan refraktometrik analiz usuli keng qo'llanilmoqda. Refraktometrik analiz usuli tekshirilayotgan moddalarning nur sindirish koefitsientini aniqlashga asoslangan.

Yorug'lik bir zichlikka ega bo'lgan muhitdan ikkinchi zichlikka ega bo'lgan muhitga o'tishida o'z yo'nalishini o'zgartiradi. Bu hodisa nurni sinishi yoki refraksiya deyiladi.



30-rasm. Yorug'likning ikki muhit chegarasida sinishi

Demak, nur tezligi muhitning optik zichligiga bog'liq bo'lib, u qancha zich bo'lsa, nur tezligi shuncha kamayadi.

Tushayotgan nurning burchak(α) sinusining sinayotgan nurning burchak(β) sinusiga nisbati sinish koefitsienti yoki ko'rsatkichi (n) deyiladi.

$$n_2 = \frac{\sin \alpha}{\sin \beta}$$

Moddalarning nur sindirish ko'rsatkichi tushayotgan nurning to'lqin uzunligiga va tashqi muhitga ya'ni haroratga bog'liq. Suning uchun n ma'lum haroratda (odatda 20 yoki 25°C) va to'lqin uzunligi (natriyning sariq chizigi D) 589,3 nm da aniqlanadi.

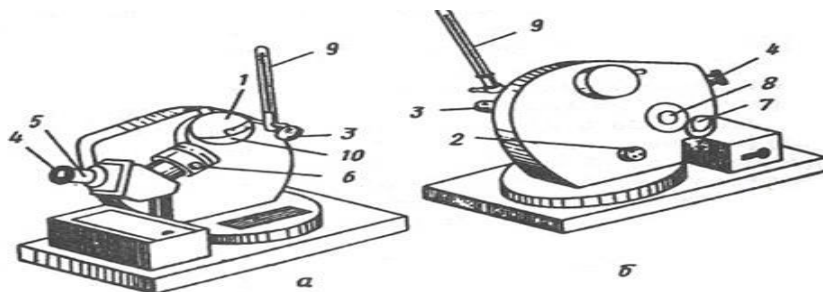
Noʻmalm moddaning nur sindirish koʻrsatgichini konsentrasiyasi maʼlum boʻlgan eritmaning (etanol eritma) nur sindirish koʻrsatgichini taqqoslab eritmadagi modda miqdori aniqlanadi.

Sindirish koʻrsatgichi suyuqliklarni muhim fizik koʻrsatgichlaridan biri boʻlib, ularni identifikasiyalash, tozaligini aniqlash, sut va sut mahsulotlarini yogʻlilik darajasini aniqlash hamda meva-sabzavotlardagi qand (saxarozani) miqdorini aniqlashda foydalaniladi. Sindirish koʻrsatgichini aniqlaydigan asboblarni refraktometrlar deyiladi.

14.2. Suyuqliklarni sindirish koʻrsatgichini aniqlash.

Kerakli asbob va reaktivlar: refraktometr, pipetka, spirt, filʼtr qogʻozi, turli moddalar eritmaları.

Suyuqliklarni sindirish koʻrsatgichini aniqlash IPF-22 rusumli refraktometrda bajariladi. Asbobni 2-rasmda (a,b) keltirilgan.



31-rasm. Refraktometr. 1-yuqori yarim sharsimon oʻlchash qopqogʻi, 2-maxovik, 3-yorutuvchi koʻzgu, 4-qarshi koʻrish okulyari, 5-koʻrish turbasi, 6-kichkina maxovik, 7-yoritish koʻzgusi, 8-yorugʻlik oynasi, 9-termometr, 10-pastki yarim sharsimon prizma.

Ish tartibi: IPF-22 nomli refraktometrning (2-rasm-a,b) yarim sharsimon oʻlchamli qopqogʻni (1) ochib uni spirt shimdirilgan filʼtr qogʻoz bilan artiring va maxovik (2) yordamida pastki yarim sharsimon prizma (10) tekisligini gorizontol holatga keltiring, soʻngra tekshirilayotgan suyuqlikdan oʻlchash prizmasiga shisha tayoqcha yoki kapilyar bilan 2 tomchi tomizing va oxista qopqogini yoping. Yoritish koʻzgusi (3)ni shunday oʻrnatish kerakki, bunda yorugʻlik oyna orqali yoritish prizmasiga tusib kuzatish maydonini tekis yoritish kerak. Yoritish koʻzgusi (7) ni shunday ochish kerakki bunda yorugʻlik (4) oyna orqali oʻyib asbobshkalasini yoritsin. Koʻrish trubkasini okulyarini (8) kuzatib turgan holda kichik maxovik (6) ni burash orqali kuzatish maydonida yorugʻ va qorongu boʻlinish chegarasini hosil qiling. Agarda bu chegara xira yoki rangli boʻlsa maxovikni burash bilan aniq tasvir hosil qilish mumkin. Hosil qilingan qorongu va yorugʻ chegaani koʻndalang kesilgan nur yordamida kesishtirib shkaladagi koʻrsatgich yozib olinadi. Bu esa tashriflayotgan suyuqlikning sindirish koʻrsatkichiga teng boʻladi. Agar refraktometr oʻlchash vaqtida toʻgʻri koʻrsatma toza suvning 20°C xaroratdagi sindirish koʻrsatkichi $n=1,3300$ qiymatni koʻrsatishi kerak. Sindirish koʻrsatkichi $n=1,3300$ qiymatni koʻrsatmasa shkalani sozlash

uchun sindirish ko'rsatgichi ma'lum bo'lgan etanol suyuqlikdan foydalanib, refraktometr sozlanadi. Refraktometrda o'qituvchi tomonidan berilgan suyuqliklarni sindirish ko'rsatgichini aniqlab, 1-jadvakga yoziladi va adabiyotda berilgan ko'rsatgich bilan solishtirib xulosa chiqariladi.

Tajriba tugagach prizmalarni yuzasi avval aseton yoki spirt bilan namlamadi so'ngra fil'tr qog'oz bilan artib qo'yiladi.

Ba'zi suyuqliklarni 20 °C xaroratdagi sindirish ko'rsatkichlari.

32-jadval.

T/r	Moddalar	Sindirish ko'rsatkich	
		Adabiyotda	tajribada
1.	Suv	1.3300	
2.	Aseton	1.3500	
3.	Etanol	1.3610	
4.	Butanol	1.3991	
5.	Benzol	1.5071	
6.	Toluol	1.4955	
7.	Olein kislota	1.4631	
8.	Gliserin	1.4728	

Mavzu yuzasidan savol va topshiriqlar

1. Abbe refraktometrining tuzilishi va ishlash prinsipini tushuntiring.
2. Sindirish ko'rsatkichining fizik ma'nosini tushuntiring.
3. To'la ichki qaytish deb nimaga aytiladi va u qanday hollarda kuzatiladi?
4. (2) formulani keltirib chiqaring.
5. Ishni bajarish tartibini tushuntiring.
6. Refraktometr nima?
7. Yorug'likning to'la ichki qaytish hodisasi.
8. Sindirish ko'rsatkichi nima?
9. Sindirish ko'rsatkichining konsenratsiyaga bog'liqligi.
10. Refraktometrning ishlash prinsipini tushuntiring.

Fizik va kolloid kimyodan misol va masalalar.

Moddaning agregat holatiga doir namunaviy masalalar yechish:

1-masala. Massasi 51 g bo'lgan ammiak 20°C temperaturada va 250 kPa bosimda qanday xajmni egallaydi?

Berilgan: $m(\text{NH}_3)=51\text{g}$; $t=20^\circ\text{C}$ yoki $T=20+273=293^\circ\text{K}$; $P=250\text{kPa}$; $P_0=101,3\text{kPa}$

Noma'lum: $V_0(\text{NH}_3)=?$ $V(\text{NH}_3)=?$

Yechimi: Ammiak moddasining miqdori:

$$n(\text{NH}_3) = \frac{m(\text{NH}_3)}{M_r(\text{NH}_3)} = \frac{51}{17} = 3\text{mol}$$

Normal sharoitda 3 mol ammiakning xajmi:

$V_0(\text{NH}_3) = V_m \cdot n(\text{NH}_3) = 22,4 \cdot 3 = 67,2 \text{ l}$.ni tashkil etadi.

Boyl-Mariott va Gey-Lyussakning birlashgan qonunidan kelib chiqqan

$$\frac{PV}{T} = \frac{P_0 V_0}{T_0}$$

formuladan foydalanib, ammiak xajmini ayni berilgan sharoitdagisini topamiz:

$$V(\text{NH}_3) = \frac{P_0 T V_0(\text{NH}_3)}{P T_0} = \frac{101,3 \cdot 293 \cdot 67,2}{250 \cdot 273} = 29,2 \text{ l } \text{NH}_3$$

Javob: 29,2 l NH_3

2-masala. Normal sharoitda gaz 100 m^3 xajmni egallaydi. Shu gazning 122 m^3 bosimi $9,825 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ bo'lishi uchun gazni necha gradusgacha qizdirish lozim?

Berilgan: $V_0 = 100 \text{ m}^3$; $V_1 = 122 \text{ m}^3$; $P_0 = 101325 \text{ Pa}$;

$P_1 = 9,825 \cdot 10^4 \text{ Pa}$; $t_0 = 0^\circ \text{C}$ yoki $T_0 = 273^\circ \text{K}$

Nomalum $t_1 = ?$

Yechimi: $\frac{P_0 V_0}{T_0} = \frac{P_1 V_1}{T_1}$ formuladan $T_1 = \frac{P_1 V_1 T_0}{P_0 V_0}$ bo'ladi.

$$T_1 = \frac{9,825 \cdot 122 \cdot 273}{101325 \cdot 100} = 323,84 \text{ K}$$

$$t_1 = T_1 - 273 = 323,84 - 273 = 50,84^\circ \text{C}$$

Javob: $50,84^\circ \text{C}$

3-masala. 25°C da vodorod molekulasini harakatining o'rtacha kvadrat tezligini hisoblang.

Berilgan: $t = 25^\circ \text{C}$ yoki $T = 273 + 25^\circ \text{C} = 298^\circ \text{K}$

Ma'lum: $M_r(\text{H}_2) = 2 \text{ g/mol}$; $R = 8,314 \cdot 10^3 \text{ J/kmol} \cdot \text{K}$

Noma'lum: $\bar{u} = ?$

Yechimi: Gazlarning molekulyar kinetik nazariyasi asosida keltirib chiqarilgan formuladan $\bar{u}$ o'rtacha harakat tezligini topamiz:

$$RT = \frac{m \bar{u}^2}{3}$$

bundan

$$\bar{u} = \sqrt{\frac{3RT}{m}}$$
$$\bar{u} = \sqrt{\frac{3 \cdot 8,314 \cdot 10^3 \cdot 298}{2}} = 609,47 \text{ m/sek.}$$

Javobi: 609,47 m/sek.

4-masala. 1 kmol CH_4 $2,0265 \cdot 10^3 \text{ kPa}$ bosimda 2 m^3 xajmni egallaydi. Shu sharoitdagi temperaturani aniqlang.

Berilgan: $m = 1 \text{ kmol}$; $V = 2 \text{ m}^3$; $P = 2,0265 \cdot 10^3 \text{ kPa}$

Jadvaldan olingan: $a = 0,228 \text{ J} \cdot \text{m}^3/\text{kmol}$; $b = 0,0428 \text{ J} \cdot \text{m}^3/\text{kmol}$

Ma'lum: $R = 8,314 \cdot 10^3 \text{ J/kmol} \cdot \text{K}$

Noma'lum: $T = ?$ yoki $t = ?$

Yechimi: Shu sharoitdagi haroratni Van-der Vaals tenglamasi asosida topamiz

$$(P + \frac{a}{V^2})(V - b) = RT \quad \text{yoki} \quad T = \frac{(P + \frac{a}{V^2}) \cdot (V - b)}{R}$$

$$T = \frac{(2,0265 \cdot 10^3 + \frac{0,228}{2^2}) \cdot (2 - 0,0428)}{8,314 \cdot 10^3} = 477^\circ K$$

$$yokit = T - T_0 = 477 - 273 = 204^\circ C$$

5-masala. Xajmi $0,05\text{m}^3$ bo'lgan ballonda $291^\circ K$ da $0,042\text{kg}$ kislorod va $0,036\text{kg}$ ammiak saqlanadi. Har bir gazning partsial bosimi va aralashmaning umumiy bosimini toping?

Berilgan: $V = 0,05\text{m}^3$; $T = 291^\circ K$; $m(\text{O}_2) = 0,042\text{kg}$; $m(\text{NH}_3) = 0,036\text{kg}$;

Ma'lum: $R = 8,314 \text{ Dj/mol} \cdot K$; $M_r(\text{O}_2) = 0,032\text{kg/mol}$; $M_r(\text{NH}_3) = 0,017\text{kg/mol}$

Noma'lum: $P(\text{O}_2) = ?$; $P(\text{NH}_3) = ?$;

Yechimi: 1) Kislorod va ammiakning kmol miqdorini topamiz:

$$n(\text{O}_2) = \frac{m(\text{O}_2)}{M_r(\text{O}_2)} = \frac{0,042}{0,032} = 1,3125\text{kmol}$$

$$n(\text{NH}_3) = \frac{m(\text{NH}_3)}{M_r(\text{NH}_3)} = \frac{0,036}{0,017} = 2,1176\text{kmol}$$

2) Kislorod va ammiakning partsial bosimlarni hisoblaymiz:

$$P(\text{O}_2) = \frac{nRT}{V_M} = \frac{1,3125 \cdot 8,314 \cdot 291}{0,05} = 63530\text{Pa}$$

$$P(\text{NH}_3) = \frac{2,1176 \cdot 8,314 \cdot 291}{0,05} = 102400\text{Pa}$$

3) Aralashmaning umumiy bosimi topiladi:

$$P_{UM} = P(\text{O}_2) + P(\text{NH}_3) = 63530 + 102400 = 165930\text{ Pa}$$

Javob: 165930 Pa yoki $165,93\text{ kPa}$.

6-masala. $25^\circ C$ da stalagmometrdan oqib tushayotgan toluolning 38 tomchisining massasi $1,4864\text{g}$ keladi. Shu asbobdan oqib chiqayotgan suvning 25 tomchisining massasi $2,6570\text{g}$. Shu temperaturadagi suvning sirt tarangligi $67,91 \cdot 10^{-3} \text{ n/m}$ bo'lsa, toluolning sirt taranglik qiymatini hisoblang.

$$\text{Yechimi: } \sigma(\text{toluol}) = \sigma(\text{suv}) \frac{m(\text{toluol}) \cdot n(\text{suv})}{m(\text{suv}) \cdot n(\text{toluol})} \quad \text{formuladan toluolning sirt}$$

tarangligini topamiz:

$$\sigma(\text{toluol}) = 67,91 \cdot 10^{-3} \frac{1,4864 \cdot 25}{2,6570 \cdot 38} = 24,99 \cdot 10^{-3} \text{ n/m}$$

Javobi: $24,99 \cdot 10^{-3} \text{ n/m}$.

7-masala. $27^\circ C$ va $6,066 \cdot 10^4 \text{ Pa}$ bosimda ammiakning zichligini aniqlang.

$$\text{Yechimi: zichlik} \quad \rho = \frac{m}{V} \quad PV = \frac{m}{M} RT \quad \text{Klaapeyron-Mendeleev tenglamasi}$$

foydalanib quyidagi tenglamani keltirib chiqaramiz:

$$\rho = \frac{PM}{RT} = \frac{6,066 \cdot 10^4 \cdot 0,017}{300 \cdot 8,314 \cdot 10^3} = 0,4137 \text{ kg/m}^3$$

Javobi: 0,4137 kg/m³.

Kimyoviy termodinamika va termokimyoga doir namunaviy masalalar yechish:

1-masala. o'zgarmas bosimda $1,01325 \cdot 10^5 \text{ n/m}^2$ gazning 1 m^3 dan 5 m^3 gacha kengayishida bajargan ishni toping;

Yechimi: Izobarik kengayishda bajarilgan ish:

$$A = P(V_2 - V_1)$$

$$A = 101,325 \cdot 10(5-1) = 4,053 \cdot 10 \text{ n/m} = 4,058 \cdot 10 = 405,8 \text{ kJ}$$

Javobi: 405,8 kJ.

2-masala. Agar $C_v = 25,5 \text{ kJ/kmol} \cdot \text{K}$ bo'lsa, 56 kg azotni 300°K dan 350°K gacha izoxorik qizdirish jarayoni uchun talab qilinadigan issiqlik miqdorini aniqlang.

Yechimi: Izoxorik jarayondagi issiqlik miqdori:

$$Q_v = n C_v (T_2 - T_1)$$

Bu yerda n -moddaning miqdori kmol bo'lib, u quyidagicha hisoblanadi:

$$n(N_2) = m(N_2) / M(N_2) = 56 / 28 = 2 \text{ kmol}$$

$$\text{Demak, } Q_v = 2 \cdot 25,5(350-300) = 2550 \text{ kJ}$$

Javob: 2550 kJ

3-masala. Adibatik jarayonda argonning hajmi 4 marta ortgan. Gazning - bosimi necha barobar o'zgaradi?

Yechimi: $PV^\gamma = \text{const}$ adiabatik tenglamasi: $\gamma = C_p / C_v = 1,26$. Adiabatik tenglamasi va Gey-Lyussak qonunidan foydalanib:

$$P_1 V_1 = P_2 V_2 \text{ dan } P_1 / P_2 = (V_2 / V_1)^\gamma$$

bu tenglamaga qiymatlarni qo'yib:

$$P_1 / P_2 = 4^{1,26} \text{ tenglarini logarifmlasak } \lg(P_1 / P_2) = 1,26 \lg 4 = 1,26 \cdot 0,6021 = 0,7586$$

Antilogarifmlar jadvalidan $P_1 / P_2 = 5,783$

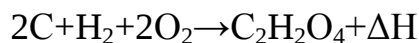
4-masala. Agar yonish entalpiyalari:

$$\Delta H(C) = -393,78 \cdot 10^6 \text{ j/kmol};$$

$$\Delta H(H_2) = -286,03 \cdot 10^6 \text{ j/mol};$$

$\Delta H(H_2C_2O_4) = -245,65 \cdot 10^6 \text{ j/kmol}$ ma'lum bo'lsa, oddiy moddalardan shavel kislotasining hosil bo'lish entalpiyasini hisoblang.

Yechimi: Elementlardan shavel kislotasining hosil bo'lish reaksiya tenglamasini yozamiz.



Stexiomtrik koeffitsientlarni e'tiborga olgan holda

$\Delta H = \sum (\Delta H_{\text{yonish}})_{\text{dastlabki modda}} - \sum (\Delta H_{\text{yonish}})_{\text{mahsulot}}$ formula bo'yicha shavel kislotaning hosil bo'lish entalpiyasini hisoblaymiz:

$$\Delta H = 2(-393,78 \cdot 10^6) + (-286,03 \cdot 10^6) - (-245,65 \cdot 10^6) = -827,94 \cdot 10^6 \text{ j/kmol}$$

Javobi: $-827,94 \cdot 10^6 \text{ j/kmol}$

5-masala O'zgarmas haroratda teng hajmli 0,5 kmol O₂ va 0,2 kmol neon aralashtirilgandagi entropiyaning o'zgarishini aniqlang.

Yechimi: Sistemaentropiyaning o'zgarishi har bir gaz entropiyaning o'zgarish yig'indisiga teng:

$$\Delta S(\text{umum}) = \Delta S(O_2) + \Delta S(Ne)$$

Teng hajmli gazlarni aralashtirilganda har qaysi gaz hajmi ikki marta ortadi:

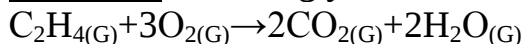
$$\Delta S(\text{O}_2) = n(\text{O}_2) R \ln(V_{\text{umum}}/V(\text{O}_2)) = 0.5 \cdot 8.315 \cdot 10^3 \cdot 2.3 \lg 2 = 2869 \text{ J/kmol.}$$

$$\Delta S(\text{Ne}) = n(\text{Ne}) R \ln(V_{\text{umum}}/V(\text{Ne})) = 0.5 \cdot 8.315 \cdot 10^3 \cdot 2.3 \lg 2 = 1380 \text{ J/kmol}$$

$$\Delta S_{\text{umum}} = 2869 + 1380 = 4249 \text{ J/kmol} \cdot \text{K}$$

Javobi: 4249 J/kmol·K

6-masala. Etilenning yonish reaksiya tenglamasi:



25°C da dastlabki moddalar va reaksiya mahsulotlari uchun standart S° entropiyarani bilgan holda, reaksiyada entropiyaning o'zgarishini ΔS° hisoblab toping.

Berilgan:

$$\Delta S^\circ(\text{C}_2\text{H}_4) = -219.45 \text{ J/molK};$$

$$\Delta S^\circ(\text{CO}_2) = 213.5 \text{ J/molK};$$

$$\Delta S^\circ(\text{O}_2) = 205.03 \text{ J/molK};$$

$$\Delta S^\circ(\text{H}_2\text{O}) = 69.96 \text{ J/molK};$$

Yechimi: Berilgan qiymatlarni $\Delta S^\circ_{\text{reaktsiya}} = \sum S^\circ_{\text{reaktsiya}} - \sum S^\circ_{\text{dast.modda}}$ formulaga qo'yib qiymatini topamiz:

$$\Delta S^\circ_{\text{reaktsiya}} = (2 \cdot 213.5 + 2 \cdot 69.96) - (219.45 + 3 \cdot 205.03) = -267.38 \text{ J/molK}$$

Javobi: $\Delta S^\circ_{\text{reaktsiya}} = -267.38 \text{ J/molK}$.

Eritmalarga doir namunaviy masalalar yechish:

1-masala. 20°C da 20%li H_2SO_4 eritmasining izotonik koeffitsientini aniqlang. Eritma ustidagi to'yingan bug' bosimi 2100 n/m², toza suv ustidagi to'yingan bug' bosimi 2340 n/m².

Yechimi: Dastlab erituvchi n (H_2O) va erigan modda n (H_2SO_4) ning mol miqdori topiladi. 100g 20%li H_2SO_4 eritmada 20g toza sulfat kislota va 80g suv bo'lishini e'tiborga olib:

$$n(\text{H}_2\text{SO}_4) = g/M = 20/98 = 0.204 \text{ mol} \quad n(\text{H}_2\text{O}) = g/M = 80/18 = 4.44 \text{ mol}$$

Elektrolitlar uchun Raulning 1-qonuni:

$$(P_0 - P)/P_0 = i n / (n + n_0)$$

Bu tenglamaga Berilgan qiymatlarni qo'yib, tenglmani i -ga nisbatan echamiz:

$$(2340 - 2100)/2340 = 0.204i / (0.204 + 4.44);$$

$$240(0.204i + 4.44) = 2340 \cdot 0.204i$$

$$48.96i + 1066 = 477.36i; i = 2.48$$

Javobi: 2.48

2-masala. 25kg suvda 0.48 kg glitserin saqlovchi eritma - 0.387°C haroratda muzlaydi. Glitsirinning molekulyar massasini va eritmaning 0°C dagi osmotik bosimini hisoblang.

Yechimi: a) Glitsirinning molekulyar massasini hisoblash uchun Raulning II-qonunidan foydalaniladi:

$$\Delta t = K m \quad (1)$$

Bunda m - molyar konsentratsiya:

$$m = a1000/(Mb) \quad (2)$$

(2) ni (1) ga qo'yib Δt ni topamiz:

$$\Delta t = K a1000/(Mb)$$

bundan $M = Ka1000/(\Delta t b)$

$$\Delta t = 0^0 - (-0.387^0) = 0.387^0$$

$$M_r(\text{glitserin}) = 1.86 \cdot 0.48 \cdot 1000 / (25 \cdot 0.387) = 92$$

b) Osmotik bosimni hisoblaymiz: $P_{osm} = CRT$; $\Delta t = Km$

Suyultirilgan eritmalar uchun m-molyar konsentratsiya bilan C-molyar konsentratsiyani teng deb olsa bo'ladi. Unda:

$$P_{osm} = \Delta t RT / K = (8.387 / 1.86) \cdot 8.315 \cdot 10^3 \cdot 273 = 472.3 \cdot 10^3 \text{ n/m}^2$$

$$\text{Javobi: } 92; 472.3 \cdot 10^3 \text{ n/m}^2$$

3-masala. 25°C da toza suv bug' bosimi 3167.73 Pa , shu haroratda 20% li glyukoza eritmasining bug' bosimi qanday bo'ladi?

Yechimi: Glyukozaning 20% li eritmasida erituvchi va erigan modda - glyukozaning mol sonini topamiz:

$$n_1(\text{H}_2\text{O}) = 80/18 = 4.44 \text{ mol}; n_2(\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6) = 20/180 = 0.1 \text{ mol}$$

$$\frac{P_0 - P}{P_0} = \frac{n_2}{n_2 + n_1}$$

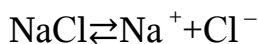
Berilgan qiymatlarni $\frac{3167,73 - P}{3167,73} = \frac{0,11}{0,11 + 4,44}$ formulaga qo'yib P ni topamiz:
dan $P = 3091,14 \text{ Pa}$ bo'ladi.

Javobi: $3091,14 \text{ Pa}$

4-masala. Elektrolitik dissotsiatsiya darajasi $\alpha = 0,8$ bo'lgan $0,2 \text{ M}$ NaCl eritmasining muzlash harorati va 20°C dagi osmotik bosimini hisoblang.

Yechimi: Elektrolitning muzlash haroratining pasayishi Raulning II- qonuni asosida topiladi: $\Delta t_{\text{MUZ}} = iKC$

NaCl eritmada dissotsialanib 2ta ion hosil qiladi, ya'ni $\gamma = 2$;



$$\alpha = \frac{i-1}{\gamma-1} \quad \text{formuladan } i \text{ ni topamiz:}$$

$$i = \alpha(\gamma - 1) + 1 = 0,8(2-1) + 1 = 1,8$$

Muzlash temperaturasi pasayishi:

$$\Delta t_{\text{MUZ}} = iK \cdot C = 1,8 \cdot 1,86 \cdot 0,2 = 0,67^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Elektrolitning muzlash temperaturasi: } t_{\text{MUZ}} = 0^0 - 0,67 = -0,67^{\circ}\text{C}$$

Osmotik bosim quyidagi formula orqali hisoblanadi:

$$P_{\text{OSM}} = i \cdot CRT = 1,8 \cdot 0,2 \cdot 0,082 \cdot 293 = 8,65 \text{ atm}$$

$1 \text{ atm} = 101,325 \text{ Pa}$ ekanligini e'tiborga olib:

$$P_{\text{OSM}} = 8,65 \text{ atm} = 8,65 \cdot 101,325 = 876461,25 \text{ Pa} = 876,46 \text{ kPa}$$

Javobi: $876,46 \text{ kPa}$.

Eritmalarni elektr o'tkazuvchanligiga doir namunaviy masalalar yechish:

1-masala. Mis(II)-xlorid eritmasi orqali $1,2 \text{ A}$ tok 2 soat davomida o'tkazilganda katodda qancha mis ajralib chiqadi?

Berilgan: $i = 1,2 \text{ A}$; $t = 2 \text{ soat}$ yoki $t = 7200 \text{ sek}$; $E(\text{CuCl}_2) = 61,25$

Noma'lum: $m = ?$

Yechimi: Faradey qonuni formulasidan elektroliz natijasida ajralib chiqadigan misning massasi aniqlanadi:

$$m = \frac{\mathcal{E} \cdot i \cdot t}{96500} = \frac{61,25 \cdot 1,2 \cdot 7200}{96500} = 5,484 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$$

Javob: $5,484 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$

2-masala. Sulfat kislota eritmasi 4 min davomida 2,6A tok ta'sirida elektroliz qilinganda n.sh.da qancha xajm(m^3) kislorod ajraladi?

Berilgan: $t = 240 \text{ sek}$; $i = 2,6 \text{ A}$; $E(\text{O}_2) = 8 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$

Noma'lum: $m = ?$ va $V = ?$

Yechimi: 1) Faradey qonunining formulasidan:

$$m = \frac{E \cdot i \cdot t}{96500} = \frac{8 \cdot 10^{-3} \cdot 2,6 \cdot 240}{96500} = 5,2 \cdot 10^{-5} \text{ kg}$$

2) Normal sharoit uchun kislorod xajmi hisoblanadi:

$$0,0224 : 32 \cdot 10^{-3} = V_0 : 5,2 \cdot 10^{-5}$$

$$V_0 = \frac{5,2 \cdot 10^{-5} \cdot 0,0224}{32 \cdot 10^{-3}} = 3,64 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$$

Javob: $3,64 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3$

3-masala. 18°C da solishtirma elektr o'tkazuvchanligi $3,3 \cdot 10^{-2} \text{ om}^{-1} \text{ m}^{-1}$ bo'lgan 0,1kn ammiak eritmasining dissotsilanish darajasi va konstantasini hisoblang. Ionlarning harakatchanligi $l(\text{NH}_4^+) = 6,4 \text{ m}^2 / \text{om} \cdot \text{kg-ekv}$; $l(\text{OH}^-) = 17,4 \text{ m}^2 / \text{om} \cdot \text{kg-ekv}$.

Yechimi: Solishtirma va ekvivalent elektr o'tkazuvchanliklar o'zaro quyidagicha bog'langan:

$$\lambda_V = \frac{\rho}{C}$$

Bu yerda: λ_V - ayni suyultirishdagi ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik; C – eritma konsentratsiyasi kg-ekv m^3

$$\lambda_V = \frac{P}{C} = \frac{3,3 \cdot 10^{-2}}{0,1} = 0,33 \text{ m}^2 / \text{om} \cdot \text{kg-ekv}$$

Cheksiz suyultirilgandagi ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik:

$$\lambda_\infty = l_K + l_A = 6,4 + 17,4 = 23,8 \text{ m}^2 / \text{om} \cdot \text{kg-ekv}$$

$$\alpha = \frac{\lambda_V}{\lambda_\infty} = \frac{0,33}{23,8} = 0,0139 \text{ yoki } 1,39\%$$

Suyultirish qonuniga ko'ra:

$$K_D = \frac{\alpha^2 C}{1 - \alpha} = \frac{0,0139^2 \cdot 0,1}{1 - 0,0139} = 1,96 \cdot 10^{-5}$$

Javob: $\lambda_V = 0,33 \text{ m}^2 / \text{om} \cdot \text{kg-ekv}$; $\lambda_\infty = 23,8 \text{ m}^2 / \text{om} \cdot \text{kg-ekv}$; $K_D = 1,96 \cdot 10^{-5}$

4 – masala. 18°C da ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik $\lambda_v = 1,474 \text{ m}^2 / \text{om} \cdot \text{kg-ekv}$ bo'lgan 0,01n sirka kislota eritmasining elektrolitik dissotsilanish darajasini hisoblang.

Yechimi: Ayni konsentratsiyali CH_3COOH eritmasining ekvivalent elektr o'tkazuvchanligi 1,474. Cheksiz suyultirilgan ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik:

$$\lambda_\infty = l(\text{H}^+) + l(\text{CH}_3\text{COO}^-)$$

$l(\text{H}^+)$, $l(\text{CH}_3\text{COO}^-)$ anion va kationlarning elektr harakatchanligini qiymatlari jadvaldan topiladi:

$$\lambda_\infty = 31,5 + 3,5 = 35 \text{ m}^2 / \text{om} \cdot \text{kg-ekv};$$

$$\lambda_v = 1,474$$

$$\alpha = \frac{1,474}{35} = 0,0421 \text{ yoki } 4,21\%$$

Javob: 4,21%

Elektrokimyo, elektrod potentsialga doir namunaviy masalalar yechish:

Namunaviy masalalar yechish:

1-masala. (+)Ag | $\text{AgNO}_3(0,1\text{n})$ | KCl | $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2(0,5\text{M})$ | Cd (-)

galvanik sistemaning EYUK ni aniqlang. Eritmadagi kadmiy tuzining dissotsilanish darajasi 48%, kumush nitratniki 81%ga teng.

Yechimi: 1) Eritmadagi kumush va kadmiy ionlarning konsentratsiyasini topamiz:

$$C_1(\text{Ag}^+) = C_1 \cdot \alpha_1 = 0,1 \cdot 0,81 = 0,081 \text{ kg-ion/m}^3$$

$$C_2(\text{Cd}^{+2}) = C_2 \cdot \alpha_2 = 0,5 \cdot 0,48 = 0,24 \text{ kg-ion/m}^3$$

2) Galvanik zanjirning EYUK quyidagi tenglama orqali hisoblab topiladi:

$$E = E_2 - E_1 = E_2^0 - E_1^0 + \frac{0,059}{n} \lg C_2 - \frac{0,059}{n} \lg C_1$$

$$E = -0,402 - 0,799 + \frac{0,059}{2} \lg 0,24 - \frac{0,059}{1} \lg 0,081 = -1,156 \text{ vol't}$$

Javob: $E = -1,156 \text{ v}$

2-masala. Rux plastinkasi 0,01M ZnSO_4 eritmasiga tushirilgan. Ruxning elektrod potentsialini toping. $E_0(\text{Zn}) = -0,76 \text{ v}$.

Yechimi: Ruxning elektrod potentsialini Nernst tenglamasidan topiladi:

$$E = E_0 + \frac{0,059}{n} \lg C = -0,76 + \frac{0,059}{2} \lg 10^{-2} = -0,76 + 0,029(-2) = -0,818 \text{ v}$$

Javob: $E = -0,818 \text{ v}$.

3-masala. 25°C da quyidagi

(+)Pt | $\text{Fe}^{+3}(0,1\text{M})$, $\text{Fe}^{+2}(0,01\text{M})$ | KCl | $\text{Sn}^{+4}(0,01\text{M})$, $\text{Sn}^{+2}(0,1\text{M})$ | Pt (-)

oksidlanish-qaytarilish zanjirini red-oks potentsialini toping.

Yechimi: Bu zanjirning oksidlanish-qaytarilish (red-oks) potentsialini topish uchun

$$\varepsilon = \varepsilon_0 + \frac{2,3RT}{nF} \lg \frac{C_{\text{OXC}}}{C_{\text{RED}}} \quad \text{yoki} \quad \varepsilon = \varepsilon_0 + \frac{0,058}{n} \lg \frac{C_{\text{OXC}}}{C_{\text{RED}}} \quad \text{Nernst formulasi bo'yicha har}$$

qaysi elektrodning potentsialini topib, so'ngra bu potentsiallarning ayirmasi olinadi.

$$\varepsilon_1 = \varepsilon_1 + \frac{0,058}{1} \lg \frac{C_{\text{Fe}^{+3}}}{C_{\text{Fe}^{+2}}} \quad \varepsilon_2 = \varepsilon_2 + \frac{0,058}{2} \lg \frac{C_{\text{Sn}^{+4}}}{C_{\text{Sn}^{+2}}}$$

$\varepsilon^0_1(\text{Fe}^{+3}/\text{Fe}^{+2}) = + 0,783\text{v}$; $\varepsilon^0_1(\text{Sn}^{+4}/\text{Sn}^{+2}) = + 0,153\text{v}$ qiymatlar 11-jadvaldan olinadi. Berilganlarni yuqoridagi formulalarga qo'yib,

ε_1 , ε_2 va ε topiladi:

$$\varepsilon_1 = 0,783 + 0,058 \lg \frac{0,1}{0,01} = 0,783 + 0,058 = + 0,841\text{v};$$

$$\varepsilon_2 = 0,153 + \frac{0,058}{2} \lg \frac{0,01}{0,1} = 0,153 + 0,029 \cdot (-1) = + 0,124\text{v}$$

$$\varepsilon = \varepsilon_1 - \varepsilon_2 = 0,841 - 0,124 = 0,717\text{v}$$

Javob: 0,717v

4-masala. 18°C da elektr yurituvchi kuch (EYUK) 0,336v bo'lgan xingidron – kalomel zanjirining sxemasini tuzing va tekshirilayotgan eritmaning pH ini hisoblang.

Yechimi: 1) Xingidron- kalomel zanjiring sxemasini tuzamiz:



2) Jadvaldan $\varepsilon^0_{\text{xg}} = 0,7044\text{v}$; $\varepsilon_k = 0,2503\text{v}$ qiymatlarni topib, eritmaning pHini quyidagi formuladan hisoblaymiz:

$$\text{pH} = \frac{\varepsilon^0_{\text{xg}} - \varepsilon_k - n}{0,0577} = \frac{(0,7044 - 0,2503) - 0,336}{0,0577} = 2,03$$

Javob: pH=2,03.

Kimyoviy muvozanat va kuchsiz elektrolitlarni vodorod ko'rsatkichlarini hisoblashga doir namunaviy masalalar echish:

1-masala. Ushbu $\text{N}_2 + 3\text{H}_2 \leftrightarrow 2\text{NH}_3$ qaytar reaksiyaning muvozanat xolatida moddalarning konsentratsiyalari quyidagicha: $[\text{N}_2] = 0,01\text{mol/l}$; $[\text{H}_2] = 2,0\text{mol/l}$; $[\text{NH}_3] = 0,40\text{mol/l}$ bo'lsa, muvozanat konstantasini va azot bilan vodorodlarning dastlabki konsentratsiyalarini hisoblang.

Yechimi: Keltirilgan qaytar reaksiya uchun muvozanat konstantasi:

$$K_m = \frac{[\text{NH}_3]^2}{[\text{N}_2] \cdot [\text{H}_2]^3}$$

Bu tenglamaga berilganlarni qo'yib K_m ni topamiz:

$$K_m = \frac{(0,4)^2}{(0,01) \cdot 2^3} = \frac{0,16}{0,01 \cdot 8} = 2$$

Reaksiya tenglamasidan ko'rinib turibdiki, 1mol azot, 3mol vodoroddan 2 mol ammiak hosil bo'ladi. Demak, 0,4mol ammiak hosil qilish uchun 0,2mol azot va 0,6 mol vodorod sarf bo'lgan. Bundan, azot va vodorodning dastlabki konsentratsiyalari:

$$[\text{N}_2]_D = 0,01 + 0,2 = 0,21\text{mol/l}; [\text{H}_2]_D = 2,0 + 0,6 = 2,6\text{mol/l}.$$

2-masala. $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{C}_2\text{H}_5\text{OH} \leftrightarrow \text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5 + \text{H}_2\text{O}$ qaytar reaksiyaning muvozanat konstantasi 4 ga teng. Reaksiya uchun 1mol/l kislota va 2 mol/l spirt olinsa, muvozanat xolatida necha mol efir hosil bo'ladi?

Yechimi: Muvozanat vaqtida X mol efir hosil bo'ldi deb belgilasak, reaksiya tenglamasiga muvofiq muvozanat vaqtida hosil bo'lgan moddalarning miqdorlari quyidagicha bo'ladi:

$$[\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5] = X; [\text{H}_2\text{O}] = X; [\text{CH}_3\text{COOH}] = 1 - X; [\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}] = 2 - X$$

Reaksiyaning muvozanat konstantasi:

$$K_m = \frac{[CH_3COOC_2H_5] \cdot [H_2O]}{[CH_3COOH] \cdot [C_2H_5OH]} = \frac{X^2}{(1-X) \cdot (2-X)} = 4$$

Bundan $3x^2 - 12x + 8 = 0$ kvadrat tenglama kelib chiqadi. Tenglamani echib $x_1 = 3,15$ va $x_2 = 0,845$ ni topamiz. X_1 ning qiymati masalaning shartini qanoatlantirmaydi. Demak, reaksiya uchun 1 mol kislota, 2 mol spirt olinganda muvozanat xolatda 0,845 mol efir hosil bo'ladi.

3-masala. 0,1n sirka kislota eritmasining pH va pOH qiymatlarini hisoblang. Sirka kislotasining muvozanat konstantasi $K_m = 1,85 \cdot 10^{-5}$.

Yechimi: Masalani $pH = -\frac{1}{2} \lg K - \frac{1}{2} \lg C$ tenglamadan foydalanib echamiz.

Berilganlarni tenglamaga qo'yib pH ni topamiz:

$$pH = -\frac{1}{2} \lg(1,85 \cdot 10^{-5}) - \frac{1}{2} \lg 0,1 = 2,86$$

$$pOH = 14 - pH = 14 - 2,86 = 11,14$$

Javob: pH = 2,86; pOH = 11,14

4-masala. Eritmada $[H^+] = 0,0036 \text{ kg-ion / m}^3$ bo'lsa, eritmaning pHini hisoblang.

Yechimi: $[H^+] = 0,0036$ ni $3,6 \cdot 10^{-3}$ shaklda yozamiz va $pH = -\lg[H^+]$ formulaga berilgan qiymatni qo'yib:

$$pH = -\lg 3,6 \cdot 10^{-3} = -\lg 3,6 + 3 = 2,4$$

Javob: pH = 2,4

5-masala. Eritmaning pH = 5,5 bo'lsa, vodorod va gidroksil ionlarning konsentratsiyasini hisoblang.

Yechimi: $pH = -\lg[H^+]$ yoki $\lg[H^+] = -pH = -5,5$ Bu sonning butun qismini manfiyligicha qoldirib, kasr xonasini musbatga aylantiramiz. Buning uchun butun songa -1 va kasrga +1 qo'shamiz:

$$-5,5 = -5 + (-1) + (-0,5) + 1 = -6 + 0,5 \text{ ya'ni, } -5,5 \text{ o'rniga } -6 + 0,5$$

olamiz. -6 ga $\lg 10^{-6}$ va 0,5ga $\lg 3,2$ to'g'ri keladi.

Bundan, $[H^+] = 3,2 \cdot 10^{-6} \text{ kg-ion / m}^3$ bo'ladi. Gidroksil ionning konsentratsiyasi esa:

$$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{3,2 \cdot 10^{-6}} = 3,1 \cdot 10^{-9} \text{ kg-ion / m}^3 \text{ yoki } 3,1 \cdot 10^{-9} \text{ g-ion / l.}$$

6-masala. $CH_3COOH + CH_3COONa$ atsetatli bufer eritmada har bir moddadan 0,1 mol / l bor, shu aralashmaning pHini hisoblang. Bu 1 litr aralashmagaa) 0,01 mol HCl; b) 0,01 mol NaOH qo'shilganda va aralashmaga suv bilan 100 marta suyultirilganda pH qanday o'zgarishini ko'rsating. Sirka kislotasining dissotsilanish konstantasi $K_D = 1,86 \cdot 10^{-5}$.

Yechimi: Sirka kislotasining pKni topamiz:

$$pK = -\lg K_{k-ta} = -\lg 1,86 \cdot 10^{-5} = 4,76$$

Atsetatli bufer eritmaning pHini topamiz:

$$pH = pK - \lg \frac{C_{K-TA}}{C_{TV3}} = 4,76 - \lg \frac{0,1}{0,1} = 4,76$$

a) Bu aralashmaning 1 litriga 0,01 mol HCl qo'shib, eritmaning pHini yuqoridagi tenglama bo'yicha hisoblaymiz. Xlorid kislota kuchli elektrolit bo'lgani uchun eritmada yuz foiz ionlarga parchalanadi:

$\text{HCl} \leftrightarrow \text{H}^+ + \text{Cl}^-$ Vodorod ionlari atsetat ionlar bilan birikib, sirka kislotasining konsentratsiyasini oshiradi. Buning natijasida:

$C_{\text{K-TA}} = 0,11 \text{ mol/l}$; $C_{\text{TUZ}} = 0,09 \text{ mol/l}$ teng bo'lib qoladi. Demak:

$$\text{pH} = 4,76 - \lg \frac{0,11}{0,09} = 4,67$$

a) Xuddi shunga o'xshash 1l eritmaga 0,01 mol NaOH qo'shilganda, pH judaoz o'zgaradi, chunki kuchli ishqor kuchsiz kislota bilan ta'sir etib, tuzga CH_3COONa

b) aylanadi, ya'ni kislota 0,09 ga kamayadi, tuz konsentratsiyasi 0,11 ga oshadi:

$$\text{pH} = 4,76 - \lg \frac{0,09}{0,11} = 4,84$$

Nihoyat, eritmani 100 marta suyultirsak, aralashmaning pH o'zgarmaydi. $\text{pH} = 4,76 - \lg \frac{0,001}{0,001} = 4,76$ Shunday qilib, bufer eritmalargaoz miqdorda kislota yoki ishqor qo'shilganda, shuningdek eritma suyultirilganda pH deyarli o'zgarmaydi.

Kolloid eritmalarning barqarorlik nazariyasiga doir namunaviy masalalar yechish:

1-masala. Kaliy yodidning $2 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$ 0,01n eritmasiga AgNO_3 ning 0,2%li $1,5 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$ eritmasidan asta-sekin qo'shib kumush yodid gidrozoli hosil qilingan. AgI gidrozoli mitsellasining tuzilishini yozib, zarrachaning elektr maydonida qaysi qutbga yo'nalishini aniqlang. Kumush nitrat eritmasining zichligi $\rho = 1 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}^3$.

Yechimi: Dastlab har bir eritmada tuzning miqdori hisoblanadi. KI kg-ekv aniqlanadi:

$$m = V \cdot C_n = 2 \cdot 10^{-5} \cdot 0,01 = 2 \cdot 10^{-6} \text{ kg-ekv.}$$

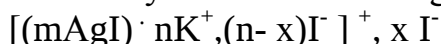
AgNO_3 ning kg-ekv. aniqlash uchun %li eritmaning normal konsentratsiyasini quyidagi formuladan topiladi:

$$C_n = \frac{\rho \cdot 10 \cdot C\%}{\vartheta} = \frac{1 \cdot 10 \cdot 0,2}{170} = 0,012 \text{H}$$

$$m = 1,5 \cdot 10^{-5} \cdot 0,012 = 1,8 \cdot 10^{-7} \text{ kg-ekv.}$$

Hisoblardan ko'rinib turibdiki, eritmada kaliy yodidning miqdori ko'p bo'lgani uchun mitsella yadrosini K^+ ionlari o'rab oladi.

Kumush yodid mitsellasining tuzilishi:



Zol musbat zaryadlangan bo'lib, AgI zarrachalari elektr maydonida manfiy qutb tomon harakatlanadi.

2-masala. Gidroksil ionning konsentratsiyasi $C_{\text{OH}^-} = 3 \cdot 10^{-10} \text{ kg-ion/m}^3$ bo'lgan bufer aralashmada izoelektrik nuqtasi $\text{pH} = 4,3$ bo'lgan oqsil zarrachalarining elektroforezda harakatlanish yo'nalishini aniqlang.

Yechimi: Oqsilning zaryad ishorasini bilish uchun oqsil saqllovchi bufer eritmaning pH topiladi:

$$pH = -\lg[H^+]; \quad [H^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14}$$

$$[H^+] = \frac{10^{-14}}{[OH^-]} = \frac{10^{-14}}{3 \cdot 10^{-10}} = 3,33 \cdot 10^{-5} \text{ kg-ion/m}^3$$

$$pH = -\lg 3,33 \cdot 10^{-5} = -(0,5224 - 5) = 4,47$$

Oqsilning izoelektrik xolatiga (pH=4,3) nisbatan eritma muhiti kuchsiz kislotali ekan. Shuning uchun, bu eritmada oqsil zarrachalari manfiy qiymatga ega bo'ladi va elektroforezda ular anod tomon harakatlanadi.

Kolloid sistemalar holatining o'zgarishiga doir namunaviy masalalar yechish:

1-masala. $2 \cdot 10^{-5}$ mishyak(III)-sulfid zolini koagulyatsiyaga uchratish uchun 1kn KCl eritmasidan $2 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$, 0,01kn Na_2SO_4 eritmasidan $1,2 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$; 0,001kn Na_3PO_4 eritmasidan $6 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ sarf bo'lgan bo'lsa, mishyak (III)- sulfid zarrachasining ishorasini va uchta elektrolitlarning koagulyatsiya porogini aniqlang.

Yechimi: Har qaysi elektrolitlar uchun koagulyatsiya porogi quyidagi formula bo'yicha hisoblab topiladi:

$$C_n = \frac{N_{\text{э}} \cdot V_{\text{э}}}{V_{\text{э}} + V_{\text{30лб}}}$$

$$\text{KCl uchun } C_n = \frac{1 \cdot 2 \cdot 10^{-5}}{2 \cdot 10^{-5} + 2 \cdot 10^{-5}} = 0,5 \text{ кг-э/м}^3$$

$$\text{Na}_2\text{SO}_4 \text{ uchun } C_n = \frac{1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 0,01}{1,2 \cdot 10^{-5} + 2 \cdot 10^{-5}} = 0,0037 \text{ кг-э/м}^3$$

$$\text{Na}_3\text{PO}_4 \text{ uchun } C_n = \frac{6 \cdot 10^{-6} \cdot 0,001}{6 \cdot 10^{-6} + 2 \cdot 10^{-5}} = 0,00023 \text{ кг-э/м}^3$$

Elektrolitlarning bir –biriga nisbatan koagulyatsiya xossasini necha marta ortig'ligini quyidagi nisbatdan bilish mumkin.

$\text{KCl} : \text{Na}_2\text{SO}_4 : \text{Na}_3\text{PO}_4 = 1 : 135 : 2173$ ko'rinib turibdiki, koagulyatsiya porogi anionning valentligi ortishi bilan keskin kamayadi. Demak, koagulyator-ion anionlar bo'lganligi uchun As_2S_3 gidrozoli musbat zaryadga ega.

Mustaqil ishlash uchun test va savollar

1. Izobar jarayonda sistema bajargan ish qanday ifodalanadi?

- A) $W=0$ $W = 0$ $W=0$
- B) $W=nRTW = nRTW=nRT$
- C) $W=P\Delta V = P \Delta V = P\Delta V$
- D) $W=\Delta U = \Delta U = \Delta U$

2. Ideal gaz tenglamasi qaysi?

- A) $PV=nRT$ $PV = nRT$ $PV=nRT$
- B) $P=nVP = \frac{n}{V}P=Vn$
- C) $V=RTV = RTV=RT$
- D) $PV=RTPV = RTPV=RT$

3. Reaksiya tezligi nimaga bog'liq?

- A) Faqat temperatura
 - B) Faqat konsentratsiya
 - C) Konsentratsiya va temperatura
 - D) Faqat bosim
4. Galvanik elementda elektr toki nimadan hosil bo‘ladi?
- A) Issiqlik energiyasi
 - B) Kimyoviy reaksiya
 - C) Yorug‘lik energiyasi
 - D) Mexanik energiya
5. Eritmaning molyal konsentratsiyasi qanday belgilanadi?
- A) M
 - B) m
 - C) N
 - D) X
6. Gibbs faza qoidasi formulasi qaysi?
- A) $F = C + PF = C + PF = C + P$
 - B) $F = C - P + 2F = C - P + 2F = C - P + 2$
 - C) $F = P - C + 2F = P - C + 2F = P - C + 2$
 - D) $F = C + 2F = C + 2F = C + 2$
7. Kolloid zarrachalarning o‘lchami qaysi oraliqda bo‘ladi?
- A) 1 nm dan kichik
 - B) 1–100 nm
 - C) 100–1000 nm
 - D) 1 mm dan katta
8. Kolloid eritmalarida yorug‘likning sochilishi qanday ataladi?
- A) Difraksiya
 - B) Interferensiya
 - C) Tyndall effekti
 - D) Absorbsiya
9. Kolloid zarrachalarning barqarorligi nimaga bog‘liq?
- A) Faqat temperatura
 - B) Zarrachalarning elektr zaryadiga
 - C) Faqat bosimga
 - D) Rangiga
10. Elektr maydon ta’sirida kolloid zarrachalarning harakati nima deyiladi?
- A) Diffuziya
 - B) Osmos
 - C) Elektroforez
 - D) Sedimentatsiya
11. Kolloid zarrachalarning birikib cho‘kishi nima deyiladi?
- A) Adsorbsiya
 - B) Koagulyatsiya
 - C) Diffuziya
 - D) Dissotsiatsiya
12. Koagulyatsiya tezligi nimaga bog‘liq?
- A) Erituvchi rangiga
 - B) Elektrolit valentligiga
 - C) Haroratga emas
 - D) Faqat bosimga
13. Kolloid zarrachalarning tartibsiz harakati qanday ataladi?
- A) Konveksiya
 - B) Braun harakati

- C) Sedimentatsiya
- D) Adsorbsiya
- 14. Moddaning boshqa modda yuzasida to'planishi nima deyiladi?
- A) Absorbsiya
- B) Adsorbsiya
- C) Diffuziya
- D) Eritilish

Fizikaviy kimyodan savollar

1. Fizik kimyo fanining predmeti va asosiy vazifalari nimalardan iborat?
2. Termodinamikaning birinchi qonuni nimani ifodalaydi?
3. Termodinamikaning ikkinchi qonuni mazmunini tushuntiring.
4. Ichki energiya, ish va issiqlik tushunchalarini izohlang.
5. Ideal gaz qonuni qanday ifodalanadi va qaysi kattaliklarni bog'laydi?
6. Entropiya nima va u qanday o'zgaradi?
7. Gibbs erkin energiyasi nima?
8. Le-Chatelier prinsipi nimani tushuntiradi?
9. Kimyoviy muvozanat doimiysi nima va qanday aniqlanadi?
10. Fazalar va komponentlar tushunchasini izohlang.
11. Nima uchun issiqlik o'z-o'zidan sovuqdan issiqqa o'tmaydi?
12. Nima sababdan gazlar kengayganda soviydi?
13. Muvozanat holatida reaksiya tezliklari qanday bo'ladi?
14. Temperaturaning muvozanatga ta'siri qanday?
15. Nima uchun ba'zi reaksiyalar o'z-o'zidan boradi, boshqalari esa yo'q?
16. Gazning bosimi, hajmi va temperaturasi berilgan — noma'lum kattalikni toping.
17. Issiqlik effekti bo'yicha reaksiya turini aniqlang (ekzotermik yoki endotermik).
18. Muvozanat konstantasi berilgan — reaksiya yo'nalishini aniqlang.
19. Eritmaning konsentratsiyasi asosida pH ni hisoblang.
20. Reaksiya tezligi tenglamasini aniqlash uchun qanday ma'lumotlar kerak?
21. Reaksiya tezligi nima va u qanday aniqlanadi?
22. Reaksiya tartibi nima?
23. Aktivlanish energiyasi nima?
24. Katalizatorning roli nimadan iborat?
25. Temperaturaning reaksiya tezligiga ta'siri qanday?
26. Galvanik element nima?
27. Elektrod potentsiali nima?
28. Nernst tenglamasi qanday ifodalanadi?
29. Elektroliz jarayoni qanday sodir bo'ladi?
30. Faradey qonunlarini tushuntiring.
31. Nima uchun entropiya ortib boradi?
32. Agar sistema izolyatsiyalangan bo'lsa, unda qanday o'zgarishlar yuz beradi?
33. Bosim oshirilsa, gaz reaksiyalarida muvozanat qaysi tomonga siljiydi?
34. Katalizator qo'shilganda muvozanat o'zgaradimi? Nima uchun?
35. Nima sababdan ba'zi reaksiyalar juda tez, boshqalari esa sekin kechadi?

System 1: NaNO₃ + KNO₃

Measured by: Eva Rodil and Mar Marcos-Arroyo

Explanation of Symbols:

m - molality of total electrolyte
 E_{Na^+} - potential in mV for cation Na⁺
 $E_{NO_3^-}$ - potential in mV for anion NO₃⁻
 $-X_{Na^+} = m_{Na^+} / (m_{Na^+} + m_{K^+})$

m	$X_{Na^+} = 1$ run 7*		$X_{Na^+} = 0$ run 8*			
	$E_{NO_3^-}$ (mV)	E_{Na^+} (mV)	$E_{NO_3^-}$ (mV)			
0.002	159.8	147.8	157.6			
0.003	148.9	158.5	147.6			
0.004	141.8	165.8	140.7			
0.005	136.9	171.1	135.3			
0.006	132.5	175.4	131.6			
0.007	128.8	179.3	127.9			
0.008	125.8	182.2	124.9			
0.01	120.8	187.1	119.5			
0.03	95.7	212.5	94.8			
0.05	84.4	224.6	83.4			
0.07	76.9	232.8	76.1			
0.1	69.1	241.5	68.4			
0.2	54.6	258.8	54.5			
0.3	46.4	268.7	46.6			
0.4	41.0	275.8	41.3			
0.6	33.4	286.0	34.3			
0.8	28.6	293.3	29.9			
0.9	25.1	299.3	28.2			
1.0	22.4	304.1	-			
1.2	20.1	308.0	27.0			
1.4	18.3	311.4	24.8			
1.6	16.8	314.6	22.9			
1.8	15.4	317.5	21.5			
2.0	12.5	323.2	20.3			
2.5	10.6	328.4	19.3			
3.0	159.8	147.8	17.2			
3.5	148.9	158.5	-			

* The runs for $X_{Na^+} = 1$ and $X_{Na^+} = 0$ are already deposited in *ACTIVITY OF INDIVIDUAL IONS IN AQUEOUS SOLUTIONS, 2004*.

System 2: NaBr + NaCl

Measured by: Eva Rodil

Explanation of Symbols:

m - molality of total electrolyte
 E_{Na^+} - potential in mV for cation Na⁺
 E_{Cl^-} - potential in mV for anion Cl⁻
 $-X_{Cl^-} = m_{Cl^-} / (m_{Cl^-} + m_{Br^-})$

m	$X_{Na^+} = 3/4$				$X_{Na^+} = 1/2$	
	run 1		run 2		run 3	
	E_{Cl^-} (mV)	E_{K^+} (mV)	E_{Cl^-} (mV)	E_{K^+} (mV)	E_{Cl^-} (mV)	E_{K^+} (mV)
0.004	161.3	-69.8	159.9	-69.9	159.7	-56.0
0.008	144.5	-52.2	143.5	-53.5	143.0	-39.1
0.012	135.1	-42.2	133.9	-43.7	132.7	-29.2
0.016	128.5	-35.6	127.5	-36.4	125.7	-21.6
0.2	70.6	24.0	68.9	21.5	67.6	38.8
0.5	50.5	44.9	48.6	43.2	47.3	59.6
1.0	35.4	60.3	33.4	59.0	32.0	74.7
1.4	27.9	68.0	26.0	66.9	24.4	81.3
2.0	19.7	75.8	17.6	74.8	16.1	89.0
3.0	9.9	84.6	7.4	84.6	6.0	97.4
4.0	1.7	91.4	-0.8	91.2	-3.4	104.4

m	$X_{Na^+} = 1/2$		$X_{Na^+} = 1/4$			
	run 4		run 5		run 6	
	E_{Cl^-} (mV)	E_{K^+} (mV)	E_{Cl^-} (mV)	E_{K^+} (mV)	E_{Cl^-} (mV)	E_{K^+} (mV)
0.004	153.8	-56.2	162.3	-43.9	160.8	-40.1
0.008	134.2	-30.8	145.6	-26.2	144.7	-23.7
0.012	130.3	-30.7	135.4	-16.0	135.3	-14.4
0.016	123.8	-24.0	128.1	-8.3	128.4	-7.3
0.2	64.9	36.2	70.2	51.5	71.3	51.0
0.5	44.4	57.2	49.7	71.8	50.3	71.5
1.0	30.2	73.0	34.1	86.3	34.8	86.2
1.4	22.3	80.5	26.6	92.7	27.2	93.4
2.0	13.9	88.5	18.3	99.9	18.7	100.9
3.0	3.6	98.1	8.3	108.8	8.5	108.8
4.0	-4.7	103.9	-0.7	115.3	-0.3	114.4

The runs for $X_{Na^+} = 1$ and $X_{Na^+} = 0$ are already deposited in *Activity of Individual Ions in aqueous solutions, 2004*, and in *Activity of Individual Ions in aqueous solutions, 2005*.

Glossariy

Termin	O'zbek tilidagi sharhi	Rus tilidagi sharhi	Ingliz tilidagi sharhi
Fizikaviy kimyo	Kimyoviy jarayonlarning fizik qonuniyatlarini o'rganadigan fan	Физическая химия – наука, изучающая физические закономерности химических процессов	Physical chemistry – the science that studies physical laws of chemical processes
Kimyoviy kinetika	Kimyoviy reaksiyalar tezligi va mexanizmini o'rganadigan bo'lim	Химическая кинетика – раздел, изучающий скорость и механизм химических реакций	Chemical kinetics – the study of the rate and mechanism of chemical reactions
Reaksiya tezligi	Vaqt birligida modda konsentratsiyasining o'zgarishi	Скорость реакции – изменение концентрации вещества за единицу времени	Reaction rate – the change in concentration of a substance per unit time
Katalizator	Reaksiya tezligini o'zgartirib, o'zi sarflanmay qoladigan modda	Катализатор – вещество, изменяющее скорость реакции и не расходующееся в процессе	Catalyst – a substance that changes reaction rate without being consumed
Aktivlanish energiyasi	Reaksiya boshlanishi uchun zarur minimal energiya	Энергия активации – минимальная энергия для начала реакции	Activation energy – the minimum energy required for a reaction to occur
Kimyoviy muvozanat	To'g'ri va teskari reaksiyalar tezligi teng bo'lgan holat	Химическое равновесие – состояние, при котором скорости прямой и обратной реакций равны	Chemical equilibrium – the state where forward and reverse reaction rates are equal
Muvozanat konstantasi	Muvozanat holatida moddalar konsentratsiyasi nisbatini ko'rsatuvchi kattalik	Константа равновесия – величина, характеризующая соотношение концентраций веществ в равновесии	Equilibrium constant – a value that expresses the ratio of concentrations at equilibrium
Entalpiya	Tizimdagi issiqlik energiyasini	Энтальпия – термодинамическая	Enthalpy – a thermodynamic quantity

	ifodalovchi termodinamik kattalik	величина, характеризующая тепловое состояние системы	representing heat content of a system
Entropiya	Tizimdagi tartibsizlik darajasini ifodalovchi kattalik	Энтропия – мера беспорядка системы	Entropy – a measure of disorder in a system
Gibbs erkin energiyasi	Tizimda foydali ish bajarish uchun mavjud energiya	Свободная энергия Гиббса – энергия, способная совершать полезную работу	Gibbs free energy – the energy available to do useful work
Adsorbsiya	Moddaning boshqa modda yuzasida to‘planishi	Адсорбция – накопление вещества на поверхности другого вещества	Adsorption – accumulation of a substance on the surface of another substance
Diffuziya	Zarrachalarning konsentratsiya farqi ta’sirida tarqalishi	Диффузия – самопроизвольное перемещение частиц из области высокой концентрации в низкую	Diffusion – movement of particles from high to low concentration
Elektrolit	Eritmada ionlarga ajralib elektr tokini o‘tkazadigan modda	Электролит – вещество, проводящее электрический ток в растворе	Electrolyte – a substance that conducts electricity in solution
Elektr o‘tkazuvchanlik	Eritmaning elektr tokini o‘tkazish qobiliyati	Электропроводность – способность раствора проводить электрический ток	Electrical conductivity – ability of a solution to conduct electric current

Adabiyotlar ro'yxati

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-sonli "2022-2026-yillarda mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi" to'g'risidagi strategiyasi // <https://lex.uz/docs/http://lex.uz/ru/docs/5841063>
2. PQ-4805-sonli "Kimyo va biologiya yo'nalishlarida uzluksiz ta'lim sifatini va ilm-fan natijadorligini oshirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi 2020-yil 12-avgust qarori.
3. PQ-4623-sonli "Pedagogik ta'lim sohasini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi 2020-yil 27-fevral qarori.
4. O'RQ-637-sonli 2020-yil 23-sentyabrdagi "Ta'lim to'g'risida"gi qonuni.
5. PF-6097-sonli "Ilm fanni 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to'g'risida"gi 2020-yil 29-oktyabr farmoni.
6. A. Abdusamatov, S. Zokirov, R. Ziyaev. "Fizik-kolloid kimyo". Darslik. "Fan va texnologiya" nashriyoti. T-2014 yil.
7. M.T.Xolmuradov. "Fizik kimyo". Toshkent. 2010
8. Sh.S.Sharipov. "Fizik kimyo masalalari va ularni yechish". Toshkent. 2008.
9. B.T.Teshaboyev. "Kimyovitermodinamikasoslari". Toshkent. 2012
10. N.X.To'xtayev. "Fizik kimyo laboratoriya ishlari". Toshkent. 2005
11. U. Q. Qodirov. "Fizik kimyo (amaliy mashg'ulotlar)". Toshkent: *Fan*, 2011
12. D. R. Karimov. "Kimyoviy kinetika va kataliz". Toshkent: *Fan va texnologiya*, 2013
13. Rustamov A. P. "Fizik kimyo", T. "O'zbekiston" 2000 yil.
14. Axmedov K.S., Raximov X., P. "Kolloid ximiya" T. "O'qituvchi" 1992 yil.
15. Aminov S.N., Popkov V.A. "Fizik-kolloid kimyodan amaliy mashg'ulotlar". -T. *Fan*. 2006 yil.
16. Voyutskiy S.S. Kurs kolloidnoy ximii. – M: - Ximiya, - 1976, - 550s.
17. Molecular Thermodynamics by McQuarrie and Simon. 2000.
18. Thermodynamics and an Introduction to Thermostatistics by Herbert B. Callen 2006.43-b
19. Chemical Kinetics and Reaction Dynamics by Paul L. Houston. 2001.
20. Chemical Kinetics by Keith J. Laidler. 2003.25-b.
21. Физическая химия под редакцией Б.П. Никольского. 2007.
22. Физическая химия Ю.А. Ерофеев 2008 у.
23. Задачи и упражнения по физической химии В. В. Еремин. 2010. -56b
24. Axmedov M. A. Kolloid kimyo fanidan laboratoriya mashg'ulotlari. Metodik ko'rsatma: - T: - UzMU, - 2005, - 50b.
25. A. Abdullayev "Fizik kimyo asoslari" Toshkent. 2003.123-b
26. R. S. Iskandarov. "Fizik kimyo kursi". Toshkent 2006. 145-b
27. Х.И.Акбаров, Р.С.Тиллаев. "Физик кимёдан амалий машғулотлар" (русча нашрдан таржима). Тошкент: "Ўзбекистон", 1998, 48-66 б.
28. Anatol Malijevsky Physical Chemistry in brief, Institute of Chemistry, Prague, 2005.

29. Swapnil Khope, Sharmistha Pal. Gibbs Formation Energy of a Cocrystal that Dissociates into a Hydrate. *Crystal Growth & Design* 2022, 22 (8) , 4777-4786. <https://doi.org/10.1021/acs.cgd.2c00206>
30. Artem O. Surov, Alexander P. Voronin, Ksenia V. Drozd, Tatyana V. Volkova, Nikita Vasilev, Dmitriy Batov, Andrei V. Churakov, German L. Perlovich. Extending the Range of Nitrofurantoin Solid Forms: Effect of Molecular and Crystal Structure on Formation Thermodynamics and Physicochemical Properties. *Crystal Growth & Design* 2022, 22(4), 2586. <https://doi.org/10.1021/acs.cgd.2c00044>
31. Х.И. Акбаров, Р.С. Тиллаев. “Физикавий кимёдан амалий машғулотлар”. Тошкент-2006, 43 бет.
32. Стромберг А.Г., Семченко Д.П. Физическая химия. М.: «Высшая школа». 2009.
33. Physical Chemistry by Peter Atkins and Julio de Paula. 2014
34. Physical Chemistry by Ira N. Levine. 2009
35. Physical Chemistry: A Molecular Approach by Donald A. McQuarrie and John D. Simon. 2000.
36. Elements of Physical Chemistry by Peter Atkins and Julio de Paula. 2009.
37. Х.И. Акбаров, Р.С. Тиллаев, Б.У. Саъдуллаев. Физикавий кимё, Тошкент, Университет, 2014, 436 бет.
38. Howard Devoe Thermodynamics and chemistry. A.P.Ch.E. University of Maryland, 2015
39. B. Tashpulatov “Katalitik reaksiyalarning kinetik qonuniyatlari va mexanizmi” dissertatsiya ishi. 2024y.
40. Abduvahob Vahobov. “Ion-selektiv elektrodlar yordamida eritmalarni potensiyometrik tahlil qilish”. Dissertatsiya ishi. 2023y.

MUNDARIJA

KIRISH	3
Laboratoriyada ishlash qoidalari.....	4
I BOB Eritmalarning umumiy harakteristikasi	
1.1.Tuzning erish issiqligini topish.....	15
1.2. Kalorimetr doimiyligini topish.....	16
1.3. Neytrallanish issiqligini topish.....	19
1.4. Suvsiz mis (II) sulfatning erish issiqligini aniqlash.....	19
1.5. Suvsiz mis (II) sul'fat kristallgidratining erish issiqligini aniqlash.....	25
1.6. Sirka kislotaning dissotsialanish issiqligi topish.....	26
II BOB Eritmalarda bo'ladigan diffuziya va osmos hodisalari.	
2.1. Eritgan moddaning molekulyar massasini shu eritmaning muzlash temperaturasi qarang aniqlash.....	28
2.2. Bekman termometrni sozlash.....	32
2.3. Elektrolitmas eritmalarning xossalari qarang tajriba o'tkazish.....	35
III BOB Eritmalarning elektr o'tkazuvchanligi	
3.1.Elektrolit eritmalarning elektr o'tkazuvchanligi.....	38
3.2.Ekvivalent va molyar elektr o'tkazuvchanlik.....	41
3.3.Idish doimiysini aniqlash.....	44
3.4. Kuchli elektrolitning κ , λ , λ_{∞} va f_{λ} qiymatlarini aniqlash.....	46
3.5.Kuchsiz elektrolitning κ , λ , λ_{∞} , α va K_{dis} qiymatlarini aniqlash.....	46
3.6.Qiyin eruvchan tuzning eruvchanligini va eruvchanlik ko'paytmasini aniqlash.....	48
IV BOB ELEKTROKIMYOVIY ZANJIRLARNING ELEKTR YURITUVCHI KUCHINI O'LCHASH	
4.1. Elektrod tushunchasi. Elektrod potentsialining paydo bo'lishi.....	53
4.2. Elektrokimyoviy ish o'rini tajribalarga tayyorlash.....	56
4.3.Yakobi-Daniel elementining EYuK ni aniqlash.....	57
4.4.Metallarning standart elektrod potentsiallarini aniqlash.....	59
4.5. Potensiometriya.....	62
4.6. Korroziya va metallarni korroziyada saqlash.....	65
V BOB BIMOLEKULAR REAKSIYALARNING XUSUSIY VA UMUMIY TARTIBLARINI ANIQLASH	
5.1. Tezlik doimiysi haqida tushuncha va topish usullari.....	70
5.2. Saxarozaning gidrolizlanish reaksiyasi kinetikasini o'rganish va tezlik doimiysini aniqlash.....	73
VI BOB REAKSIYALARNING TEZLIGIGA MUHIT ION KUCHI VA HARORATNING TA'SIRI	
6.1.Birlamchi tuz effekti. Brensted-Byerrum tenglamasi.....	76
6.2.Reaksiyaning faollanish energiyasini aniqlash.....	82
6.3.Iodit kislota ammoniy persulfat yordamida oksidlanishi tezligiga natriy ionlarining katalitik ta'siri.....	83
6.4.Iodit kislota ammoniy persulfat yordamida oksidlanishi tezligiga temir ionlarining katalitik ta'siri.....	84
VII BOB Adsorbtsiya va uning mohiyati	

7.1. Adsorbsiya.....	87
7.2. Qattiq moddalar sirtidagi adsorbsiya.....	89
7.3. Ion almashinish adsorbsiyasi.....	89
7.4. Ishlatilishi.....	90
7.5. 1-Tajriba. Sirka kislotaning ko‘mir tomonidan adsorbsiyalanishi.....	90
VIII BOB Turli suyuqliklarning sirt tarangligini aniqlash	
8.1. Sirt taranglik	93
8.2. Sirt taranglik koeffisienti.....	94
8.3. Sirt taranglikni aniqlash usullari.....	94
8.4. Sirt taranglikni <i>stalagmometr</i> usulida aniqlash.....	95
IX BOB Kolloid eritmalarining olinishi	
9.1. Kolloid eritmalar.....	97
9.2. Kolloid eritmalarining olishin ushullari.....	98
9.3. Kolloid eritmalarini tozlash usullari.....	101
9.4. 1-tajriba. Kanifolni chin eritmasi.....	102
9.5. 2-tajriba. Kumush gidrozolini olish.....	102
9.6. 3-tajriba. Berlin lazurining gidrozolini olish.....	102
9.7. 4-tajriba. Kolloid eritmalar hosil qilishda reaksiya kirishuvchi moddalar konsentratsiyasini ta'siri.....	102
X BOB Kolloid eritmalarining koagulyatsiyasi	
10.1. Kolloid eritmalarining koagulyatsiyasi.....	103
10.2. Kolloidlar eritmalarining o‘zaro koagulyatsiyasi.....	104
10.3. Koagulyatsiya mexanizmi va kinetikasi.....	105
10.4. Tajriba-1. Temir(III) gidroksid zolining koagulyatsiya porogi (shegarasi)ni aniqlash.....	106
10.5. Tajriba-2. Liofob zollarning, o‘zaro koagulyatsiyasi.....	106
10.6. Tajriba-3. Temir(III) gidroksid cho‘kmasini peptizatsiyalash.....	106
10.7. Tajriba-4. Jelatinaning ximoyalash xususiyatlarini o‘rganish.....	107
XI BOB Dispers sistemalarni tayyorlash va dializ usulida tozalash.	
11.1. Dispers sistemalarni tayyorlash.....	107
11.2. Elektrodializ.....	111
11.3. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ zollarining qovushqoqligini o‘lchash.....	112
11.4. Kolloid zarrachalar zaryadining ishorasini kapillyar tahlil usulida aniqlash.....	114
XII BOB Yuqori molekulyar birikmalarning bo‘kish kinetikasini hajmini o‘lchash orqali o‘rganish	
12.1. Yuqori molekulyar birikmalarning molekulyar massasini viskozimetrik usulda aniqlash.....	116
12.2. Jelatinaning suvli eritmada bo‘kishi.....	119
12.3. Rezina iplar organik suyuqliklarda bo‘ktirilganda vaqt o‘tishi bilan ular uzayishini o‘lchash.....	122
12.4. Makromolekulaning bo‘kish koeffitsientini aniqlash	123
XIII BOB Emulsiyalar tayyorlash. Emulsiyalarning xossalarini aniqlash	
13.1. Emulsiya tayyorlash.....	126
13.2. Suyultirilgan emulsiyalar olish va xossalarini o‘rganish.....	128

13.3.Ko‘piklar hosil qilish va ularning asosiy xususiyatlarini o‘rganish.....	130
13.4.Suvni tozalash usullari	132
13.5.Naftalin-fenol eritmalarini qotish tempiraturasini aniqlash.....	134

XIV BOB Suyuqliklarni sindirish ko‘rsatgichini aniqlash

14.1.Refraktometrik analiz usuli. Sindirish ko‘rsatgichi.....	135
14.2.Tajriba 1. Suyuqliklarni sindirish ko‘rsatgichini aniqlash.....	137
Fizikaviy va kolloid kimyodan misol va masalalar.....	138
Mustaqil ishlash uchun test va savollar.....	150
Glossariy.....	154
Adabiyotlar ro‘yxati.....	153