

**O`ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O`RTA MAXSUS
TA`LIM VAZIRLIGI**

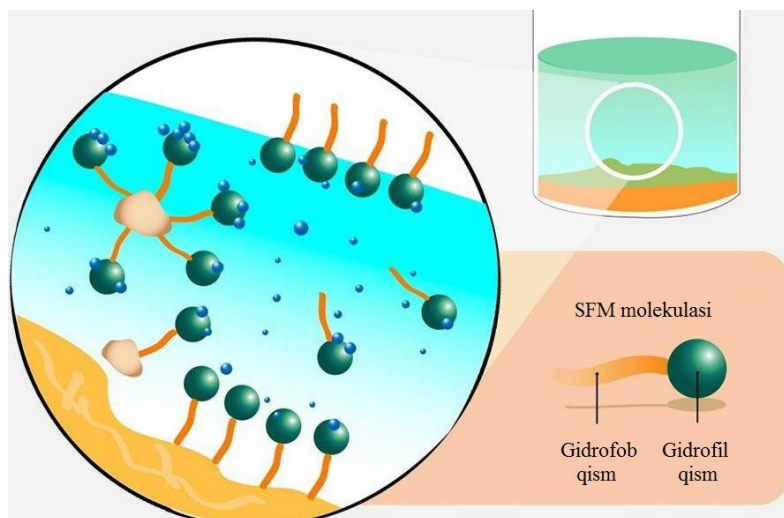
**ISLOM KARIMOV NOMIDAGI
TOSHKENT DAVLAT TEXNIKA UNIVERSITETI**

R.I.ISMAILOV, M.A.KURBANOVA

FIZIKAVIY VA KOLLOID KIMYO

Laboratoriya ishlari va amaliy mashg`ulotlari uchun

USLIBIY QO`LLANMA



TOSHKENT-2020

UDK

Ismailov R.I., Kurbanova M.A. Fizikaviy va kolloid kimyo. Uslibiy qo'llanma. – Toshkent; 2020. -95 b.

Ushbu uslibiy qo'llanma O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi tomonidan oliy o'quv yurtlarining kimyoviy texnologiya, qurilish materiallari hamda oziq-ovqat mahsulotlari ishlab chiqarish texnologiyasi ta'lim yo'nalishlarida tahsil olayotgan talabalar uchun mo'ljallab tayyorlangan, shuningdek, universitetlarning kimyo va pedagogika, biotexnologiya, tibbiyot institutlaridagi boshqa turdosh yo'nalishlar bo'yicha mutaxassislar tayyorlovchi oliy ta'lim muassasalari talabalariga ham foydalanish uchun uslibiy ko'rsatma sifatida tavsiya etilgan.

Uslibiy qo'llanmada ishlab chiqarishda amalga oshadigan texnologik jarayonlarni tushunish va boshqarishda har bir mutaxassis bilishi zarur bo'lgan fizikaviy va kolloid kimyo fanining asosiy mavzulariga oid ma'lumotlar keltirilgan.

Uslibiy qo'llanma O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi tomonidan tasdiqlangan namunaviy dastur asosida tayyorlangan bo'lib, 5320500-Biotexnologiya (tarmoqlar bo'yicha) yo'nalishi talabalari uchun mo'ljallangan.

Toshkent davlat texnika universiteti kengashi qaroriga asosan chop etildi.

Taqrizchilar:

Mengliyev A.S. -ToshDTU, "Umumiy kimyo" kafedra dotsenti,
k.f.n.

Safarov Yo.T. -ToshKTI, "Analitik, fizikaviy va kolloid kimyo"
kafedra mudiri, k.f.n dots.

KIRISH

Fizikaviy va kolloid kimyo – kimyoviy jarayonlar va fizikaviy hodisalar orasidagi bog‘lanishni o‘rganadi, moddalarning kimyoviy tarkibi va tuzilishi bilan ularning xossalari o‘rtasidagi qonuniyatlarni o‘rnatadi. Kimyoviy reaksiyalarning tezligi, mexanizmi, ketish – ketmasligi, muvozanat sodir bo‘lish shartlarini hamda jarayonlarning termodinamik va termokimyoviy qonuniyatlarini o‘rganadi, natijalarni, ko‘pincha matematik usulda ifodalaydi.

Fizikaviy va kolloid kimyo zamonaviy kimyogar texnologlarni dunyo qarashini shakllantirishda, shuningdek, mutaxassislik fanlarini mukammal egallash, texnologik jarayonlarga tadbiq qilishda muhim ahamiyat kasb etadi. Bunda nazariy bilimlarni chuqur o‘zlashtirishda, keyingi mustaqil kasbiy faoliyatida kerakli ko‘nikmalar orttirishda va yangidan – yangi masalalarni hal qilishda imkoniyat beradigan laboratoriya va amaliy mashg‘ulotlarning o‘rni g‘oyat beqiyosdir. Fizikaviy va kolloid kimyo faniga oid laboratoriya ishlari va tajribalarini ongli ravishda nazariy mazmunini tushunib qilinsa, masala va mashqlarni mustaqil fikrlab ularni yecha bilgan bo‘lajak bakalavrni bilim darajasini oshiradi, ularni mustaqil ijodiy fikrlashga, olingan natijalarni chuqur tahlil qilishga, jarayonlarga dialektik nuqtai nazardan yondashishga undaydi. Zero, o‘quv jarayonining o‘zlashtirish samarasi ko‘p jihatdan laboratoriya ishining mazmuni va qo‘yilishiga bevosita bog‘liqdir.

Ushbu uslibiy qo‘lanma 5320500-Biotexnologiya (tarmoqlar bo‘yicha) yo‘nalish talabalari uchun mo‘ljallangan bo‘lib fizikaviy va kolloid kimyoga doir barcha asosiy bo‘limlar bo‘yicha laboratoriya ishlari va amaliy mashg‘ulotlarni o‘z ichiga olgan.

Laboratoriyada ishlash tartibi

Fizikaviy va kolloid kimyo laboratoriyasida texnika xavfsizligi tartibi bilan tanishgandan so'ng ishlashga ruxsat beriladi.

- tavsiya qilingan o'quv qo'llanmadan ushbu ishga tegishli fanning bo'limlari bilan atroflicha tanishish;
- ishlatiladigan asbob-uskunalarining tuzilishi va sxemasi bilan tanishish;
- tajribani texnika xavfsizligi qoidalariga rioya qilgan holda bajarish;
- ishni bajarish borasida olingan natijalarga ko'ra xisobot tuzish kerak.

Ishni bajarishdan avval talaba o'qituvchi suxbatidan o'tadi. Shuning uchun xar bir laboratoriya darsiga talaba tayyorgarlik ko'rib kelishi shart. Buning uchun albatta ushbu ishga oid nazariy materiallarni o'zlashtirib olish tavsiya etiladi.

Laboratoriya ishi quyidagicha hisobot tarzida rasmiylashtiriladi:

- ishning nomi, maqsadi va bajarilgan kuni ko'rsatilishi lozim;
- tajribani bajarishda qo'llaniladigan asosiy tenglamalar, formulalar aniq va ravshan yozilishi talab etiladi;
- olingan ma'lumotlarni jadvalga yozib, xisoblarni bajarish kerak;
- ishga oid grafik asosida xisoblarni bajarish va grafiklarni to'g'ri tuzish, masshtablarni to'g'ri tanlanishi va javoblarda aniqlik bo'lishini ta'minlash;
- o'lchashdagi xatolarni baholash lozimdir.

1 - LABORATORIYA ISHI

TUZZLARNING INTEGRAL ERISH ISSIQLIGINI ANIQLASH

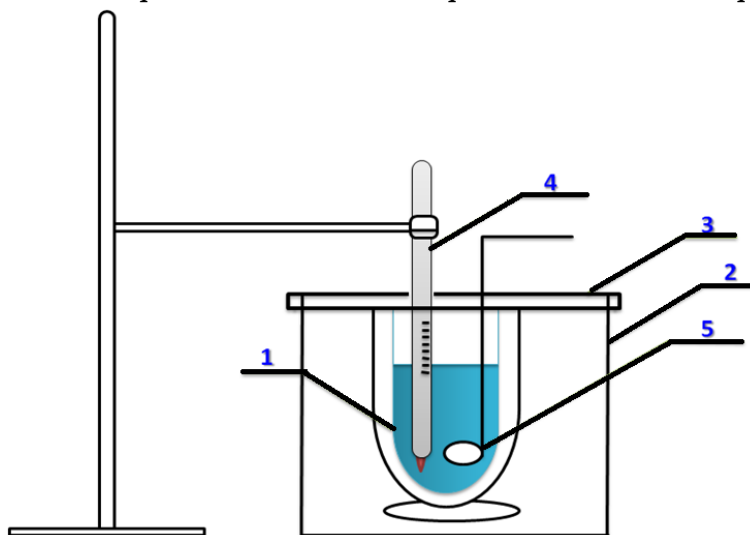
Ishning maqsadi: Fizikaviy va kimyoviy jarayonlar issiqlik effekti o'zgarishi bilan sodir bo'ladi. Shu jumladan ma'lum og'irlikda olingan tuzlar erituvchida eriganida issiqlik ajralib chiqishi yoki yutilishi kuzatiladi. O'quv mashg'ulotining maqsadi biror birikmaning erish jarayonidagi (*eritma hosil bo'lishidagi*) ajralib chiqayotgan yoki yutilayotgan issiqlik miqdorini aniqlashdan iborat.

Tuzlarning erish issiqligi **kalorimetrlarda** aniqlanadi.

Laboratoriya ishini bajarish uchun kerakli qurilma va reaktivlar: kalorimetr, sekundomer, termometr, o'lchov silindri, distillangan suv va suvda yaxshi eriydigan tuzlar.

Fizik - kimyoviy hisoblarni bajarish uchun moddalarning issiqlik sig'imlarini, erish, solvatlanish jarayonlarini, bug'lanish, suyuq-lanish, sublimatlanish va kimyoviy reaksiyalarning issiqlik effektlarini bilish zarur. Ushbu kattaliklarni o'lchash uchun turli xil eksperimental usullar mavjuddir. Uy haroratiga yaqin haroratlarda (20-25°C) kalorimetrik usul keng qo'llaniladi. Quyida oddiy laboratoriya kalorimetrining rasmi keltirilgan (1-rasm).

Kalorimetr ikki qavatli ichki idish (1) va tashqi stakan (2), teshiklari bo'lgan qopqoq (3), Bekman termometr (4) va aralashtirgich (5) dan iborat. Ichki va tashqi stakanlar orasidagi havo issiqlik almashinuvini saqlash uchun xizmat qiladi.



1-rasm. Laboratoriyada qo'llaniladigan oddiy kalorimetr qurilmasi

Kalorimetrik tajribalarda issiqlik effektining qiymati va ishorasi kalorimetr haroratining o'zgarishidan (Δt) aniqlanadi.

Haroratning o'zgarishi (Δt) ni topishda *grafik usulidan* foydalaniladi. Grafik millimetrli qog'ozdagi koordinatalar chizig'ida abstsissa o'qiga vaqt, ordinata o'qiga haroratning qiymatlari qo'yib chiziladi.

Kalorimetr issiqlik sig'imini aniqlash

Kalorimetrik usulda moddalarning erish issiqligini aniqlash uchun shu kalorimetrik sistemaning *issiqlik sig'imini* – *kalorimetrning hamma qismlarini bir gradusga isitish uchun ketgan issiqlik* miqdorini (*kalorimetr doimiysini*) aniqlash kerak. Kalorimetrning issiqlik sig'imini aniqlash uchun shu kalorimetrdagi eritma va u bilan bevosita aloqada bo'lgan kalorimetr qismlarining issiqlik sig'implarining yig'indisini olish mumkin.

$$C_k = \sum m_i C_i$$

bu yerda

m_i – eritma va asbob qismlarining massasi;

C_i – ularning solishtirma issiqlik sig'implari.

Ya'ni, bu kattalik kalorimetrni termometr, aralashtirgich, suv va tuz bilan birgalikda 1°C isitish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdori (J/grad).

1-jadvalda ayrim moddalarning issiqlik sig'implari qiymatlari keltirilgan bo'lib, kalorimetr issiqlik sig'imi (C_k)ning qiymatini topish uchun shisha idish, aralashtirgich va eritmaning issiqlik sig'implarini ularning massalariga ko'paytirib, yig'indisi olinadi.

$$C_k = \sum C_i \cdot m_i = C_{sh} \cdot m_{sh} + C_{ar} \cdot m_{ar} + C_{suv} \cdot m_{suv} + \Delta V \cdot 0,46$$

Bu yerda:

C_{sh} – shishaning solishtirma issiqlik sig'imi

m_{sh} – ichki shisha idish massasi;

C_{ar} – aralashtirgichning solishtirma issiqlik sig'imi;

m_{ar} – aralashtirgichning massasi;

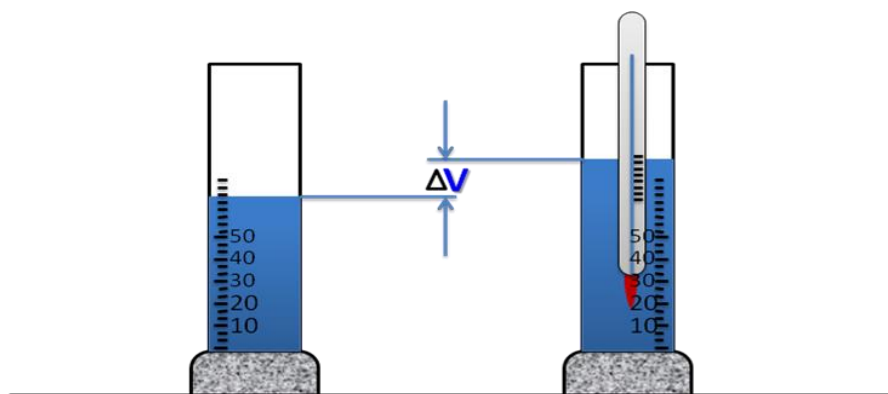
C_{suv} – suvning solishtirma issiqlik sig'imi (*erituvchi suv bo'lsa*);

m_{suv} – suvning massasi (*o'ta aniqlik talab qilinmaganida, eritmaning issiqlik sig'imi suvning issiqlik sig'imiga teng deb qabul qilish mumkin*);

ΔV – termometrning suyuqlikka botib turgan hajmi;

0,46 – shisha va simobning o'rtacha solishtirma issiqlik sig'imi.

Termometrning eritmaga botirilgan qismining issiqlik sig'imi 1,92 J/grad. ga teng. Termometrning eritmaga botirilgan qismining hajmini (ΔV) bilish uchun uni oddiy suvga botirib turib, suyuqlikning ko'paygan qismining hajmi o'lchab olinadi:



2-rasm. Termometrning botib turgan qismining hajmini aniqlash

1 - jadval

Moddalarning solishtirma issiqlik sig'implari

Modda	Solishtirma issiqlik sig'imi, J/grad.
Latun	0,389
Mis	0,381
Shisha	0,791
Suv	4,184
Probka	2,029
Simob va shisha	1,924

* - o'lchami J/mol.grad. hisobida.

Jarayonning issiqlik effektini aniqlash

" C_k " va Δt ni bilgan holda jarayonning issiqlik effekti hisob topi-ladi. Ko'pchilik kalorimetrik o'lchashlarda umumiylik bor. Ular shundan iborat:

-kalorimetr reaksiyasida haroratning o'zgarishi Δt ni va kalorimetr sistemasining issiqlik sig'imi C_k ni bilib olib, entalpiya o'zgarishini

$$\Delta H = C_k \cdot \Delta t$$

formuladan hisoblab, issiqlik effektlarini aniqlash yoki sistemaga ma'lum miqdorda issiqlik berib, haroratning o'zgarishini kuzatib, issiqlik sig'implarini hisoblash

$$C_k = \Delta H / \Delta t$$

(bitta noma'lum issiqlik sig'imidan tashqari hammasi ma'lum bo'lishi kerak) mumkin.

Laboratoriya ishini bajarish tartibi: Ishni kalorimetr qismlarini (*kichik shisha idish, aralashtirgich*) ni tarozida tortishdan boshlash zarur. Keyin 200ml suv ichki idishga quyiladi va qurilma yig'ilib, idishdagi suv magnit aralashtirgich yoki mexanik aralashtirgich bilan intensiv ravishda aralashtirilib boriladi. Tajribaning

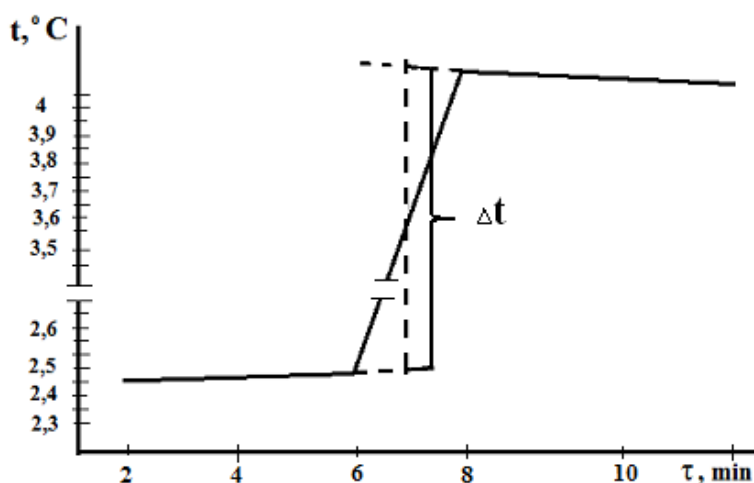
aniq bajarilishi aralashtirish jarayonining bir maromda borishiga bog‘liq. Butun tajriba uchun 30 daqiqa yetarli bo‘lib, uni uch davrga bo‘lish mumkin:

1. **Boshlang‘ich davr.** Bu davrda idishdagi suv intensiv ravishda aralash-tirilib, har 1 minutda (10 minut davomida) harorat o‘zgarishi kuzatib boriladi. Vaqt sekondomer yordamida o‘lchanadi. Haroratning o‘zgarishi jadvalning boshlang‘ich davriga qayd etib boriladi.

2. **Asosiy davr.** Bu bochqichda aralashtirilayotgan suvga **6g** o‘rganilayotgan tuzdan solinib, aralashtirish davom etiriladi va har 15 sekunda harorat o‘zgarishi yozib boriladi.

3. **Yakunlovchi davr.** Bu davrda aralashtirilayotgan tuz eritmasining harorati kuzatib boriladi. Natijalar jadvalning ikkinchi qismiga yozib olinadi (5-7ta o‘lchov).

Ish hisoboti: Haroratning o‘zgarishi (Δt) grafik usulda topiladi. Uning uchun olingan natijalarni $t^\circ = f(\text{vaqt})$ grafigiga ko‘chiriladi. Hosil qilingan chizmada egrilar va urinmalar o‘tkazilib, asosiy davrning teng yarim nuqtasidan urinmalar bilan kesishguncha perpendikulyar o‘tkaziladi. Perpendikulyarning urinmalar bilan kesishgan nuqtalarining orasidagi masofa Δt beradi.



3-rasm. Tuzning ekzotermik erish haroratini vaqt mobaynida o‘zgarishi
Moddaning erish issiqlik effekti quyidagi tenglamadan topiladi:

$$\Delta H_i = \frac{C_k \cdot \Delta t}{g} \cdot M$$

ΔH_i – integral erish issiqligi;

g – tuzning og‘irligi;

Δt – haroratning farqi;

C_k – kalorimetrlarning umumiy issiqlik sig‘imi;

M – moddaning molekulyar massasi.

Tajribada olingan natijalarini qayd qilish jadvali

τ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
t_1											
t_2											

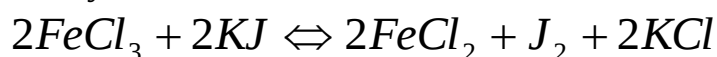
2 - LABORATORIYA ISHI

GOMOGEN REAKSIYALARNING MUVOZANAT KONSTANTASINI ANIQLASH

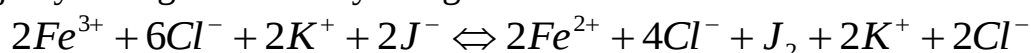
Ishni bajarishdan maqsad: eritmalarida boradigan qaytar reaksiyalarning muvozanat konstantasi qiymatini aniqlashdan iborat.

Laboratoriya ishini bajarish uchun kerakli qurilma va reaktivlar: kolba, termostat, muz, sekundomer, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, 0,03 M FeCl_3 , 0,03M KJ eritmaları, kraxmal eritmasi, byuretk, shtativ, distillangan suv.

Bunday amaliy ishdan asosiy maqsad, eritmalarida boradigan qaytar reaksiyalarning muvozanat konstanta qiymatini aniqlashdan iborat. Laboratoriya ishi uchun quyidagi reaksiyani olamiz:



Bu jarayonning ionli reaksiya tenglamasi:



Demak, ionli reaksiya: $2\text{Fe}^{3+} + 2\text{J}^- \rightleftharpoons 2\text{Fe}^{2+} + \text{J}_2$

$$\text{va} \quad K_C = \frac{C_{\text{Fe}^{2+}}^2 \cdot C_{\text{J}_2}}{C_{\text{Fe}^{3+}}^2 \cdot C_{\text{J}^-}^2}$$

K_C – qiymatini hisoblash uchun muvozanat konsentratsiyalarini aniqlash kerak. Buning uchun reaksiya muvozanat qaror topguncha, ya'ni konsentratsiyalar o'zgarmay qolguncha davom ettiriladi. Shu paytda J_2 ning konsentratsiyasi aniqladi. Reaksiya boshlanishida mahsulotlar bo'lmagan, demak mahsulotlar uchun bu paytda (*muvozanat qaror topgan vaqtda*) aniqlangan konsentratsiya muvozanat konsentratsiya bo'ladi. Lekin, dastlabki moddalarning muvozanat konsentratsiyalari, ularning boshlang'ich konsentratsiyasidan reaksiyaga kirishgan qismini olib tashlagan farqiga teng bo'ladi.

Laboratoriya ishini bajarish tartibi: Ikkita quritilgan bo'sh kolba olib bittasiga 0,03 M FeCl_3 , ikkinchisiga 0,03 M KJ eritmalaridan berilgan hajmda quyiladi. Bu idishlar ma'lum haroratga moslangan termostaddagi suvga tushiriladi.

Bu vaqtda 4 ta 100 ml titrlash kolbasini olib, uning har biriga 10 ml dan distillangan suv solib, muz ustiga qo'yib qo'yiladi.

15 minut o'tgandan so'ng FeCl_3 va KJ eritmalarini bir-biriga aralashtirib,

qo'yilgan vaqtni belgilab olamiz (chunki bu paytda reaksiya boshlangan hisoblanadi). So'ngra, 15 daqiqa o'tgandan keyin aralashmadan 15ml olib, muz ustida turgan 1ta titrlash kolbasidagi distillangan suvga qo'shiladi va yod konsentratsiyasini aniqlash uchun 2-3 tomchi kraxmal eritmasidan solib (bu paytda eritma ko'k rangga kiradi), uni 0,01n Na₂S₂O₃ bilan eritma ko'k rangdan rangsiz holatga kelguncha titrlanadi. Titrlash uchun sarf bo'lgan titrantning miqdori byuretkadan yozib boriladi. Hatolikka yo'l qo'ymaslik uchun analizga olingan aralashma va suv sovuq muzda ushlab turiladi.

30 daqiqa o'tgandan so'ng, aralashmadan yana 15 ml olib, yuqoridagi jarayon qaytariladi. Bunday aniqlash usuli 45 va 60 daqiqadan so'ng ham qaytariladi. Oxirgi ikki titrlangan natija bir xil qiymatni ko'rsatguncha ish davom ettiriladi, bu esa jarayonda muvozanat qaror topganini ko'rsatadi. Olingan natijalar jadvalga yozib boriladi:

3-jadval

Tajribada olingan natijalarini qayd qilish jadvali:

τ , minutda	V, (Na ₂ S ₂ O ₃)
0	
15	
30	
45	

Tajribada olingan natijalarni hisoblash yo'llari: muvozanat konstantasi tajribada o'tkazilgan jarayon uchun quyidagicha bo'ladi.

$$K_c = \frac{C_{Fe^{2+}}^2 \cdot C_{J_2}}{C_{Fe^{3+}}^2 \cdot C_{J^-}^2}$$

Bundan muvozanat vaqtidagi J₂ (erkin holdagi yodni) konsentratsiyasi

$$C_{J_2} = C_{Na_2S_2O_3} \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{V_1}{V_2} \quad \text{dan topiladi.}$$

C_{Na₂S₂O₃} - giposulfit eritmasining molyarligi.

V₁ – muvozanat qaror topgan vaqtdagi yodni titrlash uchun sarf bo'lgan giposulfitning xajmi, ml;

V₂ – aniqlash uchun olingan reaksion aralashmaning hajmi, ml;

Jarayon tenglamasidan Fe²⁺ yod konsentratsiyasi orqali topiladi, chunki 1 mol yodga 2 mol ion Fe²⁺ to'g'ri keladi: $Fe^{2+} = 2C_{J_2}$

Uch valentli temir ioni konsentratsiyasi esa jarayon tenglamasiga ko'ra quyidagicha aniqlanadi:

$$C_{Fe^{3+}} = C_{FeCl_3} - C_{Fe^{2+}} \quad \text{yoki} \quad C_{Fe^{3+}} = C_{FeCl_3}^0 - 2C_{J_2}$$

C_{FeCl₃}⁰ reaksiya boshlanishidagi FeCl₃ ning dastlabki konsentratsiyasi va uni boshlang'ich qiymatlardan quyidagicha topiladi:

$$C_{FeCl_3} = C_{FeCl_3}^0 \cdot \frac{a}{a+b}$$

bunda «a» va «b» - FeCl₃ va KJ eritmalaridan jarayon uchun olingan miqdor (ml).

$C_{FeCl_3}^0$ esa FeCl₃ eritmasining boshlang'ich konsentratsiyasi (mol/l). Eritmadagi C_J^- – ionining konsentratsiyasi esa quyidagicha topiladi.

$$C_J = C_{KJ} - C_{J_2}, \quad C_{KJ} = C_{KJ}^0 \cdot \frac{b}{a+b}$$

bunda, C_{KJ}^0 esa KJ eritmasining boshlang'ich konsentratsiyasi, mol/l. Hisoblab topilgan qiymatlar yuqoridagi muvozanat konstantasi formulasini hisoblash tenglamasiga qo'yib K_C qiymati topiladi va olingan natijalarni nazariy yo'l bilan hisoblangan qiymatlar bilan solishtiriladi.

3 – LABORATORIYA ISHI INDIVIDUAL SUYUQLIKNING MOLYAR BUG'LANISH ISSIQLIGINI ANIQLASH

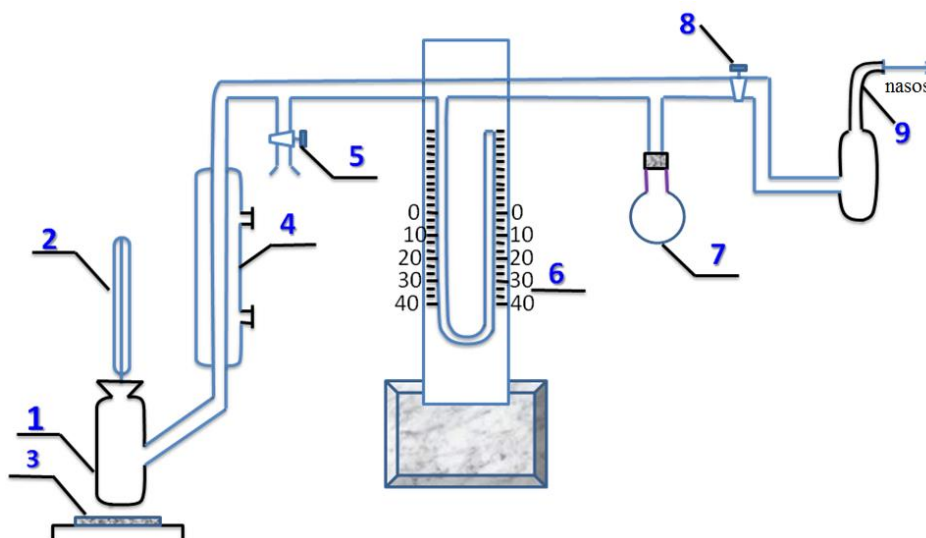
Ishni bajarishdan maqsad: Suyuq moddalarning yashirin molyar bug'lanish issiqligini aniqlash.

Suyuqlikning bug' bosimi atmosfera bosimiga tenglashganda qaynash jarayoni boshlanadi. Suyuqlik isitilganda uning bug' bosimi oshadi va ma'lum haroratda bug' bosimi tashqi atmosfera bosimiga tenglashadi, demak suyuqlikning qaynash haroratida bu ikkala bosim tenglashadi. Agar tashqi bosim o'zgarsa, qaynash harorati ham o'zgarishi kerak, chunki turli tashqi atmosfera bosimiga suyuqlikning bug' bosimi tenglashishi uchun, u turli dara-jada istilishi kerak. Masalan, tashqi atmosfera bosimi bir atmosferaga teng bo'lsa, suv 100°C da qaynaydi. Tog'larda tashqi bosim bir atmosferadan kam, shunga ko'ra u yerlarda suv 100°C dan pastroqda (89°C) qaynaydi.

Laboratoriya ishini bajarish uchun kerakli qurilma va reaktivlar: Sovitgich, vakuum-nasos, manometr, jo'mrak, bufer idish, isitgich, termometr, benzol yoki toluol.

Laboratoriya ishini bajarish tartibi: qaynash jarayonini turli bosim ostida olib borib, bu chog'da qaynash haroratining o'zgarishini o'lchash orqali yashirin bug'lanish issiqligini hisoblab topish mumkin. Bu vazifani amalda bajarish uchun tashqi bosimni o'zgartira olishga imkon beradigan qurilma kerak. Shunday moslama 4-rasmda ko'rsatilgan.

Moslama yig'ildandan so'ng, 5-jo'mrak berkitiladi. Sovitgichga (4) suv yuboriladi. So'ng, 8-jo'mrakni ochib, vakuum-nasos yordamida tuzim ichidan havo tortib olinadi va manometrda simob ustunlarining farqi mumkin bo'lgan darajada katta bo'lgandan so'ng, 8-jo'mrak yopiladi. Suyuqlik (1) isitila boshlanadi va termometr o'zgarishini kuzatib, qaynash harorati aniqlanadi. So'ng 5-jo'mrakni juda ham ohistalik bilan ozgina ochib, tuzimga tashqaridan havo kirgiziladi (manometrda bosim 10-20 mm o'zgarsin).



4- rasm. Tajriba uchun ishlatiladigan qurilma sxemasi

- 1- tajriba uchun olingan suyuqlikni isitish uchun idish,
- 2- termometr,
- 3- qizdiruvchi (*elektr plitasi*),
- 4- sovitgich,
- 5- tuzimni atmosfera bilan bog'lovchi jo'mrak,
- 6- manometr,
- 7- bufer idish (*bosim tekis o'zgarishini ta'minlaydi*),
- 8- tuzumni vakuum-nasos bilan birlashtiruvchi jo'mrak (*havoni so'rib olishda ishlatiladi*).
- 9- havo so'rib oluvchi nasos

Bu bosimda yana qaynash harorati aniqlanadi. Shunday qilib suyuqlikning qaynash harorati bir necha xil bosimda o'lchash mumkin. Tajriba tamom bo'lganda (5) va (8) jo'mraklar ochilishi kerak.

Tajriba jarayonida 5 va 8 jo'mraklar yopiq bo'lishi kerak! 5-jo'mrak faqat tuzumni bosimini o'zgartirish uchun ochib-yopiladi!

$P_s = P_a - P_m$ quyidagicha hisoblanadi (*mm. simob ustuni*),
bu yerda:

P_a – tajriba o'tkazilayotgandagi atmosfera bosimi bo'lib, barometrdan yozib olinadi (*mm. simob ustuni*),

P_m – manometrda bosim (*mm. simob ustuni*),

P_s – sistemadagi bosim,

$\lg P_s$ esa, P_s son qiymatining logarifmi,

T_q – qaynash harorati, termometrdan yozib olinadi.

Olingan natijalar $\lg P = f(1/T)$ koordinata o'qlariga qo'yib, tenglama asosida ΔH topiladi.

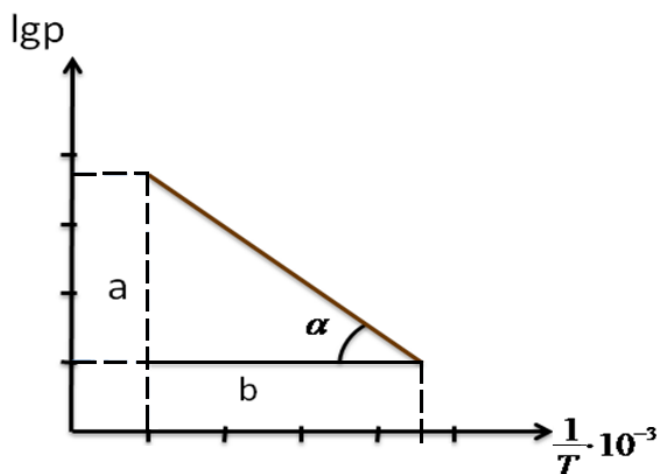
4-jadval

Tajribada olingan natijalarini qayd qilish jadvali:

T/r	Modda (suyuqlik)	P_a	P_m	P_s	$\lg P_s$	t_q	T_q	$1/T \cdot 10^{-3}$
1	Benzol		300					
2	- II -		250					
3	- II -		200					
4	- II -		150					
5	- II -		100					
6	- II -		50					
7	- II -		0					

Ish hisoboti: qaynash harorati bosim bilan o'zgaradi va Klauzius-Klapeyron tenglamasi orqali ifodalanadi.

tenglamani grafik ifodasi quyidagi ko'rinishda bo'ladi:



5-rasm. Haroratni bosim bilan bog'liqlik grafigi

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{a}{b} \quad \text{bunda} \quad \Delta H_b = 2,3R \cdot \operatorname{tg} \alpha \quad \text{topiladi.}$$

4 – LABORATORIYA ISHI

IKKI KOMPONENTLI QATTIQ SISTEMALARNING SUYUQLANISH HOLAT DIAGRAMMASINI TUZISH

Ishning maqsadi: Ikki komponentli *inkongurent* qattiq sistemaning suyuqlanish haroratini tarkibga bog'liqligini $T_c = f(C)$ o'rganib, holat diagrammasini tuzish va aralashmaning evtektik tarkibini aniqlash.

Laboratoriya ishini bajarish uchun kerakli qurilma va reaktivlar: probirka, elektr issitgich, ikki komponentli suyuq aralashma, idish va sovuq suv.

Laboratoriya ishini bajarish tartibi: 7 ta probirka olinib, ikkitasiga 8-10 g atrofida texnik tarozida tortilgan toza moddalar, qolgan beshtasiga o'qituvchi tomonidan berilgan tarkibda tayyorlangan aralashmalar solinadi.

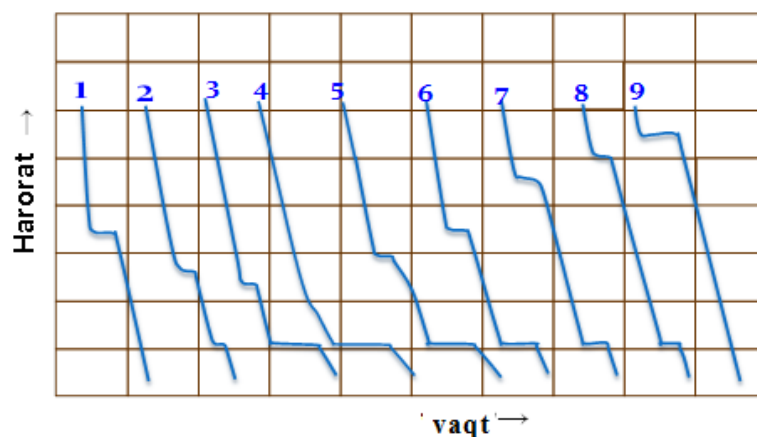
300 ml stakanda suv yoki glitserin (*moddaning suyuqlanish haroratiga qarab*) isitilib, probirkalardan biri u yerga solinadi. Modda suyuqlanib bo'lgandan keyin, probirkaning usti termometrli probka bilan yopiladi. *Bunda termometrning uchi probirka devoriga tegmasligi, suyuqlanmaning o'rtasida bo'lishi kerak.* So'ng, suyuqlanmali probirkani havo ko'ylagi vazifasini bajaruvchi kengroq probirkaga joylashtirilib, sekundomer ishga tushiriladi va modda to'liq kristallanib bo'lguncha har 0,5 minutda termometr ko'rsatkichlari yozib boriladi. Har bir probirka uchun bu ish bajarib bo'lingandan keyin probirkani issiq suvli (yoki glitserinli) stakanga solib, aralashma qaytadan suyuqlantiriladi va termometr chiqarib olinadi.

Olingan natijalar asosida (sof komponentlar va aralashmalar uchun) *sovush egrilari* chiziladi. Egrilardagi *gorizontal chiziqlardan* kristallanishning boshlanish va tugash haroratlari topiladi hamda olingan ma'lumotlar jadvalga kiritiladi.

5-jadval

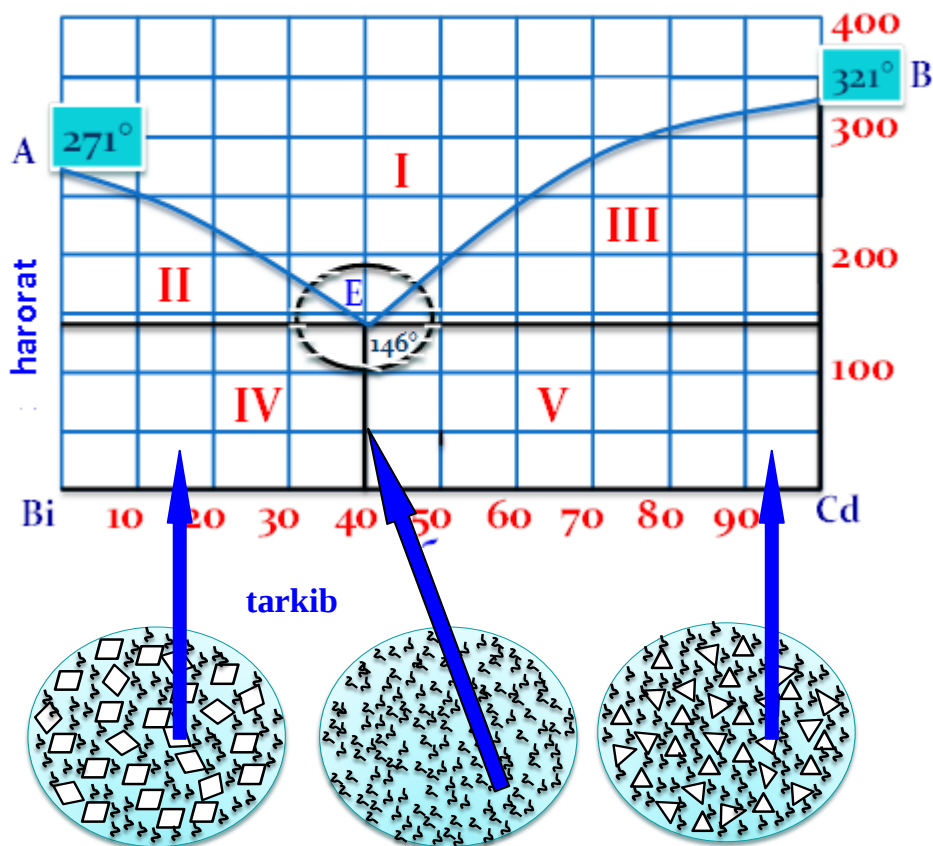
Tajribada olingan natijalarini qayd qilish jadvali

Tajriba №	Aralashma Tarkibi		Kristallanish boshlanish harorati, °C	Kristallanish tugash harorati, °C
	A	B		
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				



6- rasm. Sovish egri chiziqlari

1- va 9-chi chiziqlar toza vismut va toza kadmiylarga mos keladi Demak, birinchi chiziq, toza vismutni qotish haroratini ko'rsatadi.



7-rasm. Bitta evtektik nuqtaga ega bo'lgan ikki komponentli sistemaning suyuqlanish diagrammasi

Bu diagrammada A va B nuqtalar toza moddalarning kristallanish haroratiga to'g'ri keladi. Ulardan yuqorida sistema suyuq holatda, A, B nuqtalardan pastda qattiq holatda bo'ladi.

“Harorat – vaqt” sovush egrilari (6-rasm) va jadvaldagi ma'lumotlardan foydalanib, sistemaning *suyuqlanish* (yoki qotish) *diagrammasi* (7-rasm) chiziladi. Buning uchun ordinatalar o'qiga kristallanishning boshlanish va tugash haroratlari, absissalar o'qiga esa aralashmalar tarkibi qo'yiladi.

Ish bajarish uchun komponentlar turi o'qituvchi tomonidan beriladi va quyidagicha bo'lishi mumkin:

1. Naftalin-difenilamin
2. Azobenzol-naftalin
3. Benzoy kislotasi-naftalin
4. Naftalin-nitrotoluol
5. Fenol-metilamin

Moddaning suyuqlanish haroratiga qarab, suvli hammom o'rniga moyli yoki glitserinli hammom ishlatiladi.

5 – LABORATORIYA ISHI

ERIGAN MODDANING MOLEKULAR MASSASINI KRIOSKOPIK USULDA ANIQLASH

Ishning maqsadi: Bir molyarlli eritma muzlash haroratining pasayishi va qaynash haroratining ortishini aniqlab, eritmada erigan moddaning molekulyar massasini; erigan moddaning konsentratsiyasini; kuchsiz elektrolitlarning dissotsiatsiya darajasini; kuchli elektrolitlarning aktivlik koeffitsientini topish mumkin.

Talabalar mashg'ulot davomida mustaqil ravishda eritmaning muzlash haroratini aniqlab, Raulning ikkinchi qonuni asosida erigan moddaning molekulyar massasini hisoblab topadilar.

Laboratoriya ishini bajarish uchun kerakli qurilma va reaktivlar: kendal kolbasi, shtativ, elektr isitgich, termometr, benzoy va salitsil kislotalar.

Rasta usuli bo'yicha erigan moddaning molekulyar massani aniqlashda erituvchi sifatida benzoy kislota dan foydalaniladi. Benzoy kislotaning krioskopik konstantasi $K=8,788$ ga teng bo'lib, uning muzlash haroratlari farqini oddiy termometr yordamida o'lchash mumkin. Bu usul bilan benzoy kislota da eriydigan, lekin u bilan ta'sirlashmaydigan moddalarning molekulyar massasini, ular juda oz miqdorda bo'lsa ham aniqlash mumkin.

Izoh: benzoy kislota – C_6H_5COOH ($C_7H_6O_2$), $M=122,05$; rangsiz kristall; $T_{suyul.}=122,4^{\circ}C$, $T_{qayn.}=249,2^{\circ}C$, $E=6,09^{\circ}$

Laboratoriya ishini bajarish tartibi: Tajriba o'tkazish uchun benzoy kislota va salitsil kislotalardan jadvalda berilgan nisbatda (6-jadval) aralashma tayyorlab olinadi. Ingichka quruq shisha kapillyarning bittasiga ma'lum nisbatda benzoy kislota va salitsil kislota dan iborat aralashmadan, ikkinchisiga toza benzoy kislota dan solinadi.

6-jadval

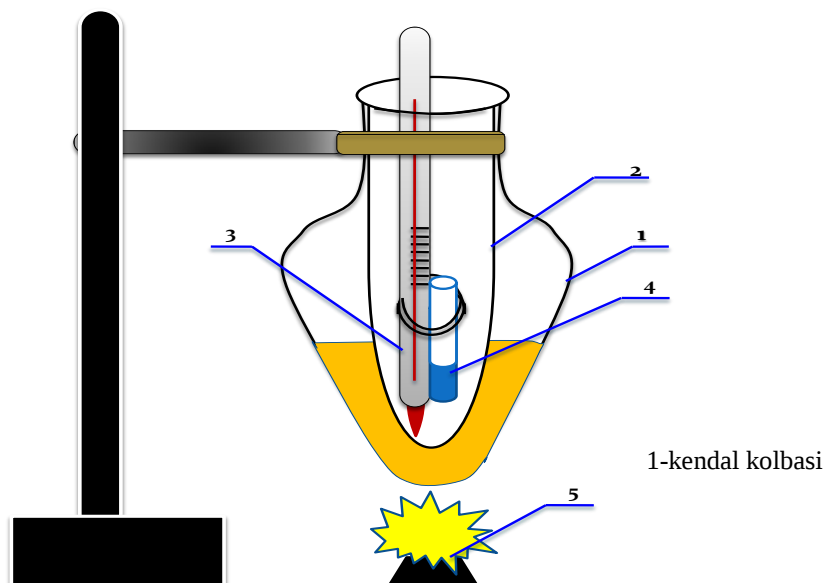
Benzoy kislota(mg)	0,68	0,76	0,84	0,90	0,55	0,62	0,73	0,82	0,70	0,58
Salitsil kislota(mg)	0,32	0,24	0,16	0,10	0,45	0,38	0,27	0,18	0,30	0,42

Ikkala shisha kapillyar (4) termometrning simob ustunchasiga (3) ikki tarafdin mahkamlanadi va vazelin moyli (1) kolbaga o'rnatilgan havo g'ilofiga ya'ni ichki shisha idishga (2) asta tushirilib, aralashma suyuqlanib (gaz gorelkasi (5)) ketguncha qizdiriladi.

8-rasmda ko'rsatilganidek, kapillyar rezina xalqa bilan mahkamlanganda, uning to'ldirilgan qismi termometrning simobli rezervuari bilan barobar turishi kerak. Termometrni mahkamlashda g'ovakli tiqin bo'lakchalaridan foydalaniladi. Termometrning simobli rezervuari havo g'ilofi tubiga tegmasligi lozim. Xammomdagi moy sathi kapillyarning yuqori tomonidan balandroq turishi kerak. Ishlash vaqtida havo g'ilofini moy xammomidan olish man etiladi.

Suyuqlanish harorati odatdagi usulda o'lchanadi. Avval qizdirishni sekin olib borib, oxirgi kristallarning suyuqlanish harorati, so'ngra tez sovutilib, birinchi kristallarning hosil bo'lish harorati aniqlanadi va yozib olinadi.

Izoh: keyingi har bir aralashmani qizdirishni oldindan sovutilgan xammomda olib borish zarur.



8-rasm. Krioskopik usulda erigan moddaning molekulyar massasini aniqlash qurilmasi

Tajriba bir xil natija olinguncha bir necha marta qaytariladi. Olingan natija asosida salitsil kislotaning molekulyar massasi hisoblanadi.

$$\Delta T_K = K \frac{g \cdot 1000}{M \cdot G} \quad \text{bundan} \quad M = \frac{K \cdot g \cdot 1000}{G \cdot \Delta T_K}$$

K – benzoy kislotaning krioskopik doimiysi

G – benzoy kislotaning massasi (ya'ni, erituvchining massasi)

g – salitsil kislotaning massasi (ya'ni, erigan moddaning massasi)

$\Delta T_K = T_{\text{erituvchi}} - T_{\text{eritma}}$ – erituvchi va eritma kristallanish haroratlari orasidagi farq.

Izoh: salitsil kislota – $C_7H_6O_3$, $M=138,12$; rangsiz kristall; $T_{\text{suyul.}}=159,5^\circ\text{C}$,

$T_{\text{qayn.}}=211^\circ\text{C}$

6 - LABORATORIYA ISHI

KUCHSIZ ELEKTROLITLARNING DISSOSIASIYALANISH DARAJASI (α) VA KONSTANTASINI (K_D) ANIQLASH

Ishning maqsadi: eritmalar elektrokimyosi bo'yicha sifat va miqdoriy tekshirishlarni o'tkazishda talabalarining bilim va amaliy mahoratlarini rivojlantirish. Ilmiy ma'lumotnomalarda keltirilgan axborotlardan foydalanib, kuchsiz elektrolitlarning elektr o'tkazuvchanligini aniqlab, ularning dissotsiatsiyanish

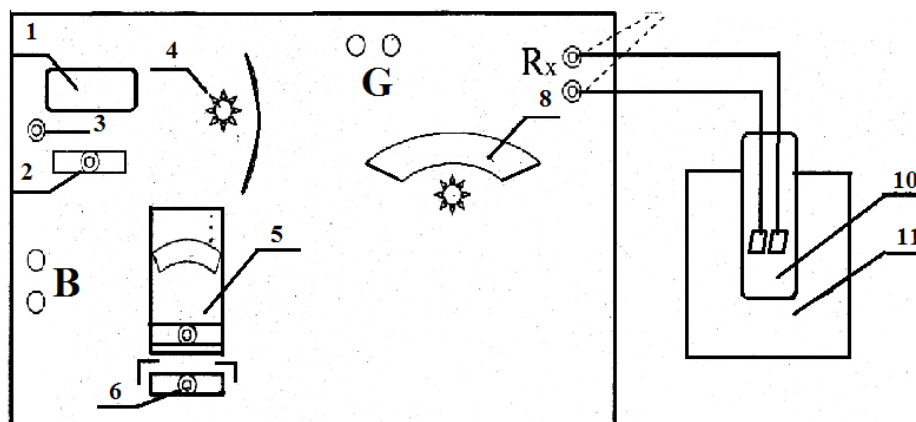
darajasi va konstantasini hisoblash.

Eritmalarda qisman yoki to'liq ionlarga ajraladigan kimyoviy birikmalar elektrolitlar deb nomlanadi. Kuchsiz yoki kuchli elektrolitlar mavjud. Kuchli elektrolitlar deyarli to'liq ionlarga dissotsiyanadi. Kuchsiz elektrolitlar eritmalarida ionlar orasidagi ta'sirlashuv kuchi ular qisman dissotsiyalangani uchun kuchsizroq.

Mavzuni asoslash: elektrolit eritmalarining elektr o'tkazuvchanligini tajribada aniqlash; kislota, asos, tuz eritmalarini konduktometrik titrlash asosida eritma konsentratsiyasini aniqlash, kuchsiz elektrolitlar dissotsiyanish darajasi va ionlanish konstantasini, suv ion konsentratsiyalarining ko'paytmasini aniqlash, erituvchida yomon eriydigan tuzlarning eruvchanlik konsentratsiyasini konduktometrik usulda aniqlashlar – *kimyo sanoatida muhim ahamiyatga egadir.*

Laboratoriya ishini bajarish uchun kerakli qurilma va reaktivlar: Reoxord ko'prigi R-38, 0,02n KCl, turli konsentratsiyadagi CH_3COOH eritmaları, elektrodlar tushirish uchun idish.

Laboratoriya ishini bajarish tartibi: Solishtirma elektr o'tkazuvchanlikni o'lchash uchun Kolraush ko'prigi yoki R-38 qurilmasi qo'llaniladi (9-rasm).



9-rasm. Reoxord ko'prigi R-38 qurilmasining tuzilish sxemasi

- 1-elektr oqimi manbaiga ulanish qismi,
- 2-asbobga elektr kelayotganini bildiruvchi indikator lampochkasi,
- 3-asbobni ishga tushirish tugmachasi,
- 4-qarshiliklar magazini;
- 5-galvonometr,
- 6-galvonometr tugmachasi,
- 7-nomalum qarshilikka ega eritma solingan elektrod simlari ulanish joylari,
- 8-reoxord shkalasi,
- 9-reoxord kuprigining tugmachasi,
- 10-elektrodlar tushirilgan idish,
- 11-stakan.

Eritmaning solishtirma elektr o'tkazuvchanligini hisoblash uchun quyidagi formuladan foydalaniladi:

$$\chi = \frac{1}{R} \cdot \frac{\ell}{S} \quad \text{bu yerda} \quad \ell/S = C - \text{idish doimiysini beradi. U holda}$$

formuladan $C_{idishdoim.} = \chi \cdot R$ bo'ladi.

ℓ/S nisbat faqatgina elektrodlar o'lchami va ularning bir-biriga nisbatan qanday joylashganligiga bog'liq. Idish doimiysini aniqlash uchun elektr o'tkazuvchanlik o'lchanayotgan idishga pipetka yordamida 40ml 0,002N KCl eritmasi quyiladi. Termostatda 25°C da 15 minut ushlab turiladi, so'ng R_{KCl} aniqlanadi. KCl eritmasi uchun 25°C dagi solishtirma elektr o'tkazuvchanlik (χ_{KCl}) qiymatini jadvaldan olib

$C_{idish doim.} = \chi_{KCl} R_{KCl}$ hisoblab topiladi.

7 – jadval

KCl eritmasi uchun 25°C dagi solishtirma elektr o'tkazuvchanlik (χ_{KCl}) qiymati

Harorat, °C	1n KCl	0,1n KCl	0,01n KCl	0,02n KCl
15	0,09252	0,01048	0,001147	0,002243
18	0,09827	0,01120	0,001225	0,002397
21	0,01040	0,01181	0,001305	0,002553
25	0,11180	0,01288	0,001413	0,002765

Umumiy elektr o'tkazuvchanligi juda kichik bo'lgan juda suyultirilgan eritmalar uchun suvning o'zini ham elektr o'tkazuvchanligi hisobga olinadi. Suvda elektr o'tkazuvchanlikning paydo bo'lishi uning molekulalari juda oz miqdorda bo'lsa ham H^+ va OH^- ionlariga dissotsiyalanishidir, buni unda erigan is gazi va shishadan erib o'tgan moddalar borligi bilan tushuntirsa bo'ladi. Suvning elektr o'tkazuvchanligini o'lchash uchun elektrodlar va shisha idish tozalab yuviladi va unga 40ml suv quyiladi. Termostatga 15 minutchga qo'yilib, keyin uning qarshiligi o'lchanadi va suv bir necha marta almashtirilib o'lchashlar takrorlanadi. Suvning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi quyidagi formula yordamida hisoblanadi:

$$\chi_{H_2O} = \frac{const}{R_{H_2O}}$$

So'ngra elektrodnlarni ehtiyotkorlik bilan idishdan chiqarib, suv to'kiladi va pipetka yordamida tekshirilayotgan kuchsiz elektrolitning 0,1n eritmasidan 40ml quyiladi. Bu eritmaning 10l da 1g-ekv. erigan modda bor, ya'ni u 10 marta suyultirilgan. Elektrolit eritmasi quyilgan idish termostatga o'rnatiladi va u termostatning haroratini qabul qilgandan keyin R_x aniqlanadi. Pipetka yordamida idishdan 20ml eritma olib tashlanadi va 20ml *distillangan suv* quyiladi. U suv termostaddagi alohida kolbachadan olinadi. Endi idishdagi tekshirilayotgan eritma 2 marta suyultirilgan bo'lib, umumiy suyultirish esa 20 ga teng, ya'ni tekshirilayotgan moddaning 1g-ekv. 20 litrda erigan. Uning R_{x_2} qarshiligi aniqlanadi. Yana pipetka yordamida eritmada olinib, uning o'rniga 20 ml distillangan suv solinadi. Suyultirish yana 2 marotaba oshadi, boshlang'ich eritmaga nisbatan esa 40 marta bo'ladi, ya'ni 1 g-ekv. modda 40l suvda eriganligiga to'g'ri keladi, yana R_{x_3} qarshilik aniqlanadi. Bunday tajribalar 5-6 marta takrorlanadi. Olingan natijalar jadvalga qayd etib boriladi:

Ishning hisoboti: har bir suyultirish uchun quyidagi hisoblar bajariladi:

1. Tekshiriluvchi eritma qarshiligi aniqlanadi. Buning uchun qarshiliklar magazinidan olingan $R_{o'rt.}$ ko'rsatkichi qiymati va reoxord shkalasi bo'yicha olingan qiymatlar $R_x = m \cdot R_{o'rt.}$ formulaga qo'yilib hisoblanadi.

8-jadval

Tajribada olingan natijalarini qayd qilish jadvali:

№	C(kons-ya)	M	$R_{o'rt.}$	R_x	X	λ_v	α	K_d
1.	0,002n KCl		1000					
2.	1n CH ₃ COOH							
3.	0,5n							
4.	0,25n							
5.	0,125n							
6.	0,0625n							

2. Solishtirma elektr o'tkazuvchanlikni hisoblash

$$\chi = \frac{C_{idishdoim}}{R} \text{ bunda idish sig'imi } C_{idish doim.} = \chi_{KCl} R_{KCl} \text{ hisoblab topiladi.}$$

$\chi_{KCl}=0,00278$ ga teng.

3. Ma'lum suyultirishdagi ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$\lambda_v = \chi \cdot 1000 \cdot V = \frac{\chi \cdot 1000}{C}$$

4. Cheksiz suyultirishdagi ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik(yoki Kolraush qonuni) quyidagi formula yordamida topiladi:

$$\lambda_{\infty} = \lambda^+ + \lambda^- \text{ bizning misolimizda } (\lambda_{H^+} = 349,8). \quad (\lambda_{CH_3COO^-} = 49,9),$$

$$\lambda_{\infty} = 349,8 + 49,9 = 399,7 \text{ teng}$$

5. Dissotsiyanish darajasi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

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

6. Dissotsiyanish konstantasi quyidagi formula asosida hisoblab topiladi:

$$K_D = \frac{\alpha^2 \cdot C}{1 - \alpha}$$

7. Vodorod ionlarining konsentratsiyasi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$[H^+] = \alpha \cdot C \cdot n$$

n – kislota ionlashidan hosil bo'lgan vodorod ionlarining soni.

Bundan eritma muhitini ham aniqlash mumkin –

$$pH = -\lg[H^+]$$

Olingan natijalar asosida $\chi = f(V)$ bog'liqlik grafigi chiziladi.

7 - LABORATORIYA ISHI

GALVANIK ELEMENTLARNING EYuKni VIRTUAL LABORATORIYA STENDLARIDA ANIQLASH

Ishning maqsadi: Kimyo sanoatida eritmalarining pH qiymatini aniqlash, ulardagi ionlar faolligini o'lchash, potentsiometrik titrlash muhim ahamiyat kasb etadi. Bu usullarning asosida esa elektr yurituvchi kuchni (EYuK) hamda elektrod potentsiallarini(φ) o'lchash yotadi.

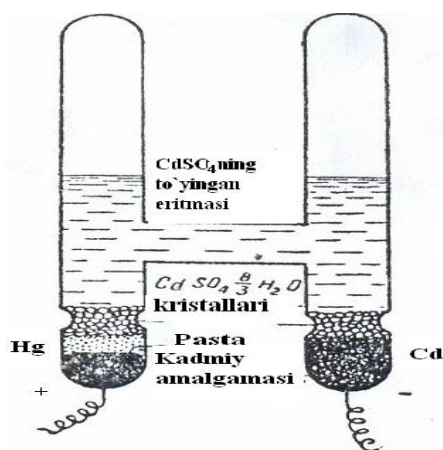
Kimyoviy reaksiya natijasida elektr energiyasi hosil qiladigan qurilma *galvanik element* deb ataladi. *Bunday asbobda kimyoviy energiya elektr energiyasiga aylanadi.* Galvanik elementda o'ziga xos EYuK paydo bo'ladi. EYuK elektrolitga tushirilgan metallar tabiatiga, elektrolit konsentratsiyasiga va haroratga bog'liq. EYuK metall bilan elektrolit chegarasida hosil bo'ladigan potentsiallar farqiga tengdir: $E = \varphi_1 - \varphi_2$.

Bilimlarni kengaytirish va chuqurlashtirishga mo'ljallangan laboratoriya mashg'uloti bo'lib, maqsad talabalarni *axborot kommunikatsion texnologiyalardan* darslarda to'liq hamda to'g'ri foydalanishga o'rgatish. Bunda talabalar olgan bilimlarini kompyuterda mavzuga oid laboratoriya ishini bajarish bilan mustahkamlaydilar. (2041kB).

Laboratoriya ishini bajarish uchun kerakli qurilma va reaktivlar: amaliy mashg'ulot olib boriladigan laboratoriyada 2V akkumulyator, normal Veston elementi, reoxord, kalomel va xingidron elektrodleri, PPTV – 1 yoki R – 375, R – 300 markali potentsiometr, mis va rux elektrodleri (plastinkalari), elektrolitik ko'priq, kaliy xlorid, xingidron kukuni, mis(II) sulfati, rux sulfati eritmaları va distillangan suv bo'lishi lozim.

Laboratoriya ishini bajarish tartibi: elementlarning EYuK ni *kompen-sasion* moslama yordamida o'lchash mumkin. Moslama, o'zgarmas elektr toki manbai bo'lishi uchun 1,8-2,0V kuchlanishli akkumulyatordan va normal Veston elementidan tashkil topgan. Veston elementi doimiy EYuK ga ega (25°C da $E=1,0183V$), faqat tashqi harorat o'zgarganda bir muncha o'zgarishi mumkin (10-rasm).



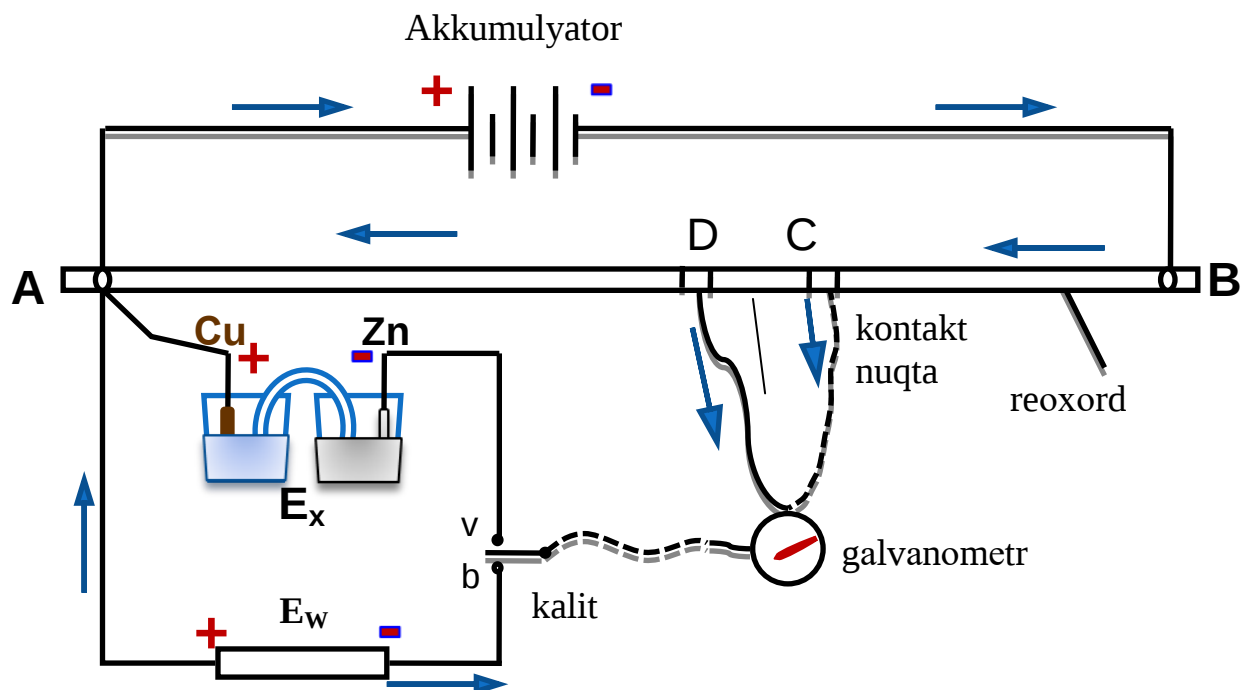


10-rasm. Normal Weston elementining tuzilishi

Galvanik elementlarning EYuKni -

1. kompensatsion (yoki to'g'ridan – to'g'ri) usulda;
2. additivlik (yig'indi) qonunidan foydalanib ham aniqlash mumkin.

Daniel-Yakobi elementlarining EYuK ini aniqlash uchun quyidagi zanjir tuziladi (11-rasm):



11-rasm. EYuK o'lchashni kompensatsion sxemasi

1-usul. Galvanik elementlarning elektr yurituvchi kuchi kompensatsion usulda quyidagicha aniqlanadi: akkumulyator simlar orqali qarshilik ko'prigining A va B tomonlariga ulanadi, so'ngra qarshilik ko'prigining chap tomoni (A) Veston elementining *musbat qutbiga* ulanadi. Veston elementining *manfiy qutbi* esa galvanometr va telegraf kalit (K) orqali harakatchan kalit (*surqich* C) ga ulanadi.

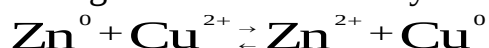
Elektr yurituvchi kuchni o'lchash quyidagicha amalga oshiriladi: galvanometr strelkasini qo'yib yuborib, knopka orqali uni nol nuqtaga keltiriladi. So'ngra akkumulyator ulanadi. Kalit orqali galvanometr ham ulanib, uni strelkasini harakati kuzatiladi. Agar qarshilik ko'prigining A qismidan tok o'tsa, galvanometr strelkasi

suriladi. Shundan so'ng surgichni o'ng va chapga surib shunday holat topiladiki (C- kompensatsiya nuqtasi), bunda zanjirda tok bo'lmasin. Binobarin, bunday holatda galvanometr strelkasi ham nol nuqtada to'xtaydi.

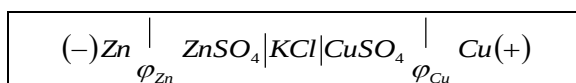
Akkumlyator bevosita o'lchov vaqtidagina ulanib, boshqa vaqt uzib qo'yiladi.

Tekshiruvchi element sifatida Daniel-Yakobi elementi olinadi. Bu 1n rux sulfat eritmasiga tushirilgan rux va 1n mis sulfat eritmasiga tushirilgan mis plastinkalaridan tashkil topgan. Eritmalar o'zaro *agar-agar ivig'i* va KCl ning to'yingan eritmasi bilan to'ldirilgan tuz k o'prigi orqali birlashtiriladi. Kaliy xlorid bog'lovchi o'tkazuvchi vazifasini o'taydi. Daniel-Yakobi elementidagi ikkita bir-biriga tegib turuvchi eritmalar (*1n rux sulfat va 1n mis sulfat*) chegarasida diffuzion potensial vujudga kelishi mumkin. Kaliy xlorid eritmasi ana shu diffuzion potensialni yo'qotishga xizmat qiladi.

Daniel-Yakobi elementining EYuK ushbu reaksiya tufayli vujudga keladi:



Daniel-Yakobi elementining *zanjiri* quyidagicha yoziladi.



EYuK ni to'g'ridan - to'g'ri usulda aniqlash uchun, dastlab sxemaga normal *Veston elementi* ulanadi, uni EYuK ma'lum – $E_w = 1,0183 \text{ V}$ ga teng:

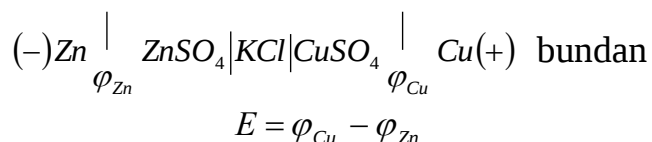


So'ngra, kompensatsiya nuqtasi (AC) topildi. Olaylik, u AC masofada joylashgan bo'lsin. Keyin normal Veston elementi o'rniga sxemaga Daniel-Yakobi elementi ulanadi va uning uchun ham kompensatsiya nuqtasi (AC₁) aniqlanadi.

Proportsiya orqali tekshiruvchi elementning EYuK aniqlaniladi:

$$\frac{AC_w - E_w}{AC_1 - E_x} = 1,0183 \qquad X = E_x = \frac{1,0183 \cdot AC_1}{AC_w}$$

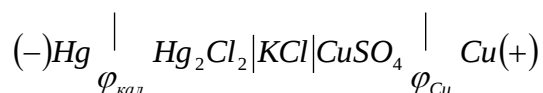
2-usul. Daniel-Yakobi elementining EyuK ni *additivlik (yig'indi)* qonunidan foydalanib ham aniqlash mumkin. Buning uchun *alohida olingan elektrod potentsiallaridan* foydalaniladi:



Buning uchun taqqoslash elektrodi yordamida zanjir tuziladi.

Bu ishda taqqoslash elektrodi sifatida kalamel $\text{Hg} \mid \text{Hg}_2\text{Cl}_2, \text{KCl}$ elektrodidan foydalaniladi. Kalamel elektrodining potensial farqi normal vodorod elektrodiga nisbatan 20°C da $\varphi_{\text{kal}} = 0.2486 \text{ V}$ ga teng.

Mis elektrodining potensialini aniqlash uchun rux elektrodi kalamel elektrodi bilan almashtirilib, quyidagicha zanjir tuziladi:



$$X = E_2 = \varphi_{Cu} - \varphi_{\text{kal}} \quad \varphi_{Cu} = E_2 + \varphi_{\text{kal}}$$

Bu element uchun ham sxema yordamida kompensatsiya nuqtasi (AC_2) topiladi va EYuK (E_2) hisoblanadi:

$$\begin{aligned} AC_w - E_w &= 1,0183 \\ AC_2 - E_2 &= \frac{1,0183 \cdot AC_2}{AC_w} \end{aligned}$$

Rux elektrodini potensialini aniqlash uchun, endi mis elektrod o'rniga kalomel elektrod ulanadi va zanjir tuziladi:



Tuzilgan zanjir uchun kompensatsion nuqta (AC_3) topiladi va EYuK (E_3) hisoblanadi:

$$\begin{aligned} X = E_3 &= \varphi_{\text{kal}} - \varphi_{Zn} & \varphi_{Zn} &= \varphi_{\text{kal}} - E_3 \\ AC_w - E_w &= 1,0183 & X = E_3 &= \frac{1,0183 \cdot AC_3}{AC_w} \\ AC_3 - E_3 & & & \end{aligned}$$

Aniqlangan φ_{Cu} va φ_{Zn} qiymatlari quyidagi formulaga q o'yilib, Daniel-Yakobi elementining EYuK hisoblab topiladi: $E = \varphi_{Cu} - \varphi_{Zn}$

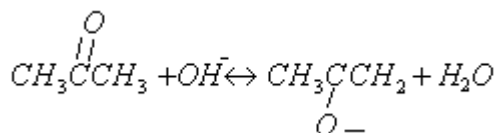
8 - LABORATORIYA ISHI

KIMYOVIY REAKSIYALARNING TEZLIK KONSTANTASINI ANIQLASH

Ishning mavzusi va maqsadi: Atsetonning yodlash reaksiyasini tezlik konstantasini aniqlash. Kislotali muhitda atsetonni yodlash reaksiyasining tezlik konstantasi aniqlanadi.

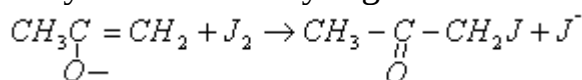
Laboratoriya ishini bajarish uchun kerakli qurilma va reaktivlar: 0,1n KJ eritmasi, 1n HCl, kolba, sekondomer, $Na_2S_2O_3$, atseton, kraxmal eritmasi, byuretk, shtativ, distillangan suv.

1)



1. Atsetonni yodlash reaksiyasi

2. Anion yod bilan reaksiyasiga kirishadi:



2)

Birinchi bosqich tezligi sekin, ikkinchi bosqich esa juda katta tezlik bilan oxirigacha boradi. Ma'lumki, bosqichma – bosqich boradigan jarayonlar tezligi eng sekin kechadigan bosqich tezligi bilan aniqlanadi. Shuning uchun jarayonning umumiy tezligi sekin boruvchi – birinchi bosqich tezligi bilan o'lchanadi. Binobarin, reaksiyaning tezligi atseton va vodorod ionlari (katalizator)

konsentratsiyasiga bog'liq bo'ladi. Reaksiya davomida kislota (HJ) hosil bo'lishi, H^+ ionlarining ortib borishiga va reaksiyani yanada tezlashishiga olib keladi. Reaksiya davomida katalizator rolini bajaruvchi moddalar hosil bo'lishi bilan boradigan reaksiyalar avtokatalik reaksiyalar deyiladi.

Atsetonni yodlash reaksiyasining tezligi

$$-\frac{dc}{dt} = K(C_{ats}^0 - C_x)(C_{H^+}^0 + C_x) \quad \text{tenglama bilan ifodalanadi.}$$

$(C_{H^+}^0 + C_x)$ da + - ishora reaksiya davomida H^+ ionlarning ortib borishini ko'rsatadi.

C_{ats}^0 – atsetonning boshlang'ich normal konsentratsiyasi, mol/l

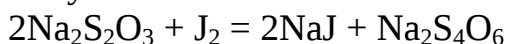
$C_{H^+}^0$ – vodorod ionlarining boshlang'ich konsentratsiyasi, mol/l

C_x – t vaqt ichida reaksiyaga kirishgan atsetonning konsentratsiyasi

$$\text{Bunda: } K = \frac{2,303}{t(C_{ats}^0 - C_{H^+}^0)} \lg \frac{C_{ats}^0(C_{H^+}^0 + C_x)}{C_{H^+}^0(C_{ats}^0 - C_x)} \quad \text{kelib chiqadi.}$$

Laboratoriya ishini bajarish tartibi: yodning 0,1n eritmasidan pipetka yordamida 25 ml olib 250 ml hajmli o'lchov kolbasiga qo'yiladi. Unga HCl ning 1n eritmasidan 25 ml hamda distillangan suvdan 190 ml qo'shiladi. Kolbani termostatga joylashtirib, 10 - 20 daqiqa o'tgach 2 ml atseton (zichligi 0,792 g/ml) solinadi va kolbaning belgisigacha distillangan suv solib, tez chayqatiladi. *Yodning boshlang'ich konsentratsiyasi aniqlanadi.* Buning uchun pipetka yordamida 25 ml aralashmadan olib oldindan titrlash kolbasiga solib qo'yilgan (15 ml) $NaHCO_3$ ning 0,1n eritmasi ustiga quyiladi va 2-3 tomchi *kraxmal* ishtirokida $Na_2S_2O_3$ ning 0,01n eritmasi bilan titrlanadi.

Bunda quyidagicha reaksiya boradi:



Bu reaksiya pH – qiymati 7 – 6 atrofida bo'lganda sodir bo'ladi. pH – qiymati o'zgarsa, reaksiya boshqacharoq kechadi. Shu muhitni ta'minlash uchun $NaHCO_3$ qo'shiladi.

Aralashmadan analizga olish vaqti tajribaning boshlanish vaqti hisoblanadi va sekundomer yurgiziladi. Reaksiyaning borishini ma'lum vaqtlardan so'ng reaksiyon aralashmadagi yodning konsentratsiyasini yukorida aytilgan usul bilan ($Na_2S_2O_3$ bilan titrlab) aniqlash orqali kuzatiladi/

Reaksiyaga kirishgan atseton konsentratsiyasi quyidagi tenglama asosida

$$C_x = \frac{C_{Na_2S_2O_3}}{2} \cdot \frac{V_0 - V_t}{25} \quad \text{hisoblanadi:}$$

$V_0 - Na_2S_2O_3$ eritmasining birinchi titrlashga sarf bo'lgan hajmi ($t=0$ da), ml.

$V_t - Na_2S_2O_3$ eritmasining ma'lum vaqtdan so'ng titrlashga sarf bo'lgan hajmi, ml.

$C - Na_2S_2O_3$ eritmasining normal konsentratsiyasi, mol/l

Tajriba natijalari jadvalga yoziladi. Bu ma'lumotlarni (IX.30) tenglamaga qo'yib «K» hisoblanadi.

Tajribada olingan natijalarini qayd qilish jadvali:

Vaqt, Minutda	Titrlashga sarf bo'lgan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ eritmasining hamji, ml	C_x g-ekv/l	C_{ats}^0 g-ekv/l	C_{H}^{0+} g-ekv/l	Tezlik konstantasi, K
0				0,1	
15				0,1	
30				0,1	
45				0,1	

Arrenius tenglamasidan reaksiyaning tezlik konstantasi va faollanish energiyasi aniqlanadi. Agar tajriba 2 xil haroratda o'tkazilib, haroratning har qaysinisi uchun tezlik konstantasi aniqlansa, reaksiya tezligining harorat koeffitsienti (γ) ni hisoblab topish mumkin:

$$\gamma = \frac{K_{t+10}}{K_t}$$

Indeks t shu konstantaga mos keladigan haroratni ko'rsatadi.

Birorta berilgan reaksiya tezlik konstantasini ikki xil haroratda aniqlab (*masalan*: 25 – 35°C), aktivlanish energiyasini tenglama yordamida hisoblab topish mumkin.

9 - LABORATORIYA ISHI

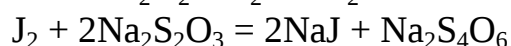
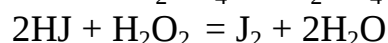
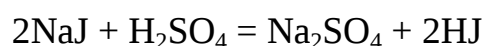
HJni VODOROD PEROKSID BILAN OKSIDLANISH REAKSIYASINING TEZLIK KONSTANTASINI VIRTUAL STENDDA ANIQLASH

Ishning maqsadi: bilimlarni kengaytirish va chuqurlashtirishga mo'ljallangan laboratoriya mashg'uloti bo'lib, maqsad talabalarni axborot kommunikatsion texnologiyalardan darslarda to'liq hamda to'g'ri foydalanishga o'rgatish. Bunda talabalar olgan bilimlarini kompyuterda mavzuga oid laboratoriya ishini bajarish bilan mustahkamlaydilar.

Laboratoriya ishining mazmuni: $2\text{HJ} + \text{H}_2\text{O}_2 = \text{J}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ reaksiyaning tezlik konstantasini $(\text{NH}_4)_2\text{MoO}_4$ katalizator ishtirokida aniqlash.

Yuqoridagi reaksiyaning tezligi vodorod peroksidning konsentratsiyasiga bog'liq. Uning konsentratsiyasini o'zgarishi ekvivalent ravishda reaksiya natijasida hosil bo'ladigan yodning konsentratsiyasini natriy tiosulfat eritmasi yordamida titrlash orqali aniqlanadi.

Jarayon 3 bosqichda kechadi:



Bunda (1) va (3) reaksiyalar juda katta tezlik bilan ketadi. Shuning uchun jarayonning tezligi (2) reaksiyaning tezligiga bog'liq bo'ladi. Eritmada natriy yodid yodni natriy tiosulfat bilan titrlash jarayonida qayta hosil bo'lib, NaJ va HJ larning konsentratsiyalari amalda o'zgarmaydi. (2) reaksiyaning tezligi faqat vodorod peroksidning konsentratsiyasiga bog'liq bo'lib qoladi. Reaksiya 1 – tartibli kinetik tenglama bo'yicha sodir bo'ladi.

Reaksiya tezligini aniqlash reaksion aralashmaga malum miqdorda tiosulfat eritmasi qo'shib borganda ajralib chiqayotgan yodni kraxmal rangini ko'kartirish vaqtini o'lchashga asoslangan.

Laboratoriya ishini bajarish tartibi: 200 ml kolbaga 25 ml 0,4 massa ulushli (%) natriy yodid eritmasi va 2,5 ml 2,0 mol/l sulfat kislota etirmalaridan quyiladi. Agar reaksiya katalizator ishtirokida olib borilsa, 1-2 tomchi 0,005 n ammoniy molibdat eritmasidan solinadi. So'ngra, kolbaga byuretkadan 0,5 ml 0,025 mol/l natriy tiosulfat eritmasidan va 5 tomchi 0,5 massa ulushi (%) kraxmal eritmasidan qo'shiladi. Eng oxirida 0,025 mol/l konsentratsiyali H_2O_2 eritmasidan 5 ml solinadi. Kolbadagi aralashma yaxshilab aralashtiriladi va ko'k rang hosil bo'lgach, sekundomer yurgiziladi va shu vaqt reaksiyaning boshlanish vaqti (t_0) deb hisoblanadi. Shu zohoti byuretkadan 0,5 ml natriy tiosulfat eritmasidan qo'shiladi, eritma chayqatiladi. Bunda eritma rangsizlanadi. Eritma qayta ko'k rangga kirishi bilan sekundomer ko'rsatkichi (t_1) yozib olinadi. Sekundomerni o'chirmasdan turib shu tariqa, natriy tiosulfat eritmasidan 0,5 ml dan qo'shishni 5 marotaba qaytariladi.

Reaksiya oxirgacha borishini tezlatish uchun reaksion aralashmaga 5 tomchi ammoniy molibdat eritmasidan qo'shiladi. Ajralib chiqqan yodni byuretkadagi tiosulfat eritmasi bilan oqarguncha titrlanadi. Titrlash uchun sarf bo'lgan tiosulfat eritmasining umumiy hajmi (A) reaksiya uchun olingan peroksid hajmiga ekvivalent bo'ladi. Tajriba natijalari jadvalga yozib boriladi.

10-jadval

Tajribada olingan natijalarini qayd qilish jadvali

№	Ayni paytda qo'shilgan $Na_2S_2O_3$ hajmi, ml	Tajriba boshidan eritma ko'k rangga kimguncha		K, C^{-1}
		o'tgan vaqt, sekunda	qo'shilgan $Na_2S_2O_3$ xajmi, X ml	
1				
2				
3				

Olingan natijalar birinchi tartibli reaksiyaning kinetik tenglamasiga qo'yib tezlik konstantalarining qiymati hisoblanadi

$$K = \frac{2,303}{\tau} \lg \frac{A}{A - X}$$

10 - LABORATORIYA ISHI

SUYUQLIK – GAZ CHEGARA SIRTIDAGI ADSORBSIYA.

Ishning maqsadi: eritma – havo chegarasida eritma sirt tarangligini sirt faol modda konsentratsiyasiga bog‘liqligini stalagmometrik usulda aniqlashni o‘rganish. Sirt taranglik va adsorbsiya izotermasini chizish. Sirt qavat parametrlarini aniqlash.

Laboratoriya ishini bajarish uchun kerakli qurilma va reaktivlar: stalagmometr, shtativ, 6 ta kolba, «havo so‘rgich» (grusha), suv va sirt faol modda.

Ishni bajarish tartibi: Avval 6 ta kolbaning 5 tasiga sirt faol moddaning turli xildagi suvli eritmasi (konsentratsiyasi 1n, 0,5n, 0,25n, 0,125n, 0,0625n bo‘lgan) tayyorlab olinadi. 1 ta kolbaga 10 ml suv solinib, stalagmometr yordamida uning tomchilar soni aniqlanadi. Buning uchun nayning yuqori va pastki qismida ikkita belgi (qornidan pastda va yuqorida) qo‘yilgan. O‘lchash vaqtida stalagmometr shtativga o‘rnatiladi. Stalagmometr o‘rta qismi (qorni) keng va pastki uchi kapilyar bo‘lgan shisha naydan iborat (12-rasm). Uning yuqorigi uchiga rezina trubka kiydirib, uning yuqorigi belgisiga yetguncha «havo so‘rgichi yordamida» suyuqlik so‘riladi. Yuqorigi belgidan pastki belgigacha qancha suyuqlik tomchisi hosil qilishi aniqlanadi.

Keyin sirt faol moddaning 5-6 xildagi konsentratsiyali eritmasidan olinib, tomchilar soni aniqlanadi. Tajriba vaqtida turtki, zarbalar, havo tebranishlari va harorat o‘zgarishlariga yo‘l qo‘ymaslik kerak. 6 ta kolbadagi suyuqliklar tajribadan o‘tkazilgandan so‘ng sirt faol moddalarning sirt tarangligi hisoblab topiladi.

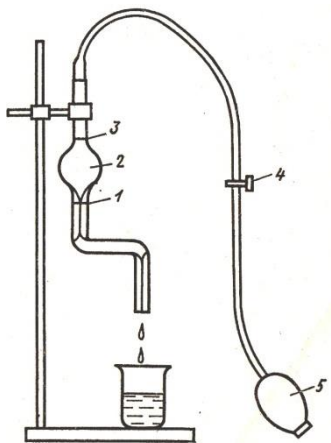
Sirt taranglik qiymati quyidagicha hisoblanadi.

$$\sigma = \sigma_0 \frac{n_{suv}}{n_{SFM}}$$

σ_0 – suvning sirt tarangligi, $\sigma_0=72,75$;

n_{suv} – suvning tomchilar soni; n_{SFM} – sirt faol moddaning tomchilar soni;

Olingan natijalar 1-jadvalga yoziladi.

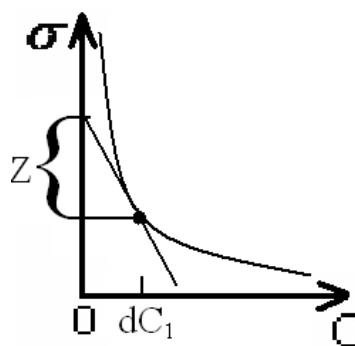


12-rasm Stalagmometr.

Tajribada olingan natijalarini qayd qilish jadvali:

№	Konsentratsiya, $C, \text{kmol}^3/\text{m}^3$	Tomchilar soni	Sirt taranglik, $\sigma, \text{N/m}$
1.	Suv		
2.	0,0625n		
3.	0,125n		
4.	0,25n		
5.	0,5n		
6.	1n		

11-jadval ma'lumotlari ko'ra, $\sigma = f(C)$ bog'lanish egrisi chiziladi. Buning uchun 5-7 ta nuqtaga (eksperimental qiymatlarga) ordinata o'qi bilan kesishguncha urinma chiziqlar o'tkaziladi.



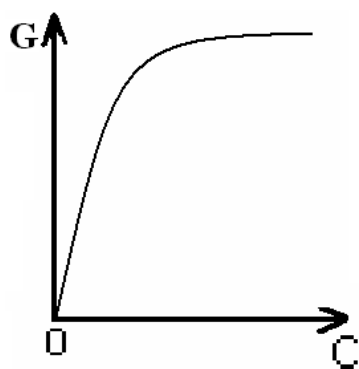
13-rasm. Sirt tarangligini konsentratsiyaga bo'liqligi

Urinma chiziq o'tkazilgan nuqtalar orqali abssissa o'qiga parallel chiziqlar o'tkazilib, ordinata o'qi bilan kesishguncha davom ettiriladi. Hosil bo'lgan Z kesmaning uzunligi o'lchanadi. Z kesmaning sirt taranglik birliklarida ifodalangan qiymati quyidagicha ifodalanadi:

$$Z = -C \frac{d\sigma}{dC},$$

Jadvaldan so'ng: o'tkazilgan urinmalarga to'g'ri keladigan hamma konsentratsiyalar uchun G ning qiymati hisoblanadi va adsorbsiya izotermasi chiziladi, ya'ni $G = f(C)$ egri chiziqlari chiziladi. Bundan

$$G = \frac{Z}{RT}$$



14-rasm. Adsorbsiya izotermasi

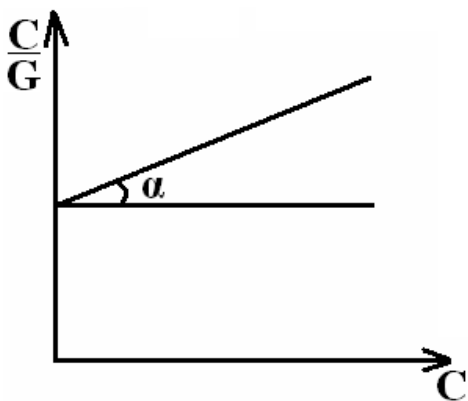
12-jadval

Hisoblash natijalari jadvalga yoziladi.

№	Konsentratsiya, C,	Z, N/m	$G \cdot 10^{10}$, kmol/m ² .
1.	0,0625n		
2.	0,125n		
3.	0,25n		
4.	0,5n		

Agar $G = f(C)$ ni ifodalovchi egri yuqori konsentratsiyalarda bir xil qiymatga ega bo'lsa, u vaqtda Lengmyur formulasidan foydalanib G_{∞} – maksimal solishtirma adsorbsiya qiymatini aniqlash mumkin. Buning uchun Lengmyur

tenglamasi $\Gamma = \Gamma_{\infty} \frac{kC}{1 + kC}$ ga nisbatan yechiladi va C/G va C orasidagi bog'liqlik grafigi chiziladi (10-rasm).



15-rasm. Maksimal adsorbsiyani aniqlovchi grafik.

$$\frac{C}{G} = \frac{kC + 1}{kG_{\infty}} = \frac{C}{G_{\infty}} + \frac{1}{kG_{\infty}}$$

$\frac{1}{kG_{\infty}} = b$ – konstanta; $\frac{1}{G_{\infty}} = a$ – konstanta. $\frac{C}{G} = ac + b$, bu tenglama to'g'ri chiziq tenglamasi α burchak kotangensi G_{∞} ($\text{ctg}\alpha = G_{\infty}$) ga teng. Bundan bitta molekula egallagan sirtini $q = \frac{1}{G_{\infty} \cdot N_A} \cdot 10^{16} A$ va adsorbsion qavat qalinligi

$h = \frac{G_{\infty} M}{d}$ ni aniqlash mumkin.

Bunda: N_A – Avagadro soni; M – sirt faol moddaning molekulyar massasi; d – sirt faol moddaning zichligi.

11 - LABORATORIYA ISHI

QATTIQ JISM SIRTIDAGI ADSORBSIYA

Ishning maqsadi: Sirka kislotani eritmadan aktivlangan ko‘mirdagi adsorbsiya qiymatini o‘lchash va adsorbsiya izotermasini tuzish.

Laboratoriya ishini bajarish uchun kerakli qurilma va reaktivlar: Sirka kislota, aktivlangan ko‘mir, konussimon kolbalar, pipetka.

Ishni bajarish tartibi: Tajriba bajarish uchun 4 ta toza va quruq raqamlangan konussimon kolbalarga pipetka yordamida to‘rt xil konsentratsiyali sirka kislota eritmalaridan 25 ml dan solinadi. Bir vaqtning o‘zida har bir kolbaga 1 g dan maydalangan aktivlangan ko‘mir solib, 30 - 40 minut davomida yaxshilab aralashtirib turiladi.

Bu vaqt ichida har qaysi eritmaning aniq konsentratsiyasi (C_1) o‘lchanadi. Buning uchun xar bir eritmadan 2,0 ml dan pipetka yordamida titrlash kolbalariga solinib, 0,01n KOH eritmasi bilan *fenolftalein* (*1 tomchi qo‘shiladi*) ishtirokida *bir minut davomida o‘chmaydigan och pushti rang hosil bo‘lguncha* titrlanadi. Titrlash har bir eritma uchun *uch martadan* bajarilib, o‘rtacha qiymati olinadi va konsentratsiyasi quyidagi formula bo‘yicha hisoblanadi:

$$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2; \quad C_1 = \frac{C_2 \cdot V_2}{V_1}$$

bu yerda C_1 – aniqlanayotgan kislotaning konsentratsiyasi;

V_1 – titrlash uchun olingan kislotaning xajmi;

C_2 – ishqorning konsentratsiyasi;

V_2 – titrlash uchun sarf bo‘lgan ishqorning xajmi.

Kislotaning boshlang‘ich konsentratsiyasi aniqlab bo‘lingandan so‘ng, 4 ta kolbadagi aktivlangan ko‘mir solingan eritmalar toza kolbalarga alohida-alohida filtrlab olinadi. Bunda avvaldan tayyorlab qo‘yilgan quruq qatlangan filtr qog‘ozlardan foydalaniladi. Filtratning dastlabki ulushlari (taxminan 5 ml) to‘kib tashlanadi.

So‘ngra har bir filtratdan 2,0 ml dan namuna olinib, 0,01n KOH eritmasi bilan fenolftalein ishtirokida titrlanadi va sirka kislotaning adsorbsiyadan keyingi muvozanat konsentratsiyasi (C_2) aniqlanadi. Filtratlardagi sirka kislotasining muvozanatdagi konsentratsiyasi tenglama bo‘yicha hisoblanadi.

Sirka kislotaning dastlabki va adsorbsiyadan keyingi konsentratsiyalarining farqidan adsorbsiyalangan sirka kislotaning miqdori ($\frac{x}{m} = C_1 - C_2$) topiladi. Olingan natijalar jadvalga yoziladi:

Tajribada olingan natijalarini qayd qilish jadvali

№	C_1 mmol/l	C_2 mmol/l	$\frac{x}{m}$ mmol/l	$\lg C_2$	$\lg \frac{x}{m}$	$K=?$ $n=?$
1						
2						
3						

bu yerda C_1 – sirka kislota eritmasining boshlang‘ich konsentratsiyasi;

C_2 – adsorbsiyadan keyingi muvozanat konsentratsiyasi;

$\frac{x}{m}$ – sirka kislotasining 25 ml eritmasidan 1 g ko‘mirga adsorbsiyalangan miqdori, u quyidagicha hisoblanadi:

$$\frac{x}{m} = (C_1 - C_2) \cdot 25$$

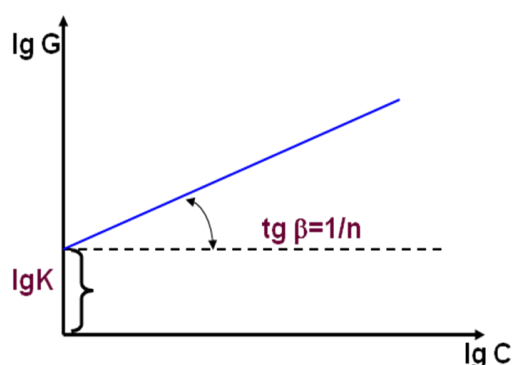
Freydlix tenglamasining konstantasini aniqlash

Sirka kislotasining ko‘mirdagi adsorbsiyaning izotermasini tuzish

Freydlix tenglamasidagi K va $1/n$ konstantalarining qiymatlarini topishda *grafik usul*dan foydalaniladi. Buning uchun tenglama logarifmlash orqali to‘g‘ri chiziqli tenglamaga o‘tkaziladi:

$$\lg \frac{x}{m} = \lg K + \frac{1}{n} \lg C$$

undan absissalar o‘qiga $\lg C$, ordinatalar o‘qiga $\lg \frac{x}{m} = \lg G$ qiymatlarini qo‘yib, to‘g‘ri chiziqli yotuvchi nuqtalar olinadi, ya’ni $\lg \frac{x}{m} = f(\lg C)$ bog‘liqlik grafigi tuziladi (rasm). Grafikdagi OA oralig‘i $\lg K$ qiymatiga to‘g‘ri keladi, $\lg K$ ma’lum bo‘lgandan keyin “ K ”ni topish mumkin. Grafikdagi β burchakning tangensi $1/n$ qiymatiga teng bo‘ladi.



16-rasm. Freydlix tenglamasi konstantalarini grafik usulda topish

Grafikdan $\lg K$ ning qiymatini olib, antilogarifmlar jadvalidan “K” ning qiymati topiladi. $\frac{1}{n} = \lg \beta$ ni burchak qarshisidagi katet uzunligini yopishgan katet uzunligiga nisbati bo'yicha topiladi. $1/n$ ning qiymati 0,3 – 0,6 oralig'ida bo'ladi.

12 - LABORATORIYA ISHI

KOLLOID SISTEMALARNING OLINISH USULLARI

Ishning maqsadi: Kolloid sistemalarning olinish usullari.

Laboratoriya ishini bajarish uchun kerakli qurilma va reaktivlar: peptizator, FeCl_3 , Na_2CO_3 , AlCl_3 , kanifolning etil spirtidagi eritmasi, oltingugurtning atsetondagi to'yingan eritmasi, suv, parafinning etil spirtidagi eritmasi, $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$, $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$, AgNO_3 , H_3AsO_3 , Na_2SiO_3 , KJ, H_2S , H_2SO_4 .

Ishni bajarish tartibi: kolloid eritmalar xosil qilish usullari bir-biriga qarama-qarshi ikkita prinsipga asoslangan. Birinchi usul dispergatsiya, ikkinchisi esa kondensatsiya usullari deb nomlanadi.

Dispergensiya usulida kolloid sistema olish uchun qattiq jism stabilizator ishtirokida kukun qilib maydalanadi, xosil qilingan kolloid o'lchamidagi dispers faza dispersion muhitda bir tekis tarqalishi natijasida kolloid sistema olinadi. Dispergatsiya usullari bir necha xil bo'lib ulardan mexanik va elektrik dispergatsiya kolloid sistema olishda keng tarqalgan usullardir.

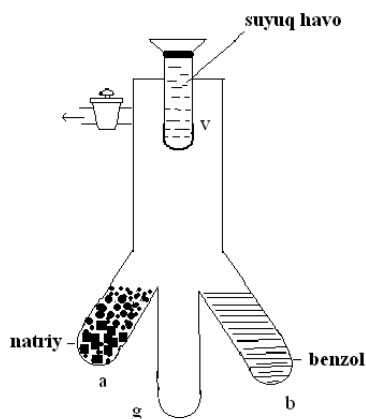
Kolloid eritmalarini peptizatsiya usuli bilan olish. Zolning koagulyatsiya maxsulotini qaytatdan kolloid eritma xolatiga o'tkazish **peptizatsiya** deb ataladi. Buni amalga oshirish uchun xosil bo'lgan cho'kmaga (koagulyantga) birorta elektrolit qo'shib, erituvchi bilan aralashtiriladi. Shunda qaytadan zol xosil bo'ladi. Kolloid eritma olishda ishlatiladigan elektrolit **peptizator** deyiladi. Elektrolitlardan tashqari peptizator sifatida ba'zi sirt-aktiv moddalar ishlatiladi.

Peptizatsiya. 1. Temir III-gidroksid zoli. 4 ml 47%li FeCl_3 eritmasini 100 ml gacha suv bilan suyultiriladi. Hosil qilingan eritmaga tez aralashtirgan holda 20%li (Na_2CO_3) eritmasidan qo'shiladi. Cho'kmaga tushayotgan temir III-gidroksidning peptizatsiyalanish uchun 47%li FeCl_3 eritmasidan bir necha tomchi tomiziladi hamda kolbadagi cho'kma erib ketguncha qattiq chayqatiladi.

2. Alyuminiy gidroksid zoli. 5 ml 30%li AlCl_3 eritmasini 100 ml gacha suv bilan suyultiriladi. Hosil qilingan eritmaga tomchilatib, qattiq chayqatilgan holda 20%li Na_2CO_3 eritmasidan 3 ml qo'shiladi. Bunda rangsiz alyuminiy gidroksidini zoli hosil bo'ladi.

Kondensatsiya usullari. Molekulyar yoki ion o'lchamligidagi zarrachalarni Van-der-Vaals tortilish kuchi xisobiga kolloid o'lchamligigacha yiriklashggirish usuli kondensatsion usul deyiladi. Ushbu usulga muvofik kolloid sistema xosil bo'lishi uchun asosiy shart, eritma o'ta to'yingan bo'lib, yangidan xosil bo'layotgan dispers faza zarrachalari ayni dispersion muhitda erimasligi lozim. O'ta to'yingan eritmada dastlab dispers fazaning mikrokristallari (zarodishlari) vujudga keladi. Ularning o'sishi davomida earrachalar kolloid o'lchamligigacha yiriklashadi, shu mexanizm bo'yicha kolloid sistemalar 3 xil yo'l bilan tayyorlanishi mumkin:

- a) fizik kondensatsiya
- b) erituvchini almashtirish.
- v) kimyoviy kondensatsiya



17-rasm. Shalnikov va Roginskiy usulida kolloid eritma tayyorlanadigan asbobning sxemasi.

Fizik kondensatsiya usuli bilan dispersion muhitga qattiq jism bug'ini yuborib, uni suyuq havoda sovutish bilan kondensatsiyalab kolloid sistema hosil qilinadi. Bu usulni rus olimlari A.I.Shalnikov va S.Z.Roginskiylar ishlab chiqishgan. Bu usulda juda ko'p metall (Hg, Cd, K, Rb, Cs, Na) va metalloidlari (Se, C, P) ning gidrozollari va organozollari olinadi.

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

Erituvchini almashtirish usulida ko'p miqdordagi erituvchiga unda qiyin eriydigan moddaning molekullar eritmasidan oz miqdorda qo'shilsa, erigan moddaning molekullari kondensatlanib, kolloid zarracha o'lchamligigacha yiriklashadi va ayni dispersion muhitda kolloid sistema xosil qiladi. Shu usulda selen, fosfor, palmetin kislotasi, gummigut, mastikalarning barqaror zollarini tayyorlash mumkin. Masalan: osh tuzining spirtidagi eritmasidan efirga tomchilatib qo'yilsa, osh tuzining eterozoli xosil bo'ladi. Agar suvga kanifol yoki oltingugurtning spirtidagi eritmasidan juda oz miqdorda qo'yilsa, oltingugurt yoki kanifolning gidrozoli xosil bo'ladi.

Fizik kondensatsiya. 1. Kanifol zoli. 50 ml suvga chayqatib turgan holda 10-15 tomchi 10%-li kanifolning etil spirtidagi eritmasini tomizgichdan qo'shiladi. Kanifolning manfiy zaryadli gidrozoli hosil bo'ladi. Dag'al dispers zarrachalarni yuqotish uchun zol filtrlanadi.

Kanifol bilan erituvchi sifatida ishlatiladigan spirt zolning barqarorligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi. Shuning uchun zolni uzoq muddat saqlash zarur bo'lsa, spirtlarni dializ usuli bilan yo'qotish zarur.

2. Oltingugurt zoli. 50 ml suvga chayqatib turgan holda 1 ml oltingugurtning atsetondagi to'yingan eritmasidan qo'shiladi. Natijada oltingugurtning kolloid zarrachasi manfiy zaryadlangan oqish havo rangli suvdagi zoli (gidrozoli) hosil bo'ladi.

3. Parafin zoli. 50 ml suvga tomizgichdan chayqatib turgan holda parafinning etil spirtidagi 1 ml to'yingan eritmasi qo'shiladi. Manfiy zarrachalar bilan zaryadlangan parafinning suvdagi zoli hosil bo'ladi.

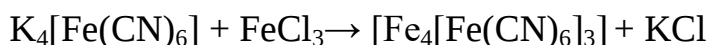
Kimyoviy kondensatsiya usulida kolloid sistema olinishi kimyoviy reaksiyalar yordamida qiyin eruvchan modda xosil bo'lishiga asoslangandir. Kimyoviy kondensatsiya usulida kolloid sistemalar olishda qo'yidagi ikki shart

bajarilishi kerak:

1. Reaksiya uchun olingan chin eritmaning konsentratsiyasi juda kichik bo'lishi kerak;

2. Reaksiyaga kirishayotgan elektrolitlarning birortasi ortiqcha mikdorda bo'lishi lozim. Shu ortiqcha mikdori stabilizator vazifasini bajaradi. Ayrim reaksiyalarda stabilizator reaksiya davomida xosil bo'lishi mumkin.

Kimyoviy kondensatsiya. 1. Berlin lazurining zoli. 0,1 ml 47%li FeCl_3 eritmasidan 100ml suvga solib eritiladi hamda hosil qilingan eritmaga aralashtirib turgan holda 20%li $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ eritmasidan 1 tomchi qo'shiladi. To'q havo rangli berlin lazuri $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ temir II-geksatsianoferrat hosil bo'ladi.



2. Berlin lazurining zoli. 0,5 ml 20%li $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ mo'l eritmasini suv bilan 100 ml gacha suyultiriladi. Hosil qilingan eritmaga aralashtirib turgan holda 1 tomchi 47%li FeCl_3 eritmasidan tomizilganda eritma havo rangga kiradi. Eritmaga yana 2 tomchi yuqoridagi eritmadan tomizilganda uning rangi to'q havo rangga aylanadi.

3. Mis geksatsianoferrat-III zoli. 0,5 ml 20%li berlin lazurini $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ suv bilan 100 ml gacha suyultiriladi. Hosil qilingan eritmaga aralashtirib turgan holda 3-4 tomchi 10%li CuSO_4 eritmasi qo'shilganda mis geksatsianoferrat III zoli hosil bo'ladi.

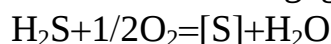
4. Kumush geksatsianoferrat - II zoli. 10 ml 20%li $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ ni 100 ml gacha suv bilan suyultiriladi, hosil qilingan eritmaga sekin tomchilatib, aralashtirilib turgan holda 5 ml 1,7%li AgNO_3 eritmasi qo'shiladi. Ko'kimtir rangli kumush geksatsianoferrat II zoli $\text{Ag}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ hosil bo'ladi.

5. Kumush yodid zoli. 10 tomchi 1,7%li AgNO_3 mo'l eritmasini 100 ml gacha suv bilan suyultiriladi, hamda hosil qilingan eritmaga aralashtirgan holda tomchilatib, 1,7%li KJ eritmasidan 1ml qo'shiladi. Oqish havo rangli kumush yodid zoli hosil bo'ladi.

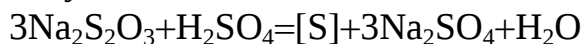
6. Kumush yodid zoli. 10 ml 1,7%li KJ eritmasini 100 ml gacha suv bilan suyultiriladi, hamda hosil qilingan eritmaga aralashtirib turgan holda tomchilatib, 1,7%li AgNO_3 eritmasidan 5 tomchi qo'shiladi. Oqish havo rangli kumush yodid zoli hosil bo'ladi.

Kolloid sistemalar ushbu usulga ko'ra oksidlanish, qaytarilish, gidroliz, almashinish reaksiyalari asosida olinishi mumkin:

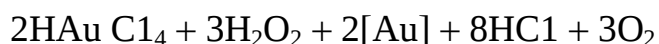
1. Oksidlanish reaksiyasi asosida sulfid kislotasi (vodorod sulfidning eritmasi) xavodagi kislorod bilan oksidlanib oltingugurt gidrozolini xosil qiladi:



Oltingugurt gidrozoli shuningdek metallar sulfidlaridan yoki giposulfitdan eritmada oksidlanish reaksiyasi asosida olinishi mumkin:



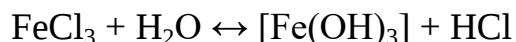
2. Qaytarilish reaksiyasi asosida ko'pchilik metallar Au, Ag, Rt, Rd, Os, Hg, Bi, Cu va ba'zi bir metalloidlar - P, Te, Se ning zollari olinishi mumkin:



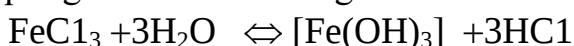
Qaytaruvchi sifatida formalin, gidrazin, tannin, fenilgidrazin, alkaloidlar qo'llanilishi mumkin.

3. Gidroliz reaksiyasi asosida zolni Kreкке va Grem usullari yordami bilan olinadi.

Gidrolizlanish reaksiyasi. Temir III-gidroksidi zoli. 100 ml qaynoq suvga 3-4 tomchi 47% FeCl_3 eritmasidan qo'shiladi. Bunda temir III-xloridning shiddat bilan gidrolizlanish reaksiyasi boradi, hamda hosil bo'lgan temir III-gidroksidi molekulalari kolloid zarrachalarigacha kondensatlanadi va to'q jigar rangli $\text{Fe}(\text{OH})_3$ zoli hosil bo'ladi.

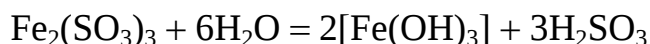


Krekke usuli: qaynoq suvga oz miqdorda FeCl_3 ning suyultirilgan eritmasidan qo'shilsa qo'ng'ir tusli temir III gidroksidi zoli xosil bo'ladi:

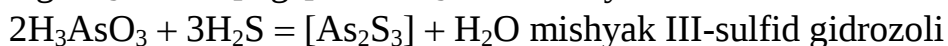


Reaksiya oxiriga borishi uchun reaksiya aralashmadan xlorid kislotani dializ yo'li bilan chiqarib turish lozim.

Grem usuli: temir xlorid tuzining konsentrlangan eritmasiga ammoniy karbonat tuzining to'yingan eritmasidan tomchilatib qo'yilsa, to'q qo'ng'ir tusli barqaror zol xosil bo'ladi:



4. Almashinish reaksiyasi kolloid sistema olishda kimyoviy kondensatsiyaning keng tarqalgan usulidir:



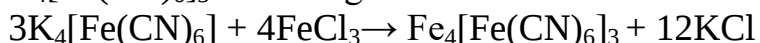
13-LABORATORIYA ISHI.

DISPERS SISTEMALARNI TAYYORLASH VA DIALIZ USULIDA TOZALASH

Ishdan maqsad: dispers sistemalarni turli usullarda tayyorlash va ularni tozalash yo'llarini hamda ularning mitsellyar tuzilishini o'rganishdan iborat.

Laboratoriya ishini bajarish uchun kerakli qurilma va reaktivlar: 47%li FeCl_3 eritmasidan, kolba, 20%li $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ eritmasidan, suv va maxsus selofan.

Ishni bajarish tartibi: Berlin lazurining zolini tozalash. 0,1 ml 47%li FeCl_3 eritmasiga 100ml suv solinadi hamda hosil qilingan eritmaga aralashtirib turgan holda 20%li $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ eritmasidan 1-2 tomchi qo'shiladi. Shunda to'q havo rangli berlin lazuri $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ temir II-geksatsianoferrat hosil bo'ladi.



Hosil bo'lgan zolni dializ usuli yordamida keraksiz bo'lgan ion, asos va kislotalardan tozalanadi. Tayyorlangan dispers sistema laboratoriya sharoitida tuzlardan, ortiqcha elektrolitlardan, stabilizatorlardan, kislota va asoslardan

quyidagicha tozalanadi: buning uchun tayyorlangan zol maxsus sellofan (ya'ni yarim o'tkazgich membrana vazifasini bajaruvchi tarkibida 11%li azot bo'lgan nitrotsellyulozaning spirt va efir aralashmasidan tashkil topgan) xaltachaga solib distillangan suvga tushirib qo'yiladi. Sellofanning teshiklarining diametri 20-30nm bo'lgan g'ovaklar orqali dispers sistemadagi ionlar suvga diffuziyalanib o'tadi. Dispers faza zarrachalari o'lchami kattaroq bo'lganligi uchun ular g'ovaklar orqali o'ta olmaydi. Distillangan suv 1 soatda tez-tez almashtirilib turiladi.

KOAGULYATSIYA

Dispers sistemalarining barqarorlik o'lchovi koagulyatsiya ekanligini ko'rsatish.

Kolloid zarrachalarning molekulyar kuchlar ta'sirida o'zaro birlashib, yiriklashish jarayoni koagulyatsiya deb ataladi.

B.V.Deryagin zolning koagullanish chegarasi bilan koagullovdchi ionning valentligi (Z^o) orasida bog'lanish borligini topib, tenglamani quyidagicha o'zgartirdi:

$$\gamma = \frac{const \cdot \varepsilon^2 \cdot (KT)}{A^2 l^2 z^6}$$

bunda A – umumiy konstanta;
 ε – dielektrik konstanta;
 T – absolyut harorat.
 z – koagullovdchi ion valentligi

Endi kolloid sistemalarni koagulyatsiyaga uchratadigan asosiy sabablarni ko'rib chiqamiz, uni "koagulyatsiya qoidalari" deb ataladi.

1. Zolga ma'lum miqdor elektrolit qo'shilganda kolloid sistemalar koagulyatsiyalanadi.

2. Har qaysi kolloid eritma "koagulyatsiya chegarasi" deb ataladigan miqdordagi elektrolit ta'sirida koagulyatsiyaga uchraydi.

3. Koagulyatsiya kolloid sistemaning "izoelektrik holatiga" yaqin sharoitidan boshlab sodir bo'ladi.

4. Kolloid zarracha ishorasiga qarama-qarshi zaryadli ion koagulyatsiya xosil qiluvchi ion hisoblanadi.

5. Ionlarning valentligi ortishi bilan koagulyatsiya ta'siri kuchayadi.

(Bu Shulze-Gardi qoidasi deb ataladi)

Elektrolitlarning (ionlarning) valentligi ortishi bilan koagulyatsiya jarayonining kuchayishi yuqori valentli ionlar ta'sirida kolloid zarrachadagi qo'sh elektr qavatining siqilish effekti ortishi sababli ortadi.

Hozirgi paytda elektrolitlar ta'sirida sodir bo'ladigan koagulyatsiya statika, fizika, eritmalar nazariyalari va molekulalararo kuchlarga asoslangan holda tushuntiriladi.

Bu sohada dastlabki miqdoriy hisoblashlar 1941 yilda Deryagin va Landau tomonidan, shu paytning o'zida Gollandiya olimlari Fervey va Overbek tomonidan bajarildi. Shuning uchun ham bu nazariya olimlarining nomlarining bosh

xarflaridan iborat bo‘lib, DLFO nazariyasi deb ataladi.

Bu nazariyaga binoan koagulyatsiyaning sodir bo‘lishi 2 kuchga bo‘liq: biri Van-der-Vaals (tortilish) kuchlari bo‘lsa, ikkinchisi zarrachalar orasidagi o‘zaro elektrostatik itarilish kuchlaridir; bu ikki kuch ikki kolloid zarracha orasidagi yupqa suyuqlik qavatida birgalashib ta’sir etib, “yoruvchi bosimni” vujudga keltiradi (ruschasiga “расклинивающиеся давление”). Agar ularning ta’siridan musbat yoruvchi bosim paydo bo‘lsa, bu bosim zarrachalarning bir-biri bilan birlashib ketishiga yo‘l qo‘ymaydi; binobarin koagulyatsiya sodir bo‘lmaydi. Agar manfiy yoruvchi bosim paydo bo‘lsa, zarrachalar orasidagi suyuqlik qavati torayib, zarrachalar bir-biri bilan birlashib ketadi; binobarin koagulyatsiya sodir bo‘ladi. DLFO nazariyasiga muvofiq Shulze-Gardi qoidasi quyidagi nisbat ko‘rinishini oladi:

$$C_{el}^{+} : C_{el}^{2+} : C_{el}^{3+} = 1 : \frac{1}{2^6} : \frac{1}{3^6} = 1 : \frac{1}{64} : \frac{1}{729};$$
$$C_{el}^{+} : C_{el}^{2+} : C_{el}^{3+} = 729 : 11 : 1$$

Bundan kelib chiqadiki, agar biror zolni koagulyatsiyaga uchratmoqchi bo‘lsak, 1 valentli elektrolit oladigan bo‘lsak undan 11 eritmaga 729 millimol, 2 valentli elektrolit oladigan bo‘lsak 64 millimol va 3 valentli elektrolitdan 1 millimol kerak bo‘lar ekan.

Koagulyatsiyaning ham ikki turi bo‘ladi.

1) Neytralizatsion koagulyatsiya. Bunda koagulyatsiya kolloid zarrachalarning zaryadlanishi va ϕ -potensialning kamayishi natijasida sodir bo‘ladi.

2) Konsentratsion koagulyatsiya. Bunday koagulyatsiya yuqori konsentratsiyali elektrolit qo‘shish natijasida sodir bo‘ladi. Bu koagulyatsiya qo‘sh elektr qavatning diffuzion qismi kichrayishi natijasida sodir bo‘ladi.

Neytralizatsion koagulyatsiyada ko‘shilgan elektrolit zarracha zaryadini neytrallab zarrachani qayta zaryadlay olganida kuzatiladi.

Koagulyatsiyaga oid hodisalar tabiatda juda keng tarqalgan va ularning turmushda, hayotda ahamiyati kattadir.

Koagulyatsiya jarayonini har xil yo‘llar bilan tezlatish mumkin.

Endi shu yo‘llarning bir-ikki xilini ko‘rib chiqamiz.

1) Kolloid eritmalarga (zolga) har xil elektrolitlar qo‘shib koagulyatsiya jarayonini tezlatish mumkin.

2) Kolloid eritmaga boshqa kolloid qo‘shib koagulyatsiyani tezlatish mumkin.

3) Kolloid eritmani qizdirish yo‘li bilan koagulyatsiya jarayonini tezlatish mumkin.

Kolloid eritmalarga elektrolit qo‘shilganda koagulyatsiya sodir bo‘lishini eng birinchi bo‘lib kolloid kimyo sohasida ish olib borgan buyuk olimlar Faradey, Grem, Selmi va boshqalar kuzatganlar.

Faradey bu hodisani oltin gidrozolida ilmiy ishlar olib borib aniqlagan. Bu

kuzatishlar quyidagi natijalarga va xulosalarga asos bo'la olishini keyinchalik aniqlaganlar.

Masalan:

1) Agar kolloid eritmaga har qanday elektrolitdan yetarli miqdor qo'shilsa koagulyatsiya sodir bo'ladi.

Koagulyatsiya sodir bo'lishini bevosita oddiy ko'z bilan ko'rish mumkin bo'lsa u ochiq koagulyatsiya, ko'rish mumkin bo'lmasa, yashirin koagulyatsiya deyiladi.

2) Ochiq koagulyatsiya bo'lishi uchun elektrolit konsentratsiyasi koagulyatsiya konsentratsiyasi (koagulyatsiya chegarasi, ya'ni koagulyatsiya uchun kerak bo'lgan miqdor) qiymatidan ortiq bo'lishi kerak.

3) Koagulyatsiyaga elektrolitning faqat bir ioni, u ham bo'lsa kolloid zarracha zaryadiga qarama-qarshi ion sabab bo'ladi. Musbat zaryadli kolloidlar anionlar ta'sirida manfiy zaryadli kolloidlar kationlar ta'sirida koagulyatsiyaga uchraydi.

4) Koagulyatsiyaga uchrayotgan kolloidning koagulyatsiya chegarasi birinchi navbatda koagulyatsiyaga uchrayotgan ionning valentligiga bog'liq ekan. Valentligi qancha katta bo'lsa koagulyatsiyalash kuchi ham shuncha kuchli bo'ladi. Agar bir valentli kationning koagulyatsiyalash qobiliyati bir desak, ikki valentlikning qobiliyati 70, uch valentlikniki esa 550 bo'lar ekan.

Agar ikkita zarracha bir-biri bilan birinchi to'qnashgandayoq o'zaro birikib yirik zarracha hosil qilsa, bunday koagulyatsiya tez koagulyatsiya deb ataladi va uning tezligi kolloid zarrachalarning broun harakatining intensivligiga bog'liq bo'ladi va qo'shilayotgan koagulyatsiyalovchi elektrolitlarning konsentratsiyasiga bog'liq bo'lmaydi. Agar koagulyatsiya tezligi qo'shilayotgan elektrolitlarning konsentratsiyasiga bog'liq bo'lsa, bunday koagulyatsiya sust koagulyatsiya deb ataladi. Kolloid eritmaning loyqalanishi, keyinchalik cho'kmaga tushishi va zol rangini o'zgarishi koagulyatsiya sodir bo'lganini bildiradi. Ayni zolni koagulyatsiyaga uchratish uchun kerak bo'ladigan elektrolitning minimal miqdori ayni zolning koagulyatsiya chegarasi deb ataladi.

Koagulyatsiya chegarasi odatda 1 litr zol uchun hisoblanadi. Agar tajriba uchun V ml zol olingan bo'lsa zolning koagulyatsiyalanish chegarasi

$$\gamma = \frac{CV \cdot 1000}{W}$$

tenglama bilan hisoblab topiladi. Odatda bu tenglama quyidagicha yoziladi:

$$\gamma = \frac{N \cdot V_{el} \cdot 1000}{V_{el} + W}$$

Bu yerda: N - elektrolitning mollar bilan ifodalangan konsentratsiyasi.

V - elektrolit eritmasining xajmi.

W - zolning litrlar bilan ifodalangan xajmi.

γ - elektrolitning koagulyatsiyalash chegarasi.

Koagulyatsiya osotonasini yana quyidagi tenglamalar bilan xisoblab topish mumkin:

$$a) \quad \gamma = \frac{c \cdot n}{\left(1 + \frac{a}{b}\right)^2} \cdot 1000 \quad \text{mmol/l}$$

bunda s elektrolitning konsentratsiyasi, n - koagulyatsiyalovchi ion valentligi, a - suvning miqdori, b -elektrolitning miqdori.

$$b) \quad \gamma = \frac{C_{el} \cdot V_{el}}{V_{zol}}$$

bunda C_{el} -elektrolitning konsentratsiyasi, V_{el} -elektrolitning koagulyatsiyaga uchragandagi eng kam miqdori, V_{zol} - zolning miqdori

14-LABORATORIYA ISHI

ZOLLARNING KOAGULYATSIYA CHEGARASINI VA SHULSE- GARDI QOIDASIGA BO‘YSUNISHLIGINI TEKSHIRISH

Ishdan maqsad: Zolning koagulyatsiya chegarasini aniqlash, koagulyatsiya chegarasiga I, II, III-valentli elektrolitlar ta’sirini o‘rganish va Shulse – Gardi qoidasiga bo‘ysunishligini tekshirish.

Laboratoriya ishini bajarish uchun kerakli qurilma va reaktivlar: laboratoriyada tayyorlangan zol, I,II,III valentlikdagi elektrolitlar, 9 ta probirka va distillangan suv.

Ishni bajarish tartibi: 9 ta probirkaning har biriga 5 ml dan laboratoriya ishida olib qo‘yilgan zoldan solinadi va har biriga 14-jadvalda keltirilgan hajmda distillangan suv solinadi. Jadval bo‘yicha probirkalarga I,II,III valentli elektrolitlar qo‘shiladi. Dispers faza zarrachalari zolning koagulyatsiya chegarasi va Shulse – Gardi qoidasiga bo‘ysunishligini aniqlaymiz.

- Kuzatish natijalarini 3-jadvalga quyidagicha shartli belgilar bilan yoziladi:

Koagulyatsiyaning yo‘qligi	—
Kuchsiz loyqalanish (rangning o‘zgarishi)	+
Kuchli loyqalanish	++
Cho‘kma tushishi	+ ++

Elektrolit eritmasini suyultirishini eritma barqarorlik holatdan koagulyatsiya holatiga o‘tganini aniqlamaguncha davom ettiriladi. U elektrolitlar uchun ham koagulyatsiya chegarasi topiladi.

Elektrolitning koagulyatsiyalash konsentratsiyasini aniqlashda elektrolit eritmasini zol bilan suyultirilishini hisobga olish zarur. Agar elektrolit ko‘p valentli ion hosil qilsa, zarracha sirtida qayta zaryadlash sodir bo‘lishi mumkinligini nazarda tutish kerak, bunday holatda bir emas, uchta koagulyatsiya chegarasini aniqlash kerak.

Koagulyatsiya chegarasini aniqlash bo'yicha eksperimental ma'lumotlar

№	Zol, ml	Dis. suv, ml	KNO ₃ I-valentli		Ca(NO ₃) ₂ II-valentli		Al(NO ₃) ₃ III-valentli	
			Miqdori, ml	Cho'kma borligi belgilovchi shartli belgi	Miqdori, ml	Cho'kma borligi belgilovchi shartli belgi	Miqdori, ml	Cho'kma borligi belgilovchi shartli belgi
1.	5	5	0		0		0	
2.	5	0	5		5		5	
3.	5	1	4		4		4	
4.	5	2	3		3		3	
5.	5	2,5	2,5		2,5		2,5	
6.	5	3	2		2		2	
7.	5	3,5	1,5		1,5		1,5	
8.	5	4	1		1		1	
9.	5	4,5	0,5		0,5		0,5	

Koagulyatsiya chegarasi quyidagi tenglamalar asosida hisoblab topiladi:

$$\gamma = \frac{C_{el} \cdot n}{\left(1 + \frac{a}{b}\right)^2} \cdot 1000 \quad \text{yoki} \quad \gamma = \frac{N \cdot V_{el} \cdot 1000}{V_{el} + W}$$

γ – elektrolitning koagulyatsiya chegarasi; C_{el} – elektrolitning konsentratsiyasi; n – elektrolitning valentligi; a – suvning hajmi; b – elektrolitning hajmi; N – elektrolitning g·ekv./l lar bilan ifodalangan konsentratsiyasi; V_{el} – elektrolit eritmasining hajmi; W – zolning litrlarda ifodalangan hajmi.

So'ngra tajribada olingan ma'lumotlarga ko'ra, tarkibida turli valentli ion koagulyatorlar bo'lgan uchta elektrolit uchun koagulyatsiya chegarasining qiymatini uning eng kichik qiymatiga bo'linadi:

$$\frac{\gamma_1}{\gamma_1} : \frac{\gamma_2}{\gamma_2} : \frac{\gamma_3}{\gamma_3} \quad (\text{Shulze-Gardi qoidasi})$$

Olingan natijalarni Deryagin nazariyasi bo'yicha nazariy hisoblab chiqilgan natija bilan solishtiriladi:

$$C_{koag}^I : C_{koag}^{II} : C_{koag}^{III} = 729 : 11 : 1$$

C_{koag} – I, II, III valentli ionning konsentratsiyasi.

Kuzatilgan natijalar asosida hisobotlar daftarga qayd etiladi.

15-LABORATORIYA ISHI

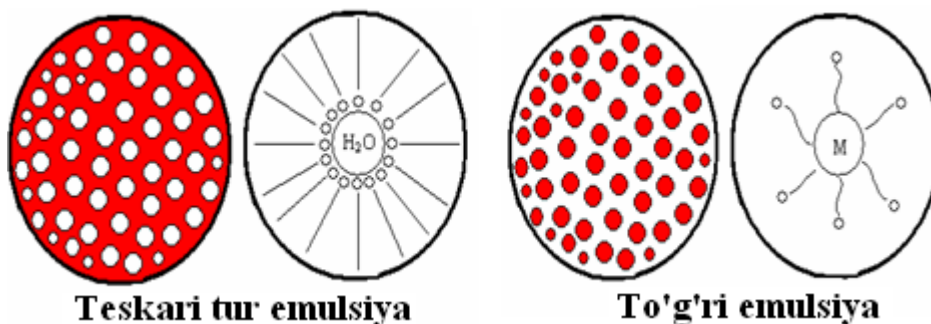
EMULSIYALARNI OLISH VA TURINI ANIQLASH

Ishdan maqsad: Talabalarga emulsiyalarni tayyorlash, turini aniqlash va fazalar almashinuvini amalga oshirishni o'rgatish.

Kerakli asbob va reaktivlar: Optik mikroskop, pipetka, o'lchov silindri, qopqoqli kolbachalar, shisha plastinkalar, sudan III bo'yog'i, benzol yoki toluol, natriy oleat eritmasi, 0,01n CaCl_2 eritmasi.

Laboratoriya ishini bajarish tartibi. Kolbaga 20 ml oleat natriy solinadi. Unga 10 ml benzol eritmasidan va sudan-3 bo'yog'idan 1 qoshiqchada qo'shiladi. So'ngra yaxshilab aralashtiriladi, hosil bo'lgan bir fazali emulsiyani (moyni suvdagi emulsiyasi) shisha plastinkaga pipetka yordamida bitta tomchi tomiziladi. Keyin mikroskopda quyidagi ko'rinish kuzatiladi.

Teskari tur emulsiya hosil qilish uchun to'g'ri tur emulsiyadan 10 ml olib, uni ikkinchi kolbaga solinadi va uning ustiga 10 ml CaCl_2 eritmasidan qo'shiladi. So'ngra uni ham yaxshilab aralashtirib, teskari tur emulsiya (suvni moydagi emulsiyasi) hosil qilinadi. Keyin pipetka yordamida 1 tomchi olib, shisha plastinkaga tomiziladi va mikroskopda quyidagi ko'rinish kuzatiladi.



18-rasm. Emulsiya turlari.

Kuzatilgan natijalar daftarga qayd etiladi.

16-LABORATORIYA ISHI

YUQORI MOLEKULALI BIRIKMALARNING BO'KISH KINETIKASINI O'RGANISH

Ishdan maqsad: Turli erituvchilarda (benzol, toluol, atseton, etil spirt va boshqalar) yuqori molekulyar birikmalarning (kauchuk, jelatina va boshqalar) bo'kish darajasini va bo'kish tezlik konstantasini aniqlash.

Kerakli asbob va reaktivlar: nabuxometr asbobi, rezina bo'lagi, benzol yoki

toluol eritmasi, analitik tarozi.



19-rasm. Bo‘kish jarayonini aniqlash uchun asbob

Ishni bajarish tartibi: «Nabuxometr» asbobida bo‘kish darajasi o‘lchanadi. Bo‘kish darajasi aniqlanishi kerak bo‘lgan yuqori molekulyar moddani massasini analitik tarozida tortib (taxminan bir bo‘lak 80, 100, 120mg modda) olinadi. «Nabuxometr»ni ochib unga benzol yoki toluol erituvchisi solinadi, suyuqlikning sathi yuqori rezervuardan pastroq bo‘lishi kerak. Yuqori rezervuarga rezina bo‘lagini solib, probka bilan berkitiladi. Suyuqlikning dastlabki sathi belgilab olinadi. So‘ngra asbobni aylantirib, ma’lum vaqt o‘tgandan keyin asbobni dastlabki holatiga aylantiriladi, suyuqlik sathi asbobning ikkala tomonidan tenglashganda suyuqlik sathi belgilanadi. Har 15 minut o‘tgandan keyin tajriba 3 marta takrorlanadi. Tajriba natijalarini 15-jadvalga yoziladi.

15-jadval

Tajribada olingan natijalarini qayd qilish jadvali

No	Tajriba boshlangandan o‘tgan vaqt, τ min	Suyuqlik hajmi, V sm ³	Bo‘kish darajasi, α	Maksimal bo‘kish darajasi, $\alpha_{\max}$	$\frac{\alpha_{\max}}{\alpha_{\max} - \alpha}$	$\lg \frac{\alpha_{\max}}{\alpha_{\max} - \alpha}$
1	0					
2	15					
3	30					
4	45					

So‘ngra bo‘kish tezlik konstantasi aniqlanadi:

$$K=2,3\lg\alpha$$

Yuqori molekulyar birikmalarni bo‘kish va uning bo‘kish darajasi bilan harakatlanadi:

$$\alpha = \frac{m - m_0}{m_0}$$

Bunda: α - bo‘kish darajasi;

m – bo‘kkan namunining og‘irligi, g,

m_0 – quruq namunaning og‘irligi, g,

Boʻkkan namunaning ogʻirligi namunaga yutilgan quruq moddaning ogʻirligi, m_0 va g – suyuqlik ogʻirligining yigʻindisidan iborat.

$$m = m_0 + g$$

oʻz navbatida

$$g = Vd \text{ ga teng, bu yerda,}$$

V - yutilgan suyuqlik hajmi ml;

d – suyuqlikning zichligi, g/sm³ (benzolning $d=0,88$, toluolniki $d=0,87$).

Tegishli oʻzgarishlar kiritib boʻkish darajasi uchun hisoblash formulasini topamiz:

$$\alpha = \frac{m_0 + Vd - m_0}{m_0} = \frac{Vd}{m_0}$$

Boʻkish jarayoni maʼlum vaqt ichida sodir boʻladi. Boʻkish tezligini quyidagi tenglama bilan hisoblash mumkin:

$$\frac{d\alpha}{dt} = K(\alpha_{\max} - \alpha)$$

bunda: $\alpha_{\max}$ - maksimal boʻkish darajasi,

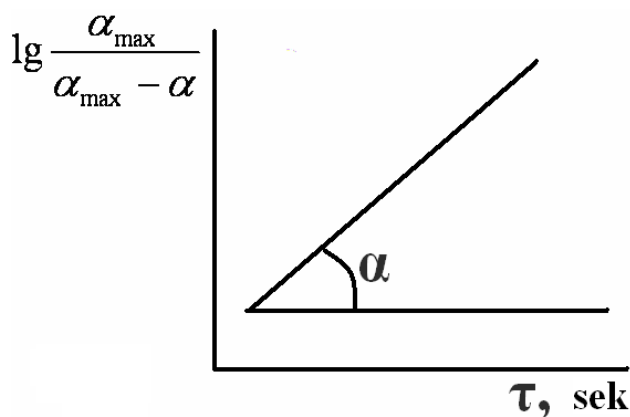
α – ayni vaqtdagi boʻkish darajasi,

K – boʻkish jarayonining tezlik konstantasi.

Bu tenglamani integrallanganida quyidagi ifoda kelib chiqadi:

$$-\ln(\alpha_{\max} - \alpha) = k\tau + \text{const} \quad t = 0, \quad \alpha = 0 \quad \text{boʻlganda}$$

$$\text{bundan } -\ln \alpha_{\max} = \text{const}, \quad \text{u holda} \quad -\lg(\alpha_{\max} - \alpha) = -\lg \alpha_{\max} + \frac{k}{2,3} \tau;$$



$$\lg \frac{\alpha_{\max}}{\alpha_{\max} - \alpha} = \frac{K}{2,3} \tau; \quad \lg \frac{\alpha_{\max}}{\alpha_{\max} - \alpha} \text{ oʻzgarish bilan } \tau \text{ ning oʻzgarishini}$$

ifodalovchi $\lg \frac{\alpha_{\max}}{\alpha_{\max} - \alpha} = f(\tau)$ grafik tuziladi. Grafikdagi toʻgʻri chiziqlarning ogʻish burchagi tangensi $\text{tg}\alpha = K/2,3$ boʻladi, soʻngra boʻkish tezlikning konstantasini hisoblanadi. $K = 2,3 \text{tg}\alpha$.

17 - LABORATORIYA ISHI

KONSENTRATSIYANING QOVUSHQOQLIKKA TA'SIRI.

YUQORI MOLEKULYAR BIRIKMALARNING MOLEKULYAR MASSASINI VISKOZIMETR USULIDA ANIQLASH

Ishdan maqsad: Ostvald yoki Ubbelodening kapillyar viskozimetri yordamida turli liofil dispers sistemalarining (oqsil, jelatin va boshqa suvda eruvchan polimerlar eritmalari) qovushqoqligini aniqlash usullari bilan tanishish va polimerning massasini aniqlash.

Kerakli asbob va reaktivlar: Ostvald yoki Ubbelodening kapillyar viskozimetri, shtativ, 6 ta kolba, «havo so'rgichi yordamida» (grusha), suv va liofil dispers sistema.

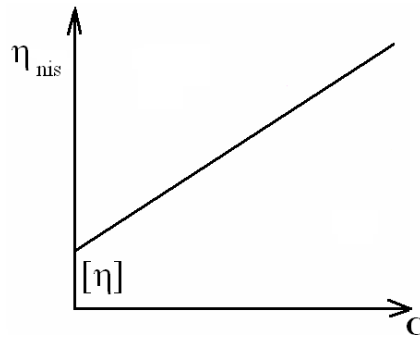
Ishni bajarish tartibi: Avval 6 ta kolbaning 5 tasiga liofil dispers sistemaning turli xildagi suvli konsentratsiyasi (1n, 0,5n, 0,25n, 0,125n, 0,0625n) tayyorlab olinadi. 1 ta kolbaga 10 ml suv solinadi va kapilyar viskozimetr yordamida necha minutda tomchilar tushishi aniqlanadi. Buning uchun nayning yuqori va pastki qismida ikkita belgi qo'yilgan. O'lchash vaqtida kapilyar viskozimetr shtativga o'rnatiladi. Kapilyar viskozimetr o'rta qismi (qorni) keng va pastki uchi kapilyar bo'lgan shisha naydan iborat. Uning yuqorigi uchiga rezina trubka kiydirib, uning yuqorigi belgisiga yetguncha «havo so'rgichi yordamida» suyuqlik so'riladi. Yuqorigi belgidan past belgigacha egalangan hajmda qancha suyuqlik tomchisi necha daqiqada tushishi aniqlanadi. Keyin liofil dispers sistemaning 5 xildagi suvli konsentratsiyasiga ega bo'lgan polimer eritmasi (1%li K-8, K-17, K-18) tajribadan o'tkaziladi. Tajriba vaqtida turtki, zarbalar, havo tebranishlari va harorat o'zgarishlariga yo'l qo'ymaslik kerak. 6 ta kolbadagi suyuqliklar tajribadan o'tkazilgandan so'ng liofil dispers sistemaning nisbiy qovushqoqligi aniqlanadi. Suv va polimer eritmasining suvli konsentratsiyasining tushish vaqtlari 16-jadvalga yozib boriladi va $\eta_{\text{nis}}=f(C)$ bog'lanish grafigi chiziladi.

16-jadval

Tajribada olingan natijalarini qayd qilish jadvali

№	Eritmalar konsentratsiyasi, C, g/ml	Tushish vaqti $\tau_{\text{e-ma}}$, S	$\eta_{\text{nis.}}$	$\eta_{\text{sol.}}$	$\eta_{\text{kel.}}$
1	Suv				
2	0,0625				
3	0,125				
4	0,25				
5	0,5				
6	1				

Nisbiy va solishtirma qovushqoqlik quyidagi formula orqali aniqlanadi:



$$\eta_{nis} = \frac{\tau_1}{\tau_0}; \quad \eta_{sol} = \eta_{nis} - 1; \quad \eta_{kel} = \frac{\eta_{sol}}{C}.$$

Jadvaldagi ma'lumotlarga asoslanib, $\eta_{nis} = f(c)$ bog'lanish grafigi chiziladi va haqiqiy qovushqoqlik $[\eta]$ aniqlanadi.

Polimerning molekulyar massasini quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi.

$$[\eta] = KM^\alpha$$

Hisoblash uchun bu tenglamani quyidagi ko'rinishda tasvirlash qulay

$$M^\alpha = \frac{[\eta]}{K}$$

Logarifmlagandan so'ng $\lg M = \frac{\lg[\eta] - \lg K}{\alpha}$ hosil qilinadi.

K va α ni kiymati 4-jadvaldan olinadi.

Hisoblab topilgan $\lg M$ ning qiymati antilogarifmlab, moddaning molekulyar massasi (M) qiymati aniqlanadi.

Polimerning molekulyar massasini Mark Kuna-Xauvinka tenglamasi bo'yicha aniqlash uchun eritmaning xarakteristik qovushqoqligini $\eta_{sol/C} = f(C)$ grafigidan xarakteristik qovushqoqlik topiladi. Ba'zi polimerning K va α kostantalari qiymatlarini 17-jadvalda berilgan.

17-jadval

Ba'zi polimerning K va α kostantalari qiymatlari

Polimer	erituvchi	$K \cdot 10^4$	α
Polivinil spirt	suv	5,6	0,67
Polivinilatsetat	atseton	2,80	0,67
Tabiy kauchuk	toluol	5,02	0,67
Polistirol	toluol	3,7	0,67

Amaliy mashg'ulotlar
1,2-mavzu. Kimyoviy termodinamika va termokimyo.
Issiqlik effekti turlari va ularni aniqlash.

Mavzuga oid misollar

1. 90g suv qaynash haroratida bug'langanda ichki energiyasi o'zgarishini hisoblang. Suvning normal bosimdagi yashirin bug'lanish issiqligi 40714 J/mol.

Yechish: Termodinamikaning I qonuniga binoan $Q=A+\Delta U$

$$\Delta U=Q-A=Q-P\Delta V$$

$$P\Delta V = P(V_{\text{bug'}}-V_{\text{suyuq}})=P V_{\text{bug'}} \rightarrow V_{\text{bug'}} \gg V_{\text{suv}} \text{ bo'lgani uchun}$$

Ideal gazlar qonuni tenglamasiga asosan:

$$PV=nRT=A$$

$$A = nRT = \frac{g}{M} \cdot RT = \frac{90}{18} \cdot 8,31 \cdot 373 = 15498 \text{ J}$$

$$\Delta U=Q-A=40714-15498=25216 \text{ J}$$

ΔU musbat, shuning uchun bug'lanishda yutilayotgan issiqlik ichki energiyaning ortishiga sarf bo'ladi.

$$\Delta U=U_2-U_1 \quad U_2>U_1$$

2. 30 l ideal gaz 96460 Pa , 24°C da izotermik siqildi. Gaz hajmi 5 marta kamayganda qancha issiqlik ajraladi?

Yechish: Izotermik jarayonda bajarilgan ish

$$A_t= Q_t=nRT\ln \frac{V_2}{V_1}=2,303 \cdot nRT \lg \frac{V_2}{V_1};$$

Mollar sonini ideal gaz holat tenglamasidan aniqlaymiz

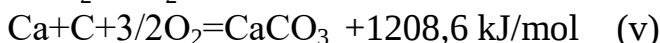
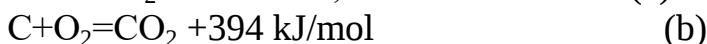
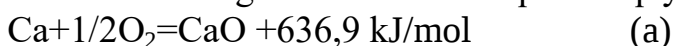
$$PV=nRT \rightarrow n=\frac{PV}{RT} = \frac{96460 \cdot 30 \cdot 10^{-3}}{8,31 \cdot 297} = 1,17 \text{ mol}$$

$$\text{Bundan } Q_t=2,303 \cdot 1,17 \cdot 8,31 \cdot 297 \lg \frac{6}{30} = 6653,44 \lg 0,2 = -4650,75 \text{ J} = -4,65 \text{ kJ}$$

3. Kalsiy karbonatning parchalanish reaksiyasi issiqlik effektini hisoblang.



Mahsulotlarning hosil bo'lish issiqliklari quyidagicha:



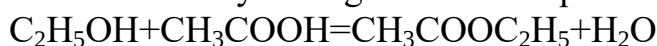
Gess qonunidan kelib chiqadigan 1-xulosadan foydalanamiz.

$$\Delta H^0_{r-ya} = \sum (n \cdot \Delta H^0_{h/b})_{mah-t} - \sum (n \cdot \Delta H^0_{h/b})_{dast.modda}$$

$$\Delta H^0_{r-ya} = \sum (n \cdot \Delta H^{\text{CaO}}_{h/b} + \Delta H^{\text{CO}_2}_{h/b})_{mah-t} - \sum (n \cdot \Delta H^{\text{CaCO}_3}_{h/b})_{dast.modda} =$$

$$- 636,9 - 394 + 1208,6 = 177,7 \text{ kJ/mol}$$

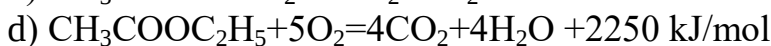
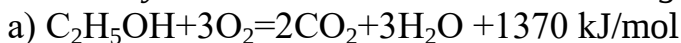
4. Etilatsetat hosil bo'lish reaksiyasining standart issiqlik effektini hisoblang.



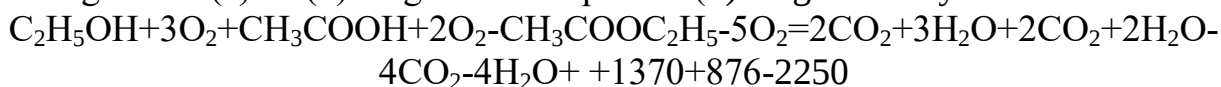
Etil spirti, sirka kislota va etilatsetatning yonish reaksiyalari standart issiqlik effektlari mos ravishda – 1370 kJ/mol, 876 kJ/mol, 2250 kJ/molga teng.

Yechish: Ushbu reaksiyaning issiqlik effektini bir necha usul bilan hisoblash mumkin:

1. Reaksiyada ishtirok etuvchi moddalarning termokimyoviy reaksiyalari:



Berilgan termokimyoviy reaksiyalarni kombinatsiyalaymiz va reaksiyada ishtirok etmaydigan kislorod va uglerod (IV)-oksidni qisqartirib yuboramiz. Buning uchun (a) va (b) tenglamalarni qo'shib (d) tenglamani ayiramiz.



Qisqartirishlardan so'ng quyidagilar hosil bo'ladi:



2. Gess qonunining 2- xulosasini tadbiiq etamiz:

$$\Delta H^0_{r-ya} = \sum (n \cdot \Delta H^0_{yonish})_{dast.modda} - \sum (n \cdot \Delta H^0_{yonish})_{mah-t}$$

$$\Delta H^0_{r-ya} = \sum (n \cdot \Delta H^0_{C_2H_5OH} + \Delta H^0_{CH_3COOH})_{dast.modda} - \sum (n \cdot \Delta H^0_{CH_3COOC_2H_5})_{mah-t} =$$

$$-1370 - 876 + 2250 = -4 \text{ kJ/mol}$$

5. 298K da $P = \text{const}$ va $V = \text{const}$ bo'lgan sharoitdagi reaksiya $4CO + 2SO_2 = S_{2(g)} + 4CO_2$ ning issiqlik effektini aniqlang (moddalarning standart hosil bo'lish issiqlik effektini ma'lumotnomadan oling).

Yechish: Ushbu reaksiyaning issiqlik effektini hisoblashda quyidagi formuladan foydalanamiz: $\Delta H^0_{r-ya} = \sum (n \cdot \Delta H^0_{h/b})_{mah-t} - \sum (n \cdot \Delta H^0_{h/b})_{dast.modda}$

$$\Delta H^0_{298} = (0 + 4 \cdot (-393,51)) - (4 \cdot (-110,5) + 2 \cdot (-296,9)) = -1574,04 - (-1035,8) = -538,24 \text{ kJ}$$

$$\Delta U^0_{298} = \Delta H^0_{298} - \Delta nRT = -538,24 \cdot 10^3 - (-1) \cdot 8,31 \cdot 298 = -538240 + 2476,38 = -535763,62 \text{ J} \approx -535,8 \text{ kJ}$$

6. 0°C dan 1350°C gacha qizdirilganda 50kg suyuq misning entalpiyasini hisoblang. Bunda

a) misning yashirin suyuqlanish issiqligi $l_s = 206 \text{ kJ/kg}$;

b) suyuq misning solishtirma issiqlik sig'imi $0,494 \text{ kJ/kg} \cdot \text{grad}$;

v) $T_{\text{suyuql}} = 1084^\circ\text{C}$

g) qattiq misning 0-1084°C orasidagi haqiqiy issiqlik sig'imi

$$C_q = 0,382 + 1,13 \cdot 10^{-4} \cdot t$$

Yechish: 1350°C dagi suyuq misning entalpiyasini quyidagicha topamiz:

$$\Delta H_{Cu} = \Delta H_1 + l_{\text{suyuql}} + \Delta N_2 \quad (\text{misning massasi hisobga olinadi})$$

ΔH_1 - qattiq misning 0°C dan suyuqlanish harorati 1084°C gacha qizdirilgandagi entalpiyasi;

l_{suyuql} - yashirin suyuqlanish issiqligi;

ΔH_2 - misni suyuqlanish haroratidan 1350°C gacha qizdirilgandagi entalpiyasi.

$\Delta H = C_q dt$ tenglamani integrallaymiz

$$\Delta H_1 = 50 \int_0^{1084} (0,382 + 1,13 \cdot 10^{-4} t) dt = 50 \left[\int_0^{1084} 0,382 dt + \int_0^{1084} 1,13 \cdot 10^{-4} t \right] =$$

$$= 50[0,382 \cdot 1084 + 1,13 \cdot 10^{-4} \frac{(1084)^2}{2}] = 27343,45 \text{ kJ}$$

$$S_{\text{suyuq}} = 50 \cdot 206 = 10300 \text{ kJ.}$$

ΔH_2 ni hisoblashda $\Delta H = S_{\text{suyuq}} \Delta t$ tenglamadan foydalanamiz.

$$\Delta H_2 = 50 \cdot 0,494 (1350 - 1084) = 6570,2 \text{ kJ}$$

$$\Delta H_{\text{Cu}} = \Delta H_1 + S_{\text{suyuq}} + \Delta H_2 = 27343,45 + 10300 + 6570,2 = 44213,65 \text{ kJ}$$

7. $\text{ZnS}_{(q)} + 3/2 \text{O}_{2(g)} = \text{ZnO}_{(q)} + \text{SO}_{2(g)}$ reaksiyasining 800°C da entalpiya o'zgarishini hisoblang. Reaksiyaning issiqlik sig'imi bilan harorat orasidagi bog'lanish quyidagicha:

$$C_p^{\text{ZnS}(q)} = 54 \cdot 10^3 + 4,96 \cdot T - 8,12 \cdot 10^8 T^{-2} \text{ J/kmol} \cdot \text{K}$$

$$C_p^{\text{ZnO}(q)} = 47,6 \cdot 10^3 + 4,8 \cdot T - 8,25 \cdot 10^8 T^{-2} \text{ J/kmol} \cdot \text{K}$$

$$C_p^{\text{O}_2(g)} = 31,5 \cdot K \cdot 10^3 + 3,39 \cdot K \cdot T - 3,77 \cdot K \cdot 10^8 T^{-2} \text{ J/kmol} \cdot \text{K}$$

$$C_p^{\text{SO}_2(g)} = 71,5 \cdot K \cdot 10^3 + 10,73 \cdot T - 12,72 \cdot K \cdot 10^8 T^{-2} \text{ J/kmol} \cdot \text{K}$$

Moddalarning oddiy elementlardan hosil bo'lish issiqliklari

$$(\Delta H_{298}^\circ)_{\text{ZnS}} = -203 \cdot 10^6 \text{ J/kmol}$$

$$(\Delta H_{298}^\circ)_{\text{ZnO}} = -348 \cdot 10^6 \text{ J/kmol}$$

$$(\Delta H_{298}^\circ)_{\text{SO}_2} = -297 \cdot 10^6 \text{ J/kmol}$$

Yechish: 800°C yoki 1073K da entalpiya o'zgarishini

$$\Delta H_T = \Delta H_{298} + \Delta a_0(T - 298) + \frac{\Delta a_1}{2}(T^2 - 298^2) - \Delta a_2\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{298}\right) \quad \text{formula bo'yicha}$$

hisoblaymiz.

$$\Delta H_{1073}^\circ = \Delta H_{298} + \Delta a_0(1073 - 298) + \frac{\Delta a_1}{2}(1073^2 - 298^2) - \Delta a_2\left(\frac{1}{1073} - \frac{1}{298}\right);$$

Δa_0 , Δa_1 va Δa_2 ni $\Delta a_0 = U(n\Delta a_0)_{\text{oxirgi}} - U(n\Delta a_0)_{\text{bosh}}$ formula bo'yicha topamiz:

$$\Delta a_0 = 47,6 \cdot 10^3 + 71,5 \cdot 10^3 - 54 \cdot 10^3 - \frac{3}{2} \cdot 31,5 \cdot 10^3 = 17,3 \cdot 10^3$$

$$\Delta a_1 = 4,8 + 10,73 - 4,96 - \frac{3}{2} \cdot 3,39 = 5,5$$

$$\Delta a_2 = -8,25 \cdot 10^8 - 12,72 \cdot 10^8 + 8,12 \cdot 10^8 + \frac{3}{2} \cdot 3,77 \cdot 10^8 = -7,19 \cdot 10^8$$

Gess qonunining 1-xulosasidan foydalanib, reaksiyaning standart issiqlik effektini hisoblaymiz:

$$\Delta H_{298} = (\sum \Delta H_{h/b})_{\text{maxc.}} - (\sum \Delta H_{h/b})_{\text{bosh.m.}} = -442 \cdot 10^6 + 13,41 \cdot 10^6 + 2,92 \cdot 10^6 - 1,74 \cdot 10^6 = -427,41 \cdot 10^6 \text{ J/kmol}$$

800°C dagi issiqlik effekti:

$$\Delta H_{1073} = -442 \cdot 10^6 + 17,3 \cdot 10^3 \cdot 775 + \frac{5,5}{2} \cdot 1,06 \cdot 10^6 + 7,19 \cdot 10^8 (-2,42 \cdot 10^{-3}) =$$

$$= -4,42 \cdot 10^6 + 13,41 \cdot 10^6 + 2,92 \cdot 10^6 - 1,74 \cdot 10^6 = -427,41 \cdot 10^6 \text{ J/kmol}$$

8. 500K haroratdagi $4\text{CO} + 2\text{SO}_2 = \text{S}_{2(g)} + 4\text{CO}_2$ reaksiyaning issiqlik effektini aniqlang ($T=298\text{K}$ dagi standart issiqlik effekti va issiqlik sig'imining qiymatlari ma'lumotnomadan olinadi).

Yechish: Turli haroratlar uchun issiqlik effekti Kirxgoff qonuni asosida topiladi, bunda quyidagi formuladan foydalaniladi:

$$\Delta H_T^0 = \Delta H_{298}^0 + \int_{298}^T (\Delta a + \Delta bT + \Delta cT^2) dT$$

Ushbu formulani integraldan ozod etsak, u holda quyidagi ko‘rinishga ega

$$\Delta H_T^0 = \Delta H_{298}^0 + \Delta a(T - 298) + \frac{\Delta b}{2}(T^2 - 298^2) + \frac{\Delta c}{3}(T^3 - 298^3)$$

bo‘ladi:

Gess qonunining 1-xulosasidan foydalanib, reaksiyaning 298K dagi standart issiqlik effekti va issiqlik sig‘imlarini ma’lumotnomadan olib hisoblaymiz:

$$\Delta H_{r-ya}^0 = \sum (n \cdot \Delta H_{h/b}^0)_{mah-t} - \sum (n \cdot \Delta H_{h/b}^0)_{dast.modda}$$

$$\Delta H_{298}^0 = (0 + 4 \cdot (-393,51)) - (4 \cdot (-110,5) + 2 \cdot (-296,9)) = -1574,04 - (-1035,8) = -538,24 \text{ kJ}.$$

$$\Delta a = -7,2 \text{ J/mol} \cdot \text{grad}; \Delta b = 29,47 \cdot 10^{-3} \text{ J/mol} \cdot \text{grad}; \Delta c = -20,98 \text{ J/mol} \cdot \text{grad};$$

$$\begin{aligned} \Delta H_T^0 &= \Delta H_{298}^0 + \Delta a(T - 298) + \frac{\Delta b}{2}(T^2 - 298^2) + \frac{\Delta c}{3}(T^3 - 298^3) = \\ &= -538,8 \cdot 10^3 + (-7,2(500 - 298)) + \frac{29,47 \cdot 10^{-3}}{2}(500^2 - 298^2) + \left(\frac{-20,98 \cdot 10^{-5}}{3}(500^3 - 298^3) \right) = \\ &= -538800 + (-1454,4) + 2375,223 + (-6891) = -544770,2 \text{ J} \approx -544,8 \text{ kJ}. \end{aligned}$$

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Massasi 6,4g bo‘lgan metanol bug‘lari $28,8 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{mol}$ hajmni egallaydi, bug‘ hosil qilish issiqlik qiymati esa 28641 J/mol ga teng. Jarayon normal atmosfera bosimida sodir bo‘ladi. Metanolni bug‘langandagi ichki energiyasini o‘zgarishini aniqlang.

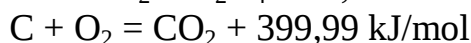
2. Normal qaynash haroratida 1kg suv bug‘langandagi ichki energiyasini o‘zgarishini aniqlang, uni bug‘lanish issiqligi $2112,8 \cdot 10^3 \text{ J/mol}$ teng. Bug‘ni ideal gaz deb hisoblasak, u holda suyuqlikni egallagan hajmini xisobga olmasa ham bo‘ladi.

3. $20 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$ etil spirti qaynagandagi ichki energiyani o‘zgarishini hisoblang, agar uni bug‘lanish issiqligi $920 \cdot 10^3 \text{ J/kg}$, qaynash haroratida etil spirtini bug‘larini egallagan hajmi $607 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{kg}$ ga teng bo‘lsa. Suyuq holatdagi etil spirtini egallagan hajmini hisobga olmasa ham bo‘ladi.

4. Etilenning yonish reaksiyasining issiqlik effektini hisoblang:



Quyidagi ma’lumotlar asosida:



5. 2 mol ideal gazni doimiy bosimda qizdirilganda 5000 J ish bajarildi.

Ushbu jarayondagi ichki energiya va entalpiya o‘zgarishini hisoblang. $C_v = 2,5R$

6. $\text{CO} + 4\text{H}_2 \leftrightarrow \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}_{(g)}$ reaksiyasi uchun issiqlik effek-tining haroratga bog‘liqligi keltirib chiqarilgan va reaksiyaning 1000 K dagi issiqlik effekti hisoblansin. Standart sharoitda uglerod (II)-oksid CO, metan CH_4 va suvning hosil bo‘lish issiqliklari -393,51; -74,85 va -241,84 kJ/mol. Haqiqiy issiqlik sig‘imining haroratga bog‘liqligi:

$$C_p^{\text{CO}_2} = 36,5 + 27,6 \cdot 10^{-3} \cdot T + 9,2 \cdot 10^{-6} \cdot T^2 \text{ J/mol}$$

$$C_p^{H_2} = 28,8 + 0,276 \cdot 10^{-3} \cdot T + 1,17 \cdot 10^{-6} \cdot T^2 \text{ J/mol}$$

$$C_p^{CH_4} = 14,15 + 75 \cdot 10^{-3} \cdot T - 17,54 \cdot 10^{-6} \cdot T^2 \text{ J/mol}$$

$$C_p^{H_2O} = 28,8 + 13,75 \cdot 10^{-3} \cdot T - 1,435 \cdot 10^{-6} \cdot T^2 \text{ J/mol}$$

7. Hajmiy ulushlari 20% uglerod (II)-oksid CO va 80% uglerod (IV)-oksid CO₂ dan iborat 100 kmol gazlar aralashmasini normal bosimda 100°C dan 700°C gacha qizdirish uchun qancha issiqlik sarf bo'ladi? $\Delta H_{CO}^{100} = 2880 \text{ J/mol}$;

$$\Delta H_{CO_2}^{100} = 3920 \text{ J/mol}; \Delta H_{CO}^{700} = 21590 \text{ J/mol}; \Delta H_{CO_2}^{700} = 32600 \text{ J/mol}.$$

8. CaCO₃ ning CaO va CO₂ ga parchalanish issiqligi 900°C da 178,3 kJ/mol. Bu moddalarning issiqlik sig'imi bilan harorat orasidagi bog'lanish quyidagicha:

$$C_p^{CaCO_3} = 82,47 + 49,82 \cdot 10^{-3} \cdot T - 12,89 \cdot 10^{-5} \cdot T^2 \text{ J/grad} \cdot \text{mol}$$

$$C_p^{CaO} = 47,62 + 3,214 \cdot 10^{-3} \cdot T - 6,896 \cdot 10^{-5} \cdot T^2 \text{ J/grad} \cdot \text{mol}$$

$$C_p^{CO_2} = 11,20 + 10,96 \cdot 10^{-3} \cdot T - 4,896 \cdot 10^{-5} \cdot T^2 \text{ J/grad} \cdot \text{mol}$$

CaCO₃ ning parchalanish reaksiyasi issiqlik effektining haroratga bog'liqligini keltirib chiqaring va uning 1000°C dagi qiymatini hisoblang.

9. 1,473g NH₄Cl 528,5g suvda eritilganda harorat 0,174°C ga pasaydi. NH₄Cl ning integral erish issiqligini aniqlang. Hosil bo'lgan eritmaning solishtirma issiqlik sig'imi 4,109 J/g·grad. Kalorimetrlarning issiqlik sig'imi 181,4 J/grad.

10. Suv hosil bo'lish reaksiyasi ($H_2 + 1/2 O_2 = H_2O_{(g)}$) ning 298 K va doimiy bosimdagi issiqlik effekti $\Delta H = -214,84 \text{ kJ/mol}$. Quyida berilganlardan foydalanib, issiqlik effektining haroratga bog'liqligini keltirib chiqaring va 1000 K dagi reaksiya issiqlik effektini hisoblang.

$$C_p^{H_2} = 28,8 + 2,76 \cdot 10^{-4} \cdot T + 1,17 \cdot 10^{-6} \cdot T^2 \text{ J/grad} \cdot \text{mol}$$

$$C_p^{O_2} = 28,3 + 25,4 \cdot 10^{-4} \cdot T + 0,545 \cdot 10^{-6} \cdot T^2 \text{ J/grad} \cdot \text{mol}$$

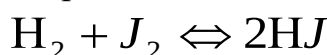
$$C_p^{H_2O} = 28,8 + 137,5 \cdot 10^{-4} \cdot T - 1,435 \cdot 10^{-6} \cdot T^2 \text{ J/grad} \cdot \text{mol}$$

3,4-mavzu. Kimyoviy muvozanat va uni ifodalash asoslari.

Muvozanat konstantasini amalda hisoblash

Mavzuga oid misollar

1. 444°C haroratda $N_2 + J_2 = 2HJ$ reaksiya uchun muvozanat konstantasi $K_p = K_c = 50$. Moddalarning quyida berilgan boshlang'ich konsentratsiyalari asosida shu haroratda reaksiyaning yo'nalishi topilsin:



$$K = \frac{[HJ]^2}{[H_2][J_2]}$$

Boshlang'ich konsentratsiyalar:

a) $[H_2] = 2 \text{ mol/l}$

$[J_2] = 5 \text{ mol/l}$

$[HJ] = 10 \text{ mol/l}$

b) $[H_2] = 1,5 \text{ mol/l}$

$[J_2] = 0,25 \text{ mol/l}$

$[HJ] = 5 \text{ mol/l}$

v) $[H_2] = 1 \text{ mol/l}$

$[J_2] = 2 \text{ mol/l}$

$[HJ] = 10 \text{ mol/l}$

$$a) A_{\max} = -\Delta F = RT \ln K_C - RT \sum \ln C = 8,31 \cdot 717 \left(\ln 50 - \ln \frac{10^2}{2 \times 5} \right) = 8,31 \cdot 717 \cdot 2,303 \lg \frac{50}{10} = 9,536 \text{ kJ}$$

$A_{\max} = 9,536 \text{ kJ} > 0$ bo'lsa, reaksiya to'g'ri yo'nalishda boradi.

$$b) A_{\max} = -\Delta G = RT \ln K_C - RT \sum \ln C = 8,31 \cdot 717 \cdot 2,303 \left(\lg 50 - \lg \frac{5^2}{1,5 \cdot 0,25} \right) = -1711,256 \text{ J} = -1,71 \text{ kJ}$$

$A_{\max} = -1,71 \text{ kJ} < 0$ bo'lsa, reaksiya teskari yo'nalishda ketadi.

$$d) A_{\max} = 8,31 \cdot 717 \cdot 2,303 \left(\lg 50 - \lg \frac{10^2}{1 \cdot 2} \right) = 0; \quad \text{reaksiya muvozanat holatida bo'ladi.}$$

Shunday qilib, izotermik tenglama, reaksiyani kerakli yo'nalishda, hohlagan darajada olib borish uchun sharoit qanday bo'lishi va moddalar qaysi nisbatda olinishini aniqlashga imkon beradi. Buning katta amaliy ahamiyati bor.

2. $2\text{CO}_2 \leftrightarrow 2\text{CO} + \text{O}_2$ reaksiyaning 1973K dagi umumiy bosimi $1,0133 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Reaktsion aralashmaning muvozanat vaqtidagi hajmiy tarkibi 86,71% CO_2 , 8,86% CO va 4,43% O_2 . Reaksiyaning K_C va K_P larini hisoblang.

Yechish: berilgan reaksiya uchun $K_p = \frac{P_{\text{CO}}^2 \cdot P_{\text{O}_2}}{P_{\text{CO}_2}^2};$

Har bir modda uchun portsiyal bosimlarni hisoblaymiz:

$$P_{\text{CO}_2} = P_{\text{um}} \cdot 0,8671 = 1,0133 \cdot 10^5 \cdot 0,8671 = 0,8786 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{CO}} = 1,0133 \cdot 10^5 \cdot 0,0866 = 0,0898 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{O}_2} = 1,0133 \cdot 10^5 \cdot 0,0443 = 0,0449 \cdot 10^5 \text{ Pa}$$

K_P ning qiymatini hisoblaymiz:

$$K_p = \frac{(0,0898 \cdot 10^5)^2 \cdot 0,0449 \cdot 10^5}{(0,8796 \cdot 10^5)^2} = 46,89 \text{ Pa}$$

$$K_p = K_c (RT)^{\Delta n} \quad K_c = \frac{K_p}{(RT)^{\Delta n}}$$

$$\text{dan } \Delta n = 2 + 1 - 2 = 1$$

$$K_c = \frac{K_p}{RT^{\Delta n}} = \frac{46,89}{8,31 \cdot 1973} = 2,86 \cdot 10^{-3}$$

3. 2 mol HCl 0,96 mol O_2 bilan aralashtirilganda 0,42 mol Cl_2 hosil bo'ladi. $4\text{HCl} + \text{O}_2 \leftrightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{Cl}_2$ Sistemaning umumiy bosimi $1,0133 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. 659K dagi muvozanat konstantasini aniqlang.

Yechish: Ushbu reaksiya uchun $K_p = \frac{P_{\text{H}_2\text{O}}^2 \cdot P_{\text{Cl}_2}^2}{P_{\text{HCl}}^4 \cdot P_{\text{O}_2}}$ Reaksiya tenglamasiga binoan

0,42 mol Cl_2 hosil bo'lishi uchun 0,84 mol HCl va 0,21 mol O_2 sarf bo'ladi. Muvozanat vaqtida xlorning miqdori suv miqdoriga teng.

$$n_{\text{Cl}_2} = n_{\text{H}_2\text{O}} = 0,42 \text{ mol}$$

$$n_{\text{HCl}} = 2 - 0,84 = 1,16 \text{ mol}$$

$$n_{\text{O}_2} = 0,96 - 0,21 = 0,75 \text{ mol}$$

Umumiy mollar soni $0,42 + 0,42 + 1,16 + 0,75 = 2,75 \text{ mol}$. Komponentlarning

portsial bosimlarini $P^i = P^{um} \cdot N^i$ bo'yicha hisoblaymiz.

$$P_{H_2O} = 1,0133 \cdot 10^5 \cdot \frac{0,42}{2,75} = 1,55 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

$$P_{Cl_2} = 1,0133 \cdot 10^5 \cdot \frac{0,42}{2,75} = 1,55 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

$$P_{HCl} = 1,0133 \cdot 10^5 \cdot \frac{1,16}{2,75} = 4,27 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

$$P_{O_2} = 1,0133 \cdot 10^5 \cdot \frac{0,15}{2,75} = 0,55 \cdot 10^4 \text{ Pa}$$

$$K_p = \frac{(1,55 \cdot 10^4)^2 \cdot (1,55 \cdot 10^4)^2}{(4,27 \cdot 10^4)^4 \cdot 0,55 \cdot 10^4} = 2,68 \cdot 10^{-6} \text{ Pa}$$

4. Yopiq idishda vodorod va yodni 386°C da qizdirilsa quyidagi reaksiya sodir bo'ladi. $H_2 + J_2 \leftrightarrow 2HJ$

Muvozanat vaqtida aralashmada 5,38 mol vodorod yodid, 0,14 mol yod va 4,12 mol vodorod bor. Reaksiyaning muvoznat konstantasi va vodorod ionlarining dastlabki konsentratsiyalarini hisoblang.

Yechish: Muvozanat konstantasi $K_C = \frac{C_{HJ}^2}{C_{H_2} \cdot C_{J_2}}$

$$K_C = \frac{(5,38)^2}{0,14 \cdot 4,12} = 50,18$$

Tenglamaga ko'ra 2 mol HJ hosil bo'lishi uchun 1mol H_2 va 1mol J_2 sarf bo'ladi. Muvoznat yuzaga kelganda 5,380 mol HJ hosil bo'ladi. Buning uchun $\frac{5,38}{2} = 2,69$ mol H_2 va J_2 sarf bo'lgan. Ularning dastlabki konsentratsiyalari:

$$C_{J_2} = 2,69 + 0,14 = 2,83 \text{ mol}$$

$$C_{H_2} = 2,69 + 4,12 = 6,81 \text{ mol}$$

5. $H_2 + J_2 \leftrightarrow 2HJ$ reaksiyaning tezlik konstantasi 50 ga teng. J_2 va H_2 larning dastlabki konsentratsiyalari 0,6 va 0,8 mol/l bo'lsa, ularning muvozanat konsentratsiyalarini hisoblang.

Yechish: Tenglama bo'yicha 1mol H_2 va J_2 dan 2 mol HJ hosil bo'ladi.

$$C_{H_2} = C_{J_2} = X \text{ mol/l}$$

$$C_{HJ} = 2X \text{ mol/l}$$

Muvozanat konsentratsiyalari

$$C_{J_2} = (0,6 - X) \text{ mol/l}$$

$$C_{H_2} = (0,8 - X) \text{ mol/l}$$

$$C_{HJ} = 2NX \text{ mol/l}$$

$$K_C = \frac{C_{HJ}^2}{C_{H_2} \cdot C_{J_2}} \text{ ligidan}$$

$$50 = \frac{(2X)^2}{(0,6 - X)(0,8 - X)} = \frac{4X^2}{X^2 - 1,40X + 0,48}$$

$$50X^2 - 70X + 24 = 4X^2$$

$$46X^2 - 70X + 24 = 0$$

$$X_{1,2} = \frac{70 \pm \sqrt{70^2 - 4 \cdot 46 \cdot 24}}{2 \cdot 46} = \frac{70 \pm \sqrt{4900 - 4416}}{92} = \frac{70 \pm 22}{92}$$

$$X_1 = 1$$

$$X_2 = 0,52$$

$X=1$ bo'lishi mumkin emas, u 0,6 moldan kam bo'lishi kerak. Demak, $X=0,52$. Bundan muvozanat konsentratsiyalari:

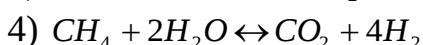
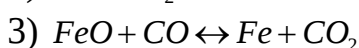
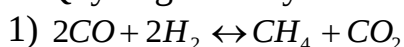
$$C_{J_2} = 0,6 - 0,52 = 0,08 \text{ mol/l}$$

$$C_{H_2} = 0,8 - 0,52 = 0,28 \text{ mol/l}$$

$$C_{HI} = 2 \cdot 0,52 = 1,04 \text{ mol/l}$$

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Quyidagi reaksiya uchun muvozanat konstantasi ifodalarini yozing:



2. $CO + H_2O \leftrightarrow CO_2 + H_2$ sistemada uglerod-(II) oksid va suv bug'ining dastlabki konsentratsiyalari teng bo'lib 0,08 mol/l bo'lsa, CO, H₂O va H₂ larning muvozanat konsentratsiyalari va muvozanat konstantasini hisoblang.

3. Azot-(IV) oksidni yopiq idishda ma'lum haroratda qizdirilganda, quyidagi muvozanat qaror topadi: $2NO_2 \leftrightarrow 2NO + O_2$

Muvozanat vaqtida aralashma tarkibidagi moddalar konsentratsiyalari: $C_{NO_2} = 0,3 \text{ mol/l}$, $C_{NO} = 1,2 \text{ mol/l}$ va $C_{O_2} = 0,6 \text{ mol/l}$. Reaksiyaning shu haroratdagi muvozanat konstantasi va azot-(IV) oksidning dastlabki konsentratsiyasini hisoblang.

4. 823K va $1,0133 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ bosimda fosgenning ($Cl_2 + CO \leftrightarrow COCl_2$) uglerod oksidi va xlorga dissotsialanish darajasi 77%. K_p va K_s topilsin.

5. 555°C haroratda $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$ reaksiya uchun muvozanat konstantasi $K_p=K_C=25$. Moddalarning quyida berilgan boshlang'ich konsentratsiyalari asosida shu haroratda reaksiyaning yo'nalishi topilsin:

$$CH_2 = 2 \text{ kmol / m}^3; \quad CN_2 = 5 \text{ kmol / m}^3; \quad C_{NH_3} = 10 \text{ kmol/m}^3.$$

6. Agar gazlarning muvozanatdagi aralashmasida 39% CO₂ bo'lsa, $FeO + CO = Fe + CO_2$ reaksiyaning 1000K da va $1,0133 \cdot 10^5 \text{ N/m}^2$ bosimda muvozanat konstantasi topilsin.

7. 767K haroratda va $9,899 \cdot 10^4 \text{ N/m}^2$ bosimda azot (-IV-) oksidi $2NO_2 = 2NO + O_2$ tenglama bo'yicha 56,5% ga dissotsiyanadi. K_p va K_C topilsin.

8. $N_2 + 3H_2 = 2NH_3$ reaksiyaning 623K haroratda muvozanat konstantasi

$K_p = 2,32 \cdot 10^{-13}$ ga teng. Shu haroratdagi K_C ning qiymati topilsin.

5-mavzu. Fazaviy muvozanat va fazalar qoidasini o'rganish hamda masalalar yechish

Mavzuga oid misollar

1. $Mg(NO_3)_2$ ning suvdagi to'yingan eritmasi uchun erkinlik darajasini hisoblang.

Yechish: Sistemada kimyoviy reaksiya bormayotganligi sababli komponentlar soni tarkibiy qismlar soniga: $Mg(NO_3)_2$ va H_2O , ya'ni 2ga teng. Sistemada suyuq va bug' holatdagi suv va qattiq $Mg(NO_3)_2$, ya'ni 3 ta faza muvozanatda turibdi. Gibbsning fazalar qoidasidan foydalanib

$$F = K - \Phi + 2 = 2 - 3 + 2 = 1$$

Sistemaning erkinlik darajasi 1ga teng, ya'ni monovariantli. Shuning uchun faqat 1ta parametрни ma'lum chegarada o'zgartirish mumkin.

2. Qotishma 40% Pb va 60% Sb lardan iborat. 783g qotishmada eftetikagacha birikkan kristall ko'rinishida 423g qo'rg'oshin bor. Eftetikaning tarkibini hisoblang.

Yechish: evtektika - 2 ta komponentining mayda kristallaridan iborat bir jinsli bo'lmagan mexanik aralashma. 783g qotishmadagi har qaysi metallning massasini hisoblaymiz

$$m_{Pb} = 783 \cdot 0,4 = 313,2 \text{ g}$$

$$m_{Sb} = 783 \cdot 0,6 = 469,8 \text{ g}$$

Evtektik qotishma massasi:

$$783 - 423 = 360 \text{ g}$$

Shunday qilib, evtektika tarkibida 313,2 g Pb va $360 - 313,2 = 46,8 \text{ g}$ Sb bor.

Evtektikaning % tarkibini aniqlaymiz:

$$Pb = \frac{313,2}{360} \cdot 100 = 87 \%$$

$$Sb = \frac{46,8}{360} \cdot 100 = 13 \%$$

3. Qattiq fenolning zichligi $1,072 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, suyuq fenolning zichligi $1,056 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, erish issiqligi $1,044 \cdot 10^5 \text{ J/kg}$, muzlash harorati 314,2K.

Fenolning bosim o'zgarganda erish harorati o'zgarishini (dT/dP) va bosim 300 marta ortgandagi erish haroratini hisoblang.

$$\text{Yechish: } \frac{dT}{dP} = \frac{T(V_s - V_Q)}{\Delta H_{erish}}; \Delta V = \frac{1}{d_s} - \frac{1}{d_Q} = \frac{d_Q - d_s}{d_s \cdot d_Q}; \quad \text{lardan}$$

foydalanamiz.

ΔV -solishtirma hajmlarning farqi bo'lganligi uchun tenglamada molyar erish issiqligi o'rniga solishtirma erish issiqligini olish mumkin.

$$\frac{dT}{dP} = \frac{T(d_Q - d_s)}{\Delta H_{er} \cdot d_s \cdot d_Q} = \frac{314,2(1,072 \cdot 10^3 - 1,056 \cdot 10^3)}{1,044 \cdot 10^5 \cdot 1,056 \cdot 10^5 \cdot 1,072 \cdot 10^5} = 4,254 \cdot 10^{-8} \text{ grad} \cdot \text{m}^2 / \text{n}.$$

Bosim $1,0132 \cdot 10^5 \text{ Pa}$ ga oshganda harorat oshishi $4,254 \cdot 10^{-8} \text{ grad} \cdot \text{m}^2 / \text{n}$ ni tashkil etadi. Bosim 300 marta oshganda ya'ni $3,0396 \cdot 10^7 \text{ Pa}$ da erish harorati

o'zgarishi

$$\Delta T = \frac{dT}{dP} \Delta P = 4,254 \cdot 10^{-8} \cdot 3,0396 \cdot 10^7 = 1,93 K$$

$3,0396 \cdot 10^7$ Pa bosimda erish harorati

$T_{erish} = 314,2 + 1,93 = 316,13$ K ga teng.

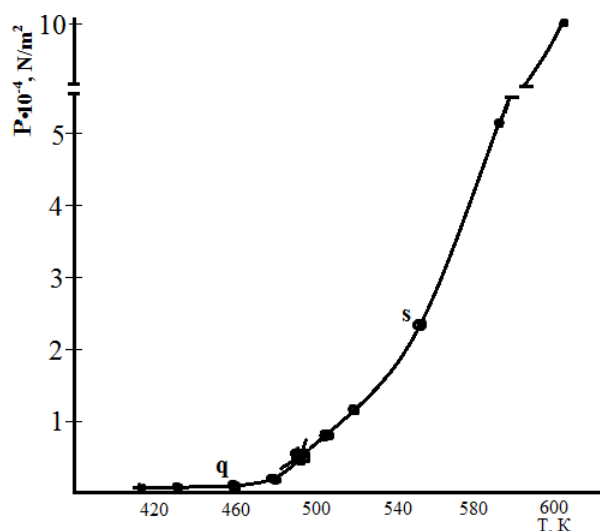
4. Molekulyar massasi M bo'lgan A moddaning to'yingan bug' bosimining haroratga bog'liqlik qiymatlari, qattiq va suyuq holatdagi zichliklari (d_q , d_s , kg/m^3) ma'lum bo'lsa, uchlama nuqtada:

- 1) $P=f(T)$ grafigi tuzilsin;
- 2) grafikdan uchlamchi nuqta koordinatalari aniqlansin;
- 3) $lgP=f(1/T)$ grafigi tuzilsin;
- 4) grafikdan o'rtacha bug'lanish va haydash issiqligi aniqlansin;
- 5) uchlamchi nuqtada moddaning suyuqlanish issiqlik effekti aniqlansin;
- 6) suyuqlanish jarayoni uchun uchlamchi nuqta bo'yicha dT/dP aniqlansin;
- 7) bosim (P , Pa) ma'lum bo'lgan sharoitda moddaning suyuqlanish haroratini aniqlang.
- 8) quyidagi sharoitlarda sistemaning termodinamik erkinlik darajasi aniqlansin.

a) $T_{uch.nuq.}$, $P_{uch.nuq.}$ b) $T_{n.q.h.}$, $P=1$ atm. v) $T_{n.q.h.}$ va $P_{uch.nuq.}$

N_o	Qattiq holatda		Suyuq holatda		Sharoiti
	T, K	$P, N/m^2$	T, K	$P, N/m^2$	
A	418,0	133,3	490,5	5332,0	$M=174$ $P=250 \cdot 10^5$ $d_{qat}=954$ $d_{suyuq}=948$
	446,5	667,0	504,8	8020,0	
	460,0	1333,0	532,0	13300,0	
	474,9	2666,0	552,0	26660,0	
	490,5	5332,0	583,2	53320,0	
			612,0	101308,0	

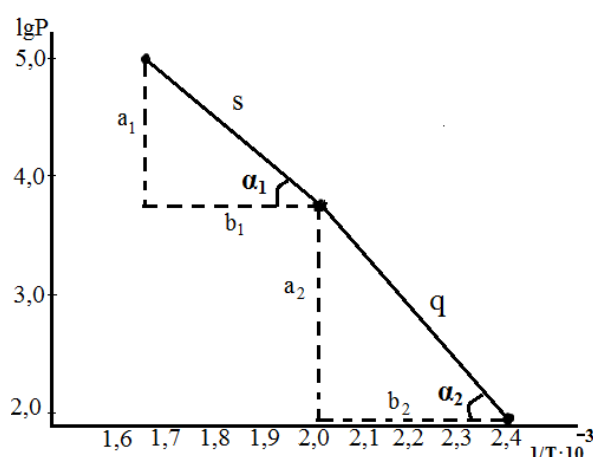
1) $P=f(T)$ grafigi quyidagi ko'rinishda tuziladi:



2) Grafikdan ko'rinadiki uchlamchi nuqtada harorat va bosimlarning qiymatlari quyidagicha bo'ladi: $T_{uch.nuq.}=490,5$ K; $P_{uch.nuq.}=5332$ N/m².

3) Berilgan natijalar asosida P va 1/T qiymatlarini hisoblab, $\lg P = f(1/T)$ grafik tuziladi

N _o	T, K	$1/T \cdot 10^{-3}$	P, N/m ²	lgP	Holati
1	418,0	2,392	133,3	2,1249	Qattiq
2	446,5	2,239	667,0	2,8241	
3	460,0	2,173	1333,0	3,1249	
4	474,9	2,105	2666,0	3,4259	
5	490,5	2,038	5332,0	3,7269	
6	490,5	2,038	5332,0	3,7269	
7	504,8	1,980	8020,0	3,9042	Suyuq
8	532,0	1,912	13300,0	4,1249	
9	552,0	1,811	26660,0	4,4259	
10	583,2	1,714	53320,0	4,7269	
11	612,0	1,633	101308,0	5,0056	



4) Grafikdan oʻrtacha bugʻlanish va haydash issiqligi aniqlanadi:

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{\Delta H_{\text{bug}'}}{2,3R} \quad \text{va} \quad \operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{\Delta H_{\text{hay}}}{2,3R}$$

$$\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{a_1}{b_1} = \frac{4,7269 - 3,7269}{(2,038 - 1,714) \cdot 10^{-3}} = 3,086 \cdot 10^3$$

$$\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{a_2}{b_2} = \frac{3,7269 - 2,1249}{(2,392 - 2,038) \cdot 10^{-3}} = 4,525 \cdot 10^3$$

Bundan, $\Delta H_{\text{bug}'} = 2,3 \cdot R \cdot \operatorname{tg} \alpha_1 = 2,3 \cdot 8,31 \cdot 3,086 \cdot 10^3 = 58,983 \text{ kJ/mol}$

$$\Delta H_{\text{hay}} = 2,3 \cdot R \cdot \operatorname{tg} \alpha_2 = 2,3 \cdot 8,31 \cdot 4,525 \cdot 10^3 = 86,487 \text{ kJ/mol}$$

5) Uchlamchi nuqtada moddaning suyuqlanish issiqlik effekti aniqlanadi:

$$\Delta H_{\text{hay}} = \Delta H_{\text{bug}'} + \Delta H_{\text{suyuq}}$$

Undan suyuqlanish issiqlik effektini aniqlaymiz,

$$\Delta H_{\text{suyuq}} = \Delta H_{\text{hay}} - \Delta H_{\text{bug}'} = 86,487 - 58,983 = 27,504 \text{ kJ/mol}$$

6) Klauzius-Klayperon tenglamasi orqali $\frac{dT}{dP}$ qiymati hisoblanadi:

$$\frac{dT}{dP} = \frac{T_{uch.nuq} \cdot \Delta V \cdot M}{\Delta H_{suyuq}} = \frac{490,5 \cdot 0,65 \cdot 10^{-5} \cdot 174}{27,504 \cdot 10^3} = 20,17 \cdot 10^{-6} \frac{grad \cdot m^2}{N}$$

bu yerda ΔV quyidagicha topiladi:

$$\Delta V = \frac{1}{d_s} - \frac{1}{d_q} = \frac{1}{948} - \frac{1}{954} = 1,0548 - 1,043 = 0,65 \cdot 10^{-5}$$

7) Berilgan ichki bosim ($P=250 \cdot 10^5$) orqali suyuqlanish haroratini aniqlash uchun quyidagi tenglama integrallanadi.

$$\int_{T_1}^{T_2} dT = 2,017 \cdot 10^{-8} \int_{P_1}^{P_2} dP \quad \text{va}$$

$$T_2 = T_{uch.nuq} + \frac{dT}{dP} \cdot P_{um.} = 490,5 + 20,17 \cdot 10^{-6} \cdot 250 \cdot 10^5 = 994,75 K$$

8) Birinchi shartdagi grafikdan foydalanib erkinlik darajalari aniqlanadi:

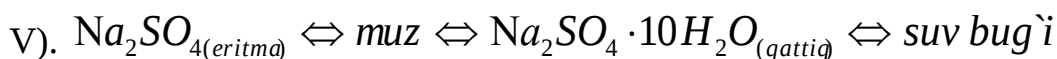
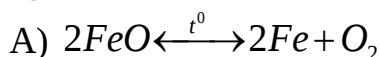
a) $P_{uch.nuq.}$ va $T_{uch.nuq.}$ uchun fazalar soni $F=3$ va sistemaning erkinlik darajasi $C=3-F=3-3=0$.

b) $T_{n.q.h.}$ va $P=1\text{atm}$ uchun fazalar soni $F=2$ va sistemaning erkinlik darajasi $C=3-F=3-2=1$.

v) $T_{n.q.h.}$ va $P_{uch.nuq.}$ uchun fazalar soni $F=1$ va sistemaning erkinlik darajasi $C=3-F=3-1=2$.

Mustaqil yechish uchun masalalar

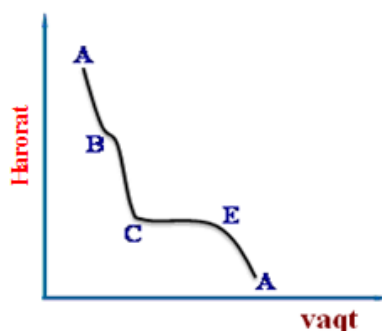
1. Quyidagi muvozanatda turgan sistemalar uchun erkinlik darajasi sonini aniqlang.



2. Qotishma 24% Cd va 76% Bi dan iborat. 1kg qotishmada evtektika bilan 40g kadmiy kristallari bor. Evtektikaning tarkibini massa ulushlarda aniqlang.

3. Quyidagi aralashmaning sovush grafigidan AB, BC, CE va EA sohalar bo'yicha erkinlik darajasi sonini toping.

4. 97°C da suv bug'ining bosimi 90919 Pa, 103°C da 112651,8 Pa. 107°C da



suv bug'i bosimini hisoblang.

$$\Delta H_{bug'l} = 2,303 \cdot \frac{T_1 \cdot T_2}{T_2 - T_1} \lg \frac{P_2}{P_1}$$

5. Dietil efir to'yingan bug'i bosimining o'zgarishi dP/dT 307,9K da, ya'ni

normal qaynash haroratida $3,58 \cdot 10^3$ Pa·grad. Bug‘lanish issiqligini hisoblang.

6-mavzu. Noelektrolit eritmalar va ularning xossalriga doir masalalar yechish

Mavzuga oid misollar

Eritma konsentratsiyasi. Konsentratsiya (concentration) – lotin tilidan olingan bo‘lib, miqdor ma’nosini beradi. Eritmalar tayyorlashda turli xil konsentratsiyalardan foydalaniladi. Har qanday usul o‘z joyida ahamiyatga ega.

- 1.) Eritgan moddaning massa ulushi (ω) yoki foiz ($C\%$) konsentratsiya
- 2.) Molyar (C_M – mol/l) konsentratsiya
- 3.) Normal yoki ekvivalent (C_N – erv/l) konsentratsiya
- 4.) Titr (T ёки C_T – g/ml) konsentratsiya
- 5.) Molyal (C_m – mol/1000g) konsentratsiya
- 6.) Molyar ulush yoki molyar qism (N yoki C_N , %)
- 7.) Hajmiy qism ($\varphi\%$)

1 - ilova

Eritma konsentrasiyalarining bir-biriga bog‘liqligi

№	Formula	Nomi
1	$\omega = \frac{m_{erigan\ mod\ da}}{m_{eritma}}; \omega = \frac{m_{erigan\ mod\ da}}{m_{erigan\ mod\ da} + m_{erituvchi}}; m = V \cdot \rho; \omega = \frac{m_{erigan\ mod\ da}}{V \cdot \rho}$	Massa ulushi
2	$C_M = \frac{n_{(mol)}}{V_{(litr)}} \text{ yoki } C_M = \frac{n_{(mol)}}{V_{ml}} \cdot 1000$ $n = \frac{m_{erigan\ mod\ da}}{M_r}; C_M = \frac{m_{erigan\ mod\ da}}{M_r \cdot V_{(litr)}} \text{ yoki } C_M = \frac{m_{erigan\ mod\ da} \cdot 1000}{M_r \cdot V_{(ml)}}$	Molyar konsentratsiya
3	$C_N = \frac{m_{erigan\ mod\ da}}{E \cdot V_{(litr)}}; C_N = \frac{m_{erigan\ mod\ da} \cdot 1000}{E \cdot V_{(ml)}}$	Normal konsentratsiya
4	$T = \frac{m_{erigan\ mod\ da}}{V_{(eritma)}}; T = \frac{C_N \cdot E}{1000}; T = \frac{C_M \cdot M_r}{1000}$	Titr
5	$N = \frac{V_{erigan\ mod\ da}}{V_{(erigan\ mod\ da)} + V_{erituvchi}}; C_N = \frac{V_{erigan\ mod\ da}}{V_{(erigan\ mod\ da)} + V_{erituvchi}} \cdot 100\%$	Molyar ulush
6	$C_M = \frac{C\% \cdot \rho \cdot 10}{M_r}; C\% = \frac{C_M \cdot M_r}{\rho \cdot 10}$	Molyar va foiz konsentratsiyalar bog‘liqligi
7	$C_N = \frac{C\% \cdot \rho \cdot 10}{E}; C\% = \frac{C_N \cdot E}{\rho \cdot 10}$	Normal va foiz konsentratsiyalar bog‘liqligi
8	$C_1 \cdot V_1 = C_2 \cdot V_2$	Eritma konsentratsiyasi va hajmi

		bog'liqligi
--	--	-------------

2 - ilova

Noelektrolit eritmalar (nazariy)	Elektrolit eritmalar (tajribada)	
$(P_{\text{osm}})_{\text{naz}} = cRT$;	$(P_{\text{osm}})_t = (ic) RT$	Osmotik bosim
$(\Delta T_t)_{\text{naz}} = kC$;	$(\Delta T_m)_t = ikC$	Muzlash haroratining pasayishi
$(\Delta T_q)_{\text{naz}} = EC$	$(\Delta T_q)_{\text{naz}} = iEC$	Qaynash haroratining Ortishi
$\frac{P^o - P}{P^o} = \frac{\Delta p}{P^o} = \frac{n_2}{n_1 + n_2}$;	$\frac{P^o - P}{P^o} = \frac{\Delta p}{P^o} = \frac{in_2}{n_1 + n_2}$	Bug' bosimi
$(M)_{\text{naz}} = \frac{E \cdot g \cdot 1000}{G \cdot \Delta T}$	$(M)_m = \frac{iE \cdot g \cdot 1000}{G \cdot \Delta T}$	Molekulyar massa

1. 200ml eritmada 1,6g natriy gidroksid erigan. Eritmaning molyar konsentratsiyasini hisoblang.

Yechish: Molyar konsentratsiya $C = \frac{m}{M \cdot V}$

m – erigan modda massasi, g.

M – erigan modda molyar massasi, g-mol

V – eritma hajmi, l.

$M_{\text{NaOH}} = 40$

$$C = \frac{1,6}{40 \cdot 0,2} = 0,2 \text{ mol/l}$$

2. 5% fruktoza eritmasining molyar konsentratsiyasini hisoblang. Eritmaning zichligi 1,03 g/sm³.

Yechish: 5g fruktoza 100g eritmada erigan. l eritmaning massasi $m = \rho \cdot V = 1,03 \cdot 1000 = 1030 \text{ g}$

$$\begin{array}{l} 5 \text{ g} - 100 \text{ g} \\ x \text{ g} - 1030 \text{ g} \\ x = \frac{1030 \cdot 5}{100} = 51,5 \text{ g} \end{array}$$

Fruktozaning miqdorini topamiz: $n = \frac{m}{M} = \frac{51,5}{180} = 0,286$

Eritmaning molyar konsentratsiyasi 0,286M. $C = 0,286 \text{ M}$

3. 0,5 litr eritmada 42,6g FeCl_3 erigan. Eritmaning normal konsentratsiyasini aniqlang.

Yechish. 1) $C_H = \frac{m}{E \cdot V}$ formuladan foydalanamiz.

$$2) E_{\text{FeCl}_3} = \frac{162,206}{3} = 54,07 \text{ g}$$

$$3) C_H = \frac{42,6}{54,07 \cdot 0,5} = 1,576 \text{ mol/l}$$

4. 625 ml eritmada 7,5g noelektrolit erigan. Eritmaning 285K dagi osmotik bosimi $8,307 \cdot 10^4$ Pa bo'lsa, erigan moddaning molyar massasini aniqlang.

Yechish: $\pi = \frac{n}{V} RT$ tenglamadan foydalanamiz. $n = \frac{m}{M}$ ni qo'y sak,

$$\pi = \frac{m}{MV} RT \text{ bundan } M = \frac{mRT}{\pi V} = \frac{7,5 \cdot 8,31 \cdot 285}{0,625 \cdot 10^{-3} \cdot 8,307 \cdot 10^4} = 342,15 \text{ g/mol}$$

Demak, $M=342,15 \text{ g/mol}$

5. 1 mol kaliy bromid 8l suvda eritilishidan hosil bo'lgan eritmaning 25°C dagi osmotik bosimi $5,63 \cdot 10^5$ Pa. Kaliy bromidning suvdagi dissotsiatsiya darajasini hisoblang.

Yechish: $M_{KBr} = 119$. Eritmaning molyal konsentratsiyasini topamiz.

$$C_M = \frac{a \cdot 1000}{b \cdot M} = \frac{119 \cdot 1000}{8000 \cdot 119} = 0,125 \text{ mol/kg}$$

$$\pi = iCRT \text{ dan } i = \frac{\pi}{C_M RT} = \frac{5,63 \cdot 10^5}{0,125 \cdot 8,31 \cdot 298} = 1,817$$

$$n = 2; \alpha = i - 1 = 1,817 - 1 = 0,817$$

$$\alpha = 0,817 \text{ yoki } 81,7 \%$$

6. 298 K da 10% li CaCl_2 eritmasining zichligi $1,22 \text{ g/sm}^3$ ga teng. Eritma tarkibini molyar qism (N), molal (m), molyar (C), normal (n) konsentratsiyalar orqali ifodalang.

Yechish: a) eritma molyar qismi - $N_i = \frac{n_i}{\sum n_i}$.

Konsentratsiyaning bir ifodasidan boshqa ifodalariga o'tilganda, avval eritmaning gramm (g) va mollar soni (n) bilan ifodalangan tarkibini aniqlash kerak. $g \leftrightarrow n$ ga o'tishda:

$$n = \frac{g}{M} = \frac{\text{mod daning gramm miqdori}}{\text{mod daning molekulyar massasi}} \text{ tenglamasidan foydalaniladi:}$$

$$M_{\text{CaCl}_2} = 40,1 + 2 \cdot 35,46 = 111,02 \approx 111$$

$$M_{\text{H}_2\text{O}} = 2 + 16 = 18$$

10% li eritmada 10g CaCl_2 va 90g suv bor:

$$n_{\text{CaCl}_2} = \frac{10}{111} = 0,0901 \text{ mol}; \quad n_{\text{H}_2\text{O}} = \frac{90}{18} = 5 \text{ mol}.$$

Demak,

$$n_{\text{CaCl}_2} = \frac{0,0901}{0,0901 + 5} = 0,0177.$$

$\sum N_i = 1$ ga teng bo'lganligidan:

$$N_{\text{H}_2\text{O}} = 1 - 0,0177 = 0,9823.$$

b) molal konsentratsiya (m):

0,0901 mol CaCl_2 – 90 g suvda

m mol – 1000 g suvda

$$m = \frac{0,0901 \cdot 1000}{90} = 1.$$

d) molyar konsentratsiyani aniqlash uchun $d = \frac{m}{V}$ yordamida massa sistemasidan hajm sistemasiga o'tish kerak, ya'ni 100 g eritma qancha hajmni ishg'ol qilishini bilish kerak:

$$V = \frac{m}{d} = \frac{100}{1,22} = 81,967 \text{ sm}^3.$$

Demak, 0,0901 mol CaCl_2 – 81,967 sm^3 eritmada,
C – 1000 sm^3 eritmada esa

$$C = \frac{0,0901 \cdot 1000}{81,967} = 1,099.$$

e) normal konsentratsiya quyidagicha aniqlanadi: CaCl_2 tuzida 1 mol 2 gramm-ekvivalentga teng bo'lganligidan:

$$n = 2 \cdot 1,099 = 2,198.$$

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. 0,8M $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ eritmasining normal, molyal konsentratsiyasini va massa ulushini aniqlang. Eritmaning zichligi $1\text{g}/\text{sm}^3$.

2. Zichligi $1,246 \text{ g}/\text{sm}^3$ bo'lgan 8n HNO_3 eritmasining massa ulushi va molyalligini hisoblang. Ushbu eritmada HNO_3 va H_2O larning molyar hissalari qanday?

3. 4,7 n NaOH eritmasining molyalligini hisoblang. Eritmaning zichligi $1,175 \text{ g}/\text{sm}^3$.

4. Mochevinaning suvli eritmasi 27°C da 0,5 M kaltsiy xlorid eritmasi bilan izotonik. Kaltsiy xloridning dissotsiatsiya darajasi 65,4%. Mochevina eritmasining konsentratsiyasini hisoblang.

5. 0,05 M rux sulfat eritmasining 0°C da tajribada aniqlangan osmotik bosimi $1,59 \cdot 10^5 \text{ Pa}$. Eritmaning osmotik koeffitsientini hisoblang.

6. 27g glyukoza 90g suvda erishidan hosil bo'lgan eritmaning 50°C dagi bug' bosimini hisoblang. Suvning shu haroratdagi bug' bosimi 12320 Pa.

7. Nitrobenzolning benzoldagi 8% li eritmasining muzlash va qaynash haroratlarini aniqlang.

$$K_{\text{benzol}} = 5,1, E_{\text{benzol}} = 2,57, t_{M \text{ benzol}} = 5,5^\circ\text{C}, t_{Q \text{ benzol}} = 80,2^\circ\text{C}.$$

1000g suvda 29,4g noelektrolit modda erigan. Eritmaning muzlash haroratining pasayishi $1,6^\circ\text{C}$ bo'lsa, erigan moddaning molekulyar massasini aniqlang.

7-mavzu. Elektrolit eritmalarining elektr o'tkazuvchanligini hisoblashga doir masalalar yechish

Mavzuga oid misollar

1. 298 K $1/32\text{n}$ sirka kislotasi eritmasining solishtirma elektr o'tkazuvchanligi $0,02870 \text{ Om}^{-1} \text{ m}^{-1}$. Agar H^+ va CH_3COO^- ionlarining harakatchanligi 34,98 va $4,09 \text{ Om}^{-1} \text{ m}^2$ bo'lsa, dissotsiylanish darajasi va konstantasi topilsin.

Yechish:

- 1) Dissotsiyanlash darajasini $\alpha = \frac{\lambda_v}{\lambda_\infty}$ tenglamadan topiladi.

$$\lambda_\infty = \lambda_K + \lambda_a = 34,98 + 4,09 = 39,07 \text{ } \Omega \text{m}^{-1} \text{m}^2$$

$$\lambda_v = \chi \cdot 1000 \cdot V = \chi \cdot 1000 \cdot \frac{1}{C} = 0,0287 \cdot 1000 \cdot \frac{1}{32} = 0,9184$$

λ_∞ va λ_v qiymatlarini tenglamaga qo'yamiz:

$$\alpha = \frac{\lambda_v}{\lambda_\infty} = \frac{0,9184}{39,07} = 0,0235$$

- 2) Dissotsiyanlash konstantasi Ostvald tenglamasidan topiladi:

$$K = \frac{C\alpha^2}{1-\alpha} = \frac{\frac{1}{32} \cdot 0,0235^2}{1-0,0235} = 1,768 \cdot 10^{-5}.$$

2. 0,02n KCl eritmasining 293 K dagi solishtirma elektr o'tkazuvchanligi $2,501 \cdot 10^{-3} \text{ } \Omega \text{m}^{-1} \text{sm}^{-1}$. Eritmaning qarshiligi 300 Ω bo'lsa, idish sig'imini hisoblang.

Yechish: $C_{idish \text{ sig'imi}} = \chi \cdot R_x = 2,501 \cdot 10^{-3} \cdot 300 = 0,75 \text{ sm}^{-1}$

3. 0,001n KNO_3 eritmasining solishtirma elektr o'tkazuvchanligi $1,25 \cdot 10^{-4} \text{ } \Omega \text{m}^{-1} \text{sm}^{-1}$. K^+ va NO_3^- ionlarining harakatchanliklari mos ravishda 64,6 va 62 $\Omega \text{m}^{-1} \text{sm}^2$. Eritmaning ekvivalent elektr o'tkazuvchanligini va dissotsiatsiya darajasini hisoblang.

Yechish: $\lambda_v = \frac{\chi \cdot 1000}{C} = 1,25 \cdot 10^{-4} \frac{1000}{0,001} = 125 \text{ } \Omega \text{m}^{-1} \text{g} - \text{ekv}^{-1} \text{sm}^2$

$$\lambda_\infty = \lambda_K + \lambda_a = 64,6 + 62 = 126,6$$

$$\alpha = \frac{\lambda_v}{\lambda_\infty} = \frac{125}{126,6} = 0,987 \text{ yoki } 98,7 \%$$

4. 291 K da kumush yodidning to'yingan eritmasi uchun solishtirma elektr o'tkazuvchanlik $5,144 \cdot 10^{-8} \text{ } \Omega \text{m}^{-1} \text{sm}^{-1}$. Suvning shu haroratdagi solishtirma elektr o'tkazuvchanligi $4,0 \cdot 10^{-8} \text{ } \Omega \text{m}^{-1} \text{sm}^{-1}$. Kumush yodidning konsentratsiyasi va eruvchanlik ko'paytmasini (EK) hisoblang.

Yechish: AgJ ning to'yingan eritmasini cheksiz suyultirilgan deb hisoblash mumkin. χ va λ_∞ ni hisoblab, konsentratsiyani aniqlaymiz:

$$\lambda_\infty = \lambda_K + \lambda_a = 54,36 + 66,5 = 120,86 \text{ } \Omega \text{m}^{-1} \text{sm}^2 / \text{g} - \text{ekv}$$

$$\chi_{AgJ} = \chi_{eritma} - \chi_{H_2O} = 5,144 \cdot 10^{-8} - 4,0 \cdot 10^{-8} = 1,44 \cdot 10^{-8} \text{ } \Omega \text{m}^{-1} \text{sm}^{-1}$$

$$C_{AgJ} = \frac{\chi \cdot 1000}{\lambda_\infty} = \frac{1,44 \cdot 10^{-8} \cdot 1000}{120,86} = 9,53 \cdot 10^{-8} \text{ mol/l}$$

$$EK = [Ag^+][J^-] = 9,53 \cdot 10^{-8} \cdot 9,53 \cdot 10^{-8} = 9,08 \cdot 10^{-15}$$

5. Sirka kislotasining $3,6 \cdot 10^{-15} \text{ g-ekv/l}$ konsentratsiyali eritmasining solishtirma elektr o'tkazuvchanligini hisoblang. Kislotaning dissotsiatsiya konstantasi $1,8 \cdot 10^{-5}$.

Yechish:

$$\alpha = \sqrt{\frac{K}{C}} = \sqrt{\frac{1,8 \cdot 10^{-5}}{3,6 \cdot 10^{-5}}} = 0,71$$

$$\lambda_{\infty} = 35 + 315 = 350$$

$$\chi_{CH_3COOH} = \frac{\lambda_{\infty} \cdot C}{1000} = \frac{350 \cdot 3,6 \cdot 10^{-5}}{1000} = 1,26 \cdot 10^{-5} \text{ } Om^{-1} \cdot Sm^{-1}$$

6. Qiyin eriydigan tuzlarning (A moddaning) to'yingan eritmasini solishtirma qarshiligi 298 K da (ρ)ga teng. Shu haroratdagi suvning solishtirma qarshiligi $\rho_{H_2O} = 1 \cdot 10^4 (Om \cdot m)$ bo'lsa:

- 1). A moddaning toza suvdagi eruvchanligi aniqlansin;
- 2). A moddaning eruvchanlik ko'paytmasini aniqlang (eritma o'ta suyultirilgan va $\gamma_{\pm}=1$ ga teng deb qaralsin);
- 3). A moddaning 0,01 mol B modda saqlagan eritmadagi eruvchanligi aniqlansin;
- 4). A moddaning 0,01 mol C modda saqlagan eritmadagi eruvchanligi aniqlansin. Bunda, A, B, C moddalar to'liq dissosiyalangan deb qaralsin.

$\rho_{H_2O} = 1 \cdot 10^4 (Om \cdot m)$	Moddalar		
	A	B	C
0,333	AgCl	HCl	Na ₂ SO ₄

Yechish: $\chi = \frac{1}{\rho} = \frac{1}{0,333 \cdot 10^4} = 3,003 \cdot 10^{-4}.$

$$\lambda_{\infty} = \lambda_{+} + \lambda_{-} = 38,6 + 53,5 = 92,1.$$

$$\lambda_e = \frac{\chi \cdot 1000}{C} = \frac{3,003 \cdot 10^{-4} \cdot 1000}{C} = 92,1$$

$$C = \frac{3,003 \cdot 10^{-1}}{92,1} = 0,00325$$

$$S_{\text{eruv.}} = 1000 - 0,00325$$

$$100 - x$$

$$x = 0,000325.$$

$$\Pi_{P_{AgCl}} = 0,000325 \cdot 0,000325 = 1,05 \cdot 10^{-7}.$$

$$I = \frac{1}{2} \sum_{\text{ui}} z_i^2 = \frac{1}{2} (0,01 \cdot 1 \cdot 1^2 + 0,01 \cdot 1 \cdot 1^2) = 0,01$$

$$\lg \gamma_{\pm} = -0,508 \cdot z_1 \cdot z_2 \cdot \sqrt{I} = -0,508 \cdot 1 \cdot 1 \cdot \sqrt{0,02} = -0,0718 = \bar{1},9282$$

$$\gamma_{\pm} = 8,472 \cdot 10^{-1} = 0,8472.$$

$$\Pi_P = 1,73 \cdot 10^{-10}; \quad [AgCl] = \sqrt{\frac{1,73 \cdot 10^{-10}}{0,8472 \cdot 0,8472}} = 1,55 \cdot 10^5.$$

C modda uchun:

$$I = \frac{1}{2} \sum_{\text{ui}} z_i^2 = \frac{1}{2} (0,01 \cdot 2 \cdot 1^2 + 0,01 \cdot 1 \cdot 2^2) = 0,03$$

$$\lg \gamma_{\pm} = -0,508 \cdot z_1 \cdot z_2 \cdot \sqrt{I} = -0,508 \cdot 1 \cdot 2 \cdot \sqrt{0,03} = -0,176 = \bar{1},824$$

$$\gamma_{\pm} = 6,668 \cdot 10^{-1} = 0,6668.$$

$$\Pi_p = 1,73 \cdot 10^{-10}; \quad [Na_2SO_4] = \sqrt{\frac{1,73 \cdot 10^{-10}}{0,6668 \cdot 0,6668}} = 1,97 \cdot 10^{-5}.$$

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. 0,01n KCl eritmasini 291 K da qarshiligi 408 Om ga teng, uning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi $0,1225 \text{ Om}^{-1}\text{m}^{-1}$. Shu haroratda 0,01n KNO_3 eritmasining qarshiligi 423 Om. Agar K^+ va NO_3^- ionlarining harakatchanligi mos ravishda 6,45 va $6,16 \text{ Om}^{-1} \text{ m}^2$ bo'lsa, KNO_3 eritmasining solishtirma va ekvivalent elektr o'tkazuvchanligi hamda elektr o'tkazuvchanlik koeffitsienti topilsin.

2. NH_4OH eritmasining qanday konsentratsiyasida dissotsiyanish darajasi 2% bo'ladi? Bunda gidroksil ionlarining konsentratsiyasi qanday? NH_4OH ning elektrolitik dissotsiyanish konstantasi $1,79 \cdot 10^{-5}$.

3. 291 K da 5% li $Mg(NO_3)_2$ eritmasining solishtirma elektr o'tkazuvchanligi $4,38 \cdot 10^{-2} \text{ Om}^{-1} \text{ sm}^{-1}$, zichligi $1,038 \text{ g/sm}^3$ ga teng. Eritmaning ekvivalent elektr o'tkazuvchanligi hamda dissotsiyanish darajasi topilsin.

4. 20°C da solishtirma elektr o'tkazuvchanligi $0,25 \text{ Om}^{-1}\text{m}^{-1}$ bo'lgan 0,02n KCl eritmasi bilan to'ldirilgan elektr o'tkazuvchanlikni o'lchaydigan idish 82,4 Om qarshilikni ko'rsatdi. 0,005n K_2SO_4 eritmasi bilan to'ldirilgan esa 326 Om ga teng. Idish doimiysi va K_2SO_4 eritmasining ekvivalent elektr o'tkazuvchanligini hisoblang.

5. $KClO_4$ eritmasining 291 K dagi cheksiz suyultirilgandagi ekvivalent elektr o'tkazuvchanligi $122,8 \text{ Om}^{-1} \text{ sm}^2 \text{ g-ekv}^{-1}$. ClO_4^- ionining tashish soni 0,481. K^+ va ClO_4^- ionlarining harakatchanliklarini aniqlang.

6. Monoxlorsirka kislotaning $V = 32 \text{ ml}$ suyultirishdagi ekvivalent elektr o'tkazuvchanligi $77,2 \text{ Om}^{-1} \text{ sm}^2 \text{ g-ekv}^{-1}$, dissotsiatsiya konstantasi $K = 1,55 \cdot 10^{-3}$. Eritmaning 298 K da solishtirma va cheksiz suyultirishdagi elektr o'tkazuvchanliklarini hisoblang.

8-mavzu. Elektrod potentsiallari va EYuK qiymatini hisoblashga doir masalalar yechish

Mavzuga oid misollar

1. 150 ml da 1,2g rux sulfat saqlagan eritmaga tushirilgan rux elektrodining 25°C dagi potensialini hisoblang. Rux sulfatning eritmada dissotsiatsiya darajasi 60% (0,6)

Yechish: Eritmaning molyarligini hisoblaymiz:

$$C = \frac{m \cdot 1000}{150 \cdot M} \quad \text{yoki} \quad C = \frac{m}{0,150 \cdot M}$$

$$C = \frac{1,2}{0,150 \cdot 161,4} = 0,0496 \text{ mol/l}$$

Rux ionlarining konsentratsiyasi $C_{Zn^{2+}} = C \cdot \alpha = 0,0496 \cdot 0,6 = 0,02976 \text{ g-ion/l}$

Elektrod potensialini hisoblaymiz: $\varphi_{Zn} = \varphi_{Zn}^0 + \frac{0,0591}{2} \lg C_{Zn^{2+}}$

$$\varphi_{Zn}^0 = -0,763 \text{ (jadvaldan olinadi)}$$

$$\varphi_{Zn} = -0,763 + \frac{0,0591}{2} \lg 0,02976 = -0,763 - 0,0746 = -0,8376 \text{ V}$$

2. 2 M mis sulfat eritmasiga tushirilgan mis elektrodi va 0,1 M rux sulfat eritmasiga tushirilgan rux elektrodlaridan tuzilgan galvanik elementning elektr yurituvchi kuchini 298 K da hisoblang.

$$\text{Yechish: } (+)Cu | CuSO_4 | KCl | ZnSO_4 | Zn(-)$$

2M

0,1M

$$E = \varphi_{Cu} - \varphi_{Zn}$$

$$\varphi_{Cu} = \varphi_{Cu}^0 + \frac{0,0591}{2} \lg C_{Cu^{2+}}; \quad \varphi_{Zn} = \varphi_{Zn}^0 + \frac{0,0591}{2} \lg C_{Zn^{2+}} \text{ larni o'rniga qo'ysak:}$$

$$E = \varphi_{Cu}^0 + \frac{0,0591}{2} \lg C_{Cu^{2+}} - \varphi_{Zn}^0 - \frac{0,0591}{2} \lg C_{Zn^{2+}}$$

$$\varphi_{Cu}^0 = 0,34 \text{ V}; \quad \varphi_{Zn}^0 = -0,763 \text{ V}$$

$$E = 0,34 + 0,0295 \lg 2 + 0,763 - \lg 0,1 = 1,1 + 0,0295 \lg \frac{2}{0,1} = 1,1 + 0,0295 \cdot 1,301 = 1,133 \text{ V}$$

3. Nitrat kislotasining 0,1 va 0,05 n eritmalariga tushirilgan vodorod elektrodlaridan tuzilgan konsentratsion zanjirning 291 K dagi elektr yurituvchi kuchini aniqlang. Kislotaga to'la dissotsiyanlanadi deb hisoblansin.

Yechish: konsentratsion zanjirning elektr yurituvchi kuchi

$$E = \frac{RT}{nF} \ln \frac{C_1}{C_2} = 0,0577 \lg \frac{0,1}{0,05} = 0,0577 \cdot 0,301 = 0,0174 \text{ V}$$

4. 298 K da xingidron – kalomel elektrodlaridan tuzilgan zanjirning elektr yurituvchi kuchi 0,106V. Eritmaning pH va vodorod ionlarining konsentratsiyasini hisoblang.

$$\text{Yechish: Zanjir sxemasi } Hg | Hg_2Cl_2, KCl | KCl | [H^+] = ? | Pt, xg$$

$$pH = \frac{0,4554 - E}{0,0591} = \frac{0,4554 - 0,106}{0,0591} = 5,91$$

$$pH = -\lg[H^+] \text{ dan } \lg[H^+] = -5,91 = -6 + 0,09 = \lg 10^{-6} + \lg 1,23 = \lg 1,23 \cdot 10^{-6} \text{ yoki}$$

$$[H^+] = 1,23 \cdot 10^{-6} \text{ g-ion/l}$$

5. 0,5n va 0,05n kumush nitrat eritmalariga tushirilgan kumush plastinkalaridan tashkil topgan konsentratsion zanjirning 291 K da elektr yurituvchi kuchini hisoblang. 0,05n eritmaning ekvivalent elektr o'tkazuvchanligi 99,5 $\text{Om}^{-1} \text{sm}^2$, g-ekv⁻¹, 0,5n eritma uchun 77,5 $\text{Om}^{-1} \text{sm}^2$ g-ekv⁻¹.

Yechish: Cheksiz suyultirishdagi ekvivalent elektr o'tkazuvchanlikni hisoblanadi:

$$l_{Ag^+} = 53,2 \quad l_{NO_3^-} = 62,6 \text{ (jadvaldan olinadi)}$$

$$\lambda_{\infty} = l_{Ag^+} + l_{NO_3^-} = 53,2 + 62,8 = 115,8 \text{ Om}^{-1} \text{sm}^2.$$

Xar bir eritma uchun dissotsiatsiya darajasini hisoblanadi:

$$\alpha_{0,05} = \frac{\lambda_v}{\lambda_{\infty}} = \frac{99,5}{115,8} = 0,86 \quad \alpha_{0,05} = \frac{\lambda_v}{\lambda_{\infty}} = \frac{77,5}{115,8} = 0,67$$

Elementning elektr yurituvchi kuchi $E = 0,0577 \lg \frac{C_1}{C_2}$

$$C_{Ag^+} = C_{AgNO_3} \cdot \alpha$$

$$E = 0,0577 \lg \frac{0,5 \cdot 0,67}{0,05 \cdot 0,86} = 0,524 \text{ V}$$

6. Qarshiliklar ko'prigida 291 K da Veston elementiga to'g'ri keladigan masofa 70,2 sm. Kalomel va tekshiriluvchi eritmaga tushirilgan vodorod elektrodlardan tuzilgan galvanik element uchun 43,6sm. Eritma pH ini hisoblang.

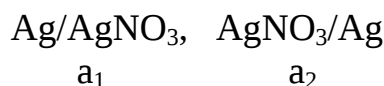
Yechish: $pH = \frac{E - 0,2483}{0,0577}$ formuladan foydalanamiz. Avval E hisoblanadi:

$$E = E_v \frac{43,6}{70,2} = 0,6324 \text{ V}$$

$$pH = \frac{0,6324 - 0,2483}{0,0577} = 6,66$$

7. $m_1=0,1$ va $m_2=4$ konsentratsiyali $AgNO_3$ eritmasiga Ag elektrodi tushirib konsentratsion galvanik element tuzilgan. 298 K da elementning EYUK ni aniqlang.

Yechish: Konsentratsion galvanik elementlar bir xil elektrolit moddaning turli konsentratsiyadagi eritmasiga tushirilgan bir xil metall (modda) elektroddan iborat bo'ladi. Bunda



EYUK diffuziyalanish hisobiga hosil bo'ladi:

$$E = \frac{RT}{zF} \ln \frac{a_2}{a_1}$$

Bu yerda a_1 va a_2 lar quyidagicha aniqlanadi:

$$a_1 = \gamma_{\pm} \cdot m_1 = 0,734 \cdot 0,1 = 0,0734$$

$$a_2 = \gamma_{\pm} \cdot m_2 = 0,21 \cdot 4 = 0,84$$

298 K da elementning EYUK quyidagiga teng:

$$E = \frac{RT}{zF} \ln \frac{a_2}{a_1} = \frac{8,31 \cdot 298}{1 \cdot 96490} \ln \frac{0,84}{0,0734} = 0,026 \ln 11,444 = 0,0634 \text{ V}.$$

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Kadmiy ionlarining konsentratsiyasi 0,005g-ion/l bo'lgan eritmaga tushirilgan kadmiy elektrodining 298 K dagi potensialini hisoblang.

2. Kumush ionlarining konsentratsiyasi 0,03g-ion/l bo'lgan eritmaga tushirilgan kumush elektrodining 291 K dagi qiymatini hisoblang.

3. Xingidron elektrodi tushirilgan 1n eritmani 100 marta suyultirilsa, uning potentsiali qanchaga o'zgaradi?

4. Galvanik element o'zining 1 M li eritmalariga tushirilgan magniy va temir (II) plastinkalaridan tuzilgan. Elementning 25°C dagi elektr yurituvchi kuchini hisoblang. Element ishlaganda qaysi metall sarf bo'ladi? Reaksiyalarni ion ko'rinishida yozing.

5. Galvanik element vodorod ionlari nomalum bo'lgan eritmaga tushirilgan vodorod elektrodi va to'yingan KCl eritmali kalomel elektrodlaridan tuzilgan. Kompensatsion usulda Veston elementiga to'g'ri kelgan masofa 291 K da 50sm, tekshiriluvchi elementga to'g'ri keladigan masofa 25sm ekanligi topildi. pH va vodorod ionlari konsentratsiyasi hisoblansin.

6. 150 ml da 0,16g magniy sulfat saqlagan eritmaga tushirilgan magniy elektrodining 25°C dagi potensialini hisoblang. Dissotsiatsiya darajasi 65%.

7. Vodorod elektrodining potentsiali – 0,145 V. Eritma pH va vodorod ionlari konsentratsiyasini hisoblang.

8. Xingidron elektrodini potentsiali 0,4 V ga teng bo'lganda, eritmani pH ini toping.

9. 298 K da 0,1n $AgNO_3$ va 0,01n $AgNO_3$ dan iborat zanjirning EYuK topilsin. Shu haroratda 0,1n $AgNO_3$ eritmasining ekvivalent elektr o'tkazuvchanligi $10,99 \text{ Om}^{-1}\text{m}^2/\text{kg-ekv}$, 0,01n $AgNO_3$ eritmasiniki esa $12,53 \text{ Om}^{-1}\text{m}^2/\text{kg-ekv}$ ga teng. Diffuzion potentsial hisobga olinmasin.

10. 298 K Daniel - Yakobi elementining $E=1,09337 \text{ V}$ va $dE/dT=0,000429 \text{ V}$ ekanligi topildi. Reaksiyaning issiqlik effekti hisoblansin.

9-mavzu. Kimyoviy reaksiyalar tezligiga haroratning ta'siri va aktivlanish energiyasini hisoblashga doir masalalar yechish

Mavzuga oid misollar

1. Birinchi tartibli reaksiyaning tezlik konstantasi $3,3 \cdot 10^{-3} \text{ min}^{-1}$. 30 minutdan keyin dastlabki moddaning necha foizi parchalanadi va 50 % modda parchalanishi uchun qancha vaqt kerak?

Yechish: birinchi tartibli reaksiyaning kinetik tenglamasi

$$K_1 = \frac{2,303}{t} \lg \frac{a}{a-x} \quad \text{dan} \quad \frac{K \cdot t}{2,303} = \lg \frac{a}{a-x}$$

$$\frac{3,2 \cdot 10^{-3} \cdot 30}{2,303} = \lg \frac{a}{a-x}$$

$$0,0417 = \lg \frac{a}{a-x}$$

$$\frac{a}{a-x} = \text{anti} \lg 0,0417 = 1,101$$

$$1,101a - a = 1,101x$$

$$0,101a = 1,101x$$

$$\frac{x}{a} = \frac{0,101}{1,101} = 0,0917 \text{ yoki } 9,17 \%$$

$$t_{1/2} = \frac{0,693}{3,2 \cdot 10^{-3}} = 2,166 \cdot 10^2 \text{ min.}$$

2. Metilaminning 913K haroratda degidridlanish reaksiyasi $CH_3NH_2 \rightarrow HCN + 2H_2$ ning tezlik konstantasi $5 \cdot 10^{-3} \text{ s}^{-1}$ ga teng. Qancha vaqtdan so'ng metilamin konsentratsiyasi 2 martta kamayadi?

Yechish: reaksiya birinchi tartibli ekanligini inobatga olib $t_{1/2} = \frac{0,693}{K}$

formuladan foydalanamiz

$$t_{1/2} = \frac{0,693}{5 \cdot 10^{-3}} = 136 \text{ s}$$

3. Etilatsetning ishqor bilan sovunlanish reaksiyasining tezlik konstantasi $5,4 \text{ Kmol}^{-1} \text{ min}^{-1} \text{ m}^3$. Agar efir va ishqorning boshlang'ich konsentratsiyalari $0,02 \text{ Kmol/m}^3$ ga teng bo'lsa, 10 minut vaqt davomida reaksiyaga kirishgan efir miqdorini aniqlang.

Yechish: Tezlik konstantasining o'lchov birligidan ko'rinib turibdiki, ushbu reaksiya ikkinchi tartibli reaksiya. Reaksiya uchun olingan moddalar boshlang'ich konsentratsiyalari teng deb olinsa $K = \frac{1}{t} \cdot \frac{x}{a(a-x)}$ tenglamadan foydalanamiz:

$$5,4 = \frac{1}{10} \cdot \frac{x}{0,02(0,02-x)}$$

$$x = 0,0103 \text{ yoki } 51,9 \%$$

4. Torfni qazib olish paytida yaxshi saqlangan qadimgi odam gavdasining qoldiqlari topildi. Qoldiqni tahlil qilish natijasida aniqlandiki, yarim ajralish davri $t_{1/2} = 9840$ yilga teng bo'lgan aminokislotaning parchalanishi 24,5% ni tashkil etar ekan. Shu asosda qadimgi odamning vafot qilgan vaqti aniqlansin.

Yechish: tirik organizmdagi aminokislotalarning parchalanishi birinchi tartibli reaksiyaga misol bo'ladi. Parchalanish mahsulotlarini yig'ilib qolishi asosida parchalanishning davom etgan vaqtini hisoblash mumkin.

$$t_{1/2} = \frac{0,693}{K} \text{ dan } K = \frac{0,693}{t_{1/2}}$$

$$K = \frac{0,693}{9840} = 7,04 \cdot 10^{-5} \text{ yil}^{-1} \text{ va}$$

$$K = \frac{2,303}{t} \lg \frac{a}{a-x} \quad a = 100 \% \quad x = 24,5 \%$$

$$t = \frac{2,303}{K} \lg \frac{a}{a-x} = \frac{2,303}{7,04 \cdot 10^{-5}} \lg \frac{100}{100-24,5} = 3,27 \cdot 10^4 \lg \frac{100}{75,5} = 32713 \lg 1,3245 = 32713 \cdot 0,091 = 2992$$

Demak, qadimgi odam 2992 yil avval vafot etgan ekan.

5. Reaksiyaning tezlik konstantasi 300K da 0,04, 350K da 0,8 bo'lsa, reaksiyaning aktivlanish energiyasini hisoblang.

$$\text{Yechish: } \lg \frac{K_2}{K_1} = \frac{E}{2,303 \cdot R} \cdot \frac{(T_2 - T_1)}{T_2 \cdot T_1} \text{ dan foydalanmiz:}$$

$$E = \frac{2,303 \cdot R \cdot T_1 \cdot T_2 \cdot \lg \frac{K_2}{K_1}}{T_2 - T_1} = \frac{2,303 \cdot 8,31 \cdot 300 \cdot 350 \cdot \lg \frac{0,8}{0,04}}{350 - 300} = 52311 \text{ J/mol} = 52,31 \text{ kJ/mol}$$

6. 293K da katalizator berilgan reaksiyaning aktivlanish energiyasini 20 kJ/mol ga kamaytiradi. Katalizator ishtirokida reaksiya tezligi necha marta ortadi?

Yechish: Arrenius tenglamasidan foydalaniladi. Uni katalizatorsiz reaksiya va katalizator ishtirokidagi reaksiya uchun yozib olamiz.

$$\lg K_1 = \lg K_0 - \frac{E_1}{RT} \text{ katalizatorsiz reaksiya uchun}$$

$$\lg K_2 = \lg K_0 - \frac{E_2}{RT} \text{ katalizator ishtirokidagi reaksiya uchun}$$

$$\lg K_2 - \lg K_1 = \frac{E_2}{RT} - \frac{E_1}{RT}$$

$$\lg \frac{K_2}{K_1} = \frac{E_2 - E_1}{2,303 RT} = \frac{20}{2,303 \cdot 8,314 \cdot 293} = 3,565$$

$$\lg \frac{K_2}{K_1} = 3,565$$

$$\lg \frac{K_2}{K_1} = 3673 \text{ marta ortadi.}$$

7. Reaksiya tezligining harorat koeffitsienti 3 ga teng. Reaksiya tezligi 60 marta ortishi uchun haroratni necha gradusga oshirish kerak?

$$\text{Yechish: } \lg \frac{K_2}{K_1} = \frac{\Delta T}{10} \lg \gamma \text{ dan foydalanamiz:}$$

$$10 \lg 60 = \Delta T \lg 3$$

$$\Delta T = \frac{10 \lg 60}{\lg 3} = \frac{10 \cdot 0,7782}{0,4771} = 37,27^\circ$$

Mustaqil yechish uchun masalalar

1. $2A + B \rightleftharpoons 2D$ reaksiya berilgan. A moddaning dastlabki konsentratsiyasi 1,5 mol/l, B moddaning 3 mol/l. Reaksiya tezlik konstantasi $0,4 \text{ l}^2 \text{ mol}^{-2} \text{ min}^{-1}$. Reaksiyaning dastlabki vaqtdagi tezligi va A moddaning 75% reaksiyaga kirishgan vaqtdagi tezligini hisoblang.
2. Azot (I) – oksidning oltin sathida yuqori haroratda parchalanishi $2\text{N}_2\text{O} = 2\text{N}_2 + \text{O}_2$ tenglama bo'yicha kechadi. Reaksiyaning 900°C dagi tezlik konstantasi $5 \cdot 10^{-4} \text{ l} \cdot \text{mol}^{-1} \text{ min}^{-1}$. Azot (I) oksidning dastlabki konsentratsiyasi 3,2 mol/l. Reaksiyaning dastlabki va 0,8 mol azot (I) – oksid parchalangan vaqtdagi tezliklarini hisoblang.
3. Birinchi tartibli reaksiyada 3 soatda reaksiya uchun olingan moddaning yarmi reaksiyaga kirishdi. Xuddi shu sharoitda 75% modda reaksiyaga kirishishi uchun qancha vaqt kerak?
4. Berilgan haroratda 10 soat ichida 30% modda parchalandi. 99% modda qancha vaqtda parchalanadi?
5. Vodorod peroksidining parchalanishi birinchi tartibli reaksiya qonuniga bo'ysunadi. Reaksiyaning tezlik konstantasi 0,05081 min. Reaksiyaning yarim yemirilishi davri va 99,9 % modda parchalanishi uchun ketadigan vaqtni hisoblang.
6. Birinchi tartibli reaksiyada 25% modda 25 minutda reaksiyaga kirishdi. Reaksiyaning tezlik konstantasini hisoblang.
7. Reaksiya tezligi 90 marta ortishi uchun haroratni necha gradusga ko'tarish kerak? Reaksiyaning harorat koeffitsienti 2,7.
8. Vodorod yodidning parchalanish reaksiyasining 356°C dagi tezlik konstantasi $8,09 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$. Reaksiyaning 374°C dagi tezlik konstantasini hisoblang. Harorat koeffitsienti 2.

9. Reaksiyaning tezlik konstantasi 298 va 323 K da mos ravishda $9,3 \cdot 10^{-3}$ va $8,06 \cdot 10^{-2} \text{ min}^{-1}$ ga teng. Reaksiyaning aktivlanish energiyasini hisoblang.
10. Katalizator reaksiyaning aktivlanish energiyasini 60 kJ/mol dan 20 kJ/mol ga pasaytiradi. 300 K da katalizator harorat ko'effitsentiga qanday ta'sir qiladi?

10-mavzu. Sathdagi hodisalar Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Kaolin suspenziyasining solishtirma sathini hisoblang. Kaolinning zichligi $\rho = 2,5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ zarrachalarining o'rtacha radiusi $8 \cdot 10^{-7} \text{ m}$. Suspenziya monodispers deb hisoblang.
2. Zarrachalarning solishtirma sathini hisoblang:
 - a) kub qirralarining uzunligi $1 \cdot 10^{-6} \text{ m}$;
 - b) shar diametri $1 \cdot 10^{-6} \text{ m}$;
3. 1 kg ko'mir kukuni zarrachalarining diametri $6 \cdot 10^{-5} \text{ m}$. Ko'mirning zichligi $1,8 \text{ g/sm}^3$. Zarrachalarning solishtirma sathi va umumiy sathini hisoblang.
4. Maydalangan 2 g platina zarrachalari kub shaklida bo'lib, qirralari $1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$. Platinaning zichligi $21,4 \text{ g/sm}^3$ bo'lsa, umumiy sathini hisoblang.
5. 1g oltin qirralarining uzunligi $5 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ bo'lgan kub shaklidagi zarrachalarga maydalandi. Oltinning zichligi $19,3 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ bo'lsa, umumiy sathini hisoblang.
6. Simob zoli diametri $6 \cdot 10^{-8} \text{ m}$ bo'lgan sharsimon zarrachalardan iborat. $0,5 \text{ sm}^3$ simobdan hosil bo'lgan zarrachalarning umumiy sathini hisoblang.
7. Kumush zolining zarrachalari qirradi uzunligi $4 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ va zichligi $10,5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ bo'lgan kub shaklida bo'lsa:
 - a) 0,1 kg kumushdan nechta zarracha hosil bo'lishini;
 - b) zarrachalarning umumiy sathini hisoblang.
8. Simob zoli zarrachalarining diametri $6 \cdot 10^{-6} \text{ sm}$, zichligi $13,546 \text{ g/sm}^3$.
 - a) Zarrachalarning umumiy sathini;
 - b) 1 g simobdan hosil bo'lgan zarrachalar sonini hisoblang.
9. Qirradi uzunligi 0,5 sm bo'lgan kumush zarrachalarini, qirradi uzunligi $5 \cdot 10^{-8} \text{ sm}$ bo'lgan kub shaklidagi zarrachalarga maydalansa zarrachalarning sathi necha marta ortadi? Kumushning zichligi $10,5 \text{ g/sm}^3$
10. 288 K da suv tumani zarrachalarning radiusi $5 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ dan $1 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ ga oshsa, erkin sath energiyasi qiymati necha marta kamayadi?
11. $\text{Fe}(\text{OH})_3$ gelini peptizatsiya qilinganda zarracha radiusi $2 \cdot 10^{-6}$ dan $4 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ gacha kamaysa sistemaning ortiqcha sath energiyasi necha marta ortadi?
12. Anilin eritmasi uchun eritma – havo chegarasidagi sirt tarangligi 292 K da Rebinder usuli bilan o'lchanganda quyidagi natijalar olinadi: suv uchun havo pufakchasi bosimi $11,82 \cdot 10^{-2} \text{ Pa}$, anilin eritmasi uchun 711,55 Pa. Suvning sirt tarangligi $d_0 = 72,55 \cdot 10^{-3} \text{ H/m}$. Anilin eritmasi sirt tarangligini hisoblang.
13. Propil spirtining suvli eritmasi uchun aniqlangan Shishkovskiy tenlamasi konstantalari $a = 14,4 \cdot 10^{-3}$ va $b = 6,6$. 1 kmol/m³ konsentratsiyali eritmaning sirt tarangligini hisoblang. $\delta_0 = 72,53 \cdot 10^{-3} \text{ n/m}$.

14. $S=0,1 \text{ kmol/m}^3$ konsentratsiyali valerian kislota eritmasi 358 l dagi sirt tarangligi aniqlansin. Shishkovskiy tenglamasi konstantalari $a=17,7 \cdot 10^{-3}$ va $b=19,72$.

15. Moy kislotaning $S=0,1 \text{ kmol/m}^3$ li eritmasining 273 K dagi adsorbsiyasini hisoblang. Sirt taranglikning konsentratsiyaga bog'liqligi Shishkovskiy tenglamasi $\delta = \delta_0 - 16,7 \cdot 10^{-3} \ln(1 + 21,5 C)$ bilan ifodalanadi.

16. Propion kislotaning $S=0,1 \text{ kmol/m}^3$ eritmasi uchun eritma-havo chegarasidagi 293 K dagi adsorbsiya qiymatini Lengmyur tenglamasidan foydalanib hisoblang. Shishkovskiy tenglamasi konstantalari $a=12,8 \cdot 10^{-3}$, $b=7,16$.

17. Izomoy kislotasining suvli eritmasi uchun Shishkovskiy tenglamasining 291 K da topilgan doimiyliklari: $a=13,1 \cdot 10^{-3}$ va $b=2,2$. Konsentratsiya: a) $S_1=0,01$; b) $S_2=0,1$ va v) $S_3=1 \text{ kmol/m}^3$ dagi adsorbsiya qiymatlari hisoblansin.

18. Izoamil spirtining $S=0,1 \text{ kmol/m}^3$ li eritmasi uchun eritma-havo chegarasidagi adsorbsiyaning 292 K dagi qiymatini hisoblang. Bunda $\Gamma_\infty=8,7 \cdot 10^{-9} \text{ kmol/m}^3$, $b=42$.

19. Azotning seolitdagi $P=2,8 \cdot 10^{-9} \text{ Pa}$ bosimdagi adsorbsiya qiymatini Lengmyur tenglamasi bo'yicha hisoblang. $\Gamma_\infty=38,9 \cdot 10^3 \text{ kg/kg}$, $b=1,56 \cdot 10^{-3}$.

20. Peptil spirtining adsorbsiyasini o'rganib, quyidagi natijalar olindi:

Konsentra tsiya $S \cdot 10$ kmol/m^3	0,384	0,50	0,655	1,25	2,60
Adsorbsiy a $G \cdot 10^9$ kmol/m^2	1,11	1,45	1,82	2,76	4,92

Ulardan foydalanib Lengmyur tenglamasi konstantalarini toping.

21. Anilinning suvdagi eritmasining yuza qatlamida bitta molekula egallagan sathni hisoblang. $\Gamma_\infty=6 \cdot 10^{-9} \text{ kmol/m}^2$.

22. Maksimal adsorbsiya qiymati $\Gamma_\infty=5,42 \cdot 10^{-9} \text{ kmol/m}^2$ bo'lsa, izomoy kislotasi eritmasi sathida bitta molekulaga to'g'ri keladigan yuzani hisoblang.

23. 18° S da 20 % li sulfat kislota eritmasining sirt tarangligi $75,2 \cdot 10^{-3} \text{ n/m}$, suvning sirt tarangligi $73,05 \cdot 10^{-3} \text{ n/m}$ bo'lsa, Gibbs adsorbsiyasi qiymati va ishorasini aniqlang. Eritmaning zichligi $1,143 \text{ g/sm}^3$.

24. 29 g/l atseton saqlagan eritmaning 15° S dagi sirt tarangligi $59,4 \cdot 10^{-3} \text{ n/m}$, suvning shu haroratdagi sirt tarangligi $73,49 \cdot 10^{-3} \text{ n/m}$ bo'lsa, atsetonning sath yuzasidagi konsentratsiyasini (kmol/m^3) va ishorasini aniqlang.

25. 1 g ko'mirda 3,76 kmol sirka kislota adsorbsiyalanadi. Freyndlix tenglamasi konstantalari $K=2,82$ $n=2,44$ bo'lsa kislotaning muvozanat konsentratsiyasini hisoblang.

26. Berilganlardan foydalanib, Freyndlix tenglamasi konstantalari K va n ni grafik

usulda aniqlang.

S, mol/sm ³	0,018	0,031	0,062	0,126
x/m, mmol/g	0,467	0,624	0,801	1,11

11-mavzu. Dispers sistemalar. Mustaqil yechish uchun masalalar

1. $AgNO_3$ ortiqcha olingandagi AgJ zoli va $FeCl_3$ ortiqcha olingandagi $Fe(OH)_3$ zoli mitsellalari formulalarini yozing va zarrachalar zaryad ishoralarini aniqlang.
2. $AgCl_3$ ortiqcha olingandagi $Al(OH)_3$ zolini va H_2SiO_3 stalibizator bo'lgandagi SiO_2 zolining mitsellalari formulalarini yozing. Zollarining zarrachalari qanday zaryadlangan ?
3. $KAuO_2$, bilan stabillangan oltin va H_2S bilan stabillangan As_2S_3 zollarining mitsellalari formulalarini yozing. Zollarining zaryad ishoralari qanaqa ?
4. Bariy xloridning ortiqcha Na_2SO_4 bilan ta'sirlashuvi natijasida olingan bariy sulfat mitsellasi tuzilishini yozing.
 $BaCl_2 + Na_2SO_4 = [BaSO_4] + 2NaCl$
5. $ZnSO_4 + (NH_4)_2S = [ZnS] + (NH_4)_2SO_4$
reaksiya bo'yicha olingan rux sulfid zoli mitsellasining:
a) $ZnSO_4$ ortiqcha olingandagi;
b) $(NH_4)_2S$ ortiqcha olingandagi formulasini yozing.
6. Kumush iodid zoli 30 sm³ 0,2 %-li kumush nitrat eritmasiga 40 sm³ 0,001 n kaliy iodid qo'shib olindi. Hosil bo'lgan zolning mitsellasi formulasini yozing. Elektr maydonida zarracha harakati yo'nalishini aniqlang. Kumush nitrat eritmasining zichligi 1 ga teng.
7. Musbat zaryadli zarracha hosil bo'lishi uchun 20 sm³ 0,015 n kaliy iodid eritmasiga 0,005 n kumush nitrat eritmasidan qancha qo'shish kerak? Mitsella formulasini yozing.
8. Yangi cho'kkan alyuminiy gidroksid cho'kmasiga oz miqdorda xlorid kislota qo'shiladi. Bunda $Al(OH)_3$ zoli hosil bo'ldi. Zol mitsellasi formulasini yozing. Kolloid zarracha katodga tamon harakatlanishini e'tiborga oling.
9. Oltingugurt zoli 5 sm³ oltingugurtning suvdagi eritmasini 20 sm³ suvga qo'shib olindi. Zol qaysi usul bilan olinadi?
10. Zaryadsiz kumush xlorid zoli hosil bo'lishi uchun 0,029 % natriy xlorid va 0.001n kumush nitrat erimalaridan qancha hajmdan olish kerak? Natriy xlorid eritmasining zichligi 1 ga deb hisoblang.
11. $BaSO_4$ zoli bir xil hajmdagi bariy nitrat va sulfat kislota qo'shib olindi. Elektr toki maydonida zarracha anodga tomon harakatlanadigan bo'lsa eritmalarining dastlabki konsentratsiyalari teng bo'lganmi? Zolning mitsellasi formulasini yozing.
12. Serovodorodli suv uzoq turib qolishi natijasida havo kislorodi bilan oksidlanib, oltingugurt zoli hosil bo'ldi. Zolning mitsellasi formulasini yozing va zaryad ishorasini aniqlang. Ushbu zol qaysi usul bilan olindi?

13. Mishyak (III) – xlorid eritmasiga ortiqcha vodorod sulfid yuborib mishyak (III) – sulfid zoli olindi. As_2S_3 ning mitsella formulasini yozing va zaryad ishorasini aniqlang.

14. Mis (II) tuziga ortiqcha kaliy ferrotsianat eritmasi ta'sir ettirilib, mis (II) ferrotsionat zoli olindi. Zol mitsellasining formulasini yozing.

12-mavzu. Dispers sistemalarning molekulyar kinetik xossalari. Mustaqil yechish uchun masalalar

1. 290 K da diffuziya koeffitsiyenti $2,4 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$, muhit qovushqoqligi 10^{-3} n/m bo'lgan mishyak sulfid zolining zarracha radiusini hisoblang.
2. Radiusi $2 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ bo'lgan yuqori dispers loy suspenziyasining diffuziya koeffitsiyentini hisoblang. Muhit qovushqoqligi $\eta = 6,5 \cdot 10^{-4} \text{ n/m}$, harorat 298 K.
3. Yuqori disper aerazol zarrachasining radiusi $r = 3 \cdot 10^{-8} \text{ m}$, havo qovushqoqligi $z = 1,8 \cdot 10^{-5} \text{ n/m}$. Zarrachalarning 293 K dagi diffuziya koeffitsiyentini hisoblang.
4. Ammoniy xlorid tutuni zarrachalarining radiusi $r = 4 \cdot 10^{-6} \text{ m}$. Havo qovushqoqligi $\eta = 1,7 \cdot 10^{-5} \text{ n/m}$. 283 K da $\tau = 7 \text{ s}$ vaqtda zarrachaning o'rtacha siljish masofasini hisoblang.
5. Temir(III) gidroksid gidrozoli 293K haroratda $\tau = 6 \text{ s}$ vaqt oralig'ida o'rtacha siljish masofasini hisoblang. Zarracha radiusi $r = 2 \cdot 10^{-8} \text{ m}$, suvning qovushqoqligi $\eta = 0,001 \text{ n/m}$.
6. $\tau = 2 \text{ s}$ vaqt oralig'ida o'rtacha siljish masofasi $3,3 \cdot 10^{-7} \text{ m}$ bo'lgan emulsiya zarrachalarining radiusini hisoblang. Muhit qovushqoqligi $z = 10^{-3} \text{ n/m}$, harorat 293K.
7. Tumandagi radiusi $r_1 = 2 \cdot 10^{-4}$ va $r_2 = 4 \cdot 10^{-6} \text{ m}$ bo'lgan suv tomchilarining cho'kish tezligini hisoblang. Havoning qovushqoqligi $\eta = 1,7 \cdot 10^{-5} \text{ n/m}$. Havoning zichligini hisobga olmang.
8. Ammoniy xlorid aerazolining zarrachalari radiusi $r = 3 \cdot 10^{-7} \text{ m}$, zichligi $\rho = 1,5 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}^3$. Havoning qovushqoqligi $\eta = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ n/m}$ bo'lsa zarrachalarning cho'kish tezligini hisoblang. Havoning zichligini hisobga olmang.
9. Kaolinning suvdagi suspenziyasi zarrachalarining 290 K dagi cho'kish tezligini hisoblang. Zarrachalarning radiusi $r = 4 \cdot 10^{-6} \text{ m}$, zichligi $\rho = 2,2 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}^3$. Suvning qovushqoqligi $\eta = 1,8 \cdot 10^{-3} \text{ N/m}^2$.
10. 0,1 m balandlikdagi probirka yuqori dispers kvarsning suvdagi suspenziyasi bilan to'ldirilgan. Kvarsning zichligi $\rho = 2650 \text{ kg/m}^3$, suvning zichligi 10^3 kg/m^3 . Suvning qovushqoqligi 10^{-3} n/m Zarrachalarning to'la cho'kish vaqti 2 soat. Zarrachalar shar shaklida deb hisoblab, minimal o'lchovlarini hisoblang.
11. Marten pechlarining $S = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}^3$ konsentratsiyali tutuni zarrachalarining o'rtacha radiusi $r = 3 \cdot 10^{-8} \text{ m}$, zichligi $\rho = 2,8 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$. 293 K da tutunning osmotik bosimini hisoblang.
12. Mishyak (III) sulfid As_2S_3 zolining konsentratsiyasi $S = 8 \text{ kg/m}^3$. Zarrachalarning radiusi $r = 8 \cdot 10^{-9} \text{ m}$, zolning zichligi $\rho = 2,8 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$. 293 K da zolning osmotik bosimini hisoblang.

13-mavzu. Dispers sistemalarning optik xossalari. Mustaqil yechish uchun masalalar

1. Ultramikroskopda $W=1,48 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3$ hajmdagi yog' tumanini tekshirilganda mikroskop maydonida 60 ta zarracha sanaldi. Aerosolning konsentratsiyasi $S=30 \cdot 10^{-6} \text{ kg/m}^3$ zichligi $\rho=0,9 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}^3$ bo'lsa, zarracha shar shaklida deb hisoblab, o'rtacha radiusini hisoblang.
2. Ultramikroskopiya usulida $W=4 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3$ hajmdagi suv tumani aerosolida 80 ta zarracha sanaldi. Aerosol konsentratsiyasi $S=18 \cdot 10^{-6} \text{ kg/m}^3$ bo'lsa, zarrachaning o'rtacha radiusini hisoblang.
3. $W=1,4 \cdot 10^{-11} \text{ m}^3$ hajmdagi oltin gidrozolini ultramikroskop ostida qaralganda mikroskop maydonida 50 ta zarracha sanaldi. Zol konsentratsiyasi $S=5 \cdot 10^{-6} \text{ kg/m}^3$, zichligi $\rho=19,3 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$ bo'lsa, zarrachalarning o'rtacha radiusini hisoblang.
4. Kumush gidrozolini ultramikroskop ostida tekshirilganda 4 ta zarracha sanaldi. Kyuvetaning yuzasi $6,2 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2$, nur o'ramining chuqurligi $2,2 \cdot 10^{-4} \text{ m}$. Zol konsentratsiyasi $S=24 \cdot 10^{-2} \text{ kg/m}^3$, kumush zichligi $\rho=10,5 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$. Zarracha kub shaklida deb hisoblab, qirra uzunligini hisoblang.
5. Polistirol lateksi nur tarqatish intensivligi to'liq uzunliklari $\lambda_1=520 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ yoki $\lambda_2=660 \cdot 10^{-9} \text{ m}$ bo'lgan nurlar bilan yoritilganda qaysi holda va necha marta yuqori bo'ladi?
6. Zarracha o'lchamlari va konsentratsiyalari bir xil bo'lganda ikki emulsiya benzol va n-pentanning suvdagi emulsiyalari nur tarqatish intensivligini solishtiring. Benzolning sindirish ko'rsatkichi $n=1,50$, n-pentanniki $n=1,36$. Suvning sindirish ko'rsatkichi $n_0=1,33$.
7. Nefelometr asbobida olingan natijalar bo'yicha polistirol lateksi gidrozoli zarrachalarining o'rtacha radiusini hisoblang. Standart zolning yoritish balandligi $h_1=7 \cdot 10^{-3} \text{ m}$, zarrachasining o'rtacha radiusi $r_1=77 \cdot 10^{-9} \text{ m}$, tekshirilayotgan zolning yoritilgan balandligi $h_2=14 \cdot 10^{-3} \text{ m}$. Standart va tekshirilayotgan zol konsentratsiyalari teng.
8. Nefelometr yordamida olingan quyidagi natijalar bo'yicha tekshirilayotgan zol konsentratsiyasini aniqlang: standart zolning yoritish balandligi $h_1=6 \cdot 10^{-3} \text{ m}$, konsentratsiyasi $4 \cdot 10^{-6} \text{ kg/m}^3$. Tekshirilayotgan zolning yoritilish balandligi $h_2=16 \cdot 10^{-3} \text{ m}$. Ikkala zol zarrachalarining o'lchami teng.

14-mavzu. Kolloid sistemalarning elektrokinetik xossalari. Mustaqil yechish uchun masalalar.

1. Kvarsning suvdagi suspenziyasi uchun elektrokinetik potensial qiymatini hisoblang. Elektroforez jarayonida zarrachalar anod tomon harakatlanadi. Zol chegarasi 200 s da $7 \cdot 10^{-2} \text{ v/m}$. Muhitning dielektrik doimiyligi 81, elektrik doimiylik $8,85 \cdot 10^{-12} \text{ f/m}$, qovushqoqligi $z = 10^{-3} \text{ n/m}$.

2. Berlin lazuri gidrozoli zarrachalarining elektroforez tezligini hisoblang. Elektrokinetik potensial ϕ – qiymati $6,8 \cdot 10^{-2}$ V, tashqi maydon kuchlanishi $6,0 \cdot 10^{-2}$ V/m, muhit qovushqoqligi $z = 10^{-3}$ n/m, muhitning dielektrik doimiyligi 81, elektrik doimiylik $8,85 \cdot 10^{-12}$ f/m.
3. Dzeta potensial qiymati $\phi = 89,5 \cdot 10^{-3}$ V, elektrodlar orasidagi potensial 240 V, elektrodlar orasidagi masofa $20 \cdot 10^{-2}$ m bo'lsa, mishyak (III) sulfid gidrozoli zarrachalari elektroforez tezligini hisoblang. Muhit qovushqoqligi $z = 10^{-3}$ n/m, dielektrik doimiyligi 81, elektrik doimiylik $8,85 \cdot 10^{-12}$ f/m.
4. Elektrokinetik potensial qiymati $\phi = 48,8 \cdot 10^{-3}$ V bo'lsa, loy zarrachalarining elektroforez tezligini hisoblang. Elektrodlar orasidagi potensial qiymati 220 V, masofa $44 \cdot 10^{-2}$ m, muhit qovushqoqligi $z = 10^{-3}$ n/m, dielektrik doimiyligi 81, elektrik doimiylik $8,85 \cdot 10^{-12}$ f/m.
5. Temir gidroksid gidrozoli zarrachalarining elektrokinetik potensial qiymati $\phi = 52,5 \cdot 10^{-3}$ V, elektroforez tezligi $3,7 \cdot 10^{-6}$ m/s bo'lsa, elektrodlar orasidagi kuchlanishni hisoblang. Muhit qovushqoqligi $z = 1,005 \cdot 10^{-3}$ n/m, dielektrik doimiyligi $\epsilon = 81$, elektrik doimiylik $8,85 \cdot 10^{-12}$ f/m.
6. Tajribada olingan quyidagi natijalar: maydon kuchlanishi 220 V, elektrodlar orasidagi masofa $22 \cdot 10^{-2}$ m, zol chegarasining siljishi 900 s vaqtda $2 \cdot 10^{-2}$ m asosida temir gidroksid zoli zarrachalarining elektrokinetik potensial qiymatini hisoblang. Muhit uchun $\epsilon = 81$,
 $z = 10^{-3}$ n/m, $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ f/m.
7. Kaliy xlor suvli eritmasining membrana orqali elektroosmos jarayoni vaqtida xajmiy tezlik $W = 5,7 \cdot 10^{-10}$ m²/c, bo'lganda tok kuchi qanday bo'ladi?
Dzeta potensial qiymati $\phi = 10 \cdot 10^{-3}$ V. Muhitning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi $\chi = 8,8 \cdot 10^{-2}$ Om⁻¹m⁻¹, qovushqoqligi $z = 10^{-3}$ n/m, $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ f/m.
8. Kollodiy parda orqali KCl ning suvli eritmasi $R = 20 \cdot 10^{-3}$ n/m, bosim ostida oqizilganda oqib chiqish potentsiali YE qiymatini hisoblang. Muhitning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi $\chi = 1,4 \cdot 10^{-2}$ Om⁻¹m⁻¹, qovushqoqligi $z = 10^{-3}$ n/m, $\epsilon = 81$, $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ f/m. Elektrokinetik potensial qiymati $\phi = 7,0 \cdot 10^{-3}$ V ga teng.
9. Elektroosmos natijasida olingan natijalar asosida, oqib chiqish potentsiali YE ni hisoblang: natriy xlorning suvli eritmasining hajmiy tezligi $W = 7,0 \cdot 10^{-10}$ m³/c, tok kuchi $3,7 \cdot 10^{-4}$ A, eritma membranadan $R = 24 \cdot 10^{-3}$ Pa bosim ostida oqiziladi.
10. KCl eritmasi keramik membrana orqali oqizilganda $\phi = 3,0 \cdot 10^{-3}$ V, muhitning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi $\chi = 1,3 \cdot 10^{-2}$ Om⁻¹m⁻¹, qovushqoqligi $z = 10^{-3}$ n/m bo'lsa, eritma qanday bosim ostida oqizilganini hisoblang. $\epsilon = 81$, $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ f/m.

15- mavzu. Liofob zollarning koagulyatsiyasi. Mustaqil yechish uchun masalalar

1. $18 \cdot 10^{-6}$ m³ kumush yodid zolini koagulyatsiyaga uchratish uchun $3,5 \cdot 10^{-7}$ m³ bariy nitrat eritmasi sarf bo'ldi. Elektrolit eritmasining konsentratsiyasi 0,05 kmol/m³. Zolning koagulyatsiya chegarasini hisoblang.

2. Mishyak sulfid zolini koagulyatsiyaga uchratishda natriy xlorid eritmasi ($10 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ zolga $1,2 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ natriy xlorid eritmasi kerak) o'rniga $0,036 \text{ kmol/m}^3$ magniy xlorid ($10 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ zolga $0,1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ natriy xlorid eritmasi kerak) eritmasi va $0,01 \text{ kmol/m}^3$ alyuminiy xlorid ($10 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ zolga $0,1 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$ natriy xlorid eritmasi kerak) eritmasi qo'shilsa zolning koagulyatsiya chegarasi necha marta kamayadi?

3. $1 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ alyuminiy gidroksid zolini koagulyatsiyaga uchratish uchun $0,01 \text{ kmol/m}^3$ $K_2Cr_2O_7$ eritmasidan qancha qo'shish kerak? Zolning koagulyatsiya chegarasi $0,63 \cdot 10^{-3} \text{ kmol/m}^3$

4. Berilgan zol uchun elektrolitlarning koagulyatsiya konsentratsiyalari (kmol/m^3):

a) $\gamma_{KNO_3} = 50 \cdot 10^{-3}$; $\gamma_{MgCl_2} = 0,717 \cdot 10^{-3}$; $\gamma_{AlCl_3} = 0,093 \cdot 10^{-3}$;

b) $\gamma_{NaCl} = 51 \cdot 10^{-3}$; $\gamma_{MgSO_4} = 0,81 \cdot 10^{-3}$; $\gamma_{Al(NO_3)_3} = 0,095 \cdot 10^{-3}$;

Zol zarrachasi zaryadini aniqlang.

5. Kumush yodid zoli uchun elektrolitlarning koagulyatsiya chegaralari (kmol/m^3):

a) $\gamma_{KCl} = 256,0 \cdot 10^{-3}$; $\gamma_{Ba(NO_3)_2} = 6,0 \cdot 10^{-3}$; $\gamma_{Al(NO_3)_3} = 0,067 \cdot 10^{-3}$;

b) $\gamma_{KNO_3} = 51,0 \cdot 10^{-3}$; $\gamma_{Sr(NO_3)_2} = 0,81 \cdot 10^{-3}$

Zol zarrachasi zaryadini aniqlang va har bir elektrolit uchun koagulyatsiyalash qobiliyatini hisoblang.

6. $10 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$ $0,03\%$ - li natriy xlorid eritmasiga $25 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3$ 10^{-3} kmol/m^3 kumush nitrat eritmasi qo'shildi. Olingan zolning koagulyatsiyasini o'rganish uchun kaliy bromid, bariy nitrat, kaliy dixromat, magniy sulfat va alyuminiy xlorid eritmalari qo'shildi. Qaysi elektrolitning koagulyatsiya chegarasi eng kichik va koagulyatsiyalash qobiliyati eng past?

7. Koagulyatsiya xodisasini o'rganish uchun temir gidroksid zoliga $5 \cdot 10^{-6} \text{ kmol/m}^3$ konsentratsiyali bariy xlorid eritmasi qo'shildi. Elektrolit eritmasini suv bilan 1:1; 1:2; 1:4; 1:6; 1:7; 1:8; 1:15 nisbatlarda suyultirildi. Yettita probirkaning har biriga $10 \cdot 10^{-3}$ zol qo'shib ustiga $5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ suyultirilgan eritmalaridan qo'shildi. Probirkalarni chayqatib qo'yib qo'yildi.

suyultirish	1:1	1:2	1:4	1:6	1:7	1:8	1:15
koagulyatsiya	cho'kma	cho'kma	cho'kma	cho'kma	xira	-	-

Natijalardan foydalanib, elektrolitning koagulyatsiya chegarasini hisoblang.

8. $5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ temir gidroksid zolida ochiq koagulyatsiya sodir bo'lishi uchun quyidagi elektrolitlar qo'shiladi:

1) $4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ kmol/m^3 li kaliy xlorid;

2) $0,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ $5 \cdot 10^{-3} \text{ kmol/m}^3$ li kaliy sulfat;

3) $3,9 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$ $1,7 \cdot 10^{-4} \text{ kmol/m}^3$ kaliy ferratsianid eritmalari elektrolitlarning koagulyatsiya chegaralarini hisoblang. $K_4[Fe(CN)_6]$ eritmasining koagulyatsiyalash qobiliyati KCl va K_2SO_4 larning koagulyatsiyalash qobiliyatidan necha marta ko'p?

**16-mavzu. Kolloid sirt aktiv moddalar.
Mustaqil yechish uchun masalalar**

1. Osmometriya usulida olingan tajriba natijalariga asoslanib, dodetsilsulfonat kislotaning mitsella hosil qilish kritik konsentratsiyasini aniqlang.

Konsentratsiya $S \cdot 10^2$, kmol/m^3	0,25	1,0	2,35	4,0	6,25	9,0
Osmotik koeffitsent, f_0	0,95	0,93	0,44	0,24	0,20	0,10

2. Nekalning suvli eritmasining loyqaligini optik usulda tajribada aniqlab, quyidagi natijalar olindi:

Konsentratsiya $S \cdot 10^2$, %	0,25	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5
Eritma loyqaligi, $f \cdot 10^6$ m^{-1}	0,029	0,03	0,035	0,08	0,5	0,85	1,25	1,5	1,6

Nekalning mitsellyar massasini hisoblang.

3. Sovunning suvdagi mitsellalari shar shaklida. Uning diffuziya koeffitsiyenti 313 K da $D = 6,9 \cdot 10^{-12} \text{ m}^2/\text{s}$, muhit qovushqoqligi $\eta = 8 \cdot 10^{-4} \text{ n/m}$ bo'lsa, mitsellalarning o'rtacha radiusini hisoblang.

4. Mitsellalari shar shaklida bo'lgan, sulfosovunning 295 K da suvdagi diffuziya koeffitsiyenti $D = 1,25 \cdot 10^{-10} \text{ m}^2/\text{s}$, zichligi $\rho = 1,136 \cdot 10^3 \text{ kg/m}^3$, muhit qovushqoqligi $1 \cdot 10^{-3} \text{ n/m}$ bo'lsa, uning mitsellyar massasini hisoblang.

**17,18-mavzu. Dispers sistemalar va yuqori molekulyar birikma
eritmalarining qovushqoqligi. Polimerlarning molekulyar massasini aniqlash.
Mustaqil yechish uchun masalalar**

1. Uzunligi $l = 6 \cdot 10^{-2} \text{ m}$, radiusi $r = 1 \cdot 10^{-3} \text{ m}$ bo'lgan kapillyardan glitserin $P = 200 \text{ Pa}$ bosim ostida $\frac{V}{\tau} = 14 \cdot 10^{-10} \text{ m}^3/\text{s}$ tezlikda oqib tushadi. Glitserinning qovushqoqligini hisoblang.

2. Qovushqoqligi $\eta = 2 \cdot 10^{-3} \text{ H} \cdot \text{C} / \text{M}^2$ bo'lgan suyuqlik $R = 980 \text{ Pa}$ bosim ostida uzunligi $l = 5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$, radius $r = 25 \cdot 10^{-5} \text{ m}$ bo'lgan kapillyardan oqib tushdi. Suyuqlikning oqish tezligini hisoblang.

3. Quyida berilganlardan foydalanib molekulyar massalarni hisoblang: a) polivinilspirtning suvdagi eritmasi uchun $[\eta] = 0,15$ $K = 4,53 \cdot 10^{-5}$ $\alpha = 0,74$.

b) polistirolning toluoldagi eritmasi uchun $[\eta] = 0,105$ $K = 1,7 \cdot 10^{-5}$ $\alpha = 0,69$. v) nitrotsellyulozaning atsetondagi eritmasi uchun $[\eta] = 0,204$ $K = 0,89 \cdot 10^{-5}$ $\alpha = 0,9$.

4. Viskozimetrik usulda olingan natijalar asosida polistirolning toluoldagi molekulyar massasini aniqlang. $K = 1,7 \cdot 10^{-5}$ $\alpha = 0,69$.

Konsentratsiya $S, \text{kg/m}^3$	0	1,7	2,12	2,52	2,95	3,40
Oqib o'tish vaqti t, s	97,6	115,1	120,2	124,5	129,8	134,9

5. Polimetilmetaprilatning benzoldagi eritmalarining keltirilgan qovushqoqliklari qiymatlari:

Konsentratsiya $S, \text{kg/m}^3$	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
Keltirilgan qovushqoqlik $\frac{\eta_{\text{sol}}}{C}$	0,408	0,416	0,430	0,434	0,442	0,452

bo'lsa, uning molekulyar massasini aniqlang. $K = 4,7 \cdot 10^{-5}$ $\alpha = 0,77$.

6. Tabiiy kauchukni benzolda eritganda uning xarakteristik qovushqoqligi $[\eta] = 0,126$ ga teng bo'ldi. Doimiyliklar $K = 5 \cdot 10^{-5}$, $\alpha = 0,67$ bo'lsa, kauchukning molekulyar massasini hisoblang.

7. Viskozimetrik usulda olingan natijalar asosida etilsellyulozaning anilindagi eritmasi uchun molekulyar massani hisoblang.

8.

Konsentratsiya $S, \text{kg/m}^3$	1,0	1,75	2,5	3,25	4
Solishtirma qovushqoqlik η_{sol}	0,240	0,525	0,875	1,35	1,84

$K = 6,9 \cdot 10^{-5}$, $\alpha = 0,72$.

9. 293K osmometriya usulida olingan natijalar bo'yicha polistirolning toluoldagi eritmasi uchun molekulyar massani aniqlang.

Konsentratsiya $S, \text{kg/m}^3$	2,91	4,9	7,82	9,69	12,0
Balandliklar farqi, $\Delta h \cdot 10^{-2} \text{ m}$	0,95	1,67	2,78	3,51	4,50

10. 298K osmometriya usulida olingan natijalar asosida polistirolning benzoldagi eritmasi uchun molekulyar massani hisoblang.

Konsentratsiya $S, \text{kg/m}^3$	1,0	3,0	5,0	7,0	10
Balandliklar farqi, $\Delta h \cdot 10^{-2} \text{ m}$	0,32	0,99	1,70	2,46	3,70

11. Yorug'likni tarqatish usulida polivinilxloridning siklogeksandagi eritmasi uchun quyidagi natijalar olindi:

Konsentratsiya $S, \text{kg/m}^3$	1,69	2,12	2,66	3,26	3,75
Eritma xiraligi, $f \cdot 10^{-8}, \text{m}^{-1}$	8,54	10,25	12,67	14,80	16,75

$$H=6,0 \cdot 10^{-13}.$$

Molekulyar massani hisoblang.

12. Ultratsentrifugalash usulida olingan natijalar asosida poliamidning metanoldagi eritmasi uchun molekulyar massani hisoblang. Cheksiz suyultirishdagi sedimentatsiya doimiysi $S_0=1,95$, $K=1,86 \cdot 10^{-2}$, $b=0,47$.

13. Molekulyar massani ultratsentrifuga usulida aniqlashda poliamidning m-krezoldagi eritmasi uchun quyidagi natijalar olindi: cheksiz suyultirishdagi sedimentatsiya doimiysi $S_0=0,77$, $K=8,7 \cdot 10^{-3}$, $b=0,45$.

Molekulyar massani hisoblang.

14. Polikapronamidning m-krezoldagi eritmalari ultratsentrifugalan-ganda olingan tajriba natijalari:

Konsentratsiya $S, \text{kg/m}^3$	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	4,0
Sedimentatsiya doimiyligi, S_0	0,670	0,556	0,476	0,446	0,409	0,333

$K=8,7 \cdot 10^{-3}$, $b=0,45$ bo'lsa, polikapronamidning molekulyar massasini hisoblang.

ILOVALAR

1 - jadval

298K dagi anorganik birikmalarning termodinamik xossalari

Modda va agregat holati	ΔH_f^0 , kJ/mol	S^0 , J/(mol K)	ΔG_f^0 , kJ/mol
Ag (q)	0	42,5	0
Ag ⁺ (suvli)	106	73	77
AgCl (q)	-127	96,1	-109,7
AgBr (q)	-100	107	-97
AgNO ₃ (q)	-123	141	-32,2
Ag ₂ O (q)	-30,6	122	-10,8
Al (q)	0	28,3	0
Al ³⁺ (suvli)	-525	-313	-481
Al ₂ O ₃ korund	-1670	51	-1576
Al ₂ O ₃ ·H ₂ O (q)	-2568	140	-2292
B ₂ O ₃ (q)	-1264	54	-1184
H ₃ BO ₃ (q)	-1089	89,6	-963
H ₃ BO ₃ (suvli)	-1068	160	-963
Ba ²⁺ (suvli)	-538	12,6	-561
BaCl ₂ (q)	-860	126	-811
BaCl ₂ ·2H ₂ O (q)	-1462	203	-1296
BaO (q)	-554	70	-525
BaSO ₄ (q)	-1465	132	-1353
Br ₂ (s)	0	152	0
Br ₂ (g)	30,7	245	3,1
HBr (g)	-36,4	199	-53,5
C grafit	0	57	0
C olmos	1,9	24	2,9
CO (g)	-111	198	-137
CO ₂ (g)	-393,5	214	-394,4
CO (suvli)	-413	121	-386
Modda va agregat holati	ΔH_f^0 , kJ/mol	S^0 , J/(mol K)	ΔG_f^0 , kJ/mol
H ₂ CO ₃ (suvli)	-700	187	-623
HCO ₃ ⁻ (suvli)	-691	95	-587
CO ₃ ²⁻ (suvli)	-676	-53	-528
CCl ₄ (s)	-135	216	-65
CS ₂ (s)	90	151	65
HCN (g)	135	202	125
HCN (s)	135	202	125
CN ⁻ (suvli)	151	94	172
Ca ²⁺ (suvli)	-543	-55	-553
CaO (q)	-636	40	-603
Ca(OH) ₂ (q)	-987	76	-897

CaSO ₄ (q)	-1432	107	-1320
CaSO ₄ ·2H ₂ O	-1762	194	-1565
CaF ₂ (q)	-1220	69	-1167
CaCl ₂ (q)	-795	114	-750
CaCl ₂ (suvli)	-878	55	-815
CaCl ₂ ·6H ₂ O (q)	-2607		
CaBr ₂ (q)	-683	130	-664
CaCO ₃ (q)	-1207	93	-1129
Cl ₂ (g)	0	223	0
Cl ₂ O (g)	76	266	94
HCl (g)	-92,3	186,7	-95,3
HCl (suvli)	-167	55	-131
CrO ₄ ²⁻ (suvli)	-863	38,5	-706
Cr ₂ O ₇ ²⁻ (suvli)	-1461	214	-1257
Cu (q)	0	33	0
Cu ⁺ (suvli)	71,7	41	50
Cu ²⁺ (suvli)	64,4	99	65
CuCl (q)	-136	84,5	-118
CuCl ₂ (q)	-206	108	-162
Cu ₂ O (q)	-169	93	-146
CuO (q)	-157	43	-130
CuSO ₄ (q)	-770	113	-662
CuSO ₄ ·5H ₂ O (q)	-2278	305	-1880
F ⁻ (suvli)	-329	-9,6	-276
HF (g)	-269	174	-271
Fe (q)	0	27,2	0
Fe ²⁺ (suvli)	-88	-113	-85
Fe ³⁺ (suvli)	-48	-293	-11
Fe(OH) ₃ (q)	-824		
FeCO ₃ (q)	-753	96	-680
Modda va agregat holati	ΔH_f⁰, kJ/mol	S⁰, J/(mol K)	ΔG_f⁰, kJ/mol
FeCl ₃ (q)	-405		
FeCl ₃ ·6H ₂ O (q)	-2226		
FeO (q)	-265	61	-244
Fe ₃ O ₄ magnetit	-1118	146	-1015
Fe ₂ O ₃ gematit	-842	87,4	-742
FeS (q)	-100	60	-100
FeS ₂ (q)	-178	53	-167
FeSO ₄ (q)	-923	108	-820
FeSO ₄ ·7H ₂ O (q)	-3007		
H ₂ (g)	0	131	0
H ⁺ (suvli)	0	0	0
OH ⁻ (suvli)	-230	-10,5	-157

H ₂ O (q)	-286	70	-237
H ₂ O (g)	-242	189	-229
H ₂ O ₂ (s)	-188	110	121
H ₂ O ₂ (suvli)	-191		
Hg (s)	0	77	0
Hg (g)	61	175	32
Hg ²⁺ (suvli)	171	-32	164
Hg ₂ ²⁺ (suvli)	172	84,5	153,5
HgCl ₂ (q)	-224	146	-179
Hg ₂ Cl ₂ (q)	-265	196	-211
HgO (q)	-90	73	-58,4
HgS (q)	-54	88	-48
I ₂ (q)	0	116	0
I ₂ (g)	62	261	19,3
I ⁻ (suvli)	-55,2	111	-51,6
HI (g)	26,5	207	1,7
K ⁺ (suvli)	-251	103	-282
KOH (q)	-425	79	-379
KOH (suvli)	-477	92	-441
KAl(SO ₄) ₂ ·12H ₂ O (q)	-6057	687	-5137
KF (q)	-576	66,6	-538
KBr (q)	-392	96	-379
KBr (suvli)	-372	183	-385
KCl (q)	-436	83	-408
KCl (g)	-216	239,5	-235
KCl (suvli)	-419	158	-413
KClO ₃ (q)	-391	143	-290
KI (q)	-328	104	-322
KI (suvli)	-307	212	-334
KNO ₃ (q)	-493	133	-393
Modda va agregat holati	ΔH_f⁰, kJ/mol	S⁰, J/(mol K)	ΔG_f⁰, kJ/mol
KNO ₃ (suvli)	-458	291	-393
KMnO ₄ (q)	-813	172	-714
K ₂ SO ₄ (q)	-1438	176	-1320
Li ⁺ (suvli)	-278	14	-294
LiOH (q)	-487	50	-444
Li ₂ CO ₃ (q)	-1215	90	-1130
Mg ²⁺ (suvli)	-462	-118	-456
MgCO ₃ (q)	-1113	66	-1029
MgCl ₂ (q)	-642	89,5	-592
MgCl ₂ ·6H ₂ O (q)	-2500	366	-1279
MgO (q)	-602	27	-570
Mg(OH) ₂ (q)	-925	63	-834

MgSO₄ (q)	-1278	91,6	-1174
MgSO₄·7H₂O (q)	-3384		
Mn²⁺ (suvli)	-219	-84	-223
MnSO₄ (q)	-1064	112	-956
N₂ (g)	0	191,5	0
NH₃ (g)	-46,2	192,5	-16,6
NH₃ (suvli)	-80,8	110	-26,6
NH₄⁺ (suvli)	-133	113	-79,5
NH₄Cl (q)	-315	94,6	-204
NH₄NO₃ (q)	-366	151	-184
(NH₄)₂SO₄ (q)	-1179	220	-900
N₂O (g)	81,5	220	103,6
NO (g)	90,4	210,6	86,7
NO₂ (g)	33,8	240,5	51,8
N₂O₄ (g)	9,7	304,3	98,3
N₂O₅ (q)	-43	178	114
N₂O₅ (g)	11	356	115
HNO₂ (suvli)	-119	153	-56
HNO₃ (s)	-174	155	-80
HNO₃ (suvli)	-207	146	-111
NO₃⁻ (suvli)	-207	146	-114
Na (q)	0	51	0
Na⁺ (suvli)	-240	60	-262
Na₂O₂ (q)	-510	95	-447
Na₂CO₃ (q)	-1131	136	-1048
Na₂CO₃·10H₂O (q)	-4077	2172	-3906
NaHCO₃ (q)	-948	102	-852
NaF (q)	-569	59	-541
NaCl (q)	-411	72	-384
NaBr (q)	-961	87	-349
Modda va agregat holati	ΔH_f⁰, kJ/mol	S⁰, J/(mol K)	ΔG_f⁰, kJ/mol
NaI (q)	-288	98,5	-286
NaNO₂ (q)	-359		
NaNO₃ (q)	-425	116	-366
NaOH (q)	-427	60	-380
Na₂SO₃ (q)	-1117	146	-1043
Na₂SO₄ (q)	-1384	149	-1267
Na₂SO₄·10H₂O (q)	-4324	593	-3644
Na₂S₂O₃ (q)	-1117		
Na₂S₂O₃·5H₂O (q)	-2602		
O₂ (g)	0	205	0
O₃ (g)	142	238	163
P₄ oq	0	44,4	0

P qizil	-17,4	22,8	-12
PH₃ (g)	5,4	210	13,4
PCl₃ (g)	-306	312	-286
PCl₅ (g)	-399	353	-325
H₃PO₄ (q)	-1279	110,5	-1119
H₃PO₄ (suvli)	-1277	-222	-1019
H₂PO₄⁻ (suvli)	-1302	89	-1135
HPO₄²⁻ (suvli)	-1299	-36	-1094
PO₄³⁻ (suvli)	-1284	-218	-1026
P₂O₇⁴⁻ (suvli)	-2276		
P₄O₁₀ (q)	-2984	229	-2697
Pb²⁺ (suvli)	1,6	21,3	-24,3
PbO (q)	-218	69	-188
PbO₂ (q)	-277	77	-219
Pb(CH₃COO)₂ (q)	-964		
Pb(CH₃COO)₂·3H₂O	-1854		
S rombik	0	32	0
S monkl	0,3	32,6	0,1
SO₂ (g)	-297	249	-300
SO₃ (g)	-395	256	-370
H₂S (g)	-20	206	-33
H₂S (suvli)	-40	121	-28
H₂SO₄ (s)	-814	157	-690
H₂SO₄ (suvli)	-907	17	-742
HSO₄⁻ (suvli)	-886	127	-753
SO₄²⁻ (suvli)	-907	17,2	-742
SF₆ (g)	-1209	292	-1105
SiO₂ kvarts	-859	42	-805
Zn²⁺ (suvli)	-152	-106	-147
ZnO (q)	-348	44	-318
ZnCl₂ (q)	-416	108	-369
ZnSO₄ (q)	-979	125	-872
ZnSO₄·7H₂O (q)	-3076	387	-2560

2 - jadval

298K dagi organik birikmalarning termodinamik xossalari

Modda va agregat holati	ΔH_f^0 , kJ/mol	ΔG_f^0 , kJ/mol	S^0 , J/(mol K)	ΔG_c^0 , kJ/mol
Uglevodlar				
CH₄ (g)	-78,8	-50,7	186	-890
C₂H₂ (g)	+226	+209	201	-1300

C_2H_4 (g)	+52	+68	220	-1411
C_2H_6 (g)	-84,7	-32,8	230	-1560
C_3H_6 (g), propen	+20,4	+62,8	267	-2058
C_3H_6 (g), tsiklopropan	+53,3	+104,5	237,6	-2091
C_3H_8 (g)	-104	-23,5	270	-2220
C_4H_8 (g) buten-1	-013	+71,4	306	-2717
C_4H_8 (g), tsis-buten-2	-7	+66	301	-2710
C_4H_8 (g), trans-buten-2	-11,2	+63	297	-2707
C_4H_{10} (g), butan	-126	-17	310	-2878
C_5H_{12} (g), pentan	-146	-8,2	348	-3537
C_6H_6 (s), benzol	+49	+124	173	-3268
C_6H_6 (g), benzol	+83	+130	269	-3302
C_6H_{12} (s), tsiklogeksan	-156	+26,8	204	-3920
C_6H_{14} (s), geksan	-199	-4,4	296	-4163
$C_6H_5CH_3$ (g), toluol	+50	+122	321	-3953
C_7H_{16} (s), geptan	-224	+1,0	329	
C_8H_{18} (s), oktan	-250	+6,4	361	-5471
C_8H_{18} (s), izooktan	-255			-5461
$C_{10}H_8$ (t), naftalin	+78	201	167	-5157
$C_6H_4(CH_3)_2$ (s) n-ksilol	-24,4	110	248	-4553
$C_6H_5C_2H_5$ (s), etilbenzol	-12,5	120	255	
$C_6H_5C_2H_3$ (s), stirol	104	202	238	
$C_{14}H_{10}$ (t), antrotsen	129	286	207	-7067
$C_{14}H_{10}$ (t), fenantren	116	272	212	-7050
Uglevodorodlarning galogenli xosilalari				
CH_3Cl (g)	-82	-59	234	
CH_2CH_2 (g)	-88	-59	271	
$CHCl_3$ (g)	-100	-67	296	
CCl_4 (g)	-107	-64	309	
Modda va agregat holati	ΔH_f^0 , kJ/mol	ΔG_f^0 , kJ/mol	S^0 , J/(mol K)	ΔG_c^0 , kJ/mol
CH_3Br (g)	-35,6	-26	246	
CH_2Br_2 (g)	-4,2	-5,9	294	
$CHBr_3$ (g)	25	16	331	
CBr_4 (g)	50	36	358	
Spirt va fenollar				
CH_3OH (s), metanol	-239	-166	127	-726
CH_3OH (g), metanol	-201	-162	240	-764
C_2H_5OH (s), etanol	-278	-175	161	-1368
C_2H_5OH (g), etanol	-235	-168	283	-1409
C_3H_7OH (s), propanol-1	-305	-171	193	-2010
C_3H_7OH (s), propanol-2	-319	-181	180	-1987
C_4H_9OH (s), butanol	-326	-161	226	-2672

C₅H₁₁OH (s), pentanol	-358	-161	255	-3321
C₃H₅ (OH)₃ (s), glitserin	-669	-477	204	-1661
C₆H₅OH (t),fenol	-165	-51	146	-3054
C₆H₄ (OH)₂, gidroxinon	-363	-217	140	-2861
Aldegid va ketonlar				
HCHO (g), metanal	-109	-102,6	219	-571
CH₃CHO (s), etanal	-192	-128	160	-1166
CH₃CHO (g), etanal	-166	-129	250	-1192
C₂H₅CHO (g),propanal	-192	-130	305	
CH₃C(O)CH₃ (s), atseton	-248	-155	200	-1790
C₃H₇CHO (s), butanal	-239	-119	257	
CH₃C(O)C₂H₅ (s),butanon	-273	-151	239	
C₆H₄O₂, xinon	-187	-86	161	
Karbon kislotalari				
HCOOH (s), chumoli	-425	-361	129	-255
HCOO⁻ (suvli)	-410	-335	92	
CH₃COOH (s), sirka	-485	-390	160	-875
CH₃COOH (suvli)	-486	-396	179	
CH₃CO₂⁻ (suvli) atsetat – ionii	-486	-369	87	
C₂H₅COOH (s), propion	-511			
C₃H₇COOH (s), moy	-524	-377	255	
C₁₇H₃₅COOH (t), stearin	-949			-11275
H₂C₂O₄ (t), oksolat	-830	-702	120	-254
C₆H₅COOH (t), benzoy	-385	-245	168	-3227
CH₃CH(OH)COOH (t), sut	-694			-1344
CH₃CH(OH)COOH (suvli)	686	-539	222	
Piruvat – ioni (suvli)	-596	-472	171,5	
Murakkab efirlar				
CH₃COOCH₃ (s), metilatsetat	-407			
CH₃COOC₂H₅ (s), etilatsetat	-479	-333	259	-2231
C₂H₅COOCH₃ (s), metilpropionat	-473			
CH₃COOCH(CH₃)₂ (s), izopropilatsetat	-519			
CH₃COOC₂H₃ (s), vinilatsetat	-350			
Uglevodlar				
C₆H₁₂O₆ (t), D-glyukoza	-1275	-911	212	-2810
C₆H₁₂O₆ (suvli) D-glyukoza	-1264	-917	270	
Glyukoza -1-fosfor kislatasi		-1790		
C₆H₁₂O₆ (t), D-fruktoza	-1266			-2827
C₁₂H₂₂O₁₁ (t), saxaroza	-2222	-1543	360	-5645

$C_{12}H_{22}O_{11}$ (suvli), saxaroza	-2215	-1551	404	
Boshqa kislorod saqllovchi birikmalar				
$C_2H_4O_2$, etilenoksid	-52,6	-13,1	242	-1306
Modda va agregat holati	ΔH_f^0 , kJ/mol	ΔG_f^0 , kJ/mol	S^0 , J/(mol K)	ΔG_c^0 , kJ/mol
CH_3OCH_3 , dimetil efiri	-184	-113	267	
$C_2H_5OC_2H_5$ (s), dimetil efiri	-279	-123	253	-2727
$C_4H_8O_2$ (s), dioksan	-401	-236	197	-2317
$C_4H_6O_3$ (s), sirka angidridi	624	-489	269	
Azot saqllovchi birikmalar				
$CO(NH_2)_2$, (t) mochevina	-334	-197	105	-634
CH_3NH_2 (g), metilamin	-23	32,2	243	-1085
$(CH_3)_2NH$ (g), dimetilamin	-18,8	68	273	-1769
$(CH_3)_3N$ (g), trimetilamin	-24	99	289	-2443
C_5H_5N (s), piridin	140	190	283	-2755
$C_6H_5NH_2$ (s), anilin	31	149	191	-3396
$C_6H_5NO_2$ (s), nitrobenzol	16	146	224	-3093
Nitroglitserin	367			-1541
n-nitrofenol				-2884
Trinitrofenol	-238			-2593
Aminokislotalar va dipeptidlar				
Asparagin kislotasi (t)	-978	-731	174	
Glitsin (t)	-537	-378	103,5	-981
Glitsin (suvli)	-523	-380	169	
Leytsin (suvli)	-643	-352	208	
Sistein (t)	-533	-343	170	
Glitsilglitsin (suvli)	-734	492	231	
Leytsilglitsin (suvli)		-464		

3 - jadval

Ayrim erituvchilarning krioskopik va ebuloskopik doimiyligi

Erituvchilar	t_{muz}^0 , °C	K_{kr}	T_{qay} °C	E_{ebl}
Anilin	-6	5,87	184,4	3,69
Benzol	5,5	5,1	80,2	2,57
Suv	0	1,86	100	0,516
Nitrobenzol	5,7	6,9	210,9	5,27
Piridin	-4,2	4,97	115,4	2,69
Sirka kislotasi	16,65	3,9	118,4	3,1
Fenol	41	7,3	181,2	3,6
Uglerod (IV) xlorid	-23	2,98	76,7	5,3

1,4 –Dioksan	12	4,7	-	-
Kamfora	178,4	39,7	-	-
N – Ksilol	13,2	4,3		
Chumoli kislotasi	8,4	2,77		
Naftalin	80,1	6,9		
Temir	1530	13,18		
Sulfat kislota	10,5	6,17		
n - toluidin	43	5,2		
Siklogeksan	6,5	20,2		
Metilatsetat			56	1,5
Atseton			57,0	2,06
Metil spirti			64,7	0,84
Oltingugurt ikki oksidi			-10	1,45
Uglerodsulfid			46,3	2,29
Xloroform			61,2	3,88
Etilatsetat			77,2	2,79
Etil spirti			78,3	1,11
Etil efiri			34,5	2,0

4 - jadval.

Turli haroratdagi suvning ion konsentratsiyalarining ko‘paytmasi

$K_w = a_{H^+} \cdot a_{OH^-}$ va neytral muhitdagi pK_{H_2O} , pH qiymatlari

$t^{\circ}C$	$K_w \cdot 10^{14}$	pK_{H_2O}	pH neytral muhit
0	0,1139	14,94	7,47
5	0,1846	14,73	7,37
10	0,2920	14,53	7,27
15	0,4505	14,35	7,17
18	0,5702	14,24	7,12
20	0,6809	14,16	7,08
21	0,742	14,13	7,06
22	0,802	14,10	7,05
23	0,868	14,06	7,03
24	0,948	14,02	7,01
25	1,008	14,00	7,00
30	1,469	13,83	6,92
35	2,089	13,68	6,84
40	2,919	13,53	6,77
45	4,018	13,40	6,70
50	5,474	13,26	6,63
55	7,297	13,14	6,57
60	9,614	13,02	6,51

100	59,9	12,23	6,11
-----	------	-------	------

5 - jadval.

Kuchsiz elektrolitlarning suvdagi dissotsialanish konstantasi (25⁰ C)

Elektrolitlar	K	pK
Chumoli kislota, HCOOH	$2,3 \cdot 10^{-4}$	3,64
Sirka kislota, CH ₃ COOH	$1,75 \cdot 10^{-5}$	4,76
Karbont kislota, H ₂ CO ₃ (I)	$4,45 \cdot 10^{-7}$	6,35
HCO ₃ ⁻ (II)	$4,69 \cdot 10^{-11}$	10,33
Fosfat kislota, H ₃ PO ₄ (I)	$7,11 \cdot 10^{-3}$	2,15
H ₂ PO ₄ ⁻ (II)	$6,34 \cdot 10^{-8}$	7,20
HPO ₄ ²⁻ (III)	$1,26 \cdot 10^{-12}$	11,90
Ammoniy gidroksid, NH ₄ OH	$1,77 \cdot 10^{-5}$	4,75
Propion kislota, C ₂ H ₅ COOH	$1,34 \cdot 10^{-5}$	4,87
Xlor sirka kislota, ClCH ₂ COOH	$1,38 \cdot 10^{-3}$	2,86
Cut kislota, C ₃ H ₆ O ₃	$1,44 \cdot 10^{-4}$	3,84
Shavel kislota, C ₂ H ₂ O ₄	$5,36 \cdot 10^{-2}$	1,27
Sianid kislota, HCN	$4,9 \cdot 10^{-10}$	9,31
Vodorod sulfid kislota, H ₂ S (I)	$1,1 \cdot 10^{-7}$	6,96
HS ⁻ (II)	$1,0 \cdot 10^{-14}$	14,0

6 - jadval

Ayrim sistemalarning normal (standart) oksidlanish-qaytarilish potentsiallari (suvli eritma, harorat 25⁰ S).

№	Elektrod	Elektrod jarayoni		φ^0, V
		Oksidlangan shakl	qaytarilgan shakl	
1	$Cr^{3+}, Cr^{2+} / Pt$	$Cr^{3+} + e_{\leftarrow} Cr^{2+}$		- 0.41
2	$Sn^{4+}, Sn^{2+} / Pt$	$Sn^{4+} + 2e_{\leftarrow} Sn^{2+}$		+ 0.153
3	$Cu^{2+}, Cu^{+} / Pt$	$Cu^{2+} + e_{\leftarrow} Cu^{+}$		+ 0.167
4	gidroxinon — xiron H^{+} / Pt	$C_6H_4O_2 + 2H^{+} + 2e_{\leftarrow} C_6H_4(OH)_2$		+ 0.6994
5	$Fe^{3+}, Fe^{2+} / Pt$	$Fe^{3+} + e_{\leftarrow} Fe^{2+}$		+ 0.783
6	$Mn^{3+}, Mn^{2+} / Pt$	$Mn^{3+} + e_{\leftarrow} Mn^{2+}$		+ 1.751
7	$Pb^{4+}, Pb^{2+} / Pt$	$Pb^{4+} + 2e_{\leftarrow} Pb^{2+}$		+ 1.70
8	$Co^{3+}, Co^{2+} / Pt$	$Co^{3+} + e_{\leftarrow} Co^{2+}$		+ 1.82
9	$Fe(CN)_6^{3-}, Fe(CN)_6^{4-} / Pt$	$Fe(CN)_6^{3-} + e_{\leftarrow} Fe(CN)_6^{4-}$		+0.486
10	Li^{+} / Li	$Li^{+} + e_{\leftarrow} Li$		-3.045

11	Rb^+ / Rb	$Rb^+ + e \rightarrow Rb$	-2.925
12	K^+ / K	$K^+ + e \rightarrow K$	-2.925
13	Ba^{2+} / Ba	$Ba^{2+} + 2e \rightarrow Ba$	-2.90
14	Ca^{2+} / Ca	$Ca^{2+} + 2e \rightarrow Ca$	-2.87
15	Na^+ / Na	$Na^+ + e \rightarrow Na$	-2.714
16	Mg^{2+} / Mg	$Mg^{2+} + 2e \rightarrow Mg$	-2.37
17	AlO_2^- / Al	$AlO_2^- + 2H_2O + 3e \rightarrow Al + 4OH^-$	-2.35
18	Al^{3+} / Al	$Al^{3+} + 3e \rightarrow Al$	-1.70
19	ZnO_2^{2-} / Zn	$ZnO_2^{2-} + 2H_2O + 2e \rightarrow Zn + 4OH^-$	-1.216
20	Mn^{2+} / Mn	$Mn^{2+} + 2e \rightarrow Mn$	-1.18
21	SO_4^{2-} / SO_3^{2-}	$SO_4^{2-} + H_2O + 2e \rightarrow SO_3^{2-} + 2OH^-$	-0.93
22	Zn^{2+} / Zn	$Zn^{2+} + 2e \rightarrow Zn$	-0.763
23	Cr^{3+} / Cr	$Cr^{3+} + 3e \rightarrow Cr$	-0.74
24	$Fe(OH)_3 / Fe(OH)_2$	$Fe(OH)_3 + e \rightarrow Fe(OH)_2 + OH^-$	-0.56
25	Fe^{2+} / Fe	$Fe^{2+} + 2e \rightarrow Fe$	-0.440

№	Elektrod	Elektrod jarayoni		φ^0, V
		oksidlangan shakl	qaytarilgan shakl	
26	$2H^+ / H_2 (pH = 7)$	$2H^+ + 2e \rightarrow H_2$		-0.414
27	Cr^{3+} / Cr^{2+}	$Cr^{3+} + e \rightarrow Cr^{2+}$		-0.41
28	$PbSO_4 / Pb$	$PbSO_4 + 2e \rightarrow Pb + SO_4^{2-}$		-0.356
29	Cd^{2+} / Cd	$Cd^{2+} + 2e \rightarrow Cd$		-0.403
30	Ni^{2+} / Ni	$Ni^{2+} + 2e \rightarrow Ni$		-0.250
31	Sn^{2+} / Sn	$Sn^{2+} + 2e \rightarrow Sn$		-0.136
32	$CrO_4^{2-} / Cr(OH)_3$	$CrO_4^{2-} + 4H_2O + 3e \rightarrow Cr(OH)_3 + 5OH^-$		-0.13
33	Pb^{2+} / Pb	$Pb^{2+} + 2e \rightarrow Pb$		-0.126
34	$2H^+ / H_2 (pH = 0)$	$2H^+ + 2e \rightarrow H_2$		0.000
35	S / H_2S	$S + 2H^+ + 2e \rightarrow H_2S$		+0.141
36	Sn^{4+} / Sn^{2+}	$Sn^{4+} + 2e \rightarrow Sn^{2+}$		+0.15
37	Cu^{2+} / Cu^+	$Cu^{2+} + 2e \rightarrow Cu^+$		+0.153

38	SO_4^{2-} / SO_3^{2-}	$SO_4^{2-} + 4H^+ + 2e^- \rightarrow SO_3^{2-} + H_2O$	+0.17
39	$AgCl / Ag$	$AgCl + e^- \rightarrow Ag$	+0.222
40	$SO_4^{2-} / S_2O_3^{2-}$	$SO_4^{2-} + 10H^+ + 8e^- \rightarrow S_2O_3^{2-} + 5H_2O$	+0.29
41	Cu^{2+} / Cu	$Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$	+0.34
42	$Fe(CN)_6^{3-} / Fe(CN)_6^{4-}$	$Fe(CN)_6^{3-} + e^- \rightarrow Fe(CN)_6^{4-}$	+0.36
43	SO_4^{2-} / S	$SO_4^{2-} + 8H^+ + 6e^- \rightarrow S + 4H_2O$	+0.36
44	$O_2 / OH^- (pH = 14)$	$O_2 + 2H_2O + 4e^- \rightarrow 4OH^-$	+0.401
45	H_2SO_3 / S	$H_2SO_3 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow S + 3H_2O$	+0.45
46	$J_2 / 2J^-$	$J_2 + 2e^- \rightarrow 2J^-$	+0.5355
47	$J_3 / 3J^-$	$J_3 + 3e^- \rightarrow 3J^-$	+0.536
48	MnO_4^- / MnO_4^{2-}	$MnO_4^- + e^- \rightarrow MnO_4^{2-}$	+0.564
49	MnO_4^- / MnO_2	$MnO_4^- + 2H_2O + 3e^- \rightarrow MnO_2 + 4OH^-$	+0.588
50	MnO_4^{2-} / MnO_2	$MnO_4^{2-} + 2H_2O + 2e^- \rightarrow MnO_2 + 4OH^-$	+0.60
51	O_2 / H_2O_2	$O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2O_2$	+0.682
52	$C_6H_4O_2 / C_6H_4(OH)_2$	$C_6H_4O_2 + 2H^+ + 2e^- \rightarrow C_6H_4(OH)_2$	+0.6990
53	Fe^{3+} / Fe^{2+}	$Fe^{3+} + e^- \rightarrow Fe^{2+}$	+0.771

№	Elektrod	Elektrod jarayoni		φ^0, V
		oksidlangan shakl	qaytarilgan shakl	
54	NO_3^- / NO_2	$NO_3^- + 2H^+ + 1e^- \rightarrow NO_2 + H_2O$		+0.79
55	Ag^+ / Ag	$Ag^+ + e^- \rightarrow Ag$		+0.799
56	$O_2 / H_2O (pH = 7)$	$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$		+0.815
57	Hg^{2+} / Hg	$Hg^{2+} + 2e^- \rightarrow Hg$		+0.854
58	ClO^- / Cl^-	$ClO^- + 2H_2O + 2e^- \rightarrow Cl^- + 2OH^-$		+0.89
59	Hg^{2+} / Hg_2^{2+}	$Hg^{2+} + 2e^- \rightarrow Hg_2^{2+}$		+0.92
60	NO_3^- / HNO_2	$NO_3^- + 3H^+ + 2e^- \rightarrow HNO_2 + H_2O$		+0.94
61	NO_3^- / NO	$NO_3^- + 4H^+ + 3e^- \rightarrow HNO_2 + H_2O$		+0.96
62	HNO_2 / NO	$HNO_2 + H^+ + e^- \rightarrow NO + H_2O$		+1.00
63	$Br_2 / 2Br^-$	$Br_2 + 2e^- \rightarrow 2Br^-$		+1.0652
64	IO_3^- / I^-	$IO_3^- + 6H^+ + 6e^- \rightarrow I^- + 3H_2O$		+1.09

65	$2IO_3^- / I_2$	$2IO_3^- + 12H^+ + 10e^- \rightarrow I_2 + 6H_2O$	+1.195
66	$O_2 / H_2O(pH=0)$	$O_2 + 4H^+ + 4e^- \rightarrow 2H_2O$	+1.229
67	MnO_2 / Mn^{2+}	$MnO_2 + 4H^+ + 2e^- \rightarrow Mn^{2+} + 2H_2O$	+1.23
68	$Cr_2O_7^{2-} / 2Cr^{3+}$	$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$	+1.33
69	$Cl_2 / 2Cl^-$	$Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Cl^-$	+1.359
70	ClO_3^- / Cl^-	$ClO_3^- + 6H^+ + 6e^- \rightarrow Cl^- + 3H_2O$	+1.45
71	PbO_2 / Pb^{2+}	$PbO_2 + 4H^+ + 2e^- \rightarrow Pb^{2+} + 2H_2O$	+1.456
72	$2ClO_3^- / Cl_2$	$2ClO_3^- + 12H^+ + 10e^- \rightarrow Cl_2 + 6H_2O$	+1.47
73	Au^{3+} / Au	$Au^{3+} + 3e^- \rightarrow Au$	+1.50
74	MnO_4^- / Mn^{2+}	$MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$	+1.51
75	$PbO_2 / PbSO_4$	$PbO_2 + 4H^+ + SO_4^{2-} + 2e^- \rightarrow PbSO_4 + 2H_2O$	+1.685
76	MnO_4^{2-} / MnO_2	$MnO_4^{2-} + 4H^+ + 3e^- \rightarrow MnO_2 + 2H_2O$	+1.695
77	H_2O_2 / H_2O	$H_2O_2 + H^+ + 2e^- \rightarrow H_2O$	+1.77
78	$S_2O_8^{2-} / 2SO_4^{2-}$	$S_2O_8^{2-} + 2e^- \rightarrow 2SO_4^{2-}$	+2.01
79	$F_2 / 2F^-$	$F_2 + 2e^- \rightarrow 2F^-$	+2.87
80	$F_2 / 2HF$	$F_2 + H^+ + 2e^- \rightarrow 2HF$	+3.06

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Rustamov X. Fizik kimyo. T., "O'zbekiston", 2011 y.
2. Fizik kimyo kursidan amaliy mashg'ulotlar. Institut talabalariga o'quv qo'llanma / (B.N.Afanasev va boshq. Tarjimonlar: X.I. Akbarov, R.S. Tillaev). - 4-ruscha nashr. Tarjima. - T.: O'zbekiston, 1999 y., 431 bet.
3. Кабачний В.И. и др.Сборник задач по физической и коллоидной химии. - Харьков.: Изд-во НфаУ, 2004.-200 с.
4. Ахмедов К.С. Коллоид kimyo. Darslik. - T.: O'zbekiston, 1992. – 262 bet.
5. Фридрихсберг Д.А.Курс коллоидной химии. Учебник. – Ленинград: Химия, 1984. – 368 стр.
6. Рахмонберdiyev G'., Dustmurodov T., Sidiqov A. Fizik va kolloid kimyodan masalalar. O'quv qo'llanma. - T.: Fan va texnologiya, 2006. – 171 bet.
7. Talipova X.S., Sidikov A.S., Mavlonova M.N., Qayumov J.S. "Kolloid kimyo" fanidan laboratoriya va amaliy mashg'ulot ishlarini bajarish yuzasidan uslubiy qo'llanma. TKTI. 2014. – 80 bet.
8. Зимон А.Д., Лещенко Н.Ф.Коллоидная химия. Учебник. – М.: Химия, 1995. – 336 стр.
9. Фролов Ю.Г. Курс коллоидная химии. Учебник. – М.: Химия, 1982. – 400 стр.
10. Захарченко В.Н. Коллоидная химия. Учебник. – М.: Высшая школа, 1989. – 238 стр.
11. Talipova X.S., Buxorov SH.B. "Kolloid kimyo" fanidan ma'ruzalar matni. TKTI. 2014. – 160 bet.

MUNDARIJA

KIRISH.....	3
Laboratoriyada ishlash tartibi.....	4
1 - Laboratoriya ishi. Tuzlarning integral erish issiqligini aniqlash.....	5
2 - Laboratoriya ishi. Gomogen reaksiyalarning muvozanat konstantasini aniqlash.....	9
3 – Laboratoriya ishi. Individual suyuqlikning molyar bug‘lanish issiqligini aniqlash.....	11
4–Laboratoriya ishi. Ikki komponentli qattiq sistemalarning suyuqlanish holat diagrammasini tuzish.....	13
5 – Laboratoriya ishi.Erigan moddaning molekulyar massasini krioskopik usulda aniqlash.	16
6 - Laboratoriya ishi. Kuchsiz elektrolitlarning dissosiasiyalanish darajasi (α) va konstantasini (k_d) aniqlash.....	17
7 - Laboratoriya ishi. Galvanik elementlarning eyukni virtual laboratoriya stendlarida aniqlash.....	21
8-Laboratoriya ishi. Kimyoviy reaksiyalarning tezlik konstantasini aniqlash.....	24
9 - Laboratoriya ishi. H ₂ Ni vodorod peroksid bilan oksidlanish reaksiyasining tezlik konstantasini virtual stendda aniqlash.....	26
10 - Laboratoriya ishi.Suyuqlik – gaz chegara sirtidagi adsorbsiya.	28
11- Laboratoriya ishi.Qattiq jism sirtidagi adsorbsiya.....	31
12 -Laboratoriya ishi.Kolloid sistemalarning olinish usullari.	33
13-Laboratoriya ishi. Dispers sistemalarni tayyorlash va dializ usulida tozalash.	36
14 - Laboratoriya ishi. Zollarning koagulyatsiya chegara-sini va shulse-gardi qoidasiga bo‘ysunishligini tekshirish.	40
15-Laboratoriya ishi. Emulsiyalarni olish va turini aniqlash.	42
16-Laboratoriya ishi. Yuqori molekulali birikmalarning bo‘kish kinetikasini o‘rganish.	42
17-Laboratoriya ishi.Konsentratsiyaning qovushqoqlikka ta’siri. Yuqori molekulyar birikmalarning molekulyar massasini viskozimetr usulida aniqlash...	45
Amaliy mashg‘ulotlar	
1,2-mavzu. Kimyoviy termodinamika va termokimyo. Issiqlik effekti turlari va ularni aniqlash.Mavzuga oid misollar.....	47
3,4-mavzu. Kimyoviy muvozanat va uni ifodalash asoslari. Muvozanat konstantasini amalda hisoblash.Mavzuga oid misollar.....	51
5-mavzu. Fazaviy muvozanat va fazalar qoidasini o‘rganish hamda masalalar yechish.Mavzuga oid misollar.....	55
6-mavzu. Noelektrolit eritmalar va ularning xossalariga doir masalalar yechish Mavzuga oid misollar.....	59
7-mavzu.Elektrolit eritmalarining elektr o‘tkazuvchanligini hisoblashga doir masalalar yechish. Mavzuga oid misollar.....	62

8-mavzu. Elektrod potentsiallari va EYuK qiymatini hisoblashga doir masalalar yechish.Mavzuga oid misollar.....	65
9-mavzu. Kimyoviy reaksiyalar tezligiga haroratning ta'siri va aktivlanish energiyasini hisoblashga doir masalalar yechish. Mavzuga oid misollar.....	68
10-mavzu. Sathdagi hodisalar.Mustaqil yechish uchun masalalar.....	71
Ilovalar.....	80
Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.....	94
Mundarija.....	95