

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

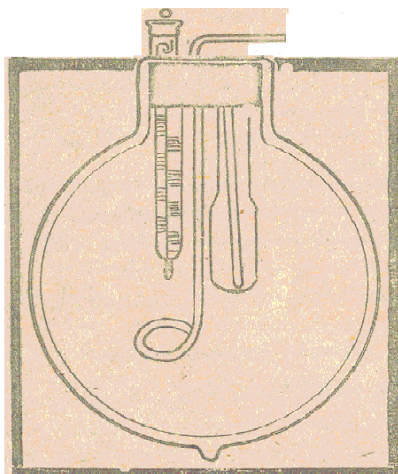
**BUXORO OZIQ-OVQAT VA YENGIL SANOAT
TEXNOLOGIYA INSTITUTI**

«Umumiy kimyo» kafedrası

M.T. Gulamova

M.M.Karimov

FIZIKAVIY KIMYODAN PRAKTIKUM



Buxoro – 2008

“Fizikaviy kimyodan praktikum” uslubiy qo’llanma. Buxoro oziq-ovqat va yengil sanoat texnologiyasi instituti 2006 y, 64 bet.

Tuzuvchilar:

Gulamova M.T.

BOOESTI institutning «Umumiy kimyo» kafedrası dotsenti

Karimov M.M.

BOOESTI institutning «Umumiy kimyo» kafedrası mudiri, dotsent

Taqrizchilar:

Muxammadiev B.T.

institutning «Umumiy kimyo» kafedrası mudiri, dotsenti

Mavlonov B.A.

Buxoro davlat universiteti
«Umumiy kimyo va ekologiya» kafedrası dotsenti

Uslubiy qo’llanma Buxoro oziq-ovqat va yengil sanoati texnologiya institutining «Umumiy kimyo» kafedrası (2008y.25.08. № 1 majlis bayoni) va uslubiy kengash (2006 y.29.08. № 1 majlis bayoni) yig’ilishi.

KIRISH

Hammaga ma'lum bo'lgan kimyoviy jarayonlar reaksiyaga kirishayotgan moddalar tabiatiga bog'liq bo'lib qolmay har xil fizikaviy hodisalar – yorug'lik, issiqlik yutilishi yoki ajralib chiqishi, hajm o'zgarishi, elektr tokini paydo bo'lishi va hokazo, asosida olib boriladi. Shu bilan birgalikda kimyoviy reaksiyaga fizikaviy omillar – harorat, bosim, yorug'lik nuri va shunga o'xshash faktorlar ta'sir qiladi. Masalan galvanik elementda kimyoviy reaksiya natijasida tokning paydo bo'lishi, yonish jarayonida issiqlik va yorug'lik ajralib chiqishi shular jumlasidandir. Bularning hammasi fizikaviy va kimyoviy hodisalarning bevosita bog'liqligini ko'rsatadi.

Zamonaviy fizikaviy kimyo fani har xil hodisa va jarayonlarni o'rganib, qo'yidagi bo'limlardan iborat: moddalarning tuzilishi, gaz, suyuqlik va qattiq jismlarning xossalari, eritmalar, elektrokimyo, termodinamika, kimyoviy kinetika, fotokimyo, kataliz va hokazo.

Demak, fizikaviy kimyo fani kimyoviy jarayonlar mohiyatini o'rganib va tushunib tajribani bajarishda eng qulay sharoitni tanlash to'g'risidagi fandır.

Ko'pgina texnologik jarayonlar asosida metallar va ularning qotishmalari, mineral o'g'itlar, plastmassa, kimyoviy tola, neft sanoatida, neftni qayta ishlash, organik moddalar sintez qilishda, oziq-ovqat mahsulotlari ishlab chiqarishda fizikaviy kimyo qonunlari yotadi.

Hozirgi kunda o'zbek tilida “Fizikaviy kimyo” fanidan laboratoriya ishlarini bajarishga doir uslubiy qo'llanmalar texnologiya yo'nalishi bakalavriyat talabalari uchun yetarli bo'lmagani sababli, biz mualliflar ushbu uslubiy qo'llanmani yozish zarur deb bildik.

I. ERITMALARNING MUZLASH VA QAYNASH HARORATINING O'ZGARISHI

Moddalar erituvchida eriganda, erituvchining, ya'ni hosil bo'lgan eritmaning xossalari o'zgaradi. Har qanday toza suyuqlik o'zining bug'i bilan muvozanatda bo'ladi, ya'ni ma'lum vaqt birligida suyuqlik sirtidan qancha molekula ajralib chiqsa, xuddi shuncha molekula bug' holatdan suyuq holatga o'tib, suyuqlikka qo'shiladi.

Eritmada bir qism erigan moddaning gidratlangan molekulalari bo'lib, natijada vaqt birligi ichida eritma yuzasidagi bug'lanayotgan molekulalar soni kamayadi.

Shuning uchun eritmaning bug' bosimi erituvchining bug' bosimiga qaraganda, ancha past bo'ladi.

Eritma ustidagi bug' bosimining kamayishi eritmaning muzlash haroratining pasayishiga, qaynash haroratining ko'tarilishiga olib keladi.

Demak, eritmalar toza erituvchining muzlash haroratidan ancha past haroratda muzlaydi, chunki eritmaning muzlash harorati uning konsentrasiyasiga va erituvchining tabiatiga bog'liq.

Bu bog'lanish elektrolit bo'lmagan moddalarning suyultirilgan eritmaları uchun quyidagi tenglamada ifodalanadi:

$$t_0 - t_1 = \Delta t_{\text{muz}} = K \cdot C \quad (1)$$

bunda t_0 – erituvchining muzlash harorati ;

t_1 – eritmaning muzlash harorati ;

Δt_{muz} – erituvchi muzlash haroratining pasayishi ;

K – proporsionallik koeffisient yoki erituvchining krioskopik doimiyliги ;

C – eritmaning konsentrasiyasi (1000 g erituvchida erigan modda, miqdori mollar hisobida).

K doimiylik har qaysi erituvchi uchun alohida o'zgarmas qiymatga ega bo'lib, u muzlash haroratining molekulyar pasayishi yoki krioskopik doimiyliги

deb aytiladi. («krios» so'zi – yunoncha sovuq demakdir). Agar C 100 g erituvchida 1 mol modda eriganda hosil bo'ladigan konsentrasiya deb hisoblansa, K ning son qiymati (krioskopik doimiylik) Δt ga teng bo'ladi.

Agar q g modda G g erituvchida eritilgan bo'lsa, bu eritmani molyal konsentrasiyasi

$$C_m = \frac{q * 1000}{M * G} \quad (2)$$

bo'ladi, bunda M – erigan moddaning molekulyar og'irligi; q/M – erigan moddaning mollar soni.

Bu (2) formulani (1) ga qo'yib, quyidagi tenglama hosil qilinadi:

$$\Delta t_{\text{эб}} = t_o - t_1 = K * \frac{q * 1000}{M * G}$$

Krioskopik usul faqat suyultirilgan eritmalar uchun qo'llaniladi, chunki bunda Δt ning qiymati juda kichik. Shuning uchun amaliy mashg'ulotni o'tkazayotganda haroratni 0,01°C gacha aniq o'lchashga imkon beradigan termometrlardan foydalaniladi.

Eritmaning qaynash harorati bilan toza erituvchining qaynash harorati orasidagi farq eritma qaynash *haroratining ko'tarilishi* deb aytiladi.

$$\Delta t_{\text{кал}} = \varepsilon \frac{q * 1000}{M * G}$$

ε – erituvchining ebulioskopik doimiyligi.

ε ning fizik ma'nosi shundaki, 1000 g erituvchida 1 mol modda eriganda hosil bo'lgan eritmaning qaynash harorati erituvchining qaynash haroratidan necha marta ortiq ekanligini ko'rsatadi. Uning ham qiymati faqat erituvchiga bog'liq bo'lib, erigan modda tabiatiga bog'liq emas.

Erituvchilarning krioskopik va ebulioskopik doimiyliqi qiymati

Erituvchi	K	Erituvchi	E
Suv	1,86	Suv	0,516
Benzol	5,1	Etil efir	2,12
Naftalin	6,9	Etil spirt	1,14
Nitrobenzol	6,9	Uglerod(IV)sulfid	4,88
Sirka kislota	3,9	Xloroform	3,88
Anilin	5,87	Aseton	1,50
Simob	11,40	Benzol	2,57
		Anilin	3,69

1 – Laboratoriya mashg'uloti

Krioskopik usulda elektrolitmas moddalarning muzlash haroratini va erigan moddaning molekulyar massasini aniqlash.

Ishning maqsadi: 1. Elektrolitmas eritmalarning muzlash haroratini aniqlash. 2. Erigan moddaning molekulyar massasini hisoblash.

Kerakli asbob va reaktivlar:

1. Bekman termometri
2. Oddiy termometr
3. Probirka
4. Qisqich
5. O'lchov silindri
6. Sovutgich (muz)
7. Suv (benzol)
8. Glyukoza (naftalin)

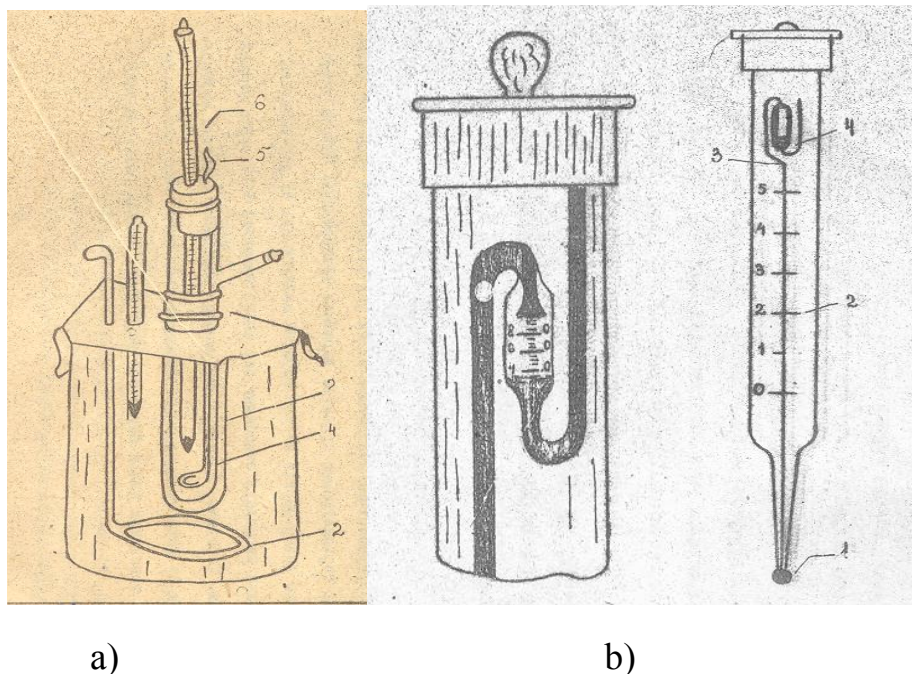
Asbobning tavsifi. Toza erituvchi va suyultirilgan eritmalarning muzlash haroratini aniqlash uchun ishlatiladigan asbob 1-rasmda tasvirlangan.

Asbobning asosiy qismi yonidan nay (7) chiqarilgan probirka (6).

Yuqori qismi Bekman termometri (10) va aralashtirgich sim (11) o'tkazilgan tikin (9) bilan berkitiladi. Tayyorlangan probirka shisha korpus (havo ko'ylagi) (4) ga joylanadi. SHisha korpus devori qalin stakan (1) ga tushiriladi.

Ishning bajarilishi.

Rasmda ko'rsatilgan asbob yig'iladi. Tozalab quritilgan probirkaga (3) Bekman termometri(1) ning pastki asosiy qismi botguncha miqdorda erituvchi suv yoki benzol solinadi. Erituvchini zichligini bilgan holda 1-rasm. Krioskopik o'lchash asbobi (a) ; Bekman termometri(b). 1 – Bekman termometri; 2-tiqin; 3-yoni o'simtali tiqin; 4- sovutuvchi aralashama to'ldirilgan qalin devorli stakan; 5- aralashtirgich; 6-havo ko'ylagi vazifasini bajaruvchi keng probirka.



1-Rasm. Krioskopik o'lchash asbobi(a); Bekman termometri(b)

(agar erituvchi suv bo'lsa, uning zichligi 1 g/ml ga teng; benzol bo'lsa, uning zichligi 0,78 g/ml.ga teng) uning massasi hisoblanadi: $m = \rho \cdot V$. Probirka ichiga tushirilgan Bekman termometrining quyi qismi probirka tubidan 1,0 – 1,5 sm balandlikda bo'lishi va u qisqichga mustahkam va yaxshi o'rnatilgan bo'lishi kerak aralashtirgich (5) esa termometrning simob qismiga tegmasdan yuqori va pastga erkin harakatlanishi kerak.

Stakanning qopqog'i (2) hamda "havo ko'ylagi" (4) stakandan chiqarib olinib suvli probirka (6) stakandagi muz solingan suvga botiriladi va kristallar hosil bo'lguncha sovutiladi.

Kristallar tusha boshlagach harorat belgilab olinadi. Tajriba 3 marta qaytariladi. Har bir aniqlashdan keyin probirka (3) termometr bilan chiqariladi va probirkadagi hosil bo'lgan kristallar probirkani qo'lda yoki issiq suvda qizdirib eritiladi. Takror o'lchashlarda haroratning o'lchash farqi $0,1^{\circ}\text{C}$ dan oshmasligi kerak. Keyin probirkadagi erituvchida tekshiriladigan modda (glyukoza) namunasi eritiladi. Probirka muzli probirkaga tushiriladi va eritmaning muzlash harorati aniqlanadi. Haroratni aniqlash 3 marta takrorlanadi.

Olingan natijalar jadval ko'rinishida rasmiylashtiriladi.

2. Jadval

Muzlash harorati tekshiriladigan moddalar	Aniqlash tartibi	Muzlash harorati	O'rtacha muzlash harorati	Muzlash haroratining pasayishi
Toza erituvchi	1 2 3			
Eritma	1 2 3			

Erituvchi _____

Tekshiriladigan modda _____

Tekshiriladigan modda namunasi _____

Erituvchi hajmi, ml V _____

Erituvchi zichligi – ρ (g)sm³ _____

Erituvchi massasi, (g) $m = \rho V$ _____

Olingan natijalardan foydalanib tekshirilayotgan moddaning molekulyar massasi quyidagi formula yordamida hisoblanadi.

$$M = \frac{K * q * 1000}{\Delta t * m}$$

II. KIMYOVIY TERMODINAMIKA

Har xil jarayonlardagi energiya boshqa turdagi energiyaga aylanishi mumkin. Masalan shamolning energiyasi, suv harakatidagi energiyasi elektr energiyaga aylanadi yoki kimyoviy energiya issiqlik, yorug'lik, elektr energiyasiga aylanish mumkin. Turli xil energiyalarning bir-biriga aylanish qonunlarini *termodinamika* o'rganadi. Kimyoviy jarayonlarda har xil energiyalarning bir-biriga aylanishini *kimyoviy termodinamika* o'rganadi.

Termodinamikaning asosiy tushuncha va qonunlari:

Sistema – shartli ravishda tashqi muhitdan ajratilgan bir-biri bilan doimiy ta'sirda bo'lgan moddalar yoki moddalar guruhidir. Bir jinsli sistema *gomogen* chegara sirtlari bilan ajraladigan qismi *geterogen* deb aytiladi.

Berk sistema – boshqa sistemalar bilan energiyaviy va moddiy almashinmaydigan, ya'ni turg'un energiya va hajmga ega bo'lgan sistemadir. Sistemaning *termodinamik holati* termodinamik parametrlarning (harorat, hajm, bosim, konsentrasiya) qiymati bilan ifodalanadi.

Termodinamika (grekcha "terme" issiqlik va "dinamik" ya'ni va ish yoki kuch so'zlaridan olingan bo'lib) harorat, issiqlik hamda issiqlik va ishning bir-biriga aylanishi haqidagi fandir.

Issiqlik – molekulalarning tartibsiz harakatini, ish tartibli harakatining (bir sistemadan boshqasiga) o'zgartirilishidir.

Sistemaningg ichki energiyasi - har qanday sistema ma'lum energiya zahirasi ega bo'lib uning ichki energiyasi tashkil qiladi. *Ichki energiya (11)* – har qanday jismning agregat holatiga bog'liq bo'lmagan holda mavjud bo'lgan energiya bo'lib, elektronlar harakatining kinetik energiyasi, elektronlarning o'zaro va yadro bilan ta'sir energiyasi, molekulalarning o'zaro ta'sir energiyasi va boshqalar yig'indisidir. Jismning ichki energiyasiga, uning fazadagi holati potensial energiyasi va uning harakatini ifodalovchi kinetik energiyasi kirmaydi.

Ichki energiyaning o'lchov birligi j/mol yoki kj/mol dir.

Ichki energiya tashqaridan energiya olish hisobiga ko'payishi yoki fazaga issiqlik va ish hoida o'tish hisobiga kamayishi mumkin.

Termodinamikaning birinchi qonuni – energiyaning saqlanish qonuni bo'lib, alohida olingan sistemada energiyaning umumiy miqdori o'zgarmaydi, energiya yo'qolib ketmaydi va yo'qdan bor bo'lmaydi.

$$Q = \Delta U + A$$

$$\Delta U = Q - A$$

Q – sistemaga berilgan issiqlik

ΔU – sistemaning ichki energiyasining o'zgarishi ($\Delta U = U_2 - U_1$)

A - tashqi ish.

Demak, termodinamikaning birinchi qonunidan shunday xulosa kelib chiqadi: *energiya sarflamasdan ish bajarib bo'lmaydi* yoki berk sistemada barcha turdagi energiyalar yig'indisi o'zgarmas miqdordir.

Termokimyo – moddalarning bir agregat holatdan ikkinchisiga o'tishini va kimyoviy reaksiyalarning issiqlik effektlarini o'rganadigan fizikaviy kimyoning bo'limidir.

Kimyoviy jarayonlar vaqtida sistemaning ichki energiyasi va entalpiyasi (ΔH) o'zgaradi. Bu vaqtda issiqlik yutilishi yoki chiqishi mumkin. Yutilgan yoki chiqarilgan energiya miqdori reaksiyaning issiqlik effekti deyiladi.

Kimyoviy reaksiya issiqlik chiqishi bilan borsa – *ekzotermik reaksiya*, issiqlik yutilishi bilan borsa – *endotermik reaksiya* deyiladi. Reaksiyaning issiqlik effektini tajriba yo'li bilan kimyoviy tenglamaga ko'ra nazariy hisoblash mumkin. Kimyoviy reaksiyaning issiqlik effekti (ishorasi hisobga olingan holda) ko'rsatilishi bilan yozilgan tenglamaga termokimyoviy tenglama deyiladi. Termokimyoviy tenglama 1 mol modda uchun yoziladi. Ma'lumki, bir moddaning turli agregat holatlarda va kristallik modifikasiyalarda bo'lishi, uning ichki energiyasini turlicha bo'lishini ta'minlaydi. Bu esa issiqlik effektida o'z ifodasini topadi. Shuning uchun termokimyoviy tenglamalarda moddalarning agregat holatlari ko'rsatiladi.

Oddiy moddalardan 1 mol birikma hosil bo'lishida ajralib chiqadigan yoki yutiladigan issiqlik miqdori shu birikmaning *hosil bo'lish issiqligi* deyiladi.

Murakkab moddaning 1 mol miqdori oddiy moddalarga parchalanganda ajralib chiqqan yoki yutilgan issiqlik o'sha moddaning *parchalanish issiqligi* deyiladi.

1 mol modda 300-400 mol erituvchida eriganda ajralgan yoki yutilgan issiqlik o'sha moddaning *erish issiqligi* deyiladi. Erish issiqligini miqdori erituvchi va erigan moddaning tabiatiga bog'liq. Qattiq moddaning erish issiqligi

$$\Delta H_{\text{erish}} = \Delta H_1 + (-\Delta H_2)$$

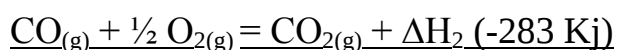
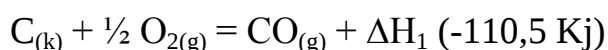
ΔH_1 – kristal panjarani buzish uchun sarf bo'lgan issiqlik

ΔH_2 – gidratlanish (solvatlanish)

ya'ni erigan modda molekulalari bilan erituvchi molekulalari orasida kimyoviy ta'sir bo'lganda ajralgan issiqlik.

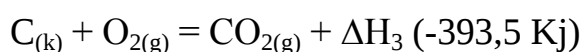
Gess qonuni (1840 y) termokimyoning asosiy qonunidir. Kimyoviy reaksiyaning issiqlik effekti moddalarning dastlabki va oxirgi holatlariga bog'liq bo'lib, reaksiyaning borish yo'liga bog'liq emas. Bu qonun o'zgarmas bosim ($Q_p = \Delta H$) va hajmda boruvchi jarayonlar uchun to'liq amal qiladi. Masalan, grafit kislorodda yonib 2 usulda uglerod (IV)-oksid (CO_2) hosil qilishi mumkin.

1-usul, reaksiya ikki bosqich bilan boradi:



Jami: 393,5 KJ

2-usul reaksiya bir bosqichda boradi.



Bundan ko'rinib turibdiki, 2-usulning issiqlik effekti 1-usulning issiqlik effektlari yig'indisiga teng.

Bu esa issiqlik effektining qiymatlari ikki hol uchun ma'lum bo'lsa, uchinchisini hisoblash mumkin. Turli termokimyoviy hisoblashlar uchun issiqlik effektlari bir xil sharoitga moslangan bo'lishi kerak. 25°C (yoki 298°K) va $P = 1 \text{ atm}$ (yoki $1,013 \cdot 10^5 \text{ Pa}$) ana shunday sharoit sifatida qabul qilgan. Bu sharoitdagi issiqlik effektlari standart issiqlik effektlari deyiladi, ularning qiymatlari ma'lumotnomalarga berilgan.

2- Laboratoriya mashg'uloti

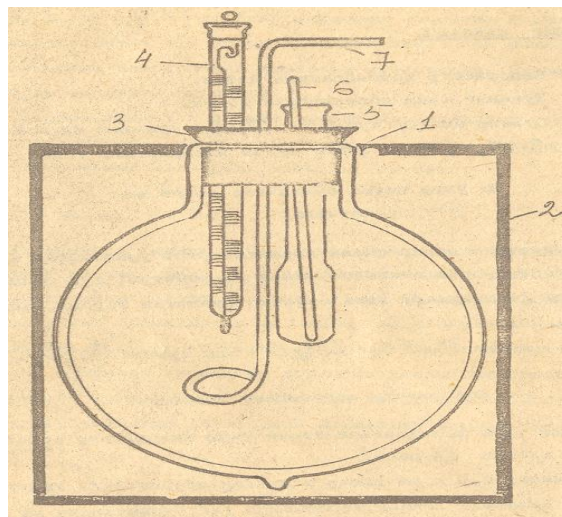
Tuzlarning erish issiqligini aniqlash

Ishning maqsadi: 1. Kalorimetr doimiyligini o'lchash. 2. Yaxshi eriydigan tuzlarning erish issiqligini aniqlash. 3. Mis sulfatning gidratlanish issiqligini aniqlash.

Kerakli asbob va reaktivlar:

1. Kalorimetr
2. O'lchov silindri
3. Analitik tarozi va toshlari
4. Sekundomer
5. Bekman termometri
6. KBr, NaNO₃, K₂SO₄, KCl, NH₄Cl suvsiz CuSO₄

Asbobning tavsifi. Tuzning erish issiqligini aniqlash uchun kalorimetrdan foydalaniladi (2-rasm) 500 ml.li Dyuar idishi (1), o'rnatilgan shtativ (2), og'ziga po'kak tiqin (3) yordamida Bekman termometri (4) o'rnatiladi va tuz solish uchun probirka (ampula)(5) mahkamlanadi, probirkaning ichida shisha tayoqcha bo'ladi. Eritma aralashtirgich (7) bilan aralashtiriladi.



2-Rasm. Kolorimetrning tuzilishi

2.1. Kolorimetr doimiyligini aniqlash

Kolorimetrdan boradigan jarayonning issiqlik effektini hisoblash uchun kolorimetr doimiyligini (K) ya'ni kolorimetr hamma qismi haroratini 1°C ga

o'zgartirish uchun kerak bo'lgan issiqlik miqdorini bilish kerak. Buning uchun kolorimetr doimiyligini erish issiqligi ma'lum bo'lgan biror tuzni, masalan, kaliy xloritni erish issiqligidan foydalanib topsa bo'ladi.

Buning uchun rasmda ko'rsatilgandek asbob yig'iladi. 5-6 g atrofida KCI tuzini chinni havonchaga ezib, ~ 0,01 g aniqlikda analitik tarozida tortib yig'ilgan asbobdagi toza quruq probirkaga solinadi.

Dyuar idishiga xona haroratidan 2-3°C past bo'lgan 300 ml distillangan suv solib, idish og'zi moslashtirilgan po'kak tiqin bilan bektiladi. Suvning harorati o'lchanadi, shundan keyin tuz eriganda harorat qanday o'zgarishi Bekman termometri yordamida kuzatiladi. Kolorimetr bilan muhit orasidagi issiqlik almashinishini hisoblash va tajriba vaqtida harorat haqiqatan qanchaga o'zgarishini topish uchun kolorimetrda bo'ladigan jarayon 3 davrga bo'linadi:

1. Dastlabki davr – 5 minut davom etadi
2. Asosiy davr – tuzning erish jarayoni
3. So'nggi davr – 5 minut har 30 sek-da o'lchab boriladi

Olingan natijalar 1-jadval ko'rinishida rasmiylashtiriladi.

3.Jadval

Kaliy xlorid		Tekshirilayotgan tuz	
Namuna KCI g		Namuna _____ g	
Tajribaning boshlanishidan o'tgan vaqt, min	Harorat, °C	Tajribaning boshlanishidan o'tgan vaqt, min	Harorat, °C
1		1	
2		2	
..		..	
..		..	

Kolorimetr doimiysining qiymati quyidagi tenglama bo'yicha hisoblandi:

$$K = q(KCI) / \Delta t$$

bunda, q(KCI) - kaliy xloridning solishtirma erish issiqligi, U quyidagi formula bo'yicha hisoblanadi:

$$q(KCl) = m \cdot Q(KCl) / M(KCl)$$

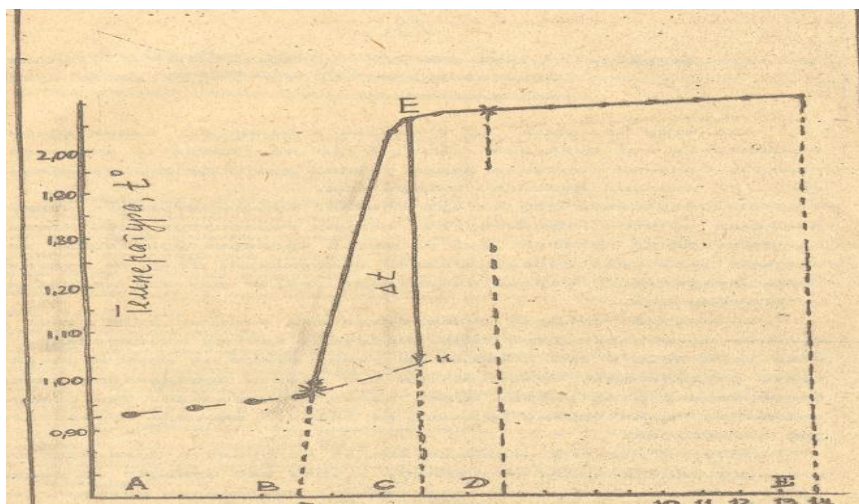
m – tuz massasi, g

$Q(KCl)$ – tuzning molyar erish issiqligi (kaliy xloridning molyar erish issiqligi 18,828 KJ/mol ga teng);

$M(KCl)$ – kaliy xloridning molekulyar massasi;

Δt – tuzning erishi jarayonida eritma haroratining o'zgarishi (uning qiymati grafik usulda aniqlanadi).

Olingan 2-jadval natijalari asosida Δt ning qiymatini topish uchun abssissa o'qiga vaqtning qiymatlari, ordinata o'qiga esa – tajribada aniqlangan haroratning qiymatlari qo'yiladi. (3–rasm) va millimetrga bo'lingan qog'ozga grafik chiziladi. Topilgan nuqtalar birlashtirilsa ikkita og'gan chiziq olinadi.



3-Rasm. Tuzning erishida harorat o'zgarishi grafigi

AV – dastlabki davr; BD- asosiy davr; DC – so'nggi davr;

Ikkita og'gan chiziqlar ma'lum bir punktir chiziqlar bilan davom ettiriladi. BD nuqtalar orasidan C nuqta tanlanib ordinata o'qiga parallel chiziq punktir chiziqlarni kesib o'tguncha davom ettiriladi. Kesishgan nuqtalar orasidagi masofa Δt ning qiymati aniqlangandan keyin, kolorimetr doimiyligi quyidagi tenglama bilan hisoblanadi:

$$K = \frac{Q_{\text{eritma}}(KCl) m^x}{\Delta t}$$

Tuzning erish issiqligini aniqlash bo'yiga bajariladigan hamma amaliy mashg'ulotlar kolorimetr doimiysini aniqlashdagi kabi bajariladi.

^{x)} bunda Q_{eritma} – ma'lum tuzning erish issiqligi; m – tuz miqdori, mol;

3- Laboratoriya mashg'uloti

Mis sulfatning gidratlanish issiqligini aniqlash

Ishning maqsadi: Tuzlarning gidratlanish issiqligini aniqlashni o'rganish.

Kerakli asbob va reaktivlar:

1. Kalorimetr
2. O'lchov silindri
3. Analitik tarozi va toshlari
4. Sekundomer
5. Bekman termetri
6. KBr, NaNO_3 , K_2SO_4 , KCl, NH_4Cl suvsiz CuSO_4

Ishning bajarilishi. Tuzlarning gidratlanish issiqligini aniqlash uchun 1 mol suvsiz tuz va uning kristallgidratini erish issiqligini aniqlash kerak.

Chinni havonchada maydalangan mis kuporosi ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) dan 0,01 aniqlikda 8 g tortib, yig'ilgan asbobdan probirkaga solinadi. Olingan tortimda qancha suvsiz tuz $a(g)$ va qancha suv $v(g)$ miqdori hisoblab chiqariladi. Dyuar idishiga 300 ml distillangan suv solinadi va unda kristallgidrat eritiladi. Erish jarayonida Bekman termometri yordamida o'lchangan haroratning o'zgarishi 1-laboratoriya mashg'ulotdagi kabi jadvalga yozib boriladi. Shuni eslatish kerakki, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ning suvda erishi issiqlik yutilishi bilan boradi, ya'ni bu jarayon endotermik 8-9 g atrofida mis kuporosidan ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) chinni kosachaga olib, oq rangli suvsiz CuSO_4 tuz hosil bo'lguncha qizdiriladi. Suvsizlangan tuz darhol probirkaga solinadi, probirkaning og'zi rezina tiqin bilan yopiladi. Tuz sovugandan keyin undan yuqorida hisoblangan $a(g)$ olib, 300 g distillangan suvga erish jarayonida haroratni o'zgarishi yuqoridagi tajribadagidek o'lchanib, 2-jadvalga yozib boriladi. Jadvaldagi natijalardan foydalanib, grafik usulida har bir tuz uchun haroratning o'zgarishi aniqlanadi va ularning erish 1-laboratoriya mashg'ulotga keltirilgan tenglamaga muvofiq hisoblanadi:

$$Q_{\text{эруу}} = \frac{K * \Delta t}{m}$$

Tuzning gidratlanish issiqligi esa suvli va suvsiz tuzlarning erish issiqliklari farqidan topiladi, ya'ni:

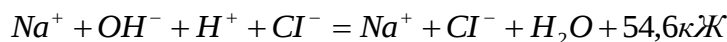
$$Q_{(\text{gidratlanish})} = Q_{(\text{CuSO}_4) * 5\text{H}_2\text{O}} - Q_{(\text{CuSO}_4)}$$

2.2. Neytrallanish issiqligi

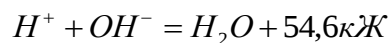
Elektrolitik dissosilanish nazariyasiga muvofiq, neytrallanish issiqligi doimiylik qonunining sababi shuki, bu xil reaksiyada vodorod ionlarining gidroksil ionlari bilan o'zaro ta'sir etishidan iborat, natijada kam dissosilanuvchi suv molekulalari hosil bo'ladi. Masalan, xlorid kislotaning o'yuvchi natriy bilan neytrallanish reaksiyasini



ionlar orasida bo'ladigan reaksiya tarzida quyidagicha bo'ladi:



yoki qisqartirilgan ionli tenglama tarzida yozamiz:



Demak, bir gramm-ekvivalent kislota bilan bir gramm-ekvivalent asos (yoki kuchli ishqor) o'zaro ta'sir etganda chiqadigan issiqlik miqdori *neytrallanish issiqligi* deb aytiladi.

Bir molekula elektrolit ionlarga dissosilanganda chiqadigan issiqlik miqdori *dissosilanish issiqlik* effekti deb ataladi. Shuning uchun kuchsiz asoslar bilan *kuchli kislotalar* neytrallanganda issiqlik effekti 54,6 kJ dan kam bo'ladi. Buning sababi shuki, ajralib chiqadigan issiqlikning ma'lum bir miqdori kuchsiz elektrolitni ionlarga dissosilanishi uchun sarflanadi.

Masalan, sianid kislota o'yuvchi natriy bilan neytrallaganda esa issiqlik effekti 51,6 kJ, g-ekv ga teng bo'ladi.

Gess qonuniga asosan, tajriba yo'li bilan topilgan neytrallanish issiqligidan foydalanib, bu xil reaksiya uchun qancha kislota yoki asos ketganini hisoblab topish mumkin.

Bu quyidagi tenglama bilan hisoblanadi:

$$n = (Q - q) \cdot 1000 / 54,6 \cdot V \quad (1)$$

bunda n – kislotaning qidirilayotgan normalligi;

Q – tajribadan topilgan neytrallanish issiqlik effekti, kJ;

q – kislota eritmasini suyultirish issiqligi, kJ;

V – tajriba uchun olingan kislotaning hajmi, (ml hisobida);

Bu hajm kislota og'irligini shu kislotaning solishtirma og'irligiga bo'lish yo'li bilan topiladi.

4- Laboratoriya mashg'uloti

Neytrallanish issiqligini aniqlash.

Ishning maqsadi. Sirka kislotaning o'yuvchi natriy eritmasi bilan neytrallanish issiqligini aniqlash va uning dissosilanish issiqligini hisoblash.

Kerakli asbob va reaktivlar:

1. Kalorimetr
2. Ampula
3. 10 %-li NaOH
4. 10%-li HCl
5. Muz
6. Sirka kislota
7. 50 va 500 ml.li o'lchov kolba
8. Texnik tarozi va toshlari

Sirka kislotaning dissosilanish issiqligini aniqlash.

0,1 mol kuchsiz sirka kislotani 0,1 mol kuchli asos yordamida neytrallaganda chiqadigan issiqlikni topish uchun rasmdagidek asbob yig'iladi. Kalorimetr probkasiga aralashtirgich bilan Bekman (2-rasm.) termometridan tashqari ampula ham o'rnatiladi, ampulaga ishqor solinadi. Ampulaga solib quyilgan o'tkir uchli shisha tayoqcha yordamida ampulaning tagi teshiladi.

Neytrallanish reaksiyasi natijasida ajralib chiqadigan issiqlikni o'lchash uchun Bekman termometri shunday rostlanadiki termometr kapillyaridagi simob

shkalaning pastki qismida bo'lsin. Oldin kalorimetr doimiyligi aniqlanadi (2-mashg'ulotga qarang), keyin neytrallanish issiqligi aniqlanadi.

500 ml.li o'lchov kolbasi olib, 0,1 gramm aniqlikgacha tortiladi (q_1) va unga 6 g muz sirka kislota quyiladi, keyin kolbaning o'lchov chizig'igacha distillangan suv quyib, kislota suyultiriladi. Eritmaning harorati xona haroratiga to'g'ri kelganda, eritmali kolba tortiladi (q_2). $q_2 - q_1$ – og'irliklar farqidan eritmaning og'irligi topiladi; kislota kalorimetrga quyiladi.

4 g qattiq holdagi NaOH texnik tarozida tortib olinib 50 ml.li o'lchov kolbasiga solinadi va distillangan suvga eritiladi. Bunda eritma isiydi, shuning uchun kolba sovutib turiladi (Suvni oz-ozdan quyib, kolbani suv jo'mragi ostiga tutib, sovuting). Eritma xona haroratigacha sovugandan keyin ichida tayyoqchasi bo'lgan, massasi tarozida aniq tortilgan ampulaga quyiladi. Ampula eritma bilan tarozida tortilib massalar farqiga qarab, ishqor eritmasining massasi topiladi.

Kolorimetrning kislota quyilgan probirkasiga ishqor solingan ampula o'rnatiladi: shundan keyin shisha tayoqcha yordamida ampulaning tagi ehtiyotlik bilan teshiladi, bunda ishqor eritmasi kalorimetrdagi kislota eritmasiga oqib tushishi kerak (shisha tayoqcha ampulada qoladi). Eritmani aralashtirib, oldingi ishdagidek o'zgarishi Δt topiladi. Neytrallanish issiqligi quyidagi tenglama bilan hisoblanadi:

$$Q_{\text{neytr}} = K\Delta t$$

bunda, Q – neytrallanishda ajralib chiqqan issiqlikning umumiy miqdori

K – kolorimetr doimiyligi

Δt – tajriba vaqtida o'zgargan harorat

Kuchli kislotalar kuchli asos bilan neytrallanganda 13,65 kkal issiqlik ajralib chiqishi ma'lum, shunga asosan Gess qonunidan foydalanib, sirka kislotaning dissosilanish issiqligi quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$Q_{\text{dissoc}} = 13,65 - Q_{\text{neytr}}$$

Nazorat savollari

1. Termodinamika nimani o'rganadi?
2. Termodinamikadagi asosiy tushunchalarga izoh bering.

3. Termodinamikaning birinchi qonuniga ta'rif bering?.
4. Izobarik, izoxorik va izotermik va adiabatik jarayonlarni tushuntiring.
5. Termokimyo. Lavuaze-Laplas qonuni nima?.
6. Gess qonuni, undan kelib chiqadigan xulosalar.
7. Erish issiqligi. Nima uchun moddalar erish issiqligini aniqlashda erituvchi miqdori erigan moddaga nisbatan ko'proq olinadi?
8. Erish issiqligini kalorimetrik usulda aniqlash. Kalorimetrda ishlash prinsiplarini tushuntiring.
9. Termodinamika ikkinchi qonunining mohiyati nimada?.
10. Termodinamik potentsiallar, ularning jarayonlarni borishini baholashdagi ahamiyati.
11. Neytrallanish issiqligi nima?
12. Laboratoriyada neytrallanish issiqligi qanday aniqlanadi?

III. FAZA, KOMPONENT VA TIZIMNING ERKINLIK DARAJASI

Tizimning boshqa qismlardan chegara sirtlar bilan ajralgan, ulardan o'z termodinamik va kimyoviy xossalari bilan farq qilgan qismi *faza* deb ataladi. Bir xil fazalardan tarkib topgan tizim *gomogen* tizim va har xil fazalardan tarkib topgan tizim *geterogen* tizim deb aytiladi.

Suyuq va qattiq fazalar quyuqlashgan (kondensatlangan) fazalar deyiladi.

Muvozanatda turgan tizim holati fazalar soni, kimyoviy tarkibi va termodinamik xossalari bilan aniqlanadi. Agar bu uch xususiyat ma'lum bo'lsa, tizimning holati aniqlangan bo'ladi. Tizim tarkibining komponentlar soni termodinamik xossalarini esa erkinlik darajasi xarakterlaydi.

Komponentlar soni - tizimdan ajratib olinganda mustaqil mavjud bo'la oladigan moddalar – komponentlar yoki tarkibiy qismlardir. Masalan, NaCl ning suvdagi eritmasida H_2O va NaCl dan tashqari dissosiasiyalanish natijasida hosil bo'lgan Na^+ , Cl^- , OH^- va H^+ ionlari ham bo'ladi. Lekin ular tizimdan tashqarida mavjud bo'ladi, shuning uchun ular komponent bo'la olmaydi. Demak bu tizimda H_2O va NaCl komponent hisoblanadi.

Tizimning termodinamik holatini to'la xarakterlash uchun yetarli bo'lgan mustaqil o'zgaruvchilar soni tizimning erkinlik darajasi deyiladi.

Muvozanatda bo'lgan tizimlarda komponent, faza, sistemaning erkinlik darajasi kabi tushunchalar orasidagi munosabat fazalar qoidasi bilan tushuntiriladi.

K komponentdan iborat sistemadagi fazalar soni (F) bilan sistemaning erkinlik darajasi (F) yig'indisi sistemaning komponentlar soni – K + 2 ga teng, ya'ni

$$F + F = K + 2$$

Tenglamadagi 2-bosim va haroratni ko'rsatadi. Bundan

$$F = K - F + 2$$

Demak, *murakkab sistemalarda erkinlik darajasini topish uchun komponentlar sonidan fazalar sonini ayirib qoldiq 2 ni qo'shish kerak.* Bosim kam ta'sir etadigan kondensatlangan, ya'ni qattiq va suyuq fazalardan iborat sistemalar uchun fazalar qoidasi:

$$F = K - F + 1$$

shaklida ifodalanadi.

3.1. Harorat tahlil usuli

Tizimning tarkibiga bog'liq suyuqlanish harorati, eruvchanligi, issiqlik sig'imi va boshqa xossalari harorat tahlil usuli bilan o'rganiladi. Tizim sovutilayotgan yoki isitilayotgan vaqtda, uning haroratining qanday tezlik bilan o'zgarishini o'rganadigan usul harorat tahlil usuli deyiladi. Agar tizim sovutilayotganda issiqlik yutilishi yoki chiqishi bilan bog'liq hech qanday o'zgarish yuz bermasa, tizimning harorati vaqt o'tishi bilan quyidagi tenglamaga muvofiq, bir tekisda o'zgaradi:

$$\frac{\Delta t_{\text{modda}}}{\Delta \tau} = C(t_{\text{modda}} - t_{\text{muhit}})$$

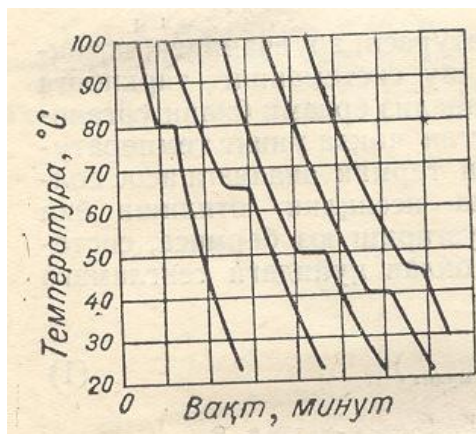
bunda, $\frac{\Delta t_{\text{modda}}}{\Delta \tau}$ - moddaning o'rtacha sovush tezligi;

t_{modda} – moddaning tajriba vaqtidagi o'rtacha harorati;

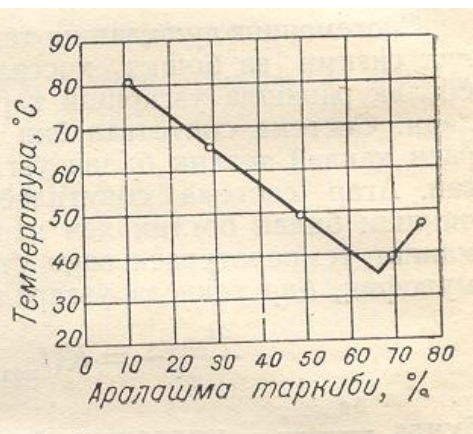
S – moddaning issiqlik sig'imi, muhit hamda idish devorining issiqlik o'tkazuvchanligiga bog'liq;

t_{muhit} – muhitning o'rtacha harorati.

Isitilgan modda bilan muhit harorati o'rtasidagi farq qanchalik ko'p bo'la, tizimning sovush tezligi shunchalik katta bo'ladi. Biroq isitilgan modda sovub borgan sari, uning harorati muhit haroratiga yaqinlashib keladi, shu sababli bir ozdan keyin sovush tezligi sekinlashib qoladi, natijada sovush egri chizig'i haroratlar o'qidan chetga qarab sal egiladi (4-rasm).



4-Rasm. Sovush egri chiziqlari.



5-Rasm. Fenol naftalin tizimning suyuqlanuvchanlik diagrammasi.

Modda harorati muhit haroratiga yaqinlashib borgan sari, egri chiziq ko'proq egilib boradi. Modda bilan muhit haroratlari orasidagi farq ancha katta bo'lsa, sovush egri chizig'i to'g'ri chiziqdan iborat bo'lib qoladi.

Moddaning sovush jarayoni issiqlik ajralib chiqish bilan yuz bersa sovutish egri chizig'i keskin ravishda sinib buriladi. Chiziqning burilish joyi modda harorati o'zgarmay qolgan yoki harorat juda sekin pasayotgan holatga muvofiq keladi. Modda batamom o'zgarib bo'lguncha yoki issiqlik chiqishi to'xtaguncha, harorat o'zgarmay turadi. Shundan keyin modda yana bir tekisda sovuy boshlaydi.

Berilgan moddaning yoki moddalar aralashmasining sovush egri chizig'ini chizish uchun ordinata o'qiga haroratni absissa o'qiga vaqt qo'yiladi. Egri chiziqning singan joyiga qarab, berilgan moddaning yoki ma'lum tarkibga ega bo'lgan moddalar aralashmasining fazoviy o'zgarishi ya'ni suyuqlanish harorati topiladi.

Toza moddalar va shu moddalarning tarkibi turlicha bo'lgan aralashmalarining suyuqlanish haroratini topib, tizimning suyuqlanish haroratini topib, tizimning suyuqlanuvchanlik diagrammasini chizish mumkin. Ordinata

o'qiga aralashmaning suyuqlanish harorati, abssissa o'qiga esa tizimning tarkibi quyiladi (5-rasm).

Aralashma sovush egri chiziqlarining burilgan joylari aralashma komponentlaridan birortasining kristallanish nuqtasiga to'g'ri keladi. Buning natijasida boshqa komponentning suyuq fazadagi konsentrasiyasi evtektik aralashma hosil bo'lgungacha to'xtovsiz oshib boraveradi. Shundan keyin aralashmaning barcha komponentlari barovariga kristallana boshlaydi. Agar evtektik konsentrasiyaga muvofiq keladigan aralashma olinsa, bunday aralashmaning sovush egri chizig'i singari bo'ladi, ya'ni sovush egri chizig'ida haroratning pasayishi bir joyda keskin to'xtab o'tadi. Evtektik aralashma shu komponentlarning boshqa nisbatda kristallangan aralashmalariga qaraganda eng past haroratda kristallga tusha boshlaydi.

Nazorat savollari

1. Faza, komponent, erkinlik darajasi tushunchalariga izoh bering.
2. Fazalar qoidasini tushuntiring.
3. Harorat tahlil usulining mohiyati.
4. Sovush tezligiga qanday omillar ta'sir qiladi?
5. Evtektikalar qanday xususiyatga ega?
6. Tizimning suyuqlanuvchanlik diagrammasidan foydalanib, nimani topish mumkin?

5- Laboratoriya mashg'uloti

Fenol va naftalindan iborat tizimning harorat tahlili

Ishning maqsadi: 1. Fenol bilan naftalin aralashmasi misolida termik tahlil qilish usuli bilan tanishish. 2. Turli tarkiblarga ega bo'lgan tizimlarning sovush egri chiziqlarini chizish. 3. Fenol + naftalin tizimining suyuqlanuvchanlik diagrammasini chizish va evtektik qotish haroratini, hamda evtektik tarkibini aniqlash.

Kerakli asbob va reaktivlar:

1. Og'ziga yettita tiqini bo'lgan probirka

2. Termometr (100°C gacha shkalali)
3. Probirkalar uchun shtativ
4. Aralashtirgich (shisha tayoqcha)
5. Tagligi katta probirka – «Havo ko'ylagi»
6. 100 ml stakan
7. Spirt lampasi yoki elektr isitgich
8. Shtativ (halqasi bilan)
9. Asbestlangan to'r
10. Analitik tarozi va toshlari 11. Sekundomer

Ishning bajarilishi: Yettita probirka tarkibi quyidagicha bo'lgan aralashmalardan 8 g dan solinadi.

Probirkaning raqami	1	2	3	4	5	6	7
$m_{\text{naftalin}}, \text{g}$	8	6	5	4	3	2	0
$m_{\text{fenol}}, \text{g}$	0	2	3	4	5	6	8

Aralashmalar solingan probirkalarning og'zi tiqin bilan bekitilib shtativga o'rnatiladi. Probirkalarga 100°C li termometr va aralashtirgich sim tushirib, probirkalarning har biri 500 ml.li qaynab turgan stakanga botiriladi. Modda suyuqlanib 100° gacha qizigandan keyin probirka sochiq bilan artilib quritiladi va havo «ko'ylagi»ga tushirib, mahkamlab qo'yiladi. Sekundomerga qarab turib, probirkaning ichidagi moddaning harorati har 30 sekunddan keyin yozib boriladi, bunda uning ichidagi moddalar sim aralashtirgich yordamida sekundiga bir martadan aralashtirib turiladi. Olingan natijalar jadvalga yozib boriladi.

O'lchash har (0,5 minutda)	Aralashmalarning harorati, $^{\circ}\text{C}$						
	Probirkalar raqamlari						
	1	2	3	4	5	6	7
1							
2							
3							

Tajribalardan olingan natijalar asosida sovush egri chiziqlari chiziladi, buning uchun absissa o'qiga vaqt, ordinata o'qiga esa aralashmalarning haroratlari qo'yib chiqiladi. Sovush egri chizig'i singan joyiga qarab, aralashmalar kristallana boshlagan harorat va evtektikaning qotish haroratlari, shuningdek, tarkibi turlicha bo'lgan aralashmalar evtektikalari qancha vaqt davomida qotishlari aniqlanadi.

Olingan natijalar jadval ko'rinishida yoziladi:

4. Jadval

№	Aralashmaning tarkibi		Aralashma kristallana boshlangan harorati, °C	Evtektikaning qotishi	
				Harorat °C	Haroratning qancha o'zgarmay turishi (minut hisobida)
1	100,0	0			
2	75,0	25,0			
3	62,5	37,5			
4	50,0	50,0			
5	37,5	62,5			
6	25,0	75,0			
7	0	100,0			

Jadvaldagi natijalar asosida naftalin-fenol sistemasining suyuqlanuvchanlik diagrammasi chiziladi. Ordinata o'qiga aralashma kristallana boshlagan harorat, absissa o'qiga esa aralashmaning tarkibi qo'yiladi. Diagrammalarning hammasi millimetrlarga bo'lingan qog'ozga chiziladi.

Nazorat savollari

1. Sovush tezligi qanday omillarga bog'liq?
2. Aralashmalarning sovush egri chiziqlari toza moddalarning sovush egri chiziqlaridan nima bilan farq qiladi va bunday farq bo'lishiga sabab nima?

3. Evtetikalar qanday xususiyatlarga ega?
4. Sistemaning suyuqlanuvchanlik diagrammasidan foydalanib, nimani topish mumkin?

IV. ELEKTR O'TKAZUVCHANLIK

Elektr toki o'tkazilishi ikkiga bo'linadi: birinchi tur o'tkazgichlar va ikkinchi tur o'tkazgichlar. Birinchi tur o'tkazgichlarga metallar va ularning qotishmalari, grafit, yuqori haroratda suyultirilgan ba'zi oksidlar va shunga o'xshash boshqa materiallar kiradi; kislota, ishqor va tuzlar eritmalari, suyuqlantirilgan tuzlar va ba'zi qattiq tuz kristallari (masalan, natriy va kaliy xloridlar) ikkinchi tur o'tkazgichlar deyiladi.

Birinchi tur o'tkazgichlarda elektr tokini ular sirtidagi erkin elektronlar tashisa, ikkinchi tur o'tkazgichlarda esa elektr tokini elektrolitlar eritmalaridagi kation va anionlar tashiydi, buning natijasida ionlar elektrodalarda zaryasizlanadi.

1. Elektr o'tkazuvchanlik. Qarshilikka teskari kattalik-elektr o'tkazuvchanlik deyiladi va quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$W = \frac{1}{R}, \text{Om}^{-1}$$

bunda, R - eritmaning qarshiligi, Om .

W - eritmaning elektr o'tkazuvchanligi, Om^{-1}

Eritmaning qarshiligi, (R, Om) eritmaga tushirilgan elektrodlar orasidagi masofaga l (sm) to'g'ri proporsional va elektrodning sirt yuzasiga S (sm^2) teskari proporsional:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

bunda: ρ (Om,sm)-proporsionallik koeffisienti yoki aniqrog'i o'tkazgichning solishtirma qarshiligi deyiladi.

Agar o'tkazgichning uzunligi $l=1$ sm va ko'ndalang kesim yuzasi $S=1\text{sm}^2$ bo'lsa, $\rho = R$ bo'ladi. Demak, solishtirma qarshilik 1 sm uzunlikdagi, kesim yuzi 1 sm^2 ga teng bo'lgan o'tkazgichning qarshiligidir.

2. Solishtirma elektr o'tkazuvchanlik. Solishtirma qarshilikka teskari qiymat solishtirma elektr o'tkazuvchanlik (χ) deyiladi va quyidagi formula bilan ifodalaniladi:

$$\chi = \frac{1}{\rho} \quad (\text{Om}^{-1}\text{sm}^{-1})$$

Shunday qilib, solishtirma elektr o'tkazuvchanlik deb yuzalari 1 sm^2 bo'lgan o'zaro 1 sm masofada joylashgan elektrodlar orasidagi eritmaning elektr o'tkazuvchanligiga aytiladi.

3. Ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik. Qalinligi 1 sm va unga tushirilgan elektrodning sirt yuzasi 1 sm^2 teng bo'lgan 1 g-ekv elektrolit saqlagan eritmaning elektr o'tkazuvchanligiga *ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik* deyiladi ($\lambda, \text{Om}^{-1} \text{sm}^2 / \text{g-ekv}$) va u quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$\lambda = H \frac{1000}{C}; \quad \lambda = H \cdot V$$

bunda, S - elektrolitning konsentratsiyasi, g-ekv,

V - 1 g-ekv erigan modda saqlagan eritmaning, sm^3 dagi hajmi.

Ion (kation, anion) larning 1 sek-da tashigan tok miqdori (kulonda) quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$J = \frac{\alpha \cdot C \cdot E}{1000 \cdot l} SF(\nu_+ + \nu_-)$$

bunda, α - elektrolitning dissosiasiyalanish darajasi

E - elektrodlar orasidagi potentsiallar farqi, V

$\nu_+ + \nu_-$ - potentsial 1 V bo'lganda kation va anionlarning 1 sm masofani o'tishdagi absolyut harakat tezligi

F - Faradey soni, 96500 kulon.

Om qonuniga muvofiq $W = J/E$, bunda elektr o'tkazuvchanlik:

$$W = \frac{\alpha \cdot C \cdot S}{1000 \cdot l} F(\nu_+ + \nu_-)$$

Umuman, $S = 1 \text{ sm}^2$, $l = 1 \text{ sm}$ bo'lganda aniqlangan elektr o'tkazuvchanlik W , solishtirma elektr o'tkazuvchanlikni N ifodalaydi.

$$H = \frac{\alpha \cdot C}{1000} F(\nu_+ + \nu_-)$$

Ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik $\lambda = H \cdot V$, $V=1000/C$ ekanligini bilgan holda:

$$\lambda = \alpha F (\nu_+ + \nu_-)$$

kelib chiqadi.

Ionlarning absolyut xarakat tezligi juda kichik bo'lganligi sababli, F marta katta bo'lgan qiymat-ionlarning harakatchanligidan ($\lambda_+ + \lambda_-$) foydalanamiz:

$$H = \frac{\alpha \cdot C}{1000} (\lambda_+ + \lambda_-)$$

$$\lambda = \alpha (\lambda_+ + \lambda_-) \quad \text{yoki} \quad \lambda = \alpha \cdot \lambda^0 \quad \alpha = 1 \text{ bo'lganda, } \lambda^0 = \lambda_+^0 + \lambda_-^0$$

Shunday qilib, (chegara) cheksiz suyultirilgan eritmaning ekvivalent elektr o'tkazuvchanligi suyultirilgan eritma (chegara) ekvivalent elektr o'tkazuvchanliklarning yig'indisiga yoki cheksiz suyultirilgan eritmadagi kation va anionlar harakatchanliklarning (13-jadval) yig'indisiga teng. Bu Kolraush tomonidan ta'riflangan additivlik (ionlar harakatining mustaqillik) qonuni deyiladi. Elektr o'tkazuvchanlikning qiymati eritma konsentrasiyasi, harorat, erigan modda va erituvchi tabiatiga bog'liq.

6- Laboratoriya mashg'uloti

Aralashmadagi kislota, asos va tuz eritmalarining miqdorini aniqlash

Kerakli asbob va reaktivlar:

1. konduktometr, yacheykasi bilan
2. 10 dona 50,00 ml li o'lchov kolbasi
3. 5,00 ml. li pipetka
4. maxsus shpris
5. 200 ml. li stakan
6. yuvgich
7. 1 n.li HCl
8. 1n. H_2SO_4
9. 1n. KCl
10. 1n. NH_4NO_3

Asbobning ishga tayyorligini tekshirish (o'qituvchi tekshiradi). Konduktometr 15 min oldin yoqib, qizdiriladi. Darajalash (kalibrovka) tugmachasini va oraliq «ishlash sohasi» tugmachalaridan birini bosib, darajalash buragichi yordamida ko'rsatkichni 80 sM/m qiymatiga qo'ying. Xuddi shunday darajalashni ishlash sohasi tugmachalarining hammasi uchun tekshirib ko'ring.

Asbobning ko'rsatkichini 80 sM/m ga qo'ying.

Darajalash (kalibrovka) egri chizig'ini chizish uchun bir necha standart eritmalarni suyultirish usuli bilan tayyorlang.

O'lchash. Elektr o'tkazuvchanlik yacheykasi ikki marta distillangan suv bilan, keyin aniqlanadigan elektrolit eritmasi bilan yuviladi. Yacheykaga maxsus shpris bilan elektrolit eritmasi qo'yiladi va asbobga ulanadi (o'lchash doimo eng kichik konsentrsiyali eritmada boshlanadi). O'lchanadigan ishlash sohasi tugmachalarning tegishlisini bosib asbobning ko'rsatkichini yozib oling (W). Xuddi shunday hamma eritmada o'lchab, natijalarini quyidagi jadvalga ko'rsatilgan tartibda yozib boring.

Kolba raqami	S_n	- lgC	W	$N = W - 0,909$	$\lambda = \frac{H - 1000}{C}$	$\sqrt{C}$
10	0,00195					
9	0,0039					
8	0,0078					
7	0,0156					
6	0,0312					
5	0,0625					
4	0,125					
3	0,25					
2	0,5					
1	1					

Jadval natijalari asosida ($W - \lg C$), ($N - \lg C$), ($\lambda - \lg C$), ($\lambda - \sqrt{C}$) bog'liqlik grafiklarini chizing va o'qituvchi tomonidan berilgan (darajalash grafigi bo'lgan)

konsentrasiyasi noma'lum eritmani elektr o'tkazuvchanligi o'lchanib darajalash grafigidan ekstrapolyasiya usuli bilan aniqlang.

Nazorat savollari

1. Elektrolitlarga izoh bering.
2. Elektr o'tkazuvchanlik nima?
3. Solishtirma va ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik nima?
4. Elektr o'tkazuvchanlikga qanday omillar ta'sir qiladi?
5. Kuchsiz elektrolitni dissosiasiyalanish doimiyligi va darajasi eritmaning elektr o'tkazuvchanligi asosida qanday hisoblanadi?
6. Konduktometrik o'lchashlar asosida standart termodinamik funksiya qanday hisoblanadi?
7. Konduktometrik titrlashning mohiyati.

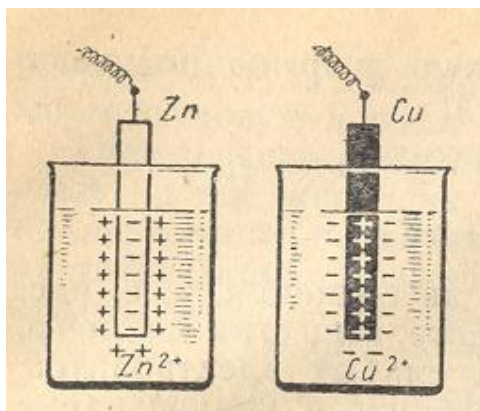
V.GALVANIK ELEMENTLAR

Har qanday oksidlanish-qaytarilish reaksiyasida ajralib chiqadigan energiyani elektr energiyasiga aylantirish mumkin. Kimyoviy energiyani elektr energiyasiga aylantirib beradigan qurilma *galvanik element* deyiladi.

Dastlab, M.V.Lomonosov (1780 y) kimyoviy hodisalar bilan elektr hodisalari orasida o'zaro bog'liqlik borligini aniqlagan. Keyinchalik italyan fiziologi Galvani (1780 y) va italyan fizigi Volt (1780 y) ning ishlari galvanik elementlarni yaratish imkonini berdi. Birinchi marta 1800 y Volt elektr tokining kimyoviy manbaini yaratdi.

Metallar suv va tuz eritmasiga tushirilganda Mendeleevning gidratlar nazariyasiga asosan ularning ustki qismidagi ionlariga suv molekulalari o'zining manfiy qutblari bilan ta'sir etib, metall ionlarini ajratib oladi. Bu paytda suvda metall ionlarining gidratlari hosil bo'ladi. (6-rasm.) Natijada metall ionlari eritmaga o'ta boshlaydi: musbat ionlarning bir qismini yo'qotgan metall ortiqcha elektronlarga ega bqlib qoladi va manfiy zaryadlanadi. Natijada metall suyuqlik

chegara sirtida qo'sh elektrik qavat hosil bo'lishi hisobiga muvozanat holati yuzaga keladi.



6- Rasm. Qo'sh elektr qavatining hosil bo'lishi.

Metall o'zining tuzi eritmasiga tushirilsa, unda quyidagi uch hol bo'lishi mumkin:

1. Ionlarning eritmaga o'tish tezligi ularning eritmadan metallga o'tish tezligidan katta bo'lsa, metall manfiy zaryadlanadi.
2. Aksincha ionlarning eritmadan metall yuzasiga o'tish tezligi metallning eritmaga o'tish tezligidan katta bo'lsa, metall musbat zaryadlanadi.
3. Ikkala tezlik bir xil bo'lsa zaryad nolga teng bo'ladi.

Metall suyuqlik sirt chegarasida vujudga keladigan potensial elektrod potensial deb ataladi. Har qaysi metall o'ziga xos potentsiallar muvozanati farqiga va eritmada ionlar konsentrasiyasi muvozanatiga ega.

Elektrod potensialining harorat va konsentrasiyaga bog'liqligi Nernst formulasi bilan aniqlanadi.

$$E = E^0 + 1,3RT / nF * \lg C_{ion} \quad (1)$$

bunda, E – elektrod potensial, V;

E^0 – normal (standart) elektrod potensial, V;

R – universal gaz doimiysi;

T – absolyut harorat;

F – Faradey soni, 96500 Kulon;

n – ion zaryadi;

C_{ion} - eritmada metall ionlarining konsentrasiyasi;

Agar $C_{\text{ion}} = 1$ mol bo'lsa,

$$2,3 RT / nF * \lg C_{\text{ion}} = 0 \text{ bo'lib } E = E^{\circ} \text{ bo'ladi.}$$

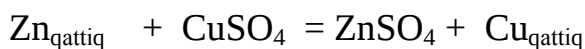
Metall ioni konsentratsiyasi 1 mol bo'lgan eritmaga tushirilganda vujudga keladigan potensial *normal elektrod potensial* (E°) deyiladi. Potensiallarni o'lchashda birlik qilib normal vodorod potentsiali ($E^{\circ}_{2H^{+}/H_2} = 0$) standart elektrod sifatida esa normal vodorod elektrod qabul qilingan. Normal potentsiallar orqali normal elektrodlardan tashkil topgan har xil galvanik elementlarning elektr yurituvchi kuchini hisoblab topish mumkin. Bunday elementni tuzish uchun o'zaro tegib turgan (yoki o'zaro tutashtirilgan) ikki elektrolit eritmasiga ikki xil metall tushirilib, bu metallarning uchlari bir-biri bilan ulanadi.

«Tuz» ko'prigi (KCI ning to'yingan eritmasi bilan to'ldirilgan egilgan shisha nay) bilan tutashtirilgan $ZnSO_4$ va $CuSO_4$ eritmalariga mos ravishda tushirilgan rux va mis plastinkalaridan tashkil topgan klassik galvanik element Daniel-Yakobi elementi hisoblanadi. Galvanik elementlar sxemalari ba'zan qatorda yoziladi. Masalan, Daniel-Yakobi elementi uchun (7 - rasm).



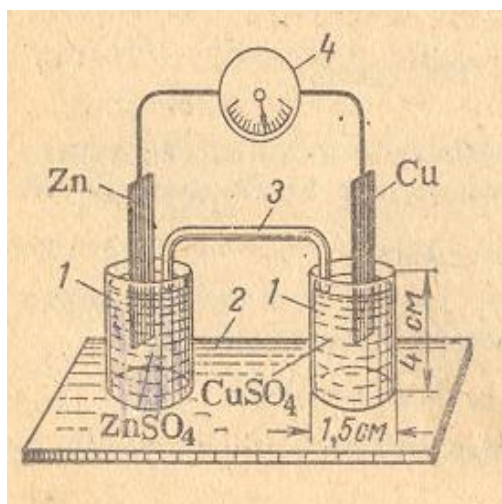
Chapga manfiy potentsialga ega bo'lgan elektrod, o'ngga esa musbat potentsialga ega bo'lgan elektrod yoziladi. Bitta vertikal chiziq bilan metall-eritma chegarasi, ikkita vertikal chiziq bilan eritmalar ajratiladi.

Berilgan holat uchun quyidagi kimyoviy jarayon boradi.



Galvanik elementning miqdoriy tavsifi elektr yurituvchi kuch (EYUK) dir. U elektrod potentsiallarning farqiga teng:

$$E = E_2 - E_1 \quad ; \quad E = E_{Cu} - E_{Zn} \quad (2)$$



7 - Rasm. Mis-ruxli galvanik element
(Daniel –Yakobi elementi) sxemasi.

Bunda, E_1 va E_2 – nisbatan manfiy va nisbatan musbat elektrod potentsiallar.

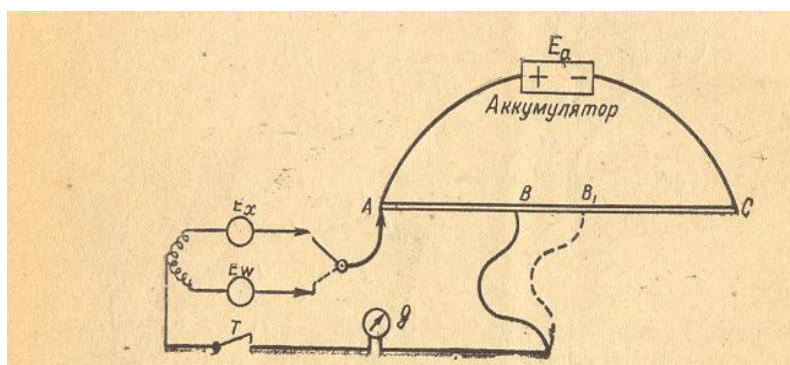
(2) tenglamaga elektrod potentsiallari qiymati quyilsa, u holda

$$E = E_{Cu}^o - E_{Zn}^o + (RT / nF) * (C_{Cu^{2+}} / C_{Zn^{2+}}) \quad (3)$$

hosil bo'ladi.

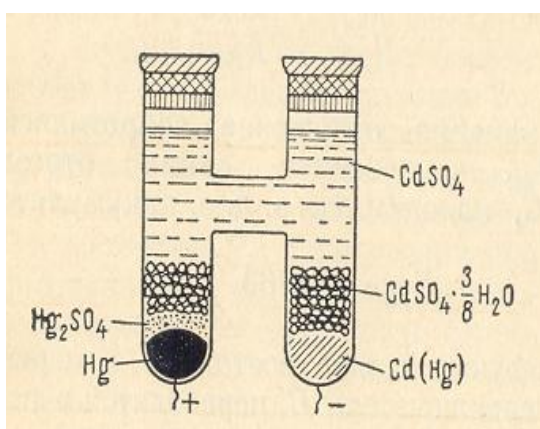
Galvanik elementning elektr yurituvchi kuchini o'lchash

Galvanik elementning elektr yurituvchi kuchini o'lchash uchun kompensasiya (tenglashtirish) usulidan foydalaniladi. Bu usulda elektr yurituvchi kuchi o'lchanadigan element elektr yurituvchi kuchi ma'lum bo'lgan boshqa bir element bilan qarama-qarshi ulanadi. (8 - rasm).



8-Rasm. Kompensasiya usulida EYUK ni o'lchaydigan qurilmaning sxemasi.

Tekshiriladigan galvanik element reoxordning A nuqtasiga va qo'zg'aluvchan K kontaktga ulanadi. O'zgaras tok manbai va tekshiriladigan galvanik elementlarning bir qutblari bir-biriga qarama-qarshi ulanadi. Qo'zg'aluvchan K kontaktni AV reoxord bo'yicha harakatlantirib, uning shunday AK holati topiladiki, bunda E va E_{EYUK} lar kompensasiyalanadi. Bu xolatda galvanometr (G) tokning yo'qligini ko'rsatadi. Manbaning EYUK – doimiy qiymatga ega, lekin uning aniq qiymati noma'lum. SHuning uchun EYUK doimiy harorat o'zgarishi bilan juda kam o'zgaradigan ($E_N = 1,01830 - 0,00004$) 20° da 1,01830 v.ga teng bo'lgan normal Veston elementidan foydalaniladi. (9 - rasm).



9-Rasm. Normal Veston elementi.

Bu element kompensasiya sxemasida (E_N) tekshiriladigan elementga parallel holda ulanadi. Agar kontakt K nuqtada turganda normal elementning EYUK i akkumulyatordan to reoxordning K nuqtasigacha masofadagi potentsiallar farqini tenglashtirsa, galvanometr nol qiymatni ko'rsatadi.

Kompensasiya vaqtida A va V nuqtalar orasida akkumulyator tomonidan vujudga keltiriladigan potentsiallar ayirmasi galvanik elementning elektr yurituvchi kuchiga teng bo'ladi. Unda quyidagi hisoblash formulasidan foydalaniladi:

$$E_x = E_H * \frac{AK}{AK_H}$$

7- Laboratoriya mashg'uloti

Mis-rux galvanik elementning EYUK ini o'lchash.

Ishning maqsadi: Galvanik elementning EYUK ini o'lchash.

Kerakli asbob va reaktivlar:

1. 0,1 n., 0,01 n. CuSO_4
2. 0,1 n., 0,01 n. ZnSO_4
3. To'yingan KCl eritmasi
4. Tuz ko'prigi
5. Galvanometr
6. Mis plastinkasi
7. Rux plastinkasi

Ishning bajarilishi.

Mis va rux elektrodlaridan iborat quyidagicha galvanik zanjir tuziladi:

1. $\text{Cu} \mid 0,1 \text{ n } \text{CuSO}_4 \mid \mid \text{to'yingan KCl} \mid 0,1 \text{ n } \text{ZnSO}_4 \mid \text{Zn}$
2. $\text{Cu} \mid 0,01 \text{ n } \text{CuSO}_4 \mid \mid \text{to'yingan KCl} \mid 0,01 \text{ n } \text{ZnSO}_4 \mid \text{Zn}$

Galvanik zanjirning EYUK ini o'lchashda galvanometrdan foydalanamiz.

Har bir galvanik elementning EYUK i nazariy hisoblanib, tajribada o'lchab nisbiy va absolyut xatolarni hisoblang.

8- Laboratoriya mashg'uloti

Kimyoviy energiyadan elektrolizda foydalanish

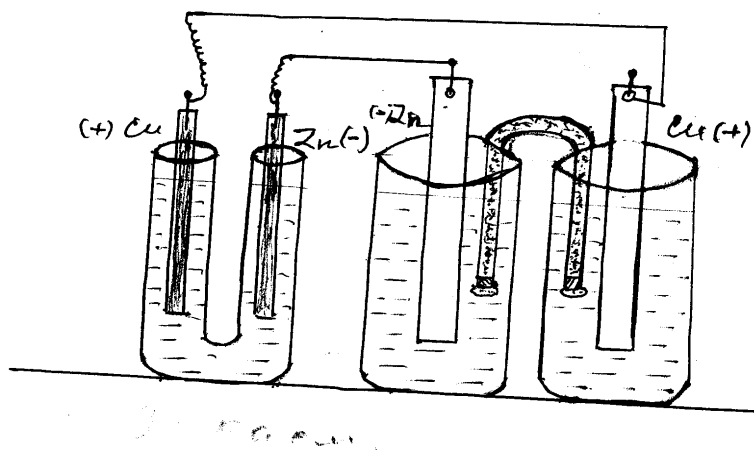
Ishdan kuzatilgan maqsad: Kimyoviy energiyaning elektr energiyasiga aylanishini o'rganish.

Kerakli asbob va reaktivlar:

1. 1 m. CuSO_4
2. 1 m. ZnSO_4
3. Mis plastinkasi
4. Rux plastinkasi
5. To'yingan KCl eritmasi
6. Tuz ko'prigi
7. U – simon nay
8. 0,5 n KJ, NaCl
9. Fenolftalein (1% li spirtidagi eritmasi)
10. 5 % li kraxmal eritmasi

Ishning bajarilishi.

CuSO_4 ning 1,0 M eritmasiga mis plastinkasi, ZnSO_4 ning 1 M. eritmasiga rux plastinkasi tushirib, - rasmdagidek qurilma yig'iladi. Ikkala eritma to'yingan KCl eritmasi bilan to'ldirilgan tuz ko'prigi orqali tutashtiriladi. Ikkala metall plastinkaga mis sim ulab, ularning ikkinchi uchini ko'mir elektrodga



10-Rasm. Kimyoviy energiyaning elektr energiyasiga aylanishini kuzatish qurilmasi.

ulab, KJ eritmasi quyilgan U-simon nayning ikki uchiga tushiriladi. Kraxmal fenolftalein eritmasidan foydalanib katod va anodda borayotgan jarayonlarni aniqlab, tegishli reaksiya tenglamalarini yozing.

VI. SIRT TARANGLIK

Molekulalarning tuzilishini o'rganishda foydalaniladigan usullardan yana biri suyuqliklarning sirt tarangligini aniqlashdir.

Suyuqliklarning sirt tarangligi nima? Suyuqlik molekulalari orasida o'zaro tortishuv kuchlari ta'sir etib turadi. Suyuqlik ichki qismidagi molekulani sirtqi qismidagi molekulalar tomonidan bir xilda qurshab olinganligi sababli, unga ta'sir etadigan tortishuv kuchlari muvozanatlashgan bo'ladi, ya'ni molekula hamma tomondan barobar tortiladi. Suyuqlik sirtidagi molekulalarga faqat pastki va yon tomondan tortishuv kuchlari ta'sir etadi. Suyuqlik tashqaridan ta'sir etuvchi kuchlar esa tortishuv kuchlariga nisbatan juda kichik bo'lganligi sababli sirtidagi

molekulalar guyo suyuqlik ichiga tortilgandek bo'ladi. Shu sababli har qanday suyuqlik o'z sirtini kamaytirishga intiladi, ya'ni eng kichik sirtga ega bo'lishga harakat qiladi. Suyuqlik sirti qancha kichik bo'lsa, uning holati shuncha barqaror bo'ladi. Suyuqlik tomchisining shakli shar shaklida bo'lishiga sabab anashudir. Chunki sharning sirti berilgan hajmda eng kichik bo'ladi. Suyuqlik sirtini kattalashtirish uchun ish sarflash kerak bo'ladi, suyuqlik sirti kichrayganda esa energiya ajralib chiqadi.

Suyuqlik sirt qavati ma'lum energiya zapasiga, kuch maydoniga egadir. Bu energiya suyuqlikning sirt energiyasi deyiladi. Agar suyuqlikning sirti s ga teng bo'lsa, sirt qavat energiyasi

$$E = \sigma * S \text{ bo'ladi} \quad (1)$$

Sirt taranglik grekcha σ (sigma) harfi bilan belgilanadi va Mdj/M^2 yoki erg/sm^2 larda o'lchanadi.

Suyuqlik sirtini 1 sm^2 kattalashtirish uchun sarflangan ish shu suyuqlikning sirt taranglik koeffisienti yoki sirt tarangligi deyiladi.

Sirt taranglik koeffisienti (sirt taranglik) suyuqlikning tabiatiga va temperaturaga bog'liq kattalik bo'lib, har bir suyuqlikning sirt tarangligi temperatura ko'tarilishi bilan kamayadi va kritik temperaturada suyuqlikning zichligi bug' zichligiga tenglashib qoladi va sirt tarangligi hosil qilib turuvchi sirtki parda yo'qoladi.

A.I.Bachinskiy suyuqliklarning sirt tarangligi bilan zichligi orasidagi quyidagi bog'lanishni aniqladi:

$$\sigma = S (r_s - r_b)^4 \quad (2)$$

S – proporsionallik koeffisienti;

R_s – o'rganilayotgan suyuqlik zichligi, g/sm^3 ;

R_b – shu suyuqlik bug'ining zichligi, g/sm^3 .

Temperatura kritik temperaturadan katta farq qilgan hollarda suyuqlikning zichligiga nisbatan, bug'ning zichligini hisobga olmaslik ham mumkin (ya'ni oddiy sharoitda bug'ning zichligi suyuqlikning zichligiga nisbatan juda kichik bo'ladi), u holda bug'ning zichligi r_b ni yozmasa ham bo'ladi:

$$\sigma = S r_s^4 \quad (3)$$

Agar (2) tenglamadan ni topsak:

$$C^{\frac{1}{4}} = \frac{C^{\frac{1}{4}}}{\rho_c - \rho_{\bar{o}}} \quad (4)$$

va tenglamani ikkala tomonini molekulyar massa (M) ga ko'paytirsak:

$$MC^{\frac{1}{4}} = \frac{MC^{\frac{1}{4}}}{\rho_c - \rho_{\bar{o}}} \quad (5) \quad - \text{kichik bo'lganda.}$$

$$MC^{\frac{1}{4}} = \frac{MC^{\frac{1}{4}}}{\rho_c} \quad (6)$$

$$\frac{M}{\rho_c} - \text{suyuqlikning molyar hajmi}$$

u holda, $MC^{\frac{1}{4}} = M * C^{\frac{1}{4}} \quad (7)$

ya'ni suyuqlikning sirt tarangligi 1 ga teng bo'lsa paraxor uning molyar hajmiga teng bo'ladi.

$MC^{\frac{1}{4}}$ berilgan suyuqlik uchun o'zgarmas son bo'lib, uni Segden paraxor(P) deb atadi:

$$\Pi = MC^{\frac{1}{4}} = \frac{MC^{\frac{1}{4}}}{\rho_c} \quad (8)$$

Paraxlorni hisoblashda olingan qiymatlar logarifmlanadi:

$$\ell q \Pi = \ell q M + \frac{1}{4} \ell q G - \ell q \rho_c$$

Paraxor ham juddi molyar refraksiya kabi additiv xossaga ega bo'lib, molekulalarning paraxori undagi atomlarning, bog'larning va halqalarning paraxorlari yig'indisiga tengdir. U temperaturaga bog'liq emas.

$$P = \sum n P_{\text{atomlar}} + \sum n P_{\text{bezlar}} + \sum n P_{\text{deme}} \quad (9)$$

Suyuqliklarning paraxorini (ularning sirt tarangligi va zichligini o'lchash bilan hamda jadvaldan foydalanib, hisoblash orqali o'rganilayotgan moddaning tuzilishini aniqlash mumkin.

9- Laboratoriya mashg'uloti

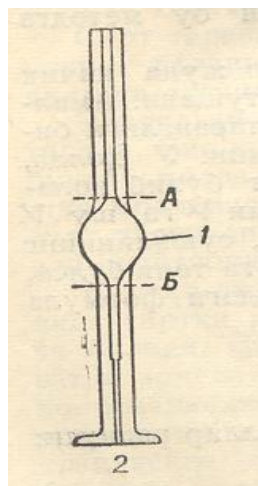
Suyuqliklarning sirt tarangligini o'lchash

Ishning maqsadi: Stalagmometr yordamida suyuqliklarning sirt tarangligini aniqlash.

Kerakli asbob va reaktivlar:

1. Stalagmometr
2. Shtativ
3. Qisqich
4. 100 ml.li stakan – 4 dona
5. 1m.li etil spirt (C_2H_5OH) eritmasi
6. 1,2,3 m.li glisirin ($C_3H_5(OH)_3$) eritmasi
7. Suv (distillangan)

Stalagmometr. Stalagmetrik usulda paraxor qiymatini aniq hisoblab bo'lmaydi, lekin uning oddiyligi va tez bajarilishini hisobga olinib undan kimyo laboratoriyalarida tez-tez foydalanib turiladi. Tomchilar sonini sanash uchun ishlatiladigan uchi ingichka naychali asbob stalagmometr deb ataladi (11-rasm). Stalagmometr o'rta qismi kengaytirilgan qalin shisha nay bo'lib, kengaytirilgan qismining yuqori va pastki chegarasi belgilangan (a va b) va u ma'lum hajmni bildiradi. Stalagmometrni pastki qismi silliqilgan sirtga ega bo'lgan naychadan iborat.



11-Rasm. Stalagmometr ko'rinishi

Bu usul asosan naychadan tomchilayotgan suyuqlik tomchisi massasini aniqlashga asoslangan. Kapilyardan tomayotgan tomchining og'irligi kapilyar diametriga va sirt tarangligiga bog'liq. Sirt tarangligi katta bo'lgan suyuqliklar og'ir tomchi hosil qiladi. Agar suyuqlikning sirt tarangligi kichik bo'lsa, tomchi kichinaligidayoq kapilyardan uzilib tushadi, shuningdek tomchi kancha katta bo'lsa, shuncha sirt tarangligi ham katta bo'ladi.

Ishning bajarilishi Bu usul uchun quyidagi ifodani yozish mumkin:

$$R = 2\pi rG \quad (10)$$

bu erda: r – tomchi og'irligi;

r – tomchining uzilish paytidagi radiusi.

Tomchi radiusini o'lchash qiyin, suyuqlikni sirt tarangligini aniqlash uchun uni tomchilari sonini (og'irligi), sirt tarangligi ma'lum bo'lgan ikkinchi suyuqlikni tomchilari soni (og'irligi) bilan solishtiriladi. Buning uchun ikkala suyuqlik kamida (suyuqliklar o'qituvchi tomonidan beriladi) uch marta bir kapilyar orqali tomchilani o'tkaziladi. Bunda har safargi tomchiloar soni har bir suyuqlik uchun bir xil bo'ladi va tomchilarning o'rtacha og'irligi aniqlanadi. (10) formulaga asosan:

$$R_1 = 2\pi r_1 G_1 \quad \text{va} \quad R_2 = 2\pi r_2 G_2$$

Bularni o'zaro nisbatini olsak,

$$\frac{G_1}{G_2} = \frac{m_1}{m_2} \quad \text{bo'ladi.}$$

Bu usul tomchilarni tortib sirt taranglikni aniqlash ham deb ataladi. Tomchini tortish o'rniga ma'lum hajmdagi suyuqlikdan hosil bo'lgan tomchilarni sanasa ham bo'ladi. U holda suyuqlikni zichligi ham ma'lum bo'lishi kerak. So'ngra m o'rniga $\frac{V \cdot \rho}{n}$ quyiladi.

$$p_1 = \frac{VA}{n_1} ; \quad p_2 = \frac{Vp_2}{n_2}$$

$$\text{u holda, } \frac{G_1}{G_2} = \frac{V\rho_1 \cdot n_2}{V\rho_2 n_1} = \frac{\rho_1 n_2}{\rho_2 n_1} ; \quad G_1 = G_2 \cdot \frac{n_2 \rho_1}{n_1 \rho_2} \quad (11)$$

bo'ladi, bu erda r_1 va r_2 – tekshirilayotgan suyuqlik va suv tomchilarining

og'irliklari;

n_1 va n_2 – tekshirilayotgan suyuqlik va suv tomchilarining soni;

ρ_1 va ρ_2 – tekshirilayotgan suyuqlik va suvning zichligi;

V – suyuqliklarning hajmi (ular bir xil);

G_1 – tekshirilayotgan suyuqlik sirt tarangligi;

G_2 – suvning sirt tarangligi (yoki foydalanilgan boshqa suyuqlikning sirt tarangligi).

Nazorat savollari

1. Suyuqlik tomchisi nima uchun shar shakli hosil qilishga intiladi?
2. Sirt tarangligi deb nimaga aytiladi?
3. Suyuqlikning sirt tarangligi qanday omillarga bog'liq?
4. Suyuqlik zichligi bilan sirt tarangligi orasida qanday bog'lanish bor?
5. Suyuqlik nima sababdan kapillyar naylarda yuqori ko'tariladi?

VII. KIMYOVIY KINETIKA VA KATALIZ. KIMYOVIY MUVOZANAT

Kimyoviy reaksiyalar gomogen va geterogen reaksiyalarga bo'linadi. Agar reaksiya uchun olingan moddalar ham, shu moddalar o'zaro ta'sir etishi natijasida hosil bo'lgan mahsulotlar ham bir xil fazada bo'lsa, ya'ni yo gaz fazada, yoki suyuqlik fazada bo'lsa, bunday reaksiyalar gomogen reaksiyalar jumlasiga kiradi. Agar reaksiya uchun olingan moddalar turli fazalarda bo'lsa-yu, kimyoviy o'zgarish jarayoni shu fazalar chegarasida yuz bersa, bunday reaksiyalar geterogen reaksiyalar deb aytiladi.

Gomogen reaksiyalardan ko'pchiligi tezligiga ta'sir etadigan omillardan biri o'zaro ta'sir etuvchi moddalar konsentrasiyasidir. O'zaro ta'sir etuvchi moddalar vaqt o'tishi bilan o'zgargani sababli, kimyoviy reaksiyalar tezligi ham o'zgaradi. Odatda, reaksiyaning o'rtacha tezligi bilan chin tezligi bir-biridan farq qiladi. Kimyoviy reaksiya tezligi vaqt birligi ichida reaksiyaga kirishayotgan yoki

reaksiya natijasida hosil bo'lgan modda miqdori bilan taxminiy o'lchanadi. Bunda moddalar konsentrasiyasini, odatda bir litrdagi mollar hisobida, vaqtni esa minutlar hisobida ifodalash qabul qilingan. Reaksiya uchun olingan modda konsentrasiyasining kamayishining yoki reaksiya mahsulotlari konsentrasiyasi ko'payishining shu ko'payish yoki kamayishi uchun ketgan vaqtga nisbati ayni reaksiyaning o'rtacha tezligi deyiladi. Masalan, reaksiya uchun olingan moddaning τ vaqtdagi konsentrasiyasi, c_1 , τ_2 vaqtdagi konsentrasiyasi c_2 bilan belgilansa, reaksiyaning o'rtacha tezligi quyidagi tenglama yordamida ifodalanadi:

$$V = - c_1 - c_2 / \tau_1 - \tau_2 \quad (1)$$

Reaksiya uchun olingan modda konsentrasiyasini cheksiz kichik vaqt ichida o'zgarishi reaksiyaning chin (yoki haqiqiy) tezligi deb ataladi va u quyidagi tenglamada ifodalanadi:

$$V_{\text{chin}} = - dc/d\tau$$

(1) va (2) tenglamalarning o'ng tomonida ko'rsatilgan minus (-) ishorasi, o'zaro ta'sir etuvchi moddalar konsentrasiyalarining kamayishini va demak, kimyoviy reaksiya tezligi har doim kamayib borishini ko'rsatadi.

$A + B \leftrightarrow C$ kimyoviy reaksiyaning tezligi reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentrasiyasiga kanday bog'liq ekanligi quyidagi tenglamada ifodalanishi mumkin:

$$V = K(A) * (B)$$

Bunda (A) va (B) – reaksiya uchun dastlab olingan moddalar konsentrasiyalari; K – proporsionallik koeffisienti yoki reaksiyaning tezlik doimiysidir. Reaksiya tezligining konsentrasiyaga bog'liqligini ifodalovchi tenglamaga reaksiyaning *kinetik tenglamasi* deyiladi.

Reaksiyaning tezlik doimiysi K reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentrasiyasiga bog'liq emas.

$[A] = [B] = 1$ bo'lsa, $v = k$, ya'ni reaksiyaga kirishuvchi moddalar konsentrasiyalari birga teng bo'lsa, reaksiyaning tezlik doimiysi uning tezligiga teng bo'ladi. Tezlik doimiysining qiymati reaksiyaga kirishuvchi moddalar tabiatiga, konsentrasiyasiga, katalizatorning bo'lish bo'lmasligiga bog'liq emas.

Kimyoviy reaksiya tezligi A va B moddalar molekullari bir-biriga urilganda qanchasi kimyoviy ta'sir etishini ko'rsatadi. Agar A moddaning bir molekulasi B moddaning bir molekulasi bilan to'qnashishi natijasida reaksiya vujudga kelsa, molekullarning to'qnashish soni va demak, reaksiya tezligi A va B moddalarning konsentrsiyalariga proporsional bo'ladi. Agar kimyoviy reaksiya vujudga kelishi uchun bir xil molekullardan ikkitasi yoki uchtasi baravariga bir vaqtda to'qnashishi zarur bo'lsa, reaksiya tezligi shu moddalar konsentrsiyasining kvadratiga yoki kubiga proporsional bo'ladi. Har qaysi elementar to'qnashishda ishtirok etgan molekullar soniga qarab reaksiya *bir molekulyar, ikki molekulyar va uch molekulyar* deb ataladi va hokazo.

O'z-o'zidan ma'lumki, uchta yoki undan ko'proq molekullarning baravariga to'qnashishi ehtimoli ikki molekulaning to'qnashishi ehtimolligidan ancha kam. Shu sababli uchmolekulyar reaksiyalar ikki molekulyar reaksiyalardan ko'ra kamroq uchraydi. Agar uchta yoki undan ortiq yoki ko'proq molekullar reaksiyaga kirisha olsa ham, haqiqatda, reaksiya bir necha oraliq bosqichlarni bosib o'tadi, bu bosqichlarning har qaysisida bitta-ikkita molekula ishtirok etadi.

Reaksiya tezligi o'zaro ta'sir etuvchi moddalar konsentrsiyalari bilan bog'lab ko'rsatadigan tenglamalarga qarab, reaksiyalar birinchi tartibli, ikkinchi tartibli va uchinchi tartibli bo'ladi. Reaksiyaning tartibi shu reaksiyaning molekulyarligi bilan doim bir xil bo'lavermaydi.

Masalan, bir molekulyar, reaksiyalar, ya'ni biror moddaning faqat bitta molekulasi o'zgaradigan reaksiyalar tezligi shu moddaning faqat ma'lum bir qisqa vaqt ichidagi konsentrsiyasiga proporsional bo'ladi, buni quyidagi reaksiya tenglamasi yordamida ko'rsatish mumkin:

$$V = -dx/dt = K(a-x)$$

Bunda, a – moddaning dastlabki konsentrsiyasi;

x – hosil bo'lgan modda konsentrsiyasi.

Demak, a-x dastlab olingan modda konsentrsiyasining ma'lum vaqt ichida o'zgarishini, ya'ni aniqroq qilib aytganda vaqt ichida dastlabki moddadan qancha qolganini ko'rsatadi.

Yuqoridagi tenglama matematik yo'llar bilan o'zgartirilsa (integrallansa), bir molekulyar kimyoviy reaksiya tezligi doimiysining tenglamasi hosil bo'ladi:

$$R = \frac{2,3}{t} \lg \frac{a}{a-x} \quad (3)$$

Bu tenglamaning o'ng tomonini reaksiya davom etayotganidagi turli (t ning turli qiymatlari) uchun amaliy ma'lumotlardan foydalanib hisoblab chiqarilib, tezlikning bir xil doimiyliklari hosil qilinadi.

Ikki molekulyar reaksiya tezligi reaksiyaga kirishuvchi har ikki modda konsentrasiyalari ko'paytmasiga teng.

$$\text{Demak, } V = dx/dt = r(a-x) \cdot (b-x)$$

Bu erda a va v- A hamda B moddalarning dastlabki konsentrasiyalari; x – reaksiyaga t vaqt ichida kirishgan moddaning molyar miqdori.

Yuqoridagi singari, bu differensial tenglama ham integrallansa, ikki molekulyar reaksiya yo ikkinchi tartibli reaksiya tezligi doimiyliги tenglamasi hosil bo'ladi:

$$R = \frac{2,3}{t(a-b)} * \lg \frac{b(a-x)}{a(b-x)} \quad (4)$$

Shunday qilib, ikki molekulyar reaksiyalarda reaksiyaga kirishuvchi moddalardan bittasining konsentrasiyasi ikkinchi moddaning konsentrasiyasidan bir necha marta ko'p bo'lsa, reaksiya tezlik doimiysi birinchi tartibli reaksiya tenglamasi bilan hisoblab chiqariladi.

Bunday reaksiyalar *pseudomolekulyar reaksiyalar* deb ataladi, bunda *pseudo* so'zi lotincha «aldamchi yoki o'xshash» ma'nosini bildiradi.

Shuni ham ta'kidlab o'tish kerakki, ko'pchilik reaksiyalarda bir qancha oraliq reaksiyalar bo'lib o'tadi va reaksiya tartibi shu reaksiyaga kirishuvchi molekulalar miqdoriga muvofiq keladigan hollar kamdan-kam uchraydi. Murakkab reaksiyaning umumiy tezligi shu reaksiyaning eng sekin boradigan oraliq reaksiya tezligi bilan aniqlanadi. Shunday qilib, murakkab reaksiya tartibi shu reaksiyaning eng sekin boradigan oraliq reaksiya tartibiga teng bo'ladi.

Gomogen kimyoviy reaksiya tezligi haroratga bog'liq ekani yuqorida ko'rsatib o'tilgan edi.

Bu bog'lanish Vant-Goff qoidasi bilan taxminan ifodalanadi:

Harorat 10°C oshirilsa, gomogen kimyoviy reaksiya tezligi 2-3 marta oshadi. Harorat 10°C oshirilganda reaksiya tezligi necha marta oshishini ko'rsatadigan son reaksiya tezligining harorat koeffisienti deb ataladi. Kimyoviy reaksiya tezligi haroratga qanday bog'liq ekani S.Arrenius tenglamasi bilan aniq ifodalanadi:

$$\frac{d \ln \kappa}{dT} = \frac{E}{RT^2}$$

Bunda: κ – reaksiya tezligi doimiysi;

R – universal gaz doimiysi;

T – absolyut harorat;

E - aktivlanish energiyasi

Reaksiya yuz berishi uchun har qanday molekula (atom) emas faqat aktiv molekulalar to'qnashuvi zarur. Kimyoviy reaksiya vujudga keladigan to'qnashishlar *effektiv to'qnashish* deb ataladi. Aktiv molekulalar energiyasi noaktiv molekulalar energiyasidan ortiqcha bo'ladi. Effektiv to'qnashish vujudga kelishi uchun aktiv molekulalarning energiyasi ma'lum bir eng kichik ortiqcha energiyadan kam bo'lmasligi shart. Mana shunday eng kichik ortiqcha energiya *aktivlanish energiyasi* deyiladi. Aktivlanish energiyasi va bir gradusga to'g'ri keladigan kaloriyalar bilan ifodalanadi (kall, mol.grad).

Yuqorida ko'rsatilgan formula matematik usullar bilan tegishlicha o'zgartirilsa, undan aktivlanish energiyasini ifoda etadigan juda oddiy tenglama hosil qilinadi:

$$E = \frac{2,3R(\lg \kappa_{t_2} - \lg \kappa_{t_1})}{\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2}} \quad (5)$$

bunda: κ_{t_1} - reaksiyaning T_1 – haroratdagi tezlik doimiysi;

κ_{t_2} - uning T_2 – haroratdagi tezlik doimiysi.

Demak, reaksiyaning ikki xil haroratdagi tezliklari doimiyligini tajriba yo'li bilan topib, shu reaksiyaning aktivlanish energiyasini hisoblab chiqarish mumkin.

10- Laboratoriya mashg'uloti

1. Vodorod peroksidning parchalanish reaksiyasi tezlik doimiysini gazometrik usulda aniqlash

Ishning maqsadi: Reaksiya tezlik doimiysini tajriba yo'li aniqlashni o'rganish.

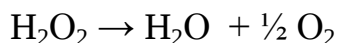
Kerakli asbob va reaktivlar:

1. 1000 ml.li stakan
2. Termometr
3. 50 yoki 100 ml.li byuretk
4. Tenglatiruvchi idish
5. Probirka
6. Tiqinlar
7. 3 % li H_2O_2 eritmasi
8. $CuSO_4$ ning 1 M.li eritmasi
9. Sekundometr
10. Suvli termostat

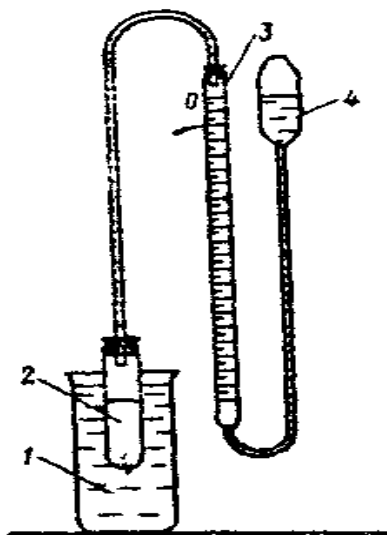
Ishning maqsadi: 1. Vodorod peroksidining parchalanishidan ajralib chiqqan kislorodning hajmini vaqt bo'yicha aniqlang.

2. Reaksiyaning tezlik doimiysini hisoblang.
3. Vodorod peroksidning parchalanish reaksiyasi aktivlanish energiyasini hisoblang.

Vodorod peroksidi suvli eritmalarida o'zidan-o'zi quyidagi tenglama bo'yicha parchalanadi:



Peroksidni parchalanishini katalizator, masalan, $CuSO_4$ qo'shib, tezlatish mumkin. Reaksiya gomogen katalitik reaksiyadir, chunki $CuSO_4$ va H_2O_2 suvli eritmada. Reaksiya tezligi ajralib chiqayotgan kislorod hajmini o'lchash orqali aniqlanadi. Ish 12-rasmda keltirilgan asbobda bajariladi.



12-Rasm. Vodorod peroksidning parchalanish reaksiyasi tezligini o'lchash asbobi. 1-termostat vazifasidagi stakan; 2- probirka; 3-byuretk; 4-suv sathini tenglashtiruvchi idish.

Ishning bajarilishi: Reaksiya o'tkaziladigan probirkaga (2) 10 ml 1 M.li CuSO_4 eritmasi va 10 ml distillangan suv quyiladi. Probirka termostat vazifasini o'taydigan stakan (1) ga tushiriladi. Suv sathini tenglashtiruvchi idish (4) ni yuqori va pastga harakatlantirib, byuretk (3) dagi suvning sathi nurga keltiriladi. Shundan keyin pipetka yordamida 3 % li H_2O_2 eritmasi probirka (2) ga solinib, og'zi tiqin bilan yopiladi, yaxshilab aralashtiriladi va shtativga mahkam o'rnatiladi. Tajribaning boshlanish vaqti (-jadvalga) yoziladi.

Ajralib chiqayotgan kislorod byuretkadan suvni siqib chiqaradi, ya'ni kislorodning hajmiga mos ravishda byuretkadagi suvning sathi pastga tushadi. Byuretkada suv sathining tushishi bilan mos ravishda tenglashtiruvchi idish ham tushirib borilishi kerak, ayniqsa o'lchash vaqtda sathlar bir-biriga teng bo'lishi kerak. Ajralib chiqayotgan kislorod hajmi tajriba boshlanishidan boshlab 30 minut davomida har 3 minutda o'lchanadi.

Vodorod peroksidning to'lishiga parchalanishi uchun, reaksiya borayotgan probirka suv hammomiga yoki issiq suvli stakanga tushiriladi. Suv sathining o'zgarmay qolishi reaksiyaning tugaganini bildiradi. Reaksiya tugaganidan keyin reaksiya o'tkazilgan probirka yana dastlabki reaksiya o'tkazilgan idishga tushiriladi. Haroratlar tenglashtirilganidan keyin vodorod peroksidining to'liq

parchalanishidan hosil bo'lgan kislorodning hajmi (a) aniqlanadi. O'tkazilgan tajribaning o'lchash natijalari quyidagi jadval ko'rinishida rasmiylashtiring.

Tajriba o'tkazilgan harorat, °C _____

Vodorod peroksidning to'liq parchalanishidan ajralib chiqqan kislorodning hajmi – a, ml1.

5.Jadval

O'lchash tartibi	Vaqt,min	Kislorod hajmi,ml	a-x ml	lqa(a-x)	K
1					
2					
3					
4					
....					

Reaksiya tezligining doimiysi quyidagi tenglama yordamida hisoblanadi:

$$K = 2,3 / \tau [lqa/(a-x)]$$

Agar bu ish ikki har xil haroratda olib borilsa, olingan natijalardan foydalanib reaksiya tezligi doimiysining haroratga bog'liqligidan tashqari vodorod peroksidi parchalanishining aktivlanish energiyasini ham hisoblash mumkin. Buning uchun quyidagi formuladan foydalanamiz:

$$E_a = RT_1T_2 / (T_1 - T_2) / \ln K_1 / K_2$$

Bunda, E_a – aktivlanish energiyasi;

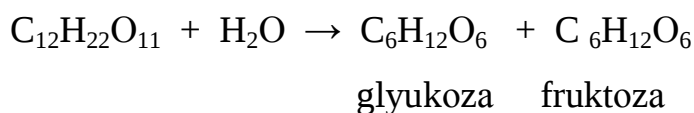
R – universal gaz doimiysi, uning qiymati 8,314 J.mol.K;

K_1 - T_1 haroratdagi reaksiya tezligi doimiysi;

K_2 - T_2 haroratdagi reaksiya tezligi doimiysi.

2. Shakar qamish shakarining inversiylanish tezlik doimiyligini aniqlash

Saxaroza gidrolizga uchrab glyukoza va fruktozani hosil qiladi:



Bu bimolekulyar reaksiyaning tezligi faqat saxarozaning konsentrasiyasiga bog'liq bo'lib, oxirigacha boradigan birinchi tartibli kinetik tenglamadir.

Reaksiya suvli eritmada deyarli bormaydi. Reaksiyani borish uchun katalizator sifatida kuchli kislota ishlatiladi.

Saxarozaning inversiyalanish reaksiyasining tezligi bimolekulyar reaksiya uchun ikkinchi tartibli kinetik tenglama ko'rinishida yoziladi:

$$\frac{dx}{dt} = R(a-x)(b-x) \quad (1)$$

Saxarozaning inversiyasi suvli eritmada borishi sababli suvning molyar konsentrasiyasi saxarozaning molyar konsentrasiyasiga nisbatan ancha katta, lekin reaksiya natijasida suvning miqdori juda kam bo'lib, doimiy deb hisoblanadi.

$$b-x = b = \text{const}$$

$$\text{unda} \quad \frac{dx}{dt} = R(a-x)b = R'(a-x) \quad (2)$$

$$R' = R + b$$

Bu bimolekulyar reaksiya birinchi tartibli reaksiya bo'lib inversiya tezligi faqat saxarozaning konsentrasiyasiga bog'liq, reaksiyani tartibini aniqlash uchun reaksiya tezlik doimiysi qiymatini aniqlashi kerak.

Moddalar konsentrasiyasini polerimetrik usulda aniqlash qulay.

Polyarimetrik usul qutblangan tekislik burilish burchagini o'lchashga asoslangan. Saxaroza va reaksiya mahsulotlari optik aktiv moddalar bo'lib assimetrik uglerod atomini saqlaydi. Agar shakar eritmasidan qutblangan nur o'tkazilsa, qutblangan tekislikni burilish kuzatiladi.

Qutblangan tekislikni burilish burchagi optik aktiv moddalarni konsentrasiyasiga va eritma qavatining qalinligiga proporsional:

$$\alpha = \beta \ell c \quad (3)$$

β – solishtirma burilish; $S = 1$, $\ell = 1 \text{ dm}$

S – eritma konsentrasiyasi; g/ml

ℓ - eritmali kyuvetaning uzunligi; dm saxaroza uchun $\beta = 66,66^\circ$, glyukoza uchun $\beta = 52,56^\circ$ (tekislik o'ngga buriladi); fruktoza uchun $\beta = 91,9^\circ$ (tekislik chapga buriladi). Optik aktiv aralashmaning burilish burchagi har bir moddaning

burilish burchagini yig'indisiga teng. Shuning uchun saxarozaning gidrolizlanishi natijasida o'ngga burilish kamayib, reaksiya oxiriga chapga o'tib ketadi.

Agar reaksiya boshida aralashmaning qutblangan tekislikni burilishi burchagi α_0 , inversiya tugashidan keyin umumiy burilish α_∞ . Saxarozaning boshlang'ich konsentrasiyasi ($\alpha_0 - \alpha_\infty$) ga proporsional bo'ladi.

Ma'lum vaqtdan keyin saxarozaning konsentrasiyasi ($a-x$) $\alpha_\tau - \alpha_\infty$ bo'lib, α_τ ma'lum vaqtdagi qutblangan tekislikning burilish burchagidir. Birinchi tartibli reaksiyaning kinetik tenglamasiga α ning qiymatini qo'ysak:

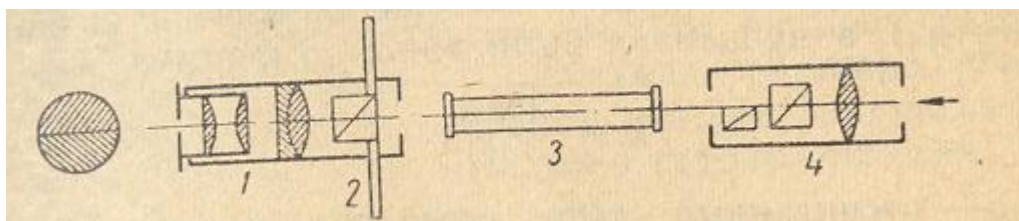
$$R = \frac{2,3}{\tau} \lg \frac{a}{a-x} = \frac{2,3}{\tau} \lg \frac{\alpha_0 - \alpha_\infty}{\alpha_\tau - \alpha_\infty} \quad (4)$$

Ishning maqsadi: Shakar qamish shakarining inversiyalanish tezlik doimiyligini hisoblashni o'rganish.

Kerakli asbob va reaktivlar:

1. 10 % li shakar qamish shakarining eritmasi
2. 1,2,4 n. HCl eritmasi
3. Suv hammomi
4. Termometr
5. Polyarimetr

Ishning bajarilishi: Shakarning miqdorini aniqlash uchun polyarimetrning nol nuqtasi aniqlanadi.



13-Rasm. Polyarimetrning tuzilishi.

1-okulyar; 2-analizator; 3-polyarimetr kyuvetasi; 4-polyarizator.

Distillangan suv to'ldirilgan polyarimetr nayi polyarimetrga joylashtirilib (13-rasm) okulyar 1 ni aylantirish orqali yaxshi ko'rinishga erishiladi, analizator diski 2-ni aylantirish bilan ko'rish maydoni bir xil yoritiladi. Nol nuqta deb analizatorning nol holati olinadi va keyingi o'lchashlar noniusga nisbatan olinadi. Agar analizatorning shkaladagi nol nuqtasi nonius nol nuqtaga nisbatan o'ng

tomonga yotgan bo'lsa, bunda bu farqni tekshiruvchi eritmani o'ngga aylantirish orqali hisobdan kamaytiriladi, chapda yotgan bo'lsa qo'shiladi:

agar nol shkala nonus nolga nisbatan chapga yotgan bo'lsa, aksincha o'ng tomonga aylantirib farq hisobga qo'shiladi, chapda esa-hisobdan kamaytiriladi.

Qandning (optik aktiv moddalar) miqdori foizlarda quyidagi formula bilan hisoblanadi.

$$q = \frac{100\alpha}{\ell[\alpha]}$$

bu erda α – eritmaning hisoblangan burilish bursagi; $[\alpha]$ – shakar (optik aktiv modda)ning solishtirma burilish, burchagi; ℓ - polyarimetr nayining uzunligi, dm. Amalda nay shunday tanlanadiki, q α ga teng bo'lsin, masalan, glyukoza uchun 0,947 yoki 1,894.

Ayni ishda nol nuqtani aniqlamaslik ham mumkin, chunki shakarning konsentrasiyasi dastlabki va inversiyadan keyingi burilish burchagining farqiga (α_0 - α_∞) to'g'ri proporsional. Xuddi shu paytdagi invertirlanmasdan qolgan shakar konsentrasiyasi ham burilish burchagining farqiga to'g'ri proporsional (α_τ - α_∞). Ma'lumki, tuzatma α_0 , α_τ va α_∞ qiymatlarni o'zgartirmaydi.

Shuning uchun ish toza shakar eritmasining (kislotasiz) burilish burchagini o'lchash bilan boshlanadi. 10 % li shakar va 1, 2, 4 n HCI eritmalari tayyorlanib, suv hammomida ma'lum haroratda saqlanadi.

10-20 minutdan keyin, polyarimetr nayi 2-3 marta tekshiriladigan shakar eritmasi bilan chayilib, to'ldiriladi (havo pufaklari qolmasligi kerak) va burilish burchagi o'lchanadi. Keyin toza kolbaga 20 ml shakar eritmasidan va 20 ml kislota eritmasidan olinadi, kislota eritmasini qo'yish va quyib bo'lgan vaqt oralig'i belgilanadi; bu vaqtlarning o'rtacha qiymatini tajriba boshlanishi deb qabul qilinadi.

Polyarimetr nayi tayyorlangan shakar-kislota aralashmasi bilan chayqalanadi va to'ldirib, o'z o'rniga o'rnatilib ko'rsatilgan vaqtlar oraligida burilish burchagi o'lchanib quyidagi jadvalga yozib boriladi.

Masalan, toza shakar eritmasining burilish burchagi $\alpha = 40,2^\circ$, shunga muvofiq, suyultirilgan kislota eritmasidagi shakar eritmasining burilish burchagi 2 marta kam, $\alpha = 20,1^\circ$ (hisoblash bo'yicha). Bu kattaliklar jadvalning birinchi qatoriga kiritiladi.

Yozish tartibi

N_0	Astronomik vaqt	Tajriba boshlangan vaqt τ , min	$\frac{2,303}{\tau}$	Hisoblangan burchak α	$(\alpha_0 - \alpha_\infty)$	$\lg(\alpha_\tau - \alpha_\infty)$	$\lg(\alpha_0 - \alpha_\infty)$	R_t
1.	2s.28min	0	-	20,1	26,4			
2.	2s.33min	5	-	19,7	26,0			
3.	2s.38min	10	-	19,1	25,0			
4.	2s.48min	20	-	18,2	24,5			
5.	3s.08min	40	-	16,3	22,6			
6.	3s.28min	60	-	13,2	19,5			
7.	isitilgandan keyin	∞	-	6,3	-			

Oltinchi hisoblashdan so'ng shakar kislota eritmasining aralashmasi maxsus kolbaga quyilib, inversiya oxirigacha borishi uchun suv hammomida $60-70^\circ\text{C}$ da 20-30 min davomida qizdiriladi, eritmani qaynab ketishiga yo'l qo'yilmaydi. Aralashma tegishli haroratigacha sovugandan so'ng qaytib burilish burchagi α_∞ o'lchanadi.

τ , $(\alpha_0 - \alpha_\infty)$ va $(\alpha_\tau - \alpha_\infty)$ son qiymatlari (4) formulaga qo'yilib har bir vaqt uchun shakarning inversiylanish doimiyligi R hisoblanadi. Tezlik doimiyligini konsentrasiyaga bog'liq emasligiga, olingan qiymatlarni bir-biriga yaqinligiga ishonch hosil qilib, uning o'rtacha qiymati hisoblanadi.

Nazorat savollari

1. Kimyoviy kinetikaning asosiy qonunini tariflang. U qanday omillarga bog'liq?

2. Kimyoviy reaksiyaning tezligi qanday o'lchanadi?
3. Kimyoviy reaksiya tezlik konstantasining fizik ma'nosi qanday?
4. Nima uchun reaksiya tezligi harorat ko'tarilishi bilan ortadi?
5. Reaksiyalarning kinetik klassifikatsiyasi nimadan iborat?
6. Reaksiyalarning tartibi nima va u qanday aniqlanadi?
7. Oddiy va murakkab reaksiyalarga tarif bering?
8. Zanjir reaksiyalar nimadan iborat?
9. Reaksiya tezligiga harorat qanday ta'sir ko'rsatadi?
10. Arrhenius tenglamasi nimadan iborat?
11. Faollanish energiyasi qanday aniqlanadi?
12. Faol to'qnashuvlar nazariyasining ta'rifi nimadan iborat?
13. Reaksiyaning energetik g'ovi nimadan iborat? Grafigini chizing.
14. Geterogen reaksiyalar kinetikasi nimalardan iborat? Reaksiyaning diffuzion va kinetik sohalari haqida tushuncha bering.
15. Kimyoviy reaksiya tezligi deb nimaga aytiladi? Va unga qanday omillar ta'sir qildi?
16. Kimyoviy reaksiyaning molekulyarligi va tartibi deb nimaga aytiladi? Misollar bilan tushuntiring.
17. Reaksiyaning tartibi qanday usullar bilan aniqlanadi? Javobingizni izohlang.
18. Kimyoviy reaksiya tezligi konstantasining fizik ma'nosini tushuntiring.
19. Kimyoviy reaksiya tezligiga qanday omillar ta'sir qiladi? Misollar bilan tushuntiring.
20. Kimyoviy reaksiya tezligiga temperaturaning ta'sirini tushuntiring.
21. Kimyoviy reaksiyaning aktivlanish energiyasi nima va u qanday faktorlarga bog'liq?
22. Qanday reaksiyalar qaytar reaksiyalar deyiladi?
23. Kimyoviy muvozanat nima?
24. Massalar ta'siri qonunining ta'rifini aytib bering.
25. Katalizatorlar reaksiyaning borishiga qanday ta'sir ko'rsatadi?

26. Kislota va asoslar katalizator bo'la oladimi (misollar keltiring).
27. Nima uchun katalizator ishlatilganda unum oshmaydi?
28. Kimyoviy reaksiya muvozanatiga katalizator qanday ta'sir etadi?
29. Gomogen, mikrogeterogen va geterogen kataliz nima?
30. Avtokataliz uchun misollar keltiring.
31. Katalizatorning aktiv markazlari nimalardan iborat?
32. Kataliz nazariyalari haqida nimalar bilasiz?
33. Katalitik zahar, promotor va katalitik yoyuvchilar nimadan iborat?
34. Fermentativ kataliz nima?
35. Kimyoviy reaksiya tezligiga katalizator qanday ta'sir qiladi? Izohlang.
36. Katalizator nima? Ular necha xil bo'ladi? Izohlang.
37. Bir katalizatorni boshqa katalizatorga almashtirsa kimyoviy reaksiyaning tezlik konstantasiga ta'sir ko'rsatadimi?
38. Murakkab reaksiyalar deb nimaga aytiladi? Ularni qanday turlarini bilasiz?
39. Zanjir reaksiya nima, u qanday bosqichlardan iborat? Misollar bilan tushuntiring.
40. Avtokatalitik reaksiya deb nimaga aytiladi? Izohlang.

ILOVALAR

1-Jadval

Kuchsiz kislota va asoslarning (25⁰C) dissosiasiyalanish doimiyliklarining qiymatlari

Nomi	Formulasi	Dissosiasiyalanish konstantasi	pK
Ammoniy gidrooksid	NH_4OH	$K = 1,8 \cdot 10^{-5}$	4,74
Oksalat kislota	$H_2C_2O_4$	$K = 5,6 \cdot 10^{-2}$	1,25
		$K = 5,4 \cdot 10^{-5}$	4,27
Ortofosfat kislota	H_3PO_4	$K = 7,1 \cdot 10^{-3}$	1,96
		$K = 6,2 \cdot 10^{-8}$	6,70
		$K = 4,2 \cdot 10^{-13}$	12,44
Sirka kislota	CH_3COOH	$K = 1,74 \cdot 10^{-5}$	4,74
Karbonat kislota	H_2CO_3	$K = 4,5 \cdot 10^{-7}$	1,76
		$K = 4,8 \cdot 10^{-11}$	7,20
Sianid kislota	HCN	$K = 5,0 \cdot 10^{-10}$	9,15
Sulfid kislota	H_2S	$K = 1,0 \cdot 10^{-7}$	6,99
		$K = 2,5 \cdot 10^{-13}$	12,89
Sulfit kislota	H_2SO_3	$K = 1,4 \cdot 10^{-2}$	1,76
		$K = 6,2 \cdot 10^{-8}$	7,20
Vodorod poroksid	H_2O_2	$K = 2,0 \cdot 10^{-12}$	
		$K = 1,0 \cdot 10^{-25}$	11,70
Chumoli kislota	$HCOOH$	$K = 1,5 \cdot 10^{-4}$	3,75
Vino kislota	$H_2C_4H_4O_6$	$K = 1,0 \cdot 10^{-3}$	3,04
		$K = 4,6 \cdot 10^{-5}$	4,37
Ortoborot kislota	H_3BO_3	$K = 6,0 \cdot 10^{-10}$	9,24
		$K = 1,8 \cdot 10^{-13}$	
		$K = 1,6 \cdot 10^{-14}$	
Nitrit kislota	HNO_2	$K = 6,9 \cdot 10^{-4}$	3,29
Ftorid kislota	HF	$K = 4,0 \cdot 10^{-10}$	3,17

2-Jadval

Suvli eritmalarda ayrim ionlarning cheksiz suyultirilgandagi ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik qiymatlari ($t = 25^{\circ}\text{C}$)

<i>Kation</i>	λ_0	<i>Anion</i>	λ_0
N^+	349,8	OH^-	198,3
NH_4^+	73,6	$\frac{1}{4} [Fe(CN)_6]^{4-}$	110,5
K^+	73,5	$\frac{1}{4} [Fe(CN)_6]^{3-}$	100,9
$\frac{1}{2} Pb^{2+}$	70	$\frac{1}{2} CrO_4^{2-}$	85
$\frac{1}{2} Fe^{3+}$	68	$\frac{1}{2} SO_4^{2-}$	80,0
$\frac{1}{2} Ba^{2+}$	63,6	J	78,8
$\frac{1}{3} Al^{3+}$	63,0	Br^-	78,1
Ag^+	61,9	Cl^-	76,4
$\frac{1}{2} Ca^{2+}$	59,5	$\frac{1}{2} CrO_4^{2-}$	74,0
$\frac{1}{2} Sr^{2+}$	59,5	NO_3^-	71,5
$\frac{1}{2} Cu^{2+}$	56,5	$\frac{1}{2} CO_3^{2-}$	69,3
$\frac{1}{2} Cd^{2+}$	54	ClO_4^-	67,4
$\frac{1}{2} Fe^{2+}$	53,5	F^-	55,4
$\frac{1}{2} Mg^{2+}$	53,1	CH_3COO^-	40,9
Na^+	50,1		
Li^+	38,7		

3-Jadval**Suvning sirt tarangligi**

Harorat °C	Sirt taranglik erg/sm ³	Harorat °C	Sirt taranglik egr/sm ³	Harorat °C	Sirt taranglik egr/sm ³
0	75,49	25	71,78	50	67,8
5	74,75	30	71,03	60	66,0
10	74,01	35	70,29	70	64,2
15	73,26	40	69,54	80	62,3
20	72,53	45	68,6		

4-Jadval**Ba'zi suyuqliklarning sirt tarangligi**

(Ma'lumotlar 20°C da berilgan; chegaralanuvchi muhit-havo)

Suyuqlik	Sirt taranglik erg/sm ³	Suyuqlik	Sirt taranglik erg/sm ³
Benzol	28,9	Uglerod sulfid	32,3
Dietil efir	17,0	Xloroform	27,1
Simob	~500	Etil spirt	22,3

Moddalarning normal sharoitdagi termodinamik xossalari

Modda	ΔH°_{298} , kJ/mol	ΔG°_{298} , J/mol	ΔS°_{298} , J/(mol.K)
A ₂ O ₃ (q)	-1671	-1583,3	50,9
CH ₄ (g)	-74,9	-50,8	186,4
C ₂ H ₂ (g)	226,9	-	-
CO (g)	-110,6	-137,2	197,7
CO ₂ (g)	-393,8	-394,6	213,8
CaC ₂ (q)	-62,8	-64,9	70,0
CaO (q)	-636	-604,4	39,8
Ca(OH) ₂ (q)	-987,2	-899,2	83,4
CuO (q)	-155,3	-129,5	42,7
CS ₂ (s)	87,92	64,5	151,1
COCl ₂ (g)	-223,1	-206,9	283,9
Fe ₂ O ₃ (q)	-822,7	-740,8	87,5
Fe ₃ O ₄ (q)	-1117,9	-1014,8	146,3
HCl (g)	-92,36	-95,4	186,9
H ₂ O (g)	-242	-228,8	188,8
H ₂ O (s)	-286	-237,4	70,0
H ₂ SO ₄ (s)	-811,8	-690,8	157,0
NH ₃ (g)	-46,22	-16,3	192,8
NO (g)	89,93	80,6N	210,7
NH ₄ Cl (q)	-313,8	-203,3	95,9
(NH ₄) ₂ SO ₄ (q)	-1180,2	-902	220,2
P ₂ O ₅ (q)	-1531,5	-	-
PbO (q)	-218	188,3	68,7
SO ₂ (g)	-297,1	-300,4	248,2
SO ₂ Cl ₂ (g)	-343,5	-	-

ADABIYOTLAR

1. Balezin S.A. Fizik va kolloid ximiyadan amaliy mashg'ulotlar o'tkazish qo'llanmasi. O'zSSR.Don.,Toshkent, 1959, -235 b.
2. Burmistrova O.A. i dr. Praktikum po fizicheskoy ximii. Gos.izd. "Vi'sh.shk.", -M., 1963, - 194 s.
3. Marshov P.M. Praktikum po fizicheskoy i kolloidnoy ximii. Izd. "Vissh.shk.", - M, 1967, -191 s.
4. Shatalov A.YA., Marshakov I.K. Praktikum po fizicheskoy i kolloidnoy ximii. Izd. "Vi'ssh.shk.", - M, 1968, -224 s.
5. Gameeva O.S. Sbornik i upravjneniy po fizicheskoy i kolloidnoy ximii. - M, 1989, -191 s.
6. Sbornik voprosov i zadach po fizicheskoy ximii dlya samokontrolya. Pod.red. S.F.Bolevskogo - M,"Vi'ssh.shk." 1979, - 119 s.
7. Klimov I.I., Filko A.I. Sbornik vosposov i zadach po fizicheskoy i kolloidnoy ximii - M,"Prosveshenie" 1983, -176 s.

M U N D A R I J A

KIRISH.....	3
I.Eritmalarning muzlash va qaynash haroratining o'zgarishi...	4
2. Kimyoviy termodinamika	9
2.1. Kolorimetr doimiyligini aniqlash.....	12
2.2. Neytrallanish issiqligi	16
3. Faza, komponent va tizimning erkinlik darajasi.	19
3.1. Harorat tahlil usuli	20
4.Elektr o'tkazuvchanlik.....	25
5.Galvanik elementlar.....	29
6. Sirt taranglik.	35
7. Kimyoviy kinetika va kataliz. Kimyoviy muvozanat.....	40
8. Shakar qamish shakarining inversiyalanish tezlik doimiy- ligini aniqlash	49
ILOVALAR.....	54
ADABIYOTLAR	58

