

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI SOG'LIQNI SAQLASH VAZIRLIGI

TIBBIY TA'LIMNI RIVOJLANTIRISH MARKAZI

TOSHKENT FARMATSEVTIKA INSTITUTI

NOORGANIK, FIZIK VA KOLLOID KIMYO KAFEDRASI

Elektrokimyo

Farmatsiya va sanoat farmatsiyasi fakultetlari II kurs talabalari uchun o`quv-
uslubiy qo`llanma

Toshkent 2019

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI SOGLIQNI SAQLASH VAZIRLIGI
TIBBIY TA'LIMNI RIVOJLANTIRISH MARKAZI
TOSHKENT FARMATSEVTIKA INSTITUTI

“TASDIQLAYMAN”

O'z R SSV Fan va ta'lim
bosh boshqarmasi boshlig'i
O'.S. Ismailov
2019 y "4" *fevral*
№ *2* bayonnoma



“KELISHILDI”

O'z R SSVning Tibbiy
ta'limni rivojlantirish
markazi direktori
N.R. Yangieva
2019 y "4" *fevral*
№ *2* bayonnoma



ELEKTROKIMYO

Farmatsiya va sanoat farmatsiyasi fakultetlari
II kurs talabalari uchun uslubiy qo'llanma



Toshkent – 2019

Tuzuvchilar:

- S.N. Aminov - Noorganik, fizik va kolloid kimyo kafedrası
professori, k.f.d.,
M.M. Qurbonova - Anorganik, analitik, fizik va kolloid kimyo kafedrası
dotsenti, f.f.n.,
M.M. Raxmatullaeva - Noorganik, fizik va kolloid kimyo kafedrası
dotsenti, f.f.d,
N.T. Zokirova - Noorganik, fizik va kolloid kimyo kafedrası
Dotsent v/b, k.f.n.

Taqrizchilar:

Ubaydullaev Q.A. - Toshkent farmatsevtika instituti farmatsevtik kimyo kafedrası
professori, k.f.n.

Masharipov S.M. – Toshkent tibbiyot akademiyasi tibbiy va biologik kimyo
kafedrası professori, k.f.d.

Toshkent farmatsevtika institutining markaziy o`quv uslubiy kengashining
2019 yil 23 sentabr 6- sonli majlisida muhokama qilindi va
chop etishga tavsiya etildi.

Uslubiy qo`llanma Toshkent farmatsevtika instituti Ilmiy kengashida ko`rib
chiqildi va chop etishga tavsiya etildi (31 sentabr 2019 yil, 06- sonli
bayonnoma).

Ilmiy kotib farm.f.n. dotsent



V.R. Xaydarov

I- BOLIM. ELEKTROLIT ERITMALARINING ELEKTR O`TKAZUVCHANLIGI MAVZUNING TEXNOLOGIK KARTASI

Mavzu:	Elektrolit eritmalarining elektr o`tkazuvchanligi
Mavzuning ahamiyati	Elektrolit eritmalapining elektr o`tkazuvchanligini tajribada aniqlash; kislota, asos, tuz eritmalarini kondyktometrik titplash asosida eritma konsentratsiyasini aniqlash, kuchsiz elektrolitlar dissotsialanish darajasi va ionlanish konstantasini, suv ion konsentratsiyalarining ko`paytmasini aniqlash, erituvchida yomon eriydigan tuzlarning eruvchanlik konsentratsiyasini konduktometrik usulda aniqlashlar – kimyo va farmatsiyada muhim ahamiyatga egadip.
Maqsad va vazifalar	Eritmalar elektrokimyosi bo`yicha sifat va miqdoriy tekshirishlarni o`tkazishda talabalarning bilim va amaliy mahoratlarini rivojlantirish. Ilmiy jadvallarda keltirilgan ma'lumotlardan foydalanib, elektrolitlarning fizik va kimyoviy xossalarini kattaliklarini aniqlash. Ishdan ko`zda tutilgan tarbiyaviy maqsad: mavzuda keltirilgan materiallar asosida talabalarning ilmiy, ma'naviy-ma'rifiy dunyoqarashlarini rivojlantirish.
Mashg`ulotni tashkil etish	Ushbu mavzu 2 ta amaliy mashg`ulotga mo`ljallangan: Xar bir mashg`ulot uchun vaqt taqsimoti: berilgan mavzuni o`zlashtirilganligini aniqlash - 40 minut tajribani bajarish – 30 – 40 minut olingan natijalarni hisoblash – 20-30 minut ish joyini tartibga keltirish- 10- 20 minut
O`quv jarayoning mazmuni	Talabalarni elektrolit eritmalapining elektr o`tkazuvchanligini tajribada aniqlaydi. Konduktometrik usulda asosida eritma konsentratsiyasini aniqlaydi.
O`quv jarayonini amalga oshirish texnologiyasi	<u>Uslub:</u> Og`zaki savol-javob, suhbat-munozara “Bumerang” texnologiyasi, SWOT – analiz, tahlil uslubi, aqliy xujum. <u>Shakli:</u> Amaliy mashg`ulot, kichik guruhlarda va jamoada ishlash. <u>Vosita:</u> Tarqatma materiallar, ko`rgazmali vositalar-grafiklar, amaliy mashg`ulot olib boriladigan laboratoriyada amaliy mashg`ulotlar maxsus jihozlangan o`quv laboratoriyalarida olib boriladi. Buning uchun quyidagilar zarur: reoxord, o`zgaruvchan tok generatori, kichik qarshilikka ega bo`lgan telefon (naushnik), qarshiliklar magazini, platalangan platina elektrodleri tushirilgan shisha idishcha, termostat, elektr simlari, byuretk,

	0,02n. kaliy xlorid eritmasi, NaOH, KCl, CH ₃ COOH larining eritmalari. BaSO ₄ ning to'yingan eritmasi, distillangan suv. <u>Baholash:</u> Rag'batlantirish, o'z-o'zini baholash.
Kutiladigan natijalar	<u>O'qituvchi:</u> elektrolit eritmalapining elektr o'tkazuvchanligini va konduktometrik usulda asosida eritma konsentratsiyasini aniqlashni multimediya orqali tushuntiradi. Mavzuni qisqa vaqt ichida barcha talabalar tomonidan o'zlashtirilishiga erishadi. Talabalar faolligini oshiradi, ularni mustaqil ishlashga o'rgatadi. Bir vaqtning o'zida ko'pchilik talabalarni baholaydi. <u>Talabalar:</u> Yangi bilimlarni egallaydi; yakka holda va guruh bo'lib ishlashni o'rganadilar. Nutq rivojlanadi va eslab qolish qobiliyati kuchayadi. O'z-o'zini nazorat qilishni o'rganadilar; qisqa vaqtda ko'p ma'lumotga ega bo'ladilar.

SWOT – analiz, tahlil uslubi.

SWOT uslubi – interaktiv texnologiya bo'lib, talabalarni biron bir mavzuni chuqur o'rganishlariga yordam berib, hamkorlikda, jamoa bo'lib ishlashni o'rgatadi. U talabalarda fikriy bog'liqlik, mantiq, xotiraning rivojlanishiga imkoniyat yaratadi, qandaydir muammoni hal qilishda o'z fikrini ochiq va erkin ifodalash mahoratini shakllantiradi. Mazkur uslub talabalarga mustaqil ravishda bilimning sifati va saviyasini holis baholash, o'rganilayotgan mavzu haqidagi tushuncha va tasavvurlarni aniqlash imkonini beradi. Ayni paytda, turli g'oyalarni ifodalash hamda ular orasidagi bog'liqliklarni aniqlashga imkon beradi.

Talabalar kichik guruhlarga bo'linadi. Oldindan tayyorlangan tarqatma materiallar tarqatiladi. Har bir guruh o'z fikrlarini yozib bo'lganlaridan so'ng, ular orasida savol-javob ketadi. Trening uchun 5 minut vaqt ajratiladi.

SWOT – analiz, tahlil uslubi	
Solishtirma elektr o'tkazuvchanlik	Ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik

Bumerang (aks-sado) treningi.

Mazkur pedagogik texnologiya bir mashg'ulot davomida o'quv materialini chuqur va yaxlit holatda o'rganish, ijodiy tushunib yetishga yo'naltirilgan. Bu texnologiya yordamida muammoli, vaziyatli va munozarali mavzularni o'rganish mumkin. "Bumerang" deyilishi – ning sababi bir mashg'ulot davomida har bir ishtirokchi turli topshiriqlarni bajarishi, talaba navbat bilan o'quvchi yoki o'qituvchi rolini bajarishi mumkin.

Ushbu darsda talabalar kichik guruhlariga bo`linadi va vazifa yozilgan material tarqatiladi. Har bir guruh talabasi o`z fikrini bayon qiladi. O`z fikrini himoya qilayotgan guruhga boshqa guruhlar talabalari savol beradilar va guruhlar orasida “Bumerang” tarzida savol - javob ketadi. Bu usulda guruhlariga quyidagi vazifalar beriladi:

1 – guruh

1. Elektrolit eritmalarida elektr o`tkazuvchanlik qanday yuzaga keladi va qanday faktorlarga bog`liq bo`ladi?
2. Solishtirma va ekvivalent elektr o`tkazuvchanlik. Matematik ifodalari va o`lchov birliklari?
3. Idishning sig`im qarshiligi (idish doimiyligi) va uni aniqlash?

2 – guruh

1. Ionlarning mustaqil harakatlanish qonuni (Kol'raysh qonuni) va uning matematik ifodasi?
2. Konduktometrik usulda kuchsiz elektrolitlar dissotsialanish darajasi va ionlanish konstantasini aniqlash?
3. Erituvchida kam (yomon) eriydigan tuzlarning eruvchanlik konsentratsiyasini konduktometrik usulda aniqlash ?

3 – guruh

1. Kuchsiz kislotani kuchli ishqor bilan, kuchli kislotani kuchli ishqor bilan, kuchli va kuchsiz kislotalar aralashmalarini kuchli ishqor yordamida konduktometrik titrlash grafiklarining taxlili.
2. Elektr o`tkazuvchanlikni aniqlash asosida olib boriladigan fizik-kimyoviy analiz usullarining mohiyati?
3. 1 va 2 xil o`tkazgichlar va ularni o`zaro qanday farqlash mumkin?

4 – guruh

1. Elektr o`tkazuvchanlik deb nimaga aytiladi va u qanday o`lchov birliklarda o`lchanadi?
2. 1 va 2 xil o`tkazgichlarning elektr o`tkazuvchanligini aniqlash uslubida qanday farq mavjud?
3. Elektrolit eritmalarining elektr o`tkazuvchanligi qanday faktorlarga bog`liq bo`ladi?

5 – guruh

1. Elektr o`tkazuvchanlik. O`tkazgich turlari.
2. Solishtirma elektr o`tkazuvchanlik va unga tasir etuvchi faktorlar.
3. Ekvivalent elektr o`tkazuvchanlik va unga tasir etuvchi faktorlar.

6 – guruh

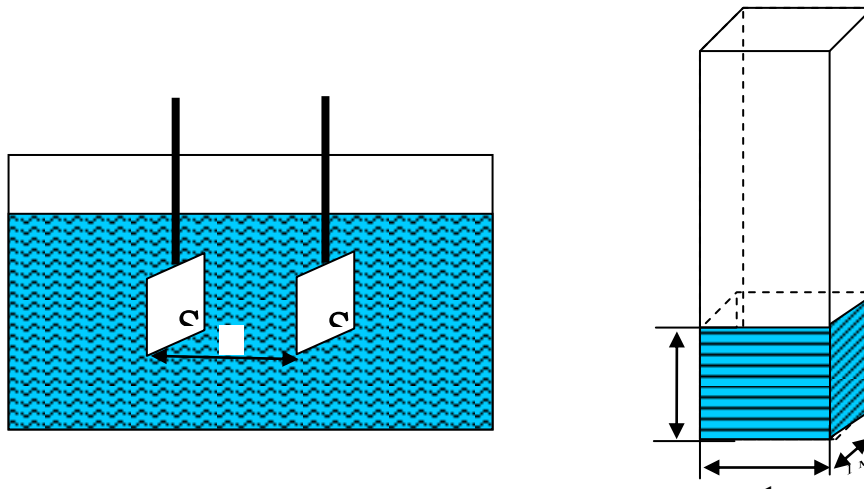
1. Eritmalarining elektr o`tkazuvchanligini o`lchash. Kolraush sxemasi.
2. Ionlarning mustaqil harakatlanish qonuni.
3. Elektr o`tkazuvchanlikning sanoatdagi va farmatsiyadagi ahamiyati.

Trening uchun 5 daqiqa vaqt ajratiladi.

Bumerang texnologiyasi tanqidiy fikrlashga, talaba ongini mantiqiy shakllantirishga imkon beradi, talabalarni jamoa bilan ishlashga o`rgatadi, xushfe`llik, o`zgaralar fikriga hurmat, faollik, o`ziga xolis baho berish kabi ko`nikmalarni beradi.

Asosiy kattaliklar va ularning ifodalanishi va birliklari

Elektrolit eritmalarining elektr o`tkazuvchanligini o`lchash, tomonlari 1 smdan bo`lgan kvadrat kesmali idishda (1-rasm) olib boriladi. Idish yon devorining ikkitasi platinadan va ikkitasi shishadan yasalgan bo`ladi. Idishga ma`lum xajmda elektrolit quyiladi.



1-rasm. Elektrolit eritmalarining elektr o`tkazuvchanligini o`lchash uchun ishlatiladigan idish tuzilishi.

Ma'lumki, o`tkazgichning qarshiligi R o`tkazgich uzunligiga l to`g`ri proporsional, uning ko`ndalang kesma yuzasiga teskari proporsionaldir.

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

bu erda ρ - solishtirma qarshilik bo`lib, uzunligi 1 sm, ko`ndalang kesimi 1 sm^2 ga teng bo`lgan o`tkazgich qarshiligidir.

Elektr o`tkazuvchanlik bu moddalarning elektr tokini o`tkazish xususiyatidir. O`tkazgichning elektr o`tkazuvchanligi χ_o uning qarshiligiga teskari proporsionaldir.

$$\chi_o = \frac{1}{R}; \text{ Om}^{-1} \quad (2)$$

Solishtirma qarshilikka ρ teskari bo`lgan kattalik solishtirma elektr o`tkazuvchanlik χ deyiladi. χ - kappa/.

$$\chi = \frac{1}{\rho}; \text{ om}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1} \quad (3)$$

$1/$ va $3/$ tengliklardan quyidagi tenglikni keltirib chiqarish mumkin:

$$\chi = \frac{1}{R} \cdot \frac{l}{S} \quad (4)$$

Shunday qilib, 1 sm uzunlikdagi va ko'ndalang kesim yuzasi 1 cm² bo'lgan o'tkazgichning elektr o'tkazuvchanligi solishtirma elektr o'tkazuvchanlik deb ataladi.

Oralig'i 1 sm bo'lgan ikki yassi va bir-biriga papalell joylashgan ikki elektrod o'rtasida 1 g-ekv elektrolit saqlagan eritmaning elektr o'tkazuvchanligi ma'lum suyultirishdagi ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik deyiladi $/\lambda_v/$ (λ -lyambda) $\lambda_v = \chi 1000V \quad \text{Om}^{-1} \text{sm}^2 \cdot \text{g-ekv}^{-1} \quad (4^2)$

bu erda V -1g-ekv. modda saqlagan eritma hajmi bo'lib, u litrda hisoblanadi va uni suyultirish soni deb yuritiladi.

Solishtirma va ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik orasidagi bog'lanishni quyidagicha tushuntirish mumkin. Agar idishga 1 sm³ eritma solinsa uning elektr o'tkazuvchanligi solishtirma elektr o'tkazuvchanlikka teng bo'ladi. Eritmadan yana qo'shib borilsa umumiy elektr o'tkazuvchanlik ham ortib boradi va eritma hajmida 1 g-ekv. elektrolit saqlagan holatda, elektr o'tkazuvchanlik ekvivalent elektr o'tkazuvchanlikka teng bo'ladi. Ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik eritmani suyultirish bilan ortib boradi va cheksiz suyultirishda u ma'lum bir maksimum qiymatga erishadi, buni cheksiz suyultirishdagi elektr o'tkazuvchanlik $/\lambda_\infty/$ deyiladi. λ - erituvchi va erigan modda tabiatira va temperatypaga bog'liq. $/\lambda_\infty/$ Kolraush qonuni (ya'ni ionlarning mustaqil harakatlanish qonuni) ga binoan ayni elektrolitni tashkil etuvchi kation (l_k) va anion (l_a) harakatchanliklarining summasiga teng. $\lambda_\infty = l_k + l_a$

Ayrim ionlarning har xil haroratdagi harakatchanliklarining qiymati quyidagi jadvalda keltirilgan

1-jadval

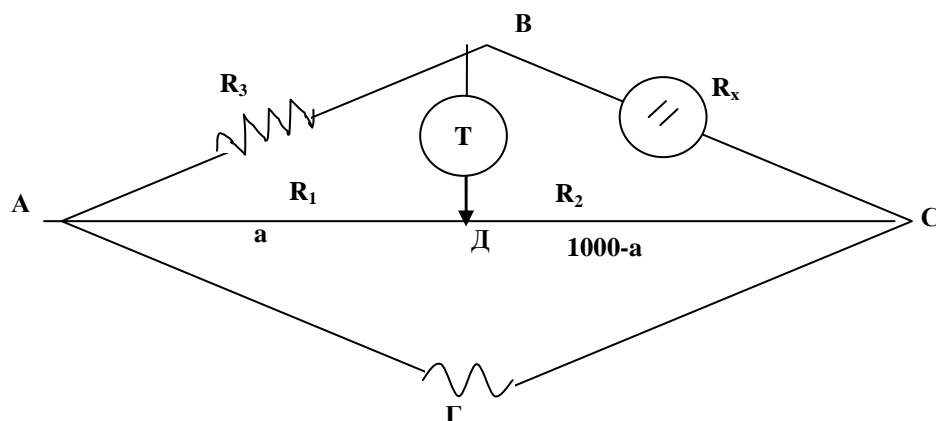
Suvlik, cheksiz suyultirilgan eritmalarda ionlarning harakatchanliklari

Kationlar	18 ⁰	25 ⁰	Anionlar	18 ⁰	25 ⁰
H ⁺	315	349	OH ⁻	173,8	197,b
Na ⁺	43,2	50,1	CH ₃ COO ⁻	35,0	39,8
K ⁺	b4,2	74,5	NO ₃ ⁻	b1,b	70,b
NH ₄ ⁺	b4,3	74,5	Cl ⁻	b5,2	75,5
$\frac{1}{2} \text{Mg}^{2+}$	45,0	53,7	$\frac{1}{2} \text{SO}_4^{2-}$	b8,0	79,0

Tajribada o'tkazgichning qarshiligi to'g'ridan-to'g'ri o'lchanib, so'ngra χ va λ larni va shularga bog'liq boshqa kattaliklarni hisoblab topish mumkin.

Elektrolit eritmalarining qarshiligini aniqlash

”Kolraush ko`prigi” sxemasi yordamida elektrolit eritmalarining qarshiligi aniqlanadi.



2-rasm. Kolraush ko`prigi sxemasi.

Sxemada AS reoxordni bildiradi. Reoxord uzunligi 1000 mm dan iborat G`maxsus qotishmadan tayyorlangan va yuqori qarshilikka ega bo`lgan G` o`tkazgich (sim) tortilgan lineykadir. O`tkazgichning har bir 1 mm uzunligi, 1 om qarshilikka teng bo`ladi. Д -surgichni bildiradi. Г - yuqori chastotali o`zgaruvchan tok generatorini bildiradi. T – kichik qarshilikka ega bo`lgan telefon yoki naushnik.

Eritmalarning elektr o`tkazuvchanligini aniqlashda o`zgarmas tokdan foydalanib bo`lmaydi, chunki bu vaqtda elektroliz jarayoni sodir bo`lib, eritmada erigan modda miqdori o`zgarib, elektrodning qutblanishi va o`tkazuvchanlikning kamayishi kuzatiladi.

Sxemada VS – elkada platinalangan platina elektrodleri tushirilgan va tekshiriluvchi eritma (R_x) solinadigan shisha idish joylashgan. Bu shisha idish termostatga tushirilgan, (chunki harorat o`zgarishi bilan eritmaning qarshiligi ham o`zgaradi). AV –elkada qarshiliklar magazini (R_3) joylashgan.

Eritmaning qarshiligini quyidagicha aniqlanadi. AV-elkada joylashgan qarshiliklar magazini yordamida R_3 –qarshilik beriladi, shy paytda surgich – D ni , lineyka bo`ylab chapga va o`ngga suriladi va telefon yoki naushnikda eshitiladigan yuqori chastotali o`zgaruvchan tok uchun xarakterli ovozning eng past eshitiladigan nuqtasi topiladi. (a (R_1) yoki AD oraliq masofa). Shunday qilib, telefonda ovoz eng past eshitilganda yoki umuman yo`qolsa, bu paytda «Kolraush ko`prigi» elkalari (AB, BC, AD, DC) o`rtasida quyidagicha nisbat yuzara keladi.

$$AD=R_1 \quad DC=R_2 \quad AB=R_3 \quad BC=R_x, \quad \frac{R_3}{R_x} = \frac{R_1}{R_2}; \quad (b)$$

Bundan $R_x=R_3 \frac{R_2}{R_1}$ (7) kelib chiqadi. Bu erda R_x eritma qarshiligi, R_3 - qarshiliklar magazinidan olinadigan qarshilik. R_1 va R_2 – lineykada AD va DC oraliqlariga to`g`ri keladigan qarshiliklar. Bu oraliq (masofalar)ga to`g`ri keladigan qarshiliklar nisbati o`rniga, oraliq masofalar nisbatini ham olish

mumkin.

$$\text{Bundan } R_x = R_3 \frac{1000 - a}{a}; \quad (8)$$

bu erda “a” – AĐoraliq (masofa) uzunligi, mm, “1000-a” – DC oraliq (masofa) uzunligi, mm.

Shunday qilib, /8/ tenglama yordamida eritma qarshiligi topilgandan so`ng, solishtirma elektr o`tkazuvchanlikni hisoblab topish mumkin tenglama yordamida.

$$C = \chi_{KCl} R_{X(KCl)} \quad (9)$$

Bu erda C – idishning sig`imi (idish doimiyliigi) bo`lib, uni kontsentratsiyasi 0.02n bo`lgan kaliy xlorid eritmasi yordamida topiladi. χ_{KCl} - ayni haroratda, 0.02 n. kontsentratsiyali kaliy xlorid eritmasi uchun olingan (jadvaldan) solishtirma elektr o`tkazuvchanlik qiymati. R_x - 0.02 n. Kontsentratsiyali KCl eritmasi uchun tajribada aniqlangan qarshilik.

Quyidagi jadvalda har xil haroratlarda, turli kontsentratsiyali KCl eritmalari uchun solishtirma elektr o`tkazuvchanlik qiymatlari keltirilgan.

Jadval 2.

Har xil haroratlarda, turli kontsentratsiyali KCl eritmalari uchun keltirilgansolishtirma elektr o`tkazuvchanlik, $\text{Om}^{-1} \cdot \text{sm}^{-1}$.

Harorat, 0C	1 n. KCl	0,1 n. KCl	0,01n. KCl	0,02 n. KCl
15	0.09252	0.01048	0.001147	0.002243
18	0.09827	0.01120	0.001225	0.002397
21	0.10400	0.01181	0.001305	0.002553
25	0.11180	0.01288	0.001413	0.0027b5

1-laboratoriya mashguloti. Konduktometrik usulda kuchsiz elektrolitning ionlanish darajasi va konstantasini aniqlash.

1 - Ish. Idishning sig`im qarshiligi (idish doimiyliigi)ni aniqlash. Buni amalga oshirish uchun avval mustaqil ravishda ishga tegishli nazariy va amaliy savollarga javob topib, ishning bajarilish tartibi bilan tanishib chiqish kepak.

Ishning bajarilish tartibi

1. “Kolraush ko`prigi” sxemasi asosida 0.02 n. KCl eritmasi uchun qarshilik topiladi.

2. Ayni haroratda bepilgan 0,02 n. KCl eritmasi uchun 2 jadvaldan solishtirma elektr o`tkazuvchanlik (χ) qiymati olinadi.

3. Berilgan (2) tenglama yordamida idish sig`im qarshiligi (S) hisoblanadi.

Ishning bajapilishi bo`yicha ayrim ko`rsatmalar

Eritma qarshiligini o`lchash uchun ishlatiladigan idish va unga tyshirilgan elektrodlar 2 marta distillangan suv bilan yuvilib, 0,02 n. KCl eritmasi bilan ham 2-3 marta chayib tashlanadi. So`ngra idishga pipetka yordamida 10,0 ml 0,02 n. KCl eritmasidan solinadi va idish termostatga tyshiriladi. Sxema bo`yicha qurilma qismlarining to`g`ri ulanganligini tekshirib chiqiladi. O`zaro tutashadigan elektr

simlarining uchlari plastmassa qobig`idan ajratilgan va mayda “qum qog`ozi” yordamida yaxshilab tozalangan bo`lishi kerak. Eritma solingan idish termostatda 10-15 minyt yshlab turiladi va so`ngra tajriba olib boriladi. Buning uchun reoxord elektr simi orqali o`zgaruvchan tok manbaiga ulanadi. Telefonda bir qadar yuqori va ravon ovoz eshitilganligiga ishonch hosil qilinganidan so`ng, o`lchashni boshlash mumkin. Har bir natija uchun 3 marotaba o`lchash qaytariladi va o`rtacha qiymat hisobga olinadi. O`lchash tugagandan so`ng tok manbai uzib qo`yiladi. Idishdagi eritma to`kib tashlanadi va distillangan suv bilan idish chayib qo`yiladi .

O`lchash natijalari

Idishning sig`im qarshiligi (9) tenglama yordamida hisoblanadi. O`lchash natijalarini quyidagi jadvalga yozib boriladi.

Tajriba	Qarshiliklar magazinidan olinadigan qarshilik	AD–masofa, mm	DS–masofa, mm
1.			
2.			
3.			

Tajriba natijalari bo`yicha o`lchashning nisbiy xatoligi aniqlanadi.

2 - Ish. Sirka kislotasi eritmasi uchun dissotsialanish darajasi (b) va ionlanish konstantasi (K) ni aniqlash va shu asosda vodorod ionlarining konsentratsiyasi $[H^+]$ ni aniqlash.

Bu ishni bajarish uchun mavzuga tegishli nazariy va amaliy savollarga tegishli ma'lumotlar bilan tanishib chiqing.

Ishning bajapilish tartibi

1. “Kolraush ko`prigi” sxemasi; bo`yicha berilgan 4 xil konsentratsiyali sirka kislotasi eritmalari uchun qarshiliklar aniqlanadi.

2. Idishning sig`im qarshiligini bilgan holda 4 xil sirka kislotasi eritmalari ychun solishtirma va ekvivalent elektr o`tkazuvchanlik qiymatlari hisoblanadi.

3. Sirka kislota eritmasi uchun ionlanish darajasi (b) va konstantasi (K)ni hisoblanadi.

4. 2 va 3 punktlarda keltirilganlapdan foydalanib 4 xil sirka kislotasi eritmalari uchun ionlanish darajasi va konstantasini hisoblanadi.

5. Sirka kislotasining turli konsentratsiyali eritmalari uchun dissotsialanish darajasi va ionlanish konstantasi qiymatlarini bilgan holda vodorod ionlari konsentratsiyasini hisoblanadi.

Ishning bajarilishi bo`yicha ayrim ko`reatmalar

Idishning sig`im qarshiligi aniqlangandan so`ng, idish va elektrodlar yaxshilab distillangan suv bilan yuviladi. So`ngra 2-3 marta 0,1 n. sirka kislotasi eritmasi bilan chayib tashlanadi. Idishga pipetka yordamida 0,1 n sirka kislota eritmasidan solinadi va idish termostatga tushiriladi. Termostatda idish 10-15

minut ushlab turiladi va so`ngra xuddi 1 ishdagidek o`lchash olib boriladi.

Tajribani shuningdek 0,05 n. va 0,025 n. sirka kislota eritmalari uchun ham qaytariladi.

O`lchash natijalari quyidagi formulalar yordamida hisoblanadi:

1. KCl qarshiligi $R_{KCl} = R_3 \frac{1000 - a}{a}$

2. Idishning sig`im qarshiligi: $C = \chi_{KCl} \cdot R_{KCl}$

3. Tekshiriluvchi eritmaning qarshiligi: $R_x = R_3 \frac{1000 - b}{b}$

4. Solishtirma elekt o`tkazuvchanlik: $\chi = \frac{C}{R_x}$

Ekvivalent elektro`tkazuvchanlik:

Suyultirish soni $V = \frac{1}{C}$ $\lambda_v = \chi \cdot 1000 \cdot V = \frac{\chi \cdot 1000}{C}$

5. Cheksiz elekt o`tkazuvchanlik:

$$\lambda_\infty = \ell_a + \ell_\kappa$$

6. ionlanish darajasi:

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

7. ionlanish konstantasi:

$$K = \frac{a^2 \cdot c}{1 - a}$$

8. Vodorod ioni konsentratsiyasi: $[H^+] = \alpha \cdot C \cdot n$,

9. Vodorod ko`rsatgich: $pH = -\lg[H^+]$

Sirka kislota eritmasi uchun ionlanish darajasi quyidagi tenglama yordamida aniqlanadi:

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

λ_∞ - cheksiz suyultirishdagi ekvivalent elektr o`tkazuvchanlik bo`lib, uning qiymati 1-jadvaldan olinadi. Sirka kislota uchun ionlanish konstantasi quyidagi tenglama yordamida aniqlanadi.

$$K = \frac{\alpha^2 C}{1 - \alpha}; \quad \text{yoki} \quad K = \frac{\alpha^2}{(1 - \alpha)V};$$

Vodorod ionlarining konsentratsiyasi quyidagi tenglama yordamida aniqlanadi.

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

Bu erda S - kislota eritmasining molyar konsentratsiyasi, n - kislota

ionlanishidan hosil boʻlgan vodopod ionlarining soni. Tajribada olingan natijalar quyidagi jadvalga yozib boriladi.

C, n	V, l	a, mm	1000-a, mm	R _x , om	χ , om ⁻¹ sm ⁻¹	λ_v	α	K

Olingan natijalar boʻyicha solishtirma va ekvivalent elektr oʻtkazuvchanlikning eritmani suyultirish bilan qanday oʻzgarishini grafik tarzda chizib koʻrsating va tushuntiring?

2-laboratoriya mashguloti. Konduktometrik titrlash.

Eritmalar elektr oʻtkazuvchanligi, eritmada mavjud ionlar harakatchanligi bilan bogʻliqdir. Bu holat, ayrim titrlashlar paytida indikator oʻrnida elektr oʻtkazuvchanlikdan foydalanish mumkinligini koʻrsatadi. Bunday titrlash konduktometrik titrlash deyiladi.

Ma'lumki, xajmiy titrlash jarayonida indikator oʻz rangini oʻzgartiradi, bu rangsiz, tiniq eritmalarda aniq kuzatilishi mumkin. Agar tekshiriluvchi eritma rangli yoki loyqa boʻlib, tiniq boʻlmasa (fiziologik va biologik eritmalar) u holda indikatorlarni ishlatib boʻlmaydi. Chunki indikator rangining keskin oʻzgarishini aniq kuzatib boʻlmaydi.

Tekshiriluvchi eritmani titrant bilan titrlash jarayonida hap bir hajm titrant qoʻshilganda elektr oʻtkazuvchanlikni aniqlab borish asosida grafik tuzib ekvivalent nuqtani aniqlash mumkinligini Kyuster taklif etdi. Konduktometrik titrlashni har xil kislota, asos va tuzlarning miqdorini aniqlashda, hamda biologik va fiziologik suyuqliklarni titrlashda ham qoʻllashimiz mumkin.

Oʻzaro tenglashadi (neytrallanish nuqtasida). Olingan natijalarni grafik tarzda ifodalansa, nuqtalar orqali ikkita toʻgʻri chiziq oʻtkazish mumkin. Bu toʻgʻri chiziqlarning oʻzaro kesishgan nuqtasi ekvivalent nuqtaga toʻgʻri keladi. Bu nuqtadan abstsissaga perpendikulyar tushirilsa, titrlash uchun sarf boʻlgan ishqorning hajmi ma'lum boʻladi.

Bumerang (aks-sado) treningi.

1 – guruh

1. Eritmani suyultirish bilan kuchsiz elektrolit ionlanish konstantasi qanday oʻzgaradi?
2. Konduktometrik titrlash grafigini tuzishda, ordinata oʻqiga qanday elektr oʻtkazuvchanlik qoʻyiladi?

3. Nima sababdan titrlash davomida magazinning qarshiligi o'zgarmas bo'lishi kerak?

2 – guruh

1. Kuchli kislotani kuchli ishqor bilan konduktometrik titrlash grafigini chizib, tushuntirib bering?
2. Kuchsiz kislotani kuchli ishqor bilan konduktometrik titrlash grafigini chizib tushuntirib bering?
3. Kuchli va kuchsiz kislota aralashmalarini kuchli ishqor bilan konduktometrik titrlash grafiklarini chizib tushuntirib bering?

3 – guruh

1. Nima sababdan vodorod va gidroksil ionlarining harakatchanliklari, boshqa ionlar harakatchanliklaridan katta?
2. Nima sababdan ishqoriy metal ionlarining harakatchanligi, metallarning atom massasi ortishi bilan ortib boradi?
3. Ionlarning mustaqil harakatchanliklari haqidagi Kolraush qonuni, matematik ifodasi va amaliy ahamiyati?

4 – guruh

1. Indikator ishtirokidagi oddiy hajmiy titrlashga nisbatan, konduktometrik titrlashning afzalligi bormi?
2. Erituvchida yomon eriydigan elektrolitlarning eruvchanligini konduktometrik usulda aniqlash nimaga asoslangan?
3. O'zgaruvchan tok chastotasining va kuchlanishning o'zgarishi elektrolit eritmasining elektr o'tkazuvchanligiga ta'sir etadimi?

Kerak bo'ladigan asbob uskunalar va reaktivlar: elektr o'tkazuvchanlikni aniqlovchi R-38 asbobi yoki KL1-2 rusmdagi «Impuls» konduktometri yoki FE30/EL30 Mettler Toledo nomli asboblari; elektrodli titrlash idishi; mikrobyuretkaga yoki 25 ml li byuretkaga; hajmi 10-20 ml li pipetka; mexanik aralastirgich yoki shisha tayoqcha; 0,001M li HCl eritmasi; 0,001 M li CH_3COOH eritmasi; 0,1 M li NaOH eritmasi.

Ishning bajariish tartibi:

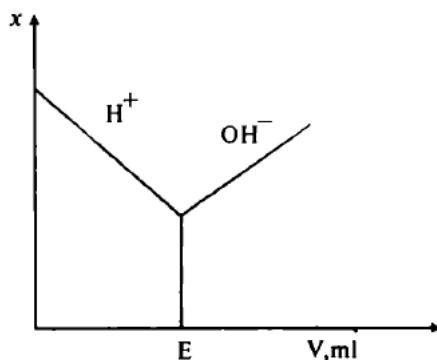
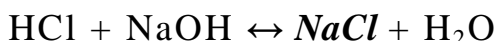
1. Konduktometrik titrlashda elektr o'tkazuvchanlikni aniqlash asbobidan foydalaniladi.
 1. Tekshirilayotgan eritmadan ma'lum hajmda (10-20 ml) idish (stakan)ga quyiladi. Agar eritma elektrodni yopmasa, elektrodlar suyuqlik bilan to'liq yopilguncha distillangan suv quyiladi.
 2. Byuretkaga ma'lum konsentratsiyali ishqor eritmasi quyiladi va u tekshirilayotgan eritma tepasiga o'rnatiladi.

3. Byuretkadagi ishqor eritmasidan 0,1-0,2 ml dan quyilib eritma yaxshilab aralastiriladi
4. Asbob ko'rsatgan qiymat yozib boriladi.
5. Kislota neytrallangach yana 3-4 marta ishqor eritmasidan qo'shib o'lchash natijalari yoziladi.
6. Kuchsiz kislota titrlaganda neytrallanish tugaganligini qarshilik qiymatining kamaya boshlaganidan bilsa bo'ladi.
7. Olingan natijalardan ishqor eritmasining turlicha miqdorlarida eritmaning elektr o'tkazuvchanligi hisoblanadi.
8. Keyin abessissalar o'qiga ishqor eritmasining millilitrlardagi hajmi, ordinatalar o'qiga esa elektr o'tkazuvchanlikni qo'yib grafik chiziladi.
9. Grafikdagi nuqtalar orqali abssissalar o'qi bilan kesishguncha to'g'ri chiziqlar (urinmalar) o'tkaziladi.
10. Abtissa o'qida hosil bo'lgan kesma kislota neytrallash uchun zarur bo'lgan ishqor eritmasi miqdoriga to'g'ri keladi.
11. Ishqor konsentratsiyasini bilgan holda tekshirilayotgan kislota konsentratsiyasi aniqlanadi.

Olingan natijalar quyidagi jadvalga yoziladi.

Qo'shilgan ishqor miqdori, ml	Asbob ko'rsatkichi	Eritmaning elektr o'tkazuvchanligi

1. Kuchli kislota kuchli asos bilan konduktometrik titrlash:



4-rasm. Kuchli kislota kuchli ishqor bilan titrlash grafiqi.

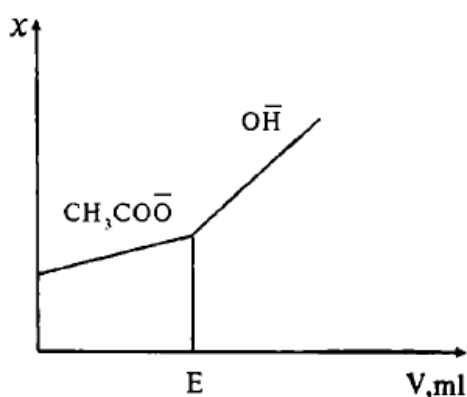
Xlorid kislotasiga natriy ishqori qo'shilsa, gidroksil ionlari tez harakatlanadigan vodorod ionlari bilan birikadi va dissotsialanmaydigan suv hosil bo'ladi. Vodorod o'mida eritmada unga nisbatan kam harakatlanadigan natriy ioni qoladi ($I_{\text{Na}^+}=43$). Shu sababli titrlash borasida elektr

oʻtkazuvchanlik minimumga yetadi. Keyingi qoʻshilgan 1 tomchi ($l_{OH^-}=174$), gidroksil ionlarining harakatchanligi tufayli elektr oʻtkazuvchanlik yana oshadi. Grafik chizilsa $\chi=f(V, NaOH)$, yaʼni absissa oʻqiga titlashga sarflangan ishqoming ml miqdori, ordinata oʻqiga esa eritma elektr oʻtkazuvchanligi qoʻyilsa, 4-rasmda koʻrsatilgan egri chiziq hosil boʻladi.

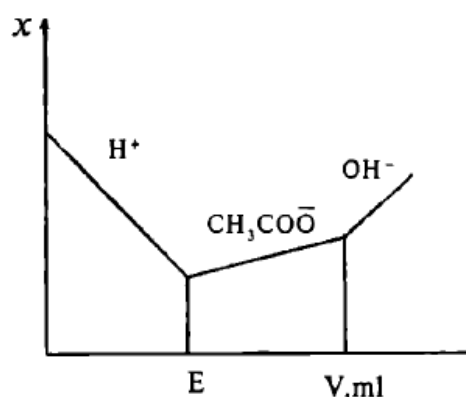
Titrlash borasida hosil boʻlgan egri chiziqning singan joyidan absissa oʻqiga peʼpendikulyar tushirib, ekvivalent nuqta (E) topiladi. Bu nuqtada titrlash uchun sarflangan ishqor miqdori topiladi. Buning uchun ushbu proporsiyadan foydalaniladi:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{N_2}{N_1(HCl)}; \quad N_1(HCl) = \frac{N_2 \cdot V_2}{V_1}$$

V_1 — berilgan, HCl hajmi; V_2 — ishqor hajmi, grafikdan topiladi;
 N_2 — ishqor konsentratsiyasi, maʼlum.

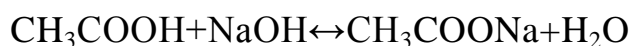


5-rasm. Kuchsiz kislotani kuchli ishqor bilan titrlash grafigi.



6-rasm. Kuchli va kuchsiz kislota aralashmasini kuchli ishqor bilan titrlash grafigi.

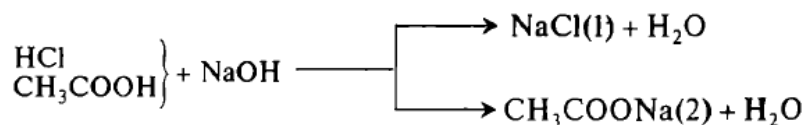
2. Kuchsiz kislotani (masalan, sirka kislotasi), kuchli asos (NaOH) bilan titrlash.



Titrlash borasida yomon dissotsiatsiyalanadigan sirka kislotasi, uning yaxshi dissotsiatsiyalanadigan tuziga almashinadi. Demak, titrlash borasida elektr oʻtkazuvchanlik ortadi. Ekvivalent nuqtada elektr oʻtkazuvchanlik OH^- ioni hisobiga keskin ortadi (5-rasm). Yuqoridagi proporsiya usuli bilan kuchsiz kislota miqdori aniqlanadi.

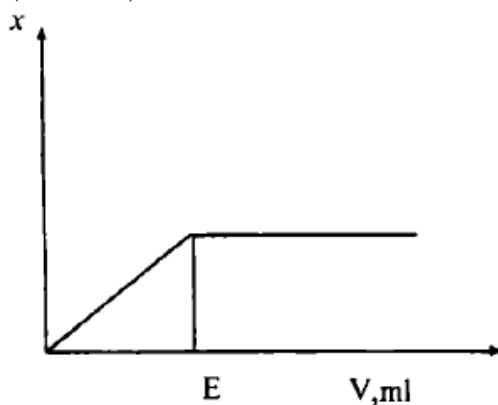
3. Kuchli va kuchsiz kislotalar aralashmasini konduktometrik titrlash.

Masalan, $HCl + CH_3COOH$ boʻlsa, NaOH eritmasi bilan titrlansa:

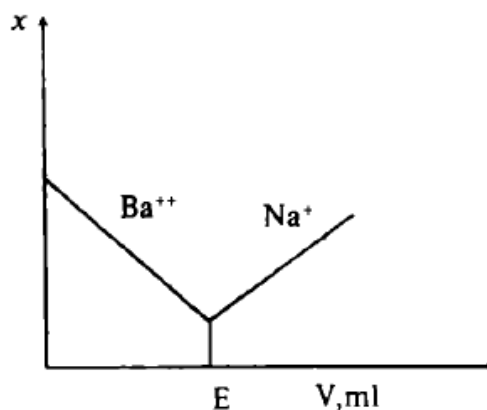


Dastlab kuchli kislota titrlanadi. Elektr oʻtkazuvchanlik pasayadi; HCl tugagandan soʻng, CH_3COOH titrlanadi; elektr oʻtkazuvchanlik natriy atsetat hisobiga yana asta-sekin koʻtariladi. Grafikda 2 ta singan nuqta kuzatiladi; I nuqta HCl ni, II nuqta esa. CH_3COOH ni titrlashga ketgan NaOH hajmi

ifodalaydi (6-rasm).



7-rasm. Kuchsiz kislotani kuchsiz asos bilan titrlash grafigi.



8-rasm. $BaCl_2$ ni Na_2SO_4 bilan titrlash grafigi.

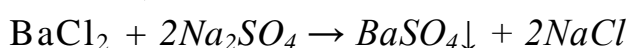
4. Kuchsiz kislotani kuchsiz asos bilan titrlash.



Yuqoridagi reaksiyada kuchsiz elektrolitlar ta'siri natijasida kuchliroq elektrolit — tetraborat ammoniy hosil bo'ladi. Shu tufayli titrlash borasida elektr o'tkazuvchanlik ortib boradi. Ekvivalent nuqtadan so'ng, grafik bo'yicha elektr o'tkazuvchanlik qariyb o'zgarmaydi. Chunki hosil bo'lgan tetraborat ammoniy kuchli elektrolit bo'lgani uchun ortiqcha qo'shilgan NH_4OH elektr o'tkazuvchanlikka ta'sir ko'rsatmaydi (7-rasm). Xuddi shunday hol $CH_3COOH + NH_4OH \rightarrow CH_3COONH_4 + H_2O$ misolida ham takrorlanadi:

5. Cho'ktirish reaksiyasiga asoslangan konduktometrik titrlash.

Masalan,



Reaksiya natijasida yomon eriydigan $BaSO_4$ hosil bo'ladi ($Z_R = 1,08 \cdot 10^{-10}$). Ba^{++} ionlari titrlash borasida Na^+ ioniga almashinadi. Binobarin, elektr o'tkazuvchanlik pasayadi (8-rasm).

3 - Ish. Konduktometrik titrlash yordamida berilgan kislota konsentratsiyasini aniqlash.

Ishning bajarilish tartibi

Konsentratsiyasi noaniq kislota eritmasining qarshiligi topish.

Tekshiriluvchi kislota eritmasini, konsentratsiyasi aniq bo'lgan ishqor bilan titrlash. Har bir qo'shiladigan (0,5 ml) ishqor hajmidan so'ng eritma qarshiligi aniqlab boriladi.

Olingan natijalar asosida grafik tuziladi.

Grafikdan kislotani titrlash uchun sarf bo'lgan ishqorning hajmini aniqlanadi. Kislota konsentratsiyasi hisoblanadi.

Ishning bajarilishi bo'yicha ayrim ko'rsatmalar

Elektr o'tkazuvchanlikni aniqlash uchun ishlatiladigan idishga pipetka

yordamida 10 ml, konsentratsiyasi aniqlanishi kerak boʻlgan kislota eritmasi solinadi. Qarshiliklar magazinidan olinadigan qiymat shunday boʻlishi kerakki, telefonda eshitiladigan ovozning pasayishi reaxordning oʻrta qismiga toʻgʻri kelsin. Soʻngra byuretkadan 0,5 ml konsentratsiyasi aniq ishqor qoʻshilib, yaxshilab aralastiriladi. Surgichni lineyka boʻylab chapga, oʻngga surib, telefonda ovoz past eshitiladigan (holat) nuqta topiladi (qarshiliklar magazinidan olinadigan qarshilik qiymati tajriba oxirigacha doimiy boʻlishi kerak). Lineykada topilgan $A\Delta$ –oralik masofa (yoki “a”) (8) tenglamaga muvofiq, titrlanuvchi eritma elektr oʻtkazuvchanligiga toʻgʻri proporsionaldir. Ishqor eritmasi, tokining qiymati oshib boruvchi 3 ta qiymatlar olinguncha qoʻshib boriladi. Titrlash tugagandan soʻng generatorning ishlashi toʻxtatiladi, idishdagi aralashma toʻkib tashlanadi va unga distillangan suv solib qoʻyiladi. Grafik tuzishda ordinata oʻqiga tajribada lineykadan olingan “a” masofa, abstsissa oʻqiga ishqorning hajmi(V) qoʻyiladi. Grafikdan titrlashga sarf boʻlgan ishqorning hajmi topiladi va quyidagi formula yordamida kislota konsentratsiyasi aniqlanadi.

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

Bu erda C_1 –kislota konsentratsiyasi, V_1 -olingan kislota eritmasining hajmi, C_2 –ishqorning konsentratsiyasi, V_2 - grafikdan ekvivalent nuqtaga toʻgʻri kelgan ishqor hajmi.

Konduktometrik titrlash natijalarini quyidagi jadvalga yozib boriladi.

Qoʻshilgan ishqor hajmi, ml	
Lineykadan olinadigan “a” masofa, mm	

4 - Ish. Erituvchida kam eriydigan tuzlarning eruvchanligini konduktometrik usulda aniqlash.

Bu tajribani bajarish uchun aniqlash usuliga tegishli nazariy va amaliy savollarga mustaqil oʻqib, javoblar topib, ishlash tartibi bilan tanishib chiqish kerak.

Ishning bajarilish tartibi

1. Berilgan 0,02 n. kaliy xlorid eritmasi uchun idish doimiyligini topish.
2. Distillangan suvning qarshiligini aniqlash.
3. Toʻyingan bariy sulat eritmasi qarshiligini aniqlash.
4. Yuqorida topilgan qiymatlar asosida suvning va toʻyingan bariy sulfat eritmasining solishtirma elektr tkazuvchanligi xisoblanadi.
5. Jadvalda (1) keltirilgan qiymatlar asosida, berilgan haroratda bariy sulfat uchun “cheksiz suyultirishdagi ekvivalent elektr tkazuvchanlik” aniqlanadi.
6. 4 va 5 punktlar boʻyicha topilgan natijalar asosida bariy sulfatning eruvchanligi topiladi

Ma'lumki, erituvchida yomon eriydigan tuzning eritmasida ionlar konsentratsiyasi juda kichik bo'ladi, shuning uchun ham bunday eritmaning ekvivalent elektr o'tkazuvchanligini, "cheksiz suyultirishdagi ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik" deb qarash mumkin. Yuqoridagi keltirilgan (4) tenglamani quyidagicha yozish mumkin: $\lambda_{\infty} = \chi_{BaSO_4} \cdot \frac{1000}{C}$ (14)

Bu erda χ_{BaSO_4} - to'yingan bariy sulfat eritmasining solishtirma elektr o'tkazuvchanligi, S – to'yingan bariy sulfat eritmasining konsentratsiyasi, g-ekv/l. 1-jadvalda keltirilgan qiymatlar asosida, (5) tenglama yordamida ((- hisoblanadi. To'yingan bariy sulfatning solishtirma elektr o'tkazuvchanligining juda kichikligini va suvning solishtirma elektr o'tkazuvchanligiga yaqin kelishini nazarda tutib, tajribada topiladigan

χ (bariy sulfat to'yingan eritmasi), (χ_{BaSO_4}) va suv (χ_{H_2O}) solishtirma elektr o'tkazuvchanliklarining summasiga teng deb qaraladi.

$$\chi_{\text{to'yinganeritmaBaSO}_4} = \chi_{BaSO_4} + \chi_{H_2O}$$

bundan quyidagini topish mumkin $\chi_{(BaSO_4)} = \chi_{(\text{to'yingan eritma BaSO}_4)} - \chi_{(H_2O)}$

u paytda tenglama quyidagicha yoziladi: $\lambda_{\infty} = \left(\chi_{\text{to'yinganeritmaBaSO}_4} - \chi_{H_2O} \right) \frac{1000}{C}$

bundan $C = \left(\chi_{\text{to'yinganeritmaBaSO}_4} - \chi_{H_2O} \right) \frac{1000}{\lambda_{\infty}}$ (15)

Ishning bajarilishi bo'yicha ayrim ko'rsatmalar

Bariy sulfatning to'yingan eritmasini tayyorlashda ishlatiladigan distillangan suv uchun va tayyorlangan to'yingan bariy sulfat eritmasi uchun qarshiliklar topiladi (2-rasmda keltirilgan sxema bo'yicha).

Idish sig'imi qarshiligi, distillangan suv va to'yingan bariy sulfat eritmasi uchun solishtirma elektr o'tkazuvchanlik (1) va (4) tenglamalar yordamida hisoblanadi. Berilgan temperaturada, tuzning suvda eruvchanligi (15) tenglama yordamida hisoblanadi.

Mustaqil ishlashi uchun keltirilgan topshiriqlar (savollar, masalalar, test variantlari)

1. 1 va 2 xil o'tkazgichlar va ularni o'zaro qanday farqlash mumkin?
2. Elektr o'tkazuvchanlik deb nimaga aytiladi va u qanday o'lchov birliklarda o'lchanadi?
3. 1 va 2 xil o'tkazgichlarning elektr o'tkazuvchanligini aniqlash uslubida qanday farq mavjud?
4. Elektrolit eritmalarning elektr o'tkazuvchanligi qanday faktorlarga bog'liq bo'ladi?
5. Konduktometrik titrlash grafigini tuzishda, ordinata o'qiga qanday elektr o'tkazuvchanlik qo'yiladi?

6. Nima sababdan titrlash davomida magazinning qarshiligi o'zgarmas bo'lishi kerak?
7. Kuchli kislotani kuchli ishqor bilan konduktometrik titrlash grafigini chizib tushuntirib bering?
8. Kuchsiz kislotani kuchli ishqor bilan konduktometrik titrlash grafigini chizib tushuntirib bering?
9. Kuchli va kuchsiz kislotani aralashmalarini kuchli ishqor bilan konduktometrik titrlash grafiklarini chizib tushuntirib bering?
10. Nima sababdan vodorod va gidroksil ionlarining xarakatchanliklari, boshqa ionlar xarakatchanliklaridan katta?
11. Nima sababdan ishqoriy metall ionlarining xarakatchanligi, metallarning atom massasi ortishi bilan ortib boradi?
12. Ionlarning mustaqil xarakatchanliklari xaqidagi Kolraush qonuni, matematik ifodasi va amaliy ahamiyati?
13. Indikator ishtirokidagi oddiy xajmiy titrlashga nisbatan, konduktometrik titrlashning afzalligi bormi?
14. Erituvchida yomon eriydigan elektrolitning eruvchanligini konduktometrik usulda aniqlash nimaga asoslangan?
15. O'zgaruvchan tok chastotasining va kuchlanishning o'zgarishi, elektrolit eritmasining elektr o'tkazuvchanligiga ta'sir etadimi?

Masalalar

1. 25°C da 0.1 n. KCl eritmasi uchun magazin qarshiligi 20 Om bo'lganda, telefonda minimum ovoz eshitilgan nuqta $l_1=25.9\text{ sm.}$, $l_2=24.1\text{ sm.}$ ga teng bo'lsa, idishning doimiyligi topilsin?

Javob: 0.24 sm^{-1}

2. Yuzasi 2 sm^2 bo'lgan ikki elektrod orasida joylashgan 0.1 n AgNO_3 eritmasining qarshiligi 100 om, ekvivalent elektr o'tkazuvchanligi $120.4\text{ Om}^{-1}\cdot\text{sm}^2\cdot\text{g-ekv}^{-1}$ bo'lsa, elektrodlar orasidagi masofani toping? (Agar $\lambda_{\infty}\text{CH}_3\text{COOH} = 391\text{ Om}^{-1}\cdot\text{sm}^2\cdot\text{g-ekv}^{-1}$ bo'lsa)

Javob: 2.408 sm

3. Oralig'i 1.72 sm, diametri 1.34 sm. ga teng bo'lgan yumaloq platina elektrodleri tushirilgan idishga 0.05 n. NaNO_3 eritmasi solingan. Eritma orqali kuchlanishi 0.5 V bo'lgan 1.85 amper tok o'tgan. Eritmaning solishtirma va ekvivalent elektr o'tkazuvchanliklari topilsin?

Javob: $4.512\cdot 10^{-3}\text{ Om}^{-1}\cdot\text{sm}^{-1}$ va $90.24\text{ Om}^{-1}\cdot\text{sm}^2\cdot\text{g-ekv}^{-1}$.

4. 25°C da 0.05 n. sirka kislotasi eritmasi uchun ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik topilsin?, (agar $\lambda_{\infty}\text{CH}_3\text{COOH} = 391\text{ Om}^{-1}\cdot\text{sm}^2\cdot\text{g-ekv}^{-1}$ va $K_{\text{CH}_3\text{COOH}} = 1.8\cdot 10^{-5}$ ga teng bo'lsa.)

Javob:

5. Solishtirma elektr o'tkazuvchanligi $2.77 \cdot 10^{-3} \text{ Om}^{-1} \text{ sm}^{-1}$ va ekvivalent elektr o'tkazuvchanligi $136.3 \text{ Om}^{-1} \cdot \text{sm}^2 \text{ g-ekv}^{-1}$ larga teng bo'lgan KCl eritmasining konsentratsiyasi topilsin?

Javob: 0.02 n.

b. Idish doimiyliigi 0.60 sm^{-1} ga teng bo'lgan idishga 25°C da 0.0078 n. propion kislota eritmasi solindi va telefonda minimum ovoz quyidagi nuqtada $l_1=48 \text{ sm}, (l_2=52 \text{ sm})$ eshitildi.

Toza suv uchun o'sha idishda topilgan qarshilik 10^5 Om ga teng bo'lsa. Kislota eritmasi uchun ionlanish konstantasi topilsin?

Javob: $1.3 \cdot 10^{-5}$.

7. Oksalat kislota ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) eritmasining normal suyultirish soni 30 ga teng bo'lsa, ushbu kislota eritmasi uchun normal konsentratsiya aniqlansin? Javob:

8. Ammoniy xlorid eritmasidagi Cl^- ionining tashish soni $t=0.491$ ga teng. Agar eritmaning cheksiz suyultirishdagi ekvivalent elektr o'tkazuvchanligi $149.0 \text{ Om}^{-1} \text{ sm}^2 \cdot \text{g-ekv}^{-1}$ ga teng bo'lsa, kation (NH_4OH) ning absolyut tezligi topilsin?

Javob: $7.8 \cdot 10^{-4} \text{ sm}^2/\text{sek.}$

9. 0.1 n. ammoniy gidroksid eritmasining 40°C dagi ionlanish konstantasi $2 \cdot 10^{-5}$ ga teng bo'lsa, eritma tarkibidagi OH^- ionining konsentratsiyasini aniqlang.

Javob: $1.4 \cdot 10^{-3} \text{ g-ion /l.}$

10. To'yingan talliy bromid (TlBr) eritmasi uchun solishtirma elektr o'tkazuvchanlik 20°C da $2.158 \cdot 10^{-1} \text{ Om}^{-1} \text{ sm}^{-1}$ ga teng. Tajribada tuzni eritish uchun ishlatiladigan distillangan suvning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi $0.044 \cdot 10^{-6} \text{ Om}^{-1} \text{ sm}^{-1}$. va cheksiz suyultirishdagi tuz eritmasi uchun ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik $138.3 \text{ Om}^{-1} \cdot \text{sm}^2 \cdot \text{g-ekv}^{-1}$ ga teng. Talliy bromidning eruvchanligi topilsin?

Javob:

11. Maxsus jadvallarda keltirilgan ionlarning cheksiz suyultirishdagi ekvivalent elektr o'tkazuvchanligi qiymatlaridan foydalanib quyidagi keltirilgan juft eritmalar uchun konduktometrik titrlash grafiklarini tuzing? AgNO_3 va HCl ; AgNO_3 va NaOH ; KBr va AgNO_3 ; KOH va HCOOH ; AgNO_3 va NaBr ; BaCl_2 va H_2SO_4 ; NH_4OH va CH_3COOH .

Test savollari

1. Birinchi tur o'tkazuvchilar:

grafit, 2. kvarts, 3. parafin 4. metallar, 5. oq fosfor, b. tuz suyuqlanmasi. 7. rezina. 8. yog'och. 9. kumush 10. elektrolitlar. 11. kremniy 12. selen.

a) 1.4.9 B) 1.4.11.12 B) 1.4.9 c) 3.5.4.7 d) 2.b.8

Ionlar hisobiga elekt tokini o'tkazuvchi moddalar:

1. grafit, 2. elektrolitlar, 3. olmos, 4. simob, 5. yogoch, b. rezina, 7 parafin, 8. tuz suyuqlanmalari, 9. kremniy, 10. germaniy.

a) 1.5.6. B) 2.4.7.9 B) 6.9.10 c) 2.8 d) 9.10

3. Kuchsiz elektrolitlar uchun diss. konstantasini hisoblash tenglamasi?

$$a) K = \frac{a \cdot 1000}{\epsilon \cdot \Delta t}, b) K = \frac{C_1}{C_2}, c) K = \frac{a^2}{(1-a) \cdot c}, d) K = \frac{a^2 \cdot V}{(1-a)}$$

4. "Ion kuchi" ini hisoblash formulasi:

$$a) \lambda_{\infty} = v_k + v_A, b) V = V_0, c) J = \frac{1}{2} \sum C^2 \cdot Z^2, d) I g \gamma = -0.509 Z^2 \sqrt{J}$$

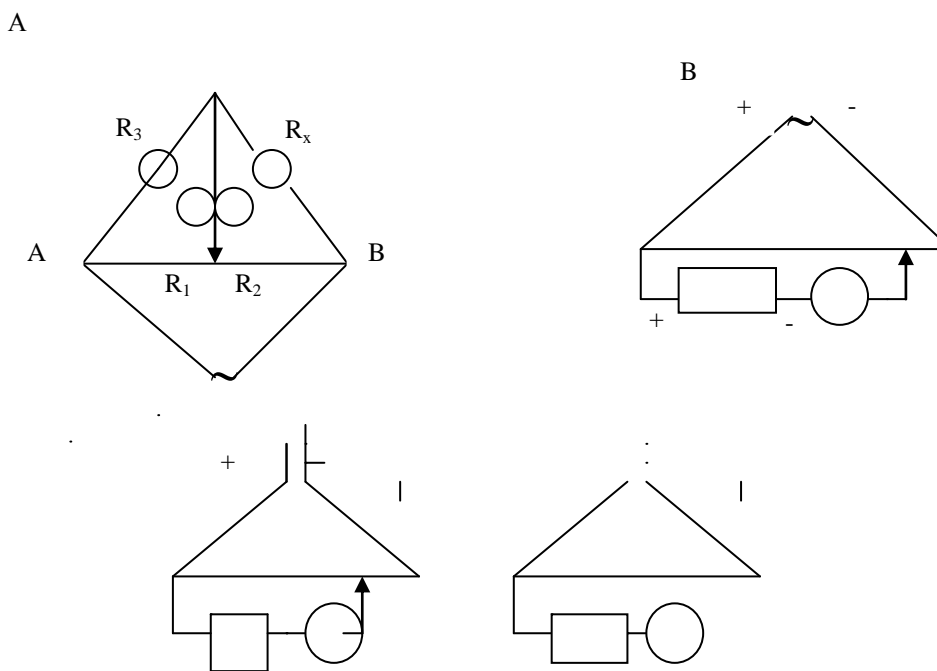
5. "Ionning absolyut tezligi" ning o'lchov birligi:

$$a) \text{Om}^{-1} \sum C^2 \cdot Z^2 \cdot C^2, b) \text{Om}^{-1} \sum C^2 \cdot c m^2, c) \text{cm}^2 C^{-1} B^{-1}, d) \text{cm} / c$$

b. Ekvivalent elektr o'tkazuvchanlikni hisoblash aniqlash formulasi:

$$a) \kappa = C / R, b) R = \rho \frac{l}{S}, c) \lambda = \kappa \cdot 1000 \cdot c, d) \lambda = \kappa \cdot 1000 \cdot V c) C, d)$$

7. Kolraush sxemasi



8. "Ion xarakatchanligi" ni o'lchov birligi:

$$A) \text{om}^{-1} b) \text{Om}^{-1} \text{sm}^2 \text{g-ekv}^{-1}, v) 1/\text{sm.s}) \text{sm}^2 \text{s}^{-1} \text{B}^{-1}$$

9. Ekvivalent elektr o'tkazuvchanlik qanday faktorlarga bog'liq?

1) modda tabiatiga; 2) idish doimiyligiga; 3) temperaturaga; 4) diss-ya darajasiga; 5) konsentratsiyaga?

a) 1,4 b) 2,3 v) 2,4,5 s) 1,3,4,5

10. Yarim o'tkazgichlar:

grafit, 2) kvarts, 3) parafin, 4) metallar, 5) farfor, b) tuz suyuqlanmasi, 7) rezina, 8) yog'och, 9) simob, 10) elektrolitlar, 11) kremniy, 12) germaniy

a) 1,4,9 b) 6,10 v) 5,7,8. s) 1,2,4,9 d) 11,12

11. Elektronlar hisobiga elektr tokini o'tkazuvchi moddalar:

1) grafit, 2) farfor, 3) simob, 4) rezina, 5) tuz eritmasi, b) kislota eritmasi, 7) yog'och, 8) alyuminiy, 9) olmos

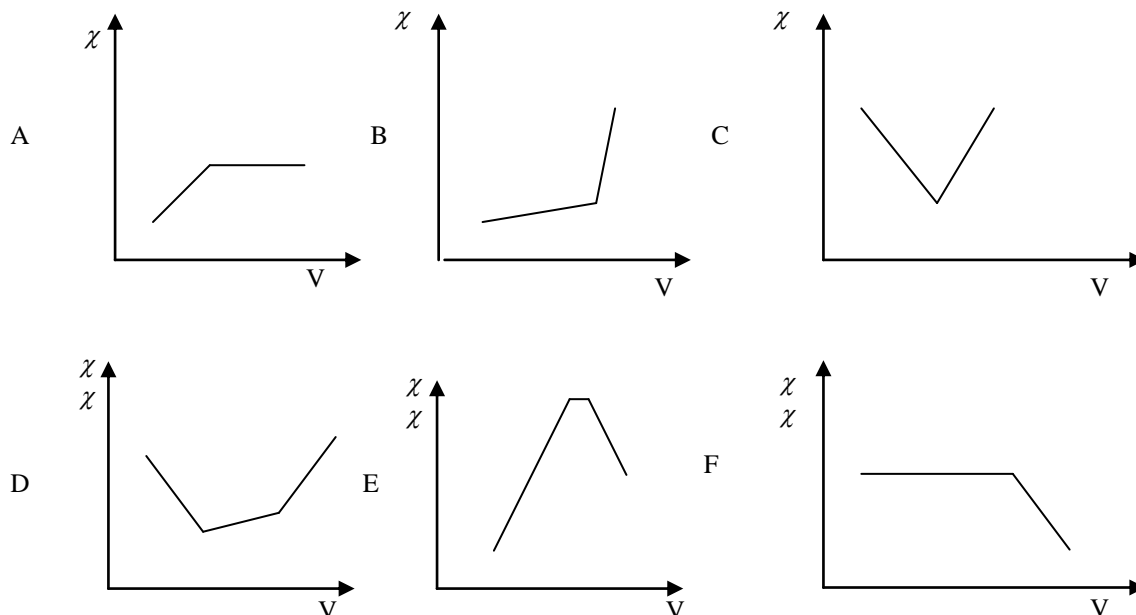
a) 1,2,3 b) 4,5,6 v) 1,3,8 g) 1,9

12. Faradey soni:

a) $6.02 \cdot 10^{23}$ b) 22.4 l v) 96500 g) $1.6 \cdot 10^{-19}$

13) Kuchli va kuchsiz kislota (HCl + CH₃COOH) aralashmasini kuchli asos (NaOH) bilan konduktometrik titrlash grafigi.

14. Ekvivalent elektr o'tkazuvchanlikni o'lchov birligi:



a) sm^{-1} b) $\text{om}^{-1} \text{v}$

$^{-1} \text{sm}^{-1}$ g) $\text{Om}^{-1} \text{sm}^2 \text{g-ekv}^{-1}$ d) Om

Om

15. Yomon (kam) eriydigan modda eruvchanligini elektr o'tkazuvchanlik orqali aniqlash formulasi:

$$a) \chi = \frac{1}{R} \cdot \frac{l}{S}, b) R = \frac{1}{\chi} \cdot \frac{l}{S}, c) C = \frac{(\chi - \chi_{\infty}) \cdot 1000}{\lambda_{\infty}} \quad d) E = \varphi_1 + \varphi_2 e) R = \chi \cdot 1000 \cdot V$$

1b. O'tkazgichning qarshiligini aniqlash formulasi:

$$a) R = \frac{C}{\chi} \quad b) R = \frac{R_1 R_2}{R_3} \quad c) R = \rho \frac{l}{S} \quad d) R = \frac{1}{\chi} \frac{l}{S} \quad e) C, d.$$

17. Elektroliz qonunlarini ochgan olim:

a) Om; b) Volta; s) Kulon; D) Faradey; e) Nernst.

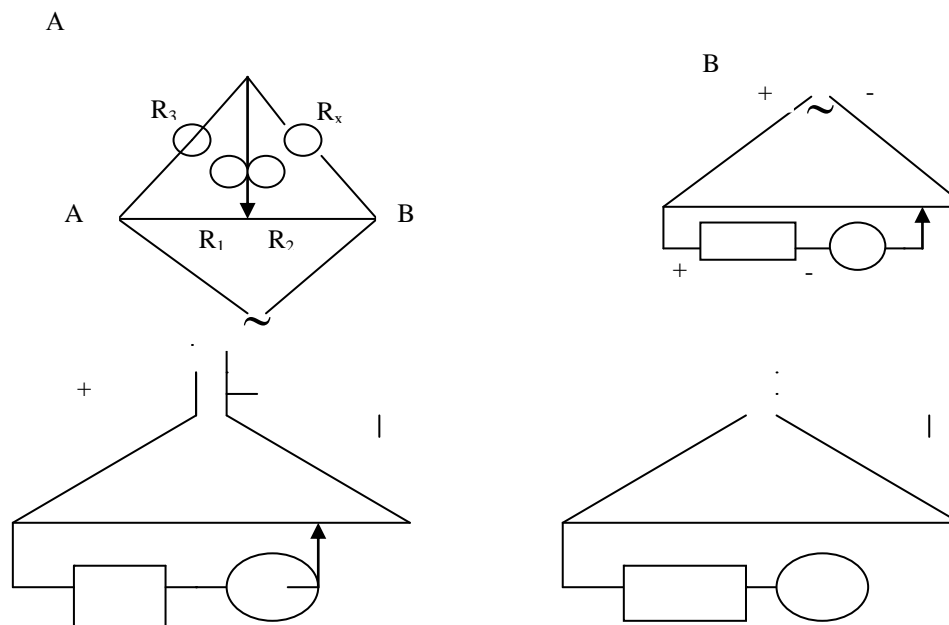
18. Kolraush formulasi:

$$a) \lambda = \lambda_{\infty} - A \sqrt{C} \quad b) \lambda_V = \lambda_{\infty} - \alpha C \quad c) \lambda_C = \frac{\lambda \cdot 1000}{C} \quad d) \lambda_{\infty} = F(V_k + V_A) e) A, D$$

19. Ostvaldning suyultirish (kuchsiz elektrolitlar uchun) qonuni:

$$a) \alpha = \frac{\lambda_V}{\lambda_{\infty}} \quad b) \lambda_V = \chi \cdot 1000 \cdot V c) K = \frac{C_1}{C_2} \quad d) K = \frac{\alpha_2 C}{1 - \alpha} \quad e) K = \Delta t / m$$

20. Elektr o'tkazuvchanlikni aniqlash sxemasi:



21. Ion xarakatchanligi:

$$a) \lambda_{\infty} = \alpha \cdot F(V_+ + V_-) b) \lambda_{\infty} = F(U_+ + U_-) c) \lambda_{\infty} = \lambda_{(+)} + \lambda_{(-)} d) A, B, C.$$

22. Ikkinchi tur o`tkazgichlar:

1) grafit 2) kvarts 3) parafin 4) metallar 5) chinni b) tuz suyuqlanmasi 7) rezina 8) yog`och

9) Hg 10) elektrolitlar 11) Se 12) Ge

a) 1.2.4 б) b.10 C) 3.5.7.8 Д) 10.11.12

23. Solishtirma elektr o`tkazuvchanlikni xisoblash formulasi

$$a) \lambda = \lambda \cdot 1000 \cdot V b) \chi = C / Rc) \lambda_{\infty} = \chi \cdot 1000 \cdot Cd) \lambda = \chi \cdot 1000 \cdot C$$

24. Kuchsiz kislota (CH₃COOH)ni kichli asos (NaOH) bilan konduktometrik titrlash grafigi.

Ayrim kattaliklarning SGS va SI sistemalarida ifodalanishi (birliklari) va SGS sistemasidan Si sistemasiga o`tish koefitsentlari.

Kattalikning nomlanishi	Belgisi	SI sistemasidagi birligi	SGS sistemasi birligi	O`tish koefitsenti
Solishtirma qarshilik	$\rho - \rho_0$	Om.m	Om.sm.	10^{-2}
Radius	R	M	A ⁰	10^{-10}
Ионларнинг абсолют тезлиги	v	M ² .B ⁻¹ .c ⁻¹ .	CM ² .B ⁻¹ .c ⁻¹	10^{-4}
Suyultirish	v	M ³ /kmol	L/mol	1
Xajm	V	M ³	л	10^{-3}
Solishtirma elektr o`tkazuvchanlik	χ	Om ⁻¹ .m ⁻¹	Om ⁻¹ .sm ⁻¹	10^{-2}
Ekvivalent elektr o`tkazuvchanlik	λ	Om ⁻¹ .m ² /kg-ekv	Om ⁻¹ .sm ⁻² /g-ekv Simons	10^{-1}
Temperatura	T	Grad	⁰ C	t+273

**II BO`LIM. ELEKTR YURITUVCHI KUCH.
ELEKTROD JARAYONLARI
Mavzuning texnologik kartasi**

Mavzu:	Elektr yurituvchi kuch va elektroddagi jarayonlar.
Mavzuning ahamiyati	Farmatsevtika amaliyotida eritmalarning pH qiymatini aniqlash, ulardagi ionlar faolligini o`lchash, potentsiometrik titrlash, muhim ahamiyat kasb etadi. Bu usullarning asosida esa elektr yurituvchi kuchni, hamda elektrod potntsiallarini o`lchash yotadi. Binobarin, mavzu yuqori kurs talabalarini o`qitishda va provizorlarning ish faoliyatida fundamental asos bo`lib hizmat qiladi.
Maqsad va vazifalar	Elektrodlar va redoks elektrodlar potentsiallarini aniqlash; EYuK ni o`lchash tajribasini multimediyasini kuzatish va amaliyotda bajarish. Eritmaning pH muhitini potentsiometrik usulda aniqlash; potentsiometrik usulda titrlash.
Mashg`ulotni tashkil etish	Ushbu mavzu 4 ta amaliy mashg`ulotga mo`ljallangan: Xar bir mashg`ulot uchun vaqt taqsimoti: berilgan mavzuni o`zlashtirilganligini aniqlash - 40 minut tajribani bajarish – 30 – 40 minut olingan natijalarni hisoblash – 20-30 minut ish joyini tartibga keltirish- 10- 20 minut
O`quv jarayoning mazmuni	Talabalarni elektrod potentsialining hosil bo`lishi uning nimalarga bog`liq bo`lishi bilan tanishadi va redoks potentsiallarni o`lchash, eritmalarning pH ini potentsiometrik usulda aniqlash, hamda potentsiometrik usulda titrlashga o`rganadilar.
O`quv jarayonini amalga oshirish texnologiyasi	<u>Uslub:</u> Og`zaki savol-javob, suhbat-munozara “Bumerang” texnologiyasi, klaster, hamkorlikda o`qitish, aqliy xujum, «B/BX/B» yoki «Insert» jadvallari. <u>Shakli:</u> Amaliy mashg`ulot, kichik guruhlarda va jamoada ishlash. <u>Vosita:</u> Tarqatma materiallar, ko`rgazmali vositalar-grafiklar, amaliy mashg`ulot olib boriladigan laboratoriyada 2 V li akkumulyator, normal Veston elementi, reoxord, kalomel, vodorod va xingidron elektrodleri, PPTV-1 yoki R-375, P-300 markali potentsiometr, mis va rux elektrodleri (plastinkalari), elektrolitik ko`prik, byuretka, xingidron kukuni, kaliy xlorid, vodorod xlorid, natriy gidroksidi, mis (II) sulfati, rux sulfati eritmalari va distillangan suv bo`lishi lozim. <u>Nazorat usuli:</u> kuzatish, suhbat-munozara, aqliy xujum,

	Bumerang texnologiyasi. Talabalar olgan bilimlarini «B/BH/B» yoki «Insert» jadvallarini to'ldirish orqali mustahkamlaydilar; <u>.Baholash:</u> Rag'batlantirish, o'z-o'zini baholash.
Kutiladigan natijalar	<u>O'qituvchi:</u> kompyuterda elektrod potentsiallarini, galvanik elementni, EYuK ni o'lchashni multimediya orqali tushuntiradi. Mavzuni qisqa vaqt ichida barcha talabalar tomonidan o'zlashtirilishiga erishadi. Talabalar faolligini oshiradi, ularni mustaqil ishlashga o'rgatadi. Bir vaqtning o'zida ko'pchilik talabalarni baholaydi. <u>Talabalar:</u> Yangi bilimlarni egallaydi; yakka holda va guruh bo'lib ishlashni o'rganadilar. Nutq rivojlanadi va eslab qolish qobiliyati kuchayadi. O'z-o'zini nazorat qilishni o'rganadilar; qisqa vaqtda ko'p ma'lumotga ega bo'ladilar.

Bumerang (aks-sado) treningi.

Ushbu darsda talabalar kichik guruxlarga bo'linadi va vazifa yozilgan material tarqatiladi. Har bir guruh talabasi o'z fikrini bayon qiladi. O'z fikrini himoya qilayotgan guruhga boshqa guruhlarning talabalari savol beradilar va guruhlarning orasida "Bumerang" tarzida savol - javob ketadi. Bu usulda guruhlarga quyidagi vazifalar beriladi:

1 – guruh

1. Metall va eritma chegarasida potentsiallar farqining vujudga kelish sabablari. qo'sh elektr qavatning hosil bo'lishi.
2. Elektrod potentsiali nima? Uni qanday elektrodga nisbatan aniqlanadi?
3. Metallarning kuchlanishlar qatori; normal elektrod potentsialiga ta'rif bering.

2 – guruh

1. Elektrodlar potentsiallari qanday o'lchanadi?
2. Qaytar elektrod potentsial uchun Nernst formulasi?
3. Taqqoslash elektrodleri sifatida qanday elektrodlar qo'llaniladi?

3 – guruh

1. Diffuzion potentsial nima?
2. Vestonning standart elementi xaqida nimalar bilasiz? U qanday maqsadda qo'llaniladi?
3. Indikator elektrodlar.

4 – guruh

1. Daniel-Yakobi elementi, uning kimyoviy zanjir sxemasi, unda EYuK qanday vujudga keladi?

2. Alohida olingan mis va rux elektrodning potentsiallari (Cu va Zn) qanday o'lanadi?
3. Taqqoslash elektrodleri. Ularni ushbu ishni bajarishdagi o'rni?

5 – guruh

- 1.Redoks elektrodler. Misollar. Turlari.
- 2.Redoks elektrodler uchun Peters tenglamasi
- 3.Redoks elektrodlerning ahamiyati.

Aqliy xujum

O'tilgan mavzuni mustahkamlash maqsadida dars so'ngida og'zaki tarzda o'tkaziladi. O'qituvchi tomonidan aniq savollar beriladi. Talabalar qisqa va aniq javoblar beradilar. Berilgan javoblar muhokama qilinmaydi va baholanmaydi. Bildirilgan fikrlar eshitilib, jamlab boriladi. So'ngra aniq va to'g'ri javob tanlab olinadi.

ILOVA

INSERT JADVALI

Grafik tashkil etuvchining turi , ahamiyati va xususiyatlari

“INSERT” jadvali

mustaqil o'qish vaqtida olgan ma'lumotlarni, eshitgan ma'ruzalarni tizimlashtirishni ta'minlaydi; olingan ma'lumotni tasdiqlash, aniqlash, chetga chiqish, kuzatish. Avval o'zlashtirgan ma'lumotlarni bog'lash qobiliyatini shakillantirishga yordam beradi.

O'quv faoliyatining tashkillashtirishni jarayonli tuzilmasi

Insert jadvalini to'ldirish qoidasi bilan tanishadilar. Alohida o'zlari to'ldiradilar.

O'qish jarayonida olingan ma'lumotlarni alohida o'zlari tizimlashtiradilar - jadval ustunlariga matnda belgilangan quyidagi belgilarga muvofiq kiritadilar

- “V” - men bilgan ma'lumotlarga mos;
- “-“ - men bilgan ma'lumotlarga zid;
- “+” - men uchun yangi ma'lumot;
- “?” - men uchun tushunarsiz yoki ma'lumotni aniqlash, to'ldirish talab etiladi.

INSERT jadvali

V	+	-	?

B/BX/B JADVALI

B/BX/B JADVALI- Bilaman/ Bilishni hoh- layman/ Bilib oldim.

Mavzu, matn, bo`lim bo`yicha izlanuvchilikni olib borish imkonini beradi.

Tizimli fikrlash, tuzilmaga keltirish, tahlil qilish ko`nikmalarini rivojlantiradi.

Jadvalni tuzish qoidasi bilan tanishadilar. Alohida kichik guruhlarda jadvalni rasmiylashtiradilar.

“Mavzu bo`yicha nimalarni bilasiz” va “Nimani bilishni xohlaysiz” degan savollarga javob beradilar (oldindagi ish uchun yo`naltiruvchi asos yaratiladi). Jadvalning 1 va 2 bo`limlarini to`ldiradilar.

Ma`ruzani tinglaydilar, mustaqil o`qiydilar.

Mustaqil kichik guruhlarda jad-valning 3 bo`limini to`ldiradilar

B/BX/B JADVALI

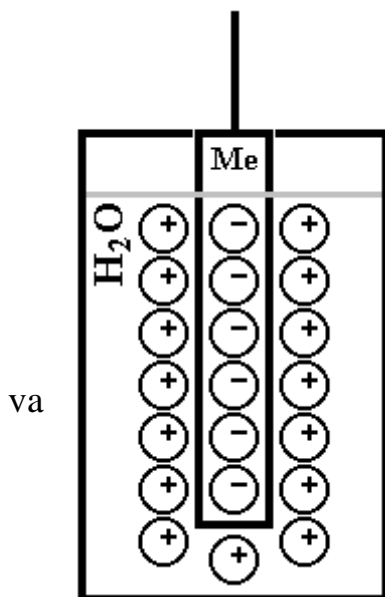
Bilaman	Bilishni hoh-layman	Bilib oldim

Yuqorida keltirilgan yangi pedagogik texnologiyalarni qo'llashning maqsadi va tarbiyaviy xarakteri:

- hamkorlikda jamoa bo`lib ishlash mahorati;
- o`zgalar fikriga hurmat bilan qarash;
- ishga ijodiy yondoshish;
- o`z faoliyati natijalariga ma'sullik va qiziqish uyg`otish;
- talabalar faolligini oshirish.

Elektrod potentsiallari. Elektr yurituvchi kuch.

Galvanik element nazariyasi.



Agar metall suvga tushirilsa, undagi ionlar erituvchi (suv)ning qutblangan molekulari ta'sirida kristall panjaralaridan uzilib, suvga o'tadi. Kationlarning eritmaga o'tishi natijasida metall sathida ortiqcha elektronlar to'planib, uni manfiy zaryadlaydi. Metall sathiga yaqin turgan suyuqlik qatlamida kationlarning jamlanishi tufayli eritma musbat zaryadlanadi. Natijada plastinka sathidagi elektronlar suyuqlik qatlamidagi kationlardan tashkil topgan qo'sh elektr qavatini vujudga keladi. (1-rasm)

Aslida elektrod, bu – bir-biriga tegib turgan ikkita o'tkazgich, metall, (birinchi tur o'tkazgich) va elektrolit (ikkinchi tur o'tkazgich) dan tashkil topgan sistemadir. Sathlar orasida (masalan: eritma - metall chegarasida)

1-rasm. Eritma - metall chegarasida qo'sh elektr qavatini vujudga kelishi.

potentsiallar farqi vujudga keladi. Bu elektrod potentsialidir.

Potensial qiymati eritmadagi ionlar konsentratsiyasiga bog`liq. Eritmadagi ionlar konsentratsiyasi qancha yuqori bo`lsa, metallan ionlarning eritmaga o`tishi shuncha qiyinlashadi. Shu sababli ionlar konsentratsiyasining ortishi bilan metall potentsialining manfiy qiymati kamaya boradi. Agar metallning kristall panjaralari juda mustahkam bo`lsa va u o`zining tuzini saqlagan konsentrlangan eritmasiga

tushirilgan bo`lsa, ionlar metall plastinkasiga cho`ka boshlaydi. Bunda metall musbat zaryadlangan bo`lib, uning atrofidagi eritma esa manfiy zaryadlanadi. Bu holda ham qo`sh elektr qavat hosil bo`ladi. Uning ichki qismi musbat, tashqi satxi esa manfiy zaryadlanadi.

Shunday qilib, metallni suvga yoki o`zining ionini saqlagan eritmasiga tushirilsa, metall-eritma chegarasida qo`sh elektr qavat hosil bo`ladi va metall-eritma orasida potentsiallar farqi (potentsiallar skachogi- φ) vujudga keladi.

Nernst potentsiallar farqi- φ ni, metallning elektro-litik eruvchanlik qobiliyati (r) va eritmasining osmotik bosimi (P) bilan bog`liqlik tenglamasidan keltirib chiqaradi:

$$\varphi = \frac{RT}{nF} \ln \frac{P}{p} \quad (1)$$

Osmotik bosim (R) eritma konsentratsiyasiga to`g`ri proporsionaldir: $P = KC$, R ni qiymatini (1) tenglamaga qo`ysak:

$$\varphi = \frac{RT}{nF} \ln \frac{KC}{p} \quad \text{kelib chiqadi, bundan} \quad \varphi = \frac{RT}{nF} \ln K + \frac{RT}{nF} \ln C - \frac{RT}{nF} \ln p$$

R , T , F , p va K - qiymatlar berilgan temperaturada, ma`lum metall va eritma uchun doimiy bo`lgani uchun, tenglamani quyidagicha yozish mumkin:

$$\varphi = \varphi^0 + \frac{RT}{nF} \ln C \quad (2)$$

Bu qaytar elektrodlar uchun **Nernst tenglamasidir**. Bu formula suyultirilgan eritmalar uchun ta`lluqli. Agar aktivlik koeffitsenti 1 ga teng bo`lmasa u holda formulani ushbu ko`rinishda ifodalanadi:

$$\varphi = \varphi^0 + \frac{RT}{nF} \ln a^{n+}$$

Bu erda:

- φ - elektrod potentsiali;
- φ^0 - normal elektrod potentsial bo`lib, u eritmadagi metall ionlarining aktivligi 1 $\frac{\text{mоль}}{\text{л}}$ bo`lgandagi potentsialni ifodalaydi;
- R - gaz doimiyligi, $8.31 \frac{\text{Ж}}{\text{град.моль}}$;
- T - absolyut temperatura;
- n - metall atomi yo`qotgan yoki metall ionlari qabul qilib olayotgan elektronlar soni;
- F - Faradey soni, 96500 K,

a^{n+} - eritmadagi metall ionlari aktivligi, $\frac{\text{моль}}{\text{л}}$.

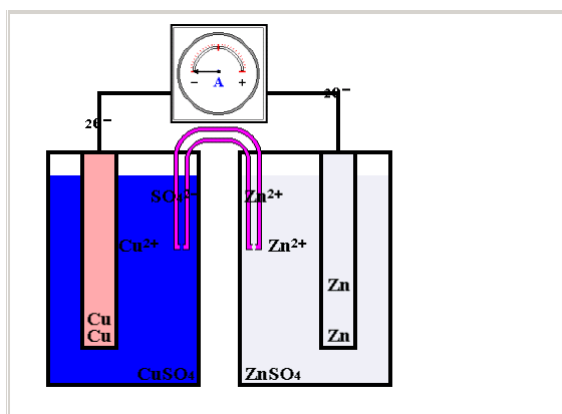
Galvanik elementlar. Daniel – YAkobi elementi.

Ikkita elektrodan tashkil topgan zanjir galvanik element deb ataladi. Galvanik element ishlashi uchun metall plastinkalarini simlar orqali, eritmalarni esa elektrolitik ko`prik (naycha) orqali birlashtiriladi. Odatda elektrolitik ko`prik (kalit)ni tayyorlashda egilgan shisha naycha ichi agar-agar ivig`i bilan va KCl ning to`yingan eritmasi bilan to`ldiriladi.

Galvanik elementlarda kimyoviy energiya elektr energiyasiga aylanadi. Masalan, mis va rux elektrodlaridan tashkil topgan elementda elektr energiyasi, rux elektrodida ruxning oksidlanishi ($\text{Zn}^0 \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2e$) va mis elektrodida misning qaytarilishi ($\text{Cu}^{2+} + 2e \rightarrow \text{Cu}^0$) hisobiga hosil bo`ladi:



Rux plastinkasida to`planayotgan (ruxning rux ionlariga aylanishi hisobiga) elektronlar o`tqazgich orqali mis plastinkasiga o`tib mis ionlarini qaytaradi.

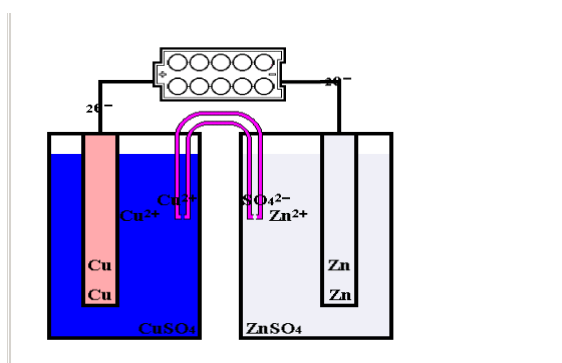
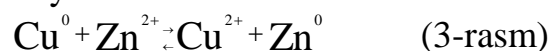


2-rasm. Galvanik element.

Elementda elektr tokini hosil qiluvchi umumiy reaksiya quyidagicha ifodalanadi:



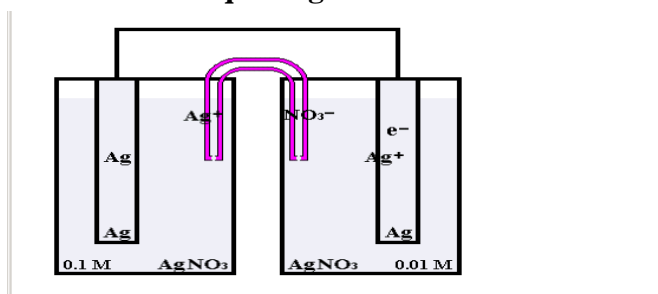
Agar ushbu galvanik elementga tashqaridan tok berilsa quyidagicha reaksiya sodir bo`ladi.



3- rasm qaitar galvanik element

Galvanik element elektrodleri orasidagi potentsiallarning maksimal farqi, elektr yurituvchi kuch deb ataladi. EYUK – bu shunday kuch, u 2 ta nuqtada ta`sir ko`rsatib, tokni o`tishiga undaydi. Binobarin, elektr tokini hosil bo`lishining asosiy sababi elektr yurituvchi kuchdir.

EYUK o`lchovi sifatida tegib turgan jismlar potentsiallarining farqi olinadi.



4-rasm. Kontsentratsion galvanik element

Agar ikki bir hil metall plastinkalari o`zlarining bir hil tarkibli, lekin har hil kontsentratsiyalari eritmalariga tushirilganda ham EYUK yuzaga keladi.

Elektrod potentsiallarining qiymatini aniqlash uchun standart taqqoslash

elektrodlari qo`llaniladi. Bunday standart elektrodarga kalomel, xlorkumush va normal vodorod elektrodlari kiradi.

Taqqoslash elektrodlari.

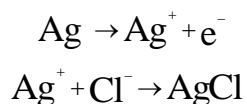
Bu elektrodlar, aksariyat, II- tur elektrodlariga oiddir. Bunda metall o`zining qiyin eriydigan tuzi qatlami bilan qoplangan bo`ladi va u shunday yaxshi eriydigan tuz eritmasiga tushiriladiki, uning anioni o`sha qiyin eriydigan tuz anionga monand bo`lsin. Bunday elektrodarga: xlorkumush elektrodi ($Ag|AgCl, KCl$), simob sulfat elektrodi ($Hg|Hg_2SO_4, K_2SO_4$), kalomel elektrodi ($Hg|Hg_2Cl_2, KCl$) kiradi.

Bunday elektrodalarda elektrod potentsiali eritmadagi anion aktivligi (kontsentratsiyasiga) bog`liq bo`ladi. YA`ni elektrod anionga nisbatan qaytar $\varphi = \varphi^0 - \frac{RT}{nF} \ln a^{n-}$ xisoblanadi.

Eng ko`p amaliy ahamiyatga ega bo`lgan elektrodlar xlorkumush va kalomel elektrodlaridir.

Xlorkumush elektrodi: – u taqqoslash elektrodi bo`lib, unda kumush metallining ustiga kumush xlorid cho`ktirilgan bo`ladi va u kaliy xlor eritmasiga tushiriladi. Eritmada kaliy xlorid qattiq holdagi kumush xlorid bilan o`zaro muvozanatda bo`ladi.

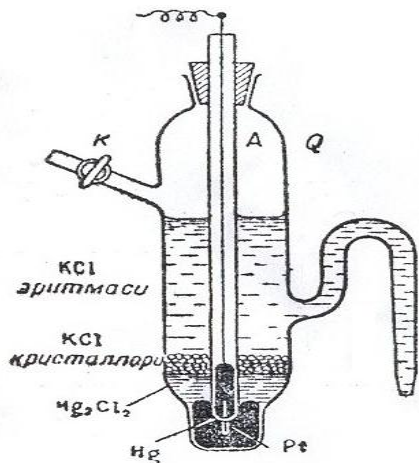
Agar xlorkumush ($Ag|AgCl, Cl^-$) elektrodi manfiy zaryadga ega bo`lsa, elektrod reaksiyasida kumush eritmaga ion holda o`tadi va u xlor ioni bilan ta`sirlashib, qattiq kumush xlorid hosil qiladi:



Agar elektrod musbat zaryadlangan bo`lsa, u holda elektrod sathida kumush to`planadi. Bunday elektrod potentsiali xlor ioni kontsentratsiyasiga bog`liq bo`ladi. To`yingan kaliy xlorid eritmasiga tushirilgan xlorkumush elektrodining potentsiali 25⁰C da 0.201 V ga teng.

Kalomel elektrodi: U ham taqqoslash elektrodi sifatida keng qo`llaniladi. U simob, va simobning xlorli tuzi – kalomel Hg_2Cl_2 va kaliy xloridning ma`lum kontsentratsiyasidagi eritmasidan tashkil topgan bo`ladi: $Hg|Hg_2Cl_2, KCl$

Kalomel elektrodi, qaytar xlor elektrodi kabi ishlaydi. Uning elektrod potentsiali (φ) kaliy xlorid kontsentratsiyasiga bog`liq (5-rasm). Kalomel elektrodini tayyorlashda idish tubiga simob solinadi, uni ustiga kalomel (Hg_2Cl_2) pastasi bilan qoplanadi. So`ngra unga platina simi tushiriladi. Platina simi o`z navbatida shisha naychaga ulanib, elektron qabul qilish yoki berish uchun xizmat qiladi.



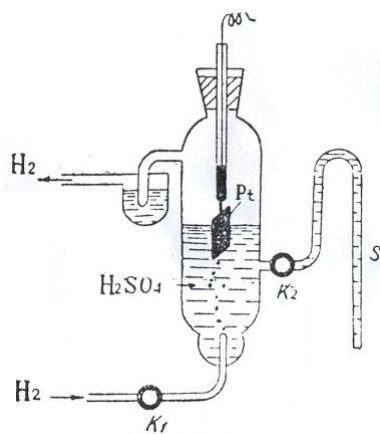
5-rasm. Kalamel elektrodi kontsentratsiyasiga bog`liq.

Idish odatda to`yingan 0.1 M yoki 1.0 M kaliy xlorid eritmasi bilan to`ldiriladi. Kalamel elektrodi ishlaganda metall qaytariladi: $Hg^+ + e^- \rightarrow Hg$, ya`ni

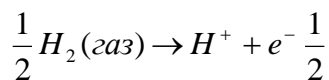
$Hg_2Cl_2 + 2e^- \rightarrow 2Hg + 2Cl^-$ doimiy temperaturada eritmada simob ionlarining kontsentratsiyasi o`zgarmas bo`ladi. Bu esa kalamel elektrodni potentsialini yetarli darajada doimiy bo`lishini ta`minlaydi. $Hg|Hg_2Cl_2$ chegarasida vujudga

keladigan potentsial kaliy xlorid eritmasining

Vodorod elektrodi: Agar platina plastikasini platina bilan qoplab, vodorod gazi bilan to`yintirilsa va uni vodorod ion (H^+) saqlagan eritmaga tushirilsa, u huddi metall elektrodleri kabi ishlaydi:



6-rasm. Vodorod elektrodi qilinadi. (6-rasm).



Vodorod platina sathida adsorbtsiyalanadi, bunda atom holigacha parchalanadi. Platinadagi vodorod atomi hamda eritmada vodorod ion orasida yuqorida keltirilgan muvozanat vujudga keladi.

Vodorod elektrodning potentsiali $\varphi_H = \varphi_H^0 + \frac{RT}{nF} \ln a_{H^+}$

yoki $\varphi_H = \varphi_H^0 + 0.059 \ln a_{H^+}$ ifodasi bilan belgilanadi.

Agar $a_{H^+} = 1$ 1 $\frac{\text{моль}}{\text{л}}$ va $P = 1$ atm., u holda $\varphi_{H^+} = \varphi_H^0$

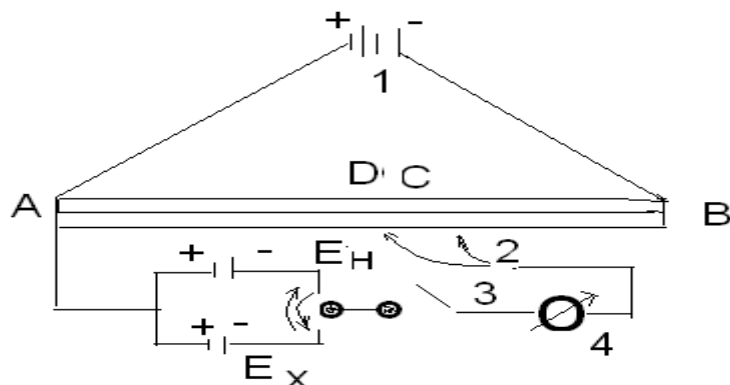
bo`ladi; φ_H^0 qiymati shartli ravishda nol deb qabul

Islalgan elektrodning normal potentsiali normal vodorod elektrodiga nisbatan aniqlanadi. Vodorod elektrodining afzalligi, uni aniqligining yuqori bo`lishi, pH ning istagan qiymati (0-14) da ishlay olishi, eritmaning ion kuchini o`zgarishi bilan pH ni o`zgar olmay qolishi (tuzli xato yo`qligi), elektr qarshiligini kichik bo`lishi (bu oddiy patentsiometrlarda ishlashga imkon beradi) va boshqalardir. Vodorod elektrodining quyidagi kamchiliklari ham mavjud uni havo kislorodi, oksidlovchi qaytaruvchilar bor bo`lganda ishlatib bo`lmaydi. Bundan tashqari platinalangan platina (qora platina) vaqt o`tishi bilan ifloslanadi. Shu sababli uni tez-tez yangilab platinalab turish lozim. Elektrodning bunday sathi alkaloidlar, tsianidlar, mishyak va surma tuzlari va ularga shimiladigan kolloidlar bilan tezda buzilib qoladi.

EYUK ni o`lchash.

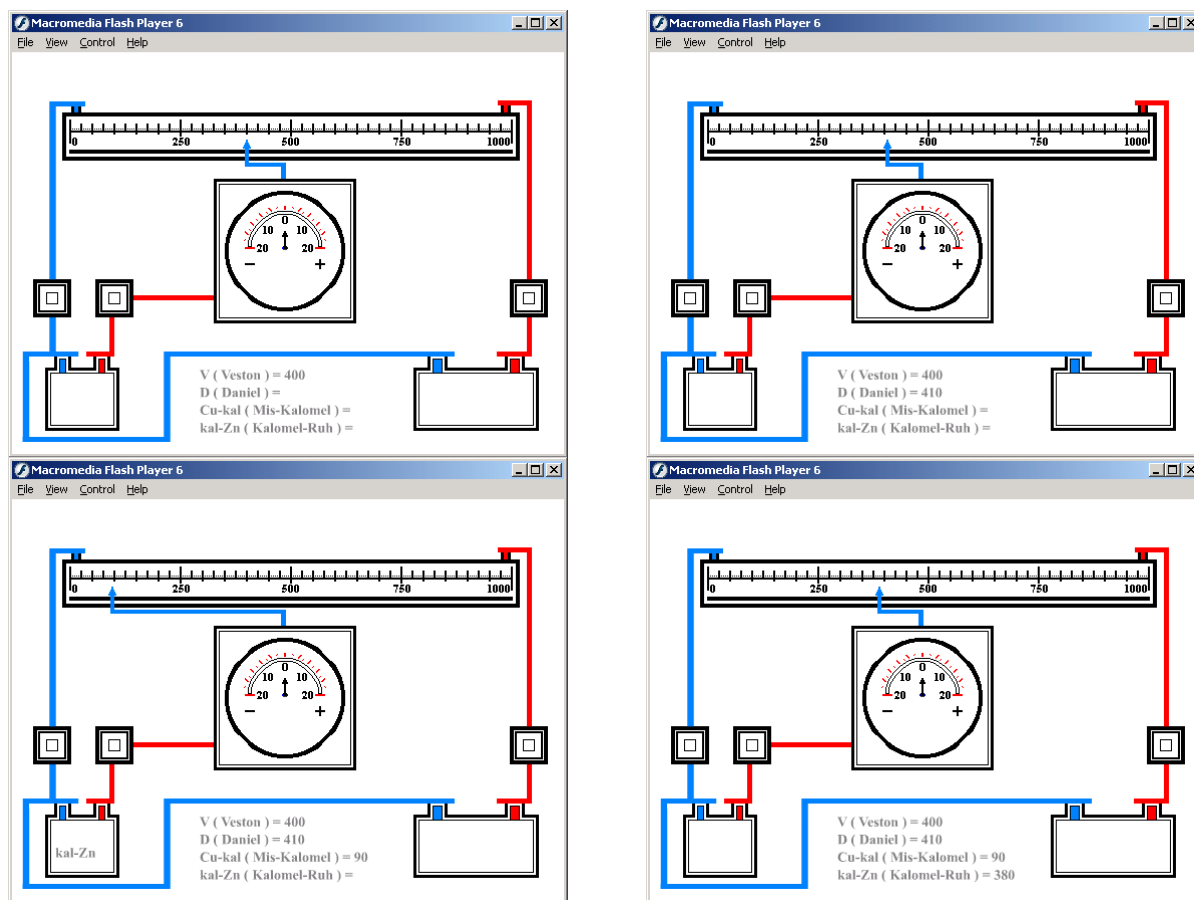
Galvanik elementlarning yurituvchi kuchi kompensatsion usulda aniqlanadi. Bu usul sxemasi quyidagilardan iborat: Akkumlyator simlar orqali qarshilik

ko`prigining A va V tomonlariga ulanadi, so`ngra qarshilik ko`prigining chap tamoni (A) Veston elementining musbat hutbiga ulanadi. Veston elementining manfiy hutbi esa galvanometr va telegraf kalit (K) orhali harakatchan kalit (surgich S) ga ulanadi.



Rasm 7 a. EYuK o`lchash sxemasi

1. Akkumlyator
2. Surgich
3. Kalit
4. Galvanometr

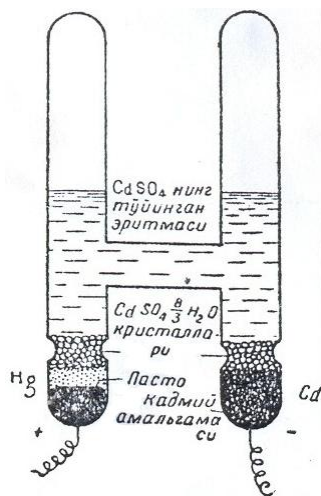


Rasm 7 b. EYuK o`lchash sxemasi

Elektr yurituvchi kuchni o`lchash quyidagicha amalga oshadi: galvanometr strelkasini qo`yib yuborib, knopka orqali uni nol nuqtaga keltiriladi. So`ngra akkumlyator ulanadi. Kalit orqali galvanometr ham ulanib, uni strelkasini xarakati

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, bunda zanjirda tok bo'lmasin. Binobarin bunday holatda galvanometr strelkasi ham nol nuqtada to'xtaydi (7-rasm).

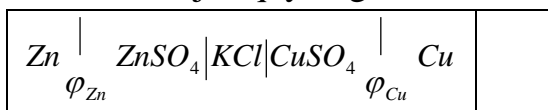
Akkumulyator bevosita o'lchov vaqtidagina ulanib, boshqa vaqt uzib qo'yiladi.



Tekshiruvchi element sifatida Daniel-Yakobi elementi olinadi. Bu 1n rux sulfat eritmasiga tushirilgan rux va 1n mis sulfat eritmasiga tushirilgan mis plastinkalaridan tashkil topadi. Eritmalar o'zaro kaliy xloridning to'yingan eritmasi orqali bog'lanadi. 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 potentsial vujudga kelishi mumkin. Kaliy xlorid eritmasi ana shu diffuzion potentsialni yo'qotishga xizmat qiladi. Daniel-Yakobi elementining

8-rasm. Veston elementi EYUK ushbu reaksiya tufayli vujudga keladi: $Zn^0 + Cu^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Cu^0$ Bunda mis musbat, rux esa manfiy zaryadlangan. Yarim elementlarni birlashtiruvchi naychalar, ular eritmaları bilan to'ldirilgan bo'lishi zarur Daniel-Yakobi elementini zanjiri quyidagi sxema bilan ifodalanadi.



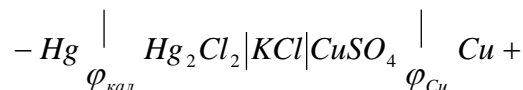
EYUK ni to'g'ridan to'g'ri aniqlash uchun, dastlab sxemaga normal Veston elementi ulanadi: (8-rasm).



So'ngra kompensatsiya nuqtasi (AS) topildi. Olaylik u AS masofada joylashgan bo'lsin. Keyin normal Veston elementi o'rniga sxemaga Daniel-Yakobi elementi EYUK ma'lum, 1.0183B ga teng. Endi proportsiya orqali tekshiruvchi element EYUK aniqlaniladi:

$$\frac{AC - 1,0183}{AC_1 - X} \quad X = E = \frac{1,0183 \cdot AC_1}{AC}$$

Daniel-Yakobi elementini additivlik (yig'indi) qonunidan foydalanib ham aniqlash mumkin. Buning uchun ayrim elektrod potentsiallaridan foydalaniladi: $E = \varphi_{Cu} - \varphi_{Zn}$. Bu ishda taqqoslash elektrod sifatida kalamel $Hg|Hg_2Cl_2, KCl$ elektrodidan foydalaniladi. Kalemel elektrodining potentsial farqi normal vodorod elektrodiga nisbatan 20⁰S da $\varphi_{kan} + 0.2486$ V ga teng. Mis elektrodining potentsialini aniqlash uchun rux elektrod kalamel elektrod bilan almashtirib quyidagicha zanjir tuziladi:



Bu element uchun ham sxema bo`yicha kompensatsiya nuqtasi AS₂ topiladi va EYUK hisoblanadi:

$$\frac{AC - 1,0183}{AC_2 - X} \quad X = E = \frac{1,0183 \cdot AC_2}{AC}$$

$X = E_2 = \varphi_{Cu} - \varphi_{kal}$; $\varphi_{Cu} = E_2 + \varphi_{kal}$ Rux elektrodini potentsialini aniqlash uchun, endi mis elektrodini o`rniga kalomel elektrodini ulanadi va zanjir tuziladi:



Tuzilgan zanjir uchun kompensatsion nuqta AS₃ topiladi va EYUK (E₃) topiladi:

$X = E_3 = \varphi_{kal} - \varphi_{Zn}$; $\varphi_{Zn} = \varphi_{kal} - E_3$ φ_{Cu} va φ_{Zn} qiymatlarini hisoblab formula orqali Daniel-Yakobi elementini EYUK topiladi. $E = \varphi_{Cu} - \varphi_{Zn}$

Bumerang (aks-sado) treningi.

Ushbu darsda talabalar kichik guruxlarga bo`linadi va vazifa yozilgan material tarqatiladi. Har bir guruh talabasi o`z fikrini bayon qiladi. O`z fikrini himoya qilayotgan guruhga boshqa guruhlar talabari savol beradilar va guruhlar orasida "Bumerang" tarzida savol - javob ketadi. Bu usulda guruhlarga quyidagi vazifalar beriladi:

1 – guruh

1. Ishning maqsadi ?
2. Metallarning elektrolitik eruvchanlik qobiliyati nima?
3. Potentsiallar farqining vujudga kelish sababi?

2 – guruh

1. Qo`sh elektr qavatning hosil bo`lishi qanday tushuntiriladi?
2. Qaytar elektrod potentsial uchun Nernst formulasi?
3. Metallarning kuchlanishlar qatori; normal elektrod potentsialiga ta`rif bering.

3 – guruh

1. Normal Veston elementi va uning tarkibi, kimyoviy zanjir sxemasi va bu elementning EYUK ni topishdagi vazifasi?
2. Taqqoslash elektrodleri. Ularni ushbu ishni bajarishdagi o`mi?
3. Kompensatsiya nuqtasini aniqlash.

4 – guruh

1. Daniel-Yakobi elementining EYUK ini ikki xil usulda aniqlash;
 - A) to`g`ridan- to`g`ri;
 - B) additivlik qonuni asosida aniqlash, ya`ni ayrim elektrod potentsiallarini aniqlab, so`ng yig`indisi olinadi.
3. Daniel-Yakobi elementi, uning kimyoviy zanjir sxemasi, unda EYUK

qanday vujudga keladi.

5 – guruh

1. Diffuzion potentsial nima? Daniel-Yakobi elementida kaliy xloridning to`yingan eritmasini nima maqsadda qo`llaniladi?
2. Mis va rux elektrodlarining potentsiallari φ_{Cu} va φ_{Zn} qanday topiladi?
3. Ushbu ishda ko`rsatib o`tilgan barcha galvanik elementlar kimyoviy zanjir sxemalarini yozib ko`rsating.

Test savollari.

1. Qaysi holatda quyidagi reaksiya $Me^{n+} + ne \rightarrow Me$ sodir bo`ladi?
p-elektrod elektrolitik eruvchanlik qobilyati.
 π -eritma osmotik bosimi.
A) $\pi > R$ B) $\pi = R$ C) $\pi < R$ D) A, V E) A, V, S.
2. Daniel elementining EYUK ni hisoblang?
(Additiv usulda hisoblash)
A) $E = \varphi_{Zn} - \varphi_{Cu}$ B) $\varphi_{Cu} = E - \varphi_{Zn}$ C) $E = \varphi_{Zn} + \varphi_{Cu}$ D) $E = \varphi_{Cu} - \varphi_{Zn}$
3. Additiv usulda tajribada φ_{Zn} ni aniqlash.
A) $E = \varphi_{Cu} - \varphi_{Zn}$ B) $\varphi_{Zn} = \varphi_{kan} - E$ C) $\varphi_H = \varphi_H^0 + \frac{0,059}{nF} \lg a_{Zn^{2+}}$
D) $\varphi_{Zn} = E + \varphi_{Cu}$ E) $\varphi_{Zn} = E + \varphi_{kan}$
4. Nernst tenglamasi (1-tur elektrodlar uchun).
A) $\varphi = \varphi^0 + \frac{RT}{nF} \ln a^{n+}$ B) $\varphi = \varphi^0 - \frac{RT}{nF} \ln a^{n-}$ C) $\varphi = \frac{RT}{nF} \ln \frac{P}{\pi}$
D) $\varphi = \varphi^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{[ox]}{[red]}$ E) $E = \varphi_1 - \varphi_2$
5. Nikel va kadmiy elektrodlaridan iborat galvanik elementi EYUK hisoblansin.
Agar $\varphi^0 = -0.403B$, $\varphi^0 = -0.25B$ bo`lsa
A) 0,153 B) 0,1 C) 0,2 D) 0,3
- b. Konsentratsion galvanik element sxemasini ko`rsating?
A) $Cu|Cu^{2+}||Zn|Zn^{2+}$ B) $Pt|C_{H^+} = x|KCl|Hg_2Cl_2|Hg$ C) $Zn|C_{H^+}|C_{H^+}|Cu$
D) $Ag|AgNO_3|C_1||AgNO_3|C_2|Ag$ E) $Pt|C_{H^+}$
7. Ushbu jarayon $Zn^0 + 2H^+ \rightarrow Zn^2 + H_2$ qaysi element o`zi ishlaganda sodir bo`ladi?
A) Daniel B) Volta C) Veston
D) Kalomel elektrodida E) rux-kalomel galvanik elementida
8. Elektrod potentsiali:
1. eritma-eritma chegarasida yuzaga keladi
2. metall-metall chegarasida
3. metall-eritma chegarasida

4. inert metall-eritma chegarasida

5. metall – simob chegarasida

A) 1,5

B) 2

C) 3,4

D) 3

E) 1,3

9. Volta elementi

A) qaytmas element

B) standart element

C) qaytar element

D) issiqlik elementi

E) konsentratsion element

10. 1-xil konsentratsion (ion tashuvchili) element?

A) $Me \left(\begin{matrix} Hg \\ a_1 \end{matrix} \right) \parallel Me^{2+} \left(\begin{matrix} Hg \\ a_2 \end{matrix} \right) Me$

B) $\left(\begin{matrix} Pt \\ p_1 \end{matrix} \right) H_2 \mid H^+ \mid H_2 \left(\begin{matrix} Pt \\ p_2 \end{matrix} \right)$

C) $(-)Ag \left| \begin{matrix} AgNO_3 \\ a_1 \end{matrix} \right. \parallel \left. \begin{matrix} AgNO_3 \\ a_2 \end{matrix} \right| Ag(+)$

D) $(-)Cd(Hg) \parallel CdSO_4 \parallel Hg_2SO_4 \mid Hg(+)$

E) A, B

11. Additiv usulda tajribada φ_{Cu} qanday aniqlanadi?

A) $\varphi_{Cu=E+} \varphi_{Zn}$

B) $\varphi_{Cu=E} - \varphi_{kall}$

S) $\varphi_{Cu} = \varphi_{Zn} \cdot E$

D) $\varphi_{Cu=E_2+} \varphi_{kall}$

E) $\varphi_{cu} = \varphi_{Cu}^{0Cu^{2+}} + \frac{RT}{nF} \ln a_{Cu^{2+}}$

12. Mis-kalomel galvanik elementi uchun qaysi jarayon talluqli?

A) $Cu + Zn^{2+} \rightarrow Cu^{2+} + Zn$

B) $2Hg + Cu^{2+} \rightarrow 2Hg^+ + Cu^0$

C) $Zn + Cu^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Cu$

D) $ZnSO_4 + Cu \rightarrow CuSO_4 + Zn$

E) $Zn + H_2SO_4 \rightarrow ZnSO_4 + H_2$

POTENSIOMETRIYA.

VODOROD IONLARI KONTSENTRATSIYASINI (pH)

POTENSIOMETRIK USULDA ANIQLASH.

REDUKSOMETRIYA. POTENSIOMETRIK TITRLASH.

Vodorod ionlari ko`pgina kimyoviy va biokimyoviy jarayonlarga ta`sir ko`rsatadi. Shu sababli laboratoriya va ishlab chiqarish sharoitidagi izlanishlarda vodorod ionlarining konsentratsiyasini aniq o`lchash va bu qiymatning miqdorini boshqarib borish muhim ahamiyatga ega. Eritmadagi vodorod ionlari konsentratsiyasini ifodalashning qulay usuli vodorod ko`rsatkichi pH ni aniqlashdir. Eritmadagi vodorod ionlari konsentratsiyasining manfiy ishorali logarifmi – pH dir:

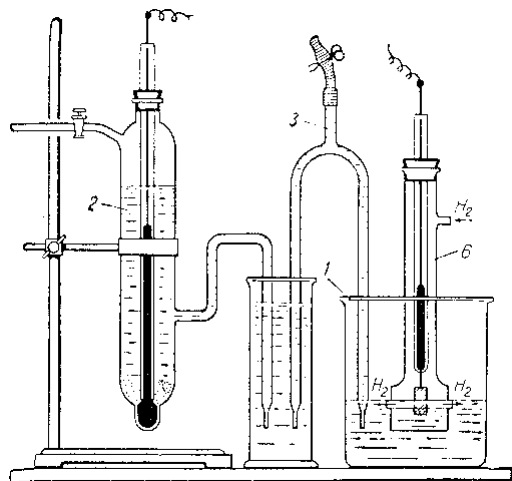
$$pH = -\lg C_{H^+} \quad (1)$$

Aslida tajribada vodorod ionlari konsentratsiyasi emas, balki ularning aktivligi (a_{H^+}) topiladi. Shu sababli $pH = -\lg a_{H^+}$ (2) holida yoziladi. Biroq, amaliyotda suyultirilgan eritmalar bilan ishlanganda vodorod ionlarining aktivligi va konsentratsiyasi orasidagi farq e`tiborga olinmaydi.

pH - ni aniqlashda kalorimetrik va potentsiometrik usullardan foydalaniladi. pH ni potentsiometrik usulda o`lchash ancha aniq

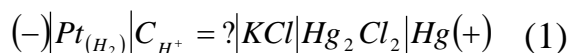
usul hisoblanadi.

pH ni potentsiometrik usulda aniqlashda elektrod potentsiali ma`lum bo`lgan taqqoslash elektrodi va potentsiali vodorod ionlari kontsentratsiyasiga bog`liq bo`lgan elektroddan tashkil topgan elementning EYUK o`lchanadi. Potentsiali ma`lum bo`lgan elektrod sifatida ko`pincha kalomel yoki xlor-kumush elektrodi ishlatiladi. Tekshiriluvchi elektrod sifatida esa vodorod, xingidron, shisha va surma elektrodlaridagi biron tasi qo`llaniladi.



Vodorod elektrodi bilan ishlanganda kalomel va vodorod elektrodlaridan tashkil topgan

9-rasm. Kalomel va vodorod elektrodlaridan tashkil topgan galvanik zanjir galvanik zanjir yig`iladi: (9-rasm).



Kompensatsion usulda bu zanjirning EYUK aniqlanadi. Ma`lumki vodorod-kalomel zanjirining EYUK:

$$E = \varphi_{\text{kal}} - \varphi_H \quad \varphi_H = \varphi_H^0 + 0.059 \lg C_{H^+} \quad \text{bo`lgani uchun}$$

To`yingan kalomel elektrodining berilgan temperaturadagi potentsiali jadvaldan olinadi. φ_n va φ_{kal} qiymatlarini o`rniga qo`ysak:

$$E = 0.2438 - 0.059 \lg C_{H^+} \quad pH = -\lg C_{H^+} \quad \text{bo`lgani uchun}$$

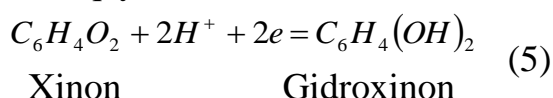
$$E = 0.2438 - 0.059 pH$$
 (3)

bundan

$$pH = \frac{E - 0.2438}{0.059}$$
 (4)

SHunday qilib, vodorod-kalomel zanjirning EYUK ni aniqlab, formula (4) orqali eritma pH qiymati topiladi. Eritmaning pH qiymatini xingidron elektrodi yordamida ham aniqlash mumkin.

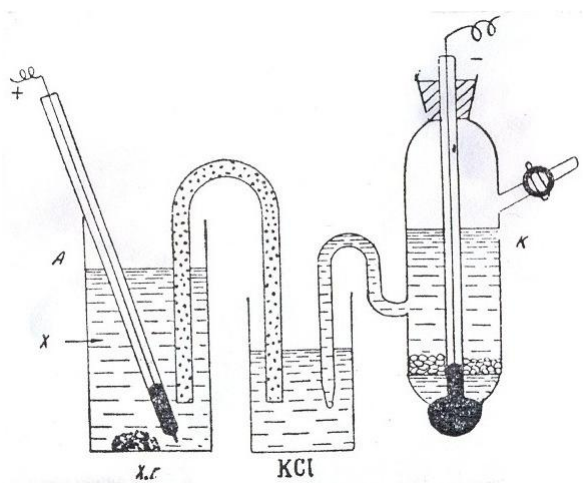
Xingidron elektrodi: – xingidron kukuni solib eritilgan va to`yingan tekshiriluvchi eritmaga tushirilgan silliq platina elektrodidir. Xingidron, bu – ekvimolekulyar nisbatda olingan xinon va gidroxinon aralashmasidir. Xingidron elektrodi qaytar oksidlanish-qaytarilish (redoks) sistemasidir.



Xingidron elektrodining potentsiali ushbu tenglama bilan ifodalanadi:

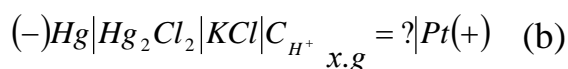
$$\varphi_{x.e} = \varphi_{x.e}^0 + \frac{RT}{2F} \ln \frac{[C_6H_4O_2] \cdot [H^+]^2}{[C_6H_4(OH)_2]}$$

Reaksiya (5) dagi muvozanat boshqa oksidlanish-qaytarilish sistemalari bor boʻlgan sharoitda buzilmaydi deb inobatga olsak, $\frac{[Xinon]}{[Gidroxinon]}$ nisbati doimiy va birga teng deb qabul qilsak boʻladi.



10-rasm. Xingidron va kalomel elektrodlaridan tashkil topgan galvanik zanjir

U holda $\varphi_{x.z} = \varphi_{x.z}^0 + \frac{RT}{F} \ln[H^+]$ Xingidron elektrodi indikator elektrodi sifatida $pH = 8$ gacha taʼsir koʻrsata oladi. Bunday elektrod oddiygina tayyorlanadi: yaltiroq platina simi yoki plastinkasi tekshiriluvchi eritmaga tushiriladi. Uni taqqoslash elektrodi bilan birga oddiygina potentsiometrik sxemada qoʻllash mumkin. Elektrodda muvozanat bir zumda vujudga keladi. U mikroanalizda qoʻllanishi mumkin. Biroq bu elektrod faqat pHning qiymati 8 gacha boʻlsa ishlaydi; $pH > 8$ boʻlganda $\frac{[Xinon]}{[Gidroxinon]}$ nisbatidagi doimiylik buziladi; $pH > 8$ boʻlganda, hatto atmosfera kislorodi ham muhitni aniqlashga xalaqit qiladi. Xingidron elektrodi yordamida pH aniqlanganda kompensatsion usulda xingidron-kalomel zanjirining EYUK oʻlchanadi:



formula (b) ni nazarda tutib, tenglamani ushbu koʻrinishda yozish mumkin.

$$\begin{aligned} E &= \varphi_{x.g} - \varphi_{kalomel} = \varphi_{x.g}^0 + 0.059 \lg C_{H^+} - \varphi_{kalomel} \\ -0.059 \lg C_{H^+} &= \varphi_{x.g}^0 - \varphi_{kalomel} - E \\ pH &= \frac{\varphi_{x.g}^0 - \varphi_{kalomel} - E}{0.059} \end{aligned}$$

Berilgan temperatura uchun $\varphi_{x.g}^0 - \varphi_{kalomel}$ farq jadvaldan olinadi.

Mustaqil tayyorlanish uchun savollar.

1. Ishning maqsadi?
2. pH ni potentsiometrik aniqlash mohiyati nimada?

3. pH ni potentsiometrik aniqlashda qanday elektrodlardan foydalanish mumkin?
4. Vodorod, xingidron elektrodleri yordamida pH ni aniqlash asosida nima yotadi?
5. Kalomel-vodorod va kalomel-xingidron galvanik elementleri uchun pH ni hisoblash formulasini keltirib chiqara bilish?
- b. Vodorod va xingidron elektrodleri afzalliklari, kamchiliklari.

Laboratoriya mashg'ulot mavzusini yoritishda "Damino va aqliy hujum" pedagogik texnologiya usullaridan foydalanildi.

"Damino" pedagogik texnologiya usul.

Agar metal yoki metaloid o'z ioni bo'lgan eritmaga tushurilsa, hosil bo'lgan elektrodlar

Inert metall (Ag, Pt) biror bir oksidlangan-qaytarilgan shakldagi ionlar saqlovchi eritmaga tushirilishi natijasida hosil bo'lgan potensial oksidlanish-qaytarilish yoki redoksi potensial deyiladi.

I - tur elektrodлари

II - tur elektrodлари

III - tur oksidlanish-qaytarilish (redoks) elektrodлари

Elektrod potensialining metall tabiatiga, eritmada ionlar konsentratsiyasi (aktivligi)ga va haroratga miqdoriy bog'liqligi

Elektrodlar

Nernst tenglamasi

Xingidron elektrodi



Diffuzion potensial 2 ta suyuq faza chegarasida vujudga keladi. Sabab ionlarning Tashuvchisiz konsentratsion zanjirlar

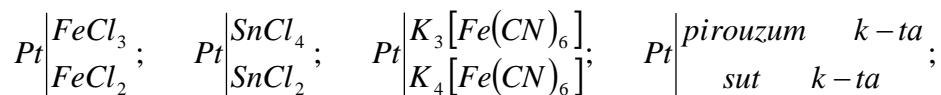
Konsentratsion zanjirlar

Tashuvchi konsentratsion zanjirlarda 2 ta bir xil metal o'zining bir xil tuzining turli konsentratsiyadagi eritmasiga tushiriladi.

Oksidlanish- qaytarilish sistemalari va potentsiallari (redoks sistemalar va redoks potentsiallar).

Muvozanatda turgan oksidlangan va qaytarilgan shakllarni saqlovchi bir yoki bir necha modda aralashmasining eritmasi-redoks sistema deyiladi. Oksidlanish-qaytarilish elektrodi, bu inert metal (Pt, Pd, Au) dan tashkil topgan plastinka bo`lib, u oksidlangan va qaytarilgan shakllarni saqlovchi eritmaga tushirilgan bo`ladi.

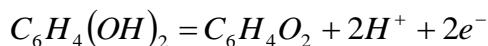
Masalan:



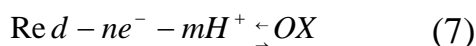
Oksidlanish-qaytarilish potentsiali, tarkibida moddaning oksidlangan va qaytarilgan shakllarini saqlovchi eritmaga elektrod tushirilishi natijasida vujudga keladigan potentsialga aytiladi. Agar $Pt \left| \begin{array}{l} Fe^{3+} \\ Fe^{2+} \end{array} \right.$ elektrodini istalgan boshqa elektrod bilan ulab galvanik element hosil qilinishi mumkin, oksidlanish-qaytarilish (redoks) elektrodining zaryadi ushbu reaksiya $Fe^{2+} \leftrightarrow Fe^{3+} + e^-$ bo`yicha ifodalanadi: Agar sistemada oksidlanish jarayoni sodir bo`lsa, u holda elektrod zaryadi musbat bo`ladi, qaytarilish jarayoni sodir bo`lsa manfiy bo`ladi. Birinchi tur redoks sistemalarida moddaning oksidlangan (OX) va qaytarilgan (Red) shakllarining konsentratsiyalari nisbatlarining o`zgarishi bilan ularning potentsiallari ham o`zgaradi. Oksidlangan shaklning qaytarilgan shaklga va aksincha, qaytarilgan shaklning oksidlangan shaklga aylanishi elektronlar o`tishi bilan sodir bo`ladi. $Red - ne^- \rightarrow OX$

Redoks elektrod potentsiali Peters (1910) tenglamasi: $\varphi_r = \varphi_r^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{[OX]}{[Red]}$ bilan

ifodalanadi. Ko`pgina oksidlanish- qaytarilish sistemalarining, ayniqsa organik va biologik sistemalarning, potentsiallarining qiymati vodorod ionlarining konsentratsiyasi (yoki pH muhitiga) ham bog`liq. Potentsiali pH muxitga ham bog`liq bo`lgan sistemalar, murakkab redoks sistemalar deb ataladi. Masalan, xingidron elektrodining redoks potentsiali oksidlangan va qaytarilgan shakllar va vodorod ionlarining konsentratsiyasiga bog`liq (II- tur redoks sistema)



yoki umumiy tarzda Gidroxinon Xinon



Xingidron elektrodining potentsiali ushbu holatda quyidagicha ifodalanadi:

$$\varphi_{x.g} = \varphi_{x.g}^0 + \frac{RT}{2F} \ln \frac{[C_6H_4O_2] \cdot [H^+]^2}{[C_6H_4(OH)_2]}$$

Kislotali muhitda gidroxinonning dissotsialanish darajasi juda kichik; shu sababli xinon va gidroxinon konsentratsiyalarini amalda teng deb qarash mumkin. U

holda xingidron elektrodi potentsialini quyidagicha: $\varphi_{x.g} = \varphi_{x.g}^0 + \frac{RT}{2F} \ln[H^+]^2$

$\varphi_{x.g} = \varphi_{x.g}^0 + \frac{RT}{F} \ln[H^+]$ bundan $\varphi_{x.g} = \varphi_{x.g}^0 - 0.059 pH$ holda yozish mumkin.

Bu tenglamani eritmaning pH qiymatini aniqlashda qo'llash mumkin. [Pirouzum kislota] [sut kislota] sistemasi uchun oksidlanish-qaytarilish potentsiali, oksidlangan va qaytarilgan shakllar nisbatiga va vodorod ionlari kontsentratsiyasiga bog'liq:

$$\varphi_{n/s} = \varphi_{n/s}^0 + \frac{RT}{2F} \ln \frac{[n] \cdot [H^+]^2}{[C]}$$

Bu erda n- pirouzum kislota, s- sut kislota. Formuladagi $\varphi_{n/s}^0$ standart redoks elektrod potentsiali bo'lib, u oksidlangan va qaytarilgan shakllar o'zaro teng bo'lgan va vodorod ionlarining kontsentratsiyasi (aktivligi) birga teng bo'lgan eritmaga tushirilgan redoks elektrod potentsialidir. Oksidlanish qaytarilish elektrodlarida avval ko'rib o'tilgan elektrodlardan farqli o'laroq, oksidlanish va qaytarilish mahsulotlari elektrodlarda ajralib chiqmaydi.

Sistemaning oksidlanish-qaytarilish xossasi, redoks elektrod potentsiali qiymati bilan belgilanadi: Redoks elektrodning qiymati qancha katta bo'lsa, sistema oksidlovchilik xossasi shuncha yuqori bo'ladi.

Jadvalda ba'zi redoks sistemalarning normal (stand.) oksidlanish-qaytarilish potentsiallari keltirilgan. Agar $Sn^{4+}, Sn^{2+} | Pt$ sistemasining $\varphi^0 = 0.153B$, va $Fe^{3+}, Fe^{2+} | Pt$ sistemasi uchun $\varphi^0 = 0.783B$ bo'lsa, bu potentsiallar qiymatiga asoslanib reaksiya o'tkazmasdan ushbu, $Sn^{4+} + Fe^{2+} \rightleftharpoons Sn^{2+} + Fe^{3+}$ oksidlanish qaytarilish reaksiyasi to'g'ri yo'nalishda sodir bo'lmasligini oldindan aytib berish mumkin; Vaholanki, bu reaksiyani faqat qog'ozda yozish mumkin. Shunday qilib, turli sistemalarning standart oksidlanish-qaytarilish potentsiallari qiymatlarini o'zaro taqqoslab, ushbu oksidlanish-qaytarilish reaksiyasining ketish, ketmasligi haqida oldindan bashorat qilish mumkin.

Biologik sistemalarning redoks potentsiali muhim ahamiyatga ega. Chunki organizmdagi oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarining tartibi undagi redoks sistemalarini potentsiallari qiymati bilan belgilanadi.

$Pt \left| \begin{array}{l} Fe(CN)_6^{3-} \\ Fe(CN)_6^{4-} \end{array} \right.$ sistemasining redoks potentsialini tajribada aniqlash. Dastlab

sxemaga Vestonning standart elementi ulanadi va uning kompensatsiya nuqtasi $AC = R_B$ topiladi. So'ngra Veston elementi o'rniga tekshiriluvchi elektrodlardan tashkil topgan element ulanib (11-rasm) Rx topiladi va proporsiya tuziladi:

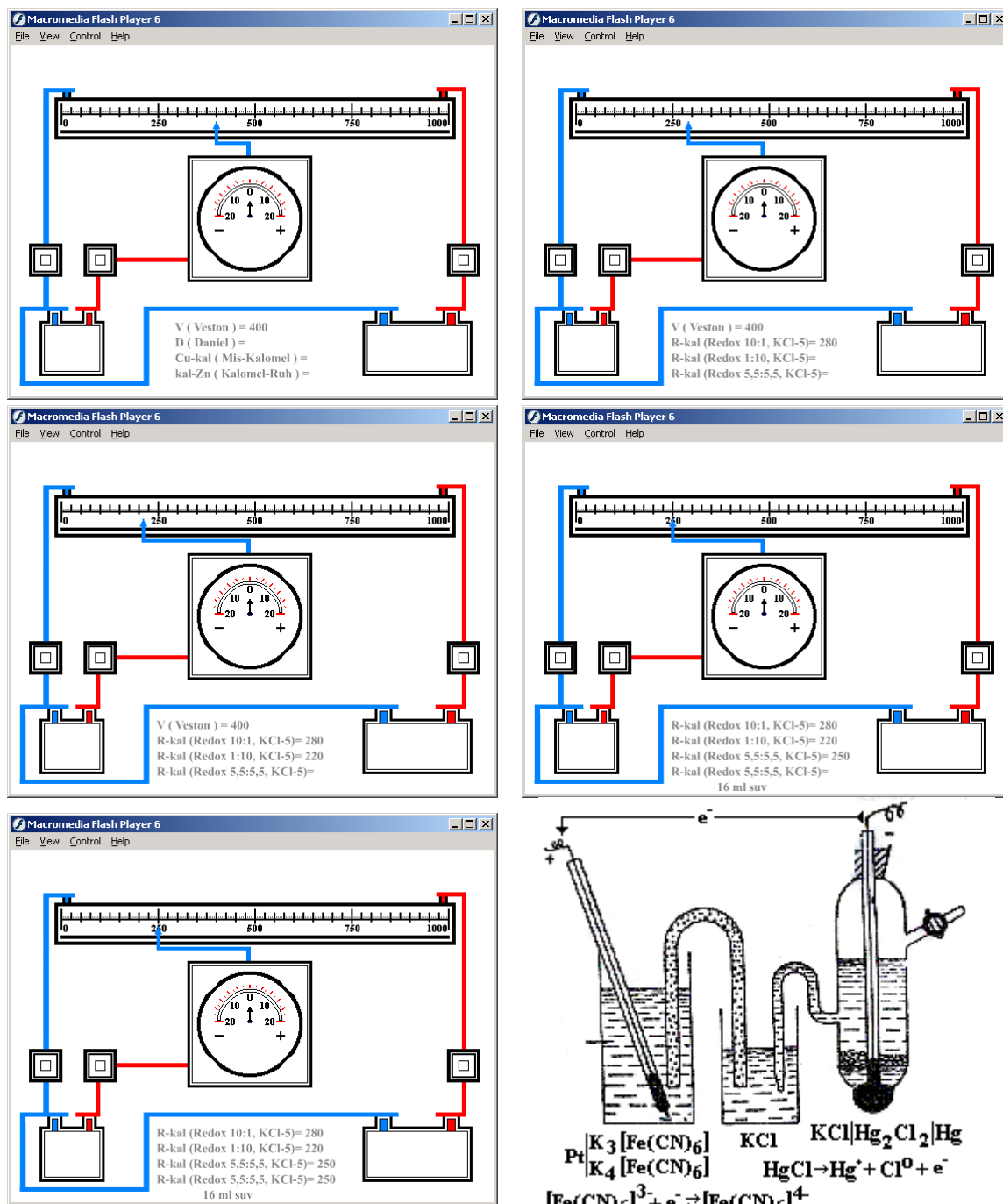
$$\frac{R_B - E_B}{R_x - E_x} \quad E_x = \frac{E_B \cdot R_x}{R_B}$$

Biz bilamiz: $E_x = \varphi_r - \varphi_{kalomel}$, bunda $\varphi_r = \varphi_{kalomel} + E_x$ kelib chiqadi.

Bu erda:

E_V - Veston elementi EYUK (0.0183B);

Ex - tekshiriluvchi elementning EYUK



11-rasm. Redoks elektrod va kalamel elektrodini o'lash sxemasi

0.01M $K_3[Fe(CN)_6]$	0.01M $K_4[Fe(CN)_6]$	2M KCl	H_2O	Rx	Ex	$\varphi_r = \varphi_{kal} + E_x$	$\varphi_r = \varphi_r^0 + \frac{RT}{F} \ln \frac{[OX]}{[Red]}$
10.0	1.0	5.0	-				
1.0	10.0	5.0	-				
5.5	5.5	5.0	-				
5.5	5.5	5.0	1b.0				

Tayyorlanish va bilim darajasini tekshirish uchun savollar.

1. Ishning maqsadi?
2. Redoks elektrod redoks sistema nima?
3. Redoks sistema turlari (1.11)?
4. Peters tenglamasi?
5. φ_r - qayerda va qanday yuzaga keladi?
6. φ_r - qanday faktorlarga bog`liq?
7. Qanday potentsial, redoks elektrod potentsiali deyiladi?
8. Galvanik element sxemasi?
9. Ish tartibi

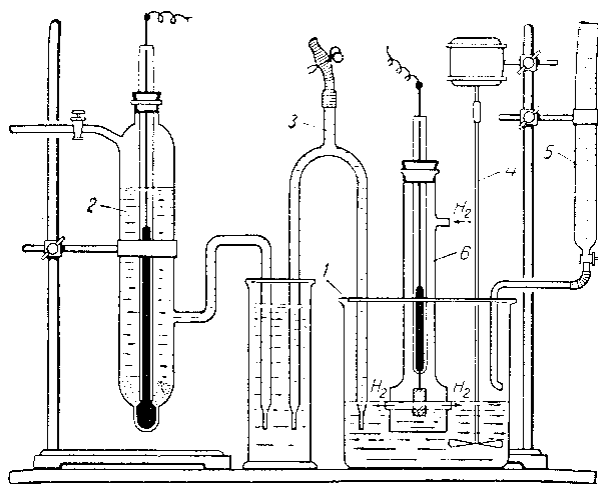
Potentsiometrik titrlash

Potentsiometrik titrlash fizik- kimyo analizida eng ko`p qo`llaniladigan muhim usuldir. Tekshiriluvchi eritmaga tushirilgan indikator elektrodining potentsialini titrlash borasida o`lchash, potentsiometrik titrlashning asosini tashkil etadi. Potentsiali berilgan ion konsentratsiyasiga bog`liq bo`lgan va uning konsentratsiyasining o`zgarishi bilan potentsiali ham o`zgaradigan elektrod, indikator elektrodi deyiladi.

Elektrod potentsiali faqat modda tabiatiga bog`liq bo`lmay, balki shu elektrodga nisbatan qaytar bo`lgan eritmadagi ionlar konsentratsiyasi C ga ham bog`liq.

$$\varphi_{Me/Me^{n+}} = \varphi^0_{Me/Me^{n+}} + \frac{0.059}{n} \lg C$$

Titrlash borasida, ion konsentratsiyasi uzluksiz o`zgarishi natijasida elektrod potentsiali ham uzluksiz o`zgarib boradi. Bu usul rangli va loyqa eritmalarini, ko`p komponentli yoki kichik konsentratsiyali eritmalarini, kuchsiz elektrolitlarni titrlashda qo`llaniladi. Bunday eritmalarini, oddiy indikatorlar yordamida titrlash bilan analiz qilib bo`lmaydi. Potentsiometrik titrlash cho`ktirish, oksidlanish,



12-pasm. Potentsiometrik titrlash sxemasi

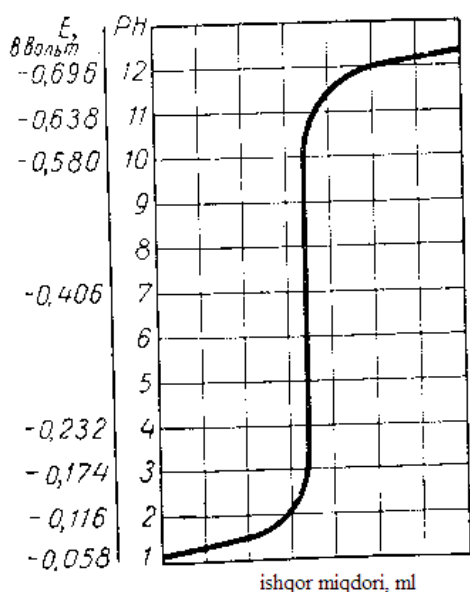
qaytarilish, suvli va suvsiz eritmalarda kompleks hosil qilish kabi reaksiyalarga asoslangan. Misol tariqasida kuchli kislota (xlorid kislota) eritmasini ishqor (natriy gidroksid) eritmasi bilan titrlashni ko`rib o`tamiz. Indikator elektrodi sifatida pH ni aniqlashda qo`llaniladigan vodorod yoki xingidron va boshqa elektrodlarni ishlatish mumkin. Agar indikator elektrodi sifatida vodorod elektrodi qo`llanilsa, uni (tekshiriluvchi) titrlanuvchi eritmaga tushiriladi va

elektrolitik kalit (tuz ko`prigi) orqali biror-bir taqqoslash, chunonchi, kalomel elektrodi bilan ulanadi. (12-rasm)

Hosil bo`lgan vodorod-kalomel galvanik elementining dastlabki EYUK ni aniqlanadi, so`ngra byuretkka orqali ma`lum hajmdagi ishqorning eritmasi tomizilishi bilan EYUK ham o`lchanib boriladi.

Bunda kislota eritmasidagi vodorod ionlarining konsentratsiyasi kamayib boradi; pH bo`lsa ortadi. Bir vaqtning o`zida vodorod-kalomel zanjirining EYUK i ham ortadi. Chunki EYUK va eritma pH i o`rtasida to`g`ri chiziqli bog`liqlik mavjud ($E = 0.2438 + 0.059 pH$). pH va EYUK ning eng keskin o`zgarishi ekvivalent nuqtaga to`g`ri keladi.

Tajribada olingan natijalar $E - V_{ishqor}$ koordinatalari bo`yicha grafikka qo`yiladi (13-rasm) yoki $E/\Delta V - V_{ishqor}$ koordinatalari bo`yicha ko`zga yaqqol



tashlanuvchi differentsial egri chiziq (yoki differentsial egri chiziqning eng yuqori nuqtasi) olinadi. Ekvivalent nuqtaga to`g`ri keluvchi ishqor hajmi (V_1) abtsissa o`qiga ekvivalent nuqtasidan chiziq tushirib topiladi.

Titrlash uchun olingan analiz qilinuvchi kislota hajmi (V_k), ishchi eritma, (ishqor)ning normalligi (N_n) ma`lum bo`lgani uchun, kislota normalligini osonlikcha aniqlash mumkin:

$$\frac{N_k}{V_u} = \frac{N_u}{V_k} \quad N_k = \frac{V_u N_u}{V_k}$$

13-pasm. $E - V_{ishqor}$ koordinatalari grafi

Agar kuchsiz kislota kuchsiz ishqor bilan titrlansa EYUK ning o`zgarishi keskin bo`lmaydi.

Kuchli va kuchsiz kislota aralashmasi, kuchli asos eritmasi bilan titrlansa, titrlash egrisida ikkita EYUK ning o`zgarishi kuzatiladi: birinchisi (anchagina keskin) kuchli kislota uchun mos kelsa, ikkinchisi (uncha keskin bo`lmagani) kuchsiz kislota uchun ishqor bilan butkul bog`lanishiga mos keladi. Potentsiometrik usulda eritmadagi xlor, brom, yod ionlarini va ular aralashmasini kumush nitrat eritmasi bilan ham titrlab aniqlash mumkin. Bunda indikator elektrodi vazifasini kumush plastinkasi, bog`lovchi eritma (ko`prikli tuz) rolini esa kaliy nitrat eritmasi bajaradi. Oksidlovchi va qaytaruvchilar aniqlanayotganda indikator elektrodi sifatida platina plastinkasi qo`llaniladi. Barcha potentsiometrik titrlash analiz usullarida eritmani doimo yaxshi aralastirib turish muhim ahamiyatga ega.

AMALIY ISH

Amaliy ishni bajarishdan avval darslik, lektsiya konspekti va metodik qo'llanmalardan quyidagi materiallarni o'qib bilib oling: potentsiometrik titrlash usulining mohiyati, ekvivalent nuqtani aniqlash usullari, potentsiometrik titrlashning oddiy va differentsial egrilari; kislota, oksidlovchi va galloidlarni potentsiometrik titrlash; indikator elktrodlari va ularni potentsiometrik titrlashda qo'llash; potentsiometrik titrlashda EYUK ni o'lchash texnikasi.

Vazifa: Titrant sifatida KMnO_4 ni nordon muhitdagi eritmasini qo'llab, kaliy yodid eritmasi konsentratsiyasini potentsiometrik usulda titrlash.

Vazifaning nazariy va amaliy tomonlarini yaxshi o'zlashtirganingizdan so'ng mustaqil holda potentsiometrik usul mohiyatini tahlil qiling. Sodir bo'ladigan reaksiyalar tenglamasini yozing.

ISH TARTIBI

1. Kompensatsion usulda (yoki potentsiometrda) galvanik zanjirning EYUK i o'lchanadi. Galvanik zanjir xlor-kumush taqqoslash elektrodi va redoks (aniqlash elektorodi) elektrodlaridan tashkil topgan bo'lib, platina simidan yasalgan redoks elektrod analiz- qilinuvchi (konsentratsiyasi noma'lum bo'lgan 10 ml kaliy yodid va 5 ml 2n sulfat kislota) eritmaga tushiriladi.
2. Analiz qilinuvchi eritma ma'lum konsentratsiyali KMnO_4 eritmasi bilan titrlana boradi. U tekshiriluvchi eritmaga 0.5 ml dan quyib boriladi. KMnO_4 eritmasining (titrantning) har bir miqdori qo'shilgandan so'ng galvanik zanjir EYUK i o'lchanib boriladi. Olingan natijalar jadvalga yozib boriladi.
3. Jadvalga kiritilgan natijalar asosida egri chiziqlar chiziladi: Oddiy ko'rinishda $E = f(v)$ va differentsiallangan holatda $\frac{\Delta E}{\Delta V}$ Potentsiometrik titrlash egrisi orqali titrlash uchun sarflangan KMnO_4 eritmasining hajmi topiladi va KMnO_4 eritmasining konsentratsiyasini ma'lumligini nazarga olgan holda kaliy yodidning konsentratsiyasi hisoblanadi.

Potentsiometrik titrlash nazariyasi xaqida ilova.

Qo'shilayotgan eritma hajmi	E, mV	$\frac{\Delta E}{\Delta V}$, mV/ml

Potentsiometrik titrlash usuli vodorod ionni aktivligini (yoki eritma pH) aniqlashdan tashqari potentsiometrik titrlash deb nom olgan umumiy konsentratsiyani aniqlashda ham keng qo'llaniladi.

Potentsiometrik titrlashning mohiyati shundan iboratki, unda titrlanuvchi eritmaga tushirilgan elektrod potentsiali titrlash borasida o'zgarib boradi. Shunisi e'tiborliki, bu o'zgarish ekvivalent nuqtada keskin tus oladi.

**Ushbu mavzu bo`yicha talabalarning
O`quv izlanishlari bo`yicha vazifalar.**

1. Nima uchun ushbu titrlashda indikator elektrodi sifatida redoks elektrod qo`llaniladi ?
2. Titrlash tugayotganligini qanday belgi orqali aniqlash mumkin?
3. Ushbu ishdagi potentsiometrik titrlash egrisining yo`nalishi qanday tushintirish mumkin?
4. Ushbu ishda indikator elektrodi sifatida shisha yoki xingidron elektrodlarini qo`llash mumkinmi? Agar mumkin bo`lmasa, nima uchun?

Test savollari.

1. Indikator elektrodlar:

- | | |
|-----------------------------|-------------------------|
| 1. Rux elektrodi; | 2. Shisha elektrodi; |
| 3. Kumush xlorid elektrodi; | 4. Kalomel elektrodi; |
| 5. Vodorod elektrodi; | b. Xingidron elektrodi; |
| 7. Veston elementi. | |

- A) 1.3 B) 2.4.5.b C) 3.4 D) 2.5.b E) 7

2. Redoks elektrod potentsiali uchun Peters tenglamasi ?

A) $\varphi = \varphi^0 - \frac{RT}{nF} \ln \frac{\pi}{P}$ B) $\varphi = \varphi^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{a_2}{a_1}$ C) $\varphi_0 - 0.059 pH$

D) $\varphi = \varphi^{0+} \frac{RT}{nF} \ln \frac{[ox]}{[Red]}$ E) $\varphi = \varphi^0 + \frac{0.059}{n} \ln \frac{[ox]}{[Red]}$

3. Vodorod elektrodining sxemasi:

A) $Pt | [H^+] = 1$ B) $Pt | [H^+] = x$ C) $Pt_{(H_2)} | [H^+] = x$

D) $Pt | [Hg]$ E) $Pt | [Hg] | Hg_2Cl_2 | KCl$

4. Ion tashish soni:

A) $\lambda_{\infty} = V_k + V_A$ B) $V = V_0 \cdot F$ C) $n = \frac{A}{F \cdot E}$

D) $\tau_{(+)} = \frac{\pi_{(+)} + \pi_{(-)}}{\pi_{(+)}}$ E) $\tau_{(-)} = \frac{\pi_{(-)}}{\pi_{(-)} + \pi_{(+)}}$

5. II-xil redoks sistemalarni tanlang.

A) $Pt | SnCl_4$ B) $Pt \left| \frac{[Fe(CN)_6]^{-3}}{[Fe(CN)_6]^{-4}} \right.$ C) $Pt \left| \frac{[хинон] \cdot [H^+]}{[гидрохинон]} \right.$

D) $Pt \left| \frac{FeCl_3}{FeCl_2} \right.$ E) $Pt \left| \frac{FeCl_3}{FeCl_2} \right.$

- b. Xingidron-kalomel zanjiri bo`yicha pH ni hisoblash formulasi?

$$A) pH = \lg[H^+] \quad B) pH = \frac{E - \varphi_{\text{кат}}}{0.059} \quad S) pH = \frac{\varphi_{\text{кат}} - \varphi_{\text{кат}}}{0.059}$$

$$D) pH = \frac{E - \varphi_{H_2}^0}{0.059} \quad E) pH = \frac{\varphi_{\text{кат}} - \varphi_{\text{кат}} - E}{0.059}$$

7. Agar (π eritma osm.bosimi, p-elektrodning elektrolitik eruvchanligi) $P > \pi$ bo`lsa
 1) elektrod musbat zaryadga ega; 2) elektrod manfiy zaryadga ega;
 3) elektrodda $Me^0 - ne^- \rightarrow Me^{n+}$ sodir bo`ladi;
 4) elektrodda $Me^{n+} + ne^- \rightarrow Me^0$ sodir bo`ladi.
 A) 1, 3 B) 2, 3 S) 2, 4 D) 1, 4
8. Kumush va kadmiy elektrodlaridan iborat galvanik elementning EYUK hisoblansin? Agar $\varphi_{Ag}^0 = 0.800B$; $\varphi_{Cd}^0 = 0.250B$ bo`lsa
 A) 1.0 B) 1.05 S) 2.4 D) 1.4
9. Vodorod elektrodining konsentratsiya va bosimga bog`liqlik potentsiali qaysi formulada aniqlanadi?
 A) $\varphi = \varphi^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{a_{H^+}}{P^{1/2}_{H_2}}$ B) $\varphi = \varphi^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{P^{1/2}_{H_2}}{a_{H^+}}$ C) $\varphi_0 - 0.059 pH$
 D) $\varphi = \varphi^0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{[ox][H^+]}{[Red]}$ E) $ox + ne^- + mH^+ \rightarrow Red$

O`quv materiallarini o`zlashtirish darajasini nazorat etish uchun vazifalar

- Agar 1 n rux sulfat eritmasini 10 marta suyultirilsa, unga tushirilgan rux elektrodining potentsiali qanchaga o`zgaradi? ($\varphi^0 = -0.76B$ teng bo`lsa)
 Javobi: $0.029B$ ga o`zgaradi.
- Agar 1 n xlorid kislota eritmasi 1000 marta suyultirilsa, unga tushirilgan xingidron elektrodining potentsiali qanchaga o`zgaradi? ($\alpha = 1$)
 Javobi: $0.174B$ ga o`zgaradi.
- Kalomel (kaliy xloridning to`yingan eritmasini saqllovchi) va xingidron (eritma $Rb^+ + e^- \rightarrow Rb$) elektrodlaridan tashkil topgan zanjirning EYUK ini aniqlang? (harorat $25^0 S$)
 Javobi: $0.231B$
- Ikkita vodorod elektrodlaridan tashkil topgan galvanik element mavjud. (EYUK $0.243B$) Elektrodlardan biri $pH = 0$ bo`lgan eritmaga tushirilgan. Ikkinchi elektrodning pH qiymati hisoblansin (Harorat $18^0 C$)
 Javob: $pH = 4.19$
- Galvanik element xingidron va kalomel elektrodlaridan tashkil topgan. Xingidron elektrodi tushirilgan eritmada vodorod ionlari konsentratsiyasi noma`lum: kalomel elektrodi to`yingan kaliy xlor eritmasini saqlaydi. Element EYUK i $18^0 C$ da $0.190B$ ga teng. Eritma pH hisoblansin?
 Javob: $pH = 4.55$
- Berilgan redoks sistemada oksidlangan shakli 20%, qaytarilgan shakli 80%

ga teng bo`lsin.

Oksidlanish-qaytarilish reaksiyasida bitta elektron ishtirok etadi. $\varphi_r^0 = -0.15B$;

Redoks potentsiali hisoblansin?

Javob: $-0.115B$

7. $(-)Pt_{(H_2)} | pH = 0 \parallel \begin{matrix} Pb^{4+} \\ Pb^{2+} \end{matrix} | Pt(+)$ zanjiridan iborat galvanik element mavjud. Agar galvanik zanjirning EYUK i $1.72B$ bo`lsa, $25^{\circ}C$ da qo`rg`oshin jufti elektrodning redoks potentsiali nechaga teng bo`ladi?

Javobi: $1.72B$

8. O`zlarining normal konsentratsiyali eritmalariga tushirilgan Al va Pb, Mn va Al, Fe va Mn lardan tashkil topgan galvanik elementlarning EYUK qiymatlari hisoblansin?
9. Kalomel va vodorod elektrodlaridan tashkil topgan galvanik zanjirning EYUK i $18^{\circ}C$ da $0.8B$ ga teng. Vodorod elektrodi tushirilgan tekshiriluvchi eritma pH topilsin?

Javobi: $pH = 10$

10. Elektrometrik titrlash uchun to`yingan kaliy xlor eritmasi saqlagan kalomel va tekshiriluvchi eritmaga tushirilgan vodorod elektrodi olingan. Galvanometrni strelkasini nol nuqtaga keltirish uchun surgich qaysi masofa(mm)ga qo`yilishi lozim. (Tekshiriluvchi eritma $pH = 7.4$; harorat $18^{\circ}C$; Veston elementi uchun kompensatsiya nuqta masofasi 679 mm. ga teng bo`lsa)

Javobi: 452.8 mm

11. Tajriba uchun to`yingan kalomel hamda vodorod va xingidron elektrodleri olingan. Keyingi ikkita elektrod tushirilgan xlorid kislota eritmasining $[HCl]=1$, harorat $18^{\circ}C$.

Bu ikkita elektrodning qaysi, biri olinganda

1) Eng katta; 2) Eng kichik elektr yurituvchi kuch olish mumkin?

Har ikkala zanjir sxemasi tuzilsin va tok yo`nalishi ko`rsatilsin?

Ilova

Elektrodlar va elektrolitik ko`prik (kalit)ni tayyorlash.

1. **Mis elektrodini tayyorlash.** Mis plastinkasi sathi qum qog`ozi bilan tozalanadi, distillangan suv bilan yuviladi va 1-2 minut 5% li N_2SO_4 eritmasiga tushirib qo`yiladi. Plastinka sathi elektrolitik usulda mis bilan qoplanadi. Mislovchi vannada (idishda) ushbu tarkibli eritma bo`lishi kerak: $CuSO_4$ ($200 \frac{g}{l}$), H_2SO_4 ($50 \frac{g}{l}$), C_2H_5OH ($50 \frac{g}{l}$).

Tok 10-15 min davomida o`tkaziladi.

2. **Rux elektrodini tayyorlash.** Rux plastinkasi tajribadan oldin qum qog`ozi bilan tozalanadi, distillangan suv bilan yuviladi. Elektrolitik usulda

plastinka rux bilan qoplanadi. Elektroliz uchun olinadigan eritma tarkibi quyidagicha: 100 ml suv: 2.15 g rux sulfat: 3.0 g alyuminiy sulfat: 7.0 g natriy sulfat va 1.0 g. dekstrin (Vanna $pH=4$). Ruxlash vaqti 15 min. Tok zichligi $10-20 \frac{mA}{cm^2}$

3. **Kalomel elektrodini tayyorlash.** (Mo`ri tagida maxsus patnida bajariladi). Idishga tozalangan simob solinadi. So`ng simobga shisha naychaga ulangan platina plastinkasi tushiriladi. (Oldin platina plastinkasiga mis simi ulanadi, (payalnik yordamida)). Simob ustiga 1-2 mm qalinlikda Hg_2Cl_2 pastasi solinadi. Buning uchun ehtiyotlik bilan kalomel suspenziyasi yangi tayyorlangan tegishli konsentratsiyali kaliy xlorid eritmasiga solinadi. Pasta simob ustiga cho`kkandan so`ng idishga KCl eritmasi quyiladi. Elektrod bilan juda ehtiyotkorona ishlash kerak: silkitish, qiyshaytirish va o`lchash vaqtida « qurilma»dan chiqarib olish man etiladi. Elektrod tayyorlangandan so`ng ishlatilguncha kamida bir sutka ushlab turilishi kerak. To`yingan kaliy xlorid eritmasi saqlagan elektrod eng barqaror eng ishonchli hisoblanadi.
4. **Simobni tozalash.** (Mo`ri tagida maxsus patnida bajariladi). Simob yangi tayyorlangan xromli aralashma va suv bilan yuviladi va teshik-teshik qatlamli qog`oz filtdan o`tkaziladi. Simob filtrlangandan so`ng, tarkibida 1% $Hg_2(NO_3)_2$ saqlagan 5-10 % li HNO_3 eritmasi bilan ko`p vaqt chayqatiladi. Simob yana distillangan suv bilan yuvilib, qog`oz filtr yordamida quritiladi. Simob eritmada,» bo`luvchi» voronka yordamida ajratiladi.
5. **Kalomel pastasi va suspenziyasini tayyorlash.** Yangi tayyorlangan tegishli konsentratsiyali kaliy xlorid eritmasi bilan Hg_2Cl_2 (kalomel) 2-3 marta dekantatsiya qilib yuviladi. Yuvilgan kalomel, chinni idishda havoncha dastasi (pestik) yordamida, bir necha tomchi simob va kaliy xlorid eritmasi bilan eziladi. Bir oz vaqtdan so`ng suv to`kib tashlanadi. Bu jarayon 3-4 marta qaytariladi. Olingan pasta kalomel elektrodini tayyorlashda ishlatiladi. Suspenziya tayyorlash uchun kalomel pastasi kaliy xlorid eritmasi bilan arlashtiriladi.
- b. **Elektrolitik ko`prik (kalitni) ni agar – agar va kaliy xloriddan tayyorlash.** 100 g qaynayotgan suvga 3 g agar-agar solib eritiladi. Aralashtirib turib, eritmaga 10 g kaliy xlorid qo`shiladi. Hosil bo`lgan iviq naychaga tortiladi va sovutiladi. Iviqda bo`shliq (g`ovak) va pufaklar bo`lmasligi kerak.

1 –jadval

Turli temperaturadagi kalomel elektrodining potentsiallari.

t, °C	KCI eritmasining kontsentratsiyasi		
	0.1 n	1.0 n	To`yingan eritma
18	0.33b9	0.2845	0.2483
19	0.33b9	0.2842	0.2477
20	0.33b8	0.2840	0.2471
21	0.33b7	0.2833	0.24b4
22	0.33b7	0.2835	0.2458
23	0.33bb	0.2833	0.2451
24	0.33bb	0.2830	0.2445
25	0.33b5	0.2828	0.2438
30	0.33b2	0.281b	0.2405
40	0.335b	0.2792	0.2340
50	0.3350	0.27b8	0.2275

2 –jadval

3 –jadval

Turli temperaturadagi $V = 2.303 \frac{RT}{nF}$ qiymati ($n = 1$)	
T, °C	V
273Q18	0.0577
273Q19	0.0579
273Q20	0.0581
273Q21	0.0583
273Q24	0.0589
273Q25	0.0591
273Q30	0.0b04
273Q40	0.0b21
273Q45	0.0b31
273Q50	0.0b41

Veston elementi EYUK	
t, °C	E, V
18	1.01839
19	1.01834
20	1.01830
21	1.0182b
22	1.01822
23	1.01817
24	1.01812
25	1.01807
28	1.01802
29	1.01792
30	1.01781

**Ayrim sistemalarning normal (standart) oksidlanish-qaytarilish potentsiallari
(suvli eritma, harorat 25⁰).**

№	Elektrod	Elektrod jarayoni		φ^0, V
		Oksidlangan shakl	Qaytarilgan shakl	
1	$Cr^{3+}, Cr^{2+} / Pt$	$Cr^{3+} + e \rightleftharpoons Cr^{2+}$		- 0.41
2	$Sn^{4+}, Sn^{2+} / Pt$	$Sn^{4+} + 2e \rightleftharpoons Sn^{2+}$		+ 0.153
3	$Cu^{2+}, Cu^+ / Pt$	$Cu^{2+} + e \rightleftharpoons Cu^+$		+ 0.167
4	<i>гидрохинон – хинон</i> H^+ / Pt	$C_6H_4O_2 + 2H^+ + 2e \rightleftharpoons C_6H_4(OH)_2$		+ 0.6994
5	$Fe^{3+}, Fe^{2+} / Pt$	$Fe^{3+} + e \rightleftharpoons Fe^{2+}$		+ 0.783
6	$Mn^{3+}, Mn^{2+} / Pt$	$Mn^{3+} + e \rightleftharpoons Mn^{2+}$		+ 1.751
7	$Pb^{4+}, Pb^{2+} / Pt$	$Pb^{4+} + 2e \rightleftharpoons Pb^{2+}$		+ 1.70
8	$Co^{3+}, Co^{2+} / Pt$	$Co^{3+} + e \rightleftharpoons Co^{2+}$		+ 1.82
9	$Fe(CN)_6^{3-}, Fe(CN)_6^{4-} / Pt$	$Fe(CN)_6^{3-} + e \rightleftharpoons Fe(CN)_6^{4-}$		+0.486
10	Li^+ / Li	$Li^+ + e \rightleftharpoons Li$		-3.045
11	Rb^+ / Rb	$Rb^+ + e \rightleftharpoons Rb$		-2.925
12	K^+ / K	$K^+ + e \rightleftharpoons K$		-2.925
13	Ba^{2+} / Ba	$Ba^{2+} + 2e \rightleftharpoons Ba$		-2.90
14	Ca^{2+} / Ca	$Ca^{2+} + 2e \rightleftharpoons Ca$		-2.87
15	Na^+ / Na	$Na^+ + e \rightleftharpoons Na$		-2.714
16	Mg^{2+} / Mg	$Mg^{2+} + 2e \rightleftharpoons Mg$		-2.37
17	AlO_2^- / Al	$AlO_2^- + 2H_2O + 3e \rightleftharpoons Al + 4OH^-$		-2.35
18	Al^{3+} / Al	$Al^{3+} + 3e \rightleftharpoons Al$		-1.70
19	ZnO^{2-} / Zn	$ZnO^{2-} + 2H_2O + 2e \rightleftharpoons Zn + 4OH^-$		-1.216
20	Mn^{2+} / Mn	$Mn^{2+} + 2e \rightleftharpoons Mn$		-1.18
21	SO_4^{2-} / SO_3^{2-}	$SO_4^{2-} + H_2O + 2e \rightleftharpoons SO_3^{2-} + 2OH^-$		-0.93
22	Zn^{2+} / Zn	$Zn^{2+} + 2e \rightleftharpoons Zn$		-0.763
23	Cr^{3+} / Cr	$Cr^{3+} + 3e \rightleftharpoons Cr$		-0.74
24	$Fe(OH)_3 / Fe(OH)_2$	$Fe(OH)_3 + e \rightleftharpoons Fe(OH)_2 + OH^-$		-0.56
25	Fe^{2+} / Fe	$Fe^{2+} + 2e \rightleftharpoons Fe$		-0.440

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^+	$Cu^{2+} + e^- \rightarrow Cu^+$	+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
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	$Hg^{2+} + 2e_{\leftarrow} \rightarrow Hg$	+0.854
58	ClO^{-} / Cl^{-}	$ClO^{-} + 2H_2O + 2e_{\leftarrow} \rightarrow Cl^{-} + 2OH^{-}$	+0.89
59	Hg^{2+} / Hg^{2+}_2	$Hg^{2+} + 2e_{\leftarrow} \rightarrow Hg^{2+}_2$	+0.92
60	NO^{-}_3 / HNO_2	$NO^{-}_3 + 3H^{+} + 2e_{\leftarrow} \rightarrow HNO_2 + H_2O$	+0.94
61	NO^{-}_3 / NO	$NO^{-}_3 + 4H^{+} + 3e_{\leftarrow} \rightarrow HNO_2 + H_2O$	+0.96
62	HNO_2 / NO	$HNO_2 + H^{+} + e_{\leftarrow} \rightarrow NO + H_2O$	+1.00
63	$Br_2 / 2Br^{-}$	$Br_2 + 2e_{\leftarrow} \rightarrow 2Br^{-}$	+1.0652
64	IO^{-}_3 / I^{-}	$IO^{-}_3 + 6H^{+} + 6e_{\leftarrow} \rightarrow I^{-} + 3H_2O$	+1.09
65	$2IO^{-}_3 / I_2$	$2IO^{-}_3 + 12H^{+} + 10e_{\leftarrow} \rightarrow I_2 + 6H_2O$	+1.195
66	$O_2 / H_2O(pH=0)$	$O_2 + 4H^{+} + 4e_{\leftarrow} \rightarrow 2H_2O$	+1.229
67	MnO_2 / Mn^{2+}	$MnO_2 + 4H^{+} + 2e_{\leftarrow} \rightarrow Mn^{2+} + 2H_2O$	+1.23
68	$Cr_2O^{2-}_7 / 2Cr^{3+}$	$Cr_2O^{2-}_7 + 14H^{+} + 6e_{\leftarrow} \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$	+1.33
69	$Cl_2 / 2Cl^{-}$	$Cl_2 + 2e_{\leftarrow} \rightarrow 2Cl^{-}$	+1.359
70	ClO^{-}_3 / Cl^{-}	$ClO^{-}_3 + 6H^{+} + 6e_{\leftarrow} \rightarrow Cl^{-} + 3H_2O$	+1.45
71	PbO_2 / Pb^{2+}	$PbO_2 + 4H^{+} + 2e_{\leftarrow} \rightarrow Pb^{2+} + 2H_2O$	+1.456
72	$2ClO^{-}_3 / Cl_2$	$2ClO^{-}_3 + 12H^{+} + 10e_{\leftarrow} \rightarrow Cl_2 + 6H_2O$	+1.47
73	Au^{3+} / Au	$Au^{3+} + 3e_{\leftarrow} \rightarrow Au$	+1.50
74	MnO^{-}_4 / Mn^{2+}	$MnO^{-}_4 + 8H^{+} + 5e_{\leftarrow} \rightarrow Mn^{2+} + 4H_2O$	+1.51
75	$PbO_2 / PbSO_4$	$PbO_2 + 4H^{+} + SO_4^{2-} + 2e_{\leftarrow} \rightarrow PbSO_4 + 2H_2O$	+1.685
76	MnO^{2-}_4 / MnO_2	$MnO^{2-}_4 + 4H^{+} + 3e_{\leftarrow} \rightarrow MnO_2 + 2H_2O$	+1.695
77	H_2O_2 / H_2O	$H_2O_2 + H^{+} + 2e_{\leftarrow} \rightarrow H_2O$	+1.77
78	$S_2O^{2-}_8 / 2SO^{2-}_4$	$S_2O^{2-}_8 + 2e_{\leftarrow} \rightarrow 2SO^{2-}_4$	+2.01
79	$F_2 / 2F^{-}$	$F_2 + 2e_{\leftarrow} \rightarrow 2F^{-}$	+2.87
80	$F_2 / 2HF$	$F_2 + H^{+} + 2e_{\leftarrow} \rightarrow 2HF$	+3.06

Adabiyotlar ro'yxati.

1. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi "O'zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo'yicha harakatlar strategiyasi to'g'risida" gi PF-4947-sonli Farmoni. O'zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari to'plami, 2017 y., b-son, 70-modda
2. Aminov S.N., Popkov V.A., Qurbonova M.M., Fizik va colloid kimyodan amaliy mashg'ulotlar. Toshkent, Fan, 200 b.
3. Физическая и коллоидная химия: учебник /Под ред. Проф. А.П. Беляева.- М. ГЭОТАР –Медия, 2010. -704 с.
4. Aminov S.N., Qurbonova M.M., Rahmatullaeva M.M., Fizik va kolloid kimyo fanidan masalalar to'plami.T., "Spektrum skope" 2011.-194 b.
- 5.D. H. Everett, F.R.S. Colloid science. Department of Physical Chemistry University of Bristol.ISBN 0-8518b-443-0 © The Royal Society of Chemistry
6. P. Atkins, J.Paula. Physical chemistry. New York, 2010.
7. Aminov S.N., Rahmatullaeva M.M. Fizik va kolloid kimyo –Ma`ruzalar matni multimediyasi. Toshkent, -2017 g.
1. Фролов Ю.Г., Курс коллоидной химии, Учебник -М.: Химия, -1992.
2. Ершов Ю.А., Попков В.А., Берлянд А.С. и др. Общая химия, М.: Высшая школа2003 г.
8. Кабачный В.И. Осипенко Л.К.,и др. Физическая и коллоидная химия Харьков.Изд. НФаУ.-2010.-С.365