

**O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI OLIY VA O'RTA MAXSUS
TA'LIM VAZIRLIGI
TOSHKENT KIMYO TEXNOLOGIYA INSTITUTI**

**«Informatika, avtomatlashtirish va boshqaruv»
Kafedrası**

***TEXNOLOGIK O'LCHASHLAR VA
ASBOBLAR***

MUSTAQIL ISH

**Mavzu: KONSENTRASIYASINI O'LCHASH USULLARI VA
ASBOBLARI**

Guruh: 38-12

Bajardi: Boboqulov M

Tekshirdi: Yunusov B

KONSENTRASIYASINI O'LCHASH USULLARI VA ASBOBLARI REJA:

- 1. Potensiometrik usul**
- 2. Konduktometrik konsentratomerlarning o'lchash**
- 3. Titrlash yo'li bilan modda konsentrasiyasini o'lchash**

1.POTENSIOMETRIYA

Potensiometriyaga eritmalar konsentrasiyalarini elektrodlar potentsiallarini o'lchashga asoslangan usullar kiradi. Potensiometrik konsentratomer o'lchash yacheykasi galvvanik element hisoblanib, uning elektr yurituvchi kuchi (EYUK) analiz qilinayotgan eritmadagi o'lchanayotgan modda konsentrasiyasiga bog'liq bo'ladi. Potensiometriya usuli elektrolit eritmalaridagi xar xil ionlarning aktiv konsentrasiyalarini o'lchashda qo'llanilishi mumkin. Bunda xar gal, aniqlanayotgan ion uchun potentsial-aniqlovchi bo'lgan, indikator elektrodini tanlash kerak bo'ladi.

Elektrod eritmaga cho'kkanda, kationlar eritmaga o'tishi natijasida, metall va eritma orasida ikkilangan (dvoynoy) elektr qatlami hosil bo'ladi. Manfiy zaryadlangan metall elektrodi yuzasi musbat zaryadlangan eritma qatlamiga tegib turadi. Ikkilangan (dvoynoy) elektr qatlami ichida (orasida) potentsiallar farqi hosil bo'ladi.

Metall elektrodni eritmaga cho'ktirilganda, elektrod va eritma chegarasida qandaydir potentsiallar farqi (sagrashi) hosil bo'ladi va uning qiymati va ishorasi metall va eritma tabiatiga, kationlarning eritmadagi konsentrasiyasiga bog'liq bo'lib, Nernst qonuni bo'yicha aniqlanadi.

$$E = \frac{RT}{nF} \ln \frac{P}{p}$$

Buyerda, R- universal gaz doimiysi;

T – eritmaning absolyut temperaturasi;

n – metall valentligi;

F – Faradey soni;

P – elektrod metallining eletrolitik erish bikirliigi;

p – metall kationlarining eritmadagi osmatik bosimi.

Agar, R va r kattaliklarni elektrodagi metall atomlari konsentrasiyasi S va metall kationlarining eritmadagi konsentrasiyasi s ga proporsional deb qarash mumkinligini hisobga olsak, unda,

$$E = \frac{RT}{nF} \ln \frac{C}{c} = \frac{RT}{nF} \ln C - \frac{RT}{nF} \ln c$$

Elektrodagi metall atomlari konsentrasiyasi o'zgarmasligini hisobga olsak,

$$E = E_0 - \frac{RT}{nF} \ln c$$

shunday qilib, elektrod va eritma chegarasida hosil bo'layotgan potentsial sagrashi metall kationlarining eritmadagi konsentrasiyasi (s) ga proporsional bo'ladi.

Elektrod potensialini galvvanik zanjir tuzib o'lchash mumkin. Buning uchun ikkinchi, potentsiali, konsentrasiya o'zgarganda, o'zgarmay qoladigan solishtirish elektrodidan foydalanish kerak. O'lchash yacheykasi EYUK quyidagi algebraik yig'indiga teng:

$$E_{yach} = E_{izm} + y e_{sr} \quad \text{yoki}$$

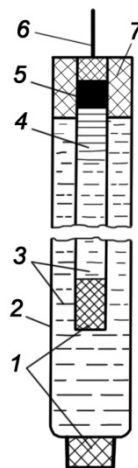
$$E_{yach} = y e_{sr} + y e_0 + \frac{RT}{nF} \ln c \quad \text{ya'ni, } y e_{yach} = f(s)$$

Solishtirish elektrodleri sifatida kolomelv va xlor kumushli elektrodler ishlatiladi.

Potensiometrik o'lchashlarda standart solishtirish elektrodli bo'lib kolomelv elektrodli hisoblanadi (rasm 122).

Bu elektrodni kam eruvchi toza kolomelv solingan idish ko'rinishida tasavvur qilish mumkin. Idishning qolgan qismi xlorli kaliy bilan to'ldirilgan.

Simob bilan kontakt uchun idish tubiga platina simi kovsharlangan. Bu elektrodli potentsial sakrashi simob va kolomelv chegarasida paydo bo'ladi va u kolomelv eritmasidagi simob ionlari konsentrasiyasiga bog'liq.



Rasm 122.

1- yarimo'tkazuvchi probka; 2- korpus; 3- KCl eritmasi; 4- kalomelv qatlami (Hg_2Cl_2); 5- rtutv qatlami; 6 – chiqish kontakti; 7 – probka;

Kolomelv uchun dissosiasiyalanish konstantasi quyidagi tenglama bo'yicha aniqlanadi:

$$K_{Hg_2Cl_2} = \frac{a_{Hg^+}^2 \cdot a_{Cl^-}^2}{a_{Hg_2Cl_2}}$$

Kalomelv kam eriydi va dissosiasiyalanadi, shuning uchun uning dissosiasiyalanmagan molekulari konsentrasiyasini o'zgarmas deb qarash mumkin. shuning uchun kolomelvning ion ko'paytmasi ham o'zgarmas kattalik bo'ladi va rtut potentsialini xlor ionlari konsentrasiyasi orqali ifodalash mumkin

$$E = y e_0 + \frac{RT}{nF} \ln a_{Hg^+} = E_0 + \frac{RT}{nF} \ln \frac{K_{Hg_2Cl_2}}{a_{Cl^-}}$$

a_{Cl^-} konsentrasiyasi yaxshi eriydigan KCl tuzi konsentrasiyasiga bog'liq. Odatda, a_{Cl^-} ni o'zgarmas ushlab turish uchun, KCl ning to'yingan eritmasidan foydalaniladi.

Xlorokumushli solishtirish elektrodлари nisbatan kam ishlatiladi. Asosan, kolomelv elektrodларini qo'llash tavsiya etilmagan xolatlarda qo'llaniladi.

Potensiometrik usul vodorod ionlarining aktiv konsentrasiyasini o'lchashda keng qo'llaniladi. vodorod hamma metallarga o'xshab, faqat musbat ionlar hosil qiladi. shuning uchun unga Nernst qonunining hamma hulosalarini qo'llash mumkin. vodorod va metallarning bunday o'xshashligi, vodorod ionlarining aktiv konsentrasiyasini, ya'ni, eritmалarning ishqoriy va kislota xususiyatlarini ifodalovchi, rH kattalikni o'lchashda Nernst qonunidan foydalanish imkonini beradi. Amalda, eritmалarning ishqoriy va kislota xususiyatlarini vodorod ionlarining aktiv soni (konsentrasiyalari) orqali emas, balki, bu sonning manfiy ishorali logarifmi orqali ifodalanadi. Bunda, 1 dan 14 gacha bo'lgan sonlar qatori hosil bo'ladi.

$$\text{pH} = -\lg[\text{H}^+] = \lg \frac{1}{[\text{H}^+]}$$

vodorod ionlarining aktiv konsentrasiyasini hisobga olganda,

$$\text{pH} = -\lg f_{\text{H}^+} \text{H}^+ \quad |$$

Eritmalarda pH ikki usul bo'yicha aniqlanadi: kalorimetrik va potensiometrik. Kalorimetrik usulda ba'zi moddalarning vodorod ionlari konsentrasiyasi o'zgarishi bilan rangi o'zgarishi xususiyatidan foydalaniladi. Bu usulda rN qiymati taxminan aniqlanadi (sifat analizi).

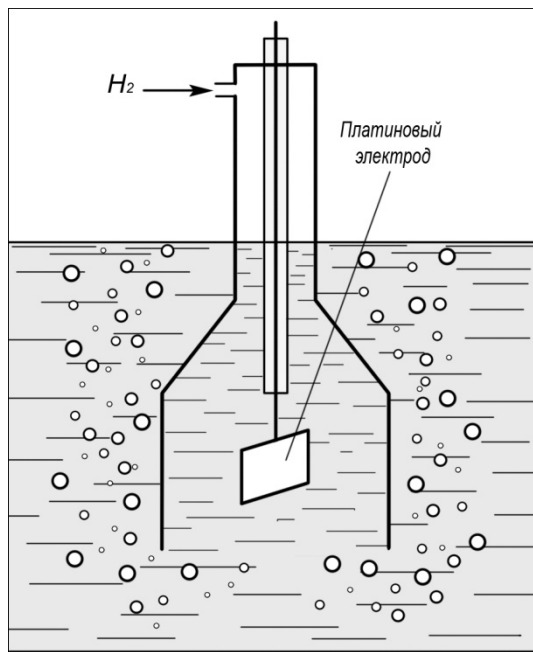
Potensiometrik usul tekshirilayotgan eritmaga tushirilgan ikki maxsus elektrodlarda hosil bo'layotgan elektr potentsiallari farqini o'lchashga asoslangan. Bu elektrodلarning biri solishtirish elektrodі bo'lib, u o'lchash jarayonida o'zgarmas potentsialga ega bo'ladi. O'lchash va solishtirish elektrodларini ulaganda galvvanik element hosil bo'ladi va undagi EYUK qiymatiga qarab eritmaning rN qiymati aniqlanadi.

$$E = \frac{RT}{nF} \ln \text{H}^+ f_{\text{H}^+} \quad |$$

20° S dagi R, T, F son qiymatlarini qo'yib, topamiz:

$$E = -0.058 \text{ pH}$$

Ushbu tenglamadan ko'rinib turibdiki, elektrod zanjiridagi kuchlanish chiziqli ravishda rN qiymatiga bog'liq va 20° S temperaturada, rN ning xar bir birligiga kuchlanishning 58 mv o'zgarishi to'g'ri keladi.



Rasm 123.

rN ni o'lchashda, gaz ko'rinishidagi vodorod uzluksizravishda berib turiladigan, platina qurumi bilan qoplangan platina plastinasi ko'rinishidagi vodorod elektrodidan foydalaniladi (rasm 123). Bunday elektron yordamida rN ni 1 dan 14 gacha chegarada o'lchash mumkin. Lekin bu elektrodan ishlab chiqarish sharoitlarida foydalanish noqulay, chunki platina plastinkasini muntazam gaz ko'rinishidagi vodorod bilan to'yintirib turish kerak bo'ladi va yana elektrodni platina kukuni eritma tarkibidagi ba'zi komponentlarni absorbsiyalab olishi natijasida ishdan chiqishi mumkin. shuning uchun bu elektrodlar laboratoriya o'lchashlari uchun qo'llanilishi mumkin.

Ishlab chiqarishdagi o'lchashlarda xususiyatlari vodorod elektrodlariga yaqin bo'lgan shisha va surma elektrodleri ishlatiladi.

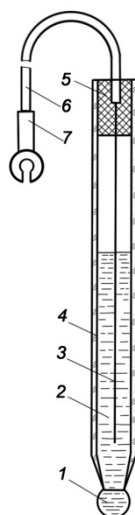
shisha elektrodleri

Tajribalarda aniqlanishicha, ba'zi maxsus shisha sortlaridan tayyorlangan elektrodlar, elektrolitlarning suvdagi eritmalariga tushirilganda, vodorod elektrodlariga o'xshash xususiyatlar kuzatiladi. Eritma va shisha chegarasida potentsiallar sakrashi paydo bo'ladi va uning qiymati:

$$E = - 0.058 \text{ pH}$$

shisha elektrodi (rasm 124) oddiy shishadan yasalgan trubka 4 dan iborat bo'lib, uning bir uchiga tekis, konussimon yoki shar ko'rinishiga ega bo'lgan, maxsus elektrod shishasidan tayyorlangan, sezgir membrana 1 ulangan bo'ladi.

Sezgir membrana bir vaqtning o'zida ikki elektrod vazifasini bajaradi: o'lchanayotgan eritmaga tegib turgan tashqi va o'zgarmas rN ga ega bo'lgan eritmaga tegib turgan ichki elektrodler. shisha elektrodi potentsiali membrananing ichki va tashqi yuzalarida paydo bo'layotgan potentsiallarning algebraik yig'indisiga teng bo'ladi. O'lchash natijalarini shisha elektrodi tashqarisidagi eritma rN iga bog'liqligini ta'minlash uchun elektrod ichidagi eritma rN qiymati o'zgarmas bo'lishi kerak.



Rasm 124.

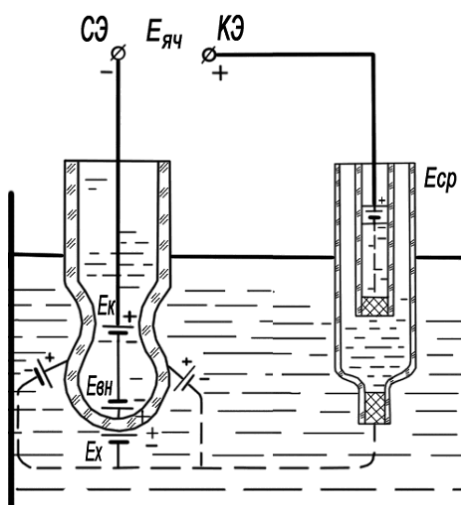
O'lchashdagi asosiy xatolik manbaalari quyidagilar bo'lishi mumkin:

1. O'lchanayotgan eritma temperaturasi o'zgarishi. shisha elektrodi elektr potentsiali eritma temperaturasi 1°S ga o'zgarganda 2 mv ga o'zgaradi;
2. O'lchashda assimetriya potentsiali deb nomlangan hodisa hisobiga xatolik paydo bo'lishi mumkin, ya'ni, bunda membrananing ikki tomonida joylashgan bir xil eritmalar xar xil potentsiallar hosil qiladi.

shunday qilib, vodorod ionlari aktiv konsentratsiyasiga proporsional bo'lgan sezgir membrana yuzasida hosil bo'layotgan elektr potentsialini o'lchash uchun o'lchash (shisha) va solishtirish (kalomelv) elektrodlaridan tashkil topgan galvvanik zanjir tuzish kerak ekan. O'lchash va solishtirish elektrodleri birgalikda rN-metr datchigini tashkil etadi. Datchiklar cho'kib turuvchi, protochniy va perenosnoy bo'ladi.

pH – metr o'lchash yacheykasi va yacheyka EYUK ni o'lchash

pH–metr o'lchash yacheykasi (rasm 125) shisha indikator (SE) va kalomelv solishtirish (KE) elektrodlaridan tashkil topgan.



Rasm 125.

shisha elektrod ichki yuzasidan potensialni olish uchun yordamchi kontaktli xlor kumushli elektroddan foydalaniladi. Elektr zanjiri 4 ta mustaqil elementlardan tashkil topgan. O'lchash yacheykasining yig'indi EYUK qiymati

$$E_{yach} = y e_k + y e_{vn} + E_x + y e_{sr}$$

Buyerda, $y e_x$ - o'lchanayotgan rN qiymatiga bog'liq bo'lgan, o'lchash shisha membrana elektrodi tashqi yuzasi va o'lchanayotgan eritma orasidagi potentsiallar farqi;

E_{sr} – solishtirish elektrodida simob va kalomelv chegarasidagi potentsiallar farqi;

E_{vn} - o'lchash shisha membranasini ichki yuzasi va shisha elektrod ichiga quyilgan xlorid kislotasi eritmasi orasidagi potentsiallar farqi;

E_k - yordamchi kontakt elektrodidagi xlorli kumush va kumush orasidagi potentsiallar farqi.

O'lchash jarayonida $y e_k$, $y e_{sr}$ va $y e_{vn}$ larning qiymatlari o'zgarmas bo'lganligi sababli, yacheykaning yig'indi EYUK ni quyidagicha yozish mumkin:

$$E_{yach} = y e_{sum} + \frac{RT}{nF} \ln (H^+) \quad \text{buyerda}$$

$$E_{sum} = y e_k + y e_{sr} + y e_{vn}$$

Elektrodlar juftligi elektr yurituvchi kuchini (EYUK) o'lchashda, o'lchanayotgan kuchlanish qiymati, yacheykadan o'tayotgan tok I_{yach} , yacheyka qarshiligida hosil qilgan kuchlanishlar tushishi miqdoriga kamayadi, ya'ni

$$E_{izm} = y e_{yach} - I_{yach} R_{yach}$$

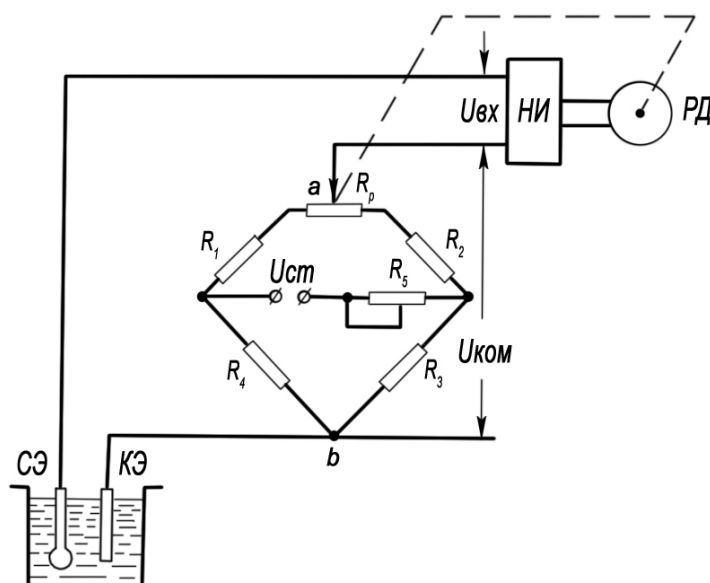
E_{izm} – ikkilamchi asbob yordamida o'lchanayotgan kuchlanish qiymati;

R_{yach} – o'lchash yacheykasi qarshiligi (solishtirish elektrodi va eritma qarshiligi (taxminan 10 KOM) va sezgir shisha elektrodi membranasini qarshiligi (taxminan 100 MOM)).

shunday qilib, o'lchash yacheykasidan o'tadigan kichik tok ham (I_{yach}), katta kuchlanishlar tushishiga ($I_{yach} R_{yach}$) sabab bo'ladi va bu o'lchashda katta xatoliklarga sabab bo'ladi.

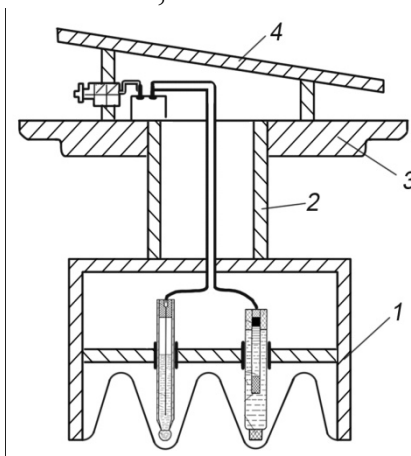
O'lchash xatoligini kamaytirish uchun o'lchash sxemasidan o'tayotgan tokni 10^{-10} - 10^{-12} a gacha kamaytirib beradigan o'lchash sxemalaridan foydalaniladi.

Ayniqsa, kompensasion o'lchash usullarini qo'llaganda yaxshi natijalarga erishish mumkin (rasm 126). O'lchash yacheykasining o'lchanayotgan EYUK, qiymati ma'lum bo'lgan, potentsiallar farqi (U_{av}) bilan muvozanatlanadi. Nazariy jixatdan, kompensasiya vaqtida tok kuchining nolgacha kamayishi kuzatiladi. Bunda, $y e_{izm} = y e_{yach}$.



Rasm 126.

rN-metrning cho'kib turuvchi datchigi qurilmasi (rasm 127): 1- shisha va solishtirish elektrodlarini o'rnatish qurilmasi; 2- ulovchi tuba; 3- texnologik qurilmaga datchikni montaj qilish flanesi; 4 – ulash bo'linmasi.



Rasm 127.

2.KONDUKTOMETRIYA

Konduktometrik usul elektr o'tkazuvchan eritmalar konsentratsiyasini uning elektr o'tkazuvchanligi-konduktometriyasi bo'yicha o'lchashga asoslangan.

Elektrolitlarning suvdagi eritmaları elektr tokini o'tkazadi. Arrenius nazariyasiga asosan, eritmaları suvda eritilganda ularning molekullari ionlarga dissosiasiyalanadi. Eritmada ionlarning mavjudligi ularni elektr o'tkazuvchanligiga sabab bo'ladi.

Solishtirma elektr o'tkazuvchanlik ionlar xarakatlanuvchanligiga ham to'g'ri bog'liqlikda bo'ladi. vodorod ionlari (H^+) eng katta xarakatlanuvchanlikga ega $316 \frac{cm}{sek} / \frac{g}{cm}$, gidroksil ionlari (OH^-) xarakatlanuvchanligi esa, $175 \frac{cm}{sek} / \frac{g}{cm}$. (Kolvraush qonuni).

$$\sigma = \alpha \cdot \eta (v_k + v_a)$$

v_k , v_a – kation va anionlarning xaraklanuvchanligi;

η – erigan modda ekvivalent konsentrasiyasi;

α – λ / λ_0 nisbat bo'yicha aniqlaniladigan kattalik;

Buyerda, λ – ekvivalent elektr o'tkazuvchanligi;

λ_0 – konsentrasiyaning nol qiymatidagi chegara ekvivalent elektr

o'tkazuvchanligi;

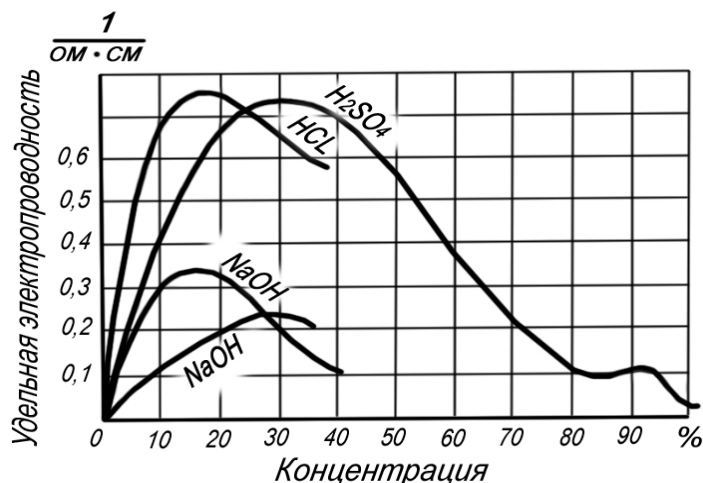
σ – eritmaning elektr o'tkazuvchanligi.

Ionlar xarakatlanuvchanligi shuningdek eritma temperaturasiga ham bog'liq, ya'ni,

$$v_t = v_{18} [1 + \alpha_v (t - 18)]$$

shunday qilib, eritma elektr o'tkazuvchanligi erigan modda konsentrasiyasiga, uning dissosiasiyalanish darajasiga, moddaning kimyoviy turiga (tabiatiga) va eritma temperaturasiga bog'liq.

Xar xil eritmalar uchun solishtirma elektr o'tkazuvchanlikni ularning konsentrasiyalariga bog'liqligi xar xil (rasm 128).



Rasm 128.

Egri chiziqdan ko'rinib turibdiki, ekstremum nuqtasidan chap tomonda bog'liqlik tikroq, shuning uchun konsentrasiyaning bu oblastida konduktometrik usul yaxshi sezgirlikni ta'minlaydi va bu chegarada solishtirma elektr o'tkazuvchanlikning konsentrasiyaga bog'liqligi chiziqlikga yaqindir.

Eritmalarning elektr o'tkazuvchanligini o'lchash

Eritmalarning elektr o'tkazuvchanligini o'lchash uchun, o'lchanayotgan eritma solingan idishda bir-biridan ma'lum masofada joylashgan ikki elektroddan tashkil topgan o'lchash yacheykalaridan foydalaniladi (rasm 129).

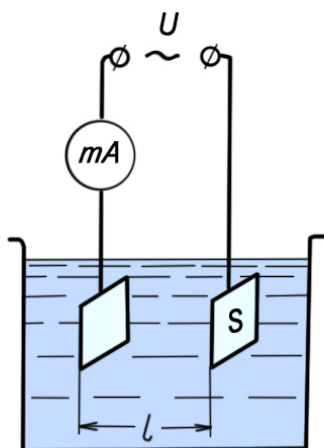
Eritma konsentrasiyasining o'zgarishi bilan uning solishtirma elektr o'tkazuvchanligi, ya'ni qarshiligi o'zgaradi, natijada, o'lchash yacheykasi qarshiligi o'zgaradi.

Bu xolatda yacheyka qarshiligi eritmadagi ionlarning elektrni o'tkazishi, ya'ni, elektr o'tkazuvchanlik bilan aniqlanadi.

$$\sigma = \frac{1}{R} \cdot \frac{\ell}{S}$$

Buyerda, ℓ – elektrodlar orasidagi masofa;

S –elektrod yuzasi;
R – o'lchash yacheykasi qarshiligi.

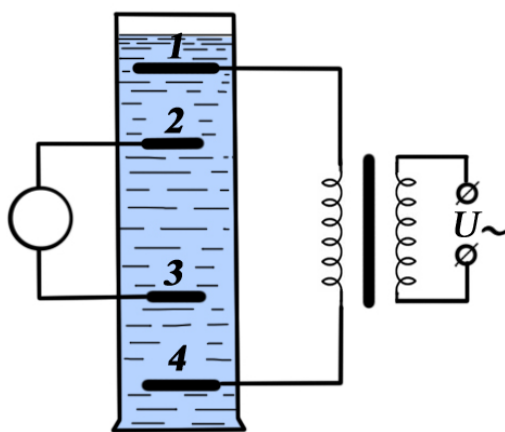


Raschm 129.

$\frac{l}{S}$ nisbat o'lchash yacheykasi konstantasi deyiladi. Uni o'zgartirib, tanlangan eritma uchun o'lchash yacheykasi qarshiligini topish mumkin.

O'lchash yacheykasi elektr o'tkazuvchanligini o'zgarmas va o'zgaruvchan tokdan foydalanib o'lchash mumkin. Ammo, o'zgarmas tokdan foydalanilganda, o'lchash natijalariga elektrokimyoviy hodisalar, ayniqsa, o'lchanayotgan eritmaning elektrolizi va elektrodning qutblanishi ta'sir ko'rsatadi. shuning uchun, elektr o'tkazuvchanlik asosan sanoat yoki yuqori chastotali (1000 gs) tokni qo'llab o'lchanadi. O'zgaruvchan tok chastotasi qancha yuqori bo'lsa, eritma elektrolizini va elektrodning polyarizatsiyasi ta'sirini shuncha ko'p yo'qotish mumkin.

Zamonaviy konduktometriyada 4-elektrodlı o'lchash yacheykalaridan foydalanilmoqda (rasm 130).



Rasm 130.

Tokli elektrodlariga (1 va 4) kuchlanish tashqi manbaadan beriladi va ular orasidagi eritmadan tok o'tadi. Potensiometrik elektrodlar 2 va 3 yordamida, nazorat qilinayotgan eritmaning ma'lum bir xajmidagi, eritma elektr o'tkazuvchanligiga va konsentratsiyasiga proporsional bo'lgan kuchlanishlar tushishi o'lchanadi.

Bunday o'lchash yacheykani kuchlanishni kompensasion o'lchash usuli bilan birgalikda qo'llanilishi, qutblanish ta'sirini deyarli butunlay yo'qotish imkonini beradi.

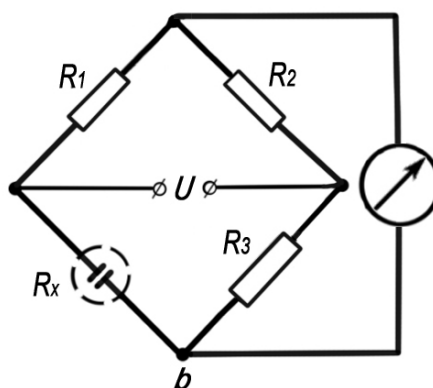
O'lchash elektrodlariga (2 va 3) tokli yuklama berilmaganligi sababli, hamma elektrokimyoviy jarayonlar tokli elektrodlarda (1 va 4) ketadi.

Konduktometrik konsentratomerlarning o'lchash sxemalari

Bu asboblarda elektr o'tkazuvchanligini o'lchash uchun elektrod o'lchash yacheykasi qarshiligini o'lchash kerak bo'ladi. shuning uchun konduktometrik konsentratomerlarda ma'lum bo'lgan hamma qarshilikni o'lchash usullaridan foydalanish mumkin.

Birinchi taklif qilingan konduktometrik konsentratomerlarda o'lchov asboblari sifatida lagometrlar ishlatilgan edi, keyinchalik ularning o'rniga o'lchash ko'priklari sxemalari taklif qilindi.

Konsentratomerining nomuvozanat ko'priklardan tashkil topgan sodda sxemasi quyidagi ko'rinishga ega (rasm 131):



Rasm 131.

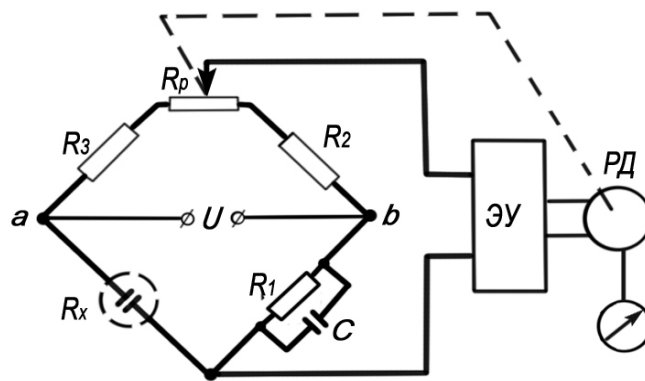
R_1, R_2, R_3 – o'zgarmas qarshiliklar;

R_x – o'lchash yacheykasi qarshiligi.

Eritma konsentratsiyasi o'zgarishi bilan, ko'priklarning diagonalidan o'tayotgan tok bu o'zgarishga proporsional ravishda o'zgaradi va u millivoltmetr yordamida o'lchanadi. Bunda, eritma konsentratsiyasini o'lchash aniqligi, ko'priklarga berilayotgan manbaa kuchlanishiga va millivoltmetrning o'lchash aniqligiga bog'liq bo'ladi.

shuning uchun, zamonaviy konduktometrik konsentratomerlarda muvozanatlangan ko'priklari sxemalaridan foydalaniladi (rasm 132).

Eritma konsentratsiyasi o'zgarishi bilan yacheyka qarshiligi R_x o'zgaradi va ko'priklari sxemasi muvozanatdan chiqadi. O'lchash diagonalini kuchlanishi elektron kuchaytirgich EU ga berilib, reversiv yuritgich RD rotorini aylantirishgayetarli darajada kuchaytiriladi. Rotor kinematik ravishda reaxord surgichi bilan bog'langan. U reaxord R_r surgichini ko'priklari sxema muvozanatga kelguncha suradi, hamda, o'lchov asbobi o'lchash qurilmasi strelkasini burib, o'lchanayotgan parametrlar qiymatini ko'rsatadi.



Rasm 132.

Bunday ko'prik sxemalar aktiv qarshiliklarni o'lchashga mo'ljallangan. O'lchash yacheykasi qarshiligi kompleks kattalik bo'lib, unda reaktiv qarshilik ham mavjud bo'ladi. Uning o'lchashdagi ta'sirini yo'qotish uchun, ko'prik sxemaning yondoshyelkasiga, qarshilikga parallel ravishda kondensator S ulanadi. Kondensator sig'iminin qiymati, o'lchov asbobini sozlashda, eksperimental ravishda aniqlanadi.

Avtomatik temperatura kompensatsiyasi

Solishtirma elektr o'tkazuvchanlik ionlarning xarakatlanuvchanligiga bog'liq, uning qiymati esa, temperatura ortishi bilan ortadi. YA'ni,

$$v_t = v_{18} [1 + \alpha_v (t - 18)],$$

Buyerda, α_v – ionlar xarakatlanuvchanligining temperatura koeffitsienti.

Aniqlanishicha, temperaturaning 1°S ga o'zgarishi bilan, solishtirma elektr o'tkazuvchanligi o'rtacha 1,5 -2,5% ga o'zgaradi.

Temperatura kompensatsiyusini quyidagicha amalga oshirish mumkin:

- 1) elektr tipidagi avtomatik temperatura kompensatorlari;
- 2) bimetallik temperatura kompensatorlari;
- 3) o'lchash yacheykasini termostatlash.

Asosan kompensatorlarning birinchi turi ko'p ishlatiladi. Bularda temperatura kompensatsiyasi suyuqlik kompensatorlari va qarshilik termometrlari yordamida amalga oshiriladi.

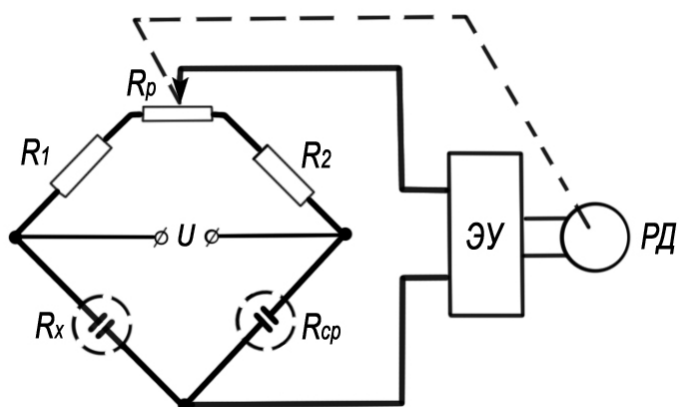
Suyuqlik temperatura kompensatorlari, parametrlari asosiy o'lchash yacheykasi parametrlariga o'xshash (analogik) bo'lgan elektrodatchik bo'ladi. Kompensatorni elektr o'tkazuvchanlik temperatura koeffitsienti o'lchanayotgan eritmanikiga yaqin bo'lgan suyuqlik bilan to'ldiriladi.

Kompensator germetik ravishda berkitilib, tekshirilayotgan eritmaga tushiriladi. Ko'prik sxemasida kompensator (R_{st}) R_x ga yondoshyelkaga ulanadi (rasm 133).

Etalon va o'lchanayotgan eritma elektr o'tkazuvchanlik temperatura koeffitsientlari yaqinligi sababli, temperatura o'zgarishi natijasidagi o'lchash yacheykasi qarshiligi o'zgarishi, suyuqlik kompensatori qarshiligi o'zgarishi bilan kompensasiyalanadi.

Ammo, suyuqlik kompensatorining qo'llanilishi datchik konstruksiyasini murakkablashtiradi va yana, etalon suyuqlik xususiyatlarining vaqt o'tishi bilan

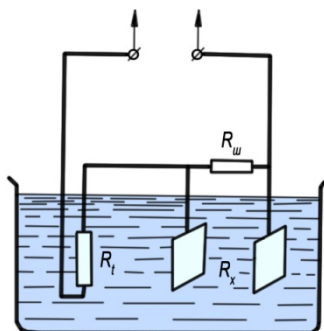
o'zgarishi mumkinligini hisobga olib, o'lchash sxemasini ma'lum davr oralig'ida sozlab, tekshirib turish kerak bo'ladi.



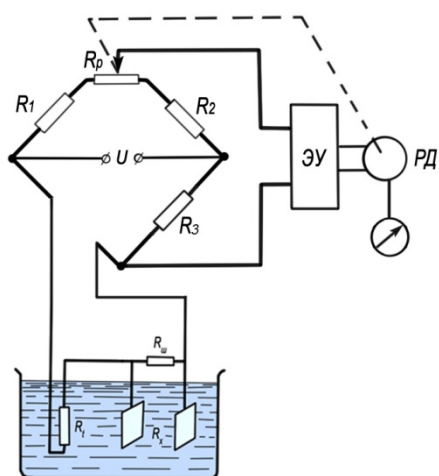
Rasm 133.

Bu kompensasiya usuli KSO-3 konduktometrik konsentratomerida qo'llanilgan.

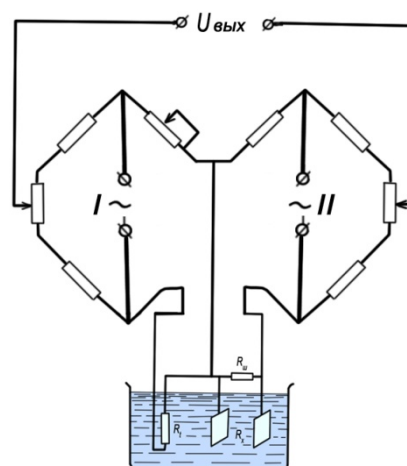
Avtomatik temperatura kompensasiyasida metall qarshilik termometrlaridan keng qo'llaniladi. Ma'lumki, metall o'tkazgichlarning qarshiligi temperatura ortishi bilan ortadi, elektrolit eritmalarida esa, kamayadi va bu temperatura kompensasiya uchun ularni (R_t va R_x) quyidagicha (rasm 134) ketma-ket ulash sxemasidan foydalanish imkonini beradi.



Rasm 134.



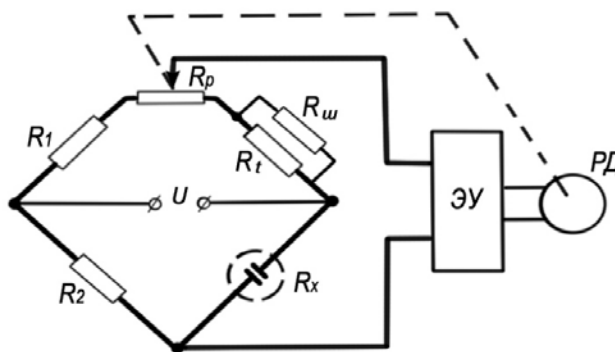
Rasm 135.



Rasm 136.

Temperatura o'zgarishidan hosil bo'lgan xatolikni kompensasiyalash uchun o'lchash yacheykasi elektr qarshiligi R_x va metall qarshilik termometri R_t temperatura koeffisientlarining tengligini (bir xilligini) ta'minlash kerak bo'ladi. Buning uchun R_x ga parallel ravishda, elektr qarshilik temperatura koeffisienti kichik bo'lgan, shuntlovchi qarshilik R_{sh} ulanadi. shunday qilib, eritma temperaturasi o'zgarishi bilan zanjirning umumiy qarshiligi o'zgarmaydi. Bu yacheyka ko'prikschemasining biryelkasiga ulanadi (Rasm 135 yoki rasm 136):

Ba'zi konsentratomerlarda quyidagi sxemadan foydalaniladi (rasm 137).

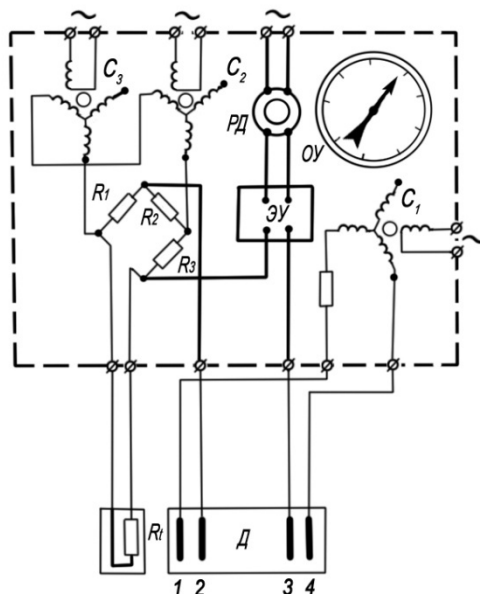


Rasm 137.

Qarshilik termometrlari afzalliklari bilan birga kamchiliklari ham mavjud (o'lchamlarining va inersiyasining kattaligi). shuning uchun, zamonaviy konduktometrlarda yarim o'tkazgichli qarshilik termometrlari – termistorlardan keng foydalanilmoqda.

To'rt elektrodli o'lchash yacheykali konduktometrik konsentratomer

Datchik D da to'rtta grafit elektrodlar bor (rasm 138). Ikkita (1 va 4) tokli elektrodلarga, burama transformator rejimida ishlovchi selvsin S_1 dan manbaa kuchlanishi beriladi. Selvsin S_1 rotori reversiv yuritgich RD rotori bilan bog'langan.



Rasm 138.

Eritma konsentrasiyasiga proporsional bo'lgan, 2 va 3 potensiometrik elektrodlar orasidagi kuchlanishlar tushishi, kompensasion usulda o'lchanadi. Farq signali ($\Delta U = U_{23} - U_{av}$) elektron kuchaytirgich EU kirishiga beriladi.

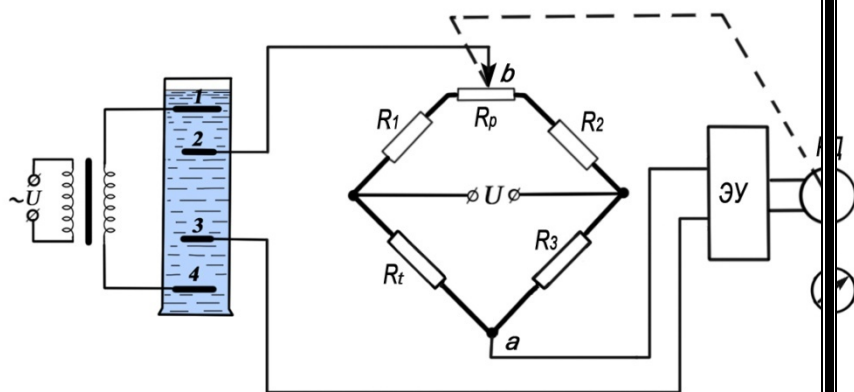
Kuchaytirilgan signal reversiv yuritgich rotorini aylantiradi. Rotor kinematik ravishda selvsinlar S_1 va S_2 rotorlari bilan bog'langanligi sababli, ularning aylanishi o'lchash sxemasini muvozanat xolatiga olib keladi.

Temperatura kompensasiyasi quyidagicha amalga oshiriladi:

Konsentrasiyasi o'lchanayotgan eritma temperaturasiga bog'liq ravishda R_t qarshiligi o'zgaradi va natijada kompensasiyalovchi kuchlanish o'zgaradi ($\Delta U_x = U_{23} - U_{ab}$).

Avtomatik temperatura kompensasiyasi sxemasini $R_1 - R_3$ qarshiliklar qiymatini tanlash yo'li bilan va yordamchi selvsin S_3 rotorini burab sozlanadi.

U_{23} kuchlanishlar tushishini o'lchash uchun quyidagi (rasm 139) potensiometrik sxemadan ham foydalanish mumkin:



Rasm 139.

Kontaktsiz elektrokonduktometriya

Elektrodsiz konduktometriya ikki yo'nalishda rivojlanmoqda: past chastotali; yuqori chastotali. Birinchi bo'lib past chastotali elektrodsiz konduktometriya usuli yordamida konsentrasiyani o'lchash Proskurin tomonidan 1932 yilda taklif qilingan edi. CHex tadqiqotchilari shalomon va Svitoklar 1956 yilda bu usulni amaliyotda qo'lladilar. Bizda, avtomatlashtirishning tajriba konstruktorlik byurosi (OKBA) kontaktsiz konduktometriya bo'yicha birinchi asbobni yaratdi.

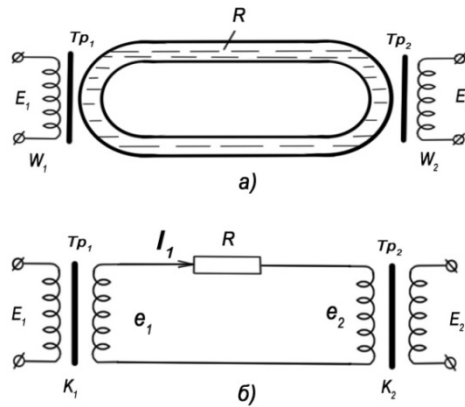
Past chastotali elektrodsiz konduktometriyaning fizik asoslari quyidagilardan iborat:

O'lchanayotgan elektrolit eritmasi bilan to'ldirilgan, dielektrikdan yasalgan tuba, berk o'ramni hosil qiladi (rasm 140). Truba sirtiga (tashqarisiga) ikki transformator o'ramlari o'ralgan: g'alayonlovchi (cho'lg'anuvchi) (vozbujsdeniya) T_{r1} va o'lchovchi T_{r2} .

Elektrolitning suyuqlik o'rami, T_{r1} transformatorining ikkilamchi o'rami vazifasini bajaradi. T_{r1} o'ramlari orasidagi elektromagnit o'zaro ta'sirlar natijasida suyuqlik o'ramida $EYUKye_1$ va tok I_1 induktivlanadi.

Tokning qiymati $I_1 = \frac{e_1}{R}$ ga teng. $ye_1 = K_1 E_1$ hisobga olib,

$$I_1 = \frac{K_1 E_1}{R}.$$



Rasm 140.

Ushbu tenglamadan ko'rinib turibdiki, tok I_1 eritma qarshiligiga teskari proporsional va eritma konsentrasiyasiga bog'liq bo'lgan elektr o'tkazuvchanligiga to'g'ri proporsionaldir. Eritma konsentrasiyasini o'lchash, suyuqlik o'ramida cho'lg'angan tokni o'lchash orqali amalga oshiriladi.

Buning uchun ikkinchi, o'lchash transformatoridan (T_{r2}) foydalaniladi va uning uchun suyuqlik birlamchi o'ram hisoblanadi. Uning ikkilamchi o'ramida cho'lg'anayotgan EYUK $ye_2 = I_2 \odot R_{\text{obsh}}$ ga teng, transformator T_{r2} ikkilamchi o'ramida cho'lg'anayotgan tok I_2 qiymatini esa, transformasiyalash shartiga ko'ra, ya'ni, transformator T_{r2} kuchaytirish koeffisientidan foydalanib aniqlash mumkin.

$$I_2 = K_2 I_1 \quad (I_1 W_1 = I_2 W_2; I_2 = \frac{W_1}{W_2} I_1)$$

O'rniga qo'yib,

$$E_2 = I_2 \odot R_{\text{obsh}} = K_2 R_{\text{obsh}} I_1 = K_1 K_2 R_{\text{obsh}} \frac{E_1}{R}$$

Buyerda, $K_1 \odot K_2 \odot R_{\text{obsh}} = \text{const} = K$, shuning uchun,

$$ye_2 = K \frac{E_1}{R}$$

Oxirgi tenglamadan ko'rinib turibdiki, T_{r2} ikkilamchi o'ramida induktivlanayotgan EYUK ye_2 suyuqlik o'rami qarshiligiga R , ya'ni, o'lchanayotgan eritma konsentrasiyasiga proporsional bo'ladi.

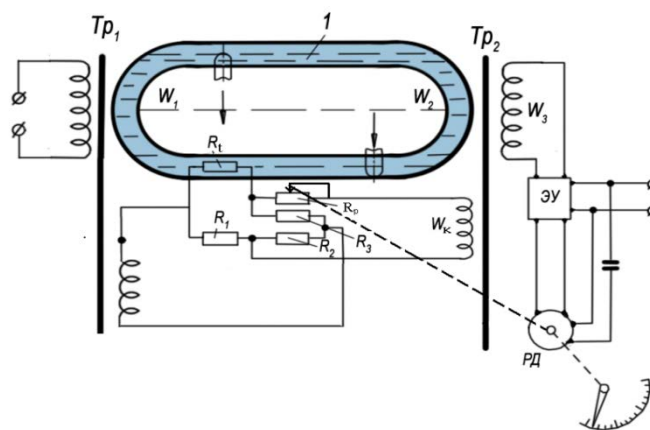
Ko'p xollarda ye_2 ni o'lchashda kompensasion usul qo'llaniladi (rasm 141), buning uchun amper o'ramlari eritma amper o'ramlaridan ayriladigan, qosh'imcha kompensasion o'ram W_k ishlatiladi.

Kompensasiyalanish sharti:

$$I_k W_k = I_r W_2 \quad W_2 = 1, \text{ shuning uchun, } I_2 = \frac{I_p}{W_k};$$

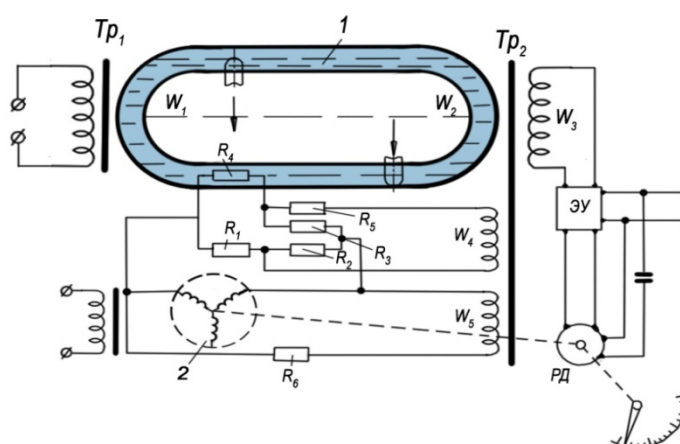
Kompensasion o'ramdan o'tayotgan tok kuchini o'zgartirish uchun reaxord R_p surgichi siljiriladi.

Reaxord surgichi va o'lchov asbobi strelkasi xolati o'lchanayotgan eritma konsentrasiyasiga proporsional bo'ladi. Temperatura xatoligini kompensasiyalash, o'lchanayotgan eritmaga o'rnatilgan va ko'priik sxemasining biryelkasiga ulangan, qarshilik termometri yordamida amalga oshiriladi.



Rasm 141.

Quyidagi o'lchash sxemalari yordamida ham eritma konsentratsiyasini o'lchash mumkin (rasm 142).



Rasm 142.

Konduktometrik konsentratomerlarning quyidagi turlari ishlab chiqariladi:

KSO-3 – suyuqlik kompensatorli ikki elektrodli datchikdan foydalanib sulvfat kislota va olium konsentratsiyasini o'lchash uchun; to'rt elektrodli o'lchash yacheykali KP tipidagi konduktometrik konsentratomerlar; solemerlar SS1 va SS2, hamda bug' qozoniga beriladigan suvdagi tuz miqdorini o'lchash uchun KSKv va KK tipidagi konduktometrik konsentratomerlar.

3.AVOMATIK TITRLASH

Titrlash yo'li bilan modda konsentratsiyasini o'lchash uchun, aralashmadagi aniqlanayotgan komponent bilan o'zaro ta'sirga kiruvchi, titrlovchi eritma deb nomlanadigan maxsus reagent tanlanadi.

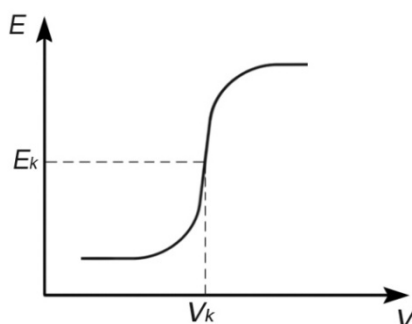
Titrlash quyidagicha amalga oshiriladi: aralashmaning ma'lum miqdoriga sekin asta titrlovchi modda, aralashmadagi moddalar miqdori ekvivalent nisbatgayetguncha qosh'ib boriladi.

Ekvivalent nuqta xar xil bilvosita (kosvennim) belgilar bo'yicha aniqlanadi, masalan, indikator rangini o'zgarishi bo'yicha.

Titrlashning tamomlanish nuqtasini aniqlash bo'yicha potensiometrlik, konduktometrik, fotometrik va termokimyoviy titrlash usullari mavjud. Bu titrlash nomlari ularda ishlatiladigan konsentratometrlik tiplariga mos bo'lib, ular yordamida titrlash jarayoni nazorat qilinadi.

Potensiometrik titrlash

Kislota-ishqorli muxitlarni titrlashda (neytrallash reaksiyalari) rN-metrlar ishlatiladi. Datchik EYUK ni konsentrasiyadan bog'liqligi logorifmik funksiya bo'ladi. shuning uchun potensiometrik titrlash egri chizig'i o'ziga xos ko'rinishga ega bo'ladi (rasm 143). Potensiometrik titrlashda ekvivalent nuqtani topish 139-rasmda ko'rsatilgan.

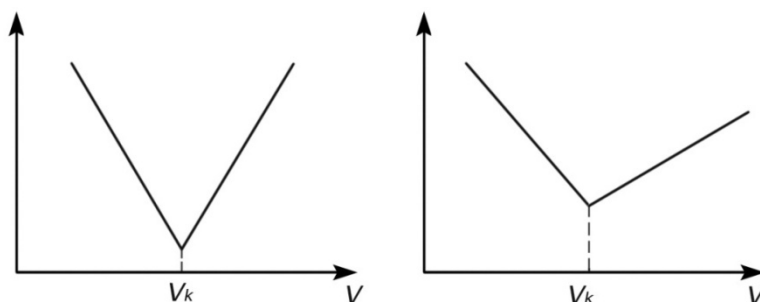


Rasm 143.

Bu usulda EYUK sakrashi hisobiga titrlashning oxirgi nuqtasini topishda (v_k va E_k) yuqori sezgirlikga va aniqlikga erishiladi (buyerdan v -titrlovchi eritma xajmi).

Bu usulda ortiqcha titrlash xolatlari kuzatilishi mumkin.

Konduktometrik titrlash



Rasm 144.

Titrlash jarayoni bu usulda titrlanayotga aralashmaning elektr o'tkazuvchanligining o'zgarishi bo'yicha nazorat qilinadi. Buning uchun xar xil konduktometrik konsentratomerlardan foydalaniladi. Konduktometrik titrlashning tipik egri chizig'i 144-rasmda keltirilgan.

Kamchiligi: ekvivalent nuqtani aniqlashda temperatura o'zgarishining ta'siri kattaligi.

Fotometrik titrlash

Titrlashning bu usulida titrlash jarayonining ketishi fotokolorimetr yoki spektrofotometr yordamida ma'lum to'lqin uzunligidagi yorug'lik nurini yutilishi bo'yicha nazorat qilinadi.

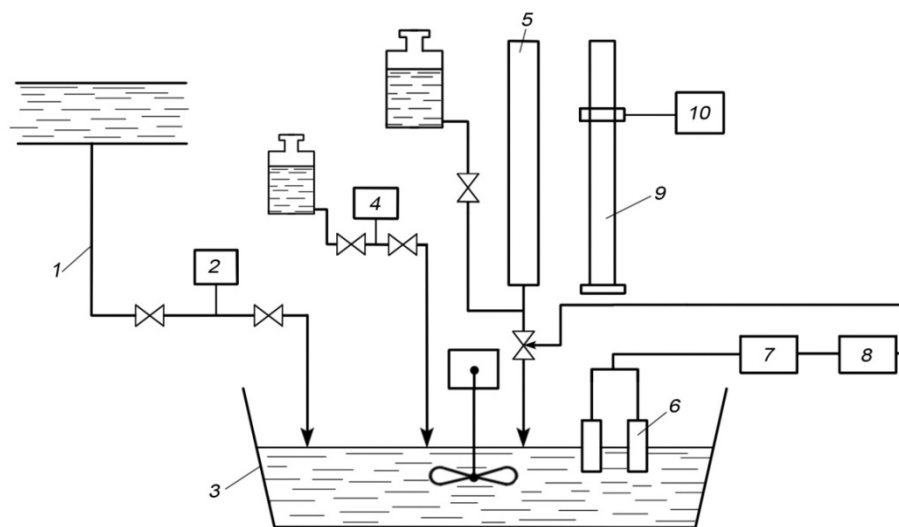
Termokimyoviy titrlash

Titrlashda ba'zi xolatlarda kimyoviy reaksiyalar issiqlik ajralishi yoki issiqlik yutilishi bo'yicha ketadi. Titrlashda ekzotermik reaksiya ketsa, unda titrlovchi modda berilishi bilan titrlanuvchi modda temperaturasi ortadi va eng yuqori temperaturaga titrlashning oxirgi nuqtasidayetadi. Agar titrlovchi moddani

berishni davom ettirsak, unda eritma temperaturasi kamayishni boshlaydi. Temperaturani yuqori sezgir datchiklar yordamida o'lchab, ekvivalent nuqtani, natijada o'lchanayotgan aralashma konsentrasiyasini, yuqori aniqlikda topishimiz mumkin.

Diskret ishlaydigan avtomatik titrometr

Nazarat qilinayotgan eritma, namunani olish trubasi (1) orqali (rasm 145) dozator (2)ga berilib, o'lchangan modda miqdori titrlash uchun idish (3)ga solinadi. Agar titrlash uchun yana qandaydir reagent berilishi kerak bo'lsa, bu modda yordamchi dozator yordamida o'lchanib, u ham idish (3)ga solinadi.

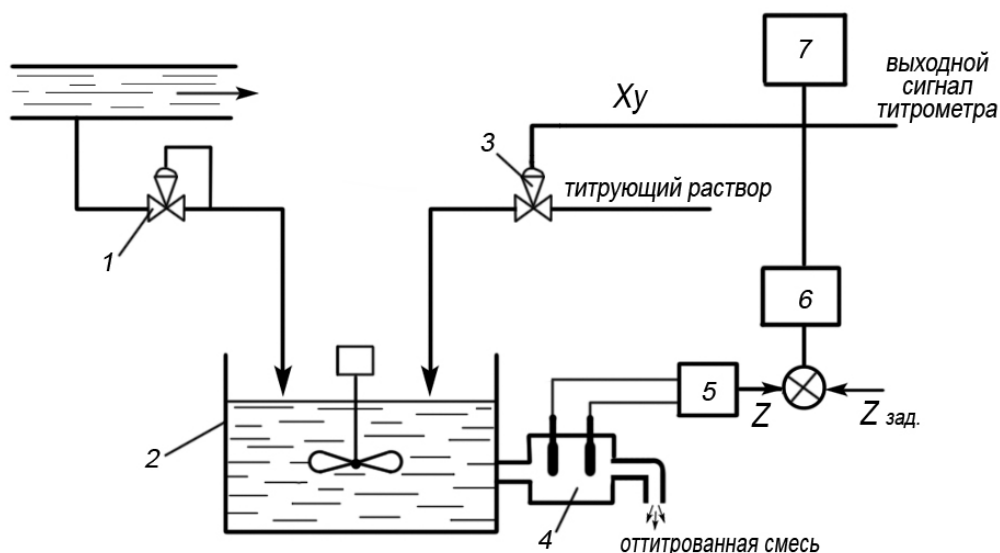


Rasm 145.

shundan so'ng, avtomatik byuretkada titrovchi eritma beriladi. Titrlanayotgan modda tarkibining o'zgarishi bilvosita konsentrasiya o'lchagichi (7) datchigi 6 yordamida o'lchanadi. Avtomatik byuretkadan titrovchi eritma berilishi rostlovchi qurilma 8 yordamida boshqariladi. Titrlanuvchi eritma ekvivalent nuqtaga kelishi bilan rostlovchi qurilma 8 titrovchi modda berilishini to'xtatadi va titrovchi moddaning sarflangan qiymatini hisoblash tizimini 9 ishga tushiradi. Hisoblash qurilmasi signali, shkalasi konsentrasiya birligida graduirovkalanagan ikkilamchi asbob 10 yordamida yozib boriladi.

Uzluksiz avtomati titrometr

Texnologik oqimdan olinayotgan namuna uzluksiz ravishda sarf stabilizatori 1 orqali aralashtirgich 2 ga beriladi (rasm 146). Aralashtirgichga yana, rostlash organi 3 yordamida boshqarilib, ma'lum sarfda titrovchi eritma beriladi.



Rasm 146.

Yaxshi aralashtirilgan eritma avtomatik konsentratomer 5 datchigi 4 o'rnatilgan kameradan o'tadi. Konsentratomer aralashmadagi titrlovchi va titrlanuvchi moddalar miqdorlari nisbatini nazorat qiladi. Datchikning chiqish signali Z , titrlashning oxirgi nuqtasiga mos keladigan, belgilangan qiymat Z_{bel} bilan solishtiriladi. $Z = Z_{bel}$ bo'lganda, titrlovchi modda sarfi o'zgarmas bo'lib, u o'lchanayotgan eritma namunasi konsentrasiyasiga mos bo'ladi. Aks xolda ($Z \neq Z_{bel}$), rostlagich 6 da ma'lum qonuniyat asosida qayta ishlangan farq signal rostlash organi 3 ga berilib, titrlovchi eritma sarfini o'zgartiradi.

Rostlash organining chiziqli xarakteristikasida titrlovchi eritma sarfi boshqarish signaliga proporsional bo'ladi va shuning uchun o'lchov asbobini o'lchanayotgan modda konsentrasiyasi birligida graduировkalash mumkin.

Asosiy adabiyotlar

1. Muxammedov B.E. Metrologiya. Metod i pribor dlya izmereniya texnologicheskix parametrov T. 1991.
2. YUsupbekov N.R. Muxammedov B.I. Gulomov sh.N. «Texnologik jarayonlarni boshqarish sistemalari». T. O'qituvchi 1997 y.
3. Preobrajenskiy v.P. «Teplotexnicheskie izmereniya i pribor», M., Energiya, 1978.
4. Pod redaksiy prof. Karibskogo v.v. Avtomatizasiya i sredstva kontrolya proizvodstvennxprosessov, M, Nedra, 1979.
5. Petrov I.K. Texnologicheskie izmereniya i pribor v piщevoy promshlennosti M Agropromizdat 1995.
6. Kulakov M.v. Texnologicheskie izmereniya i pribor dlya ximicheskix proizvodstv. Mashinostroenie 1983 g.
7. Farzane N.G. i dr. Texnologicheskie izmereniya i pribor - M.: «vsshaya shkola», 1989.
8. Aliev T.M. i dr. Izmeritelvnaya texnika. M.: «vsshaya shkola», 1991.