

4-mavzu: “ELEKTROLITLARNING pH QIYMATI”

REJA:

1. pH – metr va uning fizik mohiyati.
2. pH – metr asboblari va ularning ishlash prinsipi.

pH – metr va uning fizik mohiyati.

Elektrolitik dissosatsiya yoki elektrolitik ajralish jarayonida elektrolitlarning pH qiymati tushunchasidan foydalaniladi. U elektrolitik dissosatsiya yoki elektrolitik ajralish jarayonida muhim ko'rsatkichlardan biri hisoblanadi. Quyida uning fizik mohiyatini ko'rib chiqaylik.

pH – metr bu inglizcha “*pH-meter*” ya'ni “*pe ash metr*” deb yuritilib, eritmada, suvda va boshqa muhitda vodorod ionlarining faolligini xarakterlovchi ko'rsatkichdir. Texnologik jarayonlarni nazorat qilishda “*pH-meter*” vodorod ko'rsatkichini o'lchashga mo'ljallangan asbobdan foydalaniladi. “*pH-meter*” elektrokimyoviy jarayonlarni, ion yoki molekulalarning moddalardan ajralishini nazorat qilishda muhim ahamiyatga ega.

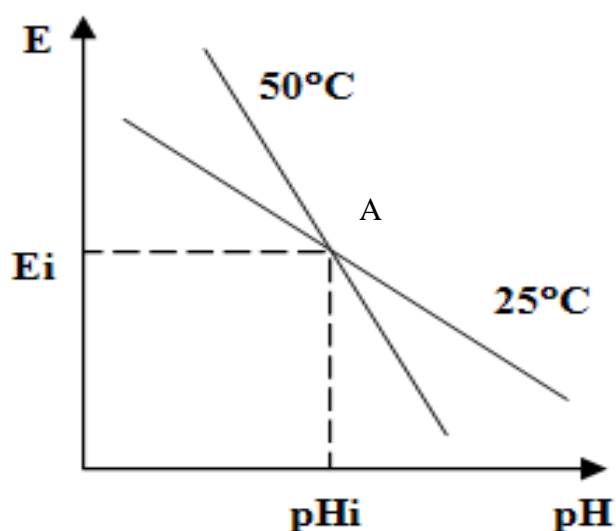
“*pH-meter*” eritmadagi vodorod ionlari faoligiga proporsional bo'lib, elektrodli tizimda elektr yurituvchi kuchni o'lchashga asoslangandir. Eritmada elektrod vodorod ionlariga tegishli signalni sezadi. Uning potentsiali eritmadagi vodorod ionlarini tarkibiga bog'liq bo'lib, Nernst tenglamasiga bo'yinsunadi:

$$E = E_0 + \frac{RT}{F} \ln aH = E_0 - 2,3 \frac{RT}{F} pH \quad (4.1)$$

Bu yerda, $R=8,315 \times 10^7$ (erg/C \times mol) — universal gaz doimiysi; T — eritma temperaturasi, (K); F — Faradey soni; aH — eritmadagi vodorod ionlari faoligi; E_0 — $aH=1$ dagi elektrod potentsiali.

O'lchovlar ikkita elektrod yordamida bajariladi. Bu elektrodlar o'lchash elektrodi hamda taqqoslash uchun olingan elektrod.

Ta'kidlash joizki, elektrod funksiyasi, ya'ni elektrod potentsiali va pH metr eritma temperaturasi bog'liq (4.1-rasm). Temperatura ortishi bilan elektrod xarakteristikasi qiyaligi ham ortadi. Masalan, 4.1-rasmdan ko'rinadiki eritma temperaturasi 25°C dan 50°Cga o'zgarganda elektrod potentsiali va pH metr bog'liqlik qiyaligi ortadi. Shuni ham ta'kidlash joizki, o'rganilayotgan ionlar konsentratsiyasi uchun elektrod potentsiali temperaturaga bog'liq bo'lmaydi (4.1-rasm, A holat). Bu *o'zgarmas potentsial nuqta* deb yuritiladi. Bu nuqtadagi eritma konsentratsiyasi va elektrod potentsiali *o'zgarmas potentsial nuqta koordinatasi* deb ataladi.

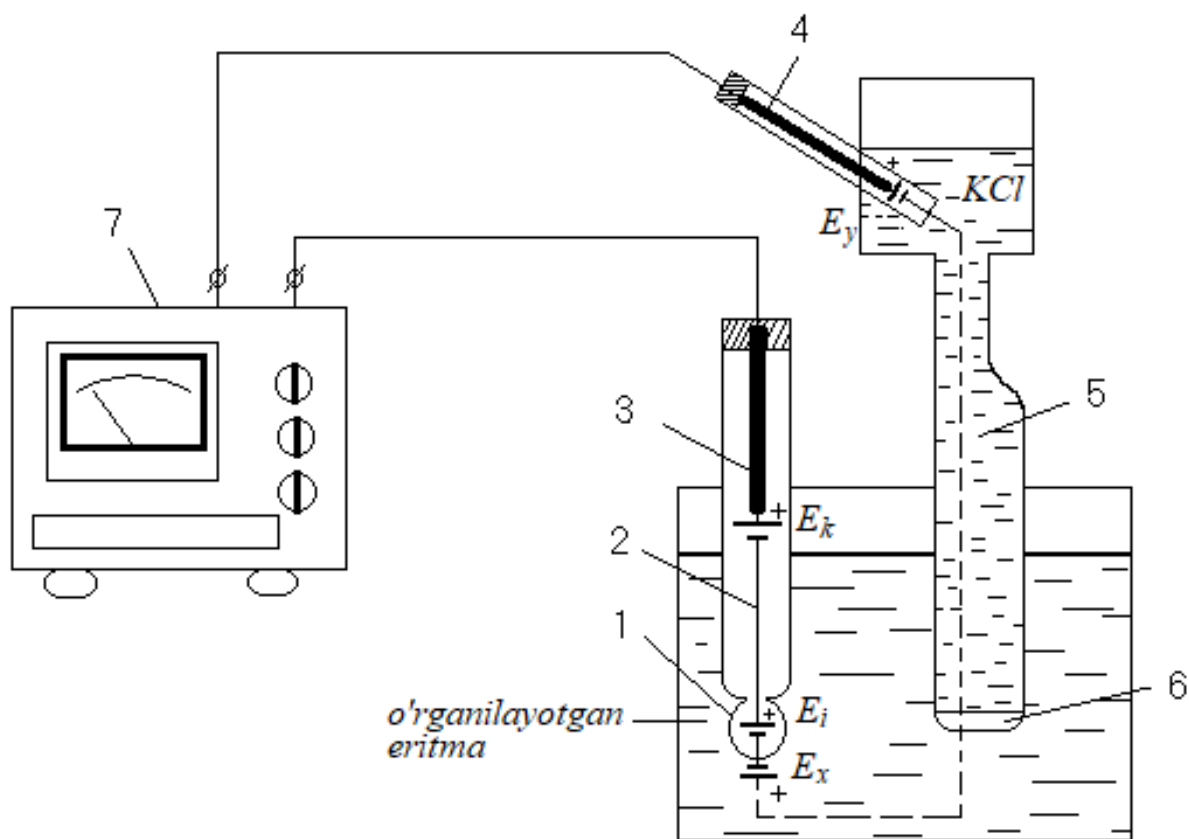


4.1-rasm. Elektrod potentsiali va pH metr bog'liqligi.

Shisha elektrodlar uchun o'zgarmas potentsial nuqta koordinatasi ishlab chiqaruvchi tomonidan belgilanadi. Zamonaviy o'lchash qurilmalari elektrod xarakteristikalarining temperaturaga bog'liqligini avtomat ravishda xisobga oladi. Buning uchun ushbu temperaturada o'zgarmas potentsial nuqta koordinatasi kiritilishi lozim. Bu qo'l yordamida yoki termodatchik orqali kiritilishi mumkin. Elektrodlar tanlashda taxlil qilinayotgan o'zgarmas potentsial nuqta koordinatasi eritmalar o'rtacha konsentratsiyasiga yaqin bo'lgan elektrod tanlash tavsiya etiladi.

Quyida shisha elektrodli o'lchagich va yordamchi elektrodli o'lchash tizimini ko'rib chiqaylik (4.2-rasm).

Eritmaga elektrod tushirilganda kovak shaklidagi shisha elektrod (1) va eritma o'rtasida ionlar almashinuvi yuz beradi. Narijada shishaning sirt qatlamida litiy inlari vodorod ionlari bilan almashadi va shisha elektrod vodorod elektrodi xususiyatiga ega bo'ladi. O'rganilayotgan eritma bilan shisha elektrodi sirtining tashqi qismi o'rtasida E_x hamda shisha elektrodi sirtining ichki qismida E_i potentsiallar farqi paydo bo'ladi. Uning qiymati yordamida eritmadagi vodorod ionlarining ma'lum temperaturadagi faolligi aniqlanadi.



4.2-rasm. Eritmaning pH qiymatini o'lchash sxemasi.

1 – kovak shaklidagi shisha elektrod; 2 – shisha elektrod; 3 – ichki kontaktli elektrod; 4 – yordamchi elektrod; 5 – o'rganilayotgan eritma bilan yordamchi (4) elektrodni bog'lovchi elektrolitik kalit; 6 – g'ovakli (poristiy) to'siq; 7 - millivoltmetr.

O'lchashlarni amalga oshirish maqsadida elektr zanjiri hosil qilinadi. Elektr zanjir hosil qilishda kontaktli elektrodlar qo'llaniladi. Ular ichki kontakli elektrod (3) hamda yordamchi tashqi elektrod (4)dan iborat. Ichki kontakli elektrod (3) shisha elektrod ichki qismini eritma bilan elektrik kontak, yordamchi tashqi elektrod (4) esa o'rganilayotgan eritma bilan elektrik kontak hosil qilishga mo'ljallangan. Bunda yordamchi elektrodni yuqori temperaturalar ta'siridan himoya qilingan bo'lib, u xlorli kaliy eritmasi bilan to'ldirilgan trubka shaklidagi (5) elektrolitik kalitga joylashtirilgan. Trubka shaklidagi (5) elektrolitik kalitning ikkinchi qismi shisha tolalari (6) bilan berkitilgan. Xlorli kaliy eritmasi shisha tolalari orqali o'rganilayotgan eritmaga sizib turadi. Bunda o'rganilayotgan eritmadan begona ionlarni yordamchi tashqi elektrod (4) tizimiga o'tib ketishini oldini olish uchun elektrod potentsiali qiymati o'zgartiriladi. Ish jarayonida ichki kontakli elektrod (3)da E_k hamda yordamchi tashqi elektrod (4)da E_y potentsiallar farqi paydo bo'ladi.

Elektrodli tizimning elektr yurituvchi kuchi barcha E_x , E_i , E_k hamda E_y potentsiallarning algebraik yig'indisiga teng. E_x , E_i , E_k hamda E_y potentsiallarning qiymati o'rganilayotgan eritma tarkibiga bog'liq bo'lmaydi. Ular faqatgina temperatura o'zgarishi bilan o'zgaradi.

$$E = E_x + E_i + E_k + E_y = E_0 - 2,3 \cdot R \cdot T / F \cdot pH \quad (4.2)$$

Elektrodli tizimning elektr yurituvchi kuchi eritmaning pH qiymatiga bog'liq. Elektrodli tizimning elektr yurituvchi kuchini millivoltmetrlarda o'lchab, unga mos kelgan pH birligining gradirovkasi yordamida o'rganilayotgan eritmaning pH qiymati aniqlanadi.

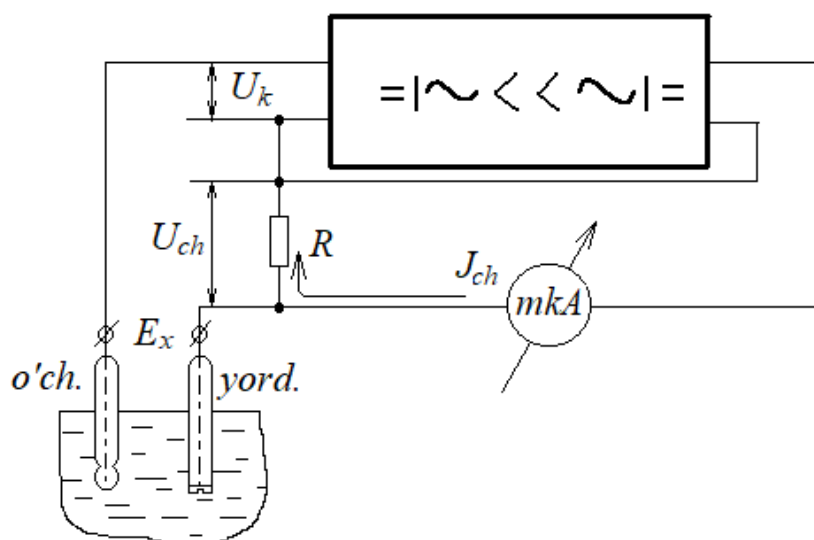
pH – metr asboblari va ularning ishlash prinsipi.

Elektrodli tizim datchik bo'lib, ichki qarshiligi 500-1000 MOm gacha bo'lishi mumkin. Elektrodli tizimning elektr yurituvchi kuchini o'lchash uchun datchikning istemol tokini kamaytirish lozim. pH – metr qurilmasining ishlash prinsipining soddalashgan sxemasi 4.3-rasmda tasvirlangan.

Kuchaytirgichdagi I_{ch} tok R qarshilik orqali o'tayotganda U_{ch} kuchlanish kamayadi. Bu holda elektrodli tizimning elektr yurituvchi kuchi E_x U_{ch} kuchlanish bilan tenglashadi. U_{ch} kuchlanish ishorasi E_x elektr yurituvchi kuchiga qarama-qarshi bo'lib, kuchaytirgich kirishiga berilaytgan kuchlanish (U_k) quyidagich bo'ladi:

$$U_k = E_x - U_{ch} = E_x - R \cdot I_{ch} \quad (4.3)$$

U_k kuchlanish tebranmao'zgartirgich yordamida o'zgaruvchan kuchlanishga aylantiriladi. So'ngra, qayta kuchaytirilib va fazasezgirli detektor yordamida qayta o'zgarmas kuchlanishga aylantiriladi. Bu kuchlanish kuchaytirgichdagi I_{ch} tok bilan boshqariladi. Kuchaytirgichning kuchaytirish koeffitsienti katta bo'lganda, U_{ch} E_x dan kam farq qiladi. Bunda elektr yurituvchi kuchini o'lchash jarayonida elektrodlar orqali o'tayotgan tok nisbatan kichik bo'ladi. R qarshilikdan o'tayotgan I_{ch} tok elektrodli tizimning elektr yurituvchi kuchi E_x va o'rganilayotgan eritmaning pH kattaligiga to'g'ri proporsionaldir.



4.3-rasm. pH – metr qurilmasi ishlash prinsipining soddalashgan sxemasi.

Elektrodli tizimning asosiy xarakteristikasi uning elektr yurituvchi kuchini o'rganilayotgan eritmaning pH kattaligiga hamda temperaturasiga bog'liqligidir. Umumiy holda elektr yurituvchi kuchini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$E = E_i - [S_{20} + a(t - 20)](pH - pH_i) \quad (4.4)$$

Bu yerda, E – elektr yurituvchi kuch millivoltlarda;

t – elektrodlar temperaturasi;

pH – eritmaning pH kattaligi;

pH_i – eritmaning o'zgarmas potensial nuqtaga mos pH kattaligi (4.1-rasm);

S_{20} – o'zgarmas potensial nuqtadagi qiyalik xarakteristikasi;

a – elektrod xarakteristikasi qiyaligining temperatura koeffisienti;

E_i – o'zgarmas potensial nuqta potentsiali.

Elektrodli tizim elektr yurituvchi kuchining o'rganilayotgan eritma pH kattaligi hamda temperaturasiga bog'liqligini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$E = -33 - (54,196 + 0,1884t)(pH - 3,28) \quad (4.5)$$