

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

**QARSHI MUHANDISLIK IQTISODIYOT INISTITUTI**

**Texnologiya fakulteti KT-280 guruh talabasi Toshev  
Sardorbekning “Analitik kimyo” fanidan yozgan**

# **REFERATI**

**Topshirdi:**

**Toshev S.**

**Qabul qildi:**

**Beknazarov E.**

**Qarshi-2016**

# **Mavzu: Kislota asos titrlash (neytrallash) usuli. Indikator xatosi**

## Reja

- 1.Kislota-asosli titrlash turlari
- 2.Ekvivalent nuqtani topish usullari.
- 3.Kislota-asosli titrlashda ishlatiladigan indikatorlar
- 4.Titrlash egri chiziqlari.
- 5.Titrlashning indikator xatosi.

Kislota- asosli titrlash nimaga asoslangan?

Kislota-asosli titrlash yoki titrlashning neytrallash metodi vodorod ionlari (yoki gidroksoniy ionlari) bilan gidroksid ionlari orasida boradigan va kam dissosiyalanadigan suv molekulari hosil bo'ladigan reaksiyalarga (neytrallanish reaksiyalariga) asoslangan:  $H^+ + OH^- = H_2O$  yoki  $[H_3O]^{++} + OH^- = 2H_2O$

Bu metod, kislotalar ( $H_2SO_4$ ,  $HNO_3$ ,  $HCl$ ,  $H_3PO_4$ ,  $CH_3COOH$ ,  $H_2C_2O_4$ ,  $C_6H_5-COOH$  va boshqalar), gidroksidlar ( $KOH$ ,  $NaOH$ ,  $Ba(OH)_2$  va boshqalar), gidrolizlanuvchi tuzlar ( $Na_2CO_3$ ,  $K_2CO_3$ ,  $NH_4Cl$ ,  $CH_3COOK$  va boshqalar) va ular aralashmalari miqdorini aniqlashda qo'llaniladi.

Bu metodda biror kislotaning titrlangan eritmasidan foydalanib asoslarning yoki gidrolizlanganda ishqoriy muhit hosil qiluvchi tuzlarning miqdorini (atsidimetriya), yoki ishqorlarning titrlangan eritmasidan foydalanib kislotalarning yoki gidrolizlanganda kislotali muhit hosil qiluvchi tuzlarning miqdorini (alkalimetriya) yoki ular aralashmalarining miqdori aniqlanadi. Bu usullar yordamida gidrolizlanishi natijasida kuchli ishqoriy muhitga ega bo'ladigan  $Na_2CO_3$ ,  $K_2CO_3$ ,  $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$  kabi tuzlarni, suvning qattiqligini, ammoniy tuzlarini, organik barikmalar tarkibidagi azot miqdorini aniqlash mumkin.

Kislota-asosli (neytrallanish)titrlash metodida asosiy ish eritmaları sifatida kislotalar (odatda xlorid yoki sulfat kislota) va ishqorlar (natriy gidroksid va kaliy gidroksid) eritmaları ishlatiladi. Bu moddalar boshlang'ich moddalarga qo'yiladigan talablarga javob bermaydi va shuning uchun ulardan ma'lum miqdorda tortim olinib titrlangan eritmalar tayyorlab bo'lmaydi. Shuning uchun avval ularning taxminiy konsentratsiyadagi (0,1-0,5 N) eritmaları tayyorlanadi. So'ngra ularning titri boshqa boshlang'ich moddalarning titrlangan-standart eritmaları bilan titrlanib titrlari belgilanadi - standartlashtiriladi.

Kislotalar eritmalarining titrini belgilashda-standartlashtirishda boshlang'ich modda sifatida, ko'pincha bura  $Na_2B_4O_7 \cdot 10 H_2O$  yoki soda  $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$  lardan foydalaniladi. Bu moddalarni qayta kristallga tushirish yo'li bilan formulasiga aniq javob beradigan holda olish mumkin. Ularning eritmaları kuchli ishqoriy muhitga ega bo'ladi va ularni kislotalar bilan titrlash mumkin.

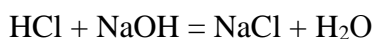
Ishqorlar eritmalarining titrini aniqlashda, ko'pincha, oksalat kislota  $H_2C_2O_4$  y'ki qaxrabo kislotalardan foydalaniladi bera oladigan toza modda olinada. . Bu kislotalarning ikkalasi ham qattiq kristal moddalar. Kislota-asosli titrlash jarayonida sodir bo'ladigan jarayonlar mohiyatini tushintirish uchun, titrlashning turli ko'rinishlarida (xillarida) ekvivalent nuqtadagi muhitning

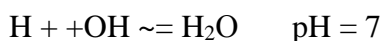
pH= 7 reaksiyasini o'rganish lozim. Bu metodda ekvivalent nuqta turli xil (neytral pH > 7  
pH < 7 ishqoriy kislotali) muhitlarda bo'lishi mumkin.

2. Kislota-asosli titrlash turlari. Kislota-asosli titrlashning qanday turlari mavjud?

Kislota-asosli titrlashning quyidagi turlari mavjud:

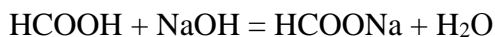
Kuchli kislotani kuchli ishqor bilan titrlash.



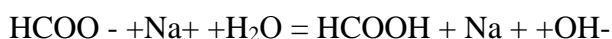
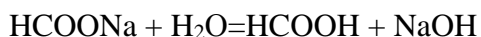


Bunda gidrolizlanmaydigan tuz hosil bo'ladi va eritmaning muhiti neytral bo'ladi. demak kuchli kislotani kuchli ishqor bilan titrlanganda ekvivalent nuqta neytral muhitda bo'ladi.

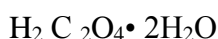
Kuchsiz kislotani kuchli ishqor bilan titrlash.



$HCOOH + OH^- \rightleftharpoons HCOO^- + H_2O$  Ekvivalent nuqtada kuchsiz kislota va kuchli asosdan hosil bo'lgan tuz - natriy format hosil bo'ladi va u anion bo'yicha gidrolizlanadi:

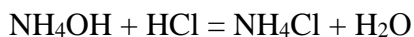


$pH > 7$



Bunda eritmada gidroksil ionlarining miqdori ortadi. Shuning uchun kuchsiz kislotalarni kuchli ishqorlar bilan titrlanganda ekvivalent nuqta neytrallanish nuqtasi bilan mos tushmaydi va u ishqoriy muhitda bo'ladi.

### 3. Kuchsiz asosni kuchli kislota bilan titrlash



Titrlash natijasida hosil bo'lgan tuz kuchsiz asos va kuchli kislotadan hosil bo'lgan tuz kation bo'yicha gidrolizlanadi. Bunda eritmada vodorod yoki gidroksoniy ionlarining konsentratsiyasi ortadi. Shuning uchun kuchsiz asoslarni kuchli kislotalar bilan titrlanganda ekvivalent nuqta neytrallanish nuqtasiga mos tugimaydi va u kislotali muhitda bo'ladi.

Kislota-asosli titrlashda ekvivalent nuqtaning eritmaning qanday muhitida bo'lishi reaksiyaga kirishuvchi kislotalar va asoslarning tabiatiga hamda konsentratsiyasiga bog'liq.

Suvsiz muhitda titrlash qanday amalgam oshiriladi?

Keyingi paytlarda turli noorganik va organik moddalarni aniqlashda suvsiz muhitda titrlash usullari ham amalda keng qo'llanilmoqda. Suvsiz muhitda titrlashning suvli muhitda titrlashga qaraganda bir qancha avzalliklari mavjud.

Suvsiz muhitda titrlash usuli oddiy, aniq usul bo'lib, hatto moddalarni tozalamasdan turib ham bajarish mumkin. bu usul bilan suvda eriydigan va erimaydigan moddalarni ham aniqlashda qo'llaniladi. Suvsiz muhitli titrlash yordamida kislotalar, asoslar va turlarning ko'p komponentli sistemalarini aniqlash mumkin. Masalan, sirka va sulfat kislota yoki chumoli va xlorid kislota aralashmalarining analizida.

Kislota-asosli titrlashda qanday erituvchilar ishlatiladi?

Bu metodda erituvchilar katta rol o'ynaydi ular uch guruhga bo'linadi: Protofil erituvchilar- protonlarni yaxshi biriktirib oluvchi erituvchilar. Bu birikmalar qo'pincha asos xossasiga ega bo'ladi: ammiak  $\text{NH}_3$ , gidrazin  $\text{N}_2\text{H}_4$  va boshqalar.

Protogen erituvchilar- proton beruvchilar. Bu birikmalar kislotalar tipida bo'ladi:  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{HCOOH}$ - chumoli kislota,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ - sirka kislota va boshqalar.

3.Indifferent erituvchilar- ionlashtirish xossasiga ega bo'lmagan birikmalar, bo'larga benzol-  $\text{C}_6\text{H}_6$ , Petroley efiri va boshqalar kiradi. Suvsiz muhitli kislota- asosli titrlashda,ko'pincha erituvchi sifatida muzli sirka kislota ( $w/\% \phi 100\% p =$  ) ishlatiladi. Masalan, natriy atsetatning sirka kislotali eritmasini xlorat kislota bilan titrlash mumkin.



Yana erituvchilar sifatida etandiol (etilenglikol)  $\text{HOCH}_2\text{CH}_2\text{OH}$ , dioksan  $\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2$  va boshqalar ham keng qo'llaniladi.

Ekvivalent nuqta qanday topiladi?

Ekvivalent nuqtani topish usullari.

Kislota-asosli titrlash usulida ekvivalent nuqta indikatorlar yordamida va instrumental usul bilan topiladi.

### 3.1. Ekvivalent nuqtani indikatorlar yordamida aniqlash.

Ekviivalent nuqtani, ya'ni aniqlanayotgan moddaning miqdori bilan reaksiyaga kirishayotgan reaktivning miqdori ekvivalent bo'lganini aniqlash hajmiy analizda, xususan kislota-asosli titrlash metodida juda katta ahamiyatga ega.Odatda ekvivalent nuqta titrlanayotgan eritmaga qo'shilgan 1-2 tomchi indikator eritmasi rangining o'zgarishiga qarab topiladi. Ekvivalent nuqta indikator rangining o'zgarishiga qarab topilishidan tashqari fluorestsent va xemilyuminestsent indikatorlar ham ishlatiladi.

### 3.2. Ekvivalent nuqtani fizik-kimyoviy usul yordamida topish.

Ekvivalent nuqtani aniqlashda indikator topilmaganda yoki to'q rangli, loyqa eritmalarini ekvivalent nuqtalarini aniqlashda,rangli indikatorlar ishlatilishi mumkin bo'lmaganda, turli fizik-kimyoviy (intrumental) usullardan foydalaniladi. Bu eritmalarining fizik-kimyoviy xossalarini ekvivalent nuqtada o'zgarishiga asoslanadi.

Ekvivalent nuqtani aniqlashda fizik-kimyoviy metodlardan: potentsialmetriya, konduktometriya, fotometriya, termometriya va boshqa metodlarda foydalaniladi.

Masalan, potentsiometrik o'lchashlarda ekvivalent nuqtada eritmaning pH qiymati sakrash bilan o'zgaradi. Kislota-asosli titrlash jarayonida eritmaning elektr o'tkazuvchanligi ekvivalent nuqtada keskin o'zgaradi, bundan konduktometrik titrlashda foydalaniladi. Kislota- asosli titrlashda qanday indikatorlar ishlatiladi?

### 4. Kislota-asosli titrlashda ishlatiladigan indikatorlar.

Kislota-asosli reaksiyalar borishida ko'z bilan ko'rib kuzatish mumkin bo'ladigan hech qanday effekt ko'rinmaydi. Shuning uchun ekvivalent nuqtani belgilash uchun tegishli indikatorlar kerak bo'ladi. Ekvivalent nuqtani aniqlashning indikatorlar usuli, titrlanuvchi modda bilan indikatorning o'zaro ta'sirlashish reaksiyasiga asoslangan bo'ladi. Bunda titrlashning so'ngi nuqtasi modda rangining o'zgarishi, cho'kma tushishi yoki erib ketishi, nur chiqarish va boshqa belgilar bilan aniqlanadi.

Ma'lum darajada aniqlik bilan titrlashning oxirgi nuqtasini belgilashga imkon beradigan moddalar indikatorlar deb ataladi. Indikator to'g'ri tanlansa titrlashning oxirgi nuqtasi bilan ekvivalentlik mos tushadi.

Indikatorlar ishlatilishiga, kimyoviy xossalriga qarab bir necha guruhlarga bo'linadi: Ichki va tashqi indikatorlar. Ko'pincha, indikator titrlanayotgan eritmaga qo'shiladi. Titrlash jarayonida indikator titrlanayotgan eritmada bo'ladi. bunday indikatorlar ichki indikatorlar deyiladi.

Ba'zan titrlash jarayonida titrlanayotgan moddadan bir tomchi olib, indikator qog'ozi ustiga tomiziladi yoki uni soat oynasi ustida, chinni plastinka yoki oq qog'oz ustida indikator eritmasi bilan aralashtiriladi va o'zgarishlar kuzatiladi. Bunday indikatorlar tashqi indikatorlar deyiladi.

Qaytar va qaytmas indikatorlar. Indikator qaytar sistemani tashkil qilib, eritma muhitining (pH) o'zgarishi bilan, ya'ni muhitning kislotali yoki ishqoriyligiga qarab bir necha marta o'z rangini o'zgartirishi mumkin. Bo'lar qaytar indikatorlar hisoblanadi.

Shu bilan birga qaytmas indikatorlar ham mavjud, ular yordamida titrlashning oxirgi nuqtasi faqat bir marta kuzatiladi.

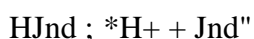
Titrlashda indikator vazifasini reaksiyada qatnashayotgan moddalardan biri yoki titrlash jarayonida hosil bo'ladigan moddalardan biri bajaradi.

Masalan, qaytaruvchilarni, 1) Permanganat eritmasi bilan titrlashda, ekvivalent nuqtada permanganatning ortiqcha miqdori eritmani och pushti rangga kiritadi.

2) Bromat eritmasi bilan kislotali muhitda titrlashda ekvivalent nuqtada bromatning ortiqcha miqdori elementar brom hosil qiladi va eritmani qo'pg'ir-sariq rangga bo'laydi.

3. Kotsentrlangan xlorid kislotali muhitda yodat eritmasi bilan titrlashda elementar yod hosil bo'ladi va ekvivalent nuqtada uning ortiqcha miqdori ta'sirida eritma rangsizlanadi.

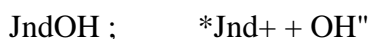
Kislota-asosli indikatorlar. Kislota-asosli titrlash metodida ekvivalent nuqtani topishda ko'pincha organik moddalardan tayyorlangan indikatorlar ishlatiladi. Ular kislota yoki asos xossasiga ega bo'lgan kuchsiz elektrolitlardir:



kislota

HJnd - indikatorning molekulyar shakli

Jnd-- indikatorning ion shakli (anion)



asos

JndOH - indikatorning molekulyar shakli

Jnd<sup>+</sup> - indikatorning kation shakli.

Kislota-asosli titrlashda ishlatiladigan indikatorlar qaytar kislota-ishqoriy sistemadadir, shuning uchun ular kislota-ishqoriy indikatorlar deyiladi.

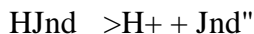
Bunday indikatorlarning kislotali shaklidagi rangi ishqoriy shaklidagi rangidan farq qiladi. Kislota-asosli indikatorlar eritma muhitiga qarab yoki vodorod ionlarining konsentratsiyasiga (pH ga) qarab o'z ranglarini o'zgartiradi.

### 2.1. Indikatorlar nazariyasi qanday izohlanadi?

Indikatorlar rangi o'zgarishining fizik-kimyoviy jarayonlarining mexanizmi ancha vaqtgacha, aniqrog'i XX asr oxirligigacha noma'lum edi. 1894 yili V.Ost'vald elektrolitik dissotsiyatsiyaga asoslangan indikatorlarning ionlar nazariyasini yaratdi.

Bu nazariyaga binoan kislota-asosli indikatorlar organik kislotalar yoki asoslar bo'lib (molekulyar holatda), dissotsiyatsiyalanmagan molekulalari va ionlari turli ranglarga ega bo'ladi.

Masalan, lakmus indikator, suvli eritmalarida dissotsiyatsiyalanmagan molekyalari qizil, anionlari esa ko'k rangda bo'ladi:



Qizil ko'k

Muvozanatdagi indikator sistemasiga 1-2 tomchi NaOH eritmasi qo'shilsa OH<sup>-</sup> lari H<sup>+</sup> lar bilan birikib H<sub>2</sub>O hosil qiladi va muvozanat o'ng tomonga siljiydi, Jnd<sup>-</sup> ionlari hosil bo'lgani uchun eritmaning rangi ko'k rangga kiradi. 1-2 tomchi HCl eritmasi qo'shilsa HJnd molekulasi hosil bo'lish tomonga siljiydi eritmaning rangi qizaradi: Jnd<sup>-</sup> + H<sup>+</sup> OH<sup>-</sup> → HJnd 26 qizil

Lakmus (indikator)ning ikkala shakli (molekular HJnd va ionli Jnd<sup>-</sup>) ham rangli bo'ladi. Bunday indikatorlar ikki rangli indikatorlar (Lakmus, metiloranj, metil qizili, metil ko'ki va boshqalar) deyiladi.

Bir shakli rangli, ikkinchi shakli rangsiz bo'lgan indikatorlar bir rangli indikatorlar deyiladi. Bo'larga fenolftalein, paranitrofenol va boshqalar misol bo'ladi:



Indikatorlarning ion nazariyasiga binoan asos indikatorlar rangining o'zgarishini ham xuddi yuqoridagidek tushintiriladi.

Indikatorlarning ion nazariyasi eritmadagi H<sup>+</sup> va OH<sup>-</sup> ionlari ta'sirida indikator rangining o'zgarish mexanizmini tushintirib beradi. Lekin organik moddalar rangining ular tuzilishiga bog'liq ekanligini indikatorlarning ion nazariyasi tushintirib bera olmaydi.

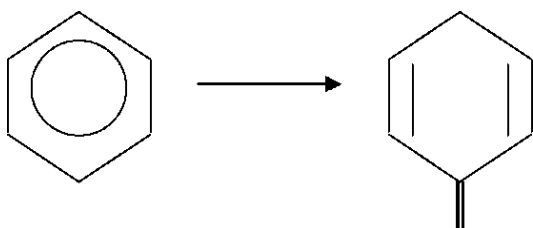
Organik birikmalarning rangi, ular molekulyalarining tuzilishiga bog'liq. Demak, molekula ichida biror o'zgarish bo'lganda indikatorning tuzilish o'zgarib, natijada uning rangi ham o'zgaradi. Bu tadqiqotlar natijasida indikatorlarning xromofor nazariyasi deb ataladigan nazariya yaratildi.

Xromoforlar nimalar?

Organik birikmalarning rangi ularning molekulasida xromoforlar (rang tashuvchilar) deb ataluvchi maxsus atomlar (redikallar) guruhi yoki ikkilamchi bog'lar guruhlarining bo'lishiga bog'liq.

Xromoforga  $O = N - OH$  va ma'lum sharoitda  $= N - NH$  guruhga

aylanadigan  $-N = N$  -azoguruhlar kiradi. Xinoid guruh ham eng yaxshi xromofor hisoblanadi:



Benzol Xinoid

yadrosiguruhi

Bo'lardan tashqari bir-biriga yaqin joylashgan karbonil guruhlar  $>C = O$  yoki qo'sh bog'lar va boshqalar xromoforlar jumlasiga kiradi. Auksoxromlar nimalar?

Organik birikmalarning rangiga auksoxromlar deb ataladigan boshqa guruhlar ham ta'sir qiladi. Auksoxromlarning xromoforlar kabi birikmani biror rangga kiritmaydi, lekin xromoforlar bilan ishtirok etganda ularning ta'sirini kuchaytirib, eritma rangini quyuqlashtiredi (intensivlashtiredi). Auksoxromlarga aminoguruh -  $NH_2$ , efir guruh -  $O - CH_3$ , gidroksil guruh -  $OH$  va boshqalar, hamda -  $NH_2$  guruhdagi vodorod atomlarining turli redikallar bilan almashinishidan hosil bo'lgan mahsulotlar, masalan -  $N(CH_3)_2$  va hoqazo misol bo'ladi?

Xromofor nazariyasiga binoan izomer o'zgarish, ya'ni molekula ichida atomlarning qayta guruhlanishi natijasida xromofor guruhli birikmalar hosil bo'ladi (yoki yo'qoladi) natijada indikatorning rangi o'zgaradi.

Indikatorlarda izomer shakllardan birining ikkinchisiga aylanishi qaytar jarayondir. Bunday qaytar izomeriya tautomeriya deb, izomerlar esa -tautomerlar deb ataladi.

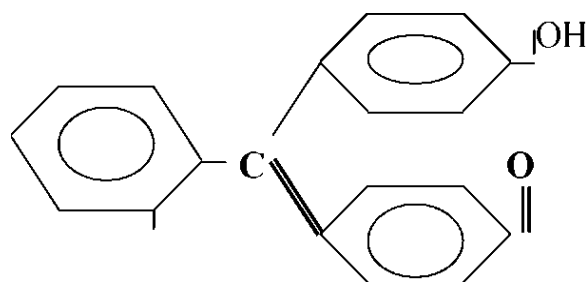
Bu o'zgarishning mohiyati, benzol yadrosining xinoidga o'tishidadir. Paranitrofenol eritmasiga ishqor qo'shilganda eritma rangining o'zgarishga sabab ham xinoid yadrosining hosil bo'lishidir. Kislota qo'shilganda ikkala tautomer orasidagi muvozanat teskari tomonga siljiydi va indikatorning sariq rangi rangsizlanadi.

Bir xil rangli indikatorlarda rangning yo'qolishi yoki paydo bo'lishi xromofor guruhning mavjudligi yoki yo'qolishi bilan tushintiriladi.

Ikki rangli indikatorlarda esa rangning o'zgarishiga sabab bir xromofor guruhning boshqasiga qayta guruhlanishidir.

Indikatorlar rang o'zgarishi mexanizmini tushintirishda ikkala nazariya rivojlantirib indikatorlarning ion-xromofor nazariyasi bo'lib birlashdi.

Fenolftalein bir rangli indikatorning tipik vakilidir. Eritmaning muhiti  $\text{pH} < 8$  bo'lganda fenolftalein molekulasida xinoidli guruh bo'lmaydi. Shuning uchun uning eritmasi rangsiz bo'ladi. ammo eritmaga ishqor qo'shilsa ( $\text{pH} > 8 + 10$ ) fenolftalein molekulasi tarkibida xinoidli yadro (guruh) paydo bo'ladi va shu tufayli eritma qizil rangga kiredi:



COOH

Fenolftalein molekulasida uchta benzol yadrosi bo'lib, ulardan biri qayta guruhlanib xromofor bo'lgan xinoid xalqasiga aylanadi. Bundan tashqari indikator molekulasida ikkita gidroksil va bitta karboksil guruhlari bo'lib ular ham o'zgarishchi uchraydi.

2.2. Indikatorlar rangining o'zgarish sohasi, indikator ko'rsatgich  $\text{pK}$  va titrlash ko'rsatgichi  $\text{pT}$  qanday izohlanadi?

Titrlash paytida indikator rangining o'zgarishi eritmadagi vodorod va gidroksil ionlari konsentratsiyalarining ortishi yoki kamayishiga bog'liq.  $\text{pH} = -\lg[\text{H}^+]$  bo'lgani uchun, indikator rangining o'zgarish sohasi titrlanadigan eritmaning  $\text{pH}$  qiymatiga bog'liq bo'ladi.

Indikator rangining  $\text{pH}$  ning ma'lumot qiymatlarida o'zgarishi indikator rangining o'zgarish sohasi deb ataladi.

Biror kislota-asosli indikatorning rangi bilan eritmaning  $\text{pH}$  qiymati orasidagi bog'lanishini indikatorlarning ion-xromofor nazariyasidan foydalanib bilish mumkin. Indikatorlar eritmasida bir-biriga bog'liq bo'lgan quyidagi muvozanat mavjud:

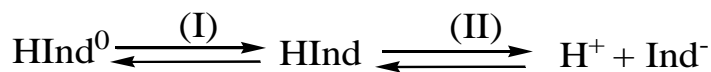


HJnd0 HJnd

Sxemada bilan indikatorning tauto mer formalaridan biri, bilan tautomer

Jnd-formaning ikkinchisi, bilan ikkinchi tautomer formadan hosil bo'lgan anionlar ifodalangan.

a) Bunda (1) muvozanat uchun:



I tautomer    II tautomer

$$K_{\text{таут}} = \frac{(\text{HInd})}{(\text{HInd}^0)}$$

b) dissotsilanganda :

$$K_{\text{дис}} = \frac{(\text{H}^+) * (\text{Ind}^-)}{(\text{HInd})} \quad \text{Bu ikkala tenglamani xadlab ko'paytirilsa:}$$

$$K_{\text{таут}} * K_{\text{дис}} = \frac{(\text{HInd}) * (\text{H}^+) * (\text{Ind}^-)}{(\text{HInd}^0) * (\text{HInd})}$$

$$\text{pH} = \text{pK} - \lg \frac{C_{\text{кисл ф}}}{C_{\text{ишк ф}}} \quad (2)$$

indikatorlar nazariyasining asosiy tenglamasi hisoblanadi.

Indikatorlar rangining o'zgarish sohasini shu formuladan foydalanib hisoblash mumkin.

Aniqlanadigan eritmaga har qanday miqdorda kislota y'ki ishqor eritmasi qo'shish bilan rang o'zgarishi sezilavermaydi, chunki ko'zning eritma rangi o'zgarishni ilg'ashi (payqashi) chegaralangan. Shuning uchun indikatorning kislotali va ishqoriy shakllari orasidagi nisbatning o'zgarishi etarli darajada katta bo'lganda eritma rangining o'zgarishini sezamiz. Hajmiy analizda indikator rang o'zgarishi sohasi o'rniga pT Indikatorning titrlash ko'rsatgichi ham qo'llaniladi, u bilan belgilanadi. pT =pH ning ayni indikator bilan titrlash to'xtatiladigan qiymati shu indikatorning titrlash pT ko'rsatgichi deyiladi va bilan belgilanadi. pT    pH

qiymati indikator ko'rsatgichi bilan taxminan mos tushadi.

4-jadval

№	Indikatorlar	pH o'tish sohasi	pK HJnd	pTHJnd	Rang o'zgarishi	
					Kislotali muhitda molekular	Ishqoriy muhitda, ionli shakl

					shakl	
1	Metil binafsha	0-1,8	1,1	1,0	sariq	Binafsha
2	Timol ko'ni	1,2-2,8	1,65	2	qizil	Sariq
3	Metiloranj	3,1-4,4	3,36	4	Qizil	Sariq
4	Bro mkrezol yashili	3,9-5,4	4,90	5,0	sariq	Ko'k
5	Metil qizili	4,4-6,2	5,00	5,0	qizil	Sariq
6	Bro mtimol ko'ki	6,0-7,6	7,3	7,2	sariq	Ko'k
7	Fenol qizili	6,4-8,2	8,0	7	sariq	Qizil
8	Timol ko'ki	8,0-9,8	9,2	8	sariq	Qizil
9	fenotftalein	8,2-9,8	9,53	9	rangsiz	Qizil
10	Timol ftalein	9,3-10,5	9,6	10	rangsiz	Ko'k
11	Alizarin sariq	9,7-10,8	10,1	11	sariq	Qizil

## 5. Titrlash egri chiziqlari qanday tuziladi?

Titrlash uchun indikator tanlashda, sifat ko'rsatgichlardan tashqari, jarayonning miqdoriy tavsiflarini beruvchi metodlardan ham foydalaniladi. Bunday metodlarga titrlash egri chizig'ini tuzish, titrlashda yo'l qo'yiladigan indikator xatolarini hisoblash metodlari kiradi. Titrlashning egri chizig'i metodi. 0,1 N li kislota eritmasiga shunday konsentratsiyadagi ishqor eritmasini qo'shilganda muhit kislotalikdan neytrallikka, so'ng pH ishqoriylikka qarab o'zgaradi. Qo'shilgan ishqor miqdoriga qarab eritmaning qiymati va indikatorning rangi mutanosib ravishda o'zgaradi.

Jaray'nni aniq o'rganish va kerakli indikator tanlash uchun grafik metoddan pH foydalaniladi. Buning uchun ordinata o'qiga qiymati, abtsissa o'qiga ishqor pH eritmasining hajmi (ml) qo'yiladi va aniq masshtab bilan grafik chiziladi. Bunda qiymatining o'zgarishini (titrant hajmiga) ishchi eritmaning hajmiga bog'liqlik egri chizig'i hosil bo'ladi.

### 5.1. Kuchli kislotani kuchi asos (ishqor) bilan titrlash egri chizig'i.

Egri chiziq uchun tubi yassi konussimon kolbaga 20 ml 0,1 N li xlorid kislota eritmasi va byuretkaga 0,1 N li natriy gidroksid eritmasidan quyiladi. So'ngra sekin-asta byuretkadagi ishqor eritmasidan ma'lum hajmda kolbadagi xlorid kislota eritmasi ustiga pH quyiladi va eritmaning qiymati o'lchab boriladi. Topilgan nuqtalar bo'yicha grafik millimetrovka qog'ozda aniq masshtab bilan chiziladi. Avvalo titrlash egri chizig'ining boshlang'ich nuqtasi topiladi. Xlorid kislotaning konsentratsiyasi 0,1 N li bo'ganligi pH HCl uchun (100% dissotsiatsiyalanadi) =1 bo'ladi. Ikkinchi nuqtada 20 ml 0,1 N NaOH 0,1 N HCl eritmasi ustiga 18 ml 0,1 N

eritmasi qo'shilsya, eritmada 2 ml HCl qoladi ya'ni boshlang'ich konsentratsiyaga nisbatan konsentratsiyasi 10 marta kamayadi.

C HCl = 0,01N;  $[H^+] = 10^{-2}$  pH 2 bo'ladi.

NaOH C HCl 0,001  $[H^+] = 10^{-3}$

Uchinchi nuqtada, 19,80 ml qo'shilsya mol/l, pH mol/l, =3 bo'ladi. NaOH

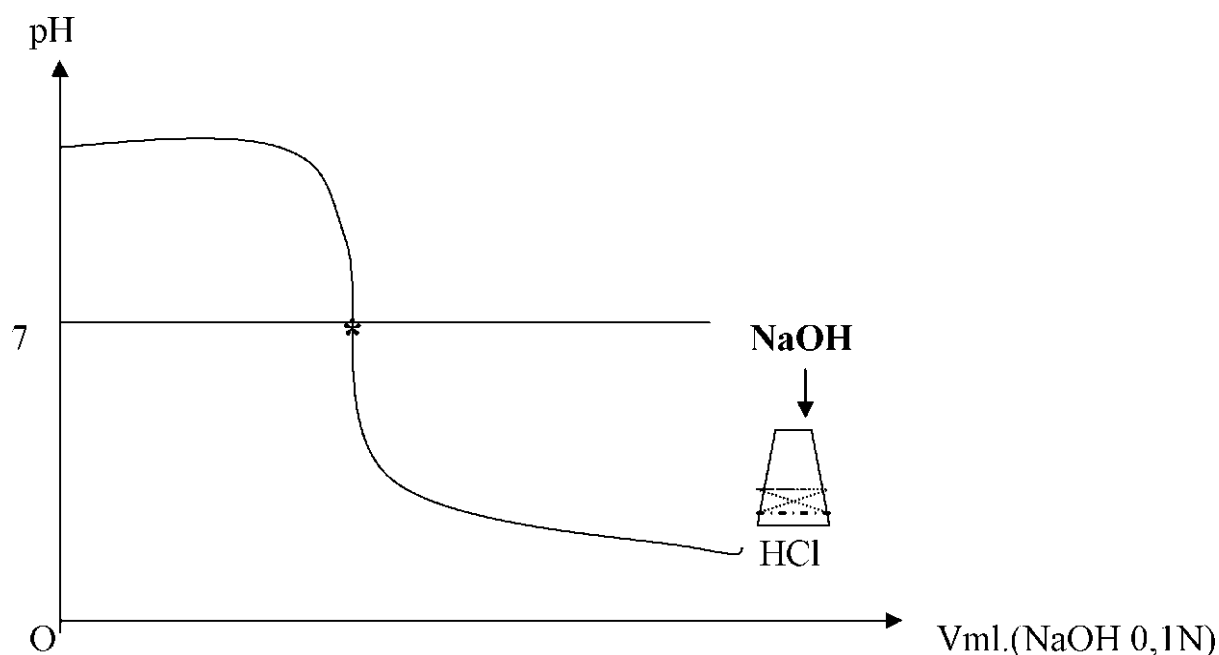
To'rtinchi nuqtada, 20 ml qo'shilsa hamma kislotani neytrallanadi. Neytral

$[H^+] * [OH^-] = 10^{-14}$  pH eritmada mol/l, =7 bo'ladi. HCl

Beshinchi nuqtada 20 ml 0,1N li eritmasiga 20,02 ml 0,1 N eritmasi

qo'shilsa eritmada gidroksil ionlari miqdori ortib ketadi.

Coh\_002  $10^{-4}$  pOH = 4 pH 20 mol/l, =14-4=10 bo'ladi. Shunday qilib, titrlashning boshqa nuqtalari ham shunday qilib hisoblanadi.



### Rasm - 1. Kuchli kislotani kuchli ishqor bilan titrlash egri chizig'i.

Kuchli kislotani kuchli ishqor bilan titrlash egri chizig'i quyidagi xususiyatlari bilan tavsiflanadi: ekvivalent nuqta neytrallanish chizig'ida yotadi. pH titrlanish egri chizig'idagi sakramasi (0,1N li eritmalar uchun) katta pH oraliqiga =4 dan - 10 gacha. pH ishqor eritmasini kislotani bilan titrlashda (grafikda) quyi nuqta =13 da ya'ni grafikning pastki sohasida joylashgan bo'lar edi. 0,1N li HCl va 0,1N NaOH Titrlash egri chizig'iga (eritmalar bo'yicha tuzilgan) asoslanib, metiloranj, metil qizili, neytral qizil, fenolftalein kabi pT pH indikatorlarning titrlash ko'rsatgichlari ( ), egri chiziqning sakramasi sohasida bo'ladi va ularni qo'llash mumkin deb xulosa chiqariladi.

5.2. Kuchsiz kislotani kuchli ishqor bilan titrlash qanday amalga oshiriladi? Kuchsiz kislotani kuchli ishqor bilan titrlashda egrilik nuqtalarini yuqoridagidek pH usulda hisoblab topish mumkin. Ekvivalent nuqtada qiymatini hisoblashda, eritmada gidroluzlanadigan kuchsiz kislotaning kuchli ishqor bilan hosil qiladigan tuzi hosil bo'lishini e'tiborga olish lozim.

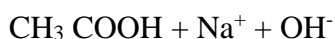
Yuqorida ta'kidlanganidek 0,1 N sirka kislota eritmasidan 20 ml. olib, konussimon kolbaga quyiladi va uning ustiga 0,1 N li ishqor eritmasidan ham 20 ml. qo'shiladi.

Titrlash egri chizig'ining boshlang'ich nuqtamasini topish uchun avval 0,1 N sirka  $[H^+]$  CH<sub>3</sub>COOH kislotasi eritmasidagi vodorod ionlari konsentratsiya hisoblanadi.

$$pH = 14,76^{-1} * \lg 0,1 = 2,38 + 0,5 = 2,88 \text{ pH}$$



Ekivalent nuqtadagi ni hisoblashda hosil bo'lgan tuzning ( gidrolizlanishi e'tibor olinadi:



Ty3 pH qiymatlari va NaOH hajmilari asosida egri chiziq nuqtalari pH topiladi va egri chiziq grafigi chiziladi.

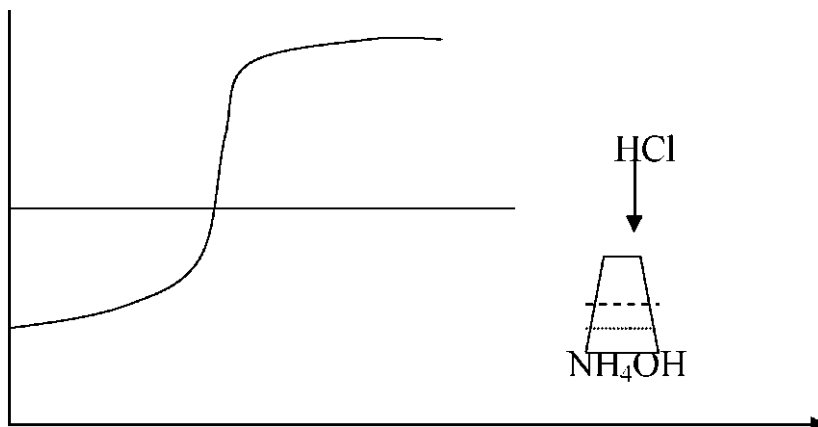
Kuchsiz kislotani kuchli ishqor bilan titrlash egri chizig'i quyidagi xususiyatlar bilan tavsiflanadi: pH ekvivalent nuqta kuchsiz ishqoriy muhit sohasida yotadi ( =8,73). pH pH

pH titrlash egri chizig'idan sakramasi kichik oraliqqa ega ( =8 dan =10 gacha) pH boshlang'ich nuqta nisbatan kichik kislotali zonada yotadi » 3,0 (2,88). Titrlash natijasida hosil bo'lgan tuz gidrolizlanganda kuchsiz ishqoriy muhit hosil bo'ladi. Shuning uchun ekvivalent nuqta neytral chizig'iga mos tushmaydi. Bunday hollarda fenolftalein indikatorlarini qo'llash mumkin, chunki uning titrlash ko'rsatgichi pT( ) 9 ga teng bo'lib sakrama sohasida bo'ladi. Boshqa indikatorlarni (metiloranj, metal pT =HCl Kuchsiz asosni

(NH<sub>4</sub>OH qizil, lakmus) qo'llab bo'lmaydi chunki qiymati sakrama sohasida yotmaydi. U shtrix chiziqlar bilan ko'rsatilgan.

3.3. Kuchsiz asoslarni kuchli kislotalar bilan titrlash qanday amalga oshiriladi?

NH<sub>4</sub>OH kuchli kislota bilan titrlash uchun kolbaga 20 HCl ml. 0,1 N li eritmasi va byuretkadan 0,1 N li kislota eritmasidan tegishli hajmdan quyish yordamida titrlashning egri chizig'i tuziladi. Bunda titrlashning pH boshlang'ich nuqtasi =11,3 da bo'ladi, egri chiziq pastdan yuqoriga tomon yo'nalgan bo'ladi. Bunda ham yuqorida usulardagidek egri chiziq nuqtalari topiladi va millimetrovka qog'ozga aniq masshtab bilan chiziladi:



pH=7 V ml.(HCl 0,1N)

3-Rasm. Kuchsiz asosni kuchli kislota bilan titrlash egri chizig'i.

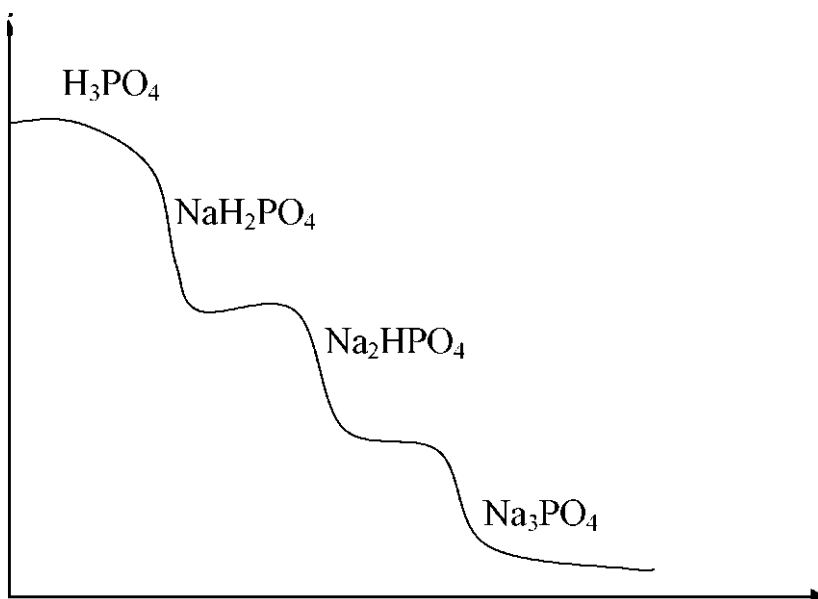
Kuchsiz asosni kuchli kislota bilan titrlash egri chizig'i quyidagi xususiyatlar bilan tavsiflanadi. pH Ekvivalent nuqta kuchsiz kislotali muhitda yotadi ( $\approx 5,0$ )

boshlang'ich nuqta ishqoriy muhitda bo'ladi. pH titrlash egri chizig'idagi sakramasi  $\approx 4,0$  dan  $\approx 6,2$  oralig'ida bo'ladi. Bunday hollarda titrlash uchun oraliq titrlash egri chizig'i sakramasi  $pT = 5,5$   $pT = 4,0$

sohasida yotuvchi indikatorlarni (metil qizigi yoki metiloranj) tanlash mumkin.

Ko'p negizli kislotalar bosqichma-bosqich dissotsiatsiyalanadi. Kuchli kislotalarning bosqichma-bosqich dissotsilanishi titrlash egrisida aks etmaydi, ularning titrlash egri chiziqlari kuddi bir negizli kuchli kislotalarnidek bo'ladi.

Ko'p negizoi kuchsiz kislotalarni titrlashda dissotsilanishni har bir bosqichi uchun titrlash egri chizig'ida alohida ekvivalent nuqta aks etadi. Ko'p negizli asoslarni titrlashda ham shunday xol yuz beradi.



Vml.(NaOH 0,1N)

### 3.4. Indikator qanday tanlanadi

Titrlashga kirishishdan oldin, titrlash jarayonida qiymati qanday o'zgarishini pH hisoblash lozim. Ekvivalent nuqtada qiymati qancha bo'lishini aniqlab va indikator pH rangning o'zgarish sohasini bilgan holda kislota-asosli titrlash uchun tegishli indikatorlar tanlanadi. Masalan. Sirka kislota eritmasini kaliy gidroksid eritmasi bilan pH titrlash lozim. Buning uchun ekvivalent nuqtadagi qiymatini bilamiz. Bu qiymat  $pH = 9,0$  ga teng. So'ng o'tish sohasi-rangining o'zgarish sohasi  $9,0$  bo'lgan indikator pH olamiz. bunday indikator fenolftaleindir,

Kislota-asosli titrlash jarayoni, rangining o'zgarish sohasi titrlash egri chizig'idagi pH sakramasi chegarasida (sohasida) bo'lgan indikator bilan olib borilishi kerak.

### 6. Titrlashning indikator xatosi qanday topiladi?

Indikatorlar tanlashda titrlash egri chiziqlari metodidan tashqari titrlashning indikator xatosini hisoblash usuli ham mavjud.

Qo'llanilayotgan indikatorning titrlash ko'rsatgichi bilan ekvivalent nuqtadagi qiymatining mos kelmasligi titrlashning indikator xatosi deyiladi.

Bunday xato natijasida aniqlanadigan eritma o'ta titrlanishi yoki oxirigacha

titrlanmay qolishi mumkin, shuning uchun titrlashdan so'ng ehtimada erkin yoki ionlari bo'ladi. Indikator xatosining bir necha turlari mavjud.

1. Titrlashning vodorod xatosi eritmada mo'l miqdorda vodorod ionlari qolgani bilan belgilanadi. Bu xato kuchli kislotalarni kuchli ishqorlar bilan oxirigacha to'liq titrlanmasligidan yoki kuchli ishqorlarni kuchli kislotalar bilan o'ta titrlab yuborish natijasida kelib chiqadi. Titrlashning gidroksil xatosi eritmada gidroksil ionlarining qolganligi bilan xarakterlanadi. Titrlashning kislotali xatosi titrlashdan so'ng eritmada kuchsiz kislotalarning neytral molekullari, asosli xatosi titrlashdan so'ng eritmada kuchsiz asosning neytral molekullari qolganligidan kelib chiqadi.

6.1. Titrlashning vodorod xatosi qanday topiladi? Agar indikator ko'rsatgichi ( $pT$ ), kuchli kislota eritmasining konsentratsiyasi ( $C_N$ ), titrlash uchun olingan hajmi ( $V, ml$ ), titrlashdan so'ng eritmaning umumiy hajmi ( $V, ml$ ) ma'lum bo'sa titrlashning vodorod xatosini hisoblash mumkin:

$$X = \frac{10^{-pT} * V_1}{N * V_2} * 100\%$$

Masalan:  $0,12 N$  xlorid kislota eritmasini  $0,12 N$  li natriy gidroksid eritmasi bilan metiloranj indikatorida titrlashda titrlashning vodorod xatosini his oblang. Ber:

$C_N (HCl) = 0,12 N$

$C_N(\text{NaOH}) = 0,12 \text{ N}$  Yechish: 1.Ekv.nuqtada  $\text{pH}=7$ , titrlash  $\text{pH}=4$  da tugadi. Eritmada  $[\text{H}^+]$  qoladi.

2.Titrlash oxireda eritmaning umumiy hajmi 2 marta ortadi, chunki kislota va ishqor eritmalarida teng hajmda sarflanadi.  $V = V_1 + V_1 = 2V_1$

$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pT}} \cdot V \cdot 100 = 10^{-4} \cdot 2V_1 \cdot 100 = 10^{-4} \cdot 200 = 10^{-2} = 2 \cdot 10^{-2}$$

Shunday qilib indikator xatosi hisoblanadi va tegishli indikator tanlanadi. Indikatorning titrlash ko'rsatgichi  $\text{pT}$  ekvivalent nuqtadagi  $\text{pH}$  qiymatiga yaqin bo'lishi, bunda xato  $\pm 2\%$  dan ortmasligi kerak.

### 6.2. Titrlashning gidroksid xatosi qanday hisoblanadi?

Titrlanayotgan kuchli ishqorning hajmi, konsentratsiyasi va titrlash oxiridagi eritmaning umumiy hajmi, indikatorning titrlash ko'rsatgichi ( $\text{pT}$ ) ma'lum bo'lsa titrlashning gidroksid xatosini hisoblash mumkin:

$$X = \frac{10^{-(14-\text{pT})} \cdot V_1}{N \cdot V_2} \cdot 100\%$$

### 6.3. Titrlashning kislotali xatosi qanday hisoblanadi?

Titrlangandan so'ng eritmada qolgan kuchsiz kislotalarning dissotsilanmagan molekulari bu xatoni keltirib chiqaredi. Buni quyidagi formula yordamida hisoblash mumkin:

$$[\text{HA}] - [\text{A}^-] = \frac{[\text{H}^+] \cdot [\text{HA}]}{[\text{H}^+] + K} = \frac{10^{-\text{pT}}}{10^{-\text{pK}}}$$

### 6.4. Titrlashning ishqoriy xatosi qanday topiladi?

Titrlashning ishqoriy xatosini titrlash tugandan so'ng eritmada qolgan kuchsiz asosning dissotsilanmay qolgan molekulari keltirib chiqaredi.

Bu xatoni quyidagi formula yordamida hisoblash mumkin:

$$[\text{OH}^-] - [\text{H}^+] = \frac{10^{-(14-d\tilde{N})}}{10^{-dE}} = 10^{d\tilde{N} + d\tilde{N} - 14} \cdot 7.$$

Neytrallash usuli bilan kislota (asos) miqdorini aniqlash

*Neytrallanish usulining mohiyati*

Neytrallanish reaksiyasi  $H^+ + OH^- = H_2O$  ga asoslangan barcha hajmiy aniqlashlar neytrallanish usuligakiradi.

Bu usulga biror kislotaning titrlangan eritmasidan foydalanib, ishqorlarning miqdorini yoki ishqorlarning titrlangan eritmasidan foydalanib kislotalarning miqdorini aniqlash mumkin.

Bundan tashqari bu usuldan foydalanib, neytrallanish reaksiyasi bilan bog`liq bo`lgan boshqa hajmiy aniqlashlar ham o`tkaziladi. Masalan, gidrolizlanish natijasida ishqoriy muhitga ega bo`ladigan va shuning uchun ham kislotalar bilan titrlanadigan  $Na_2CO_3$  va  $Na_2B_4O_7$  ga o`xshash ba`zi tuzlarni aniqlash mumkin.

Neytrallanish metodining asosiy ish eritmaları kislota (HCl yoki  $H_2SO_4$ ) va ishqor (NaOH yoki KOH) eritmalaridir.

Bu moddalar boshlang`ich moddalarga qo`yilgan talablarga javob bermaydi va shuning uchun ham ulardan ma`lum miqdorda tortib olib eritish va so`ngra ma`lum hajmgacha suyultirish bilan titrlangan eritmani tayyorlab bo`lmaydi.

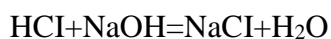
Ular eritmalarining titrni titrlash yo`li bilan aniqlashga to`g`ri keladi.

Kislotalarning titrini aniqlashda boshlang`ich modda sifatida bura  $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$  yoki soda  $Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$  ishlatiladi. Bu moddalarni qayta kristallga tushirish yo`li bilan formulasiga aniq javob beradigan holga keltirish mumkin.

Ishqorlarning titrini aniqlashda boshlang`ich modda (standart eritma) sifatida qahrabo kislota  $H_2C_4H_4O_6$  va oksalat kislotaning eritmalaridan foydalaniladi  $H_2C_2O_4 \cdot 2H_2O$

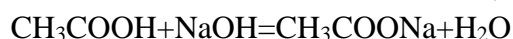
Istalgan ishqor eritmasini kislota bilan titrlashda  $OH^-$  ionlari  $H^+$  ionlari bilan bog`lanadi va eritmada uning konsentratsiyasi asta-sekin ortadi, eritmaning pH esa kamayib boradi. pH ning ma`lum bir qiymatida ekvivalent nuqtaga yetiladi va titrlashni shu onda to`xtatiladi. Kislota eritmasini ishqor eritmasi bilan titrlansa, ishqorning  $OH^-$  ionlarni kislotaning  $H^+$  ionlarini bog`laydi va eritmadagi vodorod ionlarining konsentratsiyasi borgan sari kamayadi, eritmaning pH ortib boradi. pH ning ma`lum bir qiymatida ekvivalent nuqtaga yetiladi va shunda ishqor qo`shishni to`xtatish lozim.

Ekvivalent nuqtadagi pH ning qiymati reaksiyaga kirishayotgan moddalarning tabiatiga va konsentratsiyasiga bog`liq. Masalan, kuchli kislotani kuchli ishqor bilan titrlash quyidagi sxema bo`yicha boradi.

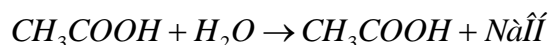


Bu holda ekvivalent nuqtaga yetilganda quyilgan ishqorning miqdori titrlanayotgan kislotaning miqdoriga ekvivalent bo`ladi, yahni bu paytda eritmada hosil bo`lgan tuz bo`ladi, xolos. Ma`lumki kuchli kislota va kuchli asosdan xosil bo`lgan tuzlar gidrolizga uchramaydi. Shuning uchun ularning eritmaları neytral muhitga ega bo`ladi.

Agar kuchsiz kislotani kuchli asos bilan titrlasak, titrlashda quyidagi reaksiya boradi.



Ekvivalent nuqtada eritmada  $CH_3COONa$  tuzi bo`lib u quyidagicha gidrolizlanadi :

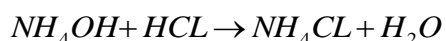


Bundan ko`rinadiki titrlash boradigan reaksiya qaytar bo`lib oxirigacha bormaydi

Ishlatilyotgan kislota va ishqorning bir qismi eritmada erkin xolda qoladi Ekvivalent nuqtada eritmadagi  $CH_3COOH$  va NaOH ning reaksiyaga kirishmay qolgan miqdori teng bo`ladi. Lekin  $CH_3COOH$  kuchsiz kislota bo`lganligi sababli kam dissotsiyalanib eritmaga erkin xoldagi  $H^+$  ionlarini kam chiqaradi. To`la dissotsiyalanadigan NaOH esa eritmadagi  $OH^-$  ionlarining konsentratsiyasini oshirib yuboradi

Demak tetrlashni pH=7da emas balki pH>7 da tamomlash kerak

Xuddi shuningdek kuchsiz asoslarni kuchli kislatalar titrlanganda xam masalan:



Ekvivalent nuqtada  $H^+$  ionlarining konsentratsiyasi ko`p bo`ladi. SHuning uchun titrlashni pH<7 da to`xtatish kerak.

Demak yuqoridagi misollardan shunday xulosa chiqarish mumkin turli hollarda titrlashni eritma pH ning reaktsiyaga kirishayotgan kislota va asosning tabiatiga bog`liq bo`lgan turli qiymatlarida tamomlashga to`g`ri keladi.

## FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

- [1]. A.P.Kreshkov "Osnovi analiticheskoy ximii ", T. 1-2,M, H,1976.g
- [2] V.P.Vasil'yev "Analitik kimyo", I-II k.T, Uz, 1999 y.
- [3] V.N.Aleksieyev "Yarim mikrometod bilan qilinadigan sifat analizi", T, O`q, 1976
- [4]. V.N.Alieksieyev "Miqdoriy analiz", T,O`q, 1963.
- [5]. M.T.G`ulomova "Analitik kimyo", Buxoro, 2002.