



**ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ  
ВА ЎРТА МАХСУС ТАЪЛИМ ВАЗИРЛИГИ  
НАМАНГАН ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ**

**«ТАБИЙ ФАНЛАР» факультети**

**«КИМЁ» йўналиши**

**203-гуруҳ талабаси  
Акрамов Асилбекнинг**

**Аналитик кимё фанидан ёзган**

# **КУРС ИШИ**

Топширди:

Акрамов А.

Қабул қилди:

Саттаров Т.

**Наманган-2011 й.**

# **Мавзу: Кислота - асосли титрлашнинг амалиётда қўлланилиши**

**Режа:**

- 1. Кислота –асосли титрлаш (нейтраллаш) усули**
- 2. Кислота ва ишқорлар эритмасини тайёрлаш**
- 3. Титрни аниқлашда стандарт намуналарнинг ишлатилиши**
- 4. Титрометрик анализдаги ҳисоблашлар**

**Хулоса**

## КИРИШ

Аналитик кимё бошқа фанлар қатори кимё соҳасидаги йирик фанлардан бири ҳисобланади. Шу билан бир қаторда аналитик кимё кундалик амалий ишлар билан ҳам чамбарчас боғлангандир. Анализ маълумотлари бўлмаса хом ашё ёки маҳсулот таркибидаги асосий компонентлар ва қолдиқлар миқдори ҳақида тасаввурга эга бўлиш, металлургия, кимё, доришунослик ва бошқа саноат тармоқларидаги технологик жараёнларни бошқариш ҳамда такомиллаштириш мумкин бўлмайди. Иқтисодий ва бошқа зарур масалаларни ҳал қилишда кимёвий анализ натижалари талаб қилинади.

### Кислота –асосли титрлаш (нейтраллаш) усули.

Титрометрик анализда модда миқдорини аниқлаш, нейтралланиш реакциясига асосланган усули кислота-асосли титрлаш ёки нейтраллаш усули дейилади. Нейтраллаш жараёни эритмаларда гидроксоний ( $\text{H}_3\text{O}^+$ ) (ёки  $\text{H}^+$ ) ионларининг гидроксил  $\text{OH}^-$  ионлари билан ўзаро таъсирлашиб кучсиз электролит – сувнинг ҳосил бўлишидир.



Демак, эритмада  $\text{H}^+$  ва  $\text{OH}^-$  ионлари концентрациясининг, яъни

pH нинг ўзгариши кузатилади.

Бу усул билан бирор кислотанинг титрланган эритмасидан фойдаланиб ишқорларнинг миқдорини аниқлаш (асидиметрия) ёки ишқорнинг титрланган эритмасидан фойдаланиб, кислоталанинг миқдорини аниқлаш (алкалиметрия) мумкин.

Нейтраллаш усули озиқ овқат саноатида, шу жумладан, хамиртуруш, ун, сут, музқаймоқ, пивонинг кислоталилигини, сирка кислотаси таркибидаги сирка миқдорини аниқлашда ишлатилади.

Кислоталарнинг титрини аниқлашда бошлангич модда сифатида:  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{C}_2\text{H}_5\text{ONa}$  лар ишлатилади. Ишқорларнинг титрини аниқлашда  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{C}_4\text{H}_4\text{O}_6$  ишлатилади.

Титрлаш жараёнида pH нинг маълум қийматида эквивалент нуқтага эришилади ва титрлаш тўхтатилади. Нейтраллаш реакцияси қандайдир ташқи ўзгариш билан кетмайди, шунинг учун эквивалент нуқта – титрлашнинг охириги нуқтасини аниқлаш учун махсус индикаторлардан фойдаланилади.

### Индикаторлар.

Юқорида айтиб ўтганимиздек, титрлашда эквивалент нуқта – титрлашнинг охириги нуқтаси индикаторлар ёрдамида аниқланади. Агар индикатор тўғри танланса, эквивалент нуқта билан титрлашнинг охириги нуқтаси бир нуқтада ётади.

Индикаторлар ишлатилиш усулига кўра, ички ва ташқи индикаторларга бўлинади. Агар индикатор титрланадиган эритмага қўшилса ички индикатор дейилади. Агар титрланаётган эритмадан бир томчи олиб индикатор қоғозга томизилиб текширилса, ташқи индикатор дейилади.

Ишлатиладиган реакциянинг турига кўра, индикаторлар қуйидагиларга бўлинади:

- кислота-асосли индикаторлар;
- оксидланиш-қайтарилиш (ред-окс) индикаторлари;
- комплексонометрик (металл) индикаторлари;

- адсорбцияланиш индикаторлари.

**Кислота-асосли индикатор.** Кислота-асосли индикаторлар кучсиз органик кислота ёки асослардир. Кислота-асосли индикаторлар куйидагиларга бўлинади:

1. Кислоталарга нисбатан сезгир ( $pH > 7$ ): фенолфталеин, тимолфталеин, ализарин.
2. Асосларга нисбатан сезгир ( $pH < 7$ ): метилоранж, метил қизили.
3. Ҳам кислота, ҳам асосга нисбатан сезгир ( $pH=7$ ): лакмус, фенил қизили.

**Индикаторлар назарияси.** Кислота-асосли индикаторларни кислотали ва ишқорий муҳитдаги ҳолатини тушунтириш учун бир неча индикаторлар назарияси мавжуд.

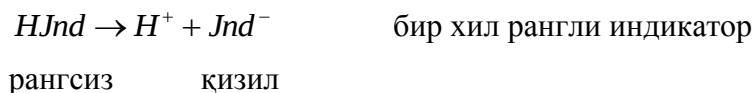
Индикаторларнинг ион назарияси. 1887-йилда С. Аррениуснинг электролитик диссоциацияланиш назариясини, 7 йилдан кейин эса (1894) Оствалд индикаторларнинг ион назариясини яратди.

Бу назарияга кўра, кислота-асосли индикаторларнинг диссоциланмаган молекулалари ва ионлари турли рангли кучсиз органик кислота ёки асослардир.  $HJnd$  - индикаторнинг диссоциланмаган молекуласи.  $Jnd$  – индикатор ионлари. Масалан:

лакмус

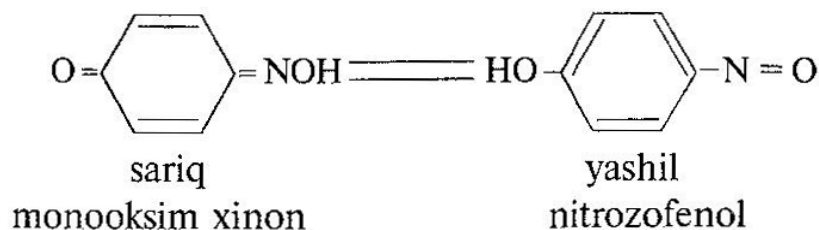


фенолфталеин



**Индикаторларнинг хромофор назарияси.** Индикаторларнинг эритма муҳитига муносабати хромофор назария билан тўлдирилди. Органик бирикмаларнинг ранги уларнинг молекуласида хромофорлар ( $-N=N-$ ,  $-OH$ ,  $-N=O$ ,  $=C=O$ ) деб аталувчи махсус атомлар гуруҳи ёки иккиламчи боғларнинг гуруҳланишига боғлиқ бўлгани учун бу назария шу ном билан аталади.

Хромофор назарияга асосан индикатор рангининг ўзгариши изомер ўзгариш, я'ни молекула ичида атомларнинг қайта гуруҳланиши натижасида индикатор молекуласининг ўзгаришидир. Бу жараён қайтар бўлиб, қайтар изомерия – таутомерия деб, изомерлар эса таутомерлар дейилди. Масалан:



**Ион-хромофор назария.** Фаннинг ривожланиш жараёнида бу икки назария бирлаштирилди. Индикаторларнинг диссоциация мувозанати тез қарор топади, лекин таутомер ўзгариш жараёни вақт ўтиши билан содир бўлади. Шунинг учун айрим

индикаторларнинг ранги ҳамма вақт тез ўзгармайди. Масалан:

|               |   |   |   |   |   |   |   |    |     |    |    |    |  |
|---------------|---|---|---|---|---|---|---|----|-----|----|----|----|--|
| Ализарин      |   |   |   |   |   |   |   |    |     | S  |    |    |  |
| Фенолфталеин  |   |   |   |   |   |   |   | P  |     |    | Q  |    |  |
| Нейтрал қизил |   |   |   |   |   | Q |   |    | S-J |    |    |    |  |
| Фенол қизил   |   |   |   |   |   | S |   |    | Q   |    |    |    |  |
| Лакмус        |   |   |   |   | Q |   |   |    | Q   |    |    |    |  |
| Метил қизил   |   |   |   | Q |   |   |   | S  |     |    |    |    |  |
| Метилоранж    |   |   | Q |   |   |   | S |    |     |    |    |    |  |
|               | 1 | 2 | 3 | 4 |   | 6 | 8 | 10 |     | 12 | 13 | pH |  |

1- расм. Энг муҳим индикаторларнинг ранги ва ранг ўзгариш соҳалари.

**Индикатор рангининг ўзгариш соҳаси.** Индикаторнинг ранги pH нинг ҳар қандай ўзгаришида ҳам ўзгаравермай, балки pH нинг маълум қиймати оралиғида ўзгаради ва бу индикатор рангининг ўзгариш соҳаси деб айтилади (1-расм). pHнинг айна индикатор билан титрлаб тўхтатиладиган қиймати шу индикаторнинг титрлаш кўрсаткичи дейилади ва ур Т билан ифодаланади. Масалан, фенол-фталеинники  $pT=9,0$ ; метилоранжникир  $T=4,0$ ; лакмусникир  $T=7$ .

#### Титрлаш эгри чизиқлари.

Юқоридаги мисоллардан кўришиб турибдики, эквивалент нуқтани тўғри топа билиш керак. Бунинг учун титрлаш эгри чизиғини тузиш усулидан фойдаланилади.

Титрладиган эритма pH ини, унга қўшиладиган цандарт эритма ҳажмига боғлиқлигини кўрсатадиган эгри чизиқлар титрлаш эгри чизиқлари деб айтилади.

Масала. 100,0 мл 0,1000 Н HCl эритмасига 0,1000 Н NaOH эритмасидан 50; 99; 99,9; 100; 101,1; 101 мл қўшилгандаги эритмани pH ини ҳисобланг, титрлаш эгри чизиғини чизинг ва титрлашнинг ўхирги нуқтасини аниқлаш учун индикатор танланг.

## II. Кучли кислотани кучли асос билан титрлашнинг турли пайтидаги эритманинг рН ини ҳисоблаш формулалари.

Масала. 100,0 мл 0,1000 Н НСl эритмасига 0,1000 Н NaOH эритмасидан 50; 99; 99,9; 100; 101,1; 101 мл қўшилгандаги эритмани рН ини ҳисобланг, титрлаш эгри чизиғини чизинг ва титрлашнинг ўхирги нуқтасини аниқлаш учун индикатор танланг.

Ечиш. Титрлашга қадар эритма ини ҳисоблаш формуласи:

$$pH = -\lg[H^+] = -\lg C_{K-Ta} = -\lg 0,1 = 1.$$

0,1000 Н НСl эритмасига 50, 90, 99,9 мл дан 0,1000 Н NaOH қўшилганда эритмадаги  $H^+$  ионлари концентрацияси ва рН ўзгариб боради. Унда эритма рН и куйидаги формула билан ҳисобланади:

$$C_A = \frac{V_A - V_B}{V_A + V_B} \cdot N_A \quad \text{ёки} \quad C_{HCl} = \frac{V_{HCl} - V_{NaOH}}{V_{HCl} + V_{NaOH}} \cdot N_{HCl}$$

50,0 мл 0,1000 н ли NaOH қўшганда:

$$C_{HCl} = [H^+] = \frac{50}{150} \cdot 0,1 = 3,3 \cdot 10^{-2} \text{ мол/л},$$

$$pH = -\lg C_{HCl} = -\lg[H^+] = -\lg 3,3 \cdot 10^{-2} = 2 - \lg 3,3 = 2 - 0,5 = 1,5$$

ва хоказо. Эритма рН и 100,0 мл 0,1000 н NaOH қўшилгунга қадар худди шу формула билан ҳисобланади.

100,0 мл 0,1000 н NaOH эритмаси қўшганда эритма рН и эритмадаги кислотага эквивалент миқдорда бўлади. Хосил бўлган туз NaCl гидролизга учрамайди ва эритма муҳити нейтрал ( $pH = pOH = 7$ ) бўлади.

Эквивалент нуқтадан кейин 100,0 мл 0,1000 н НСl га 100,1; 101; 110 мл 0,1000 н NaOH қўшилганда эритмада ортикча ишқор бўлади. Бунда  $[OH^-]$  иони ортикча олинган NaOH концентрациясига тенг:

$$C_{NaOH} = [OH^-] = \frac{0,1}{200,1} \cdot 0,1 = 5 \cdot 10^{-5} \text{ мол /л},$$

$$pOH = -\lg[OH^-] = -\lg 5 \cdot 10^{-5} = -\lg 5 - \lg 10^{-5} = -0,7 + 5 = 4,3,$$

$$pH = 14 - 4,3 = 9,7.$$

Кейинги нуқталар учун ҳам худди шундай ҳисобланади. Олинган натижалар куйидаги жадвалдаги кўринишда ёзилади ва улар асосида титрлаш эгри чизиғи чизилади (2-расм). Титрлаш охирида рН нинг кескин ўзгариши титрлаш сакрамаси дейилади.

### Жадвал

**100,0 мл 0,1000 н НСl эритмасини NaOH нинг 0,1000 н эритмаси билан (ёки аксинча) титрлашда рН нинг ўзгариш тартиби**

| Қўшилган NaOH хажми, мл   | $[H^+]$              | $[OH^-]$             | pH   |
|---------------------------|----------------------|----------------------|------|
| Эквивалент нуқтага қадар  |                      |                      |      |
| 0                         | 10                   | —                    | 1    |
| 50                        | $3,3 \cdot 10^{-2}$  | $3 \cdot 10^{-13}$   | 1,5  |
| 90                        | $5,3 \cdot 10^{-3}$  | $1,9 \cdot 10^{-12}$ | 2,3  |
| 99                        | $5 \cdot 10^{-4}$    | $2,0 \cdot 10^{-11}$ | 3,3  |
| 99,9                      | $5,0 \cdot 10^{-5}$  | $2,0 \cdot 10^{-10}$ | 4,3  |
| Эквивалент нуқтада        |                      |                      |      |
| 100                       | $1 \cdot 10^{-7}$    | $1 \cdot 10^{-7}$    | 7    |
| Эквивалент нуқтадан кейин |                      |                      |      |
| 100,1                     | $2,0 \cdot 10^{-10}$ | $5,0 \cdot 10^{-5}$  | 9,7  |
| 101                       | $2,0 \cdot 10^{-11}$ | $5,0 \cdot 10^{-4}$  | 10,7 |
| 110                       | $2,1 \cdot 10^{-12}$ | $4,8 \cdot 10^{-3}$  | 11,7 |



Кучли кислотани кучли асос билан (аксинча) титрлаш эгри чизиғида эквивалент нукта билан нейтрал нукта бир нуктага мос келади.

Титрлаш эгри чизиғидан кўриниб турибдики, титрлашнинг бошида эритманинг рН секин ўзгаради, эквивалент нуктага яқинлашганда кескин, эквивалент нуктадан ўтгандан кейин, яна секин ўзгаради.

#### Титрлаш эгри чизиғига таъсир қилувчи омиллар:

- **эритма концентрацияси:** концентрация қанча катта бўлса, титрлаш сакрамаси шунчалик катта бўлади. Масалан, 100 мл 0,1 Н ли HCl ни 0,1 Н NaOH билан титрлашда титрлаш сакрамаси рН=4,3 дан 9,7 гача, яъни 5,4 бирликка ўзгарар экан;

- **ҳарорат** қанча юқори бўлса, титрлаш сакрамаси шунча кичик бўлади.

#### II. Кучсиз кислотани кучли асос билан титрлашдаги ҳисоблаш формулалари.

1. Титрлангунга қадар эритма рН ини ҳисоблаш формуласи:

$$[H^+] = \sqrt{K_{K-T} \cdot C_{K-T}};$$

$$pH = -\lg[H^+] = -\frac{1}{2} \lg K_{K-T} - \frac{1}{2} \lg C_{K-T}$$

2. Эритмага ишқор қўшилгандаги оралик нукталар учун рН қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$-\lg[H^+] = -\lg K_{K-T} - \lg \frac{C_{K-T}}{C_{tuz}}; \quad pH = pK_{K-T} - \lg \frac{C_{K-T}}{C_{tuz}}$$

3. Эквивалент нуктада кучсиз кислота кучли ишқор билан нейтралланиб, эритмада фақат гидролизга учрайдиган туз қолади.

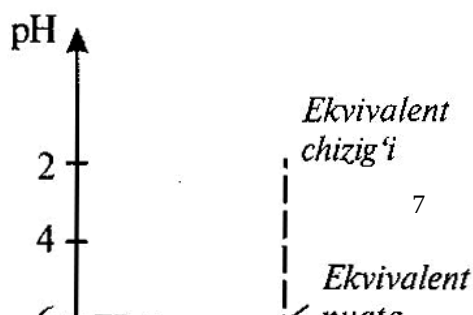
Гидролизга учрайдиган туз эритмаларида  $[H^+]$  иони ва рН қуйидаги формула билан ҳисобланади:

$$[H^+] = \sqrt{K_{H_2O} \cdot \frac{K_{K-T}}{C_{tuz}}};$$

$$pH = -\lg[H^+] = -\frac{1}{2} pK_{H_2O} - \frac{1}{2} pK_{K-T} + \frac{1}{2} \lg C_{tuz};$$

$$pH = 7 + \frac{1}{2} pK_{K-T} + \frac{1}{2} \lg C_{tuz}.$$

Эквивалент нуктадан кейин ортиқча NaOH қўшилганда эритманинг рН и юқорида кўрсатилган формула билан ҳисобланади. Олинган натижалар асосида чизма чизилади (3- расм).



### 3-расм. Кучсиз кислотани кучли асос билан титрлаш эгри чизиг'и.

3-расмдан кўриниб турибдики, кучсиз кислотани кучли асос билан титрлаганда эквивалент нукта нейтралланиш нуқтаси билан бир нуқтага тушмасдан, балки ишқорий муҳитга тўғри келади. Титрлаш эгри чизиғи нейтралланиш нуқтасига нисбатан носимметрик жойлашади.

### III. Кучсиз асосни кучли кислота билан титрлашдаги ҳисоблаш формулалари.

1. Титрлангунга қадар эритма  $pOH$ и ва  $pH$  и қуйидаги формулалар билан ҳисобланади:

$$pOH = \frac{1}{2} pK_{asos} - \frac{1}{2} \lg C_{asos},$$

$$pH = 14 - pOH = 14 - \frac{1}{2} pK_{asos} + \frac{1}{2} \lg C_{asos}.$$

2. Оралиқ нуқталарда  $pH$  ни ҳисоблаш формуласи:

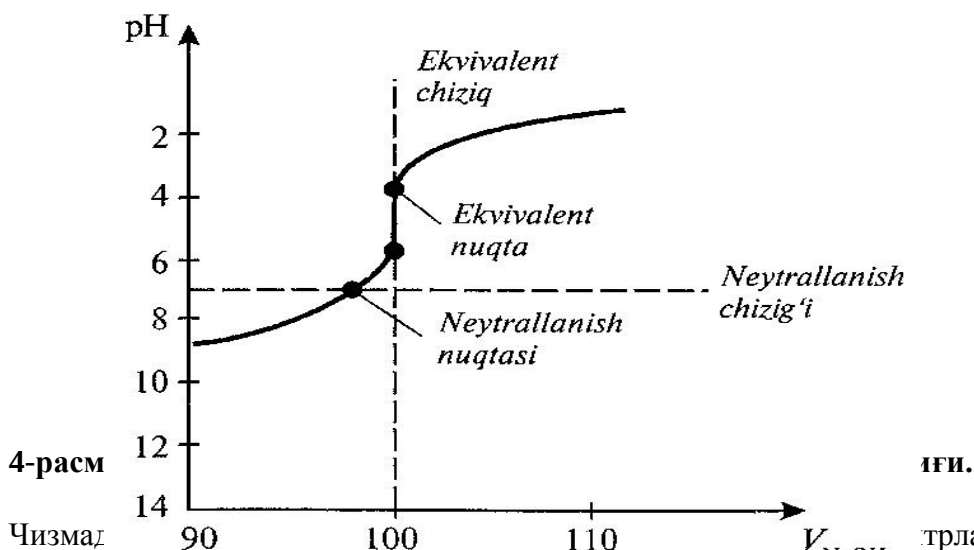
$$pH = 14 - pK_{asos} - \lg C_{tuz} + \lg C_{asos}$$

3. Эквивалент нуқтада  $pH$  ни ҳисоблаш формуласи:

$$pH = -\frac{1}{2} \lg K_{H_2O} - \frac{1}{2} \lg C_{tuz} + \frac{1}{2} \lg C_{asos};$$

$$pH = 7 - \frac{1}{2} pK_{asos} - \frac{1}{2} \lg C_{tuz}.$$

4. Эквивалент нуқтадан кейин ортиқча қўшилган кучли кислота концентрацияси асосида  $pH$  ҳисобланади. Олинган натижалар асосида титрлаш эгри чизиғи қуйидаги кўринишда чизилади (4-расм).



4-расм

Чизмал  
Эквивалент нукта нейтралланиш нуқтаси билан бир нуқтага учма-уч тушмасдан  
кислотали муҳитда жойлашади;  
титрлаш эгри чизиғи нейтралланиш нуқтасига нисбатан но-

симметрик бўлади.

### **Кислота ва ишқорлар эритмасини тайёрлаш**

Концентрацияси (титри) аниқ маълум бўлган эритмалар титрланган эритмалар деб аталади. Титрланган эритмалар тайёрлашнинг икки усули бор.

1. Берилган моддадан керакли миқдорда аналитик тарозида аниқ тортиб олиб ўлчов колбасида эритилади ва эритманинг ҳажми колбанинг белгисига етгунча сув билан тўлдирилади. Эриган модданинг миқдорини (g) ва эритманинг ҳажмини (V) билган ҳолда унинг титрини ҳисоблаш осон. Эритманинг титри:

$$T = \frac{g}{V} \text{ г/мл}$$

га тенг бўлади.

Шу усулда олинган титрланган эритмалар тайёрланган эритма дейилади.

Равшанки, титрланган эритмалар тайёрлашнинг бу усулини ҳамма вақт ҳам қўллаб бўлмайди. HCl, NaOH ва бошқа шунга ўхшаш моддаларнинг титрланган эритмаларини танёрлашда бу усулни қўллаб бўлмайди. Ҳақиқатан ҳам, HCl сувдаги эритмаларининг аниқ концентрацияси ҳамма вақт номаълум бўлади. Демак, бу эритмадан жуда аниқ тортиб олинганда ҳам унда неча грамм водород хлорид борлигини ҳисоблаб бўлмайди. Бу айтилганлар ҳаводан CO<sub>2</sub> ва сув буғини шиддатли равишда ютиши натижасида оғирлиги ўзгариб турадиган NaOH га ҳам тааллуқлидир. Шунинг учун тортиб олинган миқдорда қанча NaOH борлигини ҳам аниқ билиб бўлмайди.

Бу мисоллардан кўринадики, юқорида баён қилинган усуллар билан бир қатор талабларга жавоб бера оладиган моддаларнинггина титрланган эритмаларини тайёрлаш мумкин. Бу талаблар қуйидагилардан иборат.

Модда хамиявий тоза бўлиши керак, яъни таркибидаги бегона қўшимчалар анализ аниқлигига таъсир этмайдиган миқдорда (0,05 — 0,1 % гача) бўлиши лозим.

Модданинг таркиби унанинг формуласига тўла мос келиши лозим. Масалан, кристаллогидратларнинг формуласида қанча сув кўрсатилган бўлса, уларнинг таркибида ҳам шунча сув бўлиши керак.

Модда куруқ ҳолда сақланганда ҳам, эритма ҳолда сақланганда ҳам барқарор бўлиши лозим; акс ҳолда юқорида айтилган модда таркиби билан формуласининг қатъий мос келиш шарт бўзилади.

Модданинг грамм-эквивалент қиймати мумкин қадар катта бўлиши яхшироқ, чунки бу эритманинг нормаллигини аниқ тортишга имкон беради.

Кўрсатилган талабларга жавоб берадиган моддалар бошланғич моддалар деб аталади, чунки улардан фойдаланиб қолган бошқа моддаларнинг титри аниқланади.

2. Агар модда юқорида кўрсатилган талабларга жавоб бермаса, аввал унинг зарур нормалликдаги эритмаси тахминий тайёрланади. Шу билан бир вақтда бирорта тўғри келадиган бошланғич модданинг титрланган эритмасини юқорида баён этилган усулда тайёрланади. Сўнгра, кўрсатилган моддаларнинг бирини иккинчиси билан титрланади ва бошланғич модданинг концентрацияси маълум бўлгани ҳолда берилган модда эритмасининг аниқ концентрацияси (титри) ҳисоблаб чиқарилади.

Масалан, NaOH эритмасини оксалат кислота эритмаси билан титрлаб, унинг титрини аниқлаш мумкин. Оксалат кислота кристалл модда бўлиб, уни қайта кристаллга тушириш йўли билан химиявий тоза ҳолда, яъни H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O формулага қатъий мос келадиган ҳолда олиш мумкин. Шунга асосан унинг аниқ тортиб олинган миқдорини эритмасининг ҳажмига бўлиш йўли билан титрини топиш мумкин.

Титри бошқа эритма билан титрлаш ёки эритмани тортма анализ қилиш йўли билан топилган эритмалар (NaOH га ўхшаш) аниқланган эритмалар дейилади.

Бундан бошланғич моддаларнинг ҳажмий анализда қанчалик катта аҳамияти борлиги ўз-ўзидан маълум бўлиб қолади. Бошланғич модда юқорида кўрсатилган талабларга қанчалик тўла жавоб берса, “иш чи эритмаси” (яъни аниқлашларда ишлатиладиган титрланган эритма) нинг титри шунчалик аниқ бўлади ва анализда

қилинадиган хато шунчалик кам бўлади.

Шуни ҳам айтиш керакки, иш эритмаларининг титри ҳамма вақт ҳам бошланғич моддаларга қараб аниқланмайди. Масалан,  $\text{NaOH}$  эритмасининг титрини, титри тегишли бошланғич моддага қараб аниқланган  $\text{HCl}$  эритмаси билан титрлаб ҳам аниқлаш мумкин. Бу метод яна шу жиҳатдан қулайки, унда ишлатиладиган бошланғич моддаларнинг сон.и кам бўлади ва, демак, уларни тозалашга кетадиган вақт тежалади. Лекин айрим-айрим титрларни аниқлашда йўл қўйиладиган хатолар жамлангани учун бу методнинг аниқлиги камроқ бўлади.

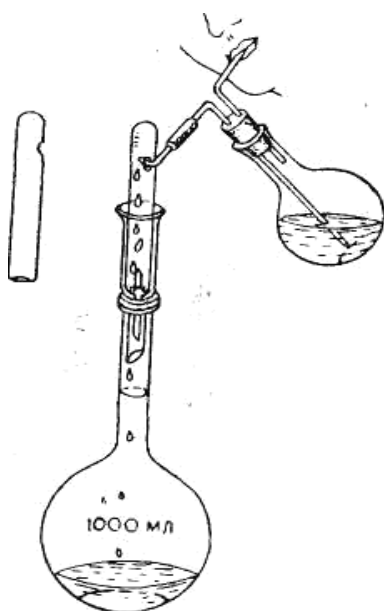
Баъзан титр эритмаларни тортма анализ қилиш натижаларига асосан аниқланади. Масалан,  $\text{HCl}$  эритмасининг титрини,  $\text{HCl}$  нинг маълум ҳажм эритмасига  $\text{AgNO}_3$  эритмаси таъсир эттирилганда ҳосил бўлган  $\text{AgCl}$  чўкмасининг оғирлигига қараб аниқлаш мумкин. Худди шунга ўхшаш  $\text{H}_2\text{SO}_4$  эритмасининг титрини унинг маълум ҳажмига  $\text{BaCl}_2$  эритмаси таъсир эттириб ва бунда ҳосил бўлган  $\text{BaSO}_4$  чўкмасини тортиб аниқлаш мумкин ва ҳоказо.

Ниҳоят, табиий бирикмалар ёки саноат маҳсулотларини анализ қилишда титрни аниқлаш учун бошланғич моддалар ўрнига кўпинча стандарт намуналар ишлатилади. Стандарт намуналар айна титрланган эритма ёрдамида анализ қилинадиган материалнинг намунаси бўлиб, унда аниқланаётган элемент аниқ миқдорда бўлади. Масалан, пўлат таркибидаги марганецнинг миқдорини аниқлашда ишлатиладиган натрий арсенит  $\text{Na}_3\text{AsO}_3$  эритмасининг титри, таркибидаги марганецнинг миқдори аниқ маълум бўлган ва тарозида тортиб олинган стандарт пўлат намунаси бўйича аниқланади. Бронза таркибидаги миснинг миқдорини аниқлаш учун ишлатиладиган натрий тиосульфат  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  эритмасининг титрини аниқлашда таркибидаги миснинг миқдори аниқ маълум бўлган бронзанинг стандарт намунаси ишлатилади ва ҳоказо.

## 2. Титрни аниқлашда стандарт намуналарнинг ишлатилиши

Титрни аниқлашда стандарт намуналарнинг ишлатилиши шу жиҳатдан қулайки, анализнинг титрлашдан олдинги ҳамма операциялари ва эритмадаги бегона моддалар титрни аниқлашда ва анализни бажаришда бир хилда бўлади. Шунинг учун улар анализ натижасига таъсир этмайди ва анализнинг аниқлиги ортади.

Титрни стандарт намуналар бўйича аниқлаш тўғрисида айтилганлар ҳажмий анализ асосий қоидаларидан бирининг аҳамиятини яққол кўрсатиб беради. Бу қоида қуйидагича таърифланади: анализ цайси шароитда бажариладиган бўлса, иш эритмаларнинг титрини ҳам иложи борица шу шароитда аниқлаш керак.



Ҳақиқатан ҳам, бундай шароитда аниқлашдаги барча систематик хатолар ҳар икки ҳолда ҳам бир хилда бўлади ва аниқлаш натижасига таъсир этмайди. Масалан, нотўғри калибрланган пипетка ёки ўлчов колбадан фойдаланиб иш эритмасининг титри аниқланган бўлса, шу идишларнинг ўзини ишлатиб анализ натижаларини тўғри чиқариш мумкин. Шундай қилиб, ўлчов идишни текшириб кўрмасдан ҳам ишлатиш процессида пипетка ёки ўлчов колба синиб қолса аналитик қайтадан аниқлаши керак. Бундай тасодикий ҳоллардан илаётган ўлчов идишлар текширилади. ар тайёрлаш ўчун амалда кўпинча савдода бўлган анилади. Улар 1 л аниқ 0,1 н. эритма тайёрлаш учун керакли ёки аниқ ўлчаниб шиша ампулаларга солиб кавшарланган

каттиқ модда ёки титрланган эритмалардир. Фиксаланган титрланган эритма тайёрлаш ампуладаги моддани ҳажми 1 л ли колбага батамом ўтказиш, сўнгра уни эритиб, эритманинг ҳажми колбанинг чизиғига етгунча суяртиришдан иборат. Моддани ампуладан ўлчов колбага ўтказиш ўсули 1-расмда кўрсатилган. Ўлчов колбанинг бўғзига найзали воронка қўйилади ва шу найза ёрдамида ампуланинг юпқа деворли туби синдирилади. Ампуладаги моддани колбага тўла ўтказиш учун ампуланинг юқори қисмидаги чуқурча учи ўткир шиша таёқча билан тешилади. Тешикдан ампула ичига ювгич ёрдамида сув пураб ювилади. Сўнгра воронка ювилади ва уни олиб қўйиб колбадаги Сўюқликнинг ҳажмини сўв қўшиб белгигача етказилади.

Титрни аниқлашда ҳам, анализни бажаришда ҳам икки усулда титрлаш мумкин.

1. Тарозида тортиб олинган бошланғич (ёки анализ қилинадиган) моддани ўлчов колбасида эритилади, сўнгра чизиққа етгунча сув билан суяртирилади ва эритмани яхшилаб аралаштирилади. Сўнгра эритмадан пипетка билан олиб титрланади. Пипеткада ҳар гал олинган эритма таркибида эритилган моддадан маълум қисм бўлади, буни аликвот қисм ҳам дейилади. Ишнинг бу ўсули пипеткалаш методи дейилади.

2. Бошланғич (ёки анализ қилинаётган) моддадан айрим-айрим тортиб олиб ўларнинг ҳар бирини ихтиёрий ҳажмдаги сувда эритилади ва ҳосил бўлган эритманинг ҳаммаси титрланади. Ишнинг бундай усули айрим-айрим тортиб олиш методи дейилади.

Айрим-айрим тортиб олиш методида ҳажм бир марта ўлчанганлиги (бюреткада) ўчун ҳажм уч марта (ўлчов колбада, пипеткада ва бюреткада) ўлчанадиган пипеткалаш методига қараганда анча аниқ натижалар беради. Пипеткалаш методининг афзаллиги шундаки, бунда бир неча марта бир хил ҳажмдаги эритма титрлангани сабабли эквивалент нуктани аниқлаш осон бўлади. Бундан ташқари, бу методда тарозида кам тортилганлиги

### 3. Титриметрик анализдаги ҳисоблашлар.

Моддалар доимо бир-бири билан эквивалент миқдорида таъсирлашади. Ҳамма ҳисоблашларнинг асосида ана шу қонуният ётади. Титрлаш пайтида эквивалент нуктасига қадар доимо бир хил эквивалент миқдорида кислота ва асос сарфланади. Ўзаро таъсирлашувчи моддалар эритмаларининг нормаллиги бир хил бўлса, табиийки сарфланган эритмаларнинг ҳажмлари ҳам ўзаро тенг бўлади. Масалан, 10 мл 0,1 л. Канцентрацияли ҳар қандай кислота эритмасини титрлаш учун шунча ҳажмда 0,1 л. Канцентрацияли исталган бирор ишқор эритмаси сарфланади. Шунинг учун титриметрик анализда нормал канцентрацияли эритмадан фойдаланган маъқул, чунки нормал канцентрациялари бир-бирига тенг бўлган эритмалар ўзаро қолдиқсиз раекцияга киришади.

Ҳисоблашларда нормал канцентрациянинг икки кўринишидан фойдаланилади: биринчисида 1 л эритмадаги эриган модда эквивалентлари сонидан, иккинчиси 1мл эритмадаги эриган модда милли -эквивалентлари сонидан фойдаланилади.

#### Тайёрланган эритмаларни канцентрацияларни ҳисоблаш.

Тайёрланган эритмаларнинг титрини ҳисоблаш учун тортим массини олинган эритма ҳажмига бўлиш керак.

Эритманинг титри билан нормаллиги ўзаро қуйидагича боғланган:

$$T = \frac{N \cdot \Xi}{1000} \text{ г / мл ёки } T = \frac{T - 1000}{\Xi} \text{ экв / л}$$

эритманинг нормаллигини аниқлашда эритма титрини (Т) 1н.

Эритманинг титри (Т1) га бўлган нисбатидан фойданиш ҳам мумкин:  $N_1 T / T_1$ . Масалан,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  нинг тайёрланган эритмасининг титри  $T_1 0,005312$  г/мл, унинг 1 н. Канцентрацияли эритмасининг титри  $T_1 53,0:1000$  экв/л, нормаллиги:

$$N \text{ тайёрланган } Na_2CO_3 \text{ эритмаси к } \frac{0.005312}{0.05300} = 0.1002$$

Аксинча, эритманинг нормаллиги билган холда, унинг титрини қуйидаги формулага кўра ҳисоблаш мумкин:

$$T = T_1 * N$$

бунда,

$$T = 0.1002 * 0.05300 = 0.005312 \text{ г/мл}$$

#### **Стандарт эритмаларнинг концентрациялари ҳисоблаш.**

Бунинг учун дастлаб ҳажми аниқ, лекин нормаллиги тахминий бўлган эритма тайёрланади. Сўнгра титрлаш йўли билан унинг аниқ нормаллиги топилади.

Масалан, температура 20 °С бўлган, зичлиги 1,84 г/см<sup>3</sup> га тенг кислотада концентрацияси тахминан 0,1 н. Бўлган 500 мл H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> эритмасини тайёрланг. Унинг аниқ нормаллигини белгилашда стандарт ишчи эритмаси сифатида NaOH эритмасидан фойдаланиш мумкин.

Ечиш: Сульфат кислота тўлиқ нейтралланганда унинг эквиваленти масси 98,04:2к49,02 г/моль га тенг. Концентрацияси тахминан 0,1 н. бўлган 0,5 л. эритма тайёрлаш учун сувсиз соф H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> дан керак бўладиган миқдори қуйидагича ҳисоблаб топилади:

$$M_k \cdot N \cdot V = 49,02 * 0,1 \text{ н.} * 0,5 \text{ л} = 2,45 \text{ г.}$$

Справочникдан зичлиги 1,84 г/см<sup>3</sup> бўлган сульфат кислотанинг концентрацияси 96 % эканлиги топилади. Сўнгра 96% ли кислотанинг кандай миқдорида 2,45 г. соф H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> борлиги осонгина ҳисоблаш мумкин:

100 г. 96% ли кислотада 96 г. соф H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> бўлса

X г. «        »        2,45 г. соф H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> бўлади

$$X_k \frac{100 \cdot 2,45}{96} = 2,55$$

Суюкликларни тарозида тортиш кийин. шунинг учуи массам ҳажмларида ифодаланган формуладан фойдаланиб:

$$V_k = \frac{X}{d} = \frac{2,55}{1,84} = 1,39 \text{ мл}$$

Шундай қилиб 0,1 н. концентрацияли 500 мл сульфат кислота эритмасини тайёрлаш учун пипетка ёрдамида 1,39 мл концентрланган dк1,84 г/см<sup>3</sup> сульфат кислота олинадиган ва ярим қадар дистилланган сув олинган ўлчов колбасига солинадиган, чайкатилиб колба белгисига қадар сув тўлдирилади.

Тайёрланган ушбу эритманинг ҳақиқий нормаллиги стандарт моддалар Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>\*10H<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>\*10H<sub>2</sub>O ёки титри аниқ уювчи натрий ёрдамида титрлаш йўли аниқланади.

Биз юқорида нормаллиги бир хил эритмаларнинг ўзаро таъсирлашувида улардан тенг ҳажм сарф бўлишини айтиб ўтган эдик. Агар эритмаларнинг нормаллиги ҳар-хил бўлса, титрлаш учун юқори концентрацияли эритмада оз, аксинча кичик концентрацияли эритмада кўпроқ сарфланади. Демак, нормал концентрация билан эритма ҳажми орасида тескари пропорционал боғланиш мавжуд.

Эритмаларни титрлаш учун сарфланадиган ҳажми V<sub>1</sub> ва V<sub>2</sub> билан нормаллиги мувофиқ равишда N<sub>1</sub> ва N<sub>2</sub> билан белгиланса,

$$V_1 * N_1 = V_2 * N_2$$

Тенглик ҳосил бўлади. Ундан фойдаланиб ҳажм билан нормаллик орасидаги кўпайтма ҳар иккала эримат учун ҳам ўзгармас миқдор экан деб айтиш мумкин. Ушбу тенглама асосида титрлаш процессини натижаларига кўра эритма анинг нормаллиги ҳисоблаб топилади.

Айтайлик, тайёрланган сульфат кислота эритмаси концентрацияси стандарт ишқор эритмаси ёрдамида аниқланаётганда 12,16 мл. 0,0221 н. ишқор эритмаси сарфланиб 10,00 мл кислота эритмаси титрланади. Демак,

$$N_{H_2SO_4} \cdot 10.00_{мл} \cdot 0.0221_{н} \cdot 12.16_{мл}$$

$$N_{H_2SO_4} K \frac{0.0221 \cdot 12.16}{10000} = 0.0268$$

#### **Хлорид кислота эритмасининг титрини хисоблаш**

Нормаллиги бўлган бура эритмасини титрлаш учун кетган HCl нинг миқдори  $V_1$ ,  $V_2$ ,  $V_3$  бўлса, у ҳолда ўртачаси:

$$V_{HCl} = (V_1 + V_2 + V_3) / 3 \text{ мл}$$

Хлорид кислотанинг нормаллиги ( $M_{HCl}$  куйидаги формуладан топилади:

$$V_{HCl} : N_{HCl} k V_{бура} : N_{бура} ; N_{HCl} = \frac{V_{бура} \cdot N_{бура}}{V_{HCl}}$$

$$V_{HCl} : N_{HCl} k V_{бура} : N_{бура} ; N_{HCl} = \frac{V_{бура} \cdot N_{бура}}{V_{HCl}}$$

HCl эритмасининг титрини топиш учун эритманинг нормаллигини хлорид кислотанинг эквивалентига, яъни 36.46га купайтириш керак ва 1000 га бўлиш керак.

$$T_{HCl} = \frac{N_{HCl} \cdot 36.46}{1000} \text{ г / мл}$$

#### **Эритмадаги ишқор миқдорини аниқлаш.**

HCl нинг титрланган эритмасини тайёрлагандан кейин, у ёрдамида турли ишқорларнинг эритмаларидаги миқдорларини аниқлаш мумкин. Буни текшириладиган ишқор эритмасини ўлчов колбасига солиб, устига колбанинг белгисига қадар сув қуйиб, эритмани яхшилаб аралаштириб сўнгра бу эритмани алоҳида қисмларини /25,00 млдан/ ҳудди HCl эритмаси титрини аниқлашдаги каби бир неча марта титрланг.

Бир-бирига жуда яқин келадиган /яъни бир-биридан 0,1 мл дан ортиқ фарқ қилмайдиган/ натижаларининг арифметик ўртача қийматини, унинг титрини ва ўлчов колбаси ҳажмидаги ишқорнинг умумий миқдорини хисоблаб чиқаринг. Ҳамма олинган анализ натижаларини ва хисоблашларини лаборатория дафтарига тўлиқ ёзинг.

## Хулоса

Кислота – асосли титрлашни ишлатилиши амалиётда катта аҳамиятга эга. Турли моддаларнинг кислота асосли метод билан титрлаш мумкин.

Кислота – асосли титрлаш элемент ҳақида самарали маълумот беради.

Бу усул орқали бирикмада аниклаш қийин бўлган элементларни миқдори ҳақида аниқ маълумотга эга бўлиш имконини беради. Яна бу усул объектнинг турли қисмларининг танлаб текшириш имконини беради. ушбу ҳолатда у ёки бу функционал группалар атом ёки ион моддада эгаллаб турган жойи текширилади. Ҳозирги кунда замонавий аналитик кимё яратиш босқичида бўлганлиги сабабли унга бўлган муносабат ҳам турличадир. Ишонамизки, яқин келажакда замонавий аналитик кимё фанининг тузилиши объектлари доираси, усуллари ва уларнинг бажариш тартиблари янада мукамаллашади.

Бу фан дунёвий фан бўлибгина қолмай фанлар ичида етакчи фан сифатида ўрин олади.

## ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. В.Н.Алексеев “Микдорий анализ” Ўқитувчи.Тошкент – 1976 й.
2. Алексеев В. Н. “Ярим микроусул билан қилинадиган химиявий сифат анализи курси”. Тошкент «Ўқитувчи» 1976 й.
3. Миркомилова М.С. “Аналитик кимё”. Тошкент. «Ўзбекистон» 2003 й.
4. Хусаинов Х. Толипов Ш. Т. “Аналитик кимёдан масалалар тўплами”. Тошкент «Ўқитувчи» 1983,
5. Туробов Н. Т., Ибраимов Ч. И., Бобоев Н. Б., Умбаров. И. О. “Физик-кимёвий анализ методлари” Ўқув йўлланма. Термез 1999 й.